

The background of the entire image is a deep space scene filled with numerous stars of varying brightness and colors. Several prominent galaxies are visible, including a large, bright, orange-red galaxy in the lower right quadrant and a blue and white galaxy in the upper left. The overall effect is a rich, multi-colored starfield.

meteor

**csillagászati
évkönyv**

2023

www.mcse.hu

Hogy közelebb
hozhassuk a csillagokat...

Adószámunk:
19009162-2-43

Magyar
Csillagászati
Egyesület

METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2023

meteor
csillagászati évkönyv
2023

Szerkesztette:
Benkő József
Mizser Attila

Magyar Csillagászati Egyesület
www.mcse.hu
Budapest, 2022

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

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

A kalendárium csillagterképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

www.ursaminor.hu

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László



A kiadvány támogatói:

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

További támogatók:

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

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Műszaki szerkesztés és illusztrációk: Molnár Péterné

Nyomtatás, kötetés: Gelbert Eco Print

Terjedelem: 20 iv fekete-fehér + 8 oldal színes melléklet

2022. november

ISSN 0866-2851

Tartalom

Bevezető	7
Kalendárium	13
Cikkek	
Hegedűs Viola – Mészáros Szabolcs: Spektroszkópiai égboltfelmérő programok	195
Sajósi Benedek – Tarczay György: Asztrokémia, avagy kémia a csillagok között és csillagközi kémia a laborban	212
Kiss L. László: Így változott a csillagászat 1946 és 2021 között	237
Mizser Attila: Száz évvel ezelőtt jött létre a Stella Csillagászati Egyesület	251
Beszámolók	
Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület 2021-ben	271
Kiss Csaba – Szabó Róbert: A CSFK Csillagászati Intézetének 2021. évi tevékenysége	281
Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2021-ben	295
Hegedűs Tibor – Székely Péter: Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2021-ben	302
Szabó M. Gyula: Az ELTE GAO MKK beszámolója a 2021. évről	312
Megemlékezés	
Szegő Károly (1943–2022)	318
Szerzőink, közreműködőink	320

A címlapon

A Stephan-galaxisötös a James Webb-űrtávcső felvételén (fotó: NASA, ESA, CSA és STScI). Bővebben l. a 154. oldalon.

A hátsó borítón

Hazánk legújabb csillagászati ismeretterjesztő intézménye, a Bükki Csillagda 63 cm-es főműszere (Mizser Attila felvétele).

Bevezető

Átalakuló világunk jelenségei nem kímélik évkönyvünket sem. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árresek, késedelmes fizetés, a papír árának drasztikus emelése stb.) közepette már régen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület céljait. Legalább ekkora elismerés illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, ügyszeretből, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben. Itt is köszönetünket fejezzük ki a Magyar Tudományos Akadémiának a kötet kiadásához, évek óta rendszeresen nyújt támogatásért. Mindezek eredményeként ismét terjedelmes évkönyvvel jelentkezünk, amelyben a csillagászat legújabb eredményei és a hazai csillagászati intézmények beszámolóit mellett a 2023-ban megfigyelhető jelenségek és érdekes égi látnivalók gazdag kínálatát találja a Kedves Olvasó.

Ezúttal négy terjedelmes cikkben mutatunk be egy-egy területet. Hegedűs Viola és Mészáros Szabolcs a spektroszkópiai égboltpelmérő programokat tekintti át, míg Sajósi Benedek és Tarczay György az asztrokémia világába vezeti az olvasót. Kiss László a csillagászat 1946-os és 2021-es állapotát hasonlítja össze. Az 1946-os évszám a Magyar Csillagászati Egyesület alapításának évét jelzi – meddig jutott a csillagászat tudománya 75 évvel később? A cikk alapjául a jászberényi változócsillagászati találkozón elhangzott előadás szolgált. Mizser Attila a száz évvel ezelőtt, 1923-ban alakult Stella Csillagászati Egyesületről írt cikket: arról a szerveződésről, amely egy évtizeden át működött,

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámolók zárják, illetve egy megemlékezést is olvashatunk a kitűnő fizikusról, Szegő Károlyról.

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

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetáriumprogramokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, így akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyvnek gyökeresen más szerepet kell kapnia. Olvasóink figyelmébe

ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület Meteor c. lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegüknél fogva nem szerepelhetnek évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján (www.mcse.hu) és hírportálján (www.csillagaszat.hu). Az égbolt megismerését, a távcsöves megfigyelőmunkát különféle szoftverek is segítik, amelyek közül hármat ajánlunk: a magyar fejlesztésű Ursa Minort (www.ursaminor.hu), a Stellariumot (www.stellarium.org) és a Guide 9.1-et.

A 2023-as Meteor csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkel hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel igyekszünk 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 címen található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagászatörténeti 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 hónapban 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 név-

nap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó–Bíró: Magyar utónévkönyv c. munka. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A kalendárium használatát megkönnyíti a lapszélén található hónapsorszám.

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

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 napközeli- és naptávoli-időpontjai (perihélium és aphélium) perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben. A nap-éj egyenlőségek és napfordulók időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak. A Hold librációinak időpontjai perc pontosságúak, geocentrikusak.

Korai/késői holdsarlók. A 36 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsarlók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva, -6° -os 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 földtávoli-időpontjai perc pontosságúak, valamint megvannak adva a Hold távolságadatai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérője is ívmásodperc pontossággal.

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

2023-ban négy fogyatkozás lesz látható a Földről, két napfogyatkozás és két holdfogyatkozás. Magyarországról nézve a május 5-i – egyébként sem látványos – félárnyékos holdfogyatkozás csak részben lesz látható. Az év másik, túllünk látható holdfogyatkozása egy csekély mértékű részleges holdfogyatkozás lesz október 28-án.

A **Hold** látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, a számítások Budapestre eső földrajzi koordinátára ($\phi = 47^\circ 30'$, $\lambda = 19^\circ 00'$) vonatkoznak. A táblázatokban továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva.

A táblázatok oszlopai:

Dátum, UT – az esemény bekövetkeztének időpontja világidőben a $\phi = 47^\circ 30'$, $\lambda = 19^\circ 00'$ földrajzi pozícióban

J – az esemény típusa,

D – eltűnés a Hold mögött,

R – előbukkanás a Hold mögül,

csillag – ZC katalógusbeli sorszáma,

m – a csillag fényessége,

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

h – a Hold horizont feletti magassága,

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

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

Az esemény idejét átszámíthatjuk saját földrajzi helyzetünkre:

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

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

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

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

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

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

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

Az év két látványos fedése a nappali égen figyelhető meg, azonban az égitestek fényessége miatt távcsöves megfigyelésük nem nehéz feladat. Október 18-án délután az Antarest fedí el a Hold, november 9-én déltájban pedig a Vénuszt. Mindkét fedés részletes adatai megtalálhatók kalendáriumunkban.

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
2023

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

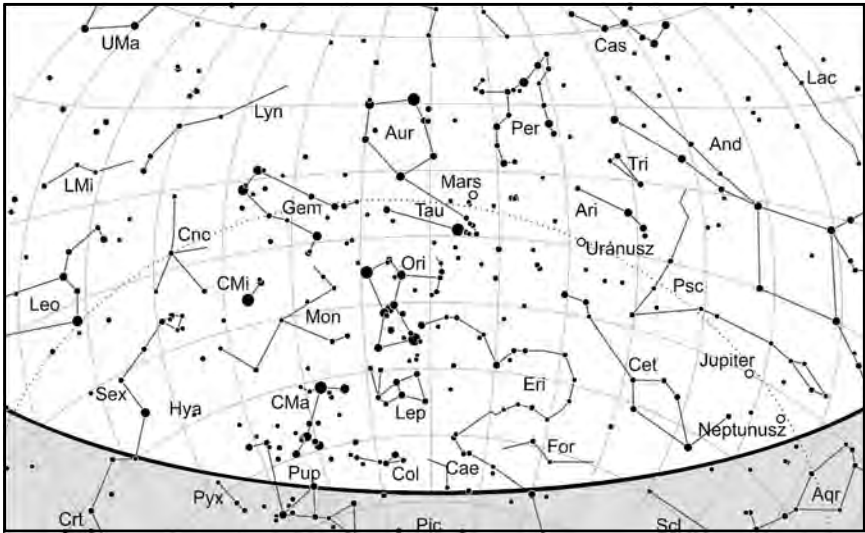
A Julián-naptár szerinti újév napja: január 14.

Január

1

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 459 946	6 41 34	<i>Újév</i> ; Fruzsina, Aglája, Álmos
1. hét			
2.	2 459 947	6 45 30	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 459 948	6 49 27	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 459 949	6 53 23	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 459 950	6 57 20	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 459 951	7 01 17	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 459 952	7 05 13	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 459 953	7 09 10	Gyöngyvér, Virág
2. hét			
9.	2 459 954	7 13 06	Marcell
10.	2 459 955	7 17 03	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 459 956	7 20 59	Ágota, Agáta
12.	2 459 957	7 24 56	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 459 958	7 28 52	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 459 959	7 32 49	Bódog
15.	2 459 960	7 36 46	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
3. hét			
16.	2 459 961	7 40 42	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 459 962	7 44 39	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 459 963	7 48 35	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 459 964	7 52 32	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 459 965	7 56 28	Fábián, Sebestyén, Szabaszián, Tímea
21.	2 459 966	8 00 25	Ágnes
22.	2 459 967	8 04 21	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
4. hét			
23.	2 459 968	8 08 18	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 459 969	8 12 15	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 459 970	8 16 11	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 459 971	8 20 08	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 459 972	8 24 04	Angelika, Angéla, János
28.	2 459 973	8 28 01	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 459 974	8 31 57	Adél, Etelka, Ferenc
5. hét			
30.	2 459 975	8 35 54	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 459 976	8 39 50	Marcella, János, Lujza Péter

A kínai naptár szerinti újév napja: január 22.



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

Bolygók

Merkúr: A hónap elején még kereshető napnyugta után a délnyugati látóhatár közelében, de láthatósága gyorsan romlik. 7-én alsó együttállásban van a Nappal. Hamar megjelenik a hajnali égen, 10-én már kereshető napkelte előtt a délkeleti látóhatár közelében. Ekkor közel 40 perccel kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan javul, és 30-án kerül a legnagyobb nyugati kitérésbe, 25°-ra a Naptól. Ez az idei első kedvező hajnali megfigyelhetősége.

Vénusz: Napnyugta után kereshető az esti délnyugati égen mint fehér fényű égitest. Láthatósága fokozatosan javul, a hónap elején még egy és negyed, a végén két órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $10,4''$ -ről $11,1''$ -re nő, fázisa $0,96$ -ról $0,92$ -ra csökken.

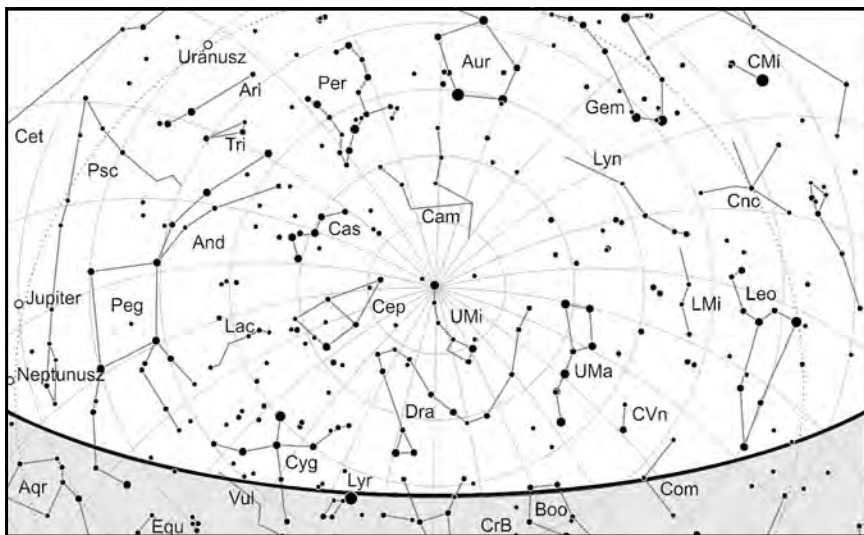
Mars: Hátrálól, majd 12-től előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Az éjszaka első felében látható fényes, vörös színű égitestként, magasan a déli-délnyugati égen, hajnalban nyugszik. Gyorsan halványodik, fényessége $-1,2^m$ -ről $-0,3^m$ -ra, látszó átmérője $14,7''$ -ről $10,8''$ -re csökken.

Jupiter: A Halak csillagképben végez előretartó mozgást. Napnyugta után a délnyugati égen fénylik. A késő esti órákban nyugszik. Fényessége $-2,3^m$, átmérője $38''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. 1-én még két és fél órával a Nap után nyugszik, a hónap első felében még kereshető a délnyugati ég alján. Ezután lassan elvész az egyre közelebb látszó Nap sugaraiban. Fényessége $0,9^m$, átmérője $16''$.

Uraunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Kos csillagképben, éjfél után nyugszik. Előbb hátrálól, majd 23-ától előretartó mozgást végez.

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



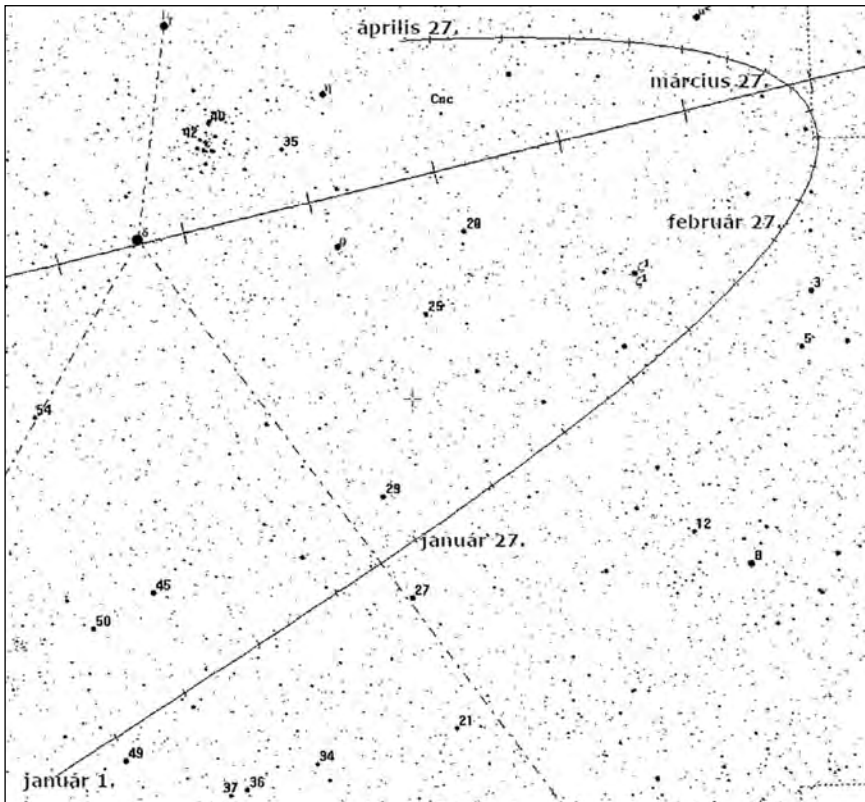
Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
01.01	23:16	Az Uránusz 19'-cel délre a Holdtól (Aries csillagkép, 78%-os, növekvő holdfázis)
01.03	19:21	A Mars 56'-cel északra a Holdtól (Taurus csillagkép, 91,4%-os, növekvő holdfázis)
01.04	3:40	A Quadrantidák (010 QUA) meteorraj maximuma (ZHR=110; 60-200 között; V=41 km/s)
01.04	16:00	A Föld napközében (0,98 CSE)
01.07	13:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
01.08	9:20	A Hold földtávolban (406 456 km, látszó átmérő 29,4')
01.08	19:00	A (2) Pallas kisbolygó oppozícióban (fényessége 7,6 ^m , Canis Maior csillagkép)
01.10		A Kappa Cancridák (793 KCA) meteorraj lehetséges maximuma
01.16	19:14	A (738) Alagasta (16 ^m) kisbolygó elfedi a TYC 0023-00979-1 csillagot (11,7 ^m , 3 ^h 44' 28" +1° 12' 22", Magyarország déli részéről megfigyelhető)
01.18		A Gamma Ursae Minoridák (404 GUM) meteorraj maximuma (ZHR=3; V=31 km/s; r=3)
01.20	5:48	24 óra 15 perces holdsarló 1,8 fok magasan a hajnali égen a Merkúrtól 8 fokkal délre.
01.21	20:59	A Hold földközében (356 595 km, látszó átmérő 33,51')
01.22	16:12	A Vénusz 27'-cel délre a Szaturnusztól (Capricornus csillagkép)
01.22	16:32	A (224) Oceania (13 ^m) elfedi a TYC 608-027143 csillagot (12,1 ^m , 5 ^h 55' 44" +31° 35' 51", a fedés sávja Magyarország délnyugati-északkeleti sávjában)
01.23	15:49	42 óra 56 perces holdsarló 12 fok magasan az esti égen
01.24	15:12	A Merkúr dichotómiája
01.28	23:00	Az Uránusz 2,5 fokkal keletre a Holdtól (Aries csillagkép, 54,7%-os, növekvő holdfázis)

Együttállások

- Január 1. 23:20 UT: Az Uránusz (+5,7^m) a 78%-os Hold (-11,2^m) déli peremétől 5'-re. A jelenség idején a páros 27°-kal lesz a nyugati horizont felett, a Kos csillagképben.
- Január 3. 20:00 UT: A Mars (-1,1^m) a 91%-os Holdtól (-11,8^m) 38'-cel északra, a párosához társul a κ , a ν és a 62 Tauri is. A jelenségre a Hyadoktól északra kerül sor. A páros 66°-kal lesz a horizont felett.
- Január 22. 16:20 UT: A Vénusztól (-3,9^m, 93%) 27'-re északra a Szaturnusz (+0,8^m) az esti szürkületben. A Vénusztól 1,2°-kal délre a 2,9^m-s δ Cap (Deneb Algedi). A bolygópáros 9°-kal tartózkodik a délnyugati horizont felett.
- Január 23. 16:20 UT: A Vénusz és a Szaturnusz immár tágabb (55'-es) párosához csatlakozik a 4,9%-ban megvilágított, -6,3^m-s Hold, a Vénusztól 4,5°-ra a horizonttal párhuzamosan (és afölött 9°-kal).



A (6) Hebe kisbolygó keresőterképe (oppozíció: január 25.)

Üstökösök

118P/Shoemaker–Levy

Az üstököst a Palomar Observatory 46 cm-es neves Schmidt-távcsövével Carolyn Shoemaker fedezte fel 1991. február 9-én a férje, Eugene Shoemaker és David Levy által készített fotókon. Ugyanők és ugyanezzel a távcsövel találták meg később azt a D/1993 F2 (Shoemaker–Levy 9) jelzésű kométát is, amely a Jupiterbe csapódott 1994. július 16-án. Ehhez a nevezetes távcsövhöz kötődik több száz kisbolygó és majdnem 50 üstökös felfedezése is. Ezek közül az egyik a 118P/Shoemaker–Levy.

A felfedezők a megtalálásakor az üstököst 17^m-s diffúz foltnak írták le, amelynek PA 280 irányban egy halvány kis csóvája látszott. Ekkor a vándor már több mint fél évvel volt túl az 1990. július 14-én 2,02 CSE távolságra bekövetkezett napközelpontján, és távolodóban volt a Földtől is. A halványodó üstököst még két hónapig sikerült követni, majd túlságosan halvány lett.

A kezdeti adatokból parabolapályát számoltak ki rá, de a megfigyelések számának növekedésével az újraszámolt pálya már ellipszisnek adódott. Az üstökös keringési idejét végül 6,51 évben határozták meg, ami a többi bolygó, de főként a Jupiter perturbáló hatására már kissé módosult.

A 118P/Shoemaker–Levy 2020. július 26-án 0,66 CSE távolságra haladt el a Jupiter mellett, aminek hatására perihéliumtávolsága és keringési ideje a jelenlegire csökkent.

A korábbi visszatérések alkalmával az üstököst mindig halványabbnak jelezték előre, mint amekkora fényességet végül ténylegesen elért. Habár a különböző előrejelzések 14,6^m-s maximumértéket várnak az üstököstől január közepén, könnyen előfordulhat, hogy fényessége végül eléri a 11–11,5^m értéket is. Ezzel a fényességgel pedig már a kis-közepes amatortávcsövekkel vizuálisan is elérhetővé válik, míg fotografikusan a kisebb távcsövek biztos célpontja lehet.

A hónap elején jóval a sötétség beállta után (19:07) kel az üstökös. Habár a hónap végén már kevéssel napnyugta előtt (16:27-kor) kel, de januárban egész éjszaka megfigyelhető, ahogy a Rák csillagképben lassan halad észak felé.

A 2022.11.24-én bekövetkezett perihéliuma után gyorsan távolodik a Naptól. A hónap elején még a Földhöz közeledik, 2023.01.17-én 0,916 CSE-re közelíti meg azt. A két égitest mozgásának együttes hatására a fényessége várhatóan csak 0,2^m-t fog csökkenni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.03.	08 43 35	+08 58 56	0,942	1,860	149,90	14,6
01.07.	08 42 31	+09 31 20	0,931	1,866	154,30	14,6
01.11.	08 41 03	+10 08 04	0,923	1,873	158,70	14,6
01.15.	08 39 15	+10 48 38	0,918	1,881	163,20	14,6
01.19.	08 37 10	+11 32 24	0,916	1,889	167,60	14,6
01.23.	08 34 56	+12 18 34	0,918	1,898	171,70	14,6
01.27.	08 32 37	+13 06 15	0,925	1,907	174,40	14,6
01.31.	08 30 22	+13 54 32	0,934	1,917	173,60	14,7

81P/Wild

A svájci Paul Wild fedezte fel az 1978. január 6-án és 8-án készült felvételein az akkor 13,8^m-s üstököst. Ez volt Wild ötödik üstökösfelfedezése. Korábban azért nem találták meg ezt az üstö-

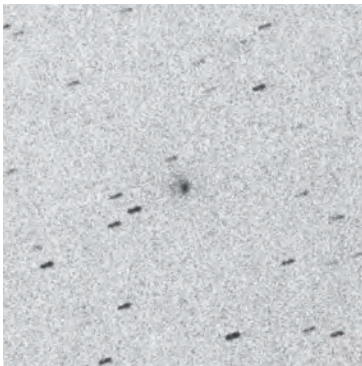
köst, mert pályájának napközelpontja csak 4,9 CSE-re volt, és keringési ideje is közel 40 év volt. Mindez megváltozott, amikor 1974-ben 0,0061 CSE-re haladt el a Jupiter mellett. Az óriásbolygó gravitációs vonzása egy jóval szűkebb, 6,17 éves keringési idejű pályára lökte, amelynek napközelpontja 1,47 CSE lett. Az új pályán történt első keringése során sikerült felfedezni.

A következő visszatérés alkalmával 1978. augusztusában 0,072 CSE-re elhaladt a Mars mellett, ami miatt a pálya újra módosult. A következő jelentősebb pályamódosulás 2054-ben várható, amikor a Jupiter közelében való újabb elhaladása fél évvel növeli a keringési idejét, míg a napközelpontja 1,75 CSE-re változik.

Az elméletek szerint az 1974-ben elszenvedett pályamódosulásokig az üstökös többé-kevésbé meg tudta őrizni a kialakuláskori állapotát, összetevőit. Az új, minden addiginál kisebb napközelsége indított el a magban olyan folyamatokat, amelyek során a még konzerválódott szerkezete változásnak indulhatott. Nagyban segítené az üstökös kutatást és a Naprendszer keletkezésének megértését, ha ezeket az anyagokat közelről lehetne tanulmányozni. Ezért lett az űrszondás kutatások egyik elsődleges célpontja a 81P/Wild. Minél hamarabb keres fel egy szonda egy „fiatal” üstököst, annál több információt tud begyűjteni a korai Naprendszerről. Ha pedig még mintát is tud venni, az a legkedvezőbb. Ezért is esett a választás a 81P/Wild-re a Stardust program keretében.

Az üstököst 2004. január 2-án látogatta meg a Stardust-űrszonda, ami átrepült a kometá kómájának Nap felőli oldalán, mintegy 240 km-re megközelítve a 5,5×4,0×3,3 km-es krumpoliszerű magot. A szonda az átrepülés során az addig a fedélzetén elhelyezett aerogélbe gyűjtött interstelláris anyag mellé még a 81P/Wild kómájából származó mikroszkopikus anyagdarabkákat is begyűjtötte, amit aztán 2006. január 15-én egy kis kapszulában juttatott a Földre.

A minták elemzéséből arra következtetnek, hogy az üstökös a Kuiper-övben alakulhatott ki, ahol a vártnál nagyobb mennyiségben voltak megtalálhatóak a belső és a külső Naprendszerre jellemző anyagok.



Nagy Mélykúti Ákos fényképezte le a 81P/Wild üstököst 2016.05.31-én, 40 nappal a legutóbbi perihéliumátmenete (2016.07.20.) előtt, távolodóban a Földtől. (200/800 Newton + Canon 750D; ISO 1600; 9×50 s)

A 81P/Wild január elején hajnalban kel a Mérleg csillagkép nyugati határán, majd viszonylag gyorsan mozog annak keleti határáig. Január elején alig 15 nappal lesz túl napközelpontján, de gyorsan távolodik központi égtestünktől, viszont közeledik a Föld felé, így jelentősebb fényességcsökkenése várhatóan nem fog bekövetkezni, és az üstökös tartja a 11,5^m körüli értékét. Ezzel a fényességgel a vizuálisan észlelők számára közepes (15–25 cm) átmérőjű távcsövekkel

biztosan, de akár kisebb műszerekkel is megpillantható lesz. Fotografikusan pedig még a kis távcsövekkel is meg lehet majd örökíteni.

Január 7-én a μ Lib kettőstől (A: 5,61^m, B: 6,62^m; szeparáció: 1,95") 25"-re, az IC 1055 galaxistól (12,6^m, 2,0'×0,7") pedig 18" távolságra halad el. Január 18-én az o Lib kettős (A: 6,19^m; B: 10,01^m; szeparáció: 41") alatt látható, amikor 7"-re megközelíti azt. A hónap többi részében elkerüli a fényesebb égi objektumokat.

Dátum	RA (h m s)	D (° ' ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	14 32 01	-12 37 37	1,848	1,607	60,3	11,4
01.05.	14 42 53	-13 22 27	1,827	1,611	61,6	11,4
01.09.	14 53 40	-14 04 34	1,805	1,617	63,0	11,4
01.13.	15 04 22	-14 43 52	1,784	1,623	64,4	11,4
01.17.	15 14 55	-15 20 17	1,764	1,631	65,8	11,4
01.21.	15 25 20	-15 53 47	1,743	1,639	67,4	11,4
01.25.	15 35 35	-16 24 18	1,722	1,648	68,9	11,4
01.29.	15 45 38	-16 51 52	1,702	1,658	70,5	11,4

C/2022 E3 (ZTF)

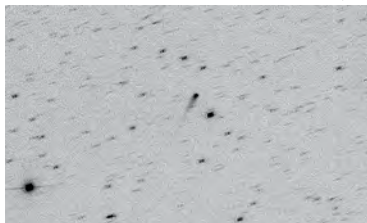
Az üstökös a Zwicky Transient Facility (ZTF) program keretében fedezték fel, amelynek során nagy látószögű kamerák kétnaponta felvételesorozatot készítenek a teljes északi égboltról, amit egy öntanuló algoritmus ellenőriz, kiszűrve a szokatlan jelenségeket. Ezeket aztán a szakemberek átválogatják aszerint, hogy melyek a valós események, amelyekkel tovább kell foglalkozni. Ennek a közösségi szféra számára létrehozott programnak a segítségével találták meg a Palomar Observatory 1,2 m-es Schmidt-távcsövének 2022. március 2-án készült felvételén az akkor 17,2^m-s üstökös. A felfedezésekor a vándor 4,27 CSE távolságra járt a Naptól.

Pályájának lapultsága arra utal, hogy az üstökös a Naprendszer pereméről érkezhettek, és talán először jár a Naprendszer belső vidékein. A kometá kis méretét pedig az mutatja, hogy fényessége csak 17,2^m volt 4,27 CSE távolságban. Látszó méretét a használt távcső és megfigyelési módszer függvényében 5–15"-re becsülték, ami a valóságban 20–55 ezer km-nek felelt meg.

Az üstökös 2020 májusában 1,17 CSE távolságra haladt el a Szaturnusz mellett. Az ekkor elszenvedett pályaváltozása miatt a 2023. január 12-én 1,112 CSE távolságra bekövetkező perihéliuma után alig két héttel, 2023. február 1-én, 0,28 CSE-re megközelíti a Földet is. A várhatóan akkor még nagyon aktív üstökös fényessége éppen elmarad a szabadszemes határtól, de kis távcsövekkel remélhetőleg könnyű célpont lesz.

Amennyiben kis mérete mellett még a szerkezete is laza, akkor könnyen előfordulhat, hogy a Naphoz közeledve, annak sugárnyomása hatására szétesik, és a C/2019 Y4 (ATLAS) sorsára jut.

Benő Dávid fotója fél évvel a perihéliumátmenet előtt 2022.07.22-én készült a C/2022 E3 (ZTF) üstökösről. Már ebben a 2,75 CSE-nyi távolságban is határozott csóvája volt. (200/1000 Newton + ZWO ASI 183MM Pro; gain: 111; 8×50 s)



Január elején az éjszaka második felében figyelhető meg a C/2022 E3 (ZTF), majd a hónap második felére cirkumpolárisrá válik, és egész éjszaka megfigyelhető lesz. A Naptól lassan fog távolodni, de a Földhöz gyorsan közeledik. Emiatt a hónap elején még látszólag lassú (1'/perc) mozgása a hónap végére nagyon felgyorsul (16,13'/perc). Közeledése miatt fényessége is várhatóan 2,5^m-t fog emelkedni, zavaró fényektől mentes égen egy gyakorlott megfigyelő akár szabad szemmel is láthatja.

A hónap elején az Északi Korona közepétől északi irányba indulva a hónap végére Zsiráf–Sárkány–Nagy Medve határáig jut el. 9-én hajnalban 8'-nél is közelebb kerül a κ CrB kettőscsillaghoz (A: 4,91^m, B: 13,48^m; szeparáció: 106"). 23-án éjfél körül az ι Dra sárga-narancs színű kettőscsillaggal (A: 3,42^m, B: 8,87^m; szeparáció: 252,8") kerül 1°-os együttállásba, ahonnan tovább „rohan”, hogy hajnalban már az NGC 5894 galaxist (12,8^m, átmérő: 3'×4') ragogja túl.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	15 53 04	+31 04 37	1,039	1,129	67,8	8,1
01.05.	15 52 07	+33 01 55	0,928	1,119	71,6	7,8
01.09.	15 50 30	+35 35 50	0,815	1,114	75,9	7,5
01.13.	15 47 42	+39 04 18	0,701	1,112	80,8	7,2
01.17.	15 42 43	+43 58 20	0,588	1,114	86,5	6,8
01.21.	15 32 42	+51 13 00	0,479	1,120	93,5	6,4
01.25.	15 06 57	+62 20 00	0,382	1,130	102,4	5,9
01.29.	12 57 51	+77 42 55	0,310	1,143	113,2	5,5

C/2022 A2 (PANSTARRS)

Januárban lassan közeledik a Naphoz és a Földhöz is. Utóbbihoz csak a hónap első felében, majd távolodni kezd. Aktivitása várhatóan nőni fog, és láthatósága is javul, így a hónap elejére várt 13,5^m körüli fényessége a hónap végére 13^m-ig emelkedhet. Vizuálisan inkább a nagyobb távcsövek számára lesz elérhető, míg fotografikusan akár kisebb vagy közepes távcsövekkel is megörökíthetővé válik.

Habár cirkumpoláris, mégis inkább az éjszaka második fele alkalmasabb a megfigyelésre, amikor már elég magasra emelkedik az észak-északkeleti horizont fölé a hónap elején még az Ökörhajcsár és a Sárkány csillagképek határán tartózkodó üstökös. Innen indulva a hónap végére a Sárkány–Hattyú–Cefeusz csillagképek határára fog vándorolni. Remélhetőleg addigra már kis csóvát is fog növesztetni. 10-én a 16 Dra, 17 Dra jelű négyes csillagrendszerrel (A: 5,38^m, B: 6,42^m, C: 5,5^m, D: 11,19^m) 29'-re fog elhaladni. 19-én este viszonylag könnyen meg lehet majd találni a ξ Dra-tól 32'-cel északra.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	15 36 06	+48 00 06	1,695	1,845	82,5	13,3
01.05.	16 00 03	+50 27 08	1,660	1,828	83,3	13,2
01.09.	16 26 52	+52 45 01	1,634	1,813	83,7	13,1
01.13.	16 56 37	+54 47 35	1,619	1,798	83,6	13,1
01.17.	17 29 04	+56 28 42	1,613	1,786	83,1	13,1
01.21.	18 03 34	+57 43 17	1,617	1,774	82,1	13,0
01.25.	18 39 04	+58 28 19	1,630	1,764	80,8	13,0
01.29.	19 14 19	+58 43 34	1,652	1,755	79,0	13,0

C/2019 U5 (PANSTARRS)

Az égitestet kétszer „fedezték fel”. Először 2019. október 22-én került távcsővegre a Haleakala Observatóriumban (Hawaii) működő Pan-STARRS égboltfelmérő program keretében, az 1,8 m átmérőjű Ritchey–Chrétien-reflektorral készült képeken. A csillagszerűnek látszó égitest gyorsan megkapta besorolását és nevét: A/2019 U5. A kis égitestet ezután több helyről is nyomon követték, mindvégig csillagszerűnek leírva.

A Mauna Keán elhelyezett Kanadai–Francia–Hawaii 3,6 m-es távcsővel többször is megfigyelték az égitestet. Marco Micheli jelezte először, a 2020. szeptember 13-án és 2020. szeptember 25-én készült felvételekhez kapcsolódóan, hogy a 19,6^m-s égitest üstököszerű aktivitást mutat. Átmérője 1"-es, és körülbelül 3" hosszú, jelentősen (PA 0–90°) szétterülő csóvája volt.

Láthatóságának javulásával 2021 februárjában még mindig üstökösökre jellemző aktivitást mutatott. Végül 2021. április 7-én átnevezték, és megkapta üstökös elnevezését a C/2019 U5 (PANSTARRS)-t.

Egy kutatócsoport a retrográd mozgásirányú égitestekkel foglalkozó tanulmányhoz gyűjtött adatokat. Az akkor még kisbolygóként ismert A/2019 U5 is a vizsgálatuk tárgya volt. Méréseik eredményeként azt találták, hogy az égitest enyhén vöröses színű, ami alapján számított átmérője 60–95 km lehet.

A C/2019 U5 (PANSTARRS) üstökös még 4,3 CSE távolságban volt a Naptól és 4,4 CSE távolságra Földtől, amikor Bánfalvy Zoltán 2022.07.17-én lefényképezte a csillagszerű magot és halvány csóvát mutató 14,4^m-s vándort. (150/1200 refraktor + ZWO ASI178MM; gain 100; 15×120 s)



A C/2019 U5 (PANSTARRS) 3,75 CSE távolságban jár a Naptól, és lassan közeledik felé. A Földtől a hónap elején még 3,8 CSE, de a hónap végére már csak 3,2 CSE távolságra lesz. Aktivitásának növekedése és a Földhöz való közeledés miatt a hónap elejére várható 13,1^m fényessége a hónap végére 0,5^m-t nőhet. Így közepes átmérőjű távcsövekkel vizuálisan is elérhetővé válik, fotografikusan pedig a kisebb távcsövekkel is megörökíthető.

A hónap során nyugat felé mozog a Szűz csillagkép közepénél. Inkább az éjszaka második felében figyelhető meg, de január második felében már éjfél előtt kel. 6-án az IC 943 (14^m, átmérő: 0,7'×0,7') mellett halad el 5'-re, ezért elég könnyen összetéveszthető azzal. Mindenképpen érdemes rajtot készíteni, és másnap felkeresni a helyet, hogy a lassan mozgó üstökös azonosításában biztosak lehessünk. Hasonló helyzetbe kerülhetünk 19-én és 20-án is, amikor az üstökös az NGC 5285 galaxist (13,9^m, átmérő: 0,8'×0,8') 5-10'-re közelíti meg.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	13 51 33	+03 42 07	3,825	3,710	75,9	13,1
01.05.	13 50 37	+03 20 32	3,746	3,702	79,9	13,1
01.09.	13 49 22	+02 59 48	3,666	3,695	84,0	13,0
01.13.	13 47 46	+02 39 53	3,585	3,688	88,2	12,9
01.17.	13 45 50	+02 20 47	3,505	3,682	92,5	12,9
01.21.	13 43 29	+02 02 29	3,424	3,676	97,0	12,8
01.25.	13 40 43	+01 44 58	3,345	3,670	101,5	12,8
01.29.	13 37 31	+01 28 14	3,266	3,664	106,2	12,7

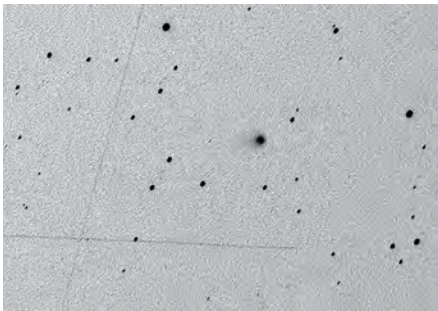
C/2020 V2 (ZTF)

A Palomar-hegyi 1,2 m-es Schmidt-távcsővel a ZTF (Zwicky Transient Facility) program keretében 2020. november 2-án készített képeken találtak egy aszteroidaként azonosított objektumot, amely azonban más megfigyelők szerint üstökös jellegű aktivitást mutatott.

2020. november 11-én Hirohisa Sato fényképezte az égitestet a Mayhillben (Új-Mexikó, USA) levő távvezérlésű 0,43 m-es f/6,8-as asztrógráffal. Ezekon a képeken a 18,9^m-s égitest átmérője 8' volt, és a kóma kondenzáltnak látszott.

L. Buzzi és A. Aletti (Varese, Olaszország) 2020. november 15-én készített felvételein nem látszott egyértelmű kóma és csóva sem, azonban az üstökös képe nagyobb volt, mint egy hasonlóan fényes csillagé. Buzzi újra lefényképezte az égitestet 2020. november 17-én, amikor a 18,8^m-s üstökös képe egy közeli csillag miatt „lágyabb” volt, és kómájának méretét 8"-ben határozta meg, de csóvát ismét nem talált. Két japán csillagász (Sato és Ikemura) három nappal később készült képein 18,2^m-s, 8" kiterjedésű égitestként azonosították az üstököst.

Az asztronomiai mérésekhez kapcsolódó fényességadatokból egy 2020. novemberi, néhány magnitúdós kitérésre lehet következtetni.



2022.07.17-én sikerült Bánfalvy Zoltánnak lefényképeznie a Naptól 3,9 CSE-re, a Földtől pedig 4,6 CSE-re járó 13,6^m-s C/2020 V2 (ZTF) üstököst (150/1200 refraktor + ZWO ASI178MM; gain 100; 15x120 s)

Januárban a C/2020 V2 (ZTF) üstökös lassan közeledik a Naphoz, miközben távolodik a Földtől, ezért a hónap során az előre jelzett 10,7^m-s fényesség alig változik, és az üstökös akár már kisebb átmérőjű távcsövekkel is megfigyelhető lesz. Egész éjszaka felkereshető, mivel circumpoláris objektumként mozog dél felé a Cepheusből a Cassiopeia déli régiói felé.

22-én halad el az NGC 559 nyílthalmaz (9,5^m, átmérő: 7') mellett, a halmaz közepétől 9'-re. A hónap során a legkönnyebben és a legnehezebben is 26-án lehet megpillantani az üstököst. Könnyű lesz a helyét megtalálni, mivel 18'-re fog elhaladni a δ Cas (2,66^m) mellett. A fényes csillag miatt viszont nehéz lehet megpillantani a 10^m-nál halványabb, diffúz üstököst.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
01.01.	02 20 40	+80 58 19	2,068	2,657	116,5	10,7
01.05.	01 54 51	+77 46 39	2,062	2,633	115,0	10,7
01.09.	01 41 26	+74 28 52	2,065	2,610	112,9	10,6
01.13.	01 34 09	+71 10 45	2,076	2,587	110,3	10,6
01.17.	01 30 17	+67 55 51	2,095	2,564	107,2	10,6
01.21.	01 28 30	+64 46 35	2,122	2,543	103,8	10,6
01.25.	01 28 06	+61 44 46	2,155	2,521	100,1	10,6
01.29.	01 28 38	+58 51 38	2,194	2,501	96,2	10,6

A Kalifornia-köd

A Kalifornia-köd (NGC 1499) egy hatalmas, $4 \times 1^\circ$ kiterjedésű emissziós köd, amit a forró, O7 színeképtípusú ξ Persei készter fénykibocsátásra. E. E. Barnard fedezte fel 1884-ben vizuálisan, egy 15 cm-es lencsés távcsővel. Nevét alakja után kapta, mivel a fotókon Kalifornia körvonalaira hasonlít. (Érdekes, hogy Kalifornia állam központi részén az NGC 1499 a zenitben delel.) A ködösség egy nagyobb molekulafelhő emissziós régiója, amely a Perseus déli és keleti régiójában ível át hatalmas hurokszerű képződményként. Ez a felhő nagyjából 1000 fényévre található tőlünk. A köd sugárzása a H α - és H β -tartományban a legintenzívebb, ezért megfigyeléséhez sötét égen, a nagy látómezőn kívül érdemes H β -szűrőt is használni. Mivel a köd összfényessége elég magas (5^m körüli), egyes észlelők arról számoltak be, hogy az említett szűrőt használva szabad szemmel is észrevették. 8–12 cm-es távcsövekkel, 12–25-szörös nagyítással a köd vastkos, megfoghatatlanul derengő fényösvénynek látszik, amely szűrővel sokkal jobban kiemelkedik a háttérből, sőt a két szélén húzódó fényesebb sávok is kivehetővé válnak. A köd vizuálisan jobban látható része $2,5 \times 1^\circ$ -os, míg a fotókon 4° -nál is hosszabbnak mutatkozik.



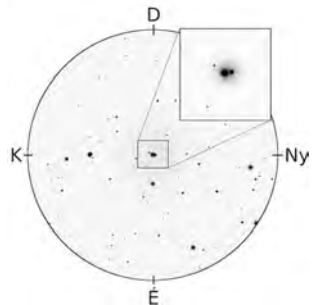
Csordás Péter felvétele a Kalifornia-ködről (NGC 1499, 8 L, G3-16200 kamera, 15×900 s)

14 Aurigae

A téli égbolt jellegzetes, könnyen felismerhető csillagképe az Auriga. Látványos ötszöge számos kettőscsillagot rejt, amelyek közül eltérő színű komponensei miatt kiemelkedik a 14 Aurigae (WDS 05154+3241, STF 653 AC). Nagyon érdekes rendszer, összesen 4 csillag alkotja. Közülük az A szabad szemmel is látható, 5^m -s spektroszkópiai kettős, periódusa 3,7 nap, spektruma A9IV, a távcsőbe tekintve leginkább fehér vagy kékesfehér színben ragyog.

A B komponens jóval halványabb, mindössze 10^m , a főcsillagától $9,8''$ -re található PA 11° -ra, vagyis majdnem északi irányban.

A rendszer másik nagyon jól észlelhető, $7,3^m$ -s tagja a C komponens. A főcsillagtól $14,3''$ -re 225° (pontosan délnyugati) irányban kereshetjük. Különlegességét narancssárga színe adja, az A komponenssel együtt binokulárban is látványos párt alkotnak. Közös sajátmozgásuk fizikai kapcsolatot sugall, de a legfrissebb mérések alapján a Földtől mért távolságuk 285 (A) és 338 (C) fényév.



A WDS 05154+3241, STF 653 AC a Stellarium planetáriumprogram alapján. A látómező 41'

Ez a komponens azonban saját jogán is figyelmet érdemlő, 2,99 napos periódusú spektroszkópai pár (Ca), amelytől a kísérő harmadik Cb tag 100° irányban 2"-re található, halvány (14,1^m-s) fehér törpe, periódusa kb. 1300 év.

A Hold csillagfedései Budapesten

A táblázat oszlopai:

Dátum, UT – az esemény időpontja világidőben, Budapesten +47,5°–19,0° földrajzi koordinátákra

J – az esemény típusa be – eltűnés a Hold mögött, ki – előbukkanás a Hold mögül

csillag – a csillag ZC katalógusszáma

m – a csillag fényessége

fázis – a holdfázis, pozitív: növekvő, negatív: csökkenő

h – a Hold horizont feletti magassága

CA – az esemény pozíciószege a holdkorongon a terminátor északi (N) vagy déli (S) pólusától. Negatív érték a világos oldalt jelöli

PA – az esemény pozíciószege a holdkorongon az éggömbi északi iránytól mérve

dátum		UT			J	csillag	m,	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
01	1	15	28	39.6	be	391	7.3	76+	39	76N	58
01	1	17	47	35.9	be	93066	8.0	76+	56	64S	98
01	2	0	42	49.2	be	423	6.3	78+	14	75S	88
01	3	1	37	31.4	be	534	6.1	86+	16	81N	69
01	5	16	28	1.9	be	926	7.1	99+	25	89N	103
01	5	22	56	32.4	be	958	6.7	99+	67	39N	59
01	7	21	49	22.7	ki	1211	6.3	99–	59	87N	262
01	9	0	44	19.9	ki	1334	7.0	96–	64	45S	230
01	10	22	9	34.3	ki	1535	6.9	86–	33	40N	338
01	11	4	52	36.8	ki	1553	7.8	85–	40	86N	292
01	12	23	2	17.2	ki	1728	6.7	70–	20	86N	296
01	13	4	30	39.1	ki	119212	7.5	69–	42	89S	291
01	15	3	30	46.4	ki	139418	8.0	49–	31	71N	310
01	16	3	50	33.1	ki	158548	7.9	38–	24	32N	347
01	18	4	36	43.4	ki	2336	6.7	18–	10	64N	304
01	19	5	15	58.1	ki	185295	7.4	10–	5	75S	253
01	26	18	14	13.0	be	109506	7.6	30+	31	69N	47
01	27	18	32	36.2	be	247	6.3	40+	40	64S	95
01	27	19	11	59.4	be	110063	7.3	41+	34	79N	58
01	28	21	6	7.0	be	374	6.0	52+	28	49N	30
01	29	19	3	12.8	be	480	7.4	61+	56	49S	116
01	29	19	56	52.5	be	93400	8.0	62+	49	68N	54
01	30	18	8	40.4	be	76475	7.7	71+	66	20N	10
01	30	18	9	8.4	be	612	7.6	71+	66	19N	9
01	31	0	23	43.8	be	76555	7.2	72+	17	50N	41
01	31	15	35	23.4	be	743	5.8	78+	44	48S	128

Évforduló

150 éve született Antonie Pannekoek

Antonie Pannekoek, a neves asztrofizikus 1873. január 2-án született a hollandiai Vaasenben. Ifjúkorában lelkes amatőr csillagász volt. Tanulmányait a Leideni Egyetemen folytatta, PhD-fokozatot is ott szerzett a β Persei fényváltozásának vizsgálatával (*Untersuchungen über den Lichtwechsel Algols*, Leiden: L. van Nifterik, 1902).

A jól induló csillagászati karriert 1906-ban felfüggesztve Németországba költözött, és tanár lett Berlinben. Eközben aktív politikai tevékenységet folytatott, amiért 1914-ben kitoloncolták. Magyarországon először 1904-ben lehetett olvasni Pannekoek elvtársról. Szociális érzékenysége egész élete során megmaradt.

Hollandiába hazatérve a csillagászathoz is visszatért. A csillagatmoszférák kérdései foglalkoztatták, fontos publikációja volt ezek ionizációjáról írt összefoglalása (*Die Ionisation in den Atmosphären der Himmelskörper*, in *Handbuch der Astrophysik*, Band III/1, szerk. G. Eberhard, A. Kohlschütter és H. Ludendorff, Berlin: Springer, 1930, pp. 256–350). Ő volt az első, aki egy, a Naptól eltérő csillag (az α Cygni) növekedési görbéjét publikálta.

Az asztrofizika mellett igen jelentős volt Pannekoek csillagásztörténeti tevékenysége. 1951-ben jelent meg először könyve *De groei van ons wereldbeeld; een geschiedenis van de sterrekunde* (Amsterdam: Wereld-Bibliotheek, 1951). Angol fordítását tíz évvel később adták ki (*A History of Astronomy*, London: Allen & Unwin, 1961), és még 2011-ben is szükség volt egy új kiadásra (New York: Dover, 2011). Az angol változatot azonban Pannekoek már nem láthatta 1960. április 28-án bekövetkezett halála miatt.

Munkásságát 1936-ban a Harvard Egyetem tiszteletbeli doktori címmel ismerte el, a Royal Astronomical Society aranyérmét pedig 1951-ben kapta meg. Emlékét őrzi egy kráter a Holdon, egy kisbolygó (2379 Pannekoek) és az Amszterdami Egyetemhez tartozó Anton Pannekoek Intituum.

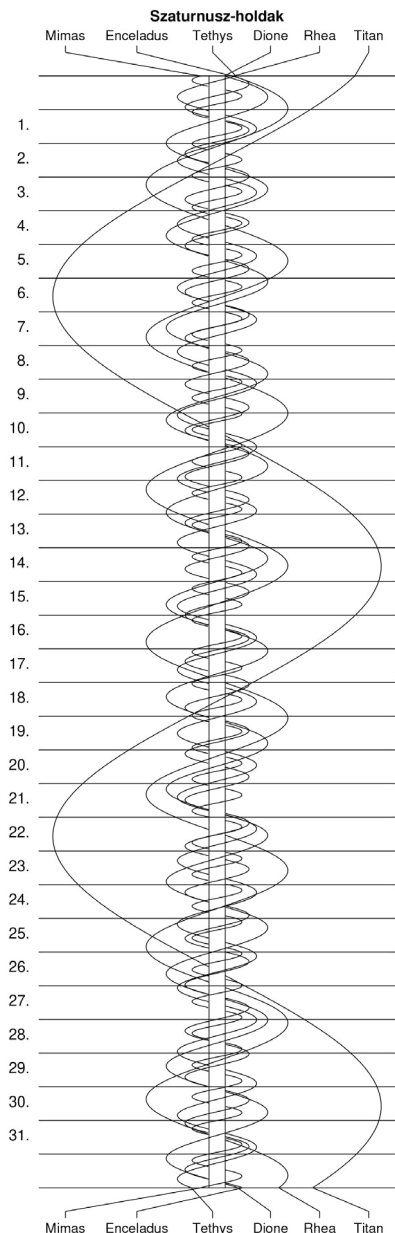
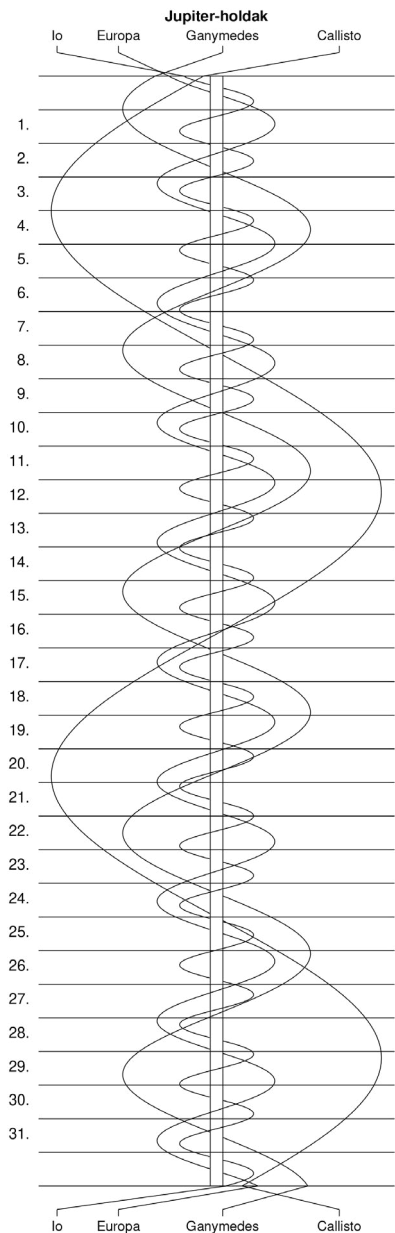


Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	17:4,3	Ganymedes	mk
	20:2,8	Ganymedes	mv
3	19:13,3	Io	mk
4	16:34,1	Io	ek
	17:53,3	Io	ák
	18:47,7	Io	ev
5	20:5,2	Io	áv
	17:14,8	Io	fv
	19:18,4	Europa	ek
7	16:56,2	Europa	mv
	17:2,7	Europa	fk
	19:31,6	Europa	fv
9	21:15,3	Ganymedes	mk
	21:11,0	Io	mk
11	18:32,4	Io	ek
	19:49,2	Io	ák
	20:46,0	Io	ev
12	19:10,4	Io	fv
	16:30,0	Io	áv
	16:53,2	Ganymedes	ák
14	19:25,3	Ganymedes	áv
	17:4,3	Europa	mk
	19:40,0	Europa	mv
16	19:41,0	Europa	fk
	16:18,7	Europa	áv
18	20:31,4	Io	ek
19	17:39,4	Io	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
20	16:14,0	Io	ák
	17:14,9	Io	ev
	18:25,9	Io	áv
21	18:45,3	Ganymedes	ev
	20:56,4	Ganymedes	ák
	19:49,7	Europa	mk
23	16:29,5	Europa	ák
	16:38,3	Europa	ev
	18:55,6	Europa	áv
26	19:38,9	Io	mk
	17:1,1	Io	ek
27	18:9,8	Io	ák
	19:14,8	Io	ev
	20:10,4	Ganymedes	ek
28	20:21,7	Io	áv
	17:30,4	Io	fv
30	16:50,8	Europa	ek
	19:6,7	Europa	ák
	19:23,8	Europa	ev
31	17:18,2	Ganymedes	fv

- 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

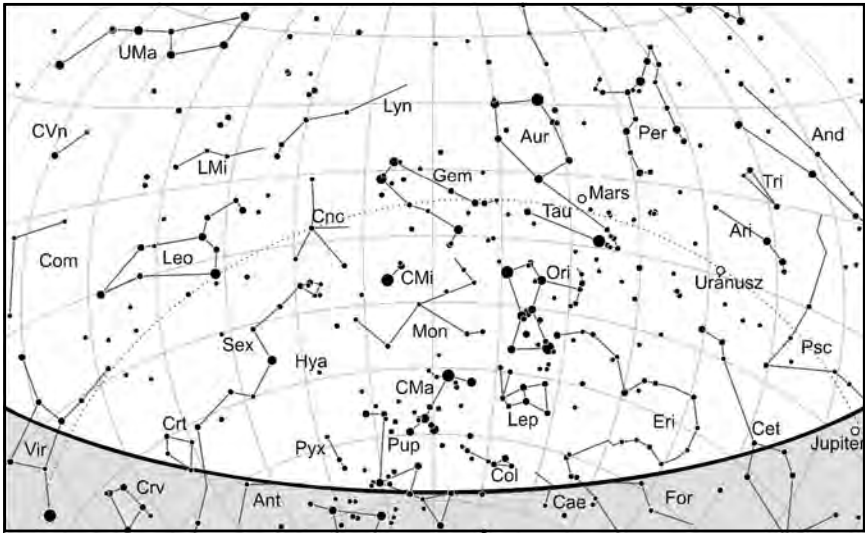


dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. sz 32.	7 10	11 57	16 45	25,4	-13,5	12 23	20 56	4 34	
2. cs 33.	7 09	11 57	16 46	25,7	-13,6	13 12	21 47	5 32	
3. p 34.	7 08	11 57	16 48	26,0	-13,7	14 08	22 38	6 20	
4. sz 35.	7 06	11 57	16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

Február

2

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 459 977	8 43 47	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 459 978	8 47 44	Karolina, Aida, Johanna, Mária
3.	2 459 979	8 51 40	Balázs, Oszkár
4.	2 459 980	8 55 37	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
5.	2 459 981	8 59 33	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Erelka, Kolos
6. hét			
6.	2 459 982	9 03 30	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 459 983	9 07 26	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 459 984	9 11 23	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 459 985	9 15 19	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
10.	2 459 986	9 19 16	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 459 987	9 23 13	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
12.	2 459 988	9 27 09	Lívía, Lídia, Lilla
7. hét			
13.	2 459 989	9 31 06	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 459 990	9 35 02	Bálint, Valentin
15.	2 459 991	9 38 59	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 459 992	9 42 55	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
17.	2 459 993	9 46 52	Donát, Alex, Elek
18.	2 459 994	9 50 48	Bernadett, Simon
19.	2 459 995	9 54 45	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
8. hét			
20.	2 459 996	9 58 42	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 459 997	10 02 38	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 459 998	10 06 35	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 459 999	10 10 31	Alfréd, Ottó, Péter
24.	2 460 000	10 14 28	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
25.	2 460 001	10 18 24	Géza, Vanda
26.	2 460 002	10 22 21	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
9. hét			
27.	2 460 003	10 26 17	Ákos, Bátor, Antigoné, Gábor, László
28.	2 460 004	10 30 14	Elemér, Antónia



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében napkelte előtt kereshető a délkeleti ég alján. 1-én még majdnem másfél órával kel a Nap előtt, de láthatósága fokozatosan romlik. 20-án már csak fél órával kel korábban, mint a Nap. Ezután el is tűnik a napkelte fényében, a hónap végén nem látszik.

Vénusz: Fehéren ragyogó égitestként látszik az esti délnyugati égen. Láthatósága egyre javul, 1-én már két órával nyugszik a Nap után. Ez az érték a hónap végére több mint két és fél órára nő, most kezdődik igen kedvező esti láthatósága. Fényessége $-3,9^m$ -re, átmérője $11,1''$ -ről $12,1''$ -re nő, fázisa $0,91$ -ről $0,86$ -ra csökken.

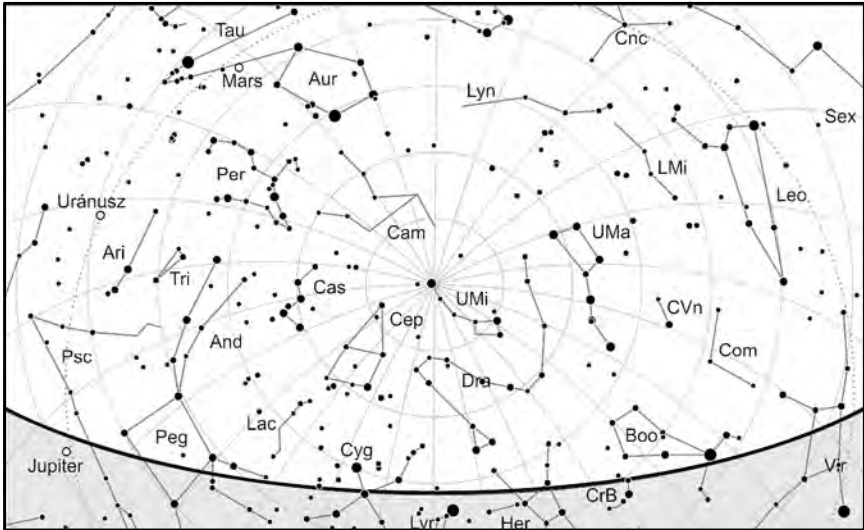
Mars: Előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Kora hajnalban nyugszik, az éjszaka első felében látható magasan a látóhatár felett. Tovább halványodik, ahogy egyre távolabb kerül a Földtől. Fényessége $-0,2^m$ -ről $0,3^m$ -ra, látszó átmérője $10,7''$ -ről $8,3''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Halak, 6-ától a Cet, majd 19-étől ismét a Halak csillagképekben. Az esti órákban figyelhető meg, késő este nyugszik. Fényes, sárgásfehér fényű égitestként könnyen azonosítható. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $35''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Bak, majd 13-tól a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 16-án van együttállásban a Nappal. Fényessége $0,8^m$, átmérője $15''$.

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

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
02.01	20:27	Az (1655) Comas Sola (14,4 ^m) elfedi a TYC 1880-0157-1 csillagot (10,3 ^m , 6 ^h 34' 10" +23° 34' 27", fedés sávja Magyarország középső régiójában, északnyugat-délkeleti sávban)
02.04	8:57	A Hold földtávolban (406 477 km, látszó átmérő 29,4')
02.05	0:50	A Mars 8 fokkal északra az Aldebarantól
02.14	22:18	Az (1877) Marsden (18,1 ^m) elfedi az UCA4C 660-027321 csillagot (11,9 ^m , 4 ^h 49' 46" +41° 53' 39", a fedés Magyarország keleti részén látható)
02.19	9:07	A Hold földközelpénben (358 273 km, látszó átmérő 33,35')
02.21	16:45	24 óra 9 perces holdsarló 9 fok magasan az esti égen, a Vénusztól 10 fokkal délnyugatra
02.21	20:35	A (893) Leopoldina (14,6 ^m) elfedi az UCAC4 522-047116 csillagot (12,3 ^m , 8 ^h 52' 13" +14° 22' 8", fedés sávja Budapestről délre, északnyugat-délkelet irányban)
02.22	8:01	A Vénusz 3 fokkal északra a Holdtól (Pisces csillagkép, 6%-os, növekvő holdfázis)
02.22	18:07	A Jupiter 4 fokkal északkeletre a Holdtól (Cetus és Pisces csillagképek, 8,2%-os, növekvő holdfázis)
02.25	11:50	Az Uránusz 30'-cel délre a Holdtól (Aries csillagkép, 32,1%-os, növekvő holdfázis)
02.26	22:28	A (2760) Kacha (15,6 ^m) elfedi az UCAC4 584-043793 csillagot (12,5 ^m , 9 ^h 12' 38" +26° 40' 42", fedés Magyarország északkeleti részében)
02.28	23:07	A Mars 4° 45'-cel nyugatra a Holdtól (Taurus csillagkép, 48,3%-os növekvő holdfázis)

Együttállás

- Február 22. 17:15 UT: Az egymástól 7,5°-ra lévő Vénusz (−4,0^m, 87%) és Jupiter (−2,1^m) között félúton, velük igen lapos, tompaszögű háromszöget alkot a Hold (−7,2^m, 8%). A három égitest közül legalacsonyabban lévő Vénusz 15°-kal lesz a horizont felett.

Üstökösök

118P/Shoemaker-Levy

Ebben a hónapban már mind a Naptól, mind a Földtől távolodik a 118P/Shoemaker–Levy, így várható fényességcsökkenése elérheti a 0,5^m-t is. A rövidülő éjszakák ellenére napnyugtától napkeltéig megfigyelhető marad, ahogy a Rák csillagképben lassan halad észak felé. Homályos foltya vizuálisan legalább közepes átmérőjű távcsővel látható.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
02.04.	08 28 14	+14 42 31	0,948	1,927	170,20	14,7
02.08.	08 26 20	+15 29 23	0,966	1,938	166,00	14,8
02.12.	08 24 45	+16 14 25	0,987	1,949	161,70	14,9
02.16.	08 23 31	+16 57 02	1,012	1,960	157,30	14,9
02.20.	08 22 44	+17 36 44	1,040	1,972	153,00	15,0
02.24.	08 22 24	+18 13 08	1,071	1,985	148,80	15,1

81P/Wild

Tovább távolodik a Naptól, miközben közeledik a Föld felé. Előbbi miatt aktivitása csökkenni fog, míg utóbbi jobb rálátást biztosít, ezért a kettő együttes hatására a fényessége csak néhány tized magnitúdóról csökken, és fényessége várhatóan megmarad 11,5^m körül.

A hajnalban megfigyelhető üstökösöt a keleti égbolton találjuk meg, amint a Mérleg csillagkép keleti oldaláról a hónap végére a Kígyótartó déli részének közepére vándorol. Vizuális felkereséséhez kis-közepes távcsövek szükségesek, de kis távcsövekkel már fotografikus módon megörökíthető.

A hónap első napján viszonylag könnyű célpont a θ Librae-től (4,1^m) alig egy holdtármőre déli irányban. 10-én a B 40 sötét ködtől (átlátszatlanság 3, átmérő: 15') északra halad el. A hónap utolsó napjaiban, 22–28-a között több sötét köd előtt halad el, amelyek éles kontrasztot adva kiemelhetik az üstökös látványát.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
02.02.	15 55 29	−17 16 31	1,681	1,669	72,2	11,5
02.06.	16 05 05	−17 38 19	1,661	1,680	73,9	11,5
02.10.	16 14 27	−17 57 20	1,640	1,693	75,7	11,5
02.14.	16 23 31	−18 13 40	1,619	1,706	77,6	11,5
02.18.	16 32 18	−18 27 24	1,598	1,720	79,5	11,6
02.22.	16 40 44	−18 38 40	1,577	1,734	81,6	11,6
02.26.	16 48 49	−18 47 38	1,556	1,749	83,7	11,6

C/2022 E3 (ZTF)

Február 1-i földközelsége (0,284 CSE) után gyorsan távolodik a Földtől. A hónap végére már 0,97 CSE-re lesz tőlünk, közben a Naptól is távolodik, így fényessége gyorsan csökken.

Február elején valószínűleg még kis binokulárokkal is szép látványt nyújthat a várhatóan 5,5^m körüli üstökös, a hónap végére már inkább távcsövek célpontjává válhat az addigra 8,5^m-ig halványuló égitest. A hónap elején gyorsan mozog, és a hónap végére lassul látszó égi mozgása. Február elején még cirkumpoláris lesz, a hónap végére már csak az éjszaka első felében érhető el. Hatalmas utat fut be az égen, a Zsiráf–Sárkány–Nagy Medve csillagképek határáról indulva déli irányban mozogva a Bika legdélebbi régiójába fog eljutni.

Legkönnyebben 6-án lehet megtalálni, ahogy nyugat felől az α Aur (Capella) mellett 1,5°-ra halad el. 7-én hajnalban a Szekeres csillagkép másik fényes csillaga a ζ Aur (3,65^m) fedési ketős mellett fog elhaladni 6'-cel nyugatra. Gyors mozgása következtében 8-án éjfél előtt már az ι Aur (2,65^m) 45'-es közelségében lesz megfigyelhető. Február 11-én kora este 1°-ra lesz a vörös bolygótól a várhatóan 6,5^m-s üstökös. Február 13-án szinte „áthalad” az NGC 1647 nyílthalmazon (6,4^m, átmérő: 40').

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
02.02.	06 16 22	+69 51 04	0,284	1,160	121,6	5,4
02.06.	05 08 28	+46 33 25	0,317	1,180	120,6	5,7
02.10.	04 50 33	+29 23 54	0,395	1,203	114,0	6,3
02.14.	04 43 12	+18 29 20	0,496	1,228	107,1	6,9
02.18.	04 39 49	+11 27 49	0,609	1,256	101,1	7,4
02.22.	04 38 23	+06 42 29	0,727	1,287	96,0	7,9
02.26.	04 38 04	+03 19 22	0,847	1,320	91,5	8,3

C/2022 A2 (PANSTARRS)

A Földtől távolodó üstökös február 18-án éri el napközelpontját 1,73 CSE-re a Naptól, ezért fényessége várhatóan csökkenni fog, az előrejelzések szerint 0,5^m-t. Továbbra is egész éjszaka megfigyelhető, de inkább közepes vagy nagyobb átmérőjű távcsövekkel.

A hónap elején a Sárkány–Hattyú–Cefeusz csillagképek határáról indulva a Gyík–Cefeusz csillagképek határa jut el. Útja során végig a Tejút csillagai előtt halad, biztos azonosításához várjuk meg a csillagok közötti elmozdulását. 8-án egy olyan égeterületen halad, ahol sok LDN katalógusszámmal jelzett sötét köd található. 13-án hajnalban a Tejút csillagai közt elhelyezkedő B 150 (átlátszatlanság 5, átmérő: 60') és B 360 (átlátszatlanság 5, átmérő: 54') sötét ködök előtt fog elvonulni. 25-én pedig az IC 1434 nyílthalmaz (9^m, átmérő: 7') közvetlen közelében, a közepétől 8,5'-re halad el.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
02.02.	19 48 08	+58 31 33	1,683	1,748	77,0	13,1
02.06.	20 19 36	+57 56 52	1,720	1,743	74,7	13,1
02.10.	20 48 13	+57 05 00	1,763	1,739	72,3	13,1
02.14.	21 13 50	+56 01 24	1,812	1,736	69,7	13,2
02.18.	21 36 35	+54 50 48	1,864	1,735	67,0	13,2
02.22.	21 56 43	+53 36 56	1,919	1,736	64,3	13,3
02.26.	22 14 33	+52 22 33	1,977	1,738	61,5	13,4

A C/2019 U5 (PANSTARRS)

Egyre közelebb kerül a 3,6 CSE-re bekövetkező napközelpontjához. A Föld és az üstökös gyorsan közeledik egymás felé, a hónap során ez a távolság 0,5 CSE-gel fog csökkenni, ezért az üstökös fényessége várhatóan akár 0,5^m-val is nőhet, az előrejelzések szerint elérheti a 12,3^m-t is, így már közepes átmérőjű (12–25 cm) távcsövekkel biztosan kell látszania.

A hónap elején még másfél órával kell éjfél előtt, de a hónap végére már este 8 óra után megjelenik a horizonton, így szinte egész éjszaka megfigyelhető. A Szűz csillagkép közepén halad nyugatra, de elkerüli a galaxisokban gazdag vidékeket.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
02.02.	13 33 51	+01 12 13	3,190	3,659	110,9	12,7
02.06.	13 29 41	+00 56 54	3,115	3,654	115,8	12,6
02.10.	13 25 01	+00 42 16	3,044	3,650	120,9	12,5
02.14.	13 19 50	+00 28 16	2,977	3,646	126,0	12,5
02.18.	13 14 07	+00 14 55	2,913	3,642	131,3	12,4
02.22.	13 07 54	+00 02 09	2,855	3,639	136,7	12,4
02.26.	13 01 09	-00 10 04	2,802	3,636	142,3	12,3

C/2020 V2 (ZTF)

Hiába közeledik lassan a Naphoz, a Föld és az üstökös egymástól mért távolsága rohamosan nő a hónap során, így az üstökös aktivitásának várható növekedése ellenére az előre jelzett fényessége néhány tized magnitúdót csökken, így megmarad 10,7^m körül.

A hónap elején még cirkumpoláris üstökös a hónap végére már csak éjfél előtt figyelhető meg, ahogy dél felé halad először a Cassiopeia majd az Andromeda csillagai között. Ha eléri várt fényességét, akkor szép látvány lehet a remélhetőleg addigra már csóvát is növesztő kometája a Tejút csillagokkal gazdagon teleszórt háttére előtt. Mivel elkerül minden fényesebb mélyég-objektumot, ezért azonosítása nem tűnik nehéznek, még akár kisebb (5–12 cm-es) távcsövekkel sem.

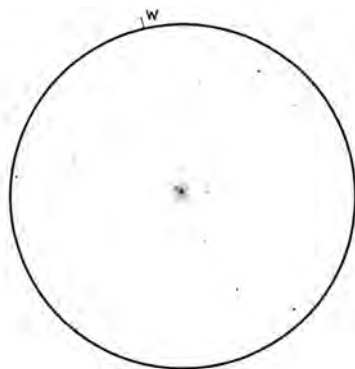
Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
02.02.	01 29 49	+56 07 56	2,239	2,481	92,2	10,6
02.06.	01 31 29	+53 34 03	2,287	2,461	88,2	10,6
02.10.	01 33 31	+51 10 01	2,339	2,443	84,0	10,6
02.14.	01 35 49	+48 55 44	2,394	2,424	79,9	10,6
02.18.	01 38 21	+46 50 51	2,451	2,407	75,8	10,7
02.22.	01 41 03	+44 54 57	2,509	2,390	71,7	10,7
02.26.	01 43 53	+43 07 32	2,567	2,374	67,6	10,7

ι Cancri

A Rák csillagkép csendesen bújik meg az Ikrek és az Oroszlán között, ugyanakkor bővelkedik látványokban. Egyikük az ι Cancri (WDS 08467+2846, STF 1268) ugyancsak színpompás látványosságot nyújt. A Földtől mintegy 300 fényévre található pár fizikai kettős, amelyet egy

sárga, meglehetősen fényes ($4,1^m$) főcsillag és a kísérő kékesfehér (6^m) csillag alkot. Szeparációjuk $30,7''$, 308° -os pozíciószöggel (nyugat-északnyugat irányban). A kettős akár kisebb binokulárral is könnyen észlelhető.

Az A komponens egy G típusú óriás báriumcsillag, amely formálódásakor anyagának jó részét egy másik, aszimptotikus óriásági csillagtól szerezte. Bár ilyen kísérőt nem sikerült azonosítani a közéletben, ugyanakkor a feltételezések szerint van egy eddig nem detektált további komponens a rendszerben, egy fehér törpe. A pár másik tagja egy A típusú fősorozati csillag, rendkívül gyors forgása ($200\text{--}300\text{ km/s}$) miatt a spektrumában széles abszorpciós vonalak láthatóak.



Az a *Cancri Szel* Kristóf 2014-es rajzán
(150/1200 T).

A Bowen-kráter

A kicsiny Bowen-kráter két szempontból is tanulságos. Egyrészt kiváló reprezentánsa az úgynevezett gödörkrátereknek, vagyis a holdi becsapódásos kráterek fősorozata legegyszerűbb képviselőinek, másrészt rámutat arra a tényre, hogy a kráterek méretei a legkevésbé sem állnak összhangban a névadó tudósok tudományos eredményeivel. A Bowen átmérője 9 kilométer, mélysége 1100 méter, szelenografikus koordinátái: é. sz. $17,6^\circ$, k. h. $9,1^\circ$. Méretei alapján kisebb távcsövekkel is észrevehetjük, de érdemi megfigyeléséhez nagyobb műszerre és nagy nagyításra

lesz szükség. Megtalálása szerencsére nem okozhat gondot, mert a Manilius-kráterrel egy holdrajzi szélességen, tőle éppen két kráterátmérőnyivel északra, a Montes Haemus déli lábánál, a Lacus Doloris északkeleti partján fekszik. Nyugodt légkörnél észrevehetjük, hogy a kráter délkeleti sáncán egy aprócska másodlagos kráter ül. Érdekes kérdés, hogy vajon melyik az a legkisebb távcső, amellyel már megpillanthatjuk ezt a kis krátert? Ezenkívül nem sok részletre számíthatunk, már csak azért sem, mert ezek a tál alakú gödörkráterek egyszerű szerkezetűek. A Bowen esetében amire érdemes figyelnünk, az a kráter ötszög alakja és a lapos kráteraljzat. Utóbbi természetesen csak magasabb napállásnál figyelhető meg. Izgalmas észlelési feladat a mindössze 3 km-es Manilius H-kráter megta-



A 9 kilométeres Bowen-kráter az Apollo-17 felvételen. A tőle jobbra, egy kráterátmérőnyire látható kisebb kráter a Manilius H (NASA)

lálása. Ez a kis gödörkráter a Bowentől jó 10 km-rel északnyugatra, a Lacus Doloris lávasíkságán fekszik, és egy 8 cm-es, kiváló optikájú műszerrel már megfigyelhető. A Bowen keletkezése különböző források eltérő adatokat adnak meg. A Virtual Moon Atlas imbriumi (3,85–3,2 milliárd év), a Lunar Cognita viszont eratoszthenesi kort (3,2–1,1 milliárd év) ad meg.

A Copernicus-kráter

A Copernicus az egész holdkorong egyik legszebb, leghíresebb, legismertebb krátere. Nem csak a méretei miatt, hiszen jócskán akadnak nagyobb, mélyebb kráterek magasabb központi csúccsal, szélesebb sánccal és fényesebb sugársávval, hanem azért, mert arányai ideálisak, a holdkorongon elfoglalt pozíciója miatt igen könnyen észlelhető. Átmérője 93 kilométer, mélysége, amelyet a sánc legmagasabb pontja és a kráteraljzat között mérünk, 3760 méter. Összetett központi csúcsa helyenként eléri az 1200 méteres magasságot, a sánc pedig 900 méterrel emelkedik a környező síkság fölé. A kis távcsővel simának tűnő, valójában alacsonyabb dombokkal tarkított kráteraljzat 55 km átmérőjű, és ahogyan Chuck Wood amerikai holdkutató megjegyezte, elég nagy ahhoz, hogy a legtöbb metropolisz elférjen benne. A fényes, 16-os albedójú sugársávrendszereinek átmérője csaknem 700 km, ami néhány nappal holdtölte előttől egészen utolsó negyed utánig szabad szemmel is feltűnő. A krátert létrehozó gigantikus robbanásban kirepült, majd a felszínre visszahullott törmelék által létrehozott másodlagos krátereket is itt figyelhetjük meg a legjobban. Különösen a kráterről északkeletre, az Eratoszthenes felé található, észak–déli irányú, enyhén ívelő kráterlánc érdemel említést.

A Copernicus a Montes Apenninus nyugati végénél, a Mare Imbriumtól közvetlenül délre elterülő Mare Insularumban fekszik. A Montes Apenninus nyugati folytatása a holdi Kárpátok éppen a Copernicustól északra húzódik. A Copernicus a Hold fejlődéstörténetének egyik vonatkozási pontja. Valamikor 1,1 milliárd évvel ezelőtt keletkezhetett, innen számítjuk a copernicusit kort, a holdi korszála legfiatalabb éráját. A copernicusit korban keletkezett kráterek jellemzői a feltűnő, fényes sugársávrendszerek, a fényes kráterbelső és az éles kráterperemek. A Copernicus-kráter



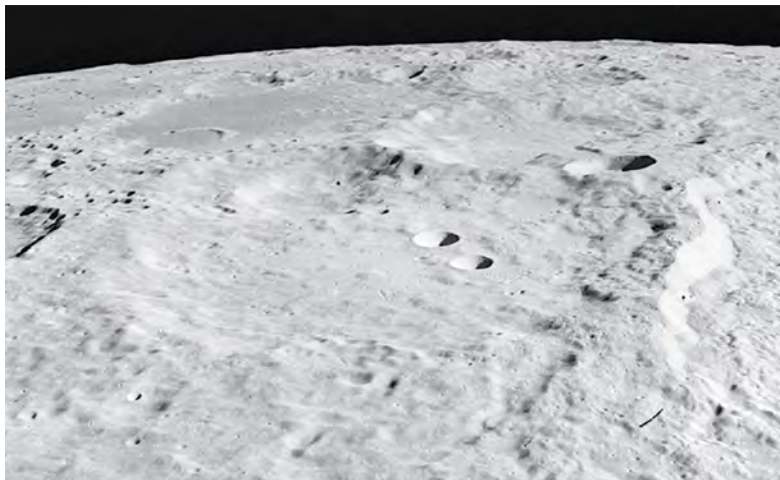
*A Copernicus-kráter Szántó Szabolcs
2022.03.12-én készült felvételén
(254/1200-as Newton, ASI 120 MC-S-kamera)*

megtalálása és észlelése nem lehet probléma, sőt éppen az okozhat nehézséget, ha valami mást szeretnénk megfigyelni, mert ez az egyedülállóan szép kráter könnyen elvonja figyelmünket minden egyéb más holdi alakzatról. Mindenképpen érdemes végigkövetni a kráter látványában bekövetkező változásokat a helyi napkeltétől kezdve egészen a telehold környékéig, amikor már a kráterbelső is teljesen megvilágított, és a sugársávrendszer is a maga teljességében ragyog. Természetesen ugyanezt a fogyó fázisnál is megtehetjük, amikor a fent vázolt folyamat iránya éppen fordított – megéri a hajnali kelést a nem mindennapi látvány!

A Barnard-kráter

2

A holdperemen lévő krátereket librációs alakzatoknak is nevezzük, mert csak akkor figyelhetjük meg ezeket, ha a libráció és a megvilágítási viszonyok is megfelelőek. Ilyen a Barnard-kráter is, amely a holdkorong keleti peremén, a hatalmas, több mint 200 km átmérőjű Humboldt-krátertől közvetlenül délkeletre fekszik. Dacára nagy méretének, a Humboldt sem könnyen megfigyelhető kráter (ha egy kissé közelebb fekédné a holdkorong középpontjához, akkor igen látványos alakzat lenne), de észlelési szempontból a Barnard még nála is nehezebb objektum. Ha látszik is, csak nagyon elnyúlt csíkként mutatkozik, néhány kisebb kráterrel a belsejében. Űrszondás felvételeken viszont láthatjuk, hogy egy rendkívül idős, minden jel szerint pre-nectari korú romkráter. Átmérője 100 km, falai romosak, nyugati széle a Humboldthoz csatlakozik, de minden jel szerint annál idősebb kráter. Belsejében és a környékén több jelölt és jelöletlen szatellitkrátert találunk, de ezek néhány esetben megtévesztőek lehetnek, mert nem biztos, hogy a Barnardhoz tartoznak. Például a viszonylag könnyen megfigyelhető kis kráter a keleti peremen a Humboldt B, tőle közvetlenül délre a 80 km-es Abel M-krátert találjuk. Nomenklatúra szempontjából logikátlan, hogy a Barnard A, ez a kicsiny, 13 km-es gödörkráter az Abel M nyugati belső sáncán fekszik. A Barnard legnagyobb saját szatellitkráttere a kráterbe délről behatoló 47 km átmérőjű Barnard D, amely nem sokkal fiatalabb, mint maga a főkráter. Két névtelen, kisebb fiatal krátert is megfigyelhetünk a Barnard belsejében, ezek magasabb napállásnál kicsiny fehér foltként látszanak. Mely időpontokban érdemes próbálkoznunk a Barnard megfigyelésével 2023-ban? Újhold után, a 3-4 napos holdsarlón március 24-én és 25-én, majd a következő lunációnál április 24-én és 25-én. Próbálkozzunk közvetlenül telehold után is, amikor az erős keleti libráció miatt a kráterünket még nem borítja be a koromfekete árnyék. Erre a legalkalmasabb időpont november 27-én és december 26-án adódik.



*A Barnard-kráter az Apollo-15 felvételén.
A kép jobb szélén a Humboldt-kráter keleti belső sánca látható (NASA)*

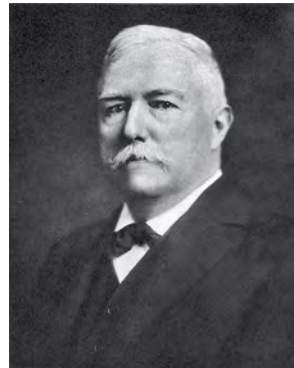
Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
02	1	18	53	26.7	be	77759	7.7	86+	66	60S	123
02	1	20	58	34.9	be	906	6.6	87+	67	24N	28
02	2	17	34	7.4	be	1042	6.7	92+	48	44N	55
02	3	0	21	28.9	be	78957	7.5	93+	45	69N	82
02	3	18	29	55.4	be	1169	5.3	96+	48	89S	113
02	3	19	25	53.0	be	79672	7.6	97+	57	34N	56
02	10	4	26	3.0	ki	1808	7.0	83-	31	78N	303
02	16	3	42	45.5	ki	2583	5.8	23-	3	32N	325
02	22	16	56	41.1	be	55	6.4	8+	21	36N	17
02	22	17	55	51.3	be	128779	8.9	8+	12	87S	74
02	23	19	0	16.8	be	109824	8.8	16+	14	62N	42
02	25	16	41	26.9	be	93209	7.0	33+	56	30N	13
02	25	18	6	21.8	be	442	6.7	34+	46	56N	40
02	26	17	20	35.7	be	573	6.7	44+	61	84N	71
02	26	19	14	59	be	76311	7.2	44+	46	12S	156
02	26	20	37	33.5	be	582	5.6	45+	33	62N	50
02	27	22	22	53.4	be	733	7.2	55+	26	89S	84
02	28	16	10	0.3	be	844	5.8	63+	62	66N	65
02	28	18	43	22.6	be	77389	8.1	64+	67	71N	70

Évfordulók

100 éve hunyt el Edward Emerson Barnard

Edward Emerson Barnard amerikai csillagász 1857. december 16-án született a Tennessee állambeli Nashville-ben. Szűkös körülmények között nőtt fel, mindösszesen két hónapot töltött iskolában. Egy fotógalériában kezdett el dolgozni, ahol alaposan megismerkedett a fényképezés minden részleteivel. A csillagászáttal véletlenül került kapcsolatba, egyszer megkapta a skót Thomas Dick (1774–1857) egyik könyvét (*The Practical Astronomer*, 1845). Beszerzett egy kis távcsövet, és megpróbált üstökösöket felfedezni – a milliomos Hulbert Harrington Warner (1842–1923) ugyanis 200 dollár jutalmat tűzött ki minden egyes üstökös felfedezéséért. Barnard végül tizenhatot fedezett fel, ezzel az egyik legsikeresebb üstökös vadász lett.



A felfedezéseinek köszönhetően ösztöndíjat kapott a nashville-i Vanderbilt Egyetemre, majd 1888-ban az újonnan alapított Lick Observatórium alkalmazottja lett. Mindent észlelt az égen – ami mozgott, és ami nem. Az előzőek közé tartozott a Jupiter ötödik holdja (Amalthea), amit 1892. szeptember 9-én talált meg (Discovery of a Fifth Satellite of Jupiter by Professor Barnard, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 4, 199, 1892). A Lick igazgatójával, Edward

Holddel Barnard sem tudott sűrűlódások nélkül együtt dolgozni (l. 100 éve halt meg Sherbourne Wesley Burnham, *Meteor Csillagászati Évkönyv 2021*, pp. 48–49).

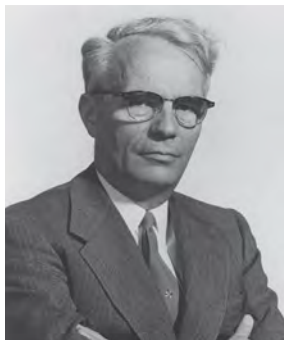
1895-ben elhagyta a Lick Observatóriumot, és a George Ellery Hale által vezetett Yerkes Observatórium munkatársa lett. Itt kezdte el fényképezni a Tejutat és környékét, aminek eredménye *A Photographic Atlas of Selected Regions of the Milky Way I-II* címen jelent meg, már Barnard 1923. február 7-én bekövetkezett halála után (Carnegie Institution of Washington, 1927; új kiadás Cambridge University Press, 2011). A Tejút fotografikus atlaszában 370 általa katalogizált sötét köd szerepel, ezekről helyesen gyanította, hogy a bennük levő por takarja el a háttércsillagok fényét.

Legismertebb eredménye azonban kétségtelenül a róla elnevezett csillag felfedezése volt. Ez egy nagy sajátmozgású halvány csillag az Ophiuchusban, amelyet 1916-ban vett észre Barnard (A Small Star with Large Proper-Motion, *The Astronomical Journal* **29**, 181–183, 1916). A Nap és az α Centauri rendszere után ez a hozzánk legközelebbi csillag. A fénye nem állandó, V2500 Ophiuchi néven egy BY Draconis-típusú változó.

A Barnard-csillag közelsége miatt gyakran szerepelt a fantasztikus irodalomban. Jack Williamson egyik regényében (The Legion of Space, *Astounding Stories* 1934. április-szeptember) az idegen civilizáció otthona e csillag óriási bolygója. 2018-ban I. Ribas és munkatársai számoltak be egy, a Földnél több mint háromszor nagyobb bolygó lehetséges felfedezéséről (I. Ribas et al.: A candidate super-Earth planet orbiting near the snow line of Barnard's star, *Nature* **563**, 365–368, 2018). Későbbi megfigyelések azonban nem igazolták a bolygó létét (J. Lubin et al.: Stellar Activity Manifesting at a One-year Alias Explains Barnard b as a False Positive, *The Astronomical Journal* **162**, 61, 2021).

Barnard munkásságát kortársai és az utókor is nagyra értékelte. Több társaságtól kapott érdemeket (Royal Astronomical Society, Astronomical Society of the Pacific), tagjának választotta az American Academy of Arts and Sciences és az American Philosophical Society. Kisbolygót neveztek el róla (819 Barnardiana) és krátert a Holdon, illetve a Marson is. És természetesen a csillag is megismertette nevét a csillagászaton kívüli társadalommal.

50 éve hunyt el Ira S. Bowen



Ira Sprague Bowen amerikai spektroszkópus 1898. december 21-én született a New York állambeli Seneca Fallsban. Középiskolai tanulmányait az Oberlin College-ban végezte, ahol a fizikus Robert Hadfieldnek segédkezett kísérleteiben. Ennek eredményeként jelent meg Bowen első publikációja (Robert Hadfield, S. R. Williams, I. S. Bowen: The Magnetic Mechanical Analysis of Manganese Steel, *Proceedings of the Royal Society of London. Series A*, **98**, 297–302, 1921). Tanulmányait 1919-től a University of Chicagón folytatta. Egyik tanára, Robert Millikan magával vitte Kaliforniába, ahol a CalTech-en szerzett diplomát 1926-ban. 1931-ben nevezték ki professornak.

Munkája eleinte laboratóriumi spektroszkópia volt, de részt vett a kozmikus sugarak kutatásában is. Némi meglepetésre – mivel nem csillagászzal foglalkozott – 1946-ban őt nevezték ki a Mount Wilson Observatory igazgatójának. 1964-ig látta el ezt a feladatot. Bowen arról volt hírhedt, hogy nőknek nem adott észlelési időt.

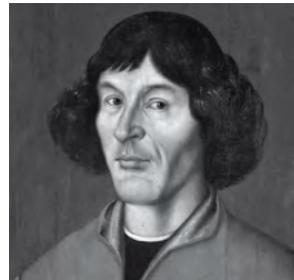
Legnevezetesebb munkája a nebulium rejtélyének megoldása volt. A nebulium egy feltételezett kémiai elem volt, amelyet főként planetáris ködök spektrumában észleltek, és nem tudtak ismert elemmel azonosítani. Bowen megmutatta, hogy ezek valójában a kétszeresen ionizált oxigén tiltott átmeneteiből erednek (I. S. Bowen: The Origin of the Nebulium Spectrum, *Nature* **120**, 473, 1927). A tiltott vonalak kérdésről 1936-ban jelentetett meg egy összefoglaló cikket (I. S. Bowen: Forbidden Lines, *Reviews of Modern Physics* **8**, 55–81, 1936).

Bowen tevékenysége a műszertechnika és az észlelési eljárások fejlesztése terén is jelentős. Az 5 m-es távcső optikájának tervezésében fontos szerepe volt. Eljárást dolgozott ki gázködök spektrumának hatékonyabb észlelésére is. Róla nevezték el a Bowen-fluoreszcenciát, amit ő fedezett fel diffúz ködök színeiben.

Számos kitüntetésben részesült, megkapta például a Royal Astronomical Society aranyérmét és az Astronomical Society of the Pacific Bruce-érmét. Több akadémia választotta tagjának, és egy holdkrátert is elneveztek róla. 1973. február 6-án halt meg Los Angelesben.

550 éve született Nikolausz Kopernikusz

A világ egyik legismertebb csillagásza 1473. február 19-én született a lengyelországi Torunban. Mivel édesapját korán elvesztette, anyai nagybátyja, Lucas Watzenrode támogatta tanulmányait. Először a Krakkói Egyetemet látogatta, majd Itáliába utazott és Bolognában tanult. Később a Padovai Egyetemen medicinát hallgatott, de végül a Ferrarai Egyetemen szerzett diplomát egyházból. Visszatérve hazájába nagybátyja titkára és orvosa lett. Nem volt pappá szentelve, és nem tervezett egyházi karriert sem. 1510-től Fromborkban élt, és adminisztratív feladatokat látott el. 1543. május 24-én halt meg.



Főműve, a *De revolutionibus orbium coelestium* (Nürnberg, 1543), azaz „Az égi szférák körforgásairól” (az orbis-t helytelenül pályának szokták fordítani, de ez itt a bolygót tartalmazó gömbhéjat jelenti). Ennek elkészülte hosszú időt vett igénybe. A heliocentrikus világmép az 1510-es évek elején fogalmazódhatott meg Kopernikusban, ennek első nyoma egy *Commentariolus* című rövid mű, amelyet a 19. század végén találtak meg Bécsben és Stockholmban. Kopernikusz fő kifogása a ptolemaioszi rendszer ellen az ekváns szerepeltetése, amelyet ő elfogadhatatlannak talált, mivel sértette az egyenletes körmozgás ókorból örökölt elvét (az ekváns az a pont, amelyből nézve a körmozgás egyenletesnek látszott, azaz egyenlő idők alatt egyenlő szögekkel mozdul el egy bolygó). Amikor végre nyomtatásban megjelent az Almageszt, Kopernikusz felmérte, hogy legalább ilyen alaposan kell megírnia művét, ha Ptolemaiosz elméletével akar versenye kelni. Észlelésekre is szüksége volt, de nem vált rendszeres megfigyelővé, és a pontossága is hagyott kívánnivalót maga után. Az 1530-as évek vége felé publikálásra biztatták

ismerősei, de erre végül csak egyetlen tanítványának, Georg Rheticusnak sikerült rávennie az idősebb mestert. Kopernikusz nem ellenezte, hogy Rheticus kiadjon egy előzetes tájékoztatót (*Narratio prima*, Gdańsk, 1540). A *De revolutionibus* viszont csak 1543-ban jelent meg, a leírások szerint Kopernikusz már halálos ágyán kapta kézhez az utolsó íveket.

Kopernikusz rendszere – amelyben a mozdulatlan Nap van a középpontban, és körülötte keringenek a bolygók, köztük a Föld is – természetes magyarázatot adott például a bolygók retrográd mozgására, és a Föld tengely körüli mozgása lehetővé tette a precesszió értelmezését is. Kopernikusz ugyanakkor megtartotta a körmozgást, és a *De revolutionibus* alapján számolt bolygópozíciók nem voltak pontosabbak az Alfonz-táblázatok alapján számoltaknál (Owen Gingerich: "Crisis" versus Aesthetic in the Copernican Revolution, *Vistas in Astronomy* 17, 85–95, 1975). A heliocentrikus világgép végérvényes győzelme Kepler és Newton munkássága nyomán következett be.

Kopernikusz nem csak csillagászáttal foglalkozott. Theophülaktosz Szimokattész (6–7. sz.) görög nyelvű műveiből fordított latinra (*Theophilacti scolastici Simocatti epistolae morales, rurales et amatorie interpretatione latina*, 1509), és a pénzérmékről is jelent meg egy írása (*Monetae cudendae ratio*, 1528).

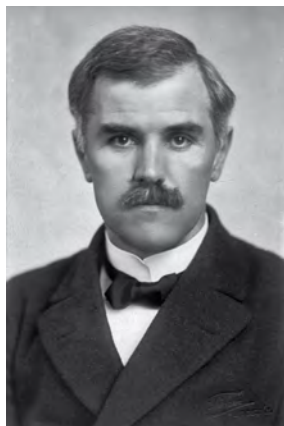
Kopernikusz műveit első megjelenésük óta többször is újra kiadták. Többségüknek van angol fordítása, de még a *De revolutionibus*nak sincs teljes magyar kiadása, csak az eredeti könyv faksimile változata jelent meg minikönyvként (1973, Táncsics Kiadó). Nemrég megjelentek azonban magyarul az I. könyv 1–5. fejezetei (Vassányi Miklós – Kutrovácz Gábor, szerk.: *A világ bizonyos szimmetriája. A kora újkori csillagászat története válogatott források tükrében*, Typotex, 2021, pp. 79–98).

150 éve született Edvard Hugo von Zeipel

1873. február 8-án született Uppsalában a svéd Csillagászati Társaság egyik megalapítója, Edvard von Zeipel. Szülővárosában fejezte be egyetemi tanulmányait. Doktori értekezése az égi mechanikai háromtest-problémával foglalkozott: *Recherches sur les solutions périodiques de la troisième sorte dans le problème de trois corps* (Uppsala, 1904). Majd Párizsba költözött, hogy Henri Poincaré mellett fejleszthesse tovább égi mechanikai tudását. Visszatérve Svédországba az Uppsala Csillagvizsgáló obszervátora lett, majd 1920 és 1938 között az egyetemen professzor. 1959. június 8-án halt meg Uppsalában.

Több expedícióban vett részt: 1898-ban, 1901-ben és 1902-ben a Spitzbergákra utazott geodéziai méréseket végezni, 1914-ben pedig az észak-svédországi Jämtland tartományban észlelt napfogyatkozást.

Első munkái főleg kisbolygók pályaszámításával kapcsolatosak. Ezt sztellárstatisztikai kutatások követték. Az M3 gömbhalmaz 1571 csillagáról publikált egy katalógust (H. von Zeipel: *Catalogue de 1571 étoiles contenues dans l'amas globulaire Messier 3* (N.G.C. 5272), *Annales*



de l'Observatoire de Paris, Memoires 25, F.1-F.101, 1908). Ugyancsak foglalkozott egy gömbhalmaz csillagai tömegének becslésével eloszlásuk segítségével (H. von Zeipel: Die Bestimmung der Massen der Sterne aus ihrer verteilung in den Sternhaufen, *Astronomische Nachrichten* 214, 33–35, 1921).

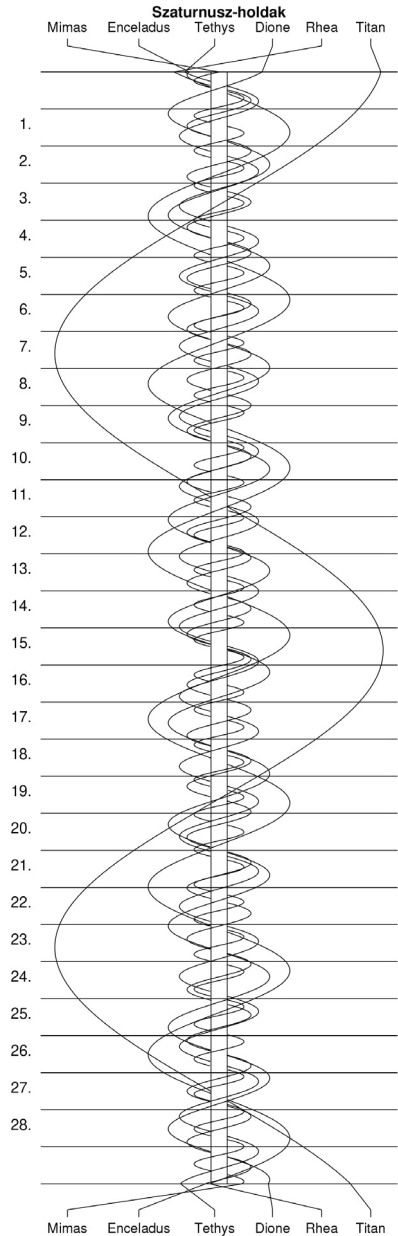
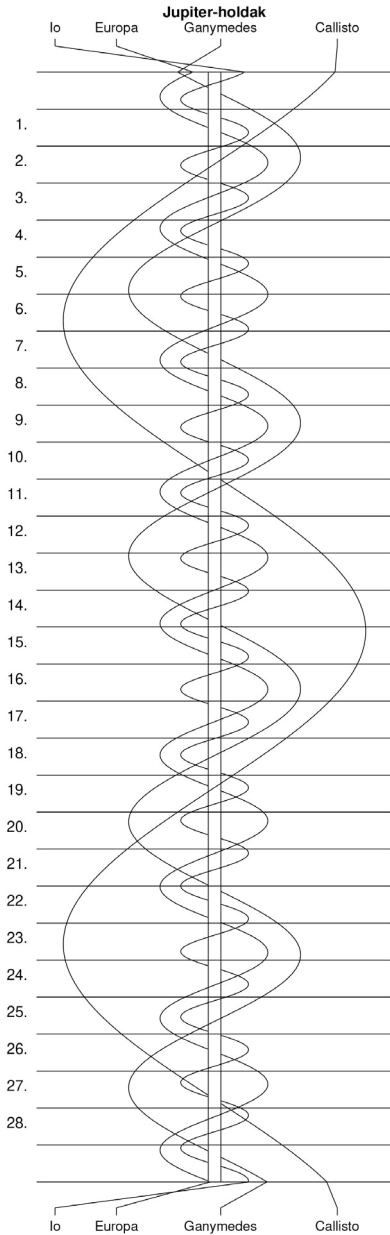
Utolsó jelentős témája az elméleti asztrofizika volt, csillagok rotációjával foglalkozott (The Radiative Equilibrium of a Slightly Oblate Rotating Star; Radiative Equilibrium of a Double-Star System with nearly Spherical Components; Radiative Equilibrium of a Double-Star System with nearly Spherical Components, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 84, 684–719, 1924).

A Svéd Akadémia és az Uppsalai Tudományos Társaság tagja volt, neveztek el róla holdkrátert és kisbolygót is: (8870) von Zeipel.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	16:43,1	Europa	fv
3	19:1,5	Io	ek
	20:5,5	Io	ák
4	19:26,0	Io	fv
5	16:46,3	Io	áv
6	19:37,8	Europa	ek
7	17:26,0	Ganymedes	mv
	18:50,4	Ganymedes	fk
8	19:20,3	Europa	fv
11	18:10,2	Io	mk
12	16:30,0	Io	ák
	17:46,3	Io	ev
	18:41,9	Io	áv
14	18:57,6	Ganymedes	mk
15	17:37,6	Europa	mk
19	17:34,0	Io	ek
	18:25,5	Io	ák
20	17:45,8	Io	fv
24	17:12,9	Europa	ev
	18:43,5	Europa	áv
25	17:10,1	Ganymedes	ák
28	17:1,6	Io	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



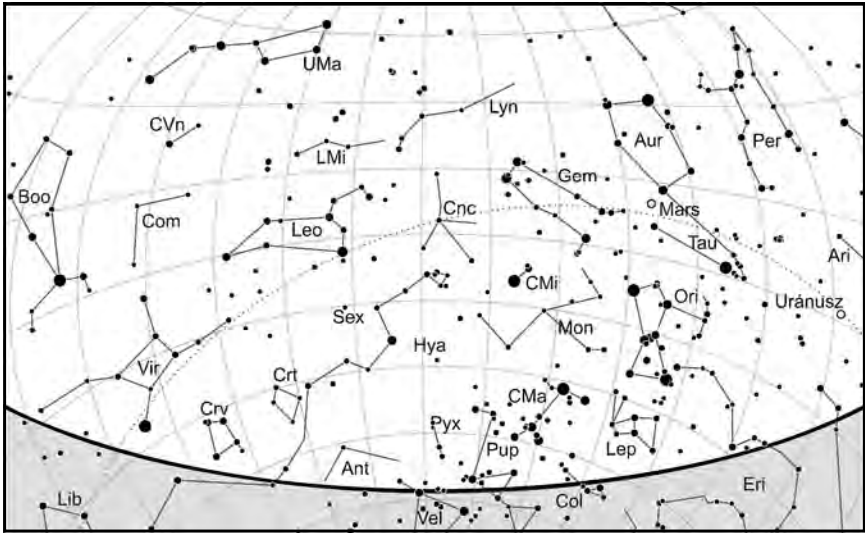
dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. sz 60.	6 25	11 56	17 28	34,9	-12,5	11 05	19 42	3 27	
2. cs 61.	6 23	11 56	17 30	35,3	-12,3	11 59	20 33	4 18	
3. p 62.	6 21	11 56	17 31	35,7	-12,1	13 02	21 22	5 00	
4. sz 63.	6 19	11 55	17 33	36,1	-11,9	14 08	22 09	5 32	
5. v 64.	6 17	11 55	17 34	36,5	-11,6	15 16	22 54	5 57	
10. hét									
6. h 65.	6 15	11 55	17 36	36,8	-11,4	16 24	23 37	6 17	
7. k 66.	6 13	11 55	17 37	37,2	-11,2	17 33	–	6 35	○ 13 42
8. sz 67.	6 11	11 54	17 39	37,6	-10,9	18 41	0 18	6 50	
9. cs 68.	6 09	11 54	17 40	38,0	-10,7	19 49	1 00	7 05	
10. p 69.	6 07	11 54	17 42	38,4	-10,4	21 00	1 41	7 20	
11. sz 70.	6 05	11 54	17 43	38,8	-10,2	22 14	2 25	7 37	
12. v 71.	6 03	11 53	17 45	39,2	-9,9	23 30	3 11	7 58	
11. hét									
13. h 72.	6 01	11 53	17 46	39,6	-9,7	–	4 01	8 23	
14. k 73.	5 59	11 53	17 47	40,0	-9,4	0 48	4 56	8 58	
15. sz 74.	5 57	11 53	17 49	40,4	-9,1	2 02	5 55	9 44	● 3 10
16. cs 75.	5 55	11 52	17 50	40,8	-8,8	3 08	6 57	10 46	
17. p 76.	5 53	11 52	17 52	41,2	-8,5	4 02	7 59	12 02	
18. sz 77.	5 51	11 52	17 53	41,5	-8,2	4 42	9 00	13 27	
19. v 78.	5 49	11 51	17 55	42,0	-8,0	5 13	9 57	14 54	
12. hét									
20. h 79.	5 47	11 51	17 56	42,3	-7,7	5 37	10 51	16 19	
21. k 80.	5 45	11 51	17 57	42,7	-7,4	5 57	11 42	17 42	● 18 26
22. sz 81.	5 43	11 51	17 59	43,1	-7,1	6 15	12 31	19 03	
23. cs 82.	5 41	11 50	18 00	43,5	-6,8	6 33	13 19	20 23	
24. p 83.	5 39	11 50	18 02	43,9	-6,5	6 52	14 08	21 41	
25. sz 84.	5 37	11 50	18 03	44,3	-6,2	7 14	14 58	22 58	
26. v 85.	5 35	11 49	18 05	44,7	-5,9	7 41	15 49	–	
13. hét									
27. h 86.	5 33	11 49	18 06	45,1	-5,6	8 14	16 42	0 11	
28. k 87.	5 31	11 49	18 07	45,5	-5,3	8 57	17 34	1 17	
29. sz 88.	5 29	11 48	18 09	45,9	-5,0	9 49	18 26	2 14	● 3 32
30. cs 89.	5 27	11 48	18 10	46,3	-4,7	10 49	19 17	2 59	
31. p 90.	5 25	11 48	18 12	46,7	-4,4	11 54	20 05	3 34	

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

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 005	10 34 11	Albin, Dávid
2.	2 460 006	10 38 07	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 460 007	10 42 04	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
4.	2 460 008	10 46 00	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 460 009	10 49 57	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
10. hét			
6.	2 460 010	10 53 53	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 460 011	10 57 50	Tamás
8.	2 460 012	11 01 46	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
9.	2 460 013	11 05 43	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 460 014	11 09 40	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11.	2 460 015	11 13 36	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Tímea
12.	2 460 016	11 17 33	Gergely, Gergő, György
11. hét			
13.	2 460 017	11 21 29	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 460 018	11 25 26	Matild
15.	2 460 019	11 29 22	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
16.	2 460 020	11 33 19	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 460 021	11 37 15	Gertrúd, Patrik, József
18.	2 460 022	11 41 12	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 460 023	11 45 09	József, Bánk
12. hét			
20.	2 460 024	11 49 05	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 460 025	11 53 02	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 460 026	11 56 58	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
23.	2 460 027	12 00 55	Emőke, Ottó
24.	2 460 028	12 04 51	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
25.	2 460 029	12 08 48	Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 460 030	12 12 44	Emánuel, Dusán, Leonóra
13. hét			
27.	2 460 031	12 16 41	Hajnalka, Auguszta, Augusztina, János, Lídia
28.	2 460 032	12 20 38	Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 460 033	12 24 34	Auguszta, Augusztina
30.	2 460 034	12 28 31	Zalán
31.	2 460 035	12 32 27	Árpád, Ákos, Benjámín, Johanna, Kornélia

A nyári időszámítás kezdete március 26-án 2^h KÖZEI-kor

Messier-maraton: március 17–26.



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

Bolygók

Merkúr: A hónap nagyobb részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 17-én felső együttállásban van a Nappal. 25-én már kereshető napnyugta után az esti ég alján, ekkor majdnem háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már egy és negyed órával nyugszik később, mint a Nap.

Vénusz: Az esti ég ragyogó fehér fényű égitestje. Egyre távolabb látszik a Naptól, egyre hosszabb ideig figyelhető meg. A hónap elején több mint két és fél órával nyugszik a Nap után. Március végén már majdnem három és fél óra ez az érték. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-4,0^m$ -ra, átmérője $12,2''$ -ről $13,9''$ -re nő, fázisa $0,86$ -ról $0,78$ -ra csökken.

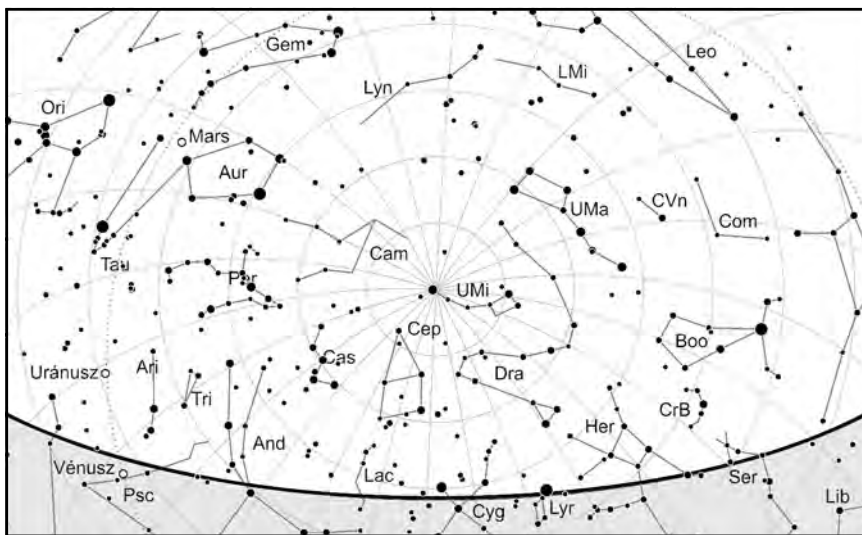
Mars: Előretartó mozgást végez a Bika, majd 26-ától az Ikrek csillagképben. Az éjszaka első felében látható, kora hajnalban nyugszik. Fényessége tovább csökken, de vöröses fénye segíti a megtalálását. Fényessége $0,3^m$ -ról $0,9^m$ -ra, látszó átmérője $8,2''$ -ről $6,5''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hónap első felében napnyugta után még kereshető a nyugati látóhatár közelében. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napkelte előtt kel, a hónap második felétől a délkeleti ég alján kereshető, de alacsonyan a látóhatár felett, megfigyelésre kedvezőtlen helyzetben van. Fényessége $0,9^m$, átmérője $16''$.

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

Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 15-én együttállásban van a Nappal. Előretartó mozgást végez a Vízöntő, 4-étől a Halak csillagképben.



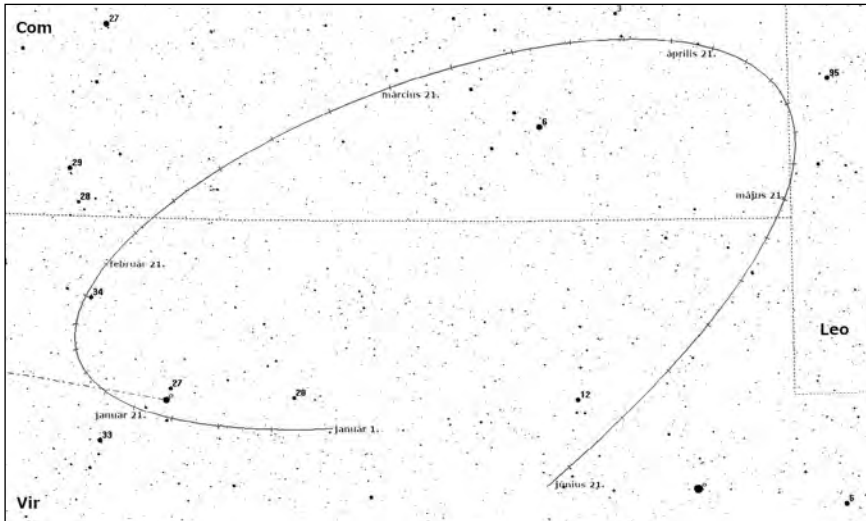
Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
03.02	10:39	A Vénusz 0,5 fokkal északra a Jupitertől (Pisces csillagkép)
03.03	18:02	A Hold földtávolban (405 911 km, látszó átmérő 29,4')
03.11	17:06	A (769) Tatjana (15,6 ^m) elfedi az UCAC4 595-015734 csillagot (11,9 ^m , 5 ^h 2' 7" +28° 56' 44", fedés Magyarország délnyugati határsávjában)
03.17	11:00	A Merkúr felső együttállásban a Nappal
03.18		Kedvező hétvégi időpont Messier-maratonra
03.19	15:17	A Hold földközeli (362 691 km, látszó átmérő 32,95')
03.20	21:24	Tavaszi nap-éj egyenlőség
03.21	8:00	Az (1) Ceres törpebolygó oppozícióban
03.22	16:54	A Jupiter 3 fokkal északra a Holdtól (Pisces csillagkép, 3,2%-os, növekvő holdfázis)
03.22	17:28	24 óra 05 perces holdsarló 4,5 fok magasan az esti égen a jupitertől 2,5 fokkal délnyugatra.
03.24	9:12	A Vénusz 1 fokkal északra a Holdtól (Aries csillagkép, 9,2%-os, növekvő holdfázis)
03.24	19:32	Az Uránusz 3,5°-kal délre a Holdtól (Aries csillagkép, 11,2%-os, növekvő holdfázis)
03.25		Kedvező hétvégi időpont Messier-maratonra
03.28	12:45	A Mars 1° 45'-cel délre a Holdtól (Gemini csillagkép, 47,8%-os, növekvő holdfázis)
03.30	18:48	A Vénusz 1° 15'-cel északra az Uránusztól (Pisces csillagkép)
03.31	11:19	A Hold földtávolban (404 949 km, látszó átmérő 29,51')

Együttállások

- Március 1–2. 17:15–18:15 UT: A Vénusz ($-4,0^m$, 86%) és a Jupiter ($-2,1^m$) mindkét estén 40–42'-re látszik egymástól, a szorosabb közelítés 1-én lesz. Mivel ezen a napon a Vénusz közeledik a Jupiterhez, érdemes addig követni a párost, amíg tudjuk. 1-én a Vénusz nyugatra lesz a Jupitertől, másnap északkeletre. 17:15 UT körül még 18–20, egy órával később csak 8–9° magasan lesz a páros.
- Március 14. 01:30 UT: Az Antares (α Sco, $1,0^m$) 42'-re a Hold ($-10,6^m$, 60%) déli peremétől. Az év során a Hold pályája az ekliptika nyári része alatt húzódik, a Skorpió és Nyilas csillagképekben. Kísérőnknek a bolygók síkjához mért 5° -os pályahajlása miatt deklinációja -28° alá süllyed, többször megközelítve az Antarest, valamint az M6 nyílthalmazt is. Ezen a hajnalon a páros 10° magasan látszik.
- Március 15. 03:40 UT: A Hold ($-10,2^m$, 49%) peremétől 3,7°-kal délre az M6 nyílthalmaz ($4,2^m$) centruma. A halmaz ekkor $8,5^\circ$ magasan tartózkodik. Az M6 és a Hold együttállásai rendkívül ritkák, 18–19 évente fordulnak elő.
- Március 16. 03:30 UT: A Hold ($-9,6^m$, 38%) a Teáskannában, $1,6^\circ$ -ra a ϕ Sagittariitól. Kísérőnk különös égi helyzete hangulatos látványt kínál, amikor a Teáskanna aszterizmus (Sagittarius csillagkép) belsejében tartózkodik.
- Március 29. 19:00 UT: A Mars ($0,9^m$) az M35 nyílthalmaz ($5,1^m$) központjától $1,2^\circ$ -ra, 52° -kal a horizont felett.



Az (1) Ceres törpebolygó keresőterképe (oppozíció: március 21.)

Márciusi Messier-maraton

Charles Messier a XVIII. századi Franciaországban új üstökösök keresése közben azt vette észre, hogy közelükben néha ködös, halvány, üstökösökhöz hasonló égitestek tűnnek fel. Mivel azonban elmozdulást nem mutattak, nem lehetett szó a Nap körül keringő égitestekről. Néhányukat sikerült felbontania csillagok halmazaira, ám legtöbbjük ködös maradt, és csak bő száz esztendővel később derült fény igazi természetükre, arra, hogy csillagok százmillióiból álló galaxisok. Messier, hogy másokat ne csaphassanak be a ködös, üstökösszerű foltok, katalógust állított össze róluk, módszeresen ellenőrizte az elődei által ködösként leírt égitesteket is. Katalógusa végső formájában 103 objektumot sorolt fel, amit az utókor 7 olyan másik mélyég-objektummal egészített ki, amelyeket bizonyítottan megfigyelt a francia csillagász, így a ma elfogadott változat 110 bejegyzést tartalmaz.

Sokak szerint az igazi amatőr csillagász ismérve az, hogy végigészlelte ezt a listát. Annak ötlete, hogy a 110 objektumot egyetlen éjszaka során is végig lehetne észlelni, amerikai és spanyol amatőröktől származik. Először a nyolcvanas évek elején szerveztek Messier-maraton az Egyesült Államokban, Don Machholz amatőr csillagász, üstökös vadász kezdeményezésére, később a mozgalom világszerte elterjedt, így Magyarországon is. Hazánkban elsőként Bakos Gáspár teljesítette a maratont, 1993 tavaszán. Természetesen ilyen sok objektum mellett nem lehet szó valamennyi célpont alapos leírására, lerajzolására, netán lefényképezésére, inkább a lista végignézéséről, az égitestek végiglátogatásáról lehet szó. A Messier-objektumok egyetlen éjszakan való végigészlésére tavasszal nyílik a legjobb lehetőség, március végén, április elején. Bár Magyarország területéről a 110 Messier-objektum közül elméletileg legfeljebb 109-et láthatunk egy éjszaka, már a 100-as darabszám elérése is elismerésre méltó teljesítmény.

Ismerni kell az objektumok pontos helyzetét, legalább hozzávetőleges megjelenésüket, hogy ne keverjük össze őket más, közeli látóirányú mélyég-objektumokkal. Amikor a Virgo-halmaz galaxisai között barangolunk, minden tapasztalatunkra szükség lesz ahhoz, hogy a Messier-katalógus tagjait kimazsolázzuk a környék számtalan csillagvárosa közül. A Messier-maraton verseny: nemes verseny, amelyet az égbolttal vívunk, latba vetve összes égismertünket és észlelői tapasztalatunkat. Verseny, amely komolyan próbára teszi állóképességünket a hosszú, gyakran hideg tavaszi éjszakában. Maraton, ahol az „égi 42 km” kilométerköveit csodálatos mélyég-objektumok jelzik. Természetesen lehetőség van technikai segítséget is igénybe venni, vagyis goto-vezérlésű távcsövekkel is felkereshetjük Messier objektumait. Sokak szerint ennek azonban kisebb a „sportértéke”, hasonlóan a Mount Everest oxigénpalackal való meghódításához.

A Messier-maraton elengedhetetlen feltétele a sötét égbolt. Ezért sikerre csakis újhold környékén lehet esélyünk, lehetőleg városoktól minél távolabb, jó körkilátású észlelőhelyen, mivel sok Messier-objektumot a látóhatár közelében kell „levadásznunk”. Legyünk tisztában műszerünk teljesítőképességével és az adott nagyítások mellett elérhető látómezők méretével. Készítsünk listát az objektumokról, megfigyelési sorrendben feltüntetve őket. Ehhez az interneten találunk segítséget (<http://members.shaw.ca/r1mcmish/darksky/messierplanner.htm>). Március elején és közepén a nyári Tejút láthatósága még nem jó, de kellő kitartással, kedvező átlátszóság mellett esélyünk van a Sagittarius sok objektumára, de sajnos ekkor még kimarad a déli fekvésű M69,

M70, M55, M75. 2023-ban a március 21-i újhold körüli időszakban javasoljuk a maraton teljesítését. Március 21-e keddre esik, ezért az előző és a következő hétvégén is érdemes próbálkozni – némiképp zavaró holdfázis mellett –, március 17–26. között, a derült idő függvényében.



Don Machholz (1952–2022)

Üstökösök

81P/Wild

Valamivel több mint egy órával éjfél után kel, és a Kígyóartó csillagkép déli részén lassulva halad keleti irányba. Lassuló mozgása csak látszólagos és a Föld–üstökös geometriai helyzetéből adódik. A valóságban az üstökös gyorsan távolodik a Naptól, aktivitása csökken, amit valamelyest kompenzál, hogy közben a Föld felé közeledik. A kettő együttes hatására a várható fényesség ugyan csökkenni fog néhány tized magnitúdót, de ez még nem jelentős, így vizuálisan valószínűleg továbbra is megfigyelhető lesz kisebb távcsövekkel, de közepes távcsövekkel biztosan.

A legszebb látványban annak lesz része, aki 14-e és 18-a között hajnalban próbálja meg felkeresni az üstököst, ami ebben az időszakban szép együttállásban lesz az M9 (7,8^m, átmérő: 12') és az NGC 6342 (9,5^m, átmérő: 4,4') jelű gömbhalmazokkal. 16-án a két halmazt összekötő egyenes közepén lesz megtalálható az üstökös. A hónap második felében egyre beljebb halad a Tejút csillagoktól és sötét ködeitől nyüzsgő háttére elé, így a ködösség észrevétele a csillagdús égi háttér előtt egyre nehezebb lesz.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.02.	16 56 31	-18 54 26	1,534	1,765	85,8	11,6
03.06.	17 03 49	-18 59 17	1,513	1,782	88,1	11,7
03.10.	17 10 42	-19 02 20	1,491	1,799	90,5	11,7
03.14.	17 17 08	-19 03 47	1,470	1,816	93,0	11,7
03.18.	17 23 06	-19 03 49	1,448	1,834	95,5	11,8
03.22.	17 28 33	-19 02 37	1,426	1,853	98,2	11,8
03.26.	17 33 29	-19 00 23	1,405	1,872	101,0	11,8
03.30.	17 37 52	-18 57 20	1,384	1,891	103,9	11,9

C/2022 E3 (ZTF)

Látszólag lassan mozog a nyugati égbolton, de közben gyorsan távolodik mind a Naptól, mind a Földtől, így fényessége a hónap elején várt 8,8^m-ról 11,5^m-ig csökken, így a kisebb átmérőjű (5–12 cm) távcsövekkel még elérhető, de kényelmes megpillantásához inkább a közepes átmérőjű (12–25 cm) műszerek javallottak.

Míg március napjaiban még majdnem éjfélig megfigyelhető a Bika csillagkép déli Orionnal határos részén, addigra a hónap végére már 22 óra körül nyugszik és az Eridanus csillagképben kell keresnünk.

Március 4-én este az NGC 1620 (12,3^m, átmérő: 2,9'×1') és az NGC 1635 (12,4^m, átmérő: 1,4'×1,3') galaxisokkal alkot egy 33' oldalhosszúságú egyenlő szárú háromszöget. Másnap már az NGC 1635 közelében lesz az üstökös 15"-en belülre megközelítve a galaxist. 10-én napnyugta után az NGC 1637 galaxis (10,8^m, átmérő: 3,3'×2,7') közvetlen közelében, tőle 7'-re lesz megtalálható. Lassuló mozgása miatt a fotósoknak is elegendő időt nyújt az együttállás remélhetőleg látványos megörökítésére.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.02.	04 38 30	+00 48 23	0,968	1,354	87,5	8,7
03.06.	04 39 26	-01 07 58	1,088	1,390	83,7	9,1
03.10.	04 40 46	-02 40 23	1,207	1,428	80,3	9,5
03.14.	04 42 24	-03 55 43	1,324	1,467	77,0	9,8
03.18.	04 44 17	-04 58 35	1,439	1,507	74,0	10,1
03.22.	04 46 23	-05 52 11	1,552	1,548	71,0	10,4
03.26.	04 48 40	-06 38 51	1,662	1,590	68,2	10,6
03.30.	04 51 07	-07 20 18	1,769	1,632	65,5	10,9

C/2019 U5 (PANSTARRS)

Március 29-éig közeledik a Naphoz, így várhatóan aktivitása is nő, majd e naptól kezdve távolodik. A Földhöz is közeledik, így ezek együttes hatására az előrejelzések szerint fényessége növekedik. Bár az előrejelzések csak mindössze néhány tized magnitúdós fényességnövekedést írnak, de üstökösről lévén szó, nem kizárt egy kitörés kapcsán a hirtelen fényességnövekedés, ám az ellenkezője is elképzelhető.

Minden éjszaka megfigyelhető, ahogy a Szűz csillagkép közepétől halad annak nyugati oldalra felé. A környék tele van galaxisokkal, amelyekkel a viszonylag lassan mozgó üstökös könnyen összekeverhető, ezért érdemes 15-20 perces szünetet tartva visszatérni rá, hogy az elmozdulása alapján biztosan azonosítani tudjuk. Különösen érdemes erre figyelni 3-án, amikor az NGC 4753 galaxistól (10,0^m, 6'×2,8') 47'-cel északra halad el. Nehezebb helyzetben leszünk 5-7-e között, amikor alig 2'-cel délre halad el az NGC 4668 galaxis (13,1^m, 1,4'×0,8') mellett, majd nem sokkal később az NGC 4666 (10,7^m, 4,5'×1,4') szinte éléről látszó galaxis mellett. Ennek a pár napos időszaknak a végén pedig az NGC 4653 (12,2^m, 3,1'×2,7') és az NGC 4642 (12,9^m, 1,9'×0,5') között halad el, igaz, ez nálunk nappalra fog esni, de még este is elég közel lesz az üstökös a két galaxishoz. 9-én napnyugta után az NGC 4592 galaxistól (11,6^m, 5,8'×1,5') 15'-cel délnyugatra figyelhetjük meg. 15-én hajnalban lesz a legközelebb megfigyelhető az NGC 4355 galaxishoz (13,2^m, 1,5'×0,7'), attól délkeletre. 18-án este viszonylag könnyen meg lehet találni

az η Vir (Zaniah) csillagtól 26'-re. De vigyázzunk az azonosításakor, mert a közelben található az NGC 4202 galaxissal (13,6^m, 1,2'×0,7') könnyen összekeverhető. 26–27-én kerül közel az NGC 4030 spirálgalaxishoz (10,6^m, 4,2'×3,2').

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.02.	12 53 57	-00 21 47	2,755	3,633	147,9	12,3
03.06.	12 46 18	-00 33 03	2,715	3,631	153,7	12,3
03.10.	12 38 16	-00 43 54	2,682	3,629	159,5	12,2
03.14.	12 29 56	-00 54 24	2,656	3,627	165,4	12,2
03.18.	12 21 21	-01 04 36	2,639	3,626	171,4	12,2
03.22.	12 12 37	-01 14 31	2,629	3,625	177,4	12,2
03.26.	12 03 50	-01 24 17	2,628	3,624	176,6	12,2
03.30.	11 55 06	-01 33 58	2,636	3,624	170,6	12,2

C/2020 V2 (ZTF)

A hónap során inkább az éjszaka első felében figyelhető meg az égbolt nyugati-északnyugati részén. Közeledik a Nap felé, de távolodik a Földtől, így a kettő eredőjeként a fényessége inkább változatlanul 10,7m körül alakulhat. Ezzel a fényességgel akár a kisebb átmérőjű távcsövekkel is látszik az addigra remélhetőleg szép csóvát mutató üstökös.

A hónap elején az Andromeda keleti részének közepén kell keresni, ahonnan lassulva halad a Háromszög felé. 12-én halad el az NGC 752 nyílthalmaz (5,7^m, átmérő: 75') nyugati oldalának csillagai között. 16-án az NGC 759 (12,7^m, 1,4'×1,4'), majd 17-én az NGC 753 (12,3^m, 3'×1,9') galaxisok mellett halad el. Remélhetőleg olyan fényes lesz, hogy nehéz lesz összekeverni a galaxisokkal, de a biztos azonosításhoz várjuk meg elmozdulását a környező csillagokhoz képest, vagy két egymást követő éjszaka is észleljük.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.02.	01 46 49	+41 27 59	2,625	2,359	63,6	10,7
03.06.	01 49 51	+39 55 42	2,683	2,344	59,7	10,7
03.10.	01 52 55	+38 30 05	2,740	2,331	55,8	10,8
03.14.	01 56 03	+37 10 32	2,795	2,318	51,9	10,8
03.18.	01 59 13	+35 56 31	2,848	2,305	48,1	10,8
03.22.	02 02 25	+34 47 30	2,898	2,294	44,3	10,8
03.26.	02 05 37	+33 43 01	2,946	2,284	40,6	10,8
03.30.	02 08 50	+32 42 33	2,990	2,274	37,0	10,8

96P/Machholz

Az egyik legeredményesebb amatőr üstökös vadász, Don Machholz fedezte fel 1986. május 12-én, akinek ez a felfedezése még csak a harmadik volt. Összesen 12 üstökösöt fedezett fel 1978 és 2018 között, köztük két rövid periódusú kométát. Megfigyeléseihez többféle műszert és technikát alkalmazott. A 96P/Machholz üstökösöt egy házi készítésű, 29×130-as binokulárral találta meg. Felfedezésekor az üstökös már túl volt perihéliumán és közeledett a Földhöz.

Keringési ideje igen rövid, 5,2 év körül ingadozott az elmúlt évszázadban, amit a következő 100 évben is megtart. Perihéliumtávolsága egyre rövidül, a legkisebb, 0,03 CSE távolságú napközelpontja 2450 körül következik be, ha az üstökös azt megéri. Egyes kutatók szerint

12 ezer éven belül a Napba zuhan, mások szerint a bolygók perturbáló hatása miatt kilöködik az Oort-felhőbe.

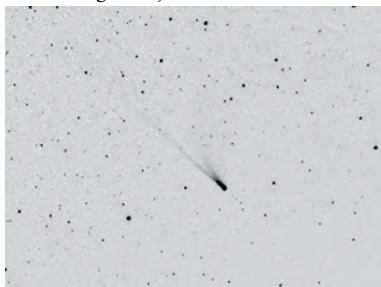
A 96P/Machholz több szempontból is különleges. Felfedezésének időpontjában a legkisebb periéliumtávolságú ismert periodikus üstökös volt. Keringési ideje a Jupiter keringési idejével 9:4-es rezonanciában van, vagyis amíg az üstökös 9-szer kerüli meg a Napot, addig a Jupiter 4-szer. Emiatt az óriásbolygó jelentős hatással van a kométa életére.

A 96P/Machholz különleges abból a szempontból is, hogy az excentricitásának és az inklinációjának oszcillációja is rezonanciában van. Amikor az inklináció közel 0, akkor az excentricitása a legnagyobb és fordítva. Ez az ún. Kozai-rezonancia, aminek „foglya” az üstökös. Az inklináció és excentricitás szabályos időközönként (általában ez jóval hosszabb, mint a keringési idő) felcserélődik, a pálya pedig direkt irányból retrográdra változhat. Csak a fél nagytengely hossza marad változatlan az idők során. A keringési irányváltásra 9:4 rezonancia esetében a naptávpont közelében kerülhet sor.

Összetétele miatt is különlegesnek számít. Rövid periódusú üstökösök esetében nem meglepő, hogy az intenzív és gyakori erős sugárzás hatására illékony anyagokból (pl. CN) és szénszárma-zmazékokból kevesebbet találunk a szinképükben, mint a nitrogénszárma-zmazékokból (NH, NH₂). Azonban összehasonlítva a 96P/Machholz összetételét másik 150 üstökösével azt találták, hogy a cianogén (CN) származékok aránya a nitrogénszárma-zmazékokhoz képest 72-szer kisebb az átlagosnál. Ez az arány a szénszárma-zmazékok esetében 8-szor (C₂), illetve 9-szer (C₃) kisebb. Hasonló extrém összetételű üstökösök eddig csak a C/1998 Y1 (Yanaka) volt.

A csillagászok a hasonló pályaelemek miatt a 96P/Machholz-üstököst, a 2003EH1 kisbolygót és a Quadrantidák meteorrajt egy közös őstől származónak gondolják. A számítások szerint a szülőégitest 950 körül, körülbelül 0,6 CSE periélium-távolságban szakadhatott darabjaira.

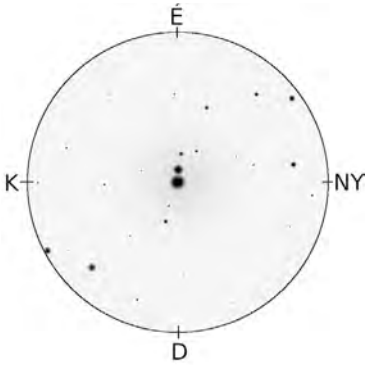
Márciusban két hónapja túl van perihéliumán és legaktívabb időszakán, ráadásul a Földtől is távolodik, így fényessége várhatóan rohamosan csökken. Az előrejelzések szerint a hónap eleji 9,3^m-s fényessége a hónap végére már csak 11,7^m lesz. Így a kisebb átmérőjű távcsöveket fel kell cserélni közepes átmérőjű műszerekre, hogy biztosan megtaláljuk a halványuló és lassan mozgó égitestet. Ráadásul az üstökös csak hajnalban, nem sokkal napkelte előtt látható. A Sas és a Bak csillagképek határán halad délkeleti irányba.



A 96P/Machholz-üstökös, ahogy a STEREO-A űrszonda látta 2007 áprilisában (NASA)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
03.02.	20 13 39	-07 08 05	1,454	0,918	38,6	9,5
03.06.	20 15 10	-07 18 51	1,489	1,003	42,0	9,9
03.10.	20 16 36	-07 29 10	1,518	1,083	45,4	10,3
03.14.	20 17 53	-07 39 11	1,539	1,161	48,9	10,6
03.18.	20 18 57	-07 49 04	1,555	1,236	52,5	10,9
03.22.	20 19 43	-07 59 04	1,566	1,308	56,2	11,1
03.26.	20 20 10	-08 09 27	1,572	1,378	60,0	11,4
03.30.	20 20 13	-08 20 29	1,574	1,446	63,9	11,6

τ^1 Hydrae



*A τ^1 Hya a Stellarium
planetáriumprogram alapján.
A látómező 41 ívperc.*

A tavasz beköszöntével az Északi Vízikígyó csillagkép hosszú, elnyúlt alakja ékesíti az északi égboltot. A $4,6^m$ -s τ^1 Hya, az Ukdah 1 (WDS 09291-0246, HJ 1167), látványos, eltérő színű komponensek alkotta csillagpár. Március közepén este 10 óra tájban 39° magasan delel. Fizikai kettős, főcsillaga F6 V színképtípusú fősorozati csillag, amely együttesen 2,8 napos periódusú spektroszkópiai kettős.

Kísérője $7,3^m$ -s, K típusú, a főcsillagtól 4° -os pozíciósög irányában látható, $67,5''$ separációval. A csillagpár bármilyen műszerrel könnyen észlelhető, különlegességét eltérő színű komponensei adják, amelyek sárgásfehér (főcsillag) és narancssárga (kísérő) színben ragyognak. A rendszer a Naptól 59 fényévre található, a két csillag egymástól mért távolsága megközelítőleg 1,120 CSE.

Csillagfedések

dátum	UT		J	csillag	m_v	Hold fázisa	h	pozíció			
	hó	nap						h	m	CA	PA
03	1	19	19	2.8	be	1013	7.0	73+	69	67S	119
03	1	22	33	18.4	be	1028	7.5	74+	42	60S	127
03	3	3	8	31.1	be	1169	5.3	83+	6	20N	34
03	3	21	19	51.4	be	80165	7.5	88+	64	57S	143
03	5	3	21	9.4	be	1393	6.5	95+	14	37N	63
03	12	3	53	11.9	ki	2104	7.3	80-	21	42N	337
03	13	2	50	21.7	ki	2226	7.0	71-	20	25N	349
03	15	4	17	27.9	ki	185573	6.8	49-	14	24N	338
03	23	18	19	10.8	be	110140	8.6	5+	9	74S	87
03	23	18	22	15.9	be	110139	9.3	5+	9	42S	119
03	24	19	1	40.3	be	93054	8.8	11+	15	72S	90
03	25	17	47	51.7	be	75971	8.1	18+	38	73N	57
03	25	19	42	57.0	be	76007	8.6	19+	20	66N	51
03	25	21	26	40.6	be	525	6.5	20+	3	45S	121
03	26	17	1	25.2	be	652	6.4	27+	56	80N	69
03	28	20	21	47.8	be	78234	8.2	47+	43	69S	112
03	28	22	21	15.0	be	78309	7.4	48+	23	25S	158
03	29	18	50	36.4	be	1088	5.8	56+	64	31S	157
03	29	19	35	20.2	be	X 99111	7.2	57+	58	30N	38
03	29	19	35	20.2	be	1093	6.6	57+	58	30N	38
03	29	21	49	37.7	be	1105	6.5	57+	37	73S	115
03	29	23	12	10.9	be	1108	7.0	58+	23	29N	38
03	30	21	44	44.4	be	79980	7.3	66+	44	74S	120

Évfordulók

250 éve született Nathaniel Bowditch

Nathaniel Bowditch amerikai csillagász 1773. március 26-án született a massachusettsi Salemben. A család anyagi helyzete nem tette lehetővé, hogy 10 éves kora után is iskolába járjon, így Nathaniel apja kádárműhelyében segédkezett. Később egy kereskedőnél dolgozott, akinek könyvtárát használva matematikát és latint tanult. Nagy segítségére volt a tanulásban a Salemi Filozófiai Társaság könyvtára, ahol Newton és a Bernoullik könyveit tanulmányozhatta.

A kereskedővel való szerződése lejárta után, a tengeri navigációt kitanulva, egy hajóra szegődött. A rakományt felügyelte, ugyanakkor ő volt a navigátor is. Feltűnt neki, hogy a használt táblázatok – John Hamilton Moore *The Practical Navigator* – mennyi hibát tartalmaznak. Eleinte csak a hibákat gyűjtötte össze, majd egy új könyvet is írt, *The New American Practical Navigator* (1802) címmel, amelynek legújabb kiadása 2019-ben jelent meg!

A hajózás után a salemi Essex Fire and Marine Insurance Company kötelékébe lépett, ahol matematikai tudását kamatoztathatta. Ez olyan jól sikerült, hogy 1804-ben a cég elnökévé választották. Több egyetemről – például Harvard, University of Virginia – is kapott állásajánlatot, de ezeket mind visszautasította. A Harvarddal azonban mégis lett kapcsolata: felügyelő, majd igazgatósági tag lett.

Bowditch fordította angolra Laplace égi mechanikai alpművét, a *Traité de mécanique céleste*-t. Az első négy kötet 1828-ban, 1832-ben, 1834-ben és 1839-ben jelent meg saját költségén, vagyona jelentős részét áldozva a projektre. Nem egyszerű fordítás volt, Bowditch alapos kommentárokkal látta el a művet (az archive.org honlapon elérhetőek ezek a kötetek). Az ötödik kötetrel már nem készült el, 1838. március 16-án Bostonban elhunyt.

Bowditch észleléseket is végzett. Megfigyelte az 1807-ben feltűnt üstököst (C/1807 R1), és a pályaelemait is kiszámolta (Observations of the Comet of 1807, *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences* 3, 1–17, 1809). Az 1806. június 16-i napfogyatkozást is észlelte Salemben (Observations on the Total Eclipse of the Sun June 16, 1806, Made at Salem, *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences* 3, 18–22, 1809).

Érdemei elismeréseként a Royal Society tagjának választotta őt 1818-ban, 1829-ben pedig a Royal Astronomical Society külső tagja lett első amerikaiként.

Róla is van holdkráter elnevezve. Az USA-ban több hajó is viseli nevét. A 2005-ben alapított National Sailing Hall of Fame 2014-ben beválasztotta a hajózási hírességek közé.



3

100 éve született Patrick Moore

1923. március 4-én született Angliában Patrick Moore, teljes nevén Sir Patrick Alfred Caldwell-Moore, neves amatőr csillagász. Fiatalkorában szívproblémái voltak, így csak otthon tanult. Nagyon korán elkezdett érdeklődni a csillagászat iránt, tizenegy éves korában lett a *Bri-*

ish *Astronomical Association* tagja. Hamarosan egy magáncsillagda vezetője lett a dél-angliai East Grinsteadben.

A II. világháborút nagyrészt kiképzéssel töltötte, Angliában és Kanadában tanult repülőket vezetni. A háború után tanár lett, és 1953-ban megjelentette első könyvét: *Guide to the Moon* (Norton, 1953). Ezt gyorsan követte a hasonló *Guide to the Planets* (Norton, 1954), *Guide to Mars* (Muller, 1956) és a *The Planet Venus* (Faber, 1956). Mindezek mellett Moore – főleg a Holdról – észleléseket is végzett, amelyekről rendszeresen beszámolt (a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*-ben is megjelentek rövid, egy paragrafusnyi összefoglalások „Mr Patrick Moore's Observatory, East Grinstead, Sussex” és hasonló címek alatt). Az űrkutató kezdetén már neves bolygószakértőnek minősült, ő volt az első nyugati csillagász, aki megtekinthette a Luna–3 felvételeit a Hold túloldaláról.



Legsikerebb tevékenysége a *The Sky at Night* című havonta sugárzott csillagászati műsor volt. Az első adása 1957. április 24-én volt látható, az utolsó – már 2012. december 9-én bekövetkezett halála után – 2013. január 7-én.

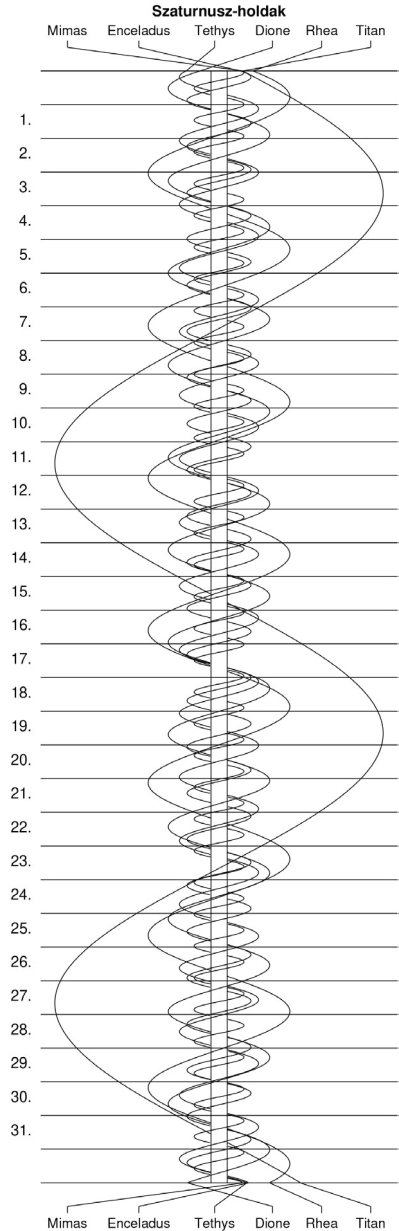
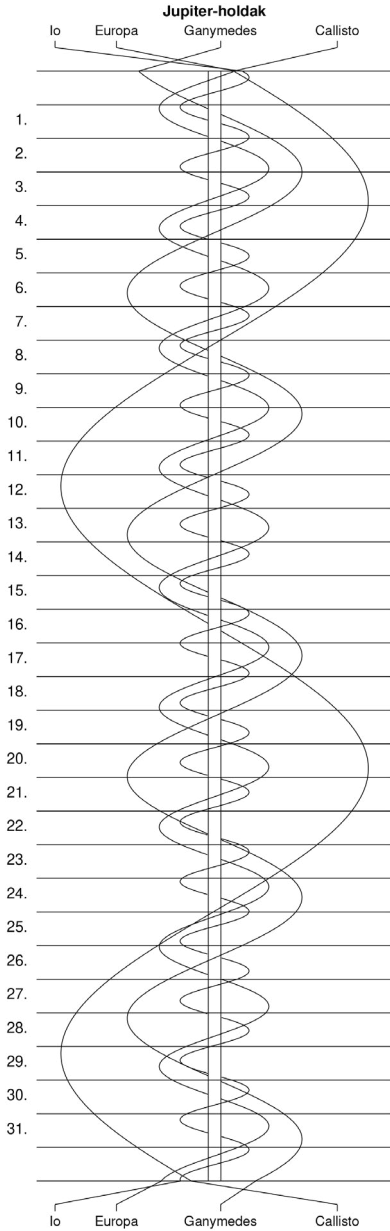
Moore Magyarországon is ismert volt, a napilapok már 1959-ben neves angol csillagásznak nevezték. Első magyarra lefordított könyve *A sötétség bolygója* (Gondolat, 1989) a Plútóról szól, ebben szerzőtársa Clyde Tombaugh, a bolygó felfedezője volt (akkor még nem gondolták, hogy a Plútót később „lefokozzák” törpebolygóvá). Több más könyve is megjelent magyarul, köztük egy a Queen gitárosával, az asztrofizikából PhD-t szerzett Brian May-jel (*Bumm – A világegyetem teljes története*, Kossuth, 2007, eredeti címe: *Bang!: The Complete History of the Universe*).

Moore science fictiont is írt, főleg ifjabb olvasók számára. Az első még 1952-ben jelent meg *The Master of the Moon* címmel, ezt még húsznál több regény követte.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
3	17:31,3	Europa	ek
	18:55,4	Europa	ák
4	18:22,8	Ganymedes	ek
6	18:45,9	Io	mk
7	18:21,5	Io	ev
14	18:10,2	Io	ek
15	17:26,1	Ganymedes	fv
	18:0,8	Io	fv
22	17:29,6	Ganymedes	mk

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



3

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

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. sz 91.	5 23	11 48	18 13	47,0	-4,1	13 02	20 50	4 01	
2. v 92.	5 21	11 47	18 15	47,4	-3,8	14 11	21 33	4 23	
14. hét									
3. h 93.	5 19	11 47	18 16	47,8	-3,5	15 19	22 15	4 41	
4. k 94.	5 17	11 47	18 17	48,2	-3,2	16 27	22 57	4 57	
5. sz 95.	5 15	11 46	18 19	48,6	-2,9	17 37	23 38	5 12	
6. cs 96.	5 13	11 46	18 20	49,0	-2,6	18 48	-	5 27	○ 5 37
7. p 97.	5 11	11 46	18 22	49,3	-2,3	20 02	0 22	5 44	
8. sz 98.	5 09	11 46	18 23	49,7	-2,0	21 19	1 08	6 03	
9. v 99.	5 07	11 45	18 24	50,1	-1,8	22 37	1 57	6 27	
15. hét									
10. h 100.	5 05	11 45	18 26	50,5	-1,5	23 54	2 51	6 58	
11. k 101.	5 03	11 45	18 27	50,8	-1,2	-	3 49	7 41	
12. sz 102.	5 01	11 44	18 29	51,2	-1,0	1 03	4 50	8 38	
13. cs 103.	4 59	11 44	18 30	51,5	-0,7	2 00	5 52	9 48	◐ 10 13
14. p 104.	4 58	11 44	18 31	51,9	-0,5	2 43	6 52	11 09	
15. sz 105.	4 56	11 44	18 33	52,3	-0,2	3 15	7 49	12 33	
16. v 106.	4 54	11 43	18 34	52,6	0	3 40	8 42	13 56	
16. hét									
17. h 107.	4 52	11 43	18 36	53,0	0,3	4 01	9 32	15 18	
18. k 108.	4 50	11 43	18 37	53,3	0,5	4 19	10 21	16 38	
19. sz 109.	4 48	11 43	18 38	53,7	0,7	4 36	11 08	17 57	
20. cs 110.	4 46	11 43	18 40	54,0	0,9	4 54	11 56	19 16	● 5 15
21. p 111.	4 45	11 42	18 41	54,4	1,1	5 15	12 46	20 34	
22. sz 112.	4 43	11 42	18 43	54,7	1,3	5 39	13 37	21 50	
23. v 113.	4 41	11 42	18 44	55,0	1,5	6 10	14 30	23 01	
17. hét									
24. h 114.	4 39	11 42	18 45	55,4	1,7	6 49	15 23	-	
25. k 115.	4 37	11 42	18 47	55,7	1,9	7 37	16 17	0 03	
26. sz 116.	4 36	11 41	18 48	56,0	2,1	8 35	17 09	0 54	
27. cs 117.	4 34	11 41	18 50	56,3	2,2	9 39	17 58	1 33	◐ 22 20
28. p 118.	4 32	11 41	18 51	56,6	2,4	10 47	18 44	2 03	
29. sz 119.	4 31	11 41	18 52	57,0	2,5	11 55	19 28	2 27	
30. v 120.	4 29	11 41	18 54	57,3	2,7	13 03	20 10	2 46	

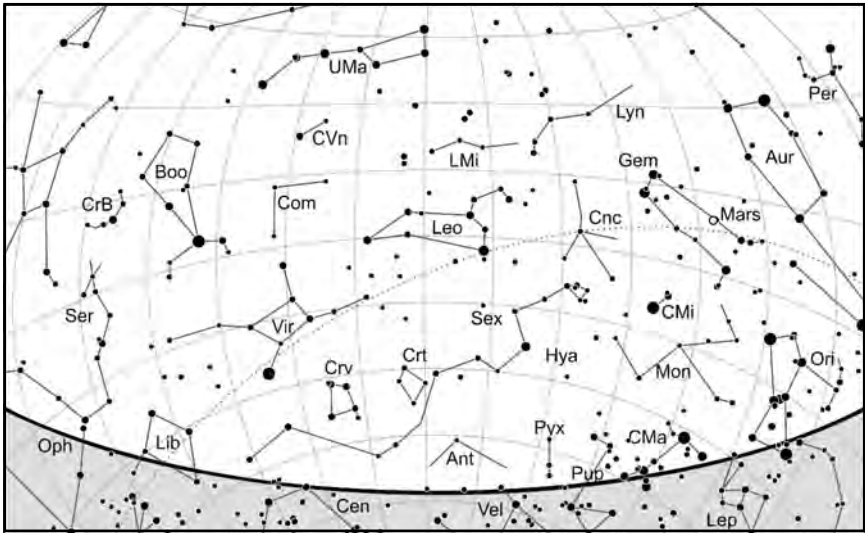
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Április

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 036	12 36 24	Hugó, Pál
2.	2 460 037	12 40 20	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
14. hét			
3.	2 460 038	12 44 17	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 460 039	12 48 13	Izidor
5.	2 460 040	12 52 10	Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
6.	2 460 041	12 56 07	Vilmos, Biborka, Dénes
7.	2 460 042	13 00 03	<i>Nagypéntek</i> ; Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
8.	2 460 043	13 04 00	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 460 044	13 07 56	<i>Húsvét</i> ; Erhard, Dusán, Vince
15. hét			
10.	2 460 045	13 11 53	<i>Húsvét</i> ; Zsolt
11.	2 460 046	13 15 49	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 460 047	13 19 46	Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
13.	2 460 048	13 23 42	Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 460 049	13 27 39	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lídia
15.	2 460 050	13 31 36	Anasztázia, Tas
16.	2 460 051	13 35 32	Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
16. hét			
17.	2 460 052	13 39 29	Rudolf, Anasztázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 460 053	13 43 25	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 460 054	13 47 22	Emma, Malvin
20.	2 460 055	13 51 18	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 460 056	13 55 15	Konrád, Zsombor
22.	2 460 057	13 59 11	Csilla, Noémi
23.	2 460 058	14 03 08	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
17. hét			
24.	2 460 059	14 07 05	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 460 060	14 11 01	Márk, Ervin
26.	2 460 061	14 14 58	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
27.	2 460 062	14 18 54	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 460 063	14 22 51	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
29.	2 460 064	14 26 47	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 460 065	14 30 44	Katalin, Kitti, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia

Űrhajózás világnapja: április 12.

Csillagászat napja: április 29.



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

Bolygók

Merkúr: A hónap döntő részében jól megfigyelhető napnyugta után a nyugati látóhatár fölött, ez idei legkedvezőbb esti láthatósága. 1-én 80 perccel a Nap után nyugszik, láthatósága fokozatosan javul, 11-én van legnagyobb keleti kitérésben, $19,5^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor majdnem két órával nyugszik a Nap után. Ezután láthatósága lassan, majd 20-a után egyre gyorsabban romlik. 25-én már csak fél órával nyugszik a Nap után, majd eltűnik az esti szürkületben.

Vénusz: Az éjszaka első felében fényesen ragyog a nyugati égen. Láthatósága kiváló, 1-jén is már majdnem három és fél órával a Napot követően nyugszik. A hónap végén pedig majdnem négy órával a Nap után, szinte éjfélkor nyugszik le! Fényessége $-4,0^m$ -ról $-4,1^m$ -ra, átmérője $14,0''$ -ről $16,9''$ -re nő, fázisa $0,77$ -ről $0,67$ -ra csökken.

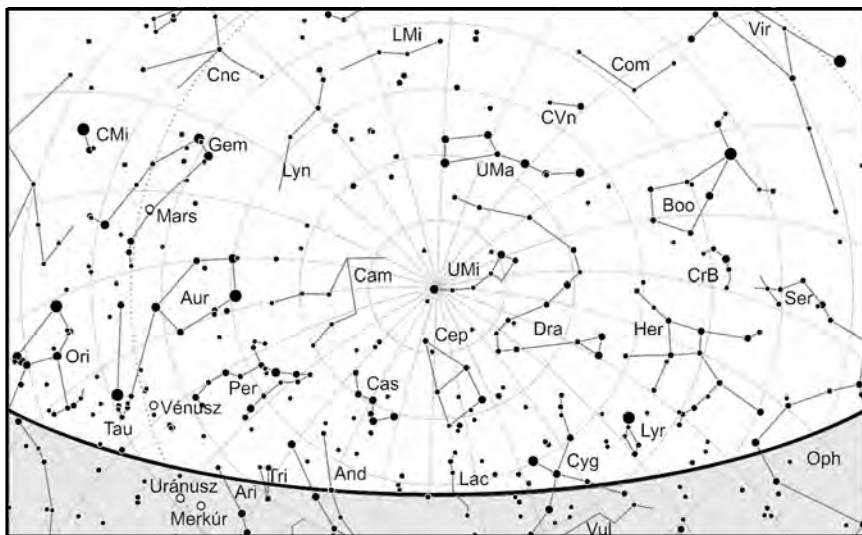
Mars: Előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Az éjszaka első felében figyelhető meg, éjfél után nyugszik. Folytatja halványodását, de a vöröses színe továbbra is megkönnyíti a felkeresését. Fényessége $0,9^m$ -ról $1,3^m$ -ra, látszó átmérője $6,4''$ -ről $5,4''$ -re változik.

Jupiter: A Halak csillagképben végez előretartó mozgást. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 11-én együttállásban van a Nappal. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $33''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Hajnalban kel, alacsonyan a délkeleti-déli égen figyelhető meg. Fényessége $0,9^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: A hónap első felében még lehet próbálkozni a felkeresésével napnyugta után a nyugati ég alján. Továbbra is előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

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



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

Eseménynaptár (UT)

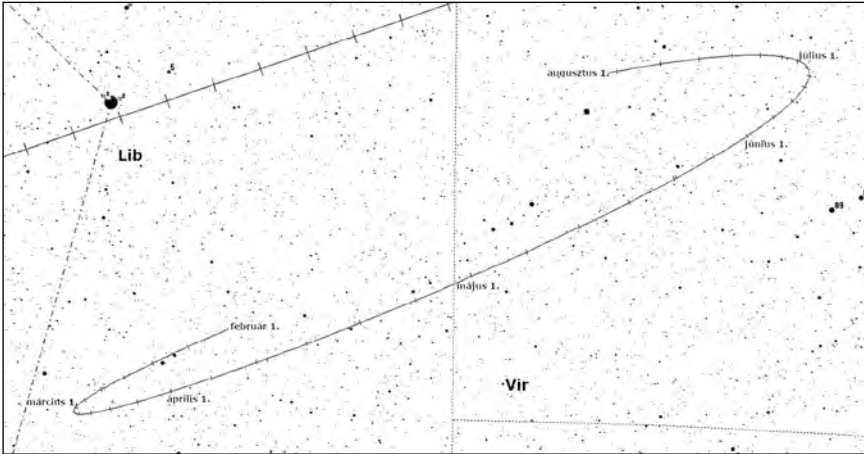
Dátum	Idő	Esemény
04.09	3:25	A Merkúr dichotómiája
04.11	22:00	A Merkúr legnagyobb keleti elongációja (19°)
04.12		A Virginidák meteorraj maximuma (ZHR=5)
04.14	23:09	Az (1) Ceres (7,5 ^m) elfedi a TYC 1442-01219-1 csillagot (11,4 ^m , 12 ^h 7' 54" +16° 21' 44", Magyarország egész területéről megfigyelhető)
04.16	2:24	A Hold földközlelben (367 974 km, látszó átmérő 32,47')
04.16	4:01	A Szaturnusz 4,5 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 20,5%-os, csökkenő holdfázis)
04.17	19:08	A Neptunusz 2° 45'-cel északra a Holdtól (Aquarius és Pisces csillagképek, 7,9%-os, csökkenő holdfázis)
04.21	18:11	37 óra 59 perces holdsarló 11 fok magasan az esti égen
04.23	1:00	A Lyridák (006 LYR) meteorraj maximuma (ZHR=18, esetleg 90; V=49 km/s)
04.23	13:36	A Vénusz 1 fokkal délre a Holdtól (Taurus csillagkép, 12,5%-os, növekvő holdfázis)
04.25	21:57	A Mars 4,5 fokkal északkeletre a Holdtól (Gemini csillagkép, 31,3%-os, növekvő holdfázis)
04.28	6:45	A Hold földtávolban (404 310 km, látszó átmérő 29,56')
04.29		Az Alfa Scorpiidák meteorraj maximuma (ZHR=5)

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
04	3	23	46	13.2	be	1646	7.6	95+	39	47S	162
04	10	3	4	28.2	be	2349	2.9	83-	15	-55S	138
04	10	4	8	51.4	ki	2349	2.9	83-	11	58S	251
04	13	1	46	49.8	ki	2831	6.0	53-	5	36N	316
04	14	2	22	20.3	ki	2982	6.8	42-	4	67S	231
04	22	18	46	47.3	be	76441	8.3	7+	17	70N	55
04	22	19	39	31.4	be	76463	8.6	8+	9	44N	30
04	22	20	9	38.1	be	76475	7.7	8+	5	68S	98
04	22	20	9	38.7	be	612	7.6	8+	5	68S	98
04	23	18	14	12.8	be	745	7.3	14+	33	83N	74
04	23	19	10	53.0	be	76900	8.7	14+	24	80N	71
04	23	19	44	29.4	be	76917	8.9	14+	18	55S	116
04	23	20	0	26.8	be	76924	8.4	14+	16	51S	120
04	24	17	22	16.1	be	890	4.6	21+	51	25N	22
04	24	17	46	2.5	ki	890	4.6	21+	47	-12N	345
04	24	18	57	51.1	be	77753	7.2	21+	35	84S	93
04	24	20	21	37.5	be	906	6.6	22+	22	88S	89
04	25	20	35	34.2	be	78873	7.8	31+	28	76N	79
04	25	20	41	7.8	be	1056	7.2	31+	27	65N	68
04	25	22	34	57.2	be	78957	7.5	31+	10	67S	117
04	25	23	2	45.3	be	1067	7.1	32+	6	26N	30
04	26	18	23	34.9	be	79672	7.6	39+	57	69S	120

Áprilisi együttállások

- Április 10–11–12. 18:30 UT: A Vénusz ($-4,1^m$, 73,5%) az M45 nyílthalmaz (Plejádok, 1^m) közelében. Ezen a három estén láthatjuk, amint a legfényesebb bolygó elhalad az egyik legfényesebb nyílthalmaz mellett, 2,7-3°-ra annak centrumától. A jelenségre 20-25°-os magasságban kerül sor.
- Április 14. 19:00 UT: A Mars ($1,2^m$) 9'-re az ϵ Gem-től ($3,0^m$, Mabsuta), a horizont felett 50°-kal. Szabad szemmel is megfigyelhető együttállás lesz.
- Április 23. 18:30 UT: A Vénusz ($-4,1^m$, 69%) a Hold ($-7,9^m$, 14%) peremétől 2°-ra. A Holdtól délkeletre 2°-ra az NGC 1746–1750 nyílthalmaz-duó. A Vénusz 27°-kal lesz a horizont felett.
- Április 26. 18:55 UT: A Hold ($-9,5^m$, 39,5%) pereme a Polluxtól (β Gem, $1,2^m$) $1,75^\circ$ -kal délre, a horizont felett 50°-kal a navigációs szürkületben.
- Április 26. 19:15 UT: A Vénusz ($-4,1^m$, 68%) közel egyenlő oldalú háromszöget alkot az NGC 1746–1750 nyílthalmazpárossal és az NGC 1802 nyílthalmazzal a Bika csillagképben. A trió 20°-kal lesz a horizont felett. A bolygó a halmazok centrumától 1,3-1,5°-ra lesz, kiváló témát szolgáltatva fotósok számára.



A (7) Iris kisbolygó keresőterképe (oppozíció: április 30.)

Üstökösök

81P/Wild

Folytatja útját a Tejút csillagokkal sűrűn teleszórt hátere előtt. Egyre lassulva mozog kelet felé a Kígyótartó délkeleti oldaláról a Nyilas északnyugati része felé, ahol előbb megáll, majd nyugat felé kezd haladni a hónap végén. Az üstököst az éjszaka második felében lehet megfigyelni.

A Naptól távolodó üstököst a Föld lassan lekörözi, ezért kettejük között folyamatosan csökken a távolság április során, de emiatt a csökkenő aktivitású kométa látszó fényessége az előző hónaphoz hasonlóan még mindig alig néhány tized magnitúdót csökken. Igaz, már így is várhatóan 12^m körüli lesz a fényessége, ezért vizuálisan inkább közepes vagy nagyobb távcsővel érdemes megkeresni, de fotografikusan a kisebb távcsövek számára is biztosan elérhető marad. Megpillantását és azonosítását nehezíti, hogy lassan halad a Tejút csillagai előtt. Április 27-én közelíti meg legjobban, $1^\circ 10'$ -re az M23 ($5,5^m$, átmérő: $25'$) nyílthalmazt. Ekkor nagy látómezőt adó fényképezőgéppel érdemes lehet megörökíteni az együttállást.

Dátum	RA (h m s)	D ($^\circ$, $'$, $''$)	Δ (CSE)	r (CSE)	E ($^\circ$)	m_v (m)
04.03.	17 41 41	-18 53 40	1,363	1,911	107,0	11,9
04.07.	17 44 55	-18 49 34	1,343	1,931	110,1	11,9
04.11.	17 47 33	-18 45 11	1,323	1,952	113,4	12,0
04.15.	17 49 34	-18 40 41	1,305	1,972	116,8	12,0
04.19.	17 50 57	-18 36 14	1,287	1,993	120,4	12,0
04.23.	17 51 42	-18 31 57	1,271	2,015	124,1	12,1
04.27.	17 51 48	-18 27 58	1,257	2,037	128,0	12,1

C/2019 U5 (PANSTARRS)

A március végén napközelpontján túljutott üstökös lassan távolodik a Naptól, azonban a Földtől annál gyorsabban (a két égitest eltérő irányú mozgása miatt). Ennek ellenére az üstökös fényessége az előre jelzett 12,2^m-ről várhatóan csak néhány tizedes magnitúdót fog csökkenni, és közepes átmérőjű távcsővel vizuálisan még biztosan, kisebb távcsővel már inkább csak fotografikusan lesz elérhető az üstökös, hacsak...

A hónap során a Szűz csillagképből induló üstökös nyugat felé halad, és az Oroszlán legdélebbi régióit fogja majd bejárni. A hónap elején még egész éjszaka, a hónap második felében pedig inkább ez éjszaka első felében lesz megfigyelhető.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.03.	11 46 30	-01 43 38	2,651	3,624	164,7	12,2
04.07.	11 38 07	-01 53 23	2,674	3,625	158,8	12,2
04.11.	11 30 03	-02 03 17	2,705	3,626	153,0	12,3
04.15.	11 22 21	-02 13 24	2,742	3,627	147,3	12,3
04.19.	11 15 04	-02 23 49	2,787	3,629	141,8	12,3
04.23.	11 08 15	-02 34 37	2,837	3,631	136,3	12,4
04.27.	11 01 55	-02 45 53	2,893	3,633	131,0	12,4

C/2020 V2 (ZTF)

A perihéliuma felé közeledő C/2020 V2 (ZTF) üstökös áprilisban csak a hónap első felében és akkor is közvetlenül napnyugta után, a nyugati horizont közelében figyelhető meg. Annak ellenére, hogy közeledik a Naphoz, ezért várhatóan fényességének is nőnie kellene, ez mégsem következik be, mivel közben egyre távolabb kerül a Földtől. Fényessége várhatóan 10,9^m körül alakul, de még így is elérhető lehet a kisebb átmérőjű távcsővel.

Az üstökös a hónap elején még a Háromszög közepén kereshető fel, ahonnan lassan halad déli irányba, a Kos csillagkép felé.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.03.	02 12 03	+31 45 39	3,032	2,265	33,4	10,9
04.07.	02 15 15	+30 51 55	3,069	2,257	29,9	10,9
04.11.	02 18 27	+30 00 58	3,103	2,250	26,4	10,9
04.15.	02 21 37	+29 12 26	3,132	2,244	23,1	10,9

96P/Machholz

A Földhöz közeledik ugyan, de a Naptól mért távolsága annál gyorsabban nő, így fényessége csökken a hónap során. A hónap elején még 11,6^m-s üstökös a hónap végére már csak 12,6^m-s, így vizuálisan már legalább közepes (12–25 cm) átmérőjű távcsővel látszik, fotografikusan azonban kisebb távcsővel is meg lehet örökíteni. Az üstökös éjfél után kel, és csak hajnalra emelkedik ki a sűrűbb légrétegekből.

A hónap során a Bak csillagképben mozog a Sas határánál délnyugati irányba. Errefelé nem található olyan mélyég-objektum, amivel össze lehetne keverni, így ha egy kis ködfoltocskát látunk ezen az égrészen, akkor majdnem biztosak lehetünk abban, hogy az üstököst találtuk meg.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
04.03.	20 19 52	-08 32 24	1,572	1,512	67,9	11,8
04.07.	20 19 03	-08 45 27	1,566	1,576	71,9	12,0
04.11.	20 17 45	-08 59 52	1,558	1,638	76,2	12,1
04.15.	20 15 54	-09 15 52	1,547	1,699	80,5	12,3
04.19.	20 13 29	-09 33 40	1,534	1,759	85,0	12,4
04.23.	20 10 26	-09 53 30	1,520	1,817	89,7	12,5
04.27.	20 06 44	-10 15 32	1,504	1,874	94,5	12,6

364P/PANSTARRS

A Pan-STARRS program keretében 2013. február 13-án találták meg az akkor még aszteroidának vélt égitestet. Azonban ugyanezzel a 1,8 m-es távcsővel 2013. június 2-án készült képeken az égitest 4"-es csóvát mutatott, így átsorolták az üstökösök közé. Alig három nappal később készült képeken a csóva hossza már elérte a 40"-et.

Kicsivel több mint fél évvel a következő perihéliuma előtt (2018. június 24.), 2018. január 16-án találták meg újra. Az égitestnek ekkor sem kómája, sem csóvája nem volt, inkább hasonlított kisbolygóra, mint üstökösre. Mivel már a második visszatérést figyelték meg, így év végére megkapta a periodikus üstökösök P jelölését, valamint a 364-es sorszámot.

Felfedezésekor még kevés megfigyelés születte róla, de a második ismert visszatérések már több. Akkor fényessége elérte a 11^m-t. Fényességének változása teljesen megfelel az idős, rövid periódusú üstökösökének. Az aktivitása és ezzel együtt fényességének növekedése kevéssel a perihélium előtt indul be, majd azon túljutva gyorsan megszűnik, és ezzel a fényesség is meredeken csökken.

Pályaelemei viszonylag stabilak, egyedül a pályahajlása az, ami csökken, és fokozatosan simul bele az ekliptika síkjába. A pályáját annak ellenére stabilnak tekinthetjük, hogy az elmúlt 50–100 évben többször is megközelítette a Földet, a Vénuszt és a Jupitert is, de egyik megközelítés sem változtatta meg jelentősen az üstökös pályaelemeit.

Idős, rövid periódusú üstökösökre jellemzően a 364P/PANSTARRS is csak a perihéliumátmenete (2023. május 13.) környékén aktív igazán. Így a mostani napközelsége idején csak azt megelőzően lehet megfigyelni rövid ideig, gyakorlatilag csak április első kétharmadában.

Április során távolodik a Földtől, így a Naphoz közeledő üstökös aktivitásának növekedését egyre messzebről tudjuk csak megfigyelni. Április 8-án lesz legközelebb a Földhöz, csak 0,12 CSE távolságra halad el mellettünk. Akkori fényessége egyes várakozások szerint elérheti a 12,4^m-t. A hónap végére a fényessége 14^m alá fog esni, így vizuálisan már nagy (25 cm feletti) átmérőjű távcsővel is csak nehezen lesz érhető. A csekély földtávolság és a két égitest eltérő térbeli mozgása miatt az üstökös az égbolton nagyon gyorsan, 10–13,5"/perc sebességgel fog mozogni, ezzel elég nagy kihívást ad a fotografikusan észlelők számára, de megkönnyíti a vizuális megfigyelők dolgát.

Április elején még este kel a Hercules csillagkép közepén, de a hónap közepén már jóval éjfél után bukkan csak fel a keleti horizont felett, míg a hó végén gyakorlatilag a Nappal együtt kel.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
04.01.	17 09 15	+32 05 06	0,143	1,049	106,5	12,6
04.05.	18 33 10	+29 14 14	0,125	1,012	91,7	12,7
04.09.	20 03 45	+21 59 36	0,121	0,976	74,5	13,3
04.13.	21 19 02	+12 48 20	0,135	0,942	60,0	14,4
04.17.	22 12 48	+05 03 35	0,161	0,911	51,1	15,5
04.21.	22 50 18	-00 23 08	0,195	0,883	46,9	16,2
04.25.	23 17 26	-04 00 02	0,234	0,858	45,6	16,5
04.29.	23 38 11	-06 20 55	0,277	0,838	45,8	16,5

Gyűrűs-teljes napfogyatkozás április 20-án

2023-ban négy fogyatkozás lesz látható a Földről, 2-2 napfogyatkozás és holdfogyatkozás. Magyarországról nézve az októberi holdfogyatkozás lesz teljesen megfigyelhető, de – kismértékű részleges fogyatkozásról lévén szó – ez csak egy, az érdekesség határát kicsivel meghaladó látnivaló lesz. Ez az év egyáltalán nem kényeztet el nézni-, észlelni- és bemutatnivalóval fogyatkozások tekintetében.

Az év első fogyatkozása egy Magyarországról nem látható gyűrűs-teljes – más néven hibrid – napfogyatkozás, ami a fogyatkozások egyik ritka csoportja, átlagosan csak minden 22. esemény ilyen. Megfigyelni Ausztrália északnyugati csücskén, Kelet-Timor és Pápua Új-Guinea szigetén lehet, továbbá az Indiai-óceán délkeleti, valamint a Csendes-óceán keleti részén az Egeenlító közelében. Részleges napfogyatkozás jóval nagyobb területen, Délkelet-Ázsiából, Ausztráliából, illetve Új-Zéland északi feléről nézve látható.

A Hold félárnyéka 11:34:23-kor érinti a Föld felszínét, a Kerguelen-szigetektől 1100 kilométerre északkeletre. Fokozatosan betéri az Indiai-óceán délkeleti részét és Ausztrália nyugati részét. Az antiumbra 2:37:04-kor vetül a Föld felszínére közel 400 kilométerre a Kerguelén-szigetektől nyugatra. A gyűrűs fázis majdnem 6 másodperc (!) tart, a Nap a horizonton áll. Az antiumbra mindössze 6 km széles, és ekkor még 220 km/s sebességgel száguld északkelet felé. Elkerüli a Kerguelen-szigeteket – csak 140 km hiányzik – és a Hold árnyékkúpja 2:37:45-kor eléri a vízfelületet. E pillanatban a Nap 6° magasan van, a Hold egy pillanatra teljesen eltakarja a Napot, és innentől kezdve már teljes napfogyatkozás látható a fogyatkozás nyomvonalán. Közél egy órán át csak az óceán vizeit borítja árnyékba a Hold, majd 3:28:48-kor az Exmouth-félszigetnél eléri Ausztrália földjét. A Nap 23° magasan van a látóhatár felett, a teljesség majdnem egy percig tart. Az árnyékkúp 41 km széles, és 780 m/s sebességgel halad. Még néhány szigetet útba ejt a fogyatkozás nyomvonala, majd továbbhalad a Timor-tengeren keresztül. A fogyatkozás maximuma 4:16:45-kor következik be. E pillanatban az árnyék Kelet-Timortól délre halad, a totalitás hossza 1 perc 17 másodperc, a Nap 67° magasan van, az árnyék 49 km széles és 602 m/s „lassan” halad. Három perccel később eléri Kelet-Timort, átsuhan a keleti részén, hogy azután keresztülvágjon a Banda-tengeren, és 4:45:10-kor Pápua Új-Guinea földjére ér. Röpké 12 perc alatt szeli át a szigetet, 4:57:40-kor hagyja el a szárazföldet. A teljesség 1 perc 4 másodpercig tart, a Nap 57° magasan áll, az árnyékkúp 45 km széles

és 650 m/s sebességre gyorsul. Továbbhalad kelet felé a Csendes-óceán vizein, éppen elkerüli délre Kosrae szigetét (5:49:24-kor). Az árnyékkúp átvág a Marshall-szigeteken, ahol 5:54:34-kor ismét váltás következik, mostantól ismét gyűrűs napfogyatkozás látható a nyomvonalon. E pillanatban a Nap már csak 11° magasan van a látóhatár felett, a Hold egy pillanatra kitakarja a napkorongot, az árnyék pontja 4,5 km/s sebességgel száguld keletnek. Az antiumbra 5:56:42-kor hagyja el a Föld felszínét, a Howland-szigettől 350 kilométerre északnyugatra. A látóhatáron lévő Nap 11 másodpercig látszik gyűrű alakúnak. A félárnyék 6:59:21-kor távozik a bolygónkról, a Rongelap-atoll mellett.

A Nap és a Hold párosa a Kos csillagkép délnyugati sarkában tartózkodik, a Hold felszálló csomópontja közelében. A Nap látszó mérete átlagos, átmérője $31,85'$. A Hold négy napja volt földközlemben, így látszó mérete átlagos, $31,79'$. A kettő különbsége elég kicsiny, $3,6''$. Ezért lehetséges, hogy a Föld gömbje „aladomborul” az árnyékkúpnak, és az elérheti a felszín – még-hozzá a jelenség majdnem teljes időtartamában.

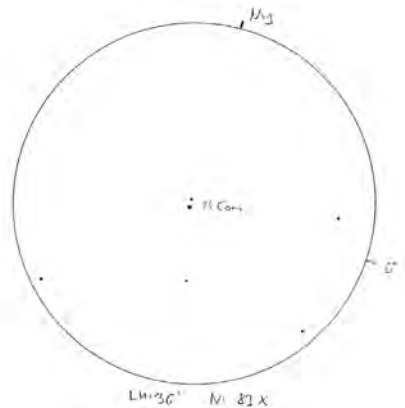
A Jupiter elég fényes ahhoz, hogy könnyen látni lehessen 6° -kal nyugatra. A Merkúr közel 16° -ra keletre tartózkodik, de viszonylag halvány a növekvő sarlója. A fényes Vénusz 40° -ra keletre könnyen látható, felette a vörös Aldebaran. A Mars az északkeleti látóhatár közelében tartózkodik, a fényes látóhatár miatt nem látható. A Szaturnusz 55° -ra nyugatra van, de szintén a fényes látóhatár miatt nehéz megfigyelni. A keleti irányban látható fényes – nekünk téli – csillagképek főcsillagai bizonyosan megpillanthatóak.

Ez a fogyatkozás a 129-es Szárosz-család 52. napfogyatkozása a 80-ból.

24 Comae Berenices

Áprilisi esteken a Coma Berenices csillagképet magasan, a zenit táján észlelhetjük. Egyik szabad szemmel is látható csillaga a 24 Com ($5,1^m$), amely a távcsöbe tekintve eltérő színű kettőscsillaggá bomlik (WDS 12351+1823, STF 1657). Hármas fizikai rendszer, amelynek főcsillaga K0II-III színképtípusba tartozó, a Napnál 173-szor nagyobb luminozitású óriás. Kísérője tőle $20,2''$ -re található spektroszkópiai kettős 272° (nyugat) irányban. Az A9V színképtípusú csillag(pár) fényessége $6,3^m$, keringési periódusa mindössze 7,3 nap. Az AB tagokról közös sajátmozgásuk alapján feltételezik, hogy fizikai kapcsolatban állnak, egymástól mért távolságuk megközelítőleg 1400 CSE.

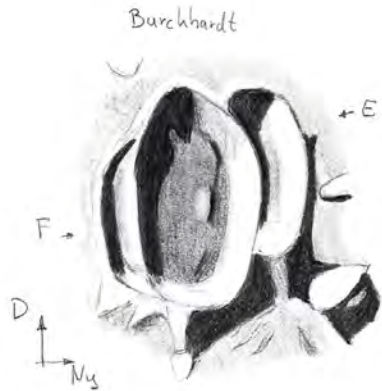
A rendszer különlegességét a csillagok eltérő színe adja. Az élete végén járó sárga színű főcsillag mellett kis távcsövekkel is könnyen észlelhető kékesfehér kísérő impozáns látványt nyújt.



A 24 Comae Berenices Görgei Zoltán 2020-ban készült rajzán (90/1000 L)

A Burckhardt-kráter

A holdkráterek olyanok, mint az emberi arc, nincs belőlük két egyforma. Ha csak a száraz adatokat nézzük, az imbriumi korú (3,85–3,32 milliárd év) Burckhardt, a maga 57 km átmérőjével, egyike lehetne a sok száz hasonló, kissé romos megjelenésű komplex krátereknek, de a helyzet nem ez. Kráterünk kifejezetten mókás megjelenésű, mivel keleten és nyugaton két kisebb krátert gyűrt maga alá, emiatt úgy néz ki, mint egy fej, két hatalmas füllel. A Burckhardt a holdkorong északkeleti pereméhez közel, a Mare Crisiumtól északra, a hatalmas, 126 km-es Cleomedes és a 86 km-es Geminus között fekszik. Szelenografikus koordinátái: é. sz. 31,1°, k. h. 56,5°. Egyedi megjelenése miatt megtalálása nem okozhat gondot, mert azonnal magára vonja az észlelő figyelmét. Kráterünk már a legkisebb műszerrel, sőt akár már egy binokulárral is megfigyelhető. Ernest H. Cherrington a *The Exploring the Moon Through Binoculars and Small Telescopes* című 1984-ben kiadott könyvében a következőket írja a Burckhardt-ról, a 16–17 napos, tehát már a fogyó fázisba lépett holdkorongot bemutató fejzetben: „A Cleomedes és a Geminus között, az előzőhöz kissé közelebb, sötét és fényes falaival jól látható a kisebb Burchkhard. A 27×34 mérföldes, 15900 láb mélységű és az első osztályba tartozó szabálytalan kráter úgy tűnik, hogy két, a Burckhardtnál valamivel kisebb, egymással érintkező kráter tetején keletkezett. Kiváló légköri feltételek mellett jól látható, hogy a kráterek falainak nagyjából a felét eltüntette, aminek köszönhetően egy hatalmas fülekkel megáldott arc benyomását kelti. Sok példát látunk arra, hogy kisebb kráterek tarkítják öregebb kráterek talajait és falait, de arra már keveset, hogy nagyobbak hatoljanak kisebbekbe.” A két fület alkotó F és E-kráteren kívül már egy kisebb távcső is megmutatja a Burckhardt kissé nyugatra toldott központi csúcsát, valamint a csúcstól déli irányba induló, a sáncal koncentrikusan elhelyezkedő omlásnyomot.

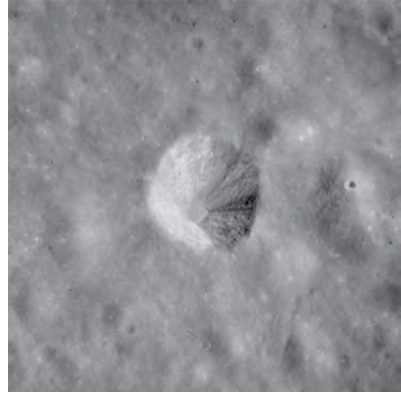


A Burckhardt-kráter a maga alá gyűrt E és F-kráterekkel összetéveszthetetlen formációt alkot. A rajzot Görgei Zoltán készítette a 90/1000-es refraktorával, 250x-es nagyítással

A Joy-kráter

Kicsiny, mindössze 6 km átmérőjű, 1000 méter mélységű gödörkráter a Montes Apenninus északkeleti lankáin. Szelenografikus koordinátái: é. sz. 25,0°, k. h. 6,6°. Parányi mérete miatt azt hihetnénk, hogy nehéz megtalálni, de valójában nem ez a helyzet, mert a környéken nincs egyetlen valamire való kráter sem, ráadásul a holdbeli Apenninus ezen részén már csak néhány alacsonyabb dombot találunk. A Joy-t is magában foglaló terület inkább csak egy érdebb felületű felföldnek tűnik. Az egyik legjobb azonosítási útvonal, ha kiindulópontnak a

22 km-es Conon-krátert választjuk, majd északkelet felé haladunk a 10,6 km-es Aratusig. Gondolatban kössük össze ezt a két krátert, majd hosszabbítsuk meg északkelet felé és haladjunk csaknem egy Conon–Aratus-távolságot, egészen addig, amíg egy kicsiny, éles peremű kráterig nem jutunk. Ez a Joy-kráter. Mit láthatunk távcsöveinkkel ebből a kis kráterből? Nem sokat, mert a holdfelszínén a 6 km-es átmérő csak kicsivel több mint 3"-es szögátmérőt jelent. Nagyobb műszerek megmutatják, hogy a kráter alakja kissé szögletes, de ezen kívül ne számítsunk sok részletre. Az Apollo–15 felvételén a Joy egészen friss kráter benyomását kelti, még a sugársávrendszere is jól látszik ami érthető, mert a források copernicusi kort (1,1 milliárd évvel ezelőtől napjainkig) adnak a keletkezésére. A copernicusi kráterek sugársávjait a kozmikus erózió – ami a napszél és a szüntelen mikrometeorit-bombázás együttes hatása – még nem tüntette el, így ezek a kráterek még teleholdnál is jól látszanak.



A mindössze 6 kilométeres Joy-kráter az Apollo–15 felvételén

A Purbach-kráter

Hatalmas romkráter a Dinsmore Alter (1888–1968) amerikai holdkutató által Nagy Félsgizetnek nevezett felföldön, ami a Hold déli krátermezéjének északi meghosszabbításaként is felfogható. Szelenografikus koordinátái: d. sz. 25,5°, ny. h. 1,9°. Átmérője 118 km, mélysége 2980 méter. A holdkorongon elfoglalt helyének köszönhetően kiválóan megfigyelhető, és akár már a legkisebb műszerekkel is sok részletre számíthatunk. Az első, ami azonnal feltűnik, a romos kráterfalak. Tipikus jellemzője ez a pre-nectari korban (4,45–3,92 milliárd évvel ezelőtt) született krátereknek. A másik, amit észrevehetünk, az északnyugati sánca behatoló Purbach G, ez a 27 km-es, vízcepp alakú másodlagos kráter, ami egyfajta határozóbélyege a kráterünknek. Maga a G-kráter is igen idős, feltöltött aljának déli részén egy kicsiny, névtelen krátert láthatunk. Ami a többi szatellitkrátert illeti, a kráter közepétől kissé délre találjuk a 8 km-es A jelű fiatal gödörkrátert, tőle északra pedig a nehezen értelmezhető W jelű fantomkrátert. Ami kissé zavarossá teszi a képet, az az, hogy a W meglehetősen masszív keleti fala éppen ott van,



A Purbach a kép közepén található feltöltött aljú, romos falú kráter. Ezt a felvételt Csabai István készítette a Celestron C 14-es távcsövével és ASI 178MM-kamerájával, 2019. október 20-án, fogyó fázisnál.

ahol a Purbach központi csúcának kellene lennie. De a kép csak zavarosabb lesz, ahogy továbbhaladunk észak felé, ahol az összefüggő falak kaotikus elrendezést mutatnak. Úgy tűnik, hogy egyre nehezebb kibogozni, hogy melyik falszakasz melyik kráterhez tartozhatott, mert az imbriumi törmelék alaposan átrendezte az eredeti képet. A Purbach aljzatának nyugati részén fura vetődés látszik. Itt a felszín határozottan megsüllyedt, ráadásul ez a vetődés nem maradt a Purbach falain belül, mert észak felé kilép a falakon (azok is megsüllyedtek), majd a G-krátertől kissé keletre enyhe ívben továbbhalad, és csak a Thebit-kráter déli sánca közelében ér véget. A Purbach keleti fele sokkal simább a nyugatinál. Itt két betűvel jelölt, kicsiny parazitakráterert találunk és legalább négy jelöletlent. A jelöltek közül a könnyebb, tehát a kisebb távcsővel is megfigyelhető, az 5 km-es T-kráter, az északkeleti szélén fekszik. A nehezebben látzó, a Purbach közepéhez közelebb fekvő az X, valójában ikerkráter.

Évfordulók

250 éve született Johann Karl Burckhardt

Johann Karl (később már francia állampolgárként Jean-Charles) Burckhardt 1773. április 30-án született Lipcsében. Szülővárosában végezte tanulmányait, majd a Zách János Ferenc (1754–1832) által vezetett seebergi obszervatóriumban dolgozott. Zách ajánlatára került 1797-ben Franciaországba, az École Militaire csillagvizsgálójához. 1799-ben kapta meg a francia állampolgárságot, és a *Bureau des Longitudes* munkatársa lett. Ő fordította németre Laplace égi mechanikáját (*Mechanik des Himmels*, Berlin: La Garde, 1800–1802).



Fő működési területe az égi mechanika volt. Első nevezetes munkája az 1770. évi üstökös pályaszámítása volt (*Mémoire sur l'orbite de la comète de 1770* (1), *Mémoires de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut National de France* 7, 1–65, 1806). Számos cikket jelent meg a francia csillagászati évkönyvben (*Connaissance des Temps, ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs*) változatos témákban. Legtöbbet továbbra is az üstökösökről írt, például Georg Samuel Doerffel (1643–1688) és Johannes Hevelius (1611–1687) üstökösökkel kapcsolatos munkájáról (*Sur les Découvertes que Doerffel et Hevelius ont faites dans le théorie des comètes, Connaissance des Temps... pour l'an 1810*, Paris, 1808, pp. 329–331), és ezen égitestek parabolikus pályájáról (*Nouvelle Table générale du mouvement parabolique des Comètes, Connaissance des Temps... pour l'an 1818*, Paris, 1815, pp. 319–339). Táblázatokat számolt ki és publikált 36 fundamentális csillag aberrációjáról, nutációjáról és precessziójáról (*Tables d'aberration, de nutation et*

de précession pour les 36 étoiles dont les astronomes se servent le plus souvent, *Connaissance des Temps... pour l'an 1812*, Paris, 1810, pp. 298–314).

Holdtáblázatai könyvként jelentek meg (*Tables de la Lune*, Paris, 1912). Tittel Pál 1815-ben vásárolt belőle egy példányt, ami halála után a Gellérthegy Csillagda könyvtárába került, onnan pedig a Svábhegyi Csillagvizsgálóba, ahol ma is megtalálható. E táblázatok évtizedekig népszerűek voltak, csak a 19. század második felében váltották fel Peter Andreas Hansen (1795–1874) holdtáblázatai.

Burckhardt 1825. június 25-én hunyt el Párizsban. Emlékét a róla elnevezett holdkráter is őrzi.

50 éve hunyt el Alfred H. Joy

Alfred Harrison Joy 1882. szeptember 23-án született az Illinois állambeli Greenville-ben. Egyetemi tanulmányait a Greenville College-ban, majd az ohioi Oberlin College-ban végezte. Első munkahelye Bejrútban volt, ahol az Amerikai Egyetemen tanított, csillagászati munkát pedig a szünidők alatt végzett. 1915-ben hazatért, és a Mount Wilson Observatory munkatársa lett, innen is vonult nyugalomba 1948-ban. 1973. április 18-án halt meg Pasadenában.

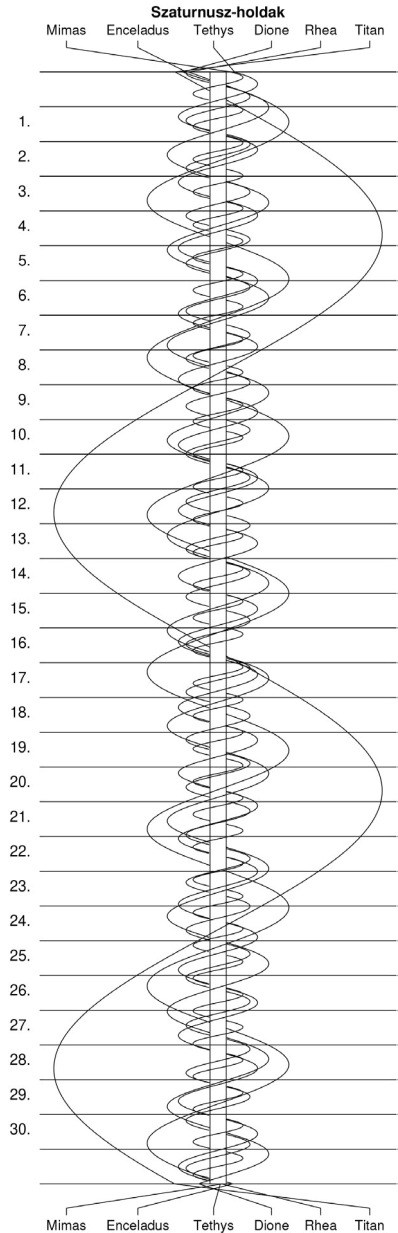
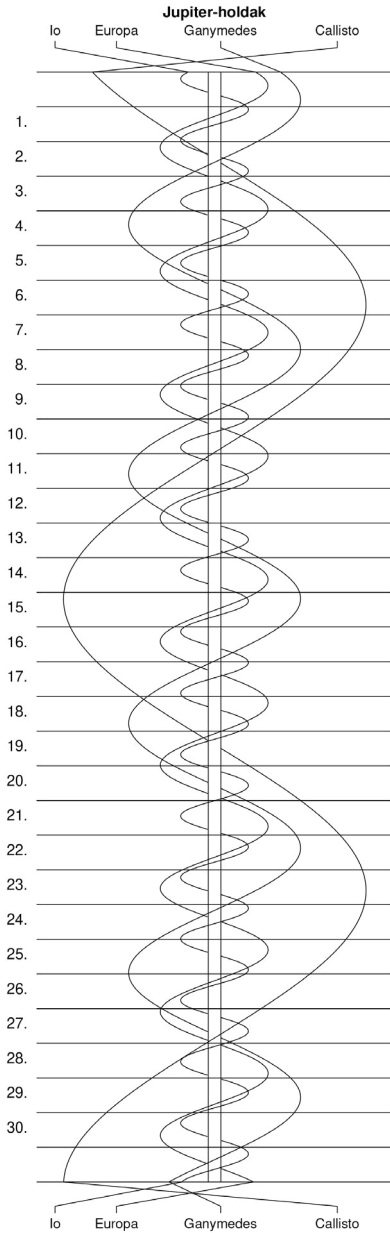
Joy csillagászati munkája parallaxismérésekkel kezdődött. 1917-ben jelent meg 17 csillag parallaxisáról írt rövid cikke (Oliver J. Lee és Alfred H. Joy: Parallaxis of Seventeen Stars, *Publications of the Yerkes Observatory* 4, 29–40, 1917). Ugyanebben az évben Walter S. Adams-szel publikált katalógusa már 500 csillagot tartalmazott (The Luminosities and Parallaxes of Five Hundred Stars, *The Astrophysical Journal* 46, 313–339, 1917). Ezután már főleg spektroszkópiával foglalkozott, azon belül is változócsillagok színképi vizsgálataival. A Mira Cetivel kezdte (W. S. Adams, A. H. Joy: Note on the Spectrum of α Ceti, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 29, 112–113, 1917; W. S. Adams, A. H. Joy: The Spectrum of α Ceti Near Minimum of Light, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 33, 107–110, 1921).

Hosszasan foglalkozott a cefeidákkal. 128 ilyen típusú változócsillag radiálissebesség-görbéjét publikálta 1937-ben (A. H. Joy: Radial Velocities of Cepheid Variable Stars, *The Astrophysical Journal* 86, 363–436, 1937). Két évvel később már 156 cefeida radiálissebesség-méréseit használta a galaktikus rotáció és az interstelláris abszorpció meghatározására (A. H. Joy: Rotation Effects, Interstellar Absorption and Certain Dynamical Constants of the Galaxy Determined from Cepheid Variables, *The Astrophysical Journal* 89, 356–376, 1939). Hasonlóan alapvető fontosságú volt saját idejében az RV Tauri változók spektroszkópiájáról írt cikke (A. H. Joy: The Semiregular Variable Stars of the RV Tauri and Related Classes, *The Astrophysical Journal* 115, 25–41, 1952).



Joy nem csak pulzáló változókat észlelt. Fontos cikkei jelentek meg a T Tauri csillagokról (A. H. Joy: T Tauri Variable Stars, *The Astrophysical Journal* 102, 168-195, 1945), majd a törpenóvákról is. Az 1960-as években megjelent *Stars and Stellar Systems* című kézikönyvsorozat hatodik kötetében ő írta a törpe változócsillagok spektroszkópiájáról szóló összefoglalást (A. H. Joy: Spectra of Dwarf Variable Stars, in *Stellar Atmospheres*, szerk. Jesse L. Greenstein, Univ. of Chicago Press, 1960, pp. 653–675).

1949 és 1952 között az American Astronomical Society, 1931–1933 és 1939–1941 között az Astronomical Society of the Pacific elnöke volt. Megválasztották a Royal Astronomical Society külföldi tagjának. Róla nevezték el a (11769) Alfredjoy kisbolygót.



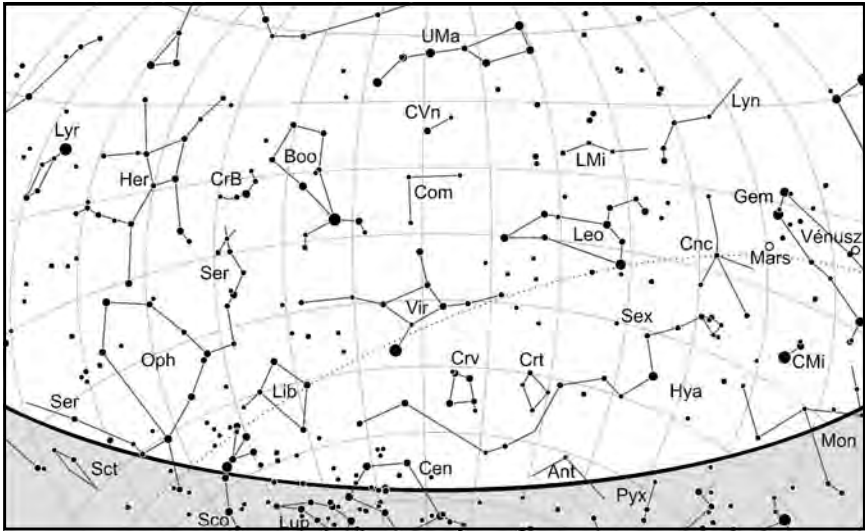
4

dátum	Nap					Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
18. hét									
1. h 121.	4 27	11 41	18 55	57,6	2,8	14 11	20 52	3 03	
2. k 122.	4 26	11 41	18 57	57,9	2,9	15 20	21 33	3 18	
3. sz 123.	4 24	11 41	18 58	58,2	3,0	16 30	22 16	3 33	
4. cs 124.	4 22	11 40	18 59	58,5	3,1	17 43	23 01	3 49	
5. p 125.	4 21	11 40	19 01	58,8	3,2	19 00	23 50	4 07	○ 18 36
6. sz 126.	4 19	11 40	19 02	59,0	3,3	20 20	–	4 29	
7. v 127.	4 18	11 40	19 03	59,3	3,4	21 40	0 43	4 58	
19. hét									
8. h 128.	4 16	11 40	19 05	59,6	3,5	22 54	1 41	5 37	
9. k 129.	4 15	11 40	19 06	59,9	3,5	23 56	2 43	6 30	
10. sz 130.	4 14	11 40	19 07	60,1	3,6	–	3 46	7 38	
11. cs 131.	4 12	11 40	19 09	60,4	3,6	0 44	4 47	8 57	
12. p 132.	4 11	11 40	19 10	60,6	3,6	1 19	5 45	10 20	● 15 29
13. sz 133.	4 09	11 40	19 11	60,9	3,6	1 45	6 38	11 43	
14. v 134.	4 08	11 40	19 13	61,1	3,6	2 07	7 28	13 03	
20. hét									
15. h 135.	4 07	11 40	19 14	61,4	3,6	2 25	8 16	14 21	
16. k 136.	4 06	11 40	19 15	61,6	3,6	2 42	9 03	15 39	
17. sz 137.	4 04	11 40	19 16	61,8	3,6	2 59	9 49	16 56	
18. cs 138.	4 03	11 40	19 18	62,0	3,6	3 18	10 37	18 13	
19. p 139.	4 02	11 40	19 19	62,3	3,5	3 40	11 27	19 29	● 16 55
20. sz 140.	4 01	11 40	19 20	62,5	3,5	4 08	12 19	20 43	
21. v 141.	4 00	11 40	19 21	62,7	3,4	4 43	13 12	21 50	
21. hét									
22. h 142.	3 59	11 40	19 22	62,9	3,4	5 28	14 06	22 45	
23. k 143.	3 58	11 40	19 24	63,1	3,3	6 22	14 59	23 30	
24. sz 144.	3 57	11 40	19 25	63,3	3,2	7 25	15 50	–	
25. cs 145.	3 56	11 41	19 26	63,5	3,1	8 31	16 37	0 04	
26. p 146.	3 55	11 41	19 27	63,6	3,0	9 40	17 22	0 30	
27. sz 147.	3 54	11 41	19 28	63,8	2,9	10 47	18 05	0 51	● 16 23
28. v 148.	3 53	11 41	19 29	64,0	2,8	11 55	18 46	1 08	
22. hét									
29. h 149.	3 53	11 41	19 30	64,1	2,7	13 02	19 27	1 23	
30. k 150.	3 52	11 41	19 31	64,3	2,5	14 10	20 08	1 38	
31. sz 151.	3 51	11 41	19 32	64,4	2,4	15 22	20 52	1 53	

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
18. hét			
1.	2 460 066	14 34 40	<i>Amunka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 460 067	14 38 37	Zsigmond, Ráhel
3.	2 460 068	14 42 34	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
4.	2 460 069	14 46 30	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 460 070	14 50 27	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
6.	2 460 071	14 54 23	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 460 072	14 58 20	Gizella, Dalma
19. hét			
8.	2 460 073	15 02 16	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 460 074	15 06 13	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 460 075	15 10 09	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
11.	2 460 076	15 14 06	Ferenc, Jakab
12.	2 460 077	15 18 03	Pongrác, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
13.	2 460 078	15 21 59	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 460 079	15 25 56	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
20. hét			
15.	2 460 080	15 29 52	Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 460 081	15 33 49	Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 460 082	15 37 45	Paszkál, Andor
18.	2 460 083	15 41 42	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 460 084	15 45 38	Ivó, Milán
20.	2 460 085	15 49 35	Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 460 086	15 53 32	Konstantin, András, Mirella
21. hét			
22.	2 460 087	15 57 28	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 460 088	16 01 25	Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 460 089	16 05 21	Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia
25.	2 460 090	16 09 18	Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 460 091	16 13 14	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
27.	2 460 092	16 17 11	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 460 093	16 21 07	<i>Pünkösöd</i> ; Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
22. hét			
29.	2 460 094	16 25 04	<i>Pünkösöd</i> ; Magdolna, Mária
30.	2 460 095	16 29 01	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 460 096	16 32 57	Angéla, Petronella, Mária, Matild



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

Bolygók

Merkúr: 1-én alsó együttállásban van a Nappal. Megfigyelésre alkalmas helyzetbe 15-e után kerül, de ekkor is csak fél órával kel a Nap előtt. 29-én van legnagyobb nyugati kitérésben, $24,9^\circ$ -ra a Naptól. Megfigyelése ekkor is nehéz, csak háromnegyed órával kel a Nap előtt.

Vénusz: Továbbra is hosszan ragyog az éjszaka első felében a nyugati égen. A hónap elején éjfél körül nyugszik. A hónap végére, az ekliptika látóhatárral bezárt szögének fokozatos csökkenése miatt, láthatóságának hossza csökkenni kezd. Ekkor a Nap után három és fél órával nyugszik. Fényessége $-4,1^m$ -ről $-4,4^m$ -ra, átmérője $17,0''$ -ről $22,4''$ -re nő, fázisa $0,67$ -ről $0,52$ -ra csökken.

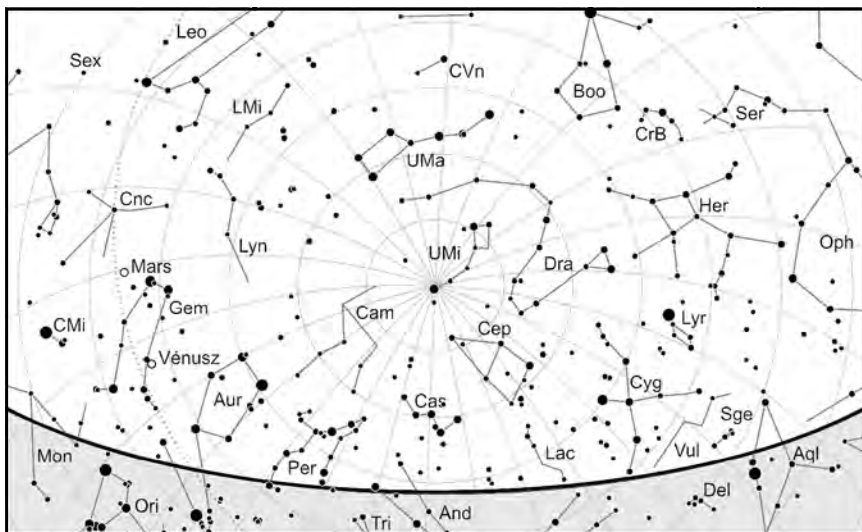
Mars: Előretartó mozgást végez az Ikrek, majd 17-étől a Rák csillagképben. Az éjszaka első felében látszik a nyugati látóhatár közelében, éjfél körül nyugszik. Vörös fénye megkönnyíti a felkeresését. Fényessége $1,3^m$ -ről $1,6^m$ -ra, látszó átmérője $5,4''$ -ről $4,7''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Halak, majd 19-étől a Kos csillagképben. A hónap első felében elvész a napkelte fényében, 15-e után láthatósága gyorsan javul. A hónap végén már jól látható napkelte előtt a keleti égen. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: A Vízöntő csillagképben figyelhető meg, előretartó mozgása a hónap végén lassulni kezd. Hajnalban figyelhető meg alacsonyan a délkeleti égen. Fényessége $0,9^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. 9-én együttállásban van a Nappal. A hónap során nem figyelhető meg a Nap közelsége miatt.

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
05.01	23:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
05.06		Az Éta Aquaridák meteorraj maximuma (ZHR=25)
05.11	4:59	A Hold földközlelben (369 333 km, látszó átmérő 31,52')
05.13	2:12	A Szaturnusz 8,5 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 44,4%-os, csökkenő holdfázis)
05.17	15:33	A Jupiter 24'-cel délre a Holdtól (Pisces csillagkép, 5,1%-os, csökkenő holdfázis)
05.18	2:24	37 óra 29 perces holdsarló 1 fok magasan a hajnali égen
05.20	18:43	26 óra 50 perces holdsarló 5,5 fok magasan az esti égen
05.23	12:08	A Vénusz 2 fokkal délre a Holdtól (Taurus csillagkép, 14,6%-os, növekvő holdfázis)
05.24	19:42	A Mars 3 fokkal délre a Holdtól (Cancer csillagkép, 23,9%-os, növekvő holdfázis)
05.26	1:40	A Hold földtávolban (404 517 km, látszó átmérő 29,54')
05.29	6:00	A Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (25°)

Együttállások

- Május 4. 01:30 UT: A telihold ($-12,2^m$, 96,8%) peremétől $2,4^\circ$ -kal délkeletre a Spica (α Vir, $1,0^m$), a délnyugati horizont felett 10° -kal.
- Május 9. 19:30 UT: A Vénusz ($-4,2^m$, 63%) az M35 nyílthalmaz ($5,1^m$) központjától $1,7^\circ$ -ra északra, a horizont felett 20° -kal.
- Május 16. 20:00 UT: A Vénusz ($-4,2^m$, 59%) az ϵ Gem-től (Mebsuta, $3,0^m$) $45'$ -cel észak-északnyugatra, a horizont felett 17° -kal.
- Május 23. 19:30 UT: A Vénusz ($-4,2^m$, 56%), a Hold ($-8,1^m$, 16,5%), valamint a Pollux (β Gem, $1,2^m$) egyetlen, $7,3^\circ$ hosszú vonalban helyezkedik el. A Hold és a Vénusz $3,0^\circ$ -ra, a Hold és a Pollux $4,3^\circ$ -ra lesz egymástól. A Vénusz 22, a Hold 25, a Pollux 29° -kal lesz a horizont felett.

Félárnyékos holdfogyatkozás május 5-én

A tavaszi fogyatkozási szezon második eseménye egy nagyfokú félárnyékos holdfogyatkozás. Magyarországról nézve csak a jelenség vége látszik, a holdkelte pillanatában már túl vagyunk a maximális fázison. Az év első holdfogyatkozását teljes hosszában Afrika keleti széléről, Ázsiából és Ausztráliából lehet megfigyelni. Afrika, Európa nagy része a jelenség végét látja csak, a csendes-óceáni szigetek lakói pedig az elejét. Félárnyékos fogyatkozásról van szó, ezért nem maradunk le semmilyen látványosságról.

A félárnyék 15:13:39-kor érinti a holdkorong keleti szélét, de a gyenge kontraszt miatt ennek első jelét csak 16:30 után lehet ténylegesen észrevenni egy halvány szürkés-barnás homály formájában. A fogyatkozás maximuma 17:22:54-kor van. E pillanatban a teljes árnyék széle egészen közel van a holdkorong északi széléhez, ami annak észrevehető halványodását okozza. Ezután a félárnyék lassan levonul a holdkorongról, – ebbe a fázisba lépünk mi is be a Hold felkeltével – de jelenléte csak nagyjából 18:30-ig észlelhető. A penumbra 19:31:54-kor távozik végleg égi kísérőnk felszínéről.

A holdfogyatkozás maximuma pillanatában a penumbrális magnitúdó 0,9655, azaz a holdkorong nem merül el teljesen a félárnyékban, a déli pereme $1,145'$ -re kilóg a félárnyékból. Az északi perem $1,35'$ -cel kerül el a teljes árnyék szélét, jól észrevehető sötétedést okozva a Hold eme részén. A gyakorlatlan szem akár úgy is érezkelheti, hogy az árnyék éppen érinti a holdkorongot, de erről szó sincs.

A leszálló csomóponttól távolodó Hold a Mérleg csillagkép nyugati felén tartózkodik. Bolygó nem látszik a közelben. A Hold féluton van az Antares és a Spica között, felettük az Arcturus 38° -ra északnyugatra látszik. A fényes holdkorong miatt sem a halványabb csillagok, sem a Tejút nem látszanak.

A fogyatkozás teljes időtartama $4^h 17^m 31^s$. A Hold látszó átmérője átlagos, $31,43'$, öt és fél nap múlva lesz földközben. Az umbra átmérője $1,4178^\circ$, a félárnyéké $2,475^\circ$. A félárnyék gyűrűje így $31,72'$ vastag, a holdkorong elférne benne, de most ehhez nem merül elég mélyen a penumbrába.

Ez az esemény a 141-es Szárosz-család 24. holdfogyatkozása a 73-ból.

Észleljünk korai holdsarlókat!

Magyarországon több évtizedes hagyománya van a korai holdsarló észlelésének. Az amatőrcsillagászaton belül ezt az észlelési területet Joseph Ashbrook hívta életre 1971-ben az USA-ban, majd az 1980-as években honosodott meg hazánkban is.

A program célja, a holdsarló szabadszemes megpillantása a lehető legközelebb az újhold elméleti időpontjához képest. A feladat látszólag egyszerű, ám a gyakorlatban sok akadályozó tényező közbeszólhat: rossz légköri kondíciók, a Hold halványasága, nem megfelelő észleléstechnika. Az igazi holdsarlóvadások előre készülnek a jelenség észlelésére, hogy abban a rövidke észlelési ablakban már rutinszerűen menjen minden, ne csússzon be semmi hiba. Megesik, hogy ez a bizonyos észlelési ablak csupán 1–2 percig van nyitva! Általánosságban érvényes, hogy a holdsarlók elsősorban akkor láthatóak jól, ha a Hold északabbra található a Napnál. Ez az eltérés maximum 5° körüli lehet, és nagyban befolyásolja a megfigyelhetőséget. Télen és tavasszal az esti, nyáron és ősszel a hajnali égen látható holdsarlókat érdemes észlelni. Ennek oka az, hogy az ekliptika horizonttal bezárt szöge ilyenkor a legnagyobb, tehát a Hold néhány fokkal északabbra van, mint a Nap. Ugyanolyan szögtávolság mellett sokkal később nyugszik vagy sokkal korábban kel. Emiatt az észlelési ablak hosszabbodik, esélyünk lehet vékonyabb sarlókat is megpillantani. Esti holdsarlóknál törekedni kell a lehető legkorábbi megpillantásra, hajnali sarlóknál pedig a lehető legtovább szemmel kell tartani a kis ívet.

Ugyancsak lényeges szempont a légkör állapota: a nyugodt légkör mellett a legfontosabb paraméter a jó átlátszóság. Erre azért van szükség, hogy a lehető legnagyobb fényességkontaszt alakulhasson ki az égi háttér és a sarló íve között. A kereséshez a legjobb választás egy binokulár (7×50, 10×50), és a sarló alapos szemügyre vételéhez is az egyik legjobb módszer. De vigyázzunk: a szabadszemes megpillantás számít csak pozitív észlelésnek! Természetesen a csak távcsővel látott észleléseket is küldjük be! Távcsővel akár 13–14 órás holdsarlók is láthatóak, és az egyes peremközeli alakzatok azonosítására is van esély, ám ez nem könnyű feladat. Azzal is számolhatunk, hogy mennél inkább közeledünk az újholdhoz, a Hold íve egyre töredezettebb lesz. 24 óránál fiatalabb vagy idősebb észleléseknél a sarló sokszor már nem egységes ívként mutatkozik: szakadások és fényes részek váltogatják egymást. Ezek a részletek mindig egyediek. Ha sikerrel járunk, jegyezzük fel a következőket: az észlelő neve, az észlelés helye, időadatok (UT-ban), az első vagy utolsó szabadszemes megpillantás időpontja (UT-ban), és készítsünk leírást a sarló látványáról, a változásokról. A megfigyeléshez nem szükségesek bonyolult eszközök, csupán egy binokulár, írószersz és egy óra. Ha számunkra „be nem járatott” észlelőhelyen vagyunk kénytelenek a holdsarlókeresést végezni, esetleg jól jöhet egy iránytű.

A korai holdsarló megfigyelésének varázsát az adja, hogy nem garantált a siker, az észlelést nem lehet megismételni. Minden alkalom egyedi, nincs két egyforma reggel vagy este, két ugyanolyan holdsarló. Azonfelül, hogy érdekes látványban lehet részünk, nagyon jó kikapcsolódás ez az észlelési terület. A szürkületi égbolt látványa, a nyugodt percek épp úgy pozitívan hatnak, mint egy megtalált holdsarló.

Az észleléseket elsősorban az MCSE észlelésfeltöltőjére töltsük fel (eszlelesek.mcse.hu), a Hold rovatba. Lehetőleg legyen benne a címben a „holdsarló” szó, hogy könnyen összesíthesse a rovatvezető ezeket. Jelenleg már 800-hoz közelít a magyarországi pozitív megfigyelések száma.

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

Üstökösök

81P/Wild

A hónap elején még csak az éjszaka második felében, a hónap végén már egész éjszaka megfigyelhető. A Nyilas északnyugati részétől gyorsulva halad nyugati irányba a Kigyótartó délkeleti oldala felé. A Naptól folyamatosan távolodó üstökös földközelpontját május 20-án éri el, 1,22 CSE-re. A Naptól való távolodása miatt aktivitása és ezért fényessége is csökkenni fog, utóbbi várhatóan 0,5-1 magnitúdót. Várható fényessége 12,5^m körül alakul, vizuálisan inkább a közepes (15–25 cm átmérőjű) távcsövekkel érdemes próbálkozni.

Május elsején 1,5°-kal kelet-északkeleti irányban lesz az M23 (5,5^m, átmérő: 25') nyílthalmaztól. Ezt követően a Tejút csillagokkal telehintett vidékén halad homályos foltként. Érdemes egy éjszaka többször is felkeresni, hogy az azonosításban biztosak lehessünk.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.01.	17 51 17	-18 24 23	1,244	2,058	131,9	12,2
05.05.	17 50 10	-18 21 16	1,233	2,080	136,1	12,2
05.09.	17 48 28	-18 18 40	1,225	2,103	140,3	12,3
05.13.	17 46 14	-18 16 35	1,219	2,125	144,6	12,3
05.17.	17 43 30	-18 15 03	1,217	2,148	149,1	12,4
05.21.	17 40 21	-18 14 05	1,217	2,171	153,6	12,5
05.25.	17 36 50	-18 13 41	1,221	2,194	158,2	12,6
05.29.	17 33 04	-18 13 49	1,228	2,217	162,8	12,6

C/2019 U5 (PANSTARRS)

Napnyugta után észlelhető. A Naptól és a Földtől is távolodó kométa az Oroszlán csillagkép legdélebbi régiójából halad nyugatra a Szextáns közepe felé. A hónap elejére jelzett 12,5^m-s fényessége várhatóan 0,5^m-t fog csökkenni. 8-án az esti órákban nagyobb átmérőjű távcsövel fotografikusan megörökíthető az üstököstől 5'-cel északkeletre levő (1575) Winifred kisbolygó, ami ekkor 15,5^m-s lesz.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.01.	10 56 06	-02 57 42	2,953	3,636	125,9	12,5
05.05.	10 50 48	-03 10 06	3,018	3,639	120,8	12,5
05.09.	10 45 59	-03 23 07	3,086	3,642	116,0	12,6
05.13.	10 41 40	-03 36 49	3,157	3,646	111,2	12,6
05.17.	10 37 50	-03 51 14	3,230	3,650	106,6	12,7
05.21.	10 34 28	-04 06 23	3,306	3,655	102,1	12,7
05.25.	10 31 31	-04 22 21	3,382	3,660	97,8	12,8
05.29.	10 28 59	-04 39 07	3,460	3,665	93,5	12,8

237P/LINEAR

A LINEAR program 2002. június 6-án egy 18,7^m-s mozgó égitestet talált, amit kisbolygóként azonosítottak. Ugyanezt találta meg a WISE infravörös műhold 2010. június 10-én mint csillagszerű forrást 1,5'-es csóvával.

Az üstökös perihéliumpontja egy 1918-as, 0,27 CSE távolságú Jupiter-közéltés miatt került majdnem 1 CSE-nyivel közelebb a Naphoz, mint korábban. Ez a kisebb perihéliumtávolság az aktivitás növekedésével járt. 2013-ban az üstökös 0,41 CSE-re újra megközelítette a gázóriást, aminek következtében a perihéliumtávolság tovább csökkent. Ez jelenleg 2 CSE-nél közelebb van a Naphoz, és 2072-ig csak kis mértékben ingadozik ezen érték körül, amikor is a gázóriás közelében történő újabb elhaladás valamivel 2 CSE fölé emeli a perihéliumtávolságát.

A korábbinál kisebb perihéliumtávolsága miatt az üstökös aktivitása is erőteljesebb lehet, mivel központi égitestünk sugárzása a mélyebb rétegekben is elindíthatja a gázképző folyamatokat. Emiatt az üstökös fényessége meghaladhatja az előre jelzett értékeket.

A legfényesebb időszakára is csak 15 magnitúdónak jelzik az üstököst, mégis belekerült ajánlónkba, mert előző visszatérésekor fényessége elérte a 10^m -t, pedig akkor a perihélium időszakában 2,42 CSE távolságra volt a Földtől, most pedig 1,32 CSE-re lesz bolygónktól, ami majd ezt követően még csökkenni fog.

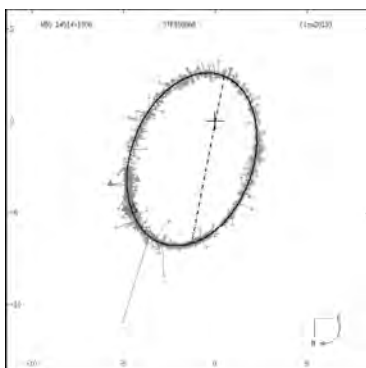
Az üstökös május elején a Nyilas északkeleti részén jár, majd északkelet felé haladva a Sas csillagképbe kerül. 6-án és 7-én kerül együttállásba az NGC 6818 (9,3^m, átmérő: 0,7') planétáris köddel.

5

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
05.01.	19 36 41	-15 08 35	1,454	1,990	106,5	15,8
05.05.	19 41 14	-14 14 18	1,415	1,989	109,1	15,7
05.09.	19 45 21	-13 18 47	1,378	1,988	111,8	15,7
05.13.	19 49 02	-12 22 14	1,343	1,987	114,5	15,6
05.17.	19 52 15	-11 24 56	1,309	1,987	117,3	15,5
05.21.	19 54 58	-10 27 09	1,276	1,988	120,1	15,5
05.25.	19 57 11	-09 29 14	1,246	1,989	123,1	15,4
05.29.	19 58 54	-08 31 30	1,217	1,990	126,1	15,4

ξ Bootis

Az Ökörhajcsár csillagkép a tavaszi égbolt jellegzetes vidéke, amely bővelkedik figyelmet érdemlő kettőscsillagokban. Közülük a ξ Bootis (WDS 14514+1906, STF 1888 AB) eltérő színeivel hívja fel magára a figyelmet. 5,3"-es szeparációja kis-közepes távcsövek népszerű célpontjává teszi. Fényességüknek köszönhetően (4,8^m és 6,9^m) fényszennyezett égbolton is remekül észlelhető páros. A narancssárga kísérő 296° (nyugat-északnyugat) irányban található a sárgán ragyogó főcsillagtól. A rendszer meglehetősen közel esik a Naphoz, távolsága mindössze 21,9, a komponensek egymáshoz viszonyított távolsága 35,5 CSE, ami nagyjából a Neptunusz és a Pluto Naptól való távolsága (30,1 és 39 CSE) közé esik.



A ξ Bootis AB pályája a „Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars” alapján

Mindkét csillag Napunkhoz hasonlóan a G színképtípusú, bár tömegük valamivel kisebb (0,88 és 0,66 naptömeg). Keringési periódusuk 151,5 év. A főcsillag BY Draconis típusú változó, fényessége 4,52^m és 4,67^m között változik, 10 napos periódussal. A csillagok rendkívül fiatalok, a rendszer korát mindössze 200 millió évre becsülik. Elméletileg létezhetnek olyan pályák a kettős rendszerben, amelyek bolygóknak is othont adhatnak. Az egyes csillagok körül ezek a pályák mintegy 3,5 CSE-re találhatóak, illetve a kettős rendszertől mérten az első stabil pozíció 108 CSE-re van, de az már messze kívül esik a csillagok lakhatósági zónáján.

A Hartwig-kráter

A 80 km átmérőjű Hartwig nem tartozik a legnépszerűbb holdi célpontok közé. Annyira nem, hogy például a vizuális holdészlelők a legtöbb esetben tudomást sem vesznek róla. Ennek oka az, hogy a Hartwig egy markáns megjelenésű, kifejezetten atraktív kráter keleti szomszédja, de olyan lepusztult, hogy egyrészt nehéz észrevenni, másrészt ha észre is vesszük, nem törődünk vele. A látványos, markáns megjelenésű alakzat a 89 km-es Schlüter, amely valóban népszerű és szép kráter, de a hozzá keletről csatlakozó Hartwig, főleg telehold előtt észelve, mintha nem is létezne, teljesen beleolvad a környezetébe. A Hartwig környéke nem csak a Schlüter miatt izgalmas. A két krátertől közvetlenül nyugatra és délre húzódik a Montes Cordillera, a Mare Orientale medencéjének a legkülső gyűrűje, aminek észlelése nem mindennapi élmény. Igaz ehhez a megfelelő megvilágítási viszonyokon túl kedvező librációs helyzet is kell, csakúgy, mint a holdkorong nyugati pereméhez közel lévő összes alakzathoz, beleértve a Hartwig



A Hartwig-kráter a Lunar Orbiter-4 felvételén. A tőle nyugatra (a kép jobb szélén) látható éles peremű kráter a Schlüter

és a Schlüter-krátereket is. A Hartwig szelenografikus koordinátái: d. sz. 6,1°, ny. h. 80,5°. Ha a fentebb említett körülmények, vagyis a librációs és a megvilágítási viszonyok jók, nem lesz nehéz megtalálnunk a Schlüter–Hartwig-párost. Induljunk el az egyébként szabad szemmel is látható Grimalditól nyugati irányba egy Grimaldi-szélességet, és máris ott vagyunk a krátereinknél. A Schlüter keleti falánál találjuk a Hartwigot, amelynek legfeljebb része a keleti sánca lesz. A Lunar Orbiter-4 felvételén jól látszik, hogy a Hartwig mennyire „megszenvetve” a Mare Orientale medencéjének létrejöttét. Az egykori komplex kráterből mára egy viharvert, törmelékkel feltöltött, sekély romkráter maradt, ami fölött könnyedén átsiklik tekintetünk. A Hartwig-kráter megfigyeléséhez kiváló időpontok 2023-ban: március 6. és április 5.

A Hind-kráter

Tipikusan olyan alakzat, amelyet, ha csak valami okból nem javasolnak, mint például 2023-ban a névadó születésének a 200. évfordulóján, nagy valószínűséggel senki sem észlel, legalábbis célzottan aligha. Nem mintha nem lenne érdekes ez a 29 km átmérőjű, 2980 méter mély kráter, de mivel a környék bővelkedik a jóval nagyobb és szebb kráterekben, az észlelő könnyen átu-gorja az ilyen és hasonló objektumokat. A Hind a Hipparchustól közvetlenül délkeletre fekszik, a hozzá hasonló megjelenésű, de valamivel nagyobb (36 km) átmérőjű Halley-kráter keleti szomszédja. Szelenografikus koordinátái: d. sz. $8,0^\circ$, k. h. $5,7^\circ$. Egy érdekes, nyugatról kelet felé haladva egyre csökkenő méretű, négy kráterből (Halley, Hind, Hipparchus C, Hipparchus L) álló kráterlánc második tagja.

Méretének és kiváló holdrajzi helyzetének köszönhetően bármekkora távcsővel megfigyelhető a Hind, de nem tartozik a legizgalmasabb holdi objektumok közé, nagy műszerekkel sem várhatunk sok részletet. A távcsőben élesnek ható kráterpereme az űrszondás felvételeken kopot-tasnak és apró kráterek sokaságával telehintettek látszik. A Hind egészen biztos, hogy az Imbrium-medencénél fiatalabb (a rendelkezésre álló források szerint az eratoszthenesi korban született), mert jól látható, hogy maga alá temet egy árkot, amelyet az Imbrium-medencét létrehozó robbanásban kirepült, majd a talajt végigszántó törmelék hozott létre. Ezt a megszakadt árkot a Hind északi és délkeleti peremén is láthatjuk. A kráter aljzatán nem találunk központi csúcsot, viszont láthatunk több dombot és az északi részen egy hatalmas omlásnyomot. Mindezek miatt a Hind meglehetősen kaotikus megjelenésű.



A Hind-kráter az Apollo-16 felvételen

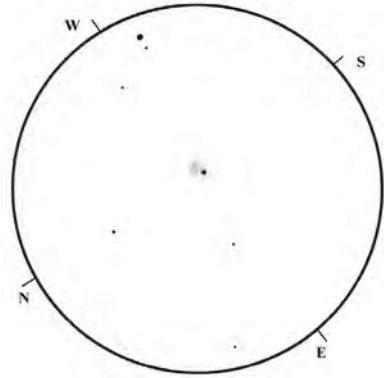
Hind változó köde

A Bika csillagkép északkeleti és középső tartományában a sűrű és jobbára átlátszatlan Taurus molekulafelhő-komplexum helyezkedik el. A Tejútban itt egy jól látható hasadék mutatkozik. A sötét felhők viszonylag közel, 450 fényévre találhatóak, emiatt látszólag hatalmas területet takarnak be, még a Plejádok ködössége is ennek a felhőnek a megvilágított részlete. Számos kisméretű reflexiós köd pettyezi a felhőt, így az IC 2087 és IC 2088 vagy a vdB 25 és vdB 27, hogy csak néhányat említsünk. A legismertebb azonban az NGC 1554–1555. Ennek közkeletű elnevezése Hind változó köde, mivel változó fényű központi csillagával (a Tauri változócsillaggal) szinkronban a fiatal csillagot körülvevő felhő fényessége is ingadozik. A 400–700 fényévre lévő Nap típusú csillag még nem került a fősorozatra, luminozitása ingadozik. A John Russell Hind által 1852 októberében felfedezett halvány köd közepes és nagy távcsövekkel is

csak akkor észlelhető, ha az égbolt elég sötét. A ködöcskét egy vizuálisan láthatatlan, legalább fél fokos területet beborító reflexiósköd-fátyol öleli körbe, amelynek rögzítése fotografikus úton is nehéz.



Hind változó köde (NGC 1554–NGC 1555) a második Palomar-hegyi égboltfelmérés (POSS2) vörös fényben felvett lemezén (20×20')



Az NGC 1554 – NGC 1555 jelzésű köd Kernya János Gábor rajzán (30,5 T, 191x, 16')

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
05	2	21	29	49.0	be	138836	7.3	91+	39	77S	128
05	8	23	25	31.3	ki	2586	6.0	87-	8	71S	257
05	10	1	22	5.2	ki	2788	6.1	78-	12	58S	235
05	21	19	4	21.4	be	844	5.8	5+	13	70N	60
05	21	19	4	21.9	be	X 75950	6.6	5+	13	70N	60
05	21	19	31	52.5	be	77343	8.8	5+	9	69N	59
05	21	19	50	3.1	be	849	6.5	5+	7	40S	130
05	22	19	40	52.3	be	78501	7.8	10+	16	27S	151
05	22	20	28	36.2	be	1013	7.0	10+	9	73N	72
05	23	19	18	43.6	be	1131	7.3	16+	27	47S	138
05	23	21	26	44.3	be	79495	8.3	17+	8	86N	92
05	24	18	35	55.9	be	80089	7.2	24+	41	41S	149
05	24	19	25	25.5	be	1251	5.9	24+	33	35S	155
05	24	19	55	54.9	be	80129	8.4	24+	28	68S	123
05	24	21	17	30.1	be	80165	7.5	25+	15	72N	83
05	25	20	26	37.1	be	80693	8.4	33+	28	73S	123
05	30	18	57	17.4	be	1855	7.2	79+	38	83N	106

Évfordulók

100 éve hunyt el Carl Ernst Albrecht Hartwig

Az S Andromedae – az első extragalaktikus szupernóva – felfedezője, Ernst Hartwig 1851. január 14-én született a Majna melletti Frankfurtban. A gimnáziumot Nürnbergben végezte, majd több európai egyetemen is tanult. 1874 és 1880 között a Strasbourgi Observatóriumban dolgozott. Az 1882. évi Vénusz-átvonulás megfigyelésére a németek több expedíciót szerveztek, az egyiknek Hartwig volt a vezetője. Ez a csapat Argentínában észlelte az átvonulást, az időjárás miatt több-kevesebb sikerrel.

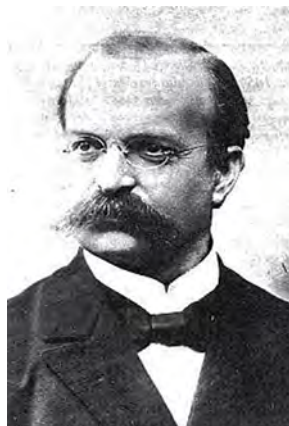
1884 és 1886 között a dorpai (ma Tartu) csillagában dolgozott. Akkor jelent meg az „új csillag” az Androméda-ködben, ami (nem meglepő módon) komoly prioritási vitákat váltott ki. Hartwig volt az első, aki közzétette a felfedezést augusztus 31-i dátummal: „Nagyon különös változás az Androméda-ködben. A csillagszerű mag 7 magnitúdós.” (Ueber eine Veränderung des grossen Andromedanebels, *Astronomische Nachrichten*, **112**, col. 245, 1885). Ennél több mint egy héttel korábban, augusztus 23-án már látta a csillagot báró Podmaniczky Gézáné, született gróf Degenfeld Bertha, de a társaságában levő Kövesligethy Radó a fényes Hold miatt nem bízott az objektum realitásában. Az utókor szemében Hartwig maradt a felfedező, bár rendszerint elismerik, hogy lehettek korábbi észlelések is.

1887-től Hartwig a Bambergi Observatórium igazgatójaként dolgozott. Számos változócsillagot és üstököst észlelt. 1918 és 1922 között Gustav Mülllerrel (1851–1925) három kötetben publikálta a változócsillagok bibliográfiáját (*Geschichte und Literatur des Lichtwechsels der bis Ende 1915 als sicher veränderlichen anerkannten Sterne I–III*). Ez a hatalmas munka ma már elképzelhetetlen segítséget nyújtott egyes csillagok észleléseinek összegyűjtésében, és még ma is hasznos lehet régi megfigyelések adatainak meglelésében. Több online változata is létezik (pl. az I. kötet: <https://bibliotekacyfrowa.pl/dlibra/publication/111478/edition/111999>).

Hartwig 1923. május 3-án halt meg Bambergben. Nevét egy kráter őrzi a Holdon és a Marson is.

200 éve született John Russell Hind

John Russell Hind angol csillagász 1823. május 12-én született Nottinghamban. 16 éves korában a Royal Greenwich Observatory kalkulátorként alkalmazta. Az 1840-es évek közepétől hosszú időn át George Bishop, egy gazdag amatőr csillagász obszervatóriumában dolgozott. 1853-ban a Nautical Almanac Office felügyelőjévé nevezték ki, a posztot 1891-ig töltötte be. 1895. december 23-án halt meg Twickenhamben (ma már London része).



Hind 10 kisbolygót fedezett fel, az első a (7) Iris volt 1847-ben (Discovery of Iris, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 7, 299, 1847). Ő vette észre a ma T Tauri néven ismert csillag fényváltozását (Auszug aus einem Schreiben des Herrn Hind an die Redaction, *Astronomische Nachrichten* 35, cols. 371–372, 1852), ezt hosszú időn át „Hind változó ködének” (Hind's Variable Nebula) nevezték. Ugyancsak ő találta meg és róla nevezték el az R Leporist „Hind karmazsincszillagának” (Discovery of a nebula and a crimson-coloured star, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 10, 141, 1850). Számos további érdekes objektum felfedezése is a nevéhez fűződik.



Hind üstökösökkel is sokat foglalkozott. Régi észlelésekből pályákat próbált számolni, és igyekezett egyes üstökösöket ugyanazon objektum más és más megjelenéseiként azonosítani. Ilyenek voltak az 1264-ben (C/1264 N1) és 1556-ban (C/1556 D1) látott üstökösök, amelyekhez Hind még a 975. évi megjelenést (X/975 P1) is megkísérelte hozzárendelni (On the Comets of 1556 and 1264, *Astronomische Nachrichten* 21, cols. 193–198, 1844). Ez a kérdés sokat foglalkoztatta Hindet, két könyvet is írt a témáról (On the Expected Return of the Great Comet of 1264 and 1556; with a History of Former Appearances, Compiled from Various Authors and Ephemerides for Facilitating Its Re-Discovery, London, 1848 és The Comet of 1556; Being Popular replies to Every-Day Questions, Referring to Its Anticipated Re-Appearance, with Some Observations on the Apprehension of Danger from Comets, London, 1857).

Munkásságát a Royal Astronomical Society aranyéremmel ismerte el, a Lalande-érmet pedig hatszor is megkapta a Francia Akadémiától. Egy holdkráter és a (1897) Hind kisbolygó van róla elnevezve. Magyarországon is számon tartott csillagász volt, 1852-ben a *Pesti Napló* ismertette életét és felfedezéseit (*Pesti Napló* 1852. szeptember 21., p. 4).

150 éve született Arthur R. Hinks

Arthur Robert Hinks, angol csillagász és geográfus 1873. május 26-án született Londonban. A Cambridge-i Egyetemen végzett, és az ottani csillagdában kezdett el dolgozni. Témája a fotografikus asztrometria volt, amelynek lehetséges hibáit nagy igyekezettel próbálta meg kideríteni és korrigálni. 1913-ban elhagyta az obszervatóriumot és a csillagászatot, a Royal Geographical Society titkára lett, ezt a pozíciót egészen 1945. április 18-án bekövetkezett haláláig betöltötte.

Legfontosabb csillagászati munkája a Nap parallaxisának nagy pontosságú meghatározása volt. Ehhez kidolgozott egy módszert, és az Eros kisbolygó több száz felvételét használta fel a számításokhoz. Az eredménye $8,806'' \pm 0,004''$ volt, ami



közel van a ma elfogadott 8,794" értékhez (Solar Parallax Papers. No. 9, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 70, 588–603, 1910).

Geográfusként főként térképészettel foglalkozott, az I. világháborús munkájáért – katonai térképek készítése – 1920-ban a Brit Birodalom Rendje (CBE) kitüntetést kapta. *Maps and Survey* című könyve sok kiadást megért, még 2014-ben is megjelent a Cambridge University Press kiadásában.

A fiatal Henry Norris Russell 1903-tól néhány éven át vele együtt dolgozott. Hinks halálakor készített nekrológiájában csak a legjobbakat tudta egykori tanáráról és kollégájáról írni, kifejtve azt a véleményét is, hogy amit a földrajz nyert Hinks munkájával, az súlyos vesztesége volt a csillagászatnak (H. N. Russell: Arthur Robert Hinks, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 106, 30–31, 1946).

600 éve született Georg von Peurbach

A középkor végének egyik legfontosabb csillagászának, Regiomontanusnak tanítója és barátja, Georg Aunpekh von Peurbach 1423. május 30-án született (legalábbis fennmaradt horoszkópja szerint) a Linztől nyugatra, az osztrák–bajor határon fekvő Peurbach városában. A bécsi egyetemen tanult, majd ott is tanított. Minden bizonnyal voltak csillagászati előadásai is, de amiről tudunk, azok a költészettel kapcsolatosak. 1454-ben és 1460-ban az Aeneasról adott elő, míg 1456-ban Juvenalis munkásságáról. V. László udvari csillagásza volt, magyarországi tartózkodásáról nincs adatunk. Életrajzírója, Pierre Gassendi szerint: „III. Frigyes császár jóakarata és nagylelkűsége, az akadémia szeretetével és barátainak kellemes társaságával együtt Bécsben maradásra készítette.”

Regiomontanusszal rendszeresen megfigyeltek nap- és holdfogyatkozásokat, ezek csak 1544-ben jelentek meg nyomtatásban (*Scripta clarissimi mathematici M. Ioannis Regiomontani, de Torqueto, Astrolabio armillari, Regula magna Ptolemaica, Báculoque Astronomico, & Obseruationibus Cometa-rum, aucta necessarijs, Ioannis Schoneri Carlostadij additionibus*, Norimbergae). Peurbach az 1456-ban feltűnt üstökösöt is észlelte (ezt nevezték el később Halley-üstökösnek), de ez a munkája kéziratban maradt egészen a 20. századig.

Legfontosabb csillagászati munkája a fogyatkozások idejének kiszámítására szolgáló *Tabulae Eclipsium* (1514-ben jelent meg Bécsben nyomtatásban). Ennek van Zrednai (Vitéz) Jánosnak dedikált kéziratosa változata, amit *Tabulae Waradiensis*nek szokás nevezni.

Másik nagyon jelentős írása a *Theoricæ novæ planetarum* (Regiomontanus nyomtatta ki először



1474 körül, Nürnbergben), ami a régi, számos hibát tartalmazó *Theorica planetarum*ot szándékozott pótolni az egyetemi oktatásban – teljes sikerrel. A 17. század közepéig ötvennél is több kiadása volt, és több kommentárt is megjelentettek hozzá. Peurbach a bolygók mozgását egy három részből álló gömbhéjban képzelte el – ez már háromdimenziós modell volt szemben az ókor és középkor kétdimenziós modelljeivel.

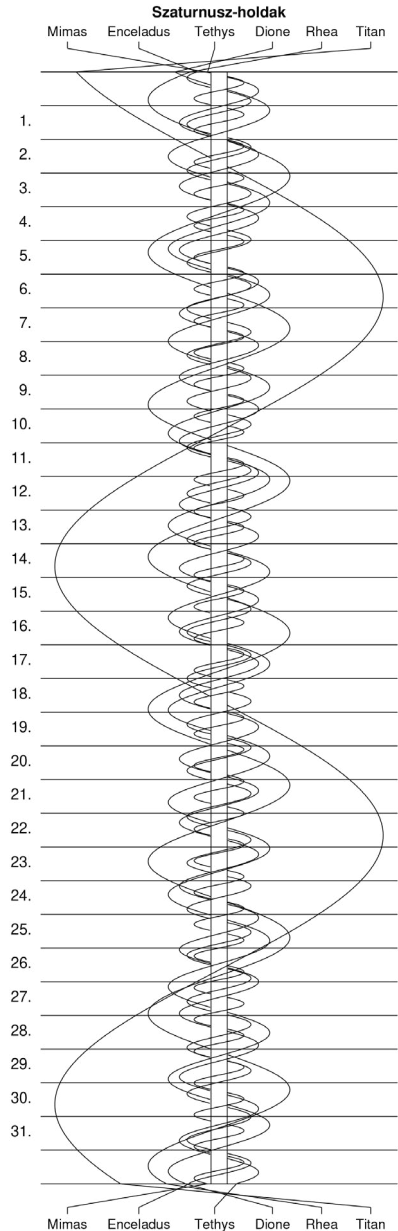
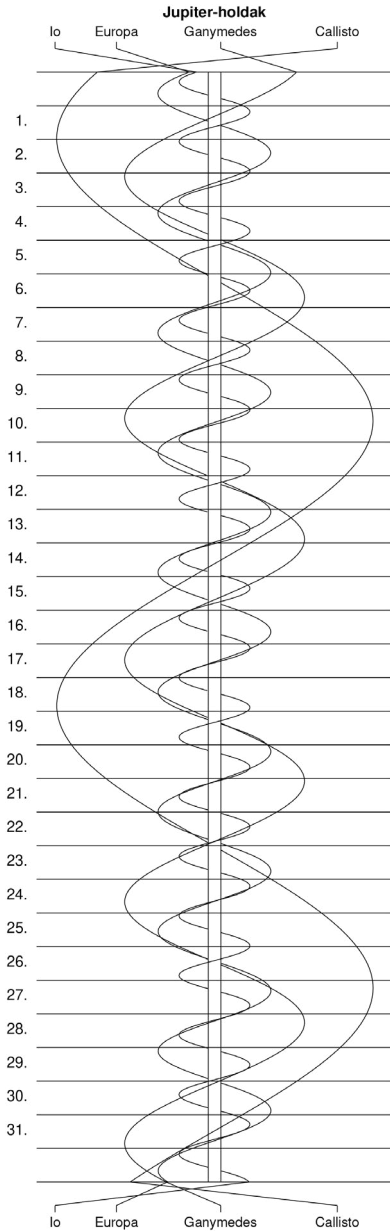
1460-ban felkérést kapott Besszarión bíborostól az *Almagest* rövidített kiadására, amelyet fel lehetne használni az oktatásban. Peurbach neki is állt a munkának, de 1461. április 8-i halála meggátolta ennek befejezésében. Hat könyvvel készült el, a többi tanítványa, Regiomontanus írta meg. Ez a könyv is sikeresnek bizonyult, Kepler és Galilei idejéig alapvető csillagászati tankönyvnek számított.

Peurbachnak ezeken kívül is számos műve maradt fent kéziratban. Közöttük található műszerek elkészítéséről és használatukról írt munkák, csillagászati táblázatok stb. Korai halála (1461. április 8., Bécs) – mindössze 38 éves volt – nagy veszteség volt a csillagászat számára. Emlékére nevezték el a (9119) Georgpeurbach kisbolygót, a Peurbach-krátert a Holdon, Linzben pedig egy gimnázium viseli a nevét.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
21	2:16,1	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



5

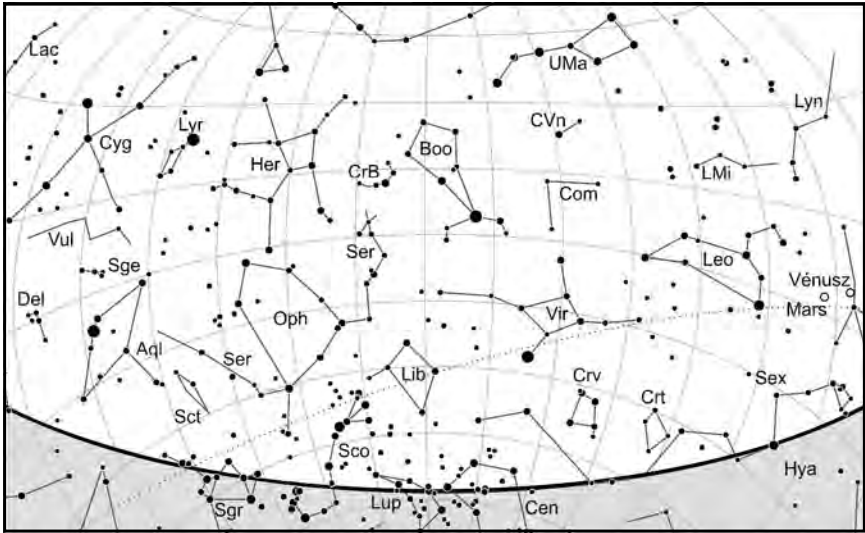
dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
1. cs 152.	3 50	11 41	19 33	64,6	2,3	16 37	21 39	2 10	
2. p 153.	3 50	11 42	19 34	64,7	2,1	17 56	22 30	2 30	
3. sz 154.	3 49	11 42	19 35	64,8	1,9	19 17	23 27	2 56	
4. v 155. 23. hét	3 49	11 42	19 36	64,9	1,8	20 36	–	3 31	○ 4 44
5. h 156.	3 48	11 42	19 36	65,0	1,6	21 45	0 29	4 19	
6. k 157.	3 48	11 42	19 37	65,2	1,4	22 40	1 34	5 23	
7. sz 158.	3 47	11 42	19 38	65,2	1,2	23 20	2 38	6 41	
8. cs 159.	3 47	11 43	19 39	65,3	1,1	23 50	3 38	8 06	
9. p 160.	3 47	11 43	19 39	65,4	0,9	–	4 34	9 31	
10. sz 161.	3 46	11 43	19 40	65,5	0,7	0 13	5 26	10 52	● 20 32
11. v 162. 24. hét	3 46	11 43	19 41	65,6	0,5	0 32	6 14	12 11	
12. h 163.	3 46	11 43	19 41	65,7	0,3	0 49	7 01	13 28	
13. k 164.	3 46	11 44	19 42	65,7	0	1 05	7 47	14 43	
14. sz 165.	3 46	11 44	19 42	65,8	-0,1	1 23	8 33	15 59	
15. cs 166.	3 45	11 44	19 43	65,8	-0,4	1 44	9 21	17 15	
16. p 167.	3 45	11 44	19 43	65,8	-0,6	2 09	10 12	18 29	
17. sz 168.	3 45	11 45	19 44	65,9	-0,8	2 41	11 04	19 37	
18. v 169. 25. hét	3 46	11 45	19 44	65,9	-1,0	3 22	11 58	20 37	● 5 39
19. h 170.	3 46	11 45	19 44	65,9	-1,2	4 13	12 51	21 25	
20. k 171.	3 46	11 45	19 45	65,9	-1,4	5 13	13 43	22 03	
21. sz 172.	3 46	11 45	19 45	65,9	-1,6	6 18	14 32	22 32	
22. cs 173.	3 46	11 46	19 45	65,9	-1,9	7 26	15 17	22 54	
23. p 174.	3 46	11 46	19 45	65,9	-2,1	8 34	16 01	23 13	
24. sz 175.	3 47	11 46	19 45	65,9	-2,3	9 41	16 42	23 28	
25. v 176. 26. hét	3 47	11 46	19 45	65,9	-2,5	10 47	17 22	23 43	
26. h 177.	3 47	11 46	19 45	65,9	-2,7	11 54	18 02	23 57	● 8 51
27. k 178.	3 48	11 47	19 45	65,8	-2,9	13 03	18 44	–	
28. sz 179.	3 48	11 47	19 45	65,8	-3,1	14 14	19 28	0 13	
29. cs 180.	3 49	11 47	19 45	65,7	-3,3	15 30	20 17	0 31	
30. p 181.	3 49	11 47	19 45	65,7	-3,5	16 50	21 11	0 54	

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

Június

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 097	16 36 54	Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 460 098	16 40 50	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
3.	2 460 099	16 44 47	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 460 100	16 48 43	Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
23. hét			
5.	2 460 101	16 52 40	Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 460 102	16 56 36	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 460 103	17 00 33	Róbert
8.	2 460 104	17 04 30	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 460 105	17 08 26	Félix, Annamária, Diána, Előd
10.	2 460 106	17 12 23	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 460 107	17 16 19	Barnabás, Etelka, Roxána
24. hét			
12.	2 460 108	17 20 16	Villő, Etelka, János
13.	2 460 109	17 24 12	Antal, Anett
14.	2 460 110	17 28 09	Vazul
15.	2 460 111	17 32 05	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 460 112	17 36 02	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
17.	2 460 113	17 39 59	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 460 114	17 43 55	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
25. hét			
19.	2 460 115	17 47 52	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 460 116	17 51 48	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 460 117	17 55 45	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
22.	2 460 118	17 59 41	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 460 119	18 03 38	Zoltán, Édua
24.	2 460 120	18 07 34	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 460 121	18 11 31	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26. hét			
26.	2 460 122	18 15 28	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 460 123	18 19 24	László, Olga
28.	2 460 124	18 23 21	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
29.	2 460 125	18 27 17	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 460 126	18 31 14	Pál, Ditta, Judit

Kisbolygók világnapja: június 30.



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első kétharmadában kereshető napkelte előtt az északkeleti látóhatár közelében, bő háromnegyed órával kel a Nap előtt. Megfigyelésre azonban kedvezőtlen a helyzete. Láthatósága június 20-ától egyre romlik, 25-én már csak fél órával kel a Nap előtt, és ezután eltűnik annak fényében.

Vénusz: Feltűnően ragyog napnyugta után az északnyugati égen. A hónap elején közel három és fél órával a Nap után nyugszik. 4-én van legnagyobb keleti kitérésben, $45,4^\circ$ -ra a Naptól. Láthatósága fokozatosan romlik, a hónap végén már csak bő két órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-4,4^m$ -ról $-4,7^m$ -ra, átmérője $22,6''$ -ről $33''$ -re nő, fázisa $0,52$ -ről $0,33$ -ra csökken.

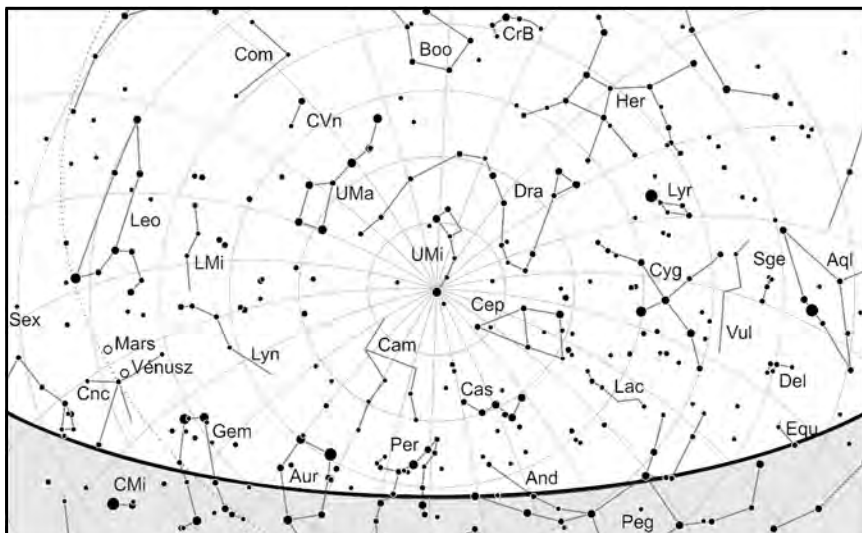
Mars: Folytatja előretartó mozgását a Rák, majd 20-ától az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik. A hónap folyamán kissé tovább halványodik, de vöröses fénye segíti a megtalálását. Fényessége $1,6^m$ -ról $1,7^m$ -ra, látszó átmérője $4,7''$ -ről $4,2''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban látható sárgás fényű, ragyogó égitestként a keleti égen. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $35''$.

Szaturnusz: Kezdetben előretartó, majd 18-ától hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül kel, az éjszaka második felében figyelhető meg. Fényessége $0,8^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: Hajnalban kel, napkelte előtt látható a délkeleti ég alján. A hónap első napjaiban a felkeresését még nehezíti a hajnalpír fénye. Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben.

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



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

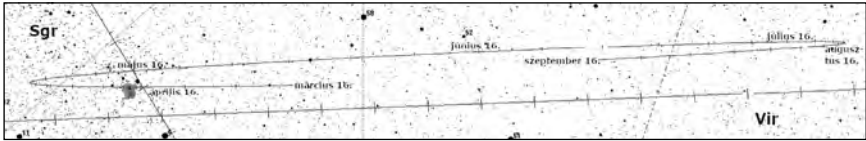
6

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
06.04	2:23	A Merkúr 3 fokkal délre az Uránustól
06.04	2:56	A Vénusz dichotómiája
06.04	6:02	A Merkúr dichotómiája
06.04	11:00	A Vénusz legnagyobb keleti elongációja (45°)
06.06	23:09	A Hold földközelpontban (364 763 km, látszó átmérő 32,75')
06.07		A Mira Ceti maximuma (3,4 magnitúdó)
06.09	23:50	A Szaturnusz 4 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 59,2%-os, csökkenő holdfázis)
06.14	2:24	A Jupiter 1,5 fokkal keletre a Holdtól (Aries csillagkép, 16,4%-os, csökkenő holdfázis)
06.15	2:25	Az Uránusz 3 fokkal délkeletre a Holdtól (Aries csillagkép, 9,5%-os, csökkenő holdfázis)
06.17	2:03	26 óra 34 perces holdsarló 2,5 fok magasan a hajnali égen, a Merkúrtól 5 fokkal északkeletre
06.18	19:22	14 óra 45 perces holdsarló 1 fok magasan az esti égen
06.19	19:23	38 óra 46 perces holdsarló 7 fok magasan az esti égen
06.21	14:58	Nyári napforduló
06.21	23:44	A Vénusz 4° 45'-cel keletre a Holdtól (Cancer csillagkép, 12%-os, növekvő holdfázis)
06.22	9:38	A Mars 9 fokkal keletre a Holdtól (Leo csillagkép, 16,2%-os, növekvő holdfázis)
06.22	18:32	A Hold földtávolban (405 403 km, látszó átmérő 29,48')
06.27	22:00	A Júniusi Bootidák (170 JBO) meteorraj maximuma (ZHR=0-100+; V=18 km/s)

Együttállások

- Június 3. 21:55 UT: Az Antares (α Sco, $1,0^m$) a telihold ($-12,7^m$, 99,8%) déli peremétől $19,5'$ -re, a déli horizont felett 16° -kal. Az együttállás a Hold erősen déli deklinációjának a következménye.
- Június 13. 20:15 UT: A Vénusz ($-4,4^m$, 44%) az M44 nyílthalmaz (Jászol, Praesepe, $3,1^m$) közepétől $50'$, peremétől kb. $25'$ -re északra. A jelenség idején a páros $11-12^\circ$ -kal lesz a horizont felett, a Nap ugyanennyivel alatta.
- Június 14. 01:30 UT: A Jupiter ($-2,1^m$) a Hold ($-8,2^m$, 17%) peremétől $1,6^\circ$ -ra keletre. A jelenség alatt a páros $9-10^\circ$ -kal lesz a horizont felett.
- Június 27. 21:50 UT: A Spica (α Vir, $1,0^m$), a Hold ($-10,7^m$, 65%) déli peremétől $1,6^\circ$ -kal délre, a délnyugati horizont felett 10° -kal.



A (20) Massalia kisbolygó keresőterképe (oppozíció: június 16.)

Üstökösök

81P/Wild

Júniusban már mind a Naptól, mind a Földtől távolodni fog, így fényessége várhatóan 1 magnitúdót fog csökkenni, a hónap végén 13^m -s lesz. Vizuálisan már csak a nagyobb átmérőjű távcsövekkel érdemes felkeresni, míg fotografikusan a kis és közepes átmérőjű távcsövekkel érdemes megpróbálkozni, szinte egész éjszaka, miközben a Kígyóirtató déli részén a Tejút csillagai előtt nyugati irányba halad. Diffúz kinézete miatt a Tejút csillagai között nehéz lehet azonosítani. Érdemes megvárni, míg a környező csillagokhoz képest elmozdul, így lehetünk csak biztosak abban, hogy az egyre halványuló üstököst sikerült-e azonosítanunk. Különösen figyelniük kell 6/7-e éjszakáján, amikor az NGC 6356 gömbhalmaztól ($8,2^m$, átmérő: $10'$) $30'$ -cel délkeletre, majd másnap ugyancsak $30'$ -cel délnyugatra lesz megfigyelhető. 11-éről 12-ére virradó éjszaka hajnali 1 órakor az M9 gömbhalmaz ($7,8^m$, átmérő: $12'$) mellett $11''$ -re fog elhaladni.

Dátum	RA (h m s)	D ($^\circ$, $'$, $''$)	Δ (CSE)	r (CSE)	E ($^\circ$)	m_v (m)
06.02.	17 29 07	-18 14 30	1,240	2,240	167,3	12,7
06.06.	17 25 06	-18 15 42	1,255	2,263	171,5	12,8
06.10.	17 21 04	-18 17 26	1,274	2,286	174,7	12,9
06.14.	17 17 09	-18 19 42	1,297	2,310	174,6	13,0
06.18.	17 13 23	-18 22 31	1,324	2,333	171,4	13,1
06.22.	17 09 53	-18 25 57	1,355	2,357	167,2	13,2
06.26.	17 06 41	-18 29 59	1,390	2,380	162,9	13,4

237P/LINEAR

Már két hete túl van perihéliumán, de a Földhöz közeledve egyre javul a láthatósága, és várhatóan fényessége is növekszik. Éjjél előtt kel, így inkább az éjszaka második felében lesz megfigyelhető ahogy a Sas csillagképben lassan halad a hónap elején észak felé, majd észak-északnyugati irányba. Azonosítása könnyű, mert a közelben nem lesz olyan mélyég-objektum, amivel össze lehetne téveszteni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
06.02.	20 00 06	-07 34 19	1,190	1,992	129,2	15,3
06.06.	20 00 47	-06 38 04	1,166	1,995	132,3	15,3
06.10.	20 00 57	-05 43 11	1,144	1,998	135,5	15,2
06.14.	20 00 37	-04 50 09	1,124	2,002	138,6	15,2
06.18.	19 59 47	-03 59 28	1,106	2,006	141,8	15,2
06.22.	19 58 30	-03 11 39	1,092	2,011	145,0	15,1
06.26.	19 56 48	-02 27 10	1,080	2,016	148,0	15,1
06.30.	19 54 45	-01 46 27	1,072	2,021	150,9	15,1

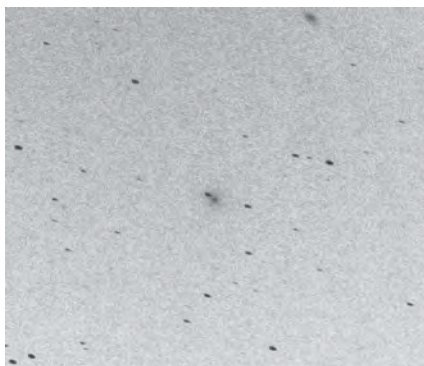
185P/Petriew

Az üstökös 2001. augusztus 18-i felfedezése egy véletlennek köszönhető. A kanadai Vance Avery Petriew egy csillagpartin szerette volna beállítani 51 cm-es távcsövével a Rák-ködöt, azonban rossz csillagot (β Tauri) választott kiindulásul, aminek közelében egy nem várt 11^m-s, 3' átmérőjű kondenzált ködösséget talált. Mike Meyerrel folytatott gyors e-mail-váltást követően a tábor több lakója is megerősítette, hogy kisebb távcsövekkel is szépen látszik az üstökös. Ezután küldtek értesítést az üstökösök felfedezését regisztrálni hivatott Central Bureau for Astronomical Telegramsnak, ahonnan pontosabb pozícióadatokat kértek. Ezt már Alan Hale küldte meg Új-Mexikóból, aki szintén olvasta a riasztást.

Az üstökösről pár nap alatt kiderült, hogy keringési ideje igen rövid, mindössze 5,45 év. Pályájára a Jupiter van hatással, a bolygót 0,146 CSE-re közelítette meg 1982 nyarán, addigi perihéliumtávolsága 1,4 CSE-ről 1 CSE alá csökkent, valamint a keringési ideje is 6,5 évről változott a jelenlegire. Ez a kisebb napközelponti érték a pálya ezen szakaszán erősebb aktivitást is jelent, illetve a Földet is jobban megközelíti, így megfigyelhetősége sokat javult.

Mint a legtöbb rövid periódusú és időse üstökösre, a 185P/Petriew-re is jellemző, hogy csóvája nincs vagy rövid, és a kómája is jól vagy közepesen kondenzált.

A 237P/LINEAR-üstököshöz hasonlóan a 185P/Petriew-re vonatkozó előrejelzések is



*Előző napközelsége után kilenc nappal
2018.02.04-én fényképezte le Nagy Mélykúti Ákos
a csóva nélküli 185P/Petriew üstökösét
(200/800 Newton + Canon 750D;
ISO 1600; 9x50 s)*

remélhetőleg alábecsülik a kométa várható fényességét. Legutóbbi perihéliumakor, 2018-ban 11^m-ig fényesedett, igaz, akkori perihéliumátmenetekor 1,37 CSE-re volt tőlünk, most pedig 1,55 CSE távolságra lesz.

Júniusban mind a Naphoz, mind a Földhöz közeledik a 185P/Petriew, így fényessége várhatóan nőni fog. Nem sokkal kel a Nap előtt, ezért alacsony égi helyzetben lehet csak megfigyelni hajnalban. Ezt a korai pozíciót meg is tartja, mivel gyorsan halad keleti irányban.

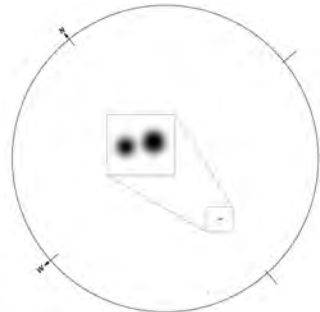
A hónap elején a Halak keleti részétől indulva a Kos csillagképen vág át, hogy a hónap végére már a Bika csillagképben a Fiastyúktól 1,5°-ra délre találjuk meg. 1-én az NGC 473 galaxistól (12,5^m, 1,9'×1,2') 20'-cel északkeletre találjuk meg az üstököst. 9-én hajnalban az NGC 772 galaxis (10,3^m, 7,2'×4,3') mellett, annak közepétől 6'-re lesz megtalálható.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
06.02.	01 25 08	+17 08 33	1,550	1,105	45,4	16,4
06.06.	01 44 13	+18 17 38	1,532	1,076	44,4	16,2
06.10.	02 03 51	+19 20 29	1,519	1,048	43,5	16,1
06.14.	02 23 58	+20 15 58	1,510	1,023	42,4	16,0
06.18.	02 44 30	+21 03 08	1,505	1,001	41,3	15,9
06.22.	03 05 19	+21 41 09	1,504	0,981	40,3	15,8
06.26.	03 26 20	+22 09 26	1,507	0,964	39,2	15,7
06.30.	03 47 25	+22 27 38	1,513	0,950	38,1	15,7

ζ Coronae Borealis

A júniusi égbolt egyik ékessége a ζ Coronae Borealis (WDS 15394+3638, STF 1965). Mindkét csillag kékesfehér fényrel ragyog, közel egyenlő fényességűek (4,96^m és 5,91^m), szeparációjuk 6,3", 306° irányban. A fizikai kettős Naprendszerünkötől 473 fényévre található, a komponensek egymástól mért távolsága 908 CSE.

A kettőst az teszi igazán érdekessé, hogy a rendszer valójában öt tagból áll. Akárcsak a Castor esetében, a vizuálisan észlelhető tagok (sok más párhoz hasonlóan) spektroszkópiai kettősök is. A főcsillag, a ζ² Coronae Borealis három nagy csillagból áll, amelyek keringési ideje 1,7 és 251 nap, amíg a kísérő ζ¹ Coronae Borealist két tag alkotja, keringési periódusuk 9,5 nap.



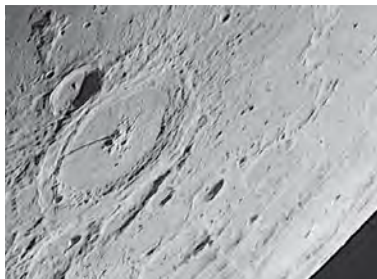
A ζ Coronae Borealis Szamosvári Zsolt 2019-ben készült rajzán (120/1000 L)

A Palitzsch-kráter

A Palitzsch-kráter és a vele egy egységet alkotó Vallis Palitzsch, vagyis Palitzsch-völgy, a méltán népszerű és rendkívül látványos Petavius-krátertől közvetlenül keletre található. Talán ez is a veszte ennek a komplexumnak, mert a megfigyelő figyelmét annyira lekötí a Petavius, hogy a közvetlen környezetével már nem sokat foglalkozik. Pedig izgalmas alakzat mind a kráter, mind a völgy, érdemes ezeket a Petaviustól függetlenül is észlelni. Mivel a Petavius a holdko-

rong délkeleti szélén van, ezért időzítsük észlelésünket úgy, hogy a megvilágítási viszonyok és a magas deklináción kívül a libráció is kedvező legyen, mert ilyenkor a Palitzsch belsejébe is beláthatunk. 2023-ban jó alkalom kínálkozik a növekvő fázisnál január 25-én és 26-án, február 23-án és 24-én, március 25-én, április 24-én és május 23-án. A fogyó fázisnál január és február elején, majd október, november és december végén, közvetlenül telehold után érdemes próbálkozunk. Ha az időjárás is kegyes lesz hozzánk, a legjobb időpont a fogyó fázisnál a november 28/29-i éjszaka, amikor a megfelelő megvilágítási viszonyokon és a kedvező libráción túl a Hold deklinációja közel 27,5°-os lesz.

Most nézzük meg, milyen alakzat a Palitzsch és a Vallis Palitzsch! A kráter és a völgy valóban egyetlen alakzatnak, egy hosszú és széles, észak felé keskenyedő völgynek tűnik. Ha nagy távcsővel alaposan megnézzük, akkor viszont láthatjuk, hogy a megkülönböztetés jogos, a Palitzsch-kráter valóban kráter, a Vallis Palitzsch pedig minden bizonnyal egymást átfedő kráterek sorozatából áll. A Palitzsch-kráter átmérője 41 kilométer, mélysége 2870 méter. A rendelkezésre álló források szerint a felső imbrumban keletkezett (3,75–3,2 milliárd éve), bár az űrszondás felvételek alapján pre-nectari kráternek is elmenne, olyan romos állapotban vannak a falai. Szintén csak az űrszondás felvételeken látszik, hogy a kráter talaját egymást keresztező rianások szabdalják. Központi csúcs nincsen, csak néhány alacsonyabb dombot találunk. A Vallis Palitzsch a kráterből indul, hossza 110 km, átlagos szélessége 32 km. Korábban egy lapos szögben becsapódott hatalmas meteorit nyomának gondolták, de mint említettük, ma már csak egymásra épülő kráterek sorozatának vélik.



A Palitzsch-kráter és a Vallis Palitzsch a hatalmas Petaviustól közvetlenül keletre található.

A felvételt Szoboszlai Zoltán készítette 2022. március 6-án, 180/2700-as Makszutow–Cassegrainnel és ASI 290 MC-kamerával

6

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m,	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
06	1	20	7	7.8	be	158642	7.2	94+	25	53S	143
06	8	0	24	55.1	ki	3052	6.4	80-	13	83N	265
06	12	1	36	39.2	ki	61	7.8	36-	17	68S	224
06	13	1	10	32.5	ki	109791	7.7	26-	10	64S	221
06	21	20	25	54.4	be	1334	7.0	12+	9	30N	41
06	22	20	4	21.1	be	98737	8.4	19+	16	51S	145
06	23	19	26	8.6	be	99149	7.1	27+	27	74S	125
06	23	21	24	3.4	be	1545	8.0	27+	7	80N	100
06	24	20	9	25.3	be	118729	8.0	36+	22	67S	135
06	24	20	14	21.7	be	1625	5.8	36+	22	77N	99
06	30	22	8	3.0	be	2299	6.2	91+	13	21S	165

Évfordulók

300 éve született Johann Georg Palitzsch

Johann Georg Palitzsch 1723. június 11-én született a ma már Drezdához tartozó Prohlisban. Amatőr csillagászként ért el jelentős eredményeket, valójában sikeres gazdálkodó volt. Ismereteit könyvekből és a Drezdai Matematikai-Fizikai Szalon előadásaiából szerezte. Ez utóbbi társaságban rendszeresen beszámolt meteorológiai megfigyeléseiről.

Legnevezetesebb csillagászati eredménye kétségtelenül a Halley-üstökös megtalálása 1758. december 25-én. Ezzel igazolódott Halley jóslata, amely szerint az üstökös periodikus. Palitzsch után majdnem egy hónappal később Charles Messier is megtalálta a kométát. Palitzsch felfedezését azonban már január elején közzétette a *Dresdnischen Gelehrten Anzeigenben* Christian Gotthold Hofmann (1713–1778).

Palitzsch – akinek neve ismertté vált Európában – 1783-ban ismét feltűnt a tudományos szaklapokban, ezúttal a *Philosophical Transactions* közölt részleteket az Algol általa végzett megfigyeléseiből (Observations on the Obscuration of the Star Algol, by Palitzsch, a Farmer, *Philosophical Transactions* 74, 4, 1784; Further Observations upon Algol, *Philosophical Transactions* 74, 5, 1784). Ebben Palitzsch az Algol minimumbeli észleléseiről számolt be, és a periódusát is meghatározta: 2 nap 20 óra 52 perc. John Goodricke (1764–1786) egy nem sokkal később megjelent cikkében (On the Periods of the Changes of Light in the Star Algol, *Philosophical Transactions* 74, 287-292, 1784) 2 nap 20 óra 48 perc 56 másodpercnek találta a periódust.

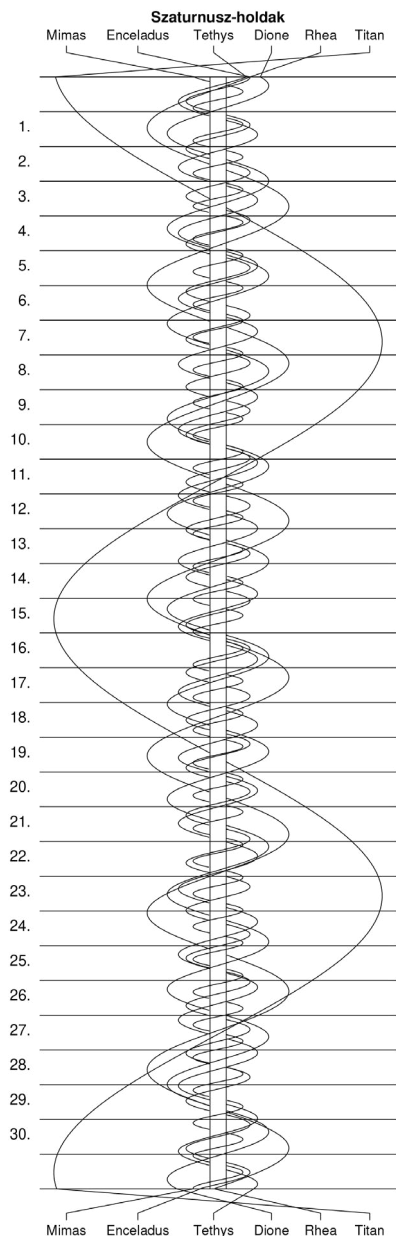
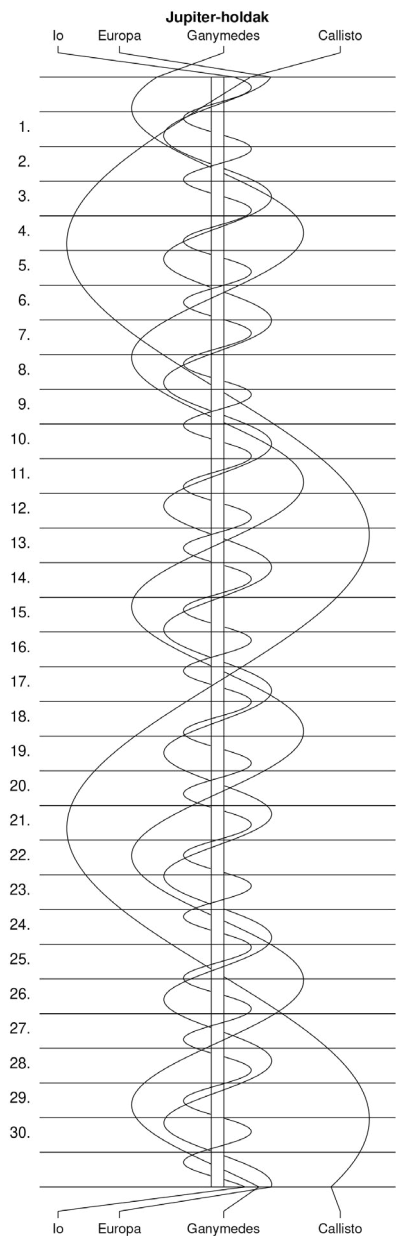
Az 1788. február 21-én elhunyt „parasztcsillagász” (Bauernastronomer) teljesítményét az utókor nagyra értékelte. Drezdában megnyílt a Palitzsch-Museum (<https://museen-dresden.de/index.php?node=palitzschmuseum>). Nevét egy holdkráter és a (1970) Palitzsch kisbolygó őrzi.



Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
5	1:50,6	Io	fk
6	1:15,7	Io	áv
	1:36,6	Ganymedes	ák
13	0:59,4	Io	ák
	1:58,3	Io	ek
22	1:59,0	Europa	ek
24	1:34,0	Ganymedes	fv
28	2:2,7	Io	fk
29	0:25,6	Io	ek
	1:25,5	Io	áv
	23:55,1	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



6

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

Kalendárium – július

KÖZEI

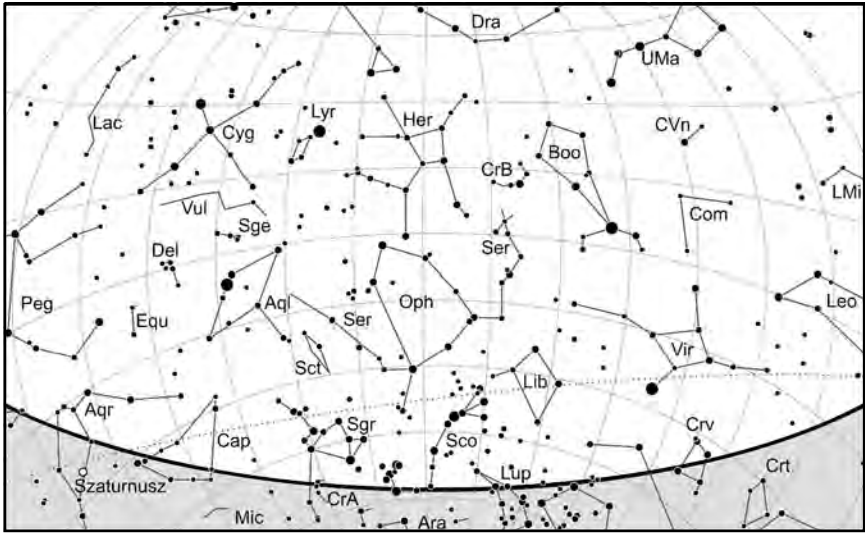
dátum	Nap					Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. sz 182.	3 50	11 47	19 45	65,6	-3,7	18 10	22 10	1 23	
2. v 183.	3 50	11 48	19 45	65,5	-3,9	19 26	23 14	2 05	
27. hét									
3. h 184.	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,1	20 28	-	3 03	○ 12 40
4. k 185.	3 52	11 48	19 44	65,4	-4,3	21 15	0 20	4 17	
5. sz 186.	3 52	11 48	19 44	65,3	-4,5	21 50	1 25	5 42	
6. cs 187.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,7	22 16	2 25	7 10	
7. p 188.	3 54	11 49	19 43	65,1	-4,8	22 37	3 20	8 36	
8. sz 189.	3 55	11 49	19 42	65,0	-5,0	22 55	4 10	9 58	
9. v 190.	3 56	11 49	19 42	64,9	-5,1	23 12	4 58	11 17	
28. hét									
10. h 191.	3 56	11 49	19 41	64,7	-5,3	23 29	5 45	12 34	◐ 2 49
11. k 192.	3 57	11 49	19 41	64,6	-5,4	23 49	6 31	13 50	
12. sz 193.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,6	-	7 19	15 05	
13. cs 194.	3 59	11 49	19 39	64,3	-5,7	0 13	8 09	16 19	
14. p 195.	4 00	11 50	19 38	64,2	-5,8	0 42	9 00	17 29	
15. sz 196.	4 01	11 50	19 38	64,0	-5,9	1 20	9 53	18 31	
16. v 197.	4 02	11 50	19 37	63,9	-6,0	2 07	10 46	19 23	
29. hét									
17. h 198.	4 03	11 50	19 36	63,7	-6,1	3 04	11 38	20 03	● 19 32
18. k 199.	4 04	11 50	19 35	63,5	-6,2	4 08	12 27	20 34	
19. sz 200.	4 05	11 50	19 34	63,4	-6,3	5 15	13 14	20 58	
20. cs 201.	4 06	11 50	19 33	63,2	-6,4	6 23	13 58	21 18	
21. p 202.	4 08	11 50	19 32	63,0	-6,4	7 31	14 40	21 34	
22. sz 203.	4 09	11 50	19 31	62,8	-6,5	8 37	15 20	21 49	
23. v 204.	4 10	11 50	19 30	62,6	-6,5	9 43	15 59	22 03	
30. hét									
24. h 205.	4 11	11 50	19 29	62,4	-6,5	10 49	16 39	22 18	
25. k 206.	4 12	11 50	19 28	62,2	-6,5	11 58	17 21	22 34	◐ 23 08
26. sz 207.	4 13	11 50	19 26	61,9	-6,6	13 10	18 07	22 54	
27. cs 208.	4 15	11 50	19 25	61,7	-6,6	14 26	18 57	23 19	
28. p 209.	4 16	11 50	19 24	61,5	-6,5	15 45	19 52	23 54	
29. sz 210.	4 17	11 50	19 23	61,3	-6,5	17 02	20 53	-	
30. v 211.	4 18	11 50	19 21	61,0	-6,5	18 10	21 58	0 43	
31. hét									
31. h 212.	4 19	11 50	19 20	60,8	-6,5	19 05	23 04	1 48	

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.	2 460 127	18 35 10	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 460 128	18 39 07	Ottó, Jenő, Mária
27. hét			
3.	2 460 129	18 43 03	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 460 130	18 47 00	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 460 131	18 50 57	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 460 132	18 54 53	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 460 133	18 58 50	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 460 134	19 02 46	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 460 135	19 06 43	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
28. hét			
10.	2 460 136	19 10 39	Amália, Alma
11.	2 460 137	19 14 36	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 460 138	19 18 32	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 460 139	19 22 29	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 460 140	19 26 26	Örs, Stella, Eszterla, Ferenc, Zalán
15.	2 460 141	19 30 22	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 460 142	19 34 19	Valter, Aténé, Kármén, Mária
29. hét			
17.	2 460 143	19 38 15	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 460 144	19 42 12	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 460 145	19 46 08	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 460 146	19 50 05	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 460 147	19 54 01	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 460 148	19 57 58	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 460 149	20 01 55	Lenke, Brigitta
30. hét			
24.	2 460 150	20 05 51	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 460 151	20 09 48	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 460 152	20 13 44	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 460 153	20 17 41	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 460 154	20 21 37	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 460 155	20 25 34	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 460 156	20 29 30	Judit, Xénia, Julietta
31. hét			
31.	2 460 157	20 33 27	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna

Az iszlám naptár 1445. évének kezdete (napnyugtakor): július 18.



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

Bolygók

Merkúr: Július 1-én felső együttállásban van a Nappal. Hamar megjelenik az esti égen, 5-én már fél órával a Nap után nyugszik. Láthatósága fokozatosan javul, de égi pozíciója miatt nem kerül igazán jól megfigyelhető helyzetbe. 31-én is csak egy órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Napnyugta után ragyog a nyugati égen fehér fényű égitestként. 1-én két órával a Nap után nyugszik, de láthatósága gyorsan romlik. 25-én már csak negyven perccel a Nap után bukik a látóhatár alá, a hónap végére elvész az alkonyat fényében. Fényessége $-4,7^m$ -ról $-4,4^m$ -ra csökken, átmérője $33,5''$ -ről $52,9''$ -re nő, fázisa $0,32$ -ről $0,06$ -ra csökken.

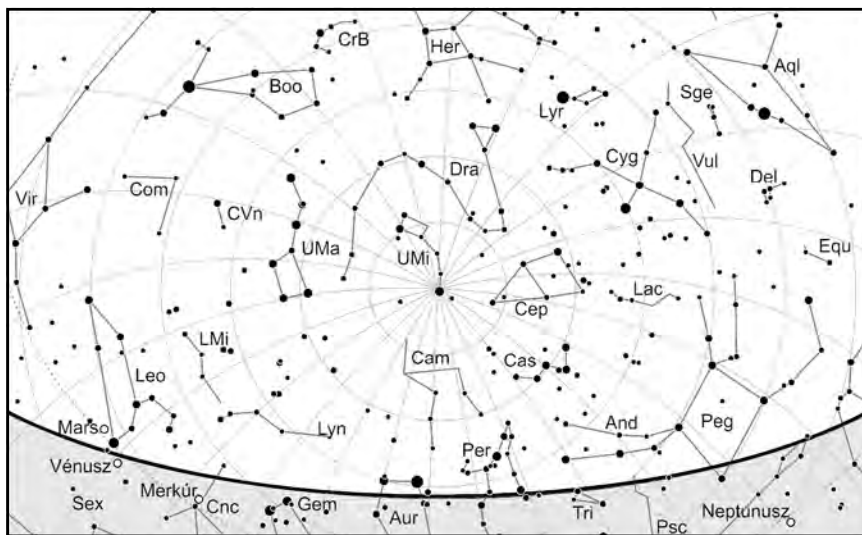
Mars: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Napnyugta után kereshető a nyugati látóhatár közelében, de halványasága miatt láthatósága gyorsan romlik. A hónap végén az alkonyat fénye nagyon megnehezíti az észlelését, mivel ekkor már csak másfél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $1,7^m$, látszó átmérője $4,2''$ -ről $3,9''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a feltűnően fényes bolygó a délkeleti égen. Fényessége $-2,3^m$, átmérője $38''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a délkeleti-déli égen. Fényessége $0,7^m$, átmérője $18''$.

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

Neptunusz: Éjfél előtt kel. Az éjszaka nagy részében látható, 1-étől már hátráló mozgást végez a Halak csillagképben.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
07.01	5:00	A Merkúr felső együttállásban a Nappal
07.04	22:29	A Hold földközeli (360 168 km, látszó átmérő 33,18')
07.06	20:00	A Föld naptávolban (1,02 CSE)
07.07	4:20	A Szaturnusz 3,5 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 81,6%-os, csökkenő holdfázis)
07.11	23:59	A Jupiter 2° 45'-cel délnyugatra a Holdtól (Aries csillagkép, 32,1%-os, csökkenő holdfázis)
07.16	2:24	40 óra 8 perces holdsarló 9,5 fok magasan a hajnali égen
07.17	2:25	16 óra 7 perces holdsarló 2,1 fok magasan a hajnali égen
07.18	19:12	24 óra 40 perces holdsarló 2,5 fok magasan az esti égen, a Merkúrtól 7,6 fokkal északnyugatra
07.19	8:34	A Merkúr 3 fokkal délre a Holdtól (Cancer csillagkép, 2,5%-os, növekvő holdfázis)
07.20	6:58	A Hold földtávolban (406 281 km, látszó átmérő 29,41')
07.22	4:00	A (134 340) Pluto törpebolygó oppozícióban
07.26	6:24	A Merkúr 5,5 fokkal északra a Vénusztól (Leo csillagkép)
07.30		A Delta Aquaridák meteorraj maximuma (ZHR=20)

Együttállás

- Július 28. 19:30 UT: Az Antares (α Sco, $1,0^m$) a Hold ($-11,3^m$, 79%) peremétől $37'$ -re kelet-északkeletre. A jelenséget a déli horizont felett 16° -os magasságban láthatjuk.

Üstökösök

C/2020 V2 (ZTF)

Túljutva a 2023. május 8-án 2,23 CSE-re bekövetkezett perihéliumán ismét láthatóvá válik, de most már hajnalban, a keleti horizonton nem sokkal napkelte előtt. Most éppen fordítva történik minden, mint a tavaszi láthatóságakor. Távolodik a Naptól, de gyors ütemben közeledik a Föld felé, így fényessége a várakozások szerint a hónap végére $10,6^m$ -t is elérheti, ekkor kisebb átmérőjű (5–12 cm) távcsövekkel is elérhető lehet. A kométa a Kos délkeleti sarkából halad szinte egyenesen dél felé, a Cet csillagképbe, ahol a hónap vége felé már az α Cet lesz jó kiindulás a felkereséséhez.

237P/LINEAR

Július 8-án kerül a 237P/LINEAR legközelebb a Földhöz, mindössze 1,06 CSE-re. Az előző keringése alapján várható fényessége akár a 10^m -t is elérheti, így vizuálisan is megpillantható kis átmérőjű (5–12 cm) távcsövekkel is. Megjelenése valószínűleg egy kis kompakt ködcsomóra fog emlékeztetni. A hónap során egész éjszaka megfigyelhető a Sas csillagképben, amint északkelet felé halad. Útja során nem kerül olyan mélyég-objektum közelébe, amivel össze lehetne keverni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
07.04.	19 52 24	-01 09 54	1,066	2,027	153,5	15,1
07.08.	19 49 50	-00 37 51	1,064	2,034	155,7	15,1
07.12.	19 47 06	-00 10 34	1,065	2,041	157,3	15,1
07.16.	19 44 17	+00 11 45	1,069	2,048	158,3	15,2
07.20.	19 41 29	+00 29 02	1,077	2,056	158,5	15,2
07.24.	19 38 47	+00 41 22	1,088	2,065	157,8	15,2
07.28.	19 36 15	+00 48 58	1,102	2,073	156,5	15,2

103P/Hartley

Malcolm Hartley (Siding Spring Observatórium, Ausztrália) fedezte fel 1986. március 15-én az 1,24 m-es Schmidt-teleszkóppal. A felfedezés utáni héten Daniel Green közzétette az elsőleges pályaadatokat. A rendelkezésre álló kevés adat alapján megjegyezte, hogy parabola és elnyúlt ellipszis is lehet a pálya. Utóbbi esetben akár rövid periódusú is lehet az égitest. Az IAU a megfigyelések sokasodásával felülvizsgálta a számításokat, és ezek alapján megállapították, hogy a 103P/Hartley a Jupiter-családba tartozó, rövid periódusú ekliptikai üstökös.

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

A 2005-ben a 9P/Tempel üstökösénél járt Deep Impact-szonda (amit időközben átkereszteltek EPOXI-ra) második célpontja lett a földközelségben elhaladó 103P/Hartley. Az üstökös kiválasztása mellett szólt még az is, hogy a magját ellipszoid alakúnak gondolták, amely gyorsan forog.

A 103P/Hartley megfigyelésére küldött szonda végül 2010. november 4-én 694 km-re repült el az üstökös mellett. A képek egy kettős magú, leginkább tekebábura hasonlító égitestet fedtek fel, melynek leghosszabb tengelye 2,2 km.

A felszíni alakzatok is eltérőek az üstökös különböző részein. A két magon a legnagyobb alakzatok mérete megközelíti a 40 m-t, míg az ezeket összekötő nyak rész sokkal simább, bár az is változatos felszíninformát mutat.

A keringésenkénti eltérő és a csökkenő gáz-por arányból valamint az illékony anyagok mennyiségének csökkenéséből lehet következtetni az üstökös tömegvesztésére. Ez alapján az 1997-es perihéliumkor tömegének 3-5%-át, míg a 2010-es napközelségkor 1-3%-át veszítette el. Ez a tömegvesztés 4,4–7,7 méternyi felszínvastagság-csökkenést jelent keringésenként. Az érték attól függ, hogy az üstökös összetételére milyen gáz-por aránnyal számolnak a modellek. A felszín számított csökkenése ellenére az EPOXI felvételein nem láthatók összeroskadó-beszakadó felszíni alakzatok.



A földimogyoró alakú 103P/Hartley üstökösről készített több képet a NASA EPOXI missziója 2010. november 3–4-én, amikor 700 km-re elrepült az üstökös mellett.

Az üstökös magja kb. 2,2 km hosszú és a nyakánál 0,4 km széles. Anyagkiáramlásokat figyelhetünk meg az üstökös magjánál. A képet a szonda közepes felbontású kamerája készítette

Lassan közeledik októberben bekövetkező perihéliuma felé, de az üstökös és a Föld távolsága rohamosan csökken júliusban. Fényessége az előre jelzett 13,4^m-ról várhatóan 2,5^m-t emelkedik, a hónap végére már elérheti a 11^m-t. Egy ilyen fényes üstökösöt vizuálisan akár már a kisebb átmérőjű (5–12 cm) távcsővel is el lehet érni, de fotografikusan biztosan.

Az üstökös a hónap elején még nem, de a hónap végén már egész éjszaka megfigyelhető, amint a Pegazus négyuszögének átlóján halad északkeleti irányba. A hónap első napjaiban óvatosan kell azonosítani, mert 1–3-a között az NGC 7448 (11,7^m, 2,6'×1,9'), NGC 7454 (11,8^m, 2,2'×1,6') galaxisok közelében halad el, előbbit 23'-re, utóbbit 14'-re megközelítve. Mindenképp várjuk meg az üstökösnek vélt objektum elmozdulását a háttércsillagokhoz képest, hogy biztosak lehessünk az azonosításban. 7-én hajnali 1 óra környékén az NGC 7497 (12,2^m, 4,4'×1,7') galaxis közvetlen közelében, attól 4'-re fog elhaladni. Fotósoknak kiváló témát adhat ez a szoros együttállás, még akkor is, ha a Hold is a közelben tartózkodik. 9-én hajnalban az érdekes alakú NGC 7549 (13,0^m, 1,1'×0,5') spirálgalaxis és az NGC 7550 (12,2^m, 1,4'×1,2') és az NGC 7550 (13,7^m, 1,1'×0,5') galaxisok közelében lesz megtalálható a 103P/Hartley. 16-án és 17-én az NGC 7678 (11,8^m, 2,5'×1,7') galaxis közelében halad el az üstökös, 22' legkisebb távolságra megközelítve azt. Az üstökös helyét megtalálni legkönnyebben 30-án, illetve 31-én lehet. Ekkor ugyanis az α And kettőscsillagtól (A: 2,2^m, B: 11,1^m; szeparáció: 93") lesz 25'-en belül. Ilyen közelségben azonban csillag fénye elnyomhatja az üstökös addigra várt 11^m-s fényességét.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
07.01.	22 57 17	+15 55 11	1,123	1,704	105,5	13,4
07.05.	23 05 00	+17 27 52	1,063	1,668	106,6	13,1
07.09.	23 13 04	+19 04 04	1,006	1,633	107,7	12,8
07.13.	23 21 33	+20 43 50	0,951	1,598	108,6	12,5
07.17.	23 30 32	+22 27 09	0,897	1,563	109,4	12,1
07.21.	23 40 06	+24 13 56	0,846	1,529	110,0	11,8
07.25.	23 50 24	+26 04 00	0,797	1,494	110,5	11,5
07.29.	00 01 33	+27 57 04	0,750	1,461	110,8	11,2

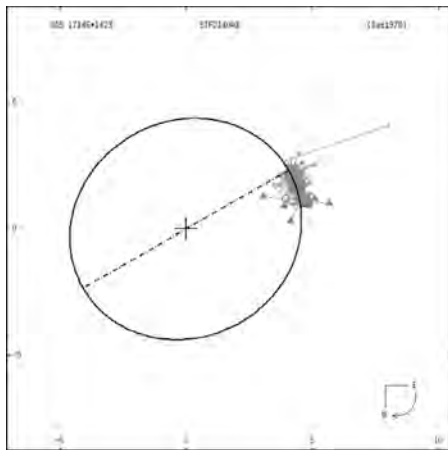
Csillagfedések

dátum		UT		J	csillag	m_v	Hold fázisa	h	pozíció		
hó	nap	h	m						s	CA	PA
07	5	2	10	10.6	ki	2998	6.4	96-	14	55S	234
07	5	21	53	34.3	ki	3141	5.8	91-	8	62S	232
07	6	2	9	2.2	ki	3158	5.7	90-	22	54N	294
07	6	2	13	28.0	ki	3160	6.7	90-	22	86S	255
07	8	0	32	44.9	ki	3446	7.2	72-	25	73N	266
07	8	0	32	53.8	ki	X 185486	7.6	72-	25	74N	265
07	8	23	59	32.1	ki	128654	7.2	62-	19	50S	207
07	10	1	32	16.4	ki	155	6.4	50-	32	82N	256
07	10	1	33	29.4	ki	109667	7.3	50-	32	83N	255
07	11	0	41	35.5	ki	92688	6.8	39-	21	57S	216
07	14	1	0	12.9	ki	76621	8.5	13-	10	76S	250
07	23	15	18	21.9	be	1772	3.9	28+	42	71S	131
07	23	16	38	26.4	ki	1772	3.9	29+	37	-76N	307
07	27	21	1	24.3	be	2227	5.8	70+	9	18S	174

α Herculis

Júliusban a Herkules csillagképben érdemes a kettőscsillagok nyomába erednünk. A α Her, ismertebb nevén Ras Algethi (WDS 17146+1423, STF 2140 AB) a konstelláció egyik rendkívül érdekes csillaga. Fizikai pár, tagjai több, mint 500 CSE távolságra keringenek egymástól 3600 évre becsült periódussal. A vörös óriások közé tartozó főcsillag félszabályos változó, melynek fényessége 2,4^m és 4^m között ingadozik. Mérete óriási, rádiusát 1,87 CSE-re becsülik. A Nap helyébe téve a csillag Naprendszerünk összes kőzetbolygóját elnyelné. A radiálissebesség-mérések szerint egy megközelítőleg 10 év periódusú kísérője van.

A B komponens sem kevésbé különleges, egy sárga óriás és egy jóval kisebb sárgásfehér törpe spektroszkópiai kettőse, amelyek keringési ideje 51,6 nap. A rendszer szeparációja 4,6" a 102°-os irányban, könnyen megfigyelhető 8-10 centiméteres vagy nagyobb távcsövekkel.



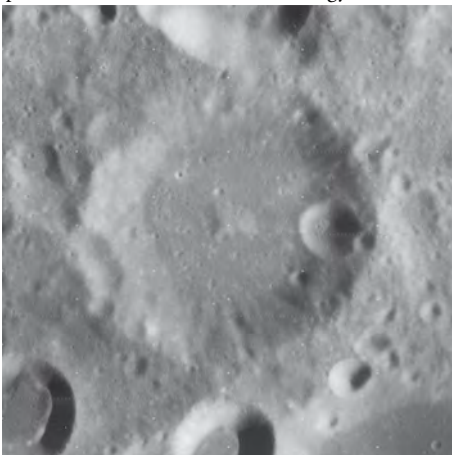
Az α Herculis AB pályája a „Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars” alapján

7

A Brisbane-kráter

A Brisbane-kráter 45 kilométeres átmérőjével, 2900 méteres mélységével közepes méretű kráter, és ha valamivel közelebb lenne a holdi meridiánhoz, akkor könnyebben megfigyelhetnénk romos kráterfalait, központi csúcsát és jelöletlen másodlagos kráterét a keleti sánc belső felén. A nagyon idős, viharvert kráter szelenografikus koordinátái: d. sz. 49,1°, k. h. 68,5°. A Brisbane éppen kívül esik a Hold egyik legősibb becsapódási medencéjén, aminek egyetlen nyoma a Mare Australe, a holdkorong délkeleti peremének rejtélyes tengere. Ha a libráció a Hold délkeleti peremét fordítja felénk, a Brisbane-től közvetlenül keletre, sötét színű területeket, elsősorban bazaltlávával feltöltött krátereket, kisebb részben előntött kráterközi területeket találunk. A Lunar Orbiter felvételeinek tanulmányozása alapján állapította meg a USGS két kutatója, Desiree Stuart-Alexander és Keith Howard, hogy a Holdnak ezen a részén megvizsgált közel 200 feltöltött aljú kráter egy 900 km-es, kör alakú területet rajzol ki, amely valószínűleg egy ősi becsapódási medence nyoma. Jim Whitford-Stark, a Brown Egyetem munkatársa szerint ez a feltételezett becsapódási medence éppen akkora, mint az Orientale-medence, de nagyon különbözik attól. A Mare Australe medencéje azért különleges, mert keletkezése idején a becsapódási ráta még olyan magas volt, hogy a holdi felszín állandó változásban volt, így a szüntelen becsapódások ennek az ősi medencének a koncentrikus gyűrűit is eltüntették. Évszázmilliókkal később, már egy sokkal nyugalmasabb időszakban, a mélyből láva nyomult a repedéseken keresztül a

felszínre, ahol vagy teljesen, vagy részben előntötték az időközben keletkezett krátereket. Ez lenne tehát a Mare Australe története, de nem a Brisbane-kráter. A Brisbane keletkezését is a pre-nectari korbba teszik a kutatók, így kráterünk is a Hold legmozgalmasabb időszakában keletkezett, de minden jel szerint megúsza a lávaömlést. Nem úgy a délkeleti szomszédja, a Brisbane E jelű 57 kilométeres kráter. A Brisbane E aljzatát már előntötte a bazalt, de úgy tűnik, hogy nyugati felén egy nagyobb másodlagos kráter részben megúsza azt, legalábbis a sáncának a legmagasabb részei még kiemelkednek a megszilárdult lávából. Térkép nélkül a Brisbane-kráter megtalálása még tapasztalt holdészlelők számára is lehetetlen feladat. A legjobb választás a Rükl-féle nagy atlasz, bár ebben a kráter éppen a lap tetejére került, így keresgélés közben állandóan lapozgatni kényszerülünk. Sokat segít, hogy a Brisbane a hozzá északról csatlakozó Peirescus D-vel alkot egy kettős krátert.



A Brisbane-kráter a Lunar Orbiter 4 felvételén

Évforduló

250 éve született Thomas Brisbane



Thomas Brisbane a skóciai Strathclyde-ban található Brisbane House-ban született 1773. július 23-án, és ott is halt meg 1860. január 27-én. Az edinburghi egyetemen tanult, és itt ismerkedett meg a csillagászatral is. Élete 87 éve alatt fontos szerepet játszott a csillagászatban, noha nem csillagász, hanem katona volt.

Katonai pályára lépve aktívan részt vett különböző hadjáratokban. 1795-ben a hajó, amin utazott, majdnem hajótörést szenvedett a helytelenül meghatározott hosszúság miatt, ez Brisbane-t arra készítette, hogy ki tanulja a navigációt.

1803-ban, amikor a nyugat-indiai időjárás aláasta egészségét, visszatért Skóciába, és ekkor kezdődött aktív csillagászati tevékenysége. Orthonában – a Brisbane House-ban – csillagdat alapított, amely a legjobban

felszerelt skóciai obszervatórium lett. Az itt szerzett gyakorlatnak nagy hasznát vette, amikor 1812-ben visszatért a katonai pályára. A waterlooi ütközet után részt vett Franciaország elfoglalásában, amikor is a Francia Akadémia épületeit megmentette a német katonák pusztításától. Ezért 1816-ban levelező tagnak választották. A későbbiekben is megmaradt jó kapcsolata a francia csillagászokkal.

Legjelentősebb csillagászati tette az ausztráliai Parramatta Obszervatórium megalapítása volt. 1821-ben kinevezték Új-Dél-Wales kormányzójának, és ez adta az ötletet a csillagda létrehozására. A dél-afrikai Királyi Obszervatóriumot csak egy évvel korábban hozták létre, így a déli égbolt megismerése terén bőven akadt munka. Első asszisztensnek Carl Rümker (1788–1862) német csillagászt választotta, a második asszisztens James Dunlop (1793–1848) skót asztronómus volt. Ő fedezte fel 1822. június 2-án Encke üstökösének visszatértét Rümker számításai alapján – a Halley után ez volt a második sikeresen megjósolt visszatérés (History of the Rediscovery of Encke's Comet, *The Edinburgh Philosophical Journal* **9**, 391-392, 1823). Egy 7385 csillagot tartalmazó katalógus jelent meg 1835-ben (William Richardson: *A Catalogue of 7385 Stars, Chiefly in the Southern Hemisphere, Prepared from Observations Made in the Years 1822, 1823, 1824, 1825, and 1826, at the Observatory at Paramatta, New South Wales, Founded by Lieutenant-General Sir Thomas Makdougall Brisbane, K.C.B., F.R.S., President of the Royal Society of Edinburgh*, London, 1835).

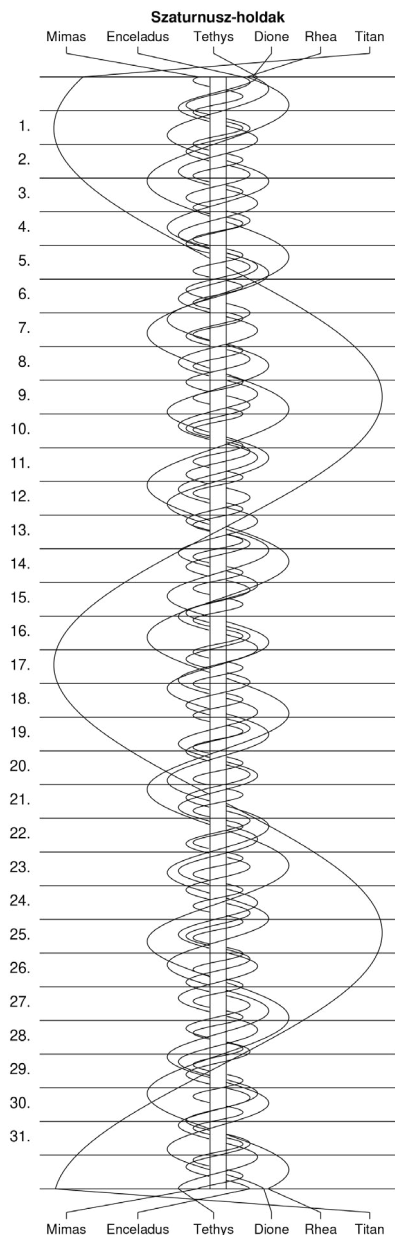
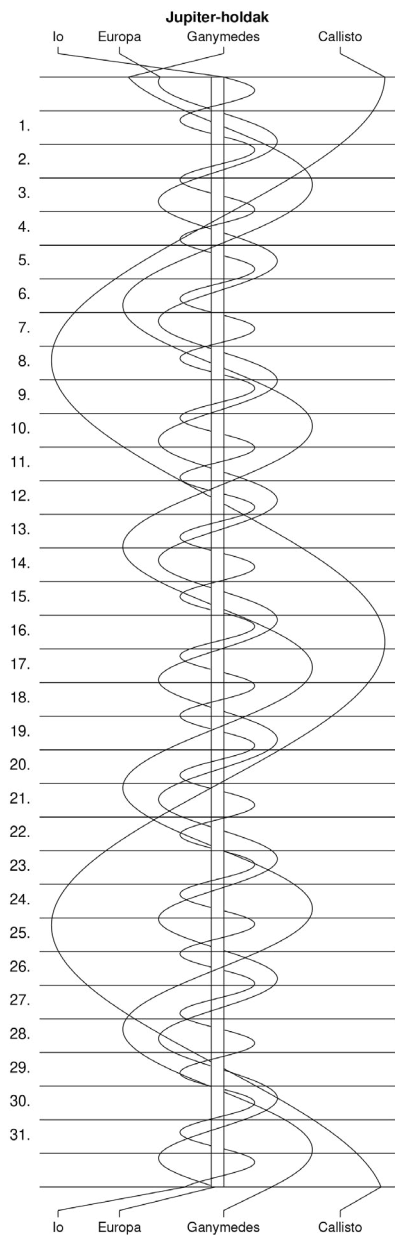
Hazatérte után az Edinburgh-tól délre fekvő, a Tweed folyó partján található Makerstounban alapította meg harmadik csillagvizsgálóját. Itt John Allen Broun (1817–1879) végzett fontos mágneses észleléseket.

Brisbane csillagászaton belüli és azon kívüli érdemeit életében és halála után is elismerték. Közvetetten róla van elnevezve az ausztráliai Brisbane városa: a névadó a Brisbane folyó, ami viszont a csillagásztól kapta a nevét. Holdkráter is van róla elnevezve. Több tudományos társaságnak volt tagja, és tiszteletbeli diplomát kapott az edinburghi, oxfordi és cambridge-i egyetemektől.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1:29,6	Europa	mv
5	0:36,4	Ganymedes	ev
6	1:9,5	Io	ák
7	1:53,2	Io	mv
	23:20,2	Europa	fk
8	1:41,7	Europa	fv
	1:51,9	Europa	mk
9	23:13,1	Europa	ev
11	23:42,2	Ganymedes	áv
14	0:20,0	Io	fk
	23:41,3	Io	áv
15	0:58,4	Io	ev
	1:54,9	Europa	fk
16	23:15,4	Europa	áv
	23:37,6	Europa	ek
17	1:55,6	Europa	ev
19	1:43,0	Ganymedes	ák
21	2:14,3	Io	fk
	23:25,6	Io	ák
22	0:45,8	Io	ek
	1:35,0	Io	áv
	22:53,4	Ganymedes	mv
23	0:16,0	Io	mv
	23:32,0	Europa	ák
24	1:52,3	Europa	áv
	2:19,1	Europa	ek
25	22:50,7	Europa	mv
29	1:19,3	Io	ák
	22:37,0	Io	fk
30	1:26,1	Ganymedes	mk
	2:11,4	Io	mv
	21:57,1	Io	áv
	23:18,2	Io	ev
31	2:9,0	Europa	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



7

dátum	Nap						Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m	
1. k 213.	4 21	11 50	19 19	60,5	-6,4	19 45	-	3 09	○ 19 33	
2. sz 214.	4 22	11 50	19 17	60,3	-6,3	20 15	0 07	4 39		
3. cs 215.	4 23	11 50	19 16	60,0	-6,3	20 39	1 06	6 08		
4. p 216.	4 24	11 50	19 14	59,8	-6,2	20 58	2 00	7 35		
5. sz 217.	4 26	11 50	19 13	59,5	-6,1	21 16	2 51	8 59		
6. v 218.	4 27	11 50	19 11	59,2	-6,0	21 34	3 39	10 19		
32. hét										
7. h 219.	4 28	11 49	19 10	58,9	-5,9	21 53	4 27	11 37		
8. k 220.	4 30	11 49	19 08	58,6	-5,8	22 15	5 15	12 55	● 11 30	
9. sz 221.	4 31	11 49	19 07	58,4	-5,6	22 43	6 05	14 10		
10. cs 222.	4 32	11 49	19 05	58,1	-5,5	23 18	6 56	15 22		
11. p 223.	4 34	11 49	19 03	57,8	-5,3	-	7 49	16 27		
12. sz 224.	4 35	11 49	19 02	57,5	-5,2	0 03	8 42	17 21		
13. v 225.	4 36	11 49	19 00	57,2	-5,0	0 57	9 34	18 04		
33. hét										
14. h 226.	4 38	11 48	18 58	56,9	-4,8	1 59	10 24	18 38		
15. k 227.	4 39	11 48	18 57	56,6	-4,6	3 06	11 12	19 04		
16. sz 228.	4 40	11 48	18 55	56,2	-4,4	4 14	11 57	19 24	● 10 38	
17. cs 229.	4 42	11 48	18 53	55,9	-4,2	5 22	12 39	19 41		
18. p 230.	4 43	11 48	18 51	55,6	-4,0	6 28	13 19	19 56		
19. sz 231.	4 44	11 47	18 50	55,3	-3,8	7 34	13 59	20 10		
20. v 232.	4 46	11 47	18 48	55,0	-3,6	8 40	14 38	20 24		
34. hét										
21. h 233.	4 47	11 47	18 46	54,6	-3,3	9 48	15 19	20 39		
22. k 234.	4 48	11 47	18 44	54,3	-3,1	10 57	16 02	20 57		
23. sz 235.	4 50	11 46	18 42	54,0	-2,8	12 10	16 50	21 19		
24. cs 236.	4 51	11 46	18 41	53,6	-2,6	13 26	17 41	21 49	● 10 58	
25. p 237.	4 52	11 46	18 39	53,3	-2,3	14 42	18 38	22 30		
26. sz 238.	4 54	11 46	18 37	52,9	-2,0	15 53	19 39	23 26		
27. v 239.	4 55	11 45	18 35	52,6	-1,8	16 52	20 43	-		
35. hét										
28. h 240.	4 56	11 45	18 33	52,2	-1,5	17 38	21 46	0 38		
29. k 241.	4 58	11 45	18 31	51,9	-1,2	18 13	22 47	2 03		
30. sz 242.	4 59	11 44	18 29	51,5	-0,9	18 39	23 44	3 33		
31. cs 243.	5 00	11 44	18 27	51,2	-0,6	19 00	-	5 03	○ 2 37	

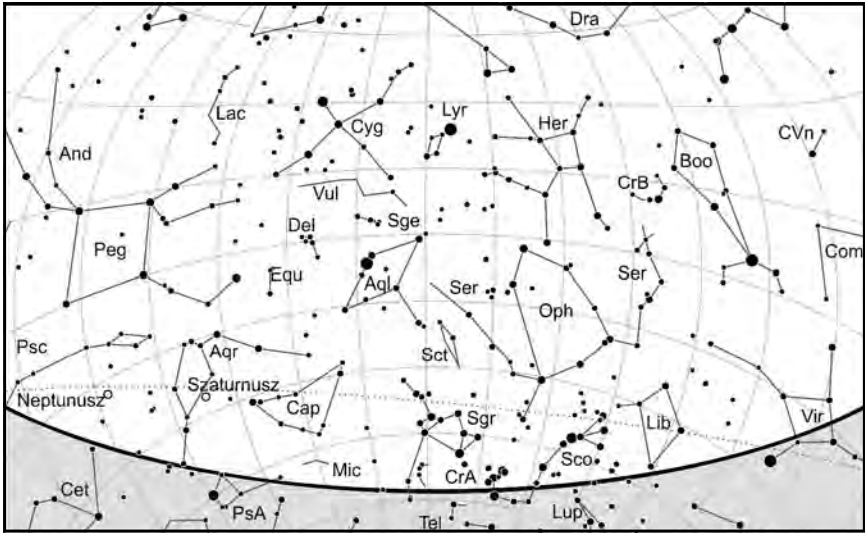
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Augusztus

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 158	20 37 24	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 460 159	20 41 20	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 460 160	20 45 17	Hermina, István, Lídia, Terézia
4.	2 460 161	20 49 13	Domonkos, Dominika
5.	2 460 162	20 53 10	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 460 163	20 57 06	Berta, Bettina, Géza
32. hét			
7.	2 460 164	21 01 03	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 460 165	21 04 59	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 460 166	21 08 56	Emőd, János, Roland
10.	2 460 167	21 12 53	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 460 168	21 16 49	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilián, Liliána, Lujza
12.	2 460 169	21 20 46	Klára, Hilda, Letícia
13.	2 460 170	21 24 42	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
33. hét			
14.	2 460 171	21 28 39	Marcell, Menyhért
15.	2 460 172	21 32 35	Mária, Alfréd
16.	2 460 173	21 36 32	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 460 174	21 40 28	Jácint
18.	2 460 175	21 44 25	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 460 176	21 48 22	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 460 177	21 52 18	<i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk
34. hét			
21.	2 460 178	21 56 15	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 460 179	22 00 11	Menyhért, Míriam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 460 180	22 04 08	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 460 181	22 08 04	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 460 182	22 12 01	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 460 183	22 15 57	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 460 184	22 19 54	Gáspár, József, Mónika
35. hét			
28.	2 460 185	22 23 51	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 460 186	22 27 47	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 460 187	22 31 44	Róza, Letícia, Rózsa
31.	2 460 188	22 35 40	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna

Meteor 2023 Távcsoves Találkozó: augusztus 10–13.

Csillagok alatt országos rendezvénysorozat: augusztus 10–20.



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

Bolygók

Merkúr: Nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. A hónap elején közel egy órával a Nap után nyugszik. 10-én van legnagyobb keleti kitérésben, $27,4^\circ$ -ra a Naptól. 15-e után láthatósága egyre gyorsabban romlik, 20-a után elvész az alkonyi fényben.

Vénusz: A hónap első felében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 13-án alsó együtállásban van a Nappal. 20-a után már fél órával kel a Nap előtt. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már egy és háromnegyed órával kel korábban a Napnál. Fényessége $-4,3^m$ -ról $-4,0^m$ -ra csökken, majd $-4,6^m$ -ra nő vissza. Átmérője $53,0''$ -ről $57,8''$ -re nő, majd $50,6''$ -re csökken. Fázisa $0,06$ -ról $0,01$ -ra csökken, majd $0,1$ -re nő.

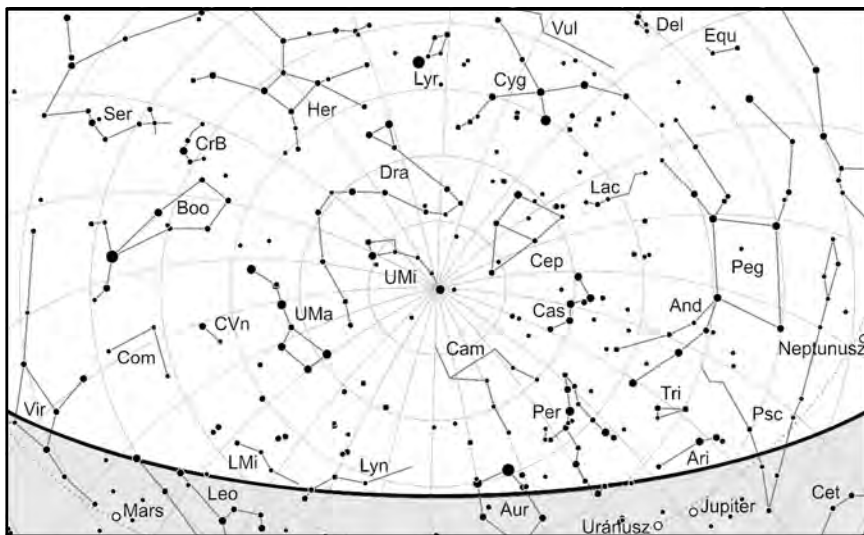
Mars: Előretartó mozgást végez az Oroszlán, majd 17-étől a Szűz csillagképben. A hónap elején, röviddel napnyugta után még látszik a nyugati látóhatár közelében. Ezután eltűnik a Nap fényében. Fényessége $1,7^m$, látszó átmérője $3,9''$ -ről $3,8''$ -re csökken.

Jupiter: A Kos csillagképben végzi előretartó, de egyre lassuló mozgását. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető a déli égen. Fényessége $-2,5^m$, átmérője $42''$.

Szaturnusz: A Vízöntő csillagképben végzi hátráló mozgását. 27-én van szembenállásban a Nappal. Egész éjszaka megfigyelhető. Fényessége $0,5^m$, átmérője $19''$.

Uránusz: Éjfél előtt kel, az éjszaka második részében látható a Kos csillagképben. Előretartó mozgása 29-én hátrálóvá változik.

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
08.02	5:53	A Hold földközlemben (357 337 km, látszó átmérő 33,44')
08.03		Az Alfa Capricornidák meteorraj maximuma (ZHR=5)
08.04	00:21	A Szaturnusz 3 fokkal északra a Holdtól (Aquarius és Pisces csillagképek, 95,8%-os, csökkenő holdfázis)
08.04	21:39	A Neptunusz 2,5 fokkal északra a Holdtól (Pisces csillagkép, 85,9%-os, csökkenő holdfázis)
08.07		Az Iota Aquaridák meteorraj maximuma (ZHR=8)
08.08		Az Éta Eridanidák (191 ERI) meteorraj maximuma (ZHR=3; V=64 km/s)
08.09	0:43	Az Uránusz 1° 45'-cel délre a Holdtól (Aries csillagkép, 43,9%-os, csökkenő holdfázis)
08.09	11:19	A Merkúr dichotómiája
08.10	2:00	A Merkúr legnagyobb keleti elongációja (27°)
08.13	11:00	A Vénusz alsó együttállásban a Nappal
08.13		A Perseidák (007 PER) meteorraj maximuma (ZHR=100; V=59 km/s) 7–14 UT között
08.15	3:04	30 óra 34 perces holdsarló 7,5 fok magasan a hajnali égen, az M44-től 3 fokkal északra
08.16	11:56	A Hold földtávolban (406 621 km, látszó átmérő 29,39')
08.17	18:26	32 óra 48 perces holdsarló 1,8 fok magasan az esti égen
08.17		A Kappa Cygnidák (012 KCG) meteorraj maximuma (ZHR=3; V=23 km/s)
08.27	8:00	Szaturnusz oppozícióban (Aquarius csillagkép)
08.30	15:52	A Hold földközlemben (357 203 km, látszó átmérő 33,45')
08.30	17:57	A Szaturnusz 3,5 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 99,6%-os, csökkenő holdfázis)

Üstökösök

C/2020 V2 (ZTF)

A Naptól lassan távolodó, de a Földhöz gyorsan közeledő C/2020 V2 (ZTF) megfigyelésére az éjszaka második fele alkalmas. A Cet fejtől induló kométa dél felé haladva áthalad az Eridanus szélén, majd a hónap végére visszakerül a Cetbe, remélhetőleg már 10,5^m-nál fényesebb csóvás vándorként.

237P/LINEAR

Mind a Naptól, mind a Földtől távolodik, így várhatóan jelentősen veszít fényességéből, és inkább csak közepes, vagy nagyobb átmérőjű távcsővel követhető nyomon mozgása. A hónap során egész éjjel megfigyelhető, ahogy a Sas csillagkép közepén nyugati irányból keleti irányúvá válik a mozgása.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
08.01.	19 33 59	+00 52 08	1,120	2,083	154,5	15,3
08.05.	19 32 00	+00 51 14	1,141	2,092	152,2	15,3
08.09.	19 30 23	+00 46 39	1,164	2,102	149,5	15,4
08.13.	19 29 09	+00 38 50	1,191	2,112	146,7	15,4
08.17.	19 28 21	+00 28 16	1,221	2,123	143,7	15,5
08.21.	19 28 00	+00 15 28	1,253	2,134	140,6	15,6
08.25.	19 28 06	+00 00 56	1,288	2,146	137,6	15,6

103P/Hartley

Tovább közeledik a Naphoz, a Földhöz is egyre közelebb kerül, így a várhatóan növekvő aktivitás az egyre kisebb földtávolsággal együtt majdnem 2^m-s fényességnövekedést eredményez a hónap során. A várhatóan 8,4^m-sra fényesedő kométa már kis távcsővel és akár binokulárral is elérhető. Augusztusban egész éjszaka látható, ahogy az Andromeda csillagképet kijelölő legfényesebb csillagok közelében halad el.

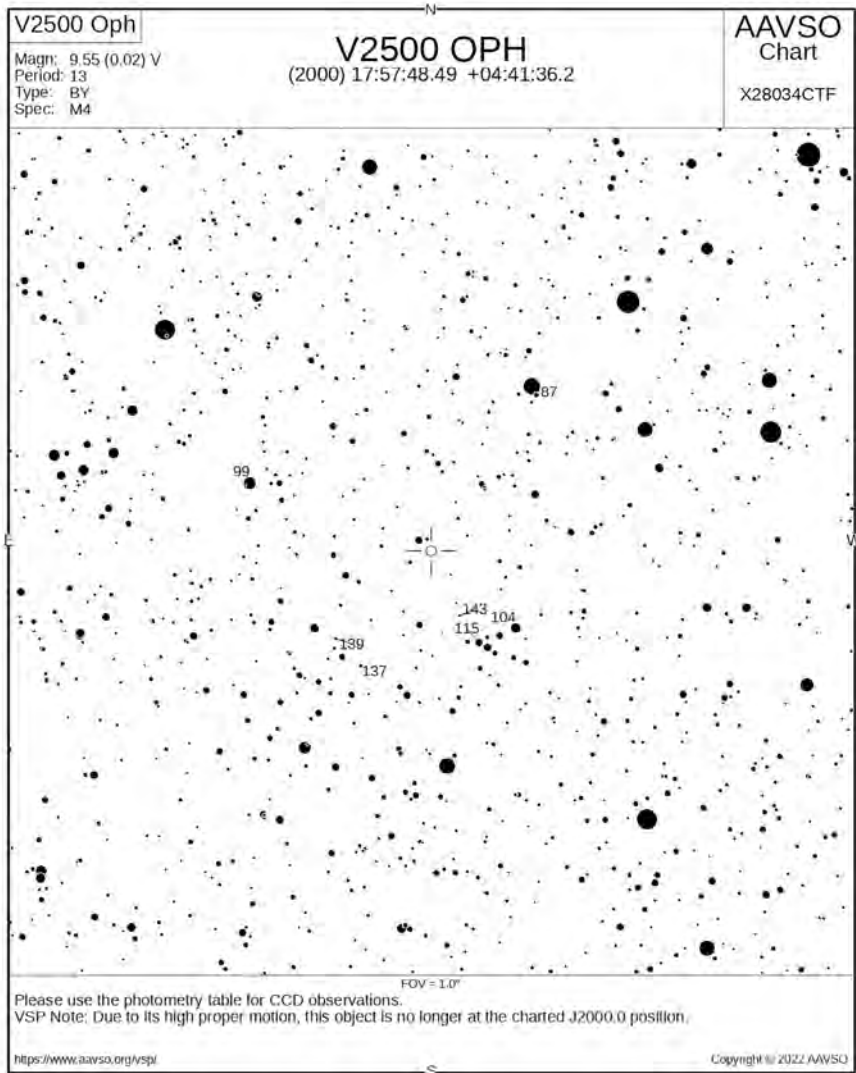
Augusztus 1-én hajnalban alig egy holdátmérőre (29'-re) lesz az α And kettőscsillagtól (A: 2,2^m, B: 11,1^m; szeparáció: 93"). 9-én a π And kék-fehér kettőstől (A: 4,36^m, B: 7,08^m; szeparáció: 36") 30'-cel délkeletre kell keresni az üstökösöt. A nagy fényességkülönbségű tagokból álló β And (A: 2,2^m, B: 14,4^m; szeparáció: 30") kettőscsillag mellett 1° 5'-re fog elhaladni 15-én. Sajnos hazánkából 29-én, a nappali égen lesz a legközelebb az ikonikus NGC 891 éléről látszó galaxishoz (9,9^m, 11,7'×1,6'), 31'-re megközelítve azt. Ennek ellenére mind 29-én hajnalban, mind 30-án este érdemes felkeresni, főként fotózni az együttállást. Ha a fotós ügyes, és a műszere is engedi, akkor az üstökös és az NGC 891 mellett az Abell 347 galaxiscsoport is beleférhet a látómezőbe.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
08.02.	00 13 46	+29 52 40	0,706	1,428	110,9	10,8
08.06.	00 27 13	+31 50 00	0,663	1,395	110,7	10,5
08.10.	00 42 11	+33 47 46	0,624	1,363	110,4	10,2
08.14.	00 58 55	+35 44 03	0,586	1,332	109,9	9,8
08.18.	01 17 43	+37 36 05	0,552	1,302	109,1	9,5
08.22.	01 38 53	+39 20 11	0,520	1,273	108,1	9,2
08.26.	02 02 40	+40 51 28	0,491	1,245	106,8	8,9
08.30.	02 29 13	+42 03 55	0,465	1,219	105,3	8,6

A Barnard-csillag

A Barnard-csillag a negyedik legközelebbi csillag a Naphoz, egyúttal a Magyarországról látható legközelebbi Naprendszeren kívüli égitest. Közelebb csupán a Proxima Centauri, valamint az α Centauri A és B található. 1916-ban Edward Emerson Barnard fedezte fel jelentős, évi 10,3"-es sajátmozgását, ezért kiérdemelte a Nyílcsillag elnevezést. Hat év alatt egy ívpercet, egy emberi élet során pedig fél holdkorongnyit mozdul el az égbolton, ezért mozgása vizuálisan, kis távcsövekkel évről évre nyomon követhető. Ehhez pontos rajz vagy fotó szükséges. Azóta sem sikerült nála gyorsabban mozgó csillagot találni az égbolton. Közeledik felénk, nagyjából 9800 év múlva mindössze 3,75 fényév lesz a távolsága, de akkor sem lesz szabad szemmel látható a 8,5^m-ig fényesedő égitest. A Barnard-csillag viszonylagos közelsége ellenére mindössze 9,5^m-s. A 0,14 naptömegű vörös törpecsillag fénykibocsátása Napunkénak alig 0,04%-a! Mérete alig valamivel nagyobb a Jupiterénél, de sokkal sűrűbb, mivel tömege legalább 150-szerese a Naprendszer óriásbolygójének. A 3100 K felszíni hőmérsékletű égitest kora 7-12 milliárd év, így a legidősebb csillagpopulációhoz tartozik. Hosszú élete alatt nagyon lelassult a tengelyforgása: egy körbeforduláshoz 130 napra van szüksége. A Barnard-csillagról szemlélve a Nap nagyon fényes, 1^m-s csillagként ragyogna a Monoceros csillagképben.

Hosszú ideig próbáltak asztrometriai – pozíció mérésen alapuló – módszerrel bolygóra utaló változásokat kimutatni a Barnard-csillag mozgásában. Egy kis tömegű csillagra a Jupiter méretű bolygók jelentős gravitációs hatást gyakorolnak, ami könnyebben kimutatható. Voltak is bizonytalan mérési eredmények, de ezeket megcáfolták. A Barnard-csillag, közelsége révén fontos célpontja lehet egy jövőbeni interisztelláris utazásnak. Az 1970-es években kidolgozott Daedalus-terv szerint egy nukleáris hajtóanyagú rakétával, amely a fény sebességének 12%-át érné el, 37 év alatt juthatnánk el a Barnard-csillaghoz. Felkereséséhez 15×70-es binokulár, vagy 6-7 cm-es kis távcső is elegendő. 2-3 évente célszerű egy rajzot vagy fotót készíteni róla, így láthatóvá válik az elmozdulása.



A Barnard-csillag (V2500 Oph) keresőtérképe (AAVSO)

Barnard csillaga
 Cseh Viktor, 2021.06.15, 21:00UT, Debrecen
 Canon EOS 1100D + Zeiss Jena Sonnar 180mm f/2.8
 ISO 800, 1×20 sec, f/2.8



A Barnard-csillag és környezete Cseh Viktor fotóján (a részletes adatokat l. a képen)

A Barnard-galaxis (NGC 6822)

Az NGC 6822 egy közeli, irreguláris galaxis, a Lokális Csoport tagja, Másik elnevezése Barnard-galaxis, mivel 1884-ben Edward Emerson Barnard amerikai csillagász fedezte fel egy 15 cm-es saját tulajdonú lencsés távcsővel, vizuális úton.

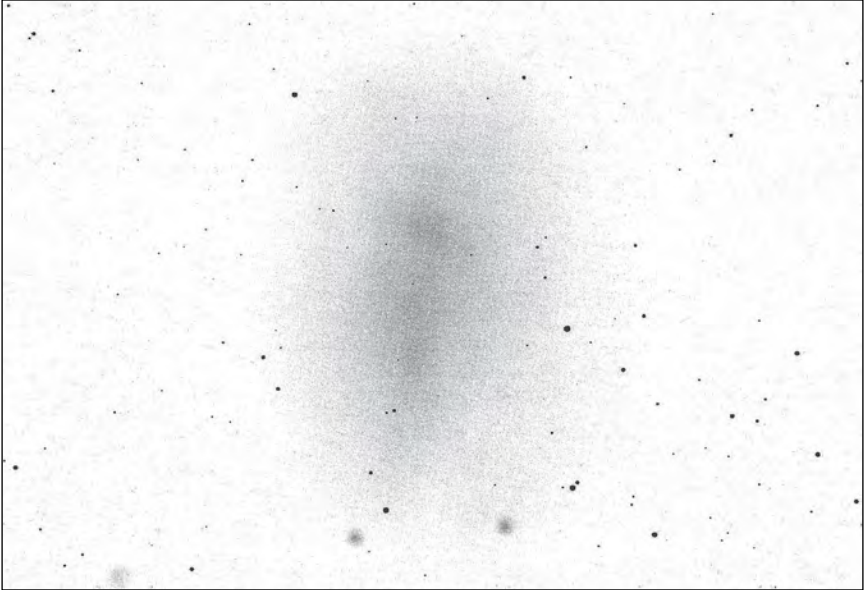
A 7000 fényév átmérőjű, Magellán-felhő típusú galaxis 1,6 millió fényévre található, tehát közelebb van, mint az Androméda-köd. Tulajdonképp ez a Tejútrendszeren kívüli legközelebb-

bi, hozzánk már nem kötött galaxis. Meglehetősen különös alakú: egy hosszanti, küllőszerű sáv uralja, amelyben fényesebb csomók, foltok észlelhetőek, ez a tartomány egy lekerekített négyzög alakú régióba ágyazódik. A galaxis délkeleti és északkeleti sarkából egy-egy tömzsi kinyúlás indul, mintha spirálkarok kezdődnének. Északi oldalán és a galaxis területén kívül három fényes csillagkeletkezési régió (HII-zóna) helyezkedik el (köztük az IC 1308), közülük a leghíresebb a „gyűrűs köd” (Hubble 1925 III), amelyet nem szabad összetévesztenünk sem az M57-tel, sem a közeli NGC 6818-cal! Ezek az aktív zónák a galaxisban zajló intenzív csillagképződést mutatják: rajtuk kívül eddig összesen 150 HII-területet ismerünk a Barnard-galaxisban. Az ALMA rádiótávcső-hálózat felvételén a galaxist egy hatalmas, egy foknál is nagyobb átmérőjű, semleges hidrogénből álló gyűrű veszi körül, amelybe a galaxis küllőszerűen ágyazódik be. A galaxis látható felületén messze túl elhelyezkedő HII-régiók léte is így nyer értelmet: ezeken a pontokon már megindult a csillagkeletkezés a semleges hidrogéngázból álló gyűrűben.

A galaxis meglehetősen fényes, 8,5^m körüli, de ez az érték kb. 10'×6'-es felületen oszlik szét. Sötét, vidéki égbolton 10×50-es vagy nagyobb binokulárokkal épphogy látható, igen halvány folt. A látvány nem sokat változik nagyobb távcsővel sem, észleléséhez mindenképp szükséges a jó égbolt. A centrális fénycsík 20–25 cm-es műszerrel kezd jobban érzékelhetővé válni, benne három nagyobb, alacsony kontrasztú folt tűnik fel. 25–30 cm-es távcső már az északi peremén lévő három fényes HII-régiót is megmutatja, különösen UHC szűrő segítségével. Az itt bemutatott rajzos észlelés, amely teljes pompájában mutatja a galaxist, 35 cm-es távcsővel készült Görögországból, ideális feltételek mellett.



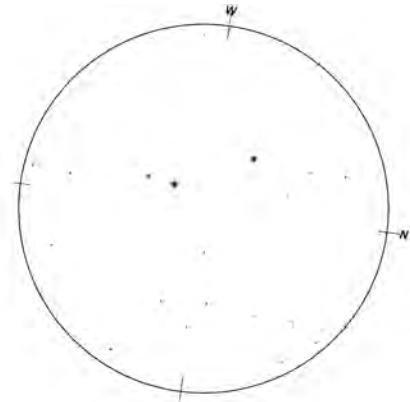
A Barnard-galaxis (NGC 6822) Csordás Péter felvételén (28 SC, AtikOne6 CCD, 10×200 s)



Az NGC 6822 Kernya János Gábor rajzán (35,5 T, 138×, panorámarajz előre elkészített háttérrel, Galaxiái, Görögország)

31 Cygni

A nyári égbolton csodás látványt nyújt a Tejúton szárnyaló Hattyú. Számos szép csillagpárral örvendezteti meg az errefelé kalandozó amatőr csillagászokat. Az északi égbolt leghíresebb kettőscsillaga, az Albireo mellett otthont ad egy másik ragyogó, eltérő színű párnak, a 31 Cygninek (WDS 20136+4644, STFA 50 AD). A rendszerhez több komponens is tartozik, amelyek nincsenek fizikai kapcsolatban, vagy bizonytalan státuszúak, mint például az AB, AC és AF tagok. A legsebbe közülük kétséget kizáróan az AC és AD pár, ezek szélesen bontottak, egyúttal fényesek, így mindkettőt észlelhetjük egészen kis műszerekkel, akár fényszennyezett égen is.

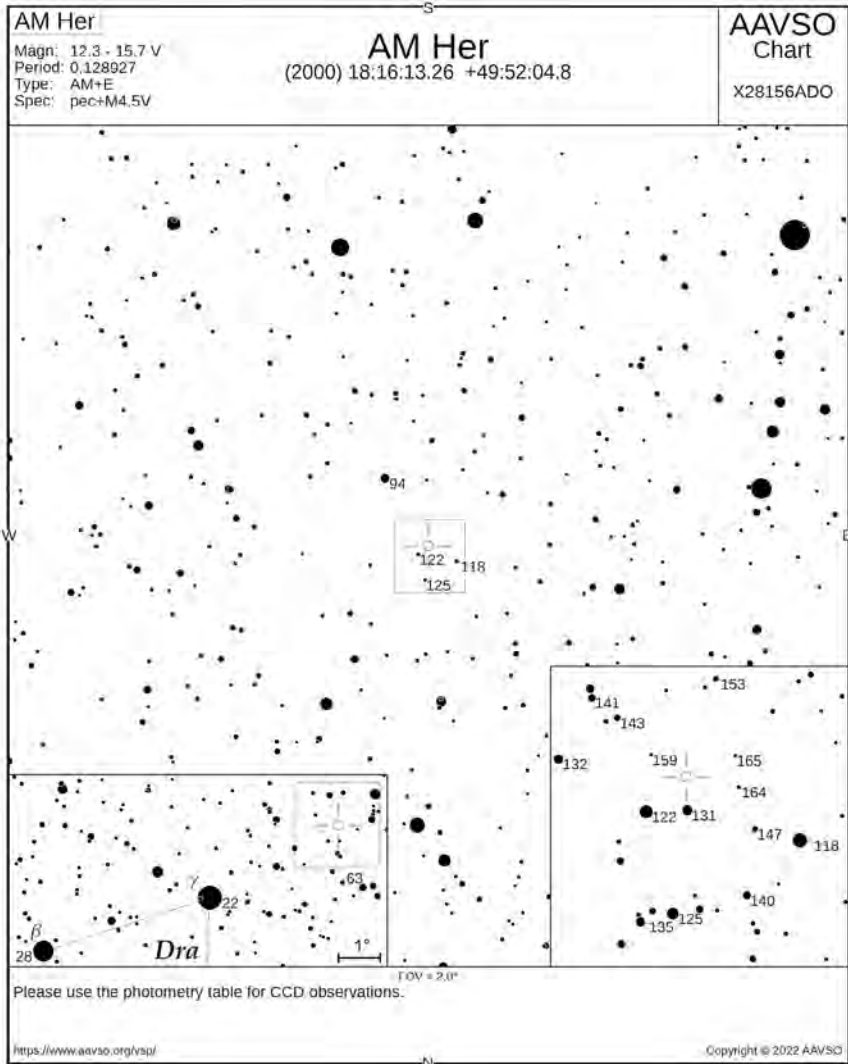


A WDS 20136+4644, STFA 50 AD Szamosvári Zsolt 2015-ben készült rajzán (120/1000 L)

Az AC páros fizikai kapcsolata egyelőre bizonytalan, akárcsak az AD komponenseké, ezért megfigyelésük nem csak esztétikai szempontból ajánlott. Az első csillagpár szeparációja 173° irányban $108,6''$, míg az AD kísérője a főcsillagtól 322° irányban $336,7''$ távolságban található. Az A komponens $(3,93^m)$ szabad szemmel is megtalálhatjuk a Hattyú bal szárnya alatt, a B tag túl van a szabadszemes határfényességen $(6,97^m)$, míg a C fényesebb $(4,83^m)$ komponens. A főcsillag narancssárga szuperóriás, az Algol típusú fedési kettősök közé tartozik, mellette a két kékesen tündöklő kísérő igazán impozáns.

A legfényesebb polár: az AM Herculis

A mágneses kataklizmikus változócsillagok (mCV) szoros, kölcsönható kettős rendszerek, amelyekben egy kis tömegű vörös törpe anyagot ad át az erősen mágnesezett, fehér törpe főkomponensnek. A szorosan kölcsönható kettősökhöz hasonlóan keringési periódusuk igen rövid, általában 1,3–5 óra közé esik. Az egyéb kataklizmikus rendszerektől eltérően az átadott tömeg nem képes létrehozni anyagbefogási (akkréciós) korongot, mivel a fehér törpe mágneses tere akár százmilliószor is erősebb lehet a Földénél, így az anyagáram, követve a mágneses tér erővonalait, közvetlenül a fehér törpe felszínére áramlik. E különleges csillagpárok két altípusát különböztetjük meg: a polárokat és az átmeneti polárokat, előbbi esetben a mágneses tér a komponenseket ún. szuperkötött keringésű pályára kényszeríti (tehát a csillagok forgási periódusa megegyezik a keringési periódussal). Az AM Herculis a legfényesebb polár. Keringési periódusa 185,6 perc, fényessége pedig 13^m és $15,5^m$ között változik, kisebb ingadozásai mellett, rendszertelen időközönként „átkapcsolva” szélső fényességérték-tartományai között. Változásait éppen 100 éve, 1923-ban fedezte fel Max Wolf heidelbergi csillagász, de a rendszer különleges fizikai tulajdonságaira csak 1976-ban derült fény, amikor felfedezték röntgensugárzását az Uhuru röntgenműhold mérései alapján. A szélső állapotok közötti hirtelen ingadozások feltehetően a fehér törpe komponens mágneses terének átrendeződéséből erednek. A csillagot folyamatosan, napi rendszerességgel érdemes nyomon követni, kivált „átkapcsolásainak” pontos detektálása végett, mivel azok vizsgálata, így az elméletek pontosítása még napjainkban is tart.



Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
08	2	22	16	41.4	ki	3227	6.3	98-	21	40S	217
08	4	2	20	18.9	ki	3392	7.3	92-	30	55S	218
08	5	2	3	1.3	ki	3526	4.9	84-	39	86S	245
08	6	2	40	43.0	ki	109	6.4	75-	46	68S	226
08	7	3	13	17.2	ki	252	7.3	64-	53	48N	291
08	9	0	3	11.8	ki	93394	6.9	44-	26	89N	257
08	9	23	34	11.3	ki	76499	7.3	34-	15	80N	271
08	9	23	42	27.6	ki	76502	7.7	34-	17	82S	252
08	10	0	25	7.3	ki	76516	8.1	33-	23	59S	230
08	10	0	28	56.1	ki	624	6.8	33-	24	87S	258
08	10	2	47	7.2	ki	76545	7.9	33-	47	62S	234
08	11	2	5	26.8	ki	780	6.8	24-	33	80N	277
08	11	2	5	38.6	ki	77031	8.4	24-	33	52S	230
08	12	2	16	31.3	ki	927	8.0	16-	27	86S	271
08	13	1	12	27.8	ki	78957	7.5	10-	9	52S	244
08	13	1	26	10.9	ki	1067	7.1	10-	11	61N	312
08	13	2	36	45.4	ki	79022	8.0	9-	21	28S	220
08	14	1	59	27.7	ki	79792	9.5	5-	7	44S	245
08	27	21	0	41.9	be	2831	6.0	85+	13	51N	37
08	28	22	19	33.4	be	2998	6.4	93+	15	71S	85
08	29	22	0	26.3	be	3160	6.7	98+	22	73S	71
08	29	22	11	15.4	be	3158	5.7	98+	23	75N	39

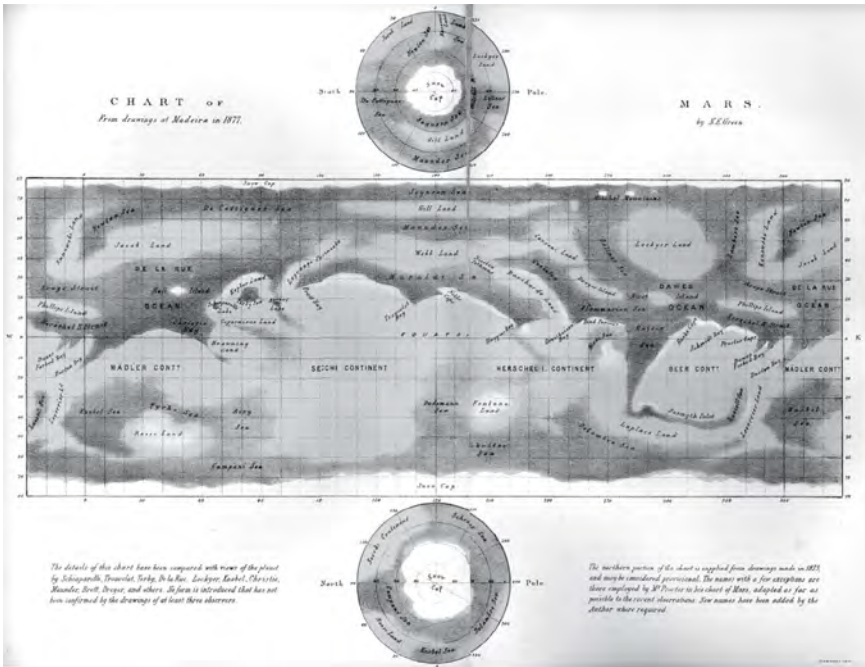
Évforduló

200 éve született Nathaniel Everett Green

Az angol festő és amatőr csillagász Nathaniel Green Bristolban született 1823. augusztus 21-én. Eleinte az üzleti életben próbált szerencsét, de hamar rájött, hogy a művészet, azon belül is a festészet közelebb áll hozzá. Sikeres tanárként el tudta magát tartani. Tanítványai között olyan nevezetes személyek is voltak, mint Viktória királynő.

Csillagászati tevékenysége főleg bolygómegfigyelésekből állt. Észleléseit nagyon szépen illesztette (Observations of Mars, at Madeira, in August and September 1877, *Memoirs of the Royal Astronomical Society* **44**, 123–140, 1879 és On the Belts and Markings of Jupiter, *Memoirs of the Royal Astronomical Society* **49**, 259–270, 1888), kiváltva azt a kritikát, hogy a művészi hatás érdekében feláldozta a pontosságot.

Részt vett a Royal Astronomical Society és a British Astronomical Association munkájában. Ez utóbbi Szaturnusz-szekciójának első elnöke volt, és a BAA elnökeként is szolgált 1897-1898-ban. 1899. november 10-én halt meg St. Albansban. A Mars egyik kráterét róla nevezték el.

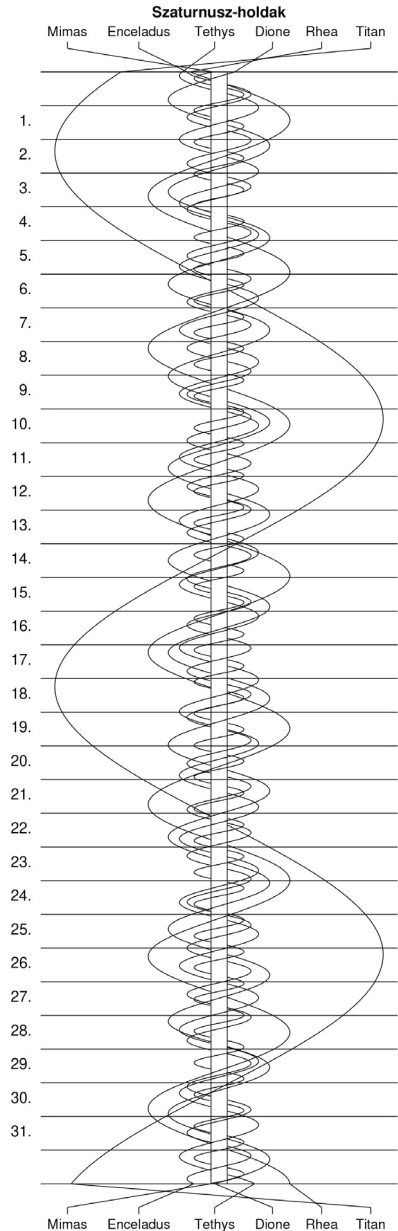
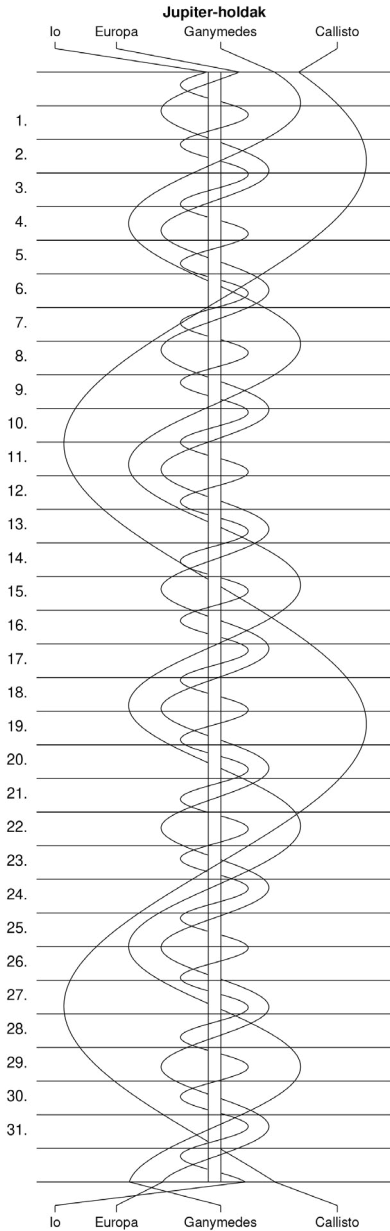


Nathaniel Everett Green 1877-ben publikált Mars-térképe.

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	22:43,2	Europa	fv
	23:10,0	Europa	mk
2	1:27,6	Europa	mv
5	23:35,6	Ganymedes	fk
6	0:31,1	Io	fk
	1:33,9	Ganymedes	fv
	21:41,5	Io	ák
	23:4,1	Io	ek
	23:50,8	Io	áv
	1:12,3	Io	ev
7	22:34,4	Io	mv
	22:57,0	Europa	fk
8	1:18,1	Europa	fv
	1:45,8	Europa	mk
10	23:9,1	Europa	ev
13	2:25,2	Io	fk
	23:35,2	Io	ák
14	0:57,4	Io	ek
	1:44,6	Io	áv
15	0:27,5	Io	mv
	21:33,6	Io	ev
16	1:32,1	Europa	fk
	23:40,8	Ganymedes	ek
17	0:55,7	Ganymedes	ev
	23:0,2	Europa	áv
	23:28,0	Europa	ek
	1:42,7	Europa	ev
21	1:28,9	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
21	2:49,7	Io	ek
	22:47,9	Io	fk
22	2:19,6	Io	mv
	21:17,5	Io	ek
	22:6,8	Io	áv
	23:25,5	Io	ev
23	20:47,4	Io	mv
	21:47,7	Ganymedes	ák
	23:40,9	Ganymedes	áv
	23:16,8	Europa	ák
25	1:36,5	Europa	áv
	1:59,8	Europa	ek
26	22:22,3	Europa	mv
	0:42,0	Io	fk
29	21:51,1	Io	ák
	23:8,4	Io	ek
30	0:0,7	Io	áv
	1:16,4	Io	ev
	22:38,1	Io	mv
	1:48,0	Ganymedes	ák

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



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

Kalendárium – 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. p 244.	5 02	11 44	18 25	50,8	-0,3	19 19	0 37	6 29		
2. sz 245.	5 03	11 43	18 23	50,4	0,1	19 37	1 28	7 53		
3. v 246.	5 04	11 43	18 21	50,1	0,4	19 56	2 17	9 16		
36. hét										
4. h 247.	5 06	11 43	18 19	49,7	0,7	20 17	3 07	10 36		
5. k 248.	5 07	11 42	18 17	49,3	1,0	20 43	3 58	11 55		
6. sz 249.	5 08	11 42	18 15	49,0	1,4	21 16	4 50	13 11	☉ 23 22	
7. cs 250.	5 10	11 42	18 13	48,6	1,7	21 58	5 43	14 20		
8. p 251.	5 11	11 41	18 11	48,2	2,0	22 49	6 37	15 18		
9. sz 252.	5 12	11 41	18 09	47,8	2,4	23 50	7 30	16 05		
10. v 253.	5 13	11 41	18 07	47,5	2,7	-	8 21	16 41		
37. hét										
11. h 254.	5 15	11 40	18 05	47,1	3,1	0 56	9 10	17 09		
12. k 255.	5 16	11 40	18 03	46,7	3,4	2 04	9 55	17 31		
13. sz 256.	5 17	11 40	18 01	46,3	3,8	3 12	10 38	17 48		
14. cs 257.	5 19	11 39	17 59	45,9	4,1	4 19	11 19	18 04		
15. p 258.	5 20	11 39	17 57	45,5	4,5	5 26	11 59	18 18	☀ 2 39	
16. sz 259.	5 22	11 39	17 55	45,2	4,9	6 32	12 38	18 32		
17. v 260.	5 23	11 38	17 53	44,8	5,2	7 39	13 19	18 46		
38. hét										
18. h 261.	5 24	11 38	17 51	44,4	5,6	8 49	14 01	19 03		
19. k 262.	5 26	11 37	17 49	44,0	5,9	10 01	14 47	19 23		
20. sz 263.	5 27	11 37	17 47	43,6	6,3	11 15	15 36	19 50		
21. cs 264.	5 28	11 37	17 45	43,2	6,6	12 30	16 30	20 25		
22. p 265.	5 30	11 36	17 43	42,8	7,0	13 42	17 29	21 14	☾ 20 32	
23. sz 266.	5 31	11 36	17 41	42,5	7,3	14 44	18 30	22 18		
24. v 267.	5 32	11 36	17 39	42,1	7,7	15 33	19 31	23 35		
39. hét										
25. h 268.	5 34	11 35	17 37	41,7	8,0	16 10	20 31	-		
26. k 269.	5 35	11 35	17 34	41,3	8,4	16 39	21 28	1 01		
27. sz 270.	5 36	11 35	17 32	40,9	8,7	17 01	22 21	2 29		
28. cs 271.	5 38	11 34	17 30	40,5	9,1	17 21	23 13	3 56		
29. p 272.	5 39	11 34	17 28	40,1	9,4	17 39	-	5 21	☽ 10 58	
30. sz 273.	5 40	11 34	17 26	39,7	9,7	17 57	0 03	6 45		

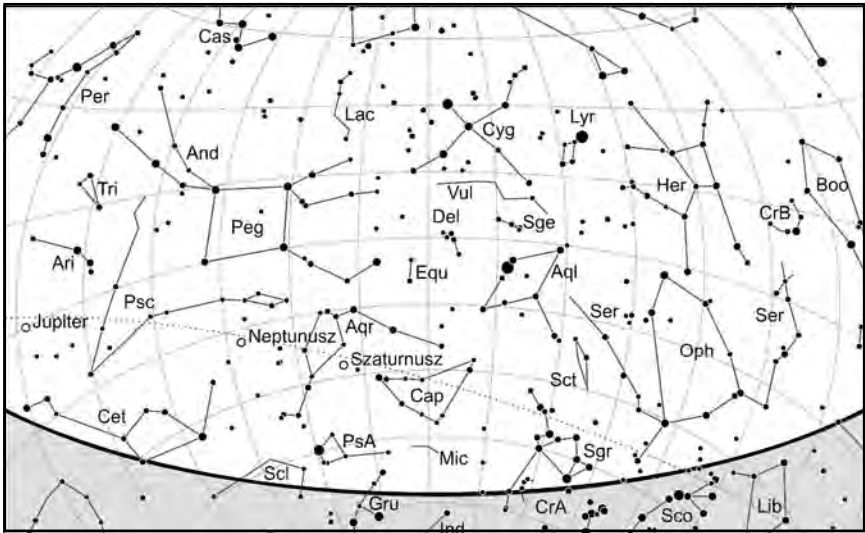
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

Szeptember

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 189	22 39 37	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 460 190	22 43 33	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 460 191	22 47 30	Hilda, Gergely, Gergő
36. hét			
4.	2 460 192	22 51 26	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 460 193	22 55 23	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 460 194	22 59 20	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
7.	2 460 195	23 03 16	Regina, Dusán, István, Menyhért
8.	2 460 196	23 07 13	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
9.	2 460 197	23 11 09	Ádám, Péter
10.	2 460 198	23 15 06	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán
37. hét			
11.	2 460 199	23 19 02	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 460 200	23 22 59	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 460 201	23 26 55	Kornél, János, Lujza
14.	2 460 202	23 30 52	Szeréna, Roxána
15.	2 460 203	23 34 49	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
16.	2 460 204	23 38 45	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 460 205	23 42 42	Zsófia, Ildikó, Róbert
38. hét			
18.	2 460 206	23 46 38	Diána, József, Richárd
19.	2 460 207	23 50 35	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 460 208	23 54 31	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
21.	2 460 209	23 58 28	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 460 210	0 02 24	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
23.	2 460 211	0 06 21	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 460 212	0 10 18	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
39. hét			
25.	2 460 213	0 14 14	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta
26.	2 460 214	0 18 11	Jusztina, Dániel
27.	2 460 215	0 22 07	Adalbert, Albert, Károly, Vince
28.	2 460 216	0 26 04	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 460 217	0 30 00	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
30.	2 460 218	0 33 57	Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia

A bizánci naptár 7532. évének kezdete: szeptember 14.

A zsidó naptár 5784. évének kezdete (napnyugtakor): szeptember 15.



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első harmadában a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 6-án alsó együttállásban van a Nappal. 10-én már fél órával kel a Nap előtt. Megfigyelhetősége gyorsan javul, ez idei második kedvező hajnali láthatósága. 22-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 17,9°-ra a Naptól. Ekkor bő másfél órával a Nap előtt kel, és ez az érték a hónap végéig csak keveset csökken.

Vénusz: A hajnali keleti égen magasan látszó, ragyogó fehér fényű égitest. Láthatósága a hónap folyamán gyorsan javul, most kitűnő a hajnali láthatósága. 1-én közel két órával kel a Nap előtt, ez az érték a hónap végére három és háromnegyed órára nő. A bolygó fényessége $-4,6^m$ -ról $-4,7^m$ -ra nő, átmérője 49,9"-ról 32,4"-re csökken, fázisa 0,11-ről 0,36-ra nő.

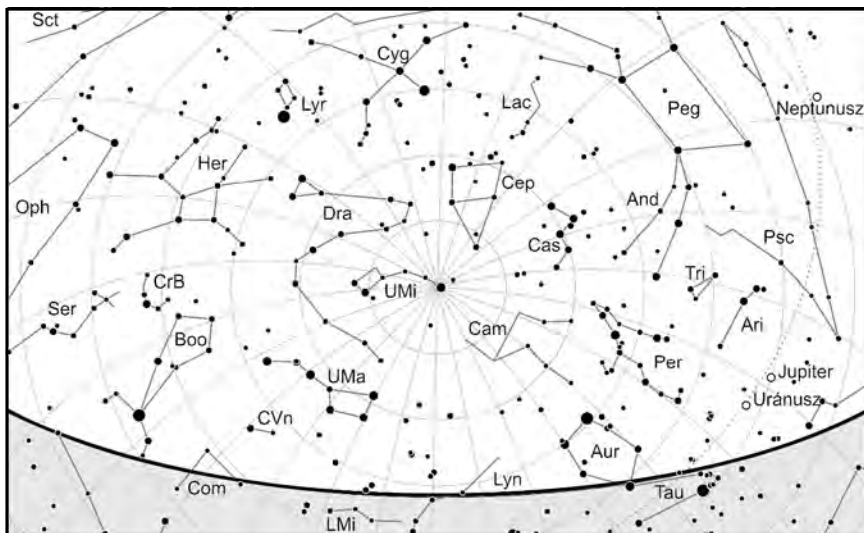
Mars: Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $1,7^m$ -ről $1,6^m$ -ra nő, látszó átmérője 3,8"-ról 3,7"-re csökken.

Jupiter: A Kos csillagképben látható, előretartó mozgása 4-én hátrálóba vált át. Az esti órákban kel, majdnem egész éjszaka fényesen ragyog a déli égen. Fényessége $-2,7^m$, átmérője 46".

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Hajnalban nyugszik, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. Fényessége $0,5^m$, átmérője 19".

Uránusz: Az esti órákban kel, az éjszaka nagyobb részében látható. Folytatja hátráló mozgását a Kos csillagképben.

Neptunusz: Egész éjszaka megfigyelhető, 19-én van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Halak csillagképben.



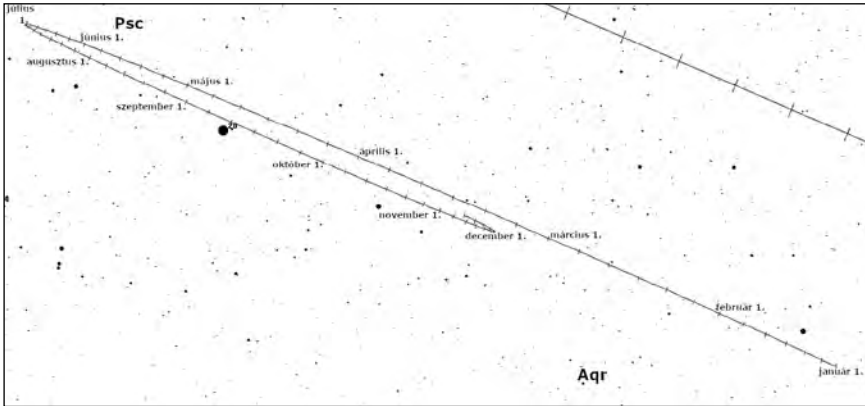
Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
09.01	3:20	A Neptunusz 4,5 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 98,4%-os, csökkenő holdfázis)
09.05	4:16	Az Uránusz 3° 15'-cel délkeletre a Holdtól (Aries csillagkép, 68,6%-os, csökkenő holdfázis)
09.06	11:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
09.09	23:00	A Szeptemberi Epsilon Perseidák (208 SPE) meteorraj maximuma (ZHR=5; V=61 km/s)
09.12	0:51	Az (598) Octavia (13,3 ^m) elfedi a TYC 0068-00951-1 csillagot (8,7 ^m , 3 ^h 44' 3" +3° 35' 1")
09.12	1:58	A (173) Ino (12,3 ^m) elfedi a TYC 0111-01245-1 csillagot (10,9 ^m , 5 ^h 9' 55" +6° 32' 20", a fedés Magyarország északkeleti részében látható)
09.12	15:44	A Hold földtávolban (406 312 km, látszó átmérő 29,41')
09.13	3:47	45 óra 53 perces holdsarló 13,8 fok magasan a hajnali égen
09.14	3:48	21 óra 52 perces holdsarló 3,8 fok magasan a hajnali égen, a Merkúrtól 6 fokkal északkeletre.
09.21	8:29	Az Antares 0,5 fokkal délre a Holdtól (34,7%-os, növekvő holdfázis)
09.22	13:00	A Merkúr legnagyobb nyugati elongációja (18°)
09.22	19:26	A Merkúr dichotómiája
09.23	6:50	Őszi nap-éj egyenlőség
09.23	20:32	A (612) Veronika (14,7 ^m) elfedi az UCAC4 483-126633 csillagot (12,4 ^m , 20 ^h 24' 17" +6° 30' 6", a fedés Magyarország nyugati szélén látható)
09.27	3:38	A Szaturnusz 3 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 91,7%-os, növekvő holdfázis)
09.28	1:06	A Hold földközlelben (359 920 km, 33,2')
09.28	17:21	A Neptunusz 2° 15'-cel északra a Holdtól (Aquarius és Pisces csillagképek, 99,2%-os, növekvő holdfázis)

Együttállások

- Szeptember 9. 02:50 UT: A Vénusz ($-4,5^m$, 18,5%) az M67 nyílthalmaz centrumától $48'$ -cel délre, a keleti horizont felett 12° -kal. A Nap ekkor még 14° -kal a horizont alatt van, így a halmaz is észlelhető.
- Szeptember 22. 18:00 UT: A Hold ($-10,1^m$, 49%) peremétől $3,7^\circ$ -ra délnyugatra az M6 nyílthalmaz ($4,2^m$) a Skorpió csillagképben. A halmaz bő 7° -kal, a Hold szűk 11° -kal lesz a déli-délnyugati horizont felett. A Nap a jelenség idején 14° -kal lesz a horizont alatt, így a halmaz is észlelhető.



A Neptunusz keresőterképe (oppozíció: szeptember 19.)

Üstökösök

C/2020 V2 (ZTF)

Egyre gyorsulva halad dél felé. Eközben távolodik a Naptól, és a hónap közepéig közeledik a Föld felé, majd tőlünk is távolodni kezd. A hónap eleji, várhatóan $10,4^m$ -s fényessége a hónap végére már $10,8^m$ -ra csökken. Egy ilyen fényes égitest még akár kisebb átmérőjű távcsövekkel is könnyen elérhető lehetne, ha nem haladna az üstökös dél felé, ezért egyre vastagabb légkörön keresztül kell szemlélnünk.

22-én hajnalban az NGC 775 ($12,6^m$, $1,74' \times 1,2'$) galaxistól $17'$ -re északkeletre halad el a gyorsan mozgó üstökös. Elmozdulása a háttércsillagokhoz képest már percek alatt is szembe-tűnő lehet.

103P/Hartley

Szeptemberben még mindig közeledik a Naphoz és a Földhöz, így fényessége várhatóan tovább nő. A hónap elején még $8,3^m$ -snak jelzett üstökös fényessége a hónap végére már elérheti a 7^m -t,

ami már elegendő ahhoz, hogy akár binokulárokkal is megfigyelhető legyen. Szeptember elején még a Perseus csillagkép nyugati oldalán kell keresni a gyorsan mozgó üstökösöt. Annyira gyorsan halad, hogy a hónap végére már a Szekeres keleti oldalán lesz megtalálható. Szinte egész északra megfigyelhető.

Augusztus 31-ről szeptember 1-re virradó éjszaka 17'-re lesz az M34 (5,2^m, átmérő: 25') nyílthalmaz közepétől. A fotósok számára hálás, de nehéz téma. 4-én hajnalban az NGC 1186 (11,4^m, 3,2×1,2') SB(r)bc típusú kicsiny galaxis mellett 6'-re fog elszárgulani, és remélhetőleg a kómájának széle eléri a galaxist.

Nem lesz nehéz megtalálni 9-én hajnalban a v Per sárga-fehér kettőscsillagtól (A: 3,81^m, B: 12,1^m; szeparáció: 32") 22'-re.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
09.03.	02 58 24	+42 50 40	0,443	1,194	103,6	8,3
09.07.	03 29 47	+43 04 39	0,424	1,170	101,8	8,0
09.11.	04 02 33	+42 39 57	0,408	1,149	99,8	7,8
09.15.	04 35 36	+41 33 17	0,397	1,130	97,7	7,6
09.19.	05 07 47	+39 45 08	0,388	1,113	95,7	7,4
09.23.	05 38 09	+37 19 55	0,384	1,098	93,8	7,2
09.27.	06 06 03	+34 24 59	0,383	1,086	92,0	7,1

2P/Encke

Egyike azon üstökösöknek, amelyek kivételesen nem a felfedezőjükről kapták nevüket. Egymástól függetlenül két üstökös vadász, Pierre Méchain és Charles Messier is felfedezte 1786-ban. A második felfedezésére 1795-ös visszatérésekor került sor, amikor Caroline Herschel találta meg. Harmadjára Jean-Louis Pons bukkant rá 1818-ban. Végül Johann Franz Encke jött rá 1819-ben, hogy a három üstökös azonos. Kiszámolta a pályáját, és előre jelezte az 1822-es visszatérést is. Többen is keresték a jelzett koordináták környékén, végül Carl Ludwig Christian Rümker akadt rá 1822. június 2-án. A pályaszámító iránti tiszteletből kapta az üstökös Encke nevét.

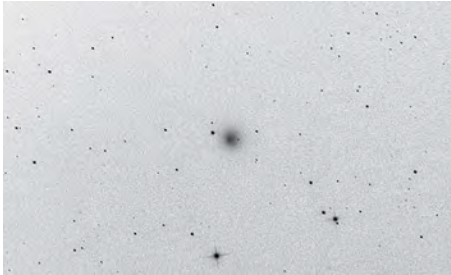
3,3 éves keringési periódusával ez a legrövidebb keringési idejű ismert üstökös. A keringési idő 7:2-es rezonanciában áll a Jupiter keringési idejével, ami miatt a gázóriás jelentős hatást gyakorol a pályájára. Nem csak a Jupiter miatt szenved pályamódosulásokat, hanem kis perihéliumtávolsága miatt gyakran kerül a Föld és a Merkúr közelébe is, amelyek szintén hatással vannak rá. Bolygónkat 1997-ben 0,19 CSE-re közelítette meg, de 2063-ban is majdnem ilyen közel halad el mellette.

Az üstökös aktivitása hirtelen indul be és áll le. A 200 év megfigyeléseit tanulmányozva a kómaképződés a perihélium előtt 87±5 nappal és 1,63±0,03 CSE távolságban indul be, majd a perihélium után 94±15 nappal és 1,49±0,2 CSE távolságban áll le. Természetesen a leállás nem teljes, még aphéliumban is kimutatható egy kis kóma körülötte.

A felfedezése óta eltelt több mint 200 év alatt fényessége sokat csökkent. Korábban még szabaddal volt a maga 4-5^m fényességével, de mára már csak 7-8^m-t ér el. Ehhez hozzájárul az is, hogy porban szegény, de gázokban gazdag, így a jó fényviszaverő képességű porból is egyre kevesebb hagyja el a felszínt a távozó gázokkal együtt.

A napközbe kerülő, jórészt gázcsóvát mutató kométák esetében, mint amilyen a 2P/Encke is, előfordulhat, hogy a csóva leszakad. Ezt figyelhettük meg 2007. április 20-án, amikor egy

napkitérés miatt hirtelen megnőtt sugárnyomás leszakította a vékony gázcsóvát az üstökös magjáról. Minél alacsonyabb a csóva por-gáz összetételének aránya, annál látványosabb lehet a jelenség, mert a mag és az elsodródó csóva között szinte láthatatlanná válhat a kapcsolat.



2017-es visszatérésekor fényképezte le Nagy Mélykuti Ákos a csillagszerű magot 2' átmérőjű, kékeszöldes színű kómával körülvelt 2P/Encke üstököst. (200/800 Newton + Canon 750 D; ISO 1600; 9x50 s)

Gyorsan közeledik a Naphoz és a Földhöz is, így a fényessége várhatóan körülbelül 4^m -t fog nőni a szeptember eleji $12,6^m$ -ról. Ezért a hónap elején még inkább közepes (12–25 cm) átmérőjű távcsövekkel lesz érdemes felkeresni, a hónap végére viszont már a kisebb (5–12 cm) átmérőjű távcsövekkel is elérhetővé válhat. Megfigyeléséhez az éjszaka második fele alkalmasabb. A hónap elején még éjfél előtt kel, a hónap végére azonban ez már éjfél utánra tolódik több mint 3 órával. Ennek oka, hogy az üstökös nagyon gyorsan mozog keleti irányba. Szeptember elején még a Szekeres csillagkép keleti oldalán található, majd átszáguld az Ikrék, majd a Rák északi részén, a hónap végére már az Oroszlán „nyakánál” jár.

9-én a θ Gem (A: $3,6^m$, B: $12,6^m$; szeparáció: $81''$) nagy fényességkülönbségű kettőscsillagtól mindössze $6'$ -re délre található az üstökös homályos kis foltja. Felkereséséhez jó kiindulás az ι Cnc szeptember 20-án. A gyorsan mozgó üstökös ettől a kettőscsillagtól (A: $4,13^m$, B: $5,99^m$; szeparáció: $31''$) lesz $48'$ -re délkeleti irányban.

Dátum	RA (h m s)	D ($^\circ$, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E ($^\circ$)	m_v (m)
09.01.	06 13 15	+34 05 30	1,101	1,147	65,7	12,6
09.05.	06 41 07	+33 59 22	1,044	1,084	63,7	12,1
09.09.	07 11 32	+33 25 57	0,995	1,019	61,2	11,6
09.13.	07 44 10	+32 18 09	0,954	0,953	58,1	11,1
09.17.	08 18 25	+30 30 00	0,924	0,885	54,4	10,5
09.21.	08 53 26	+27 58 22	0,906	0,815	50,2	10,0
09.25.	09 28 18	+24 44 17	0,901	0,743	45,6	9,3
09.29.	10 02 14	+20 53 18	0,911	0,670	40,7	8,7

C/2017 K2 (PANSTARRS)

Richard Wainscoat és munkatársai 2017. május 21-én a Pan-STARRS (Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System) projekt 1-es számú (PS1) 1,8 méteres teleszkópjával a hawaii Maui-szigeten levő Haleakala Observatóriumban egy lassan mozgó, kómát mutató objektumot fedeztek fel. A lassú mozgásból arra következtettek, hogy az üstökös nem várt távolságban tartózkodik, amit a pályaszámítások igazoltak. A vándor rekorderek bizonyult, mert a Szaturnusz pályáján túl, 16 CSE távolságban járt akkor, amikor már üstökösökre jellemző

aktivitást mutatott. Igaz, csak majdnem rekorder, mert a C/2010 U3 (Boattini)- üstököst ennél messzebb, 18,4 CSE távolságban fedezték fel.

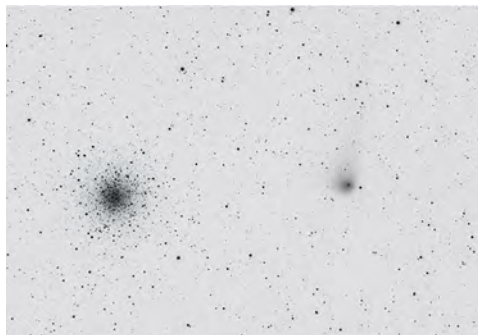
Abban a tekintetben viszont rekorder, hogy perihéliumához közeledő üstökös aktivitását ilyen távol (16, illetve 23,7 CSE) a Naptól még nem figyelték meg. A Halley-üstökös például 14 CSE naptávolságban mutatott aktivitást, de az valószínűleg egy kitérésnek volt köszönhető, illetve a Hale–Bopp óriás üstökös 25 CSE-re is még aktív volt, de már a Naptól távolodóban. A fotometriai adatok extrapolációja alapján a C/2017 K2 (PANSTARRS), valahol $25,9 \pm 0,9$ CSE távolságban és 2012 első félévében kezdhetett üstökösökre jellemző aktivitást mutatni.

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

Az üstökös ilyen távolságban mutatott aktivitása arra is következtetni enged, hogy korábban nem vagy csak nagyon ritkán járt a Nap közelében, mert akkor ezek a különösen illékony anyagok a felszínről már távoztak volna, és a kómaképződés csak a Naphoz jóval közelebb indult volna el. Ezeknek a szuperillékony anyagoknak a felszínről történő folyamatos távozása okozza azt is, hogy az üstökös fényessége a felfedezése óta szinte egyenesen növekedett. A nagyon ritkán kimutatható kismértékű kitérések szintén fiatal felszínre utalnak.

A Hubble-űrtávcsővel 2020-ban végzett újabb mérések megerősítették a közel gömbszimmetrikus kóma létét, amit az átlagosan 1 mm-es porszemcsék és illékony gázok alkotnak. Ezt az elgondolást a modellszámítások is alátámasztották. Kisebb méretű porszemcsék esetén már jelentős, határozott megjelenésű csóva lenne kimutatható, amit nem sikerült megfigyelni akkor. Alátámaszthatja a porszemcsék méretére vonatkozó előbbi elméletet, hogy a Naphoz egyre közelebb kerülve a kóma alakja továbbra is szinte gömbszimmetrikus marad, az üstökös egyenesen fényesedik, és ahogy egyre több por kerül a kómába, az nem sodródik el jelentős csóvát létrehozva. Az üstökös 2022-es láthatósága során sem tapasztalhattuk jelentős porcsóva kialakulását.

*Dr. Elek Tamás még jóval
a 2022.12.19-i napközelsége előtt,
2022.07.15-én fényképezte le
az M10 gömbhalmaz közelében
a C/2017 K2 (PANSTARRS) üstököst.
(72/400 refraktor + ZWO ASI 178MM;
gain 100; 3x120 s)*



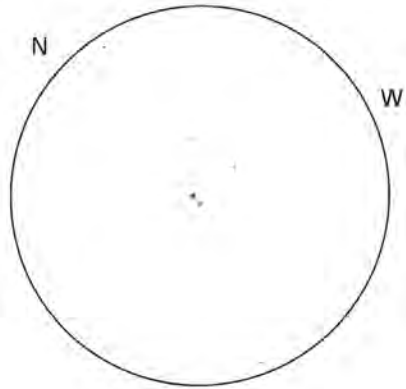
A C/2017 K2 (PANSTARRS) szeptemberben tér vissza hazánk hajnali égboltjára. A lassan mozgó üstököst az Egyszarvú csillagképben fogjuk megtalálni a Nagy Kutya határán. Megpillantása akár kis távcsővel is lehetséges, de inkább közepes (15–25 cm) távcsövet ajánlunk, míg fotografikus úton kisebb átmérőjű távcsövekkel is megörökíthető a hónap során 10^m -s üstökös.

A hónap végéig keleti irányba mozog egyre lassulva, majd 26-án mozgásának iránya megfordul, és lassan nyugat felé kezd haladni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
09.01.	06 45 29	-08 14 57	3,902	3,515	60,5	9,9
09.05.	06 46 55	-08 13 24	3,890	3,552	63,2	10,0
09.09.	06 48 08	-08 12 36	3,875	3,588	66,1	10,0
09.13.	06 49 06	-08 12 26	3,859	3,624	69,1	10,0
09.17.	06 49 50	-08 12 46	3,841	3,661	72,2	10,1
09.21.	06 50 18	-08 13 29	3,820	3,697	75,4	10,1
09.25.	06 50 30	-08 14 24	3,799	3,733	78,7	10,1
09.29.	06 50 25	-08 15 24	3,776	3,770	82,0	10,1

δ Cephei

A Cepheus csillagkép egész évben megfigyelhető, számos érdekes kettőscsillag észlelhető területén. A δ Cepheit (WDS 22292+5825, STFA 58 AC) Cefeusz király képzeletbeli jobb válla mellett találjuk. A WDS adatbázisa szerint összesen nyolc tagot számlál, ezek közül azonban csak egy érhető el kisebb távcsövekkel, a többiek fényessége 13^m vagy ennél is halványabb, így inkább a nagyobb távcsövekkel vagy fotografikus technikával észlelő amatőrök számára nyújthatnak célpontot. Nem úgy az AC tag, amelyet a fehér fényvel tündöklő, $4,2^m$ -s (szabadszemes) főcsillag mellett egy halványabb, $6,1^m$ -s kék csillag alkot. A $41''$ -es szeparáció könnyen észlelhetővé teszi a kistávcsövek, de akár binokulárok számára is 191° (dél) irányban.



A WDS 22292+5825 AC Földvári István Zoltán 2018-ban készült rajzán (70/500 L)

A fizikai kapcsolatban lévő pár főcsillaga a cefeida változók prototípusa, pulzációs periódusa 5,36 nap, egyúttal spektroszkópiai kettős, keringési ideje hat év. A közeli kísérő tömege jóval kisebb, mindössze tizede a főcsillagénak. A C komponens ugyancsak változó, egyúttal spektroszkópiai kettős is egyben. A δ Cep tömegét $4,5 \pm 0,3$ naptömegre becsülik. Évről évre hatalmas mennyiségű anyagot dob le magáról, amely egy megközelítőleg 1 pc átmérőjű ködösséget hozott létre a csillag körül, amelyet a C komponens fűt. A felmelegedett anyag infravörös sugárzást bocsát ki.

A Donati-kráter

A Donati egy 36 km átmérőjű, 2000 méter mélységű, pre-nectari korú kráter, közel a holdkorong meridiánjához. Szelenografikus koordinátái: d. sz. $20,7^\circ$, k. h. $5,2^\circ$. A holdkorongon

elfoglalt pozíciójának köszönhetően megfigyelése az első és az utolsó negyed környékén lehetséges, amikor a legtöbb távcső, ha csak egy rövid időre is, de amúgy is égi kíséroránk felé fordul. Bizonyos, hogy nem a Donati lesz az a kráter, amely néma csodálatot vált ki belőlünk, mert a Dinsmore Alter által csak Nagy Félsgizetnek nevezett felföldön tucatszámra találunk szebb, nagyobb, markánsabb megjelenésű alakzatot. A Donati felkeresése mégis megéri a fáradságot, már csak azért is, mert romos állapota ellenére megőrizte a komplex kráterek valamennyi ismértvét. És nem is lesz szükségünk nagy távcsőre ahhoz, hogy ezeket megfigyeljük. Mit érdemes megfigyelni ezen az idős, viharvert kráteren? Először is a masszív falakat. A sánc nyugati felén még jól felismerhető a teraszos szerkezet. A keleti részén egy nagyobb, a 11 km-es Donati B jelűt, tőle közvetlenül délre pedig egy kisebb, jelöletlen parazitakrátert találunk. A Donati központi csúcsa a kráter méretéhez és romos állapotához képest meglehetősen nagy és ép. A központi csúcstól északnyugatra egy alacsonyabb gerinc indul egészen a sáncig, amelyet már egy 8 cm-es távcső is megmutat. A Donati egy furcsa súlyzó alakot formál a hozzá északról csatlakozó Airy C-kráterrel. Ez utóbbi alacsonyabb, belseje sima, törmelékkel feltöltött, és teljesen részletlen. Éppen az Airy C miatt valójában el sem téveszthetjük a Donatit. A következőképpen találhatjuk meg kráterünket. Induljunk el a Purbach-krátertől északkeleti irányba, az öt, nyílegyenesen futó kráterből álló kráterlánc mentén. Az öt kráter mindegyike nagyon izgalmas objektum, mindegyiküket megéri külön-külön is észlelni. A sorrend a következő: Purbach, La Caille, Delaunay, ez egy teljesen egyedi megjelenésű, masszív fallal kettéválasztott kráter, Faye és végül a Donati. Az öt kráter közül a Faye hasonlít leginkább Donatira, de csak első pillantásra. Ha alaposan megfigyeljük a két krátert, láthatjuk a szembeötlő különbségeket.



A Donati-kráter a Lunar Orbiter-4 felvételen

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
09	3	23	52	37.3	ki	319	7.7	79-	46	66S	226
09	4	2	1	17.8	ki	325	7.1	79-	57	70N	271
09	4	20	42	13.2	ki	433	5.6	71-	12	59N	284
09	4	21	5	3.7	ki	93209	7.0	71-	16	40S	204
09	5	3	53	13.3	ki	460	6.9	68-	60	43S	206
09	5	4	10	46.1	be	465	4.4	68-	59	-86S	78
09	5	5	26	11.1	ki	465	4.4	68-	50	70S	234
09	5	20	36	12.6	ki	566	6.1	61-	7	88N	259
09	5	23	21	12.2	ki	76334	7.8	59-	33	46S	214
09	6	1	54	59.9	ki	594	6.9	59-	57	55S	223
09	6	1	55	2.1	ki	76389	7.8	59-	57	55S	223
09	8	0	5	29.4	ki	77588	7.7	39-	26	80S	260
09	8	0	25	36.6	ki	77604	7.0	39-	29	65N	295
09	8	0	49	0.3	ki	77621	7.5	39-	33	37N	323
09	8	0	58	3.1	ki	77619	7.1	38-	35	89N	272
09	8	1	11	30.9	be	890	4.6	38-	36	-69N	69
09	8	2	20	38.0	ki	890	4.6	38-	48	86S	267
09	8	3	40	51.8	ki	77724	7.0	38-	61	88S	269
09	9	0	6	23.8	ki	78685	8.0	29-	18	90N	277
09	9	0	30	42.3	ki	1035	6.7	29-	22	42N	324
09	10	3	44	33.9	ki	79672	7.6	20-	44	54S	248
09	11	1	17	41.2	ki	80235	8.6	14-	11	62N	317
09	12	2	55	37.9	ki	80804	9.1	7-	16	80S	286
09	12	3	13	55.1	ki	1393	6.5	7-	19	67S	272
09	20	17	34	36.1	be	2269	5.4	28+	8	64S	130
09	24	16	39	0.5	be	2912	4.5	71+	12	60S	106
09	26	18	34	40.7	be	3227	6.3	90+	20	65S	87
09	27	23	3	15.4	be	3392	7.3	97+	28	36S	110
09	28	22	5	59.2	be	3526	4.9	100+	39	52S	82
09	30	21	59	39.8	ki	252	7.3	97-	46	83N	257

Évfordulók

150 éve hunyt el Giovanni Battista Donati

Giovanni Battista Donati olasz csillagász 1826. december 16-án született Pisában. Az itteni egyetemen tanult, főleg a matematika érdekelt. Giovanni Amici (1786–1863) hívására a firenzei múzeum csillagvizsgálójának munkatársa lett. 1858. június 2-án fedezte fel a később róla elnevezett üstököst (G. B. Donati: Intorno alla cometa scoperta il 2 giugno 1858, *Il Nuovo Cimento* 8(1), 59–62, 1858).

Amici halála után Donati lett a csillagvizsgáló igazgatója. Addigra már öt üstököst fedezett fel, és 1865-ben ő volt az első, aki egy üstökös spektrumát lejegyezte. 1872-ben hosszú előkészületek



után megalapították az Arcetri Observatóriumot. Donati, aki sokat dolgozott ennek a létrehozásáért, lett az első igazgató, ezt a tisztséget nem sokkal később bekövetkezett haláláig – 1873. szeptember 20. – viselte.

Donati a csillagászati spektroszkópia egyik úttörője volt. Űstökösök mellett a Nappal foglalkozott sokat (pl. G. B. Donati, P. Tacchini: Osservazioni spettroscopiche di macchie solari fatte a Firenze, *Il Nuovo Cimento* 7, 117–123, 1872). Számos cikkét angolra fordították, ami jól mutatja kutatásai érdekességét a kortársak számára (G. B. Donati: On the Physical Nature of the Sun, *Astronomical Register* 6, 234–236, 1868).

Megfigyelte az 1872. február 4–5-i nagy aurórát, és megállapította, hogy nem lehet tisztán légköri eredettel megmagyarázni a jelenséget. Ekkor vezette be a „kozmosz meteorológia” fogalmát, de halála meggátolta, hogy tovább foglalkozzon a kérdéssel. Mára már *Journal of Space Weather and Space Climate* címen folyóiratot is dedikáltak a szakterületnek.

Donatiról is van holdkráter elnevezve, és az ő nevét viseli a (16682) Donati kisbolygó.



100 éve fedezték fel az (1073) Gellivara kisbolygót

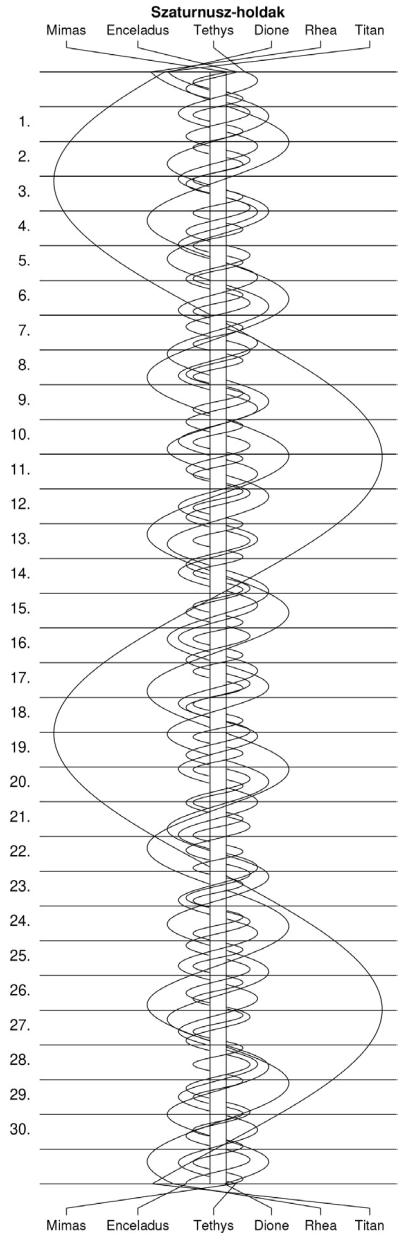
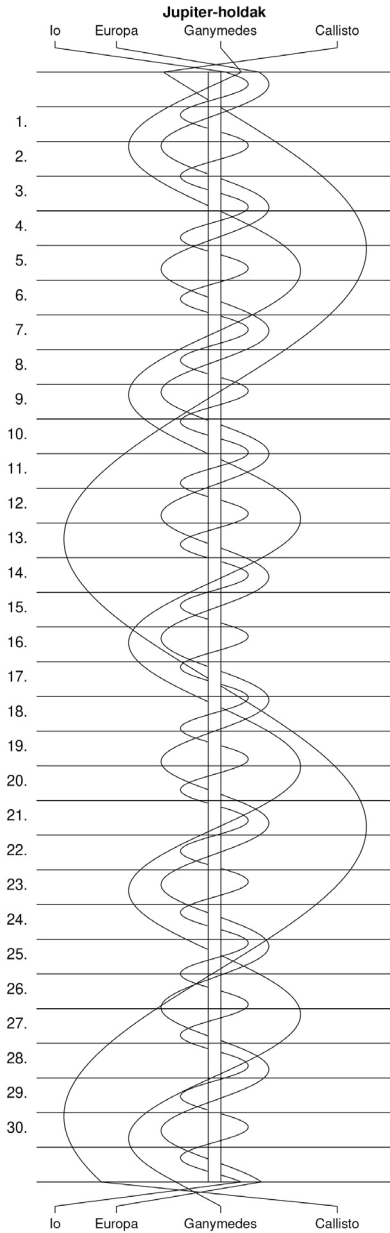
Az (1073) Gellivara kisbolygó arról nevezetes, hogy ez volt az utolsó vizuálisan megtalált aszteroida. Johann Palisa (1848–1925) osztrák csillagász fedezte fel 1923. szeptember 14-én Bécsben (J. Palisa: Beobachtungen am 27-zölligen Refraktor, *Astronomische Nachrichten* 222, cols. 161–172). Nevét már csak felfedezőjének halála után kapott. Egy másik osztrák csillagász, Joseph Rheden (1873–1946) javasolta, hogy a svédországi Gällivare településről nevezzék el, ahol 1927. június 29-én teljes napfogyatkozást figyeltek meg. A felfedező felesége, Anna Palisa támogatta a javaslatot, és így az 1923 OW ideiglenes elnevezést felváltotta a ma is használatos (1073) Gellivara név. Képünkön Johann Palisa látható.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	1:53,0	Europa	ák
2	20:0,7	Europa	fk
	22:21,8	Europa	fv
	22:35,4	Europa	mk
3	0:50,4	Europa	mv
	21:6,9	Ganymedes	mk
	22:12,8	Ganymedes	mv
4	19:56,4	Europa	ev
5	2:36,1	Io	fk
	23:44,9	Io	ák
6	0:58,3	Io	ek
	1:54,6	Io	áv
	3:6,2	Io	ev
	21:4,6	Io	fk
7	0:27,6	Io	mv
	19:25,6	Io	ek
	20:23,1	Io	áv
	21:33,5	Io	ev
9	22:36,5	Europa	fk
10	0:57,6	Europa	fv
	1:1,8	Europa	mk
	3:16,3	Europa	mv
	19:40,7	Ganymedes	fk
	21:34,1	Ganymedes	fv
11	0:49,1	Ganymedes	mk
	1:50,7	Ganymedes	mv
	20:7,0	Europa	áv
	20:8,6	Europa	ek
	22:21,6	Europa	ev
13	1:38,8	Io	ák
	2:46,9	Io	ek
	22:58,7	Io	fk
14	2:15,9	Io	mv
	20:7,3	Io	ák
	21:14,0	Io	ek
	22:17,2	Io	áv
	23:22,0	Io	ev
15	20:42,9	Io	mv
17	1:12,5	Europa	fk
	23:41,4	Ganymedes	fk
18	1:33,9	Ganymedes	fv
	20:23,1	Europa	ák
	22:31,7	Europa	ek
	22:43,0	Europa	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
19	0:44,4	Europa	ev
20	3:32,7	Io	ák
	18:50,9	Europa	mv
21	0:52,8	Io	fk
	19:14,3	Ganymedes	ev
	22:1,2	Io	ák
	23:1,3	Io	ek
22	0:11,4	Io	áv
	1:9,5	Io	ev
	19:21,4	Io	fk
	22:29,9	Io	mv
23	18:39,9	Io	áv
	19:36,1	Io	ev
24	3:48,7	Europa	fk
25	3:41,9	Ganymedes	fk
	22:58,8	Europa	ák
26	0:52,4	Europa	ek
	1:18,8	Europa	áv
	3:4,9	Europa	ev
27	21:11,5	Europa	mv
28	2:47,0	Io	fk
	19:40,9	Ganymedes	áv
	21:51,9	Ganymedes	ek
	22:41,3	Ganymedes	ev
	23:55,3	Io	ák
29	0:47,6	Io	ek
	2:5,6	Io	áv
	2:55,9	Io	ev
	21:15,6	Io	fk
30	0:15,8	Io	mv
	18:23,8	Io	ák
	19:14,0	Io	ek
	20:34,2	Io	áv
	21:22,3	Io	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 – október

KÖZEI

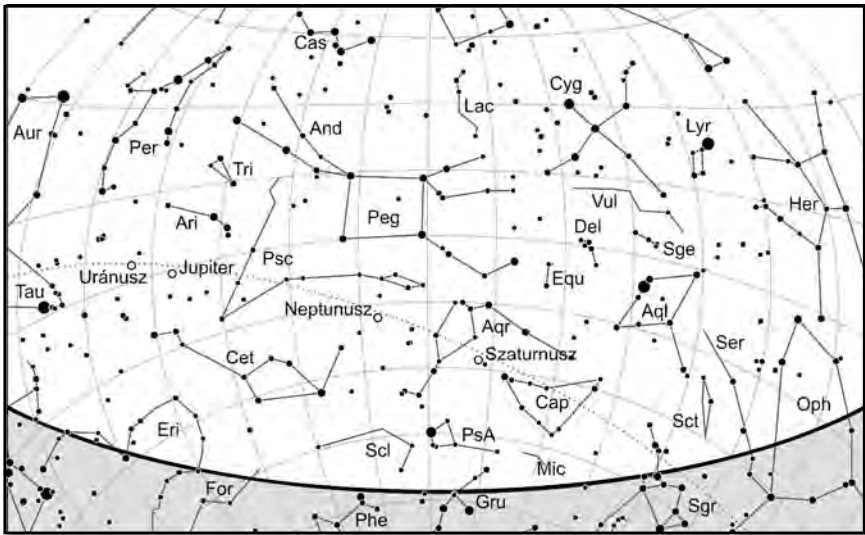
dátum	Nap					Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. v 274. 40. hét	5 42	11 33	17 24	39,4	10,1	18 18	0 54	8 08	
2. h 275.	5 43	11 33	17 22	39,0	10,4	18 42	1 45	9 31	
3. k 276.	5 45	11 33	17 20	38,6	10,7	19 12	2 38	10 51	
4. sz 277.	5 46	11 32	17 18	38,2	11,0	19 51	3 33	12 05	
5. cs 278.	5 47	11 32	17 16	37,8	11,3	20 40	4 28	13 10	
6. p 279.	5 49	11 32	17 14	37,4	11,7	21 38	5 23	14 02	☉ 14 48
7. sz 280.	5 50	11 31	17 12	37,0	11,9	22 44	6 15	14 43	
8. v 281. 41. hét	5 51	11 31	17 10	36,6	12,2	23 52	7 05	15 13	
9. h 282.	5 53	11 31	17 08	36,3	12,5	–	7 52	15 37	
10. k 283.	5 54	11 31	17 06	35,9	12,8	1 00	8 35	15 55	
11. sz 284.	5 56	11 30	17 05	35,5	13,1	2 08	9 17	16 11	
12. cs 285.	5 57	11 30	17 03	35,1	13,3	3 15	9 57	16 26	
13. p 286.	5 59	11 30	17 01	34,8	13,6	4 21	10 37	16 39	
14. sz 287.	6 00	11 30	16 59	34,4	13,8	5 29	11 17	16 54	☉ 18 54
15. v 288. 42. hét	6 01	11 29	16 57	34,0	14,1	6 38	12 00	17 10	
16. h 289.	6 03	11 29	16 55	33,6	14,3	7 50	12 45	17 29	
17. k 290.	6 04	11 29	16 53	33,3	14,5	9 05	13 33	17 53	
18. sz 291.	6 06	11 29	16 51	32,9	14,7	10 21	14 26	18 26	
19. cs 292.	6 07	11 29	16 49	32,6	14,9	11 34	15 23	19 10	
20. p 293.	6 09	11 28	16 48	32,2	15,1	12 39	16 23	20 08	
21. sz 294.	6 10	11 28	16 46	31,8	15,3	13 31	17 23	21 20	
22. v 295. 43. hét	6 12	11 28	16 44	31,5	15,4	14 11	18 22	22 41	☉ 4 30
23. h 296.	6 13	11 28	16 42	31,1	15,6	14 41	19 18	–	
24. k 297.	6 15	11 28	16 41	30,8	15,7	15 05	20 11	0 06	
25. sz 298.	6 16	11 28	16 39	30,4	15,9	15 24	21 01	1 30	
26. cs 299.	6 18	11 28	16 37	30,1	16,0	15 42	21 50	2 53	
27. p 300.	6 19	11 27	16 35	29,8	16,1	16 00	22 40	4 15	
28. sz 301.	6 21	11 27	16 34	29,4	16,2	16 19	23 30	5 38	☉ 21 24
29. v 302. 44. hét	6 22	11 27	16 32	29,1	16,3	16 41	–	7 01	
30. h 303.	6 23	11 27	16 31	28,8	16,3	17 08	0 23	8 23	
31. k 304.	6 25	11 27	16 29	28,4	16,4	17 43	1 18	9 42	

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

Október

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1. 40. hét	2 460 219	0 37 53	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 460 220	0 41 50	Petra, Örs, Tamás
3.	2 460 221	0 45 47	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 460 222	0 49 43	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 460 223	0 53 40	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 460 224	0 57 36	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 460 225	1 01 33	Amália, Mária, Márk
8. 41. hét	2 460 226	1 05 29	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 460 227	1 09 26	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 460 228	1 13 22	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 460 229	1 17 19	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 460 230	1 21 16	Miksa, Rezső
13.	2 460 231	1 25 12	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 460 232	1 29 09	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15. 42. hét	2 460 233	1 33 05	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 460 234	1 37 02	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 460 235	1 40 58	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 460 236	1 44 55	Lukács, Ambrus
19.	2 460 237	1 48 51	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 460 238	1 52 48	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 460 239	1 56 45	Orsolya, Klementina, Zsolt
22. 43. hét	2 460 240	2 00 41	Előd, Korinna
23.	2 460 241	2 04 38	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 460 242	2 08 34	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 460 243	2 12 31	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 460 244	2 16 27	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 460 245	2 20 24	Szabina
28.	2 460 246	2 24 20	Simon, Szimonetta, Alfréd
29. 44. hét	2 460 247	2 28 17	Nárcisz, Melinda
30.	2 460 248	2 32 14	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 460 249	2 36 10	Farkas, Kristóf

A nyári időszámítás vége október 29-én 2^h KÖZEI-kor



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első harmadában még kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében. 1-én egy és negyed órával kel a Nap előtt, de ez az érték gyorsan csökken. 12-én már csak fél órával kel korábban mint a Nap. 20-án felső együttállásban van a Nappal, és a hónap végéig már nem is figyelhető meg.

Vénusz: Ragyogó fehéren fénylik a hajnali keleti égen. Egész hónapban közel négy órával kel a Nap előtt, így kitűnően megfigyelhető. 24-én van legnagyobb nyugati kitérésben, $46,4^\circ$ -ra a Naptól. Fényessége $-4,7^m$ -ről $-4,4^m$ -ra, átmérője $31,9''$ -ről $22,3''$ -re csökken, fázisa $0,36$ -ról $0,54$ -ra nő.

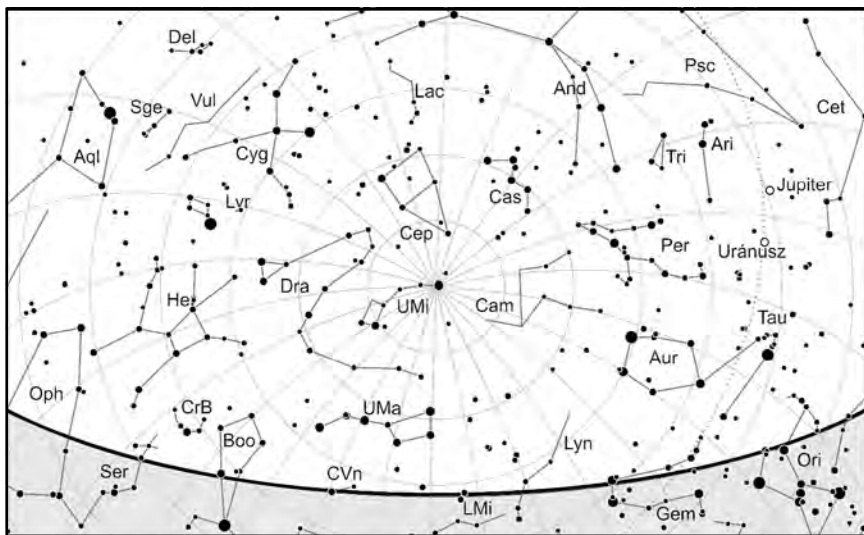
Mars: Előretartó mozgást végez a Szűz, majd 24-től a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem megfigyelhető. Fényessége $1,6^m$ -ről $1,5^m$ -ra nő, látszó átmérője $3,7''$.

Jupiter: Hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. Napnyugta után kel, az éjszaka döntő részében megfigyelhető ragyogó, sárgásfehér fényű égitestként. Fényessége $-2,9^m$, átmérője $49''$.

Szaturnusz: A Vízöntő csillagképben látható, hátráló mozgása a hónap végére lelassul. Az esti délnyugati éj alján kereshető, éjfél után nyugszik. Fényessége $0,7^m$, átmérője $18''$.

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

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



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
10.02	5:14	A Jupiter 3 fokkal délre a Holdtól (Aries csillagkép, 90,2%-os, csökkenő holdfázis)
10.06	10:00	Az Októberi Camelopardalidák (281 OCT) meteorraj maximuma (ZHR=5; V=47 km/s)
10.09	7:00	A Draconidák (009 DRA) meteorraj maximuma (ZHR=5; V=21 km/s)
10.10	3:43	A Hold földtávolban (405 426 km, látszó átmérő 29,47')
10.13	5:27	36 óra 28 perces holdsarló 10 fok magasan a hajnali égen
10.18		Az Epsilon Geminidák (023 EGE) meteorraj maximuma (ZHR=3; V=70 km/s)
10.18	4:21	A (4068) Menestheus (17,1 ^m) elfedi az UCAC4-471-017120 csillagot (12,2 ^m , 6 ^h 15' 46" +4° 11' 35")
10.18	13:23	A Hold elfedi az Antarest (Scorpius csillagkép, 14,8%-os, növekvő holdfázis, fedés vége 14:38)
10.20	1:44	A (267) Tirza (15,7 ^m) elfedi az UCAC4-571-033694 csillagot (12,5 ^m , 6 ^h 44' 20" +24° 3' 24", a fedés Magyarország legdélekelebbi részéről látható)
10.20	6:00	A Merkúr felső együttállásban a Nappal
10.22		Az Orionidák (008 ORI) meteorraj maximuma (ZHR=20; V=66 km/s)
10.22	21:36	A Vénusz dichotómiája
10.23	23:00	A Vénusz legnagyobb nyugati elongációja (46°)
10.24		A Leo Minoridák (022 LMI) meteorraj maximuma (ZHR=2; V=62 km/s)
10.26	2:54	A Hold földközelpontban (364 870 km, látszó átmérő 32,75')
10.28	20:13	Részleges holdfogyatkozás (kezdeté 19:35 UT, vége 20:53 UT, a fogyatkozás nagysága 0,12)
10.29	3:37	A Jupiter 3 fokkal keletre a Holdtól (Aries csillagkép, 99,9%-os, csökkenő holdfázis)
10.30	2:40	Az Uránusz 2,5 fokkal délre a Holdtól (Aries csillagkép, 98,1%-os, csökkenő holdfázis)

10

Gyűrűs napfogyatkozás október 14-én

Az év harmadik fogyatkozása egy közepes hosszúságú gyűrűs napfogyatkozás, amely Magyarországról nem látható. A gyűrűsség sávja az USA nyugati és déli részén, Közép-Amerikán és Dél-Amerika északi részén halad át. Különböző nagyságú részleges fázist szinte egész Amerikából látni lehet.

Habár Európából nézve érdektelen, az USA lakosai bizonyára fokozott várakozással tekintenek erre a napfogyatkozásra, mivel felkészülést jelent a 2024-es teljes napfogyatkozásra. Bizonyára tőlünk is többen kiutaznak megfigyelni ezt a fogyatkozást, már csak a gyűrűs fázis hossza miatt is.

A félárnyék 15:03:47-kor érinti a Csendes-óceán vizeit Kalifornia északi partjaitól 650 kilométerre nyugatra. Gyorsan beborítja az észak-amerikai kontinenst, és 16:10:08-kor az Alaszkai-öböltől délre a Hold árnyéka eléri a Földet. A gyűrű alakú Nap a horizonton tartózkodik, a gyűrűs fázis 4 perc 21 másodpercig tart, az antiumbra 45 km/s sebességgel száguld, szélessége 241 km. Az árnyék délkelet felé tart, és 10 perccel később Oregon államban éri el az USA szárazföldjét, Dunes City közelében. A Nap 4 perc 29 másodpercig gyűrű alakú, 17° magasan áll, az antiumbra 220 km széles, sebessége 2,5 km/s-re csökkent. Komótosan átvág az USA területén, Oregon, Kalifornia, Nevada, Idaho, Utah, Arizona, Colorado, Új-Mexikó és Texas államokat érintve. Az árnyék a texasi Corpus Christi városánál hagyja el Észak-Amerikát, 16:58:39-kor. A Napot gyűrű formában 4 perc 52 másodpercig látni, 45° magasan a látóhatár felett. Az antiumbra 190 km széles és már „csak” 794 m/s sebességgel száguld. 25 perc alatt átszeli a Mexikói-öblöt, majd keresztezi a Yucatán-félszigetet, Belize-t, Honduras, Nicaraguát.

17:59:29-kor van a fogyatkozás maximuma, ez a pont Nicaragua és Costa Rica partjaitól 75 km-re keletre van. A napgyűrű 68° magasan áll, a gyűrűs fázis 5 perc 17 másodpercig tart, az antiumbra 187 km széles és 560 m/s sebességgel halad. Átvág Panamavároson, Kolumbián és Brazília északi részén. Brazíliát és vele a szárazföldet Baía Fromosa mellett hagyja el, 19:46:10-kor. A Nap már csak 6° magasan van, a gyűrűs fázis hossza 4 perc 20 másodpercre csökkent vissza. Az antiumbra 236 km szélesre hízott vissza, és már majdnem 8 km/s sebességgel suhan. Alig három perc múlva, 19:49:02-kor a Föld felszínét is elhagyja, 4 perc 15 másodpercig tartó gyűrűs fázis mellett, 625 km-re a brazil partoktól. A félárnyék még 20:55:15-ig a Földön tartózkodik, utolsó darabkája a brazil Bahia állambéli Arrojolândia közelében lendül el a felszínről.

A Nap–Hold páros a Szűz csillagképben tartózkodik a Hold leszálló csomópontjánál. A Nap közel három hónap múlva lesz földközelpén, látszó mérete átlagos, 32,07'. A Hold négy és fél napja volt földtávolban, látszó átmérője jóval kisebb az átlagnál: 30,1'. A különbség 1,97', ami magyarázat a viszonylag hosszú gyűrűs napfogyatkozásra.

Noha a fényes napgyűrű miatt nem látszanak a csillagok, jó tudni, hogy a Nap–Hold páros közel tartózkodik a Spicához, alig 3,5°-ra nyugatra tőle. Ugyancsak nyugatra majdnem 4°-ra a Merkúr, keletre 10°-ra a Mars van. A fényes Vénusz közel 46°-ra nyugatra látszik – szó szerint, mivel $-4,6^m$ -s fényességével bizonyosan észrevehető az elsötétedett égen.

Ez a napfogyatkozás a 134-es Szárossz-sorozat 44. fogyatkozása a 71-ből.

Részleges holdfogyatkozás október 28-án

A őszi fogyatkozási szezon és egyben az év utolsó fogyatkozása egy kismértékű részleges holdfogyatkozás. Magyarországról ez a jelenség teljes egészében megfigyelhető, a késő esti órákban kezdődik, és majdnem éjfélkor véget. A fogyatkozás teljes egészében látható Európából, Afrikából és Ázsia nagy részéből. Az amerikai kontinens keleti részén a holdkelte idején az esemény végét látni, míg Ázsia keleti részéből, illetve Ausztráliából nézve a fogyatkozás közben a Hold lenyugszik.

A félárnyék 18:01:17-kor érinti a holdkorong keleti peremét, de a gyenge kontraszt miatt ennek első jelét csak 18:45 körül lehet ténylegesen észrevenni egy halvány szürkés-barnás homály formájában. Az árnyék lassan közelíti meg a Holdat, végül 19:34:41-kor érinti a felszínét. Az árnyék görbült darabkája lassan végigvándorol a holdkorong déli részén, a legnagyobb kitakarás 20:14:06-kor van. Az umbra tovább vándorol, és végül 20:52:50-kor távozik a Hold felszínéről. A félárnyék még sokáig látható mint szürkés-barnás homály a holdkorong délnyugati részén, de 21:40 után a gyenge kontraszt miatt nem érzékelhető tovább a jelenléte. A félárnyék végül 22:26:33-kor hagyja el a Holdat.

A holdfogyatkozás maximuma pillanatában az umbrális magnitúdó 0,1239. A földi árnyék-kúp tengelye messze, 40,01'-re, van a holdkorong déli peremétől, amely 3,946' mélyen merül az árnyékba – ez a holdkorong átmérőjének alig nyolcada. Vajon a jó szemű észlelők látcsövel észreveszik-e az árnyék vöröses színét? A Hold északi pereme 28,378'-re van az árnyék szélétől. A holdkorong nagy része csak a félárnyékba merül bele, a fényes rész nehezíti a vörös árnyalat észrevételét annak alacsony kontrasztja miatt. A Hold korongjának közepe 12,216'-re van az árnyék szélétől, itt még a félárnyék okozta enyhe sötétedés érzékelhető. A holdkorong északi pereme 3,818'-re van a félárnyék szélétől. Ha nem is olyan látványos, mint egy teljes holdfogyatkozás, azért érdekes nézni való lesz a Hold sötét déli pereme, az árnyéktól távolodva egyre világosabbnak látszó holdkorong a fényes északi harmadával.

A felszálló csomóponttól távolodó Hold a Kos csillagkép délnyugati részén tartózkodik. 6°-ra keletre a fényes Jupiter látszik, még keletebbre a kelő téli csillagképek. Messze délnyugatra a Szaturnusz fénylik. A környező halvány csillagokat elnyomja a még mindig fényes Hold.

A fogyatkozás részleges fázisa hosszan, 1^h 18^m 9^s-ig tart. A holdfogyatkozás teljes időtartama 4^h 25^m 16^s. A penumbrális magnitúdó 1,12. A Hold látszó átmérője nagyobb az átlagosnál, 32,32', mivel két és fél nappal korábban volt földközelpontban. Az umbra átmérője 1,4652°, a félárnyéké 2,5384°. A félárnyék gyűrűje így 32,2' vastag, a holdkorong elfér benne. Ennek a holdfogyatkozásnak van tisztán félárnyékos szakasza.

Ez az esemény a 146-os Szárosz-család 11. holdfogyatkozása a 72-ből.

Antares-fedés október 18-án

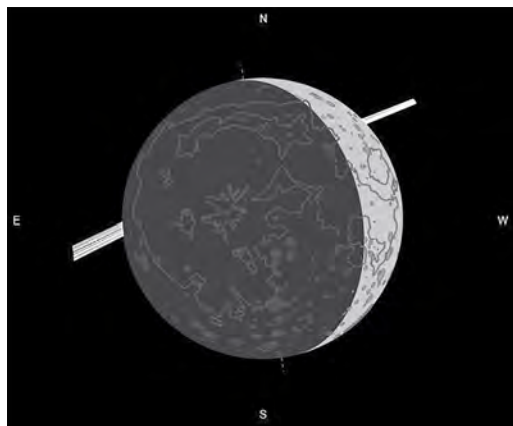
hely	Belépés						Előbukkanás							
	UT			Nap	Hold	CA	PA	UT			Nap	Hold	CA	PA
	h	m	s	Alt	Alt	°	°	h	m	s	Alt	Alt	°	°
Békéscsaba	13	26	20	20	17	72N	86	14	42	36	9	15	-67N	306
Budapest	13	22	24	21	16	73N	86	14	38	23	11	14	-67N	306
Debrecen	13	27	22	19	16	71N	84	14	42	32	9	14	-66N	307
Eger	13	24	59	20	16	71N	85	14	40	9	10	14	-66N	307
Győr	13	19	54	22	16	74N	87	14	36	4	12	15	-67N	306
Kaposvár	13	19	57	23	17	75N	89	14	37	31	12	16	-69N	305
Kecskemét	13	23	41	21	17	73N	87	14	40	6	10	15	-67N	306
Miskolc	13	25	47	20	16	71N	84	14	40	36	9	13	-66N	307
Nyíregyháza	13	27	31	19	16	70N	84	14	42	13	8	13	-66N	307
Paks	13	22	3	22	17	74N	88	14	39	2	11	15	-68N	305
Pécs	13	20	47	23	18	75N	89	14	38	31	12	16	-69N	304
Salgótarján	13	23	59	20	16	72N	85	14	39	5	10	14	-66N	307
Sopron	13	17	55	23	16	75N	88	14	34	23	13	15	-68N	305
Szeged	13	24	30	21	17	73N	87	14	41	32	10	15	-68N	305
Székesfehérvár	13	21	15	22	16	74N	87	14	37	45	11	15	-68N	306
Szekszárd	13	21	45	22	17	74N	88	14	39	4	11	16	-68N	305
Szolnok	13	24	37	21	17	72N	86	14	40	37	10	14	-67N	306
Szombathely	13	17	56	23	16	75N	89	14	34	52	13	15	-68N	305
Tatabánya	13	20	22	22	16	74N	87	14	36	36	12	15	-67N	306
Veszprém	13	20	18	22	17	74N	88	14	37	2	12	15	-68N	305
Zalaegerszeg	13	18	15	23	17	76N	89	14	35	32	13	16	-68N	305

Ezen az októberi délutánon zajlik az év legfényesebb csillagfedése a nappali égen. A négy 1^m-s csillag közül, amelyeket az Hold égi útján elfedhet, a legdélebbi, a Skorpíó alfája kerül a Hold mögé. A fedések közül a legritkább is, mivel hazánkból nézve a legrövidebb ideig tartózkodik a horizont fölött. A belépés idején éppen delel, így földrajzi szélességtől függően 16-17°-kal van a horizontunk fölött. A Nap még a Virgóban tartózkodik (éppen 1°-ra a Spicától), amely egy másik 1^m-s csillag, amelyet elfedhet a Hold), így magasabban látszik az égen. De a kényelmes, 45°-os elongáció miatt nem fog gondot okozni a csillag megpillantása a távcsőben. Érdemes már korábban elkezdni a keresést, de ha tiszta az idő, akkor a 4 napos, 15% megvilágítottágú Hold is könnyen fog látszani.

A belépésre a Hold sötét oldalán kerül sor, majdnem pontosan a keleti peremen (ezt jelzi a budapesti PA=86°). Valószínűbb azonban, hogy a Hold terminátorának északi végétől fogjuk keresni a csillagot, ennek szöge 73°. Mivel a sötét perem nem látszik, a csillag mintegy a „semiben” fog hirtelen eltűnni. Az Antares kettőscsillag, az 5^m-s társ 7 másodperccel korábban kerül a Hold mögé, de ez valószínűleg a nappali égen nem fog látszani. Az Antares vörös óriáscsillag, okkultációk során mért átmérője 0,041", azaz kb. 0,1 másodperc alatt fog eltűnni. Sasszeműek vagy gyors kamerával videózók akár a fokozatos eltűnést is láthatják, de a közeli horizont, a nappali légköri feláramlás és az erős szcintilláció miatt ez valószínűleg megfigyelhetetlen lesz.

Mivel a Hold szinte „telibe találja” a csillagot, a kilépésre egy és egynegyed órával később kerül sor. Ekkor a Nap már csak 10° -kal van a horizont fölött a délnyugati égen, bő egy órával napnyugta előtt. A Hold ilyenkor már „fényesebben” látszik az égen. A kilépésre a fényes oldalon kerül sor, a terminátor északi pólusától 68° -ra. A hely előzetes azonosításához segítség, ha a Mare Crisiumtól kissé északra figyelünk, a Cleomedes-kráternél. A ragyogó csillag azonnal látszani fog a halványabb peremen. Sokat segíthet a megfigyelésben egy polarizációs szűrő (megfelelően beállítva, hogy az égi háttér a legsötétebb legyen), esetleg egy narancs színszűrő (az ég kékjének eltüntetésében, így a kontraszt növelésében).

Az október 18-i Antares-fedés



Üstökösök

103P/Hartley

Október 12-én éri el napközelpontját, és csak három nappal lesz túl $0,38$ CSE-re bekövetkezett földközelpontján. Ebben a hónapban premier plánban követhetjük nyomon a gyors mozgású üstökös legaktívabb időszakát. Fényessége a hónap elején még kissé nőni fog, de a perihéliumátmenet után már halványodik. Hó végi $7,6^m$ -s fényességével még mindig kiváló célpont vizuálisan, akár binokulárokkal is. A hónap elején 2 órával, a hónap végén már csak órával kel éjfél előtt.

Október első napjaiban a Szekeres csillagkép délkeleti sarkában lehet keresni az üstököst, amely az Ikrék derekán vonul át, hogy a hónap végére a Rák délnyugati sarkában jusson. 11-én könnyű megtalálni a δ Gem szoros kettőstől (A: $3,55^m$, B: $8,18^m$; szeparáció: $5,5''$) $36'$ -cel északra.

Mire a horizont fölé emelkedik 13-án hajnalban, már elhagyja az NGC 2392 ($9,1^m$, átmérő: $0,9'$) planetáris ködöt. Az Eszkimó-köd és az üstökös együttállásának megörökítése szép

10

és nehéz feladat fotósok számára. 27-én hajnalban viszonylag könnyen megtalálható a β Cnc (3,5^m) csillagtró északra 11'-re.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
10.01.	06 31 11	+31 09 12	0,385	1,076	90,5	7,1
10.05.	06 53 34	+27 41 20	0,390	1,069	89,3	7,0
10.09.	07 13 21	+24 09 04	0,398	1,065	88,4	7,0
10.13.	07 30 46	+20 38 28	0,407	1,064	87,9	7,1
10.17.	07 46 04	+17 13 54	0,419	1,066	87,7	7,2
10.21.	07 59 32	+13 58 16	0,431	1,071	87,9	7,3
10.25.	08 11 22	+10 53 13	0,445	1,078	88,4	7,4
10.29.	08 21 47	+07 59 30	0,459	1,088	89,2	7,5
11.02.	08 30 53	+05 17 13	0,473	1,101	90,2	7,7

2P/Encke

Október 21-én bekövetkező napközelpontja felé halad a Földtől már távolodó 2P/Encke. Éppen ezért csak a hónap első felében lesz megfigyelhető a hajnali égbolton. Kelése egyre inkább kezd egybeesni a napkeltével, így a fényesedő égbolton egyre nehezebb megfigyelni. Ráadásul egyre vastagabb légkörön keresztül is kellene megfigyelni a majdnem szabadszemes láthatóságig fényesedő üstököst. A hónap elején az Oroszlán nyakánál található, várhatóan még 8^m-s kométa a hónap közepére már 6^m-nál is fényesebb lehet, de sajnos ez már a pirkadati égen fog bekövetkezni, amikor a Szűz nyugati oldalánál kell majd keresnünk.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
10.03.	10 34 46	+16 34 05	0,936	0,597	35,7	8,0
10.07.	11 05 49	+11 56 01	0,977	0,524	30,7	7,2
10.11.	11 35 42	+07 06 47	1,034	0,455	25,8	6,4
10.15.	12 05 07	+02 11 29	1,103	0,395	20,9	5,7

C/2017 K2 (PANSTARRS)

A Naptól lassan távolodik, de a Földhöz közeledik, ezért várhatóan fényessége egész hónapban 10,3^m körül marad. Még mindig az Egyszarvú és a Nagy Kutya határán, az előbbi csillagképben mozog lassan nyugati irányban. Kisebb távcsövekkel vizuálisan még éppen elérhető lehet, de fotografikusan ugyanilyen műszerekkel könnyű célpont. Ugyan másfél órával éjfél előtt kel, de inkább az éjszaka második felében érdemes észlelni.

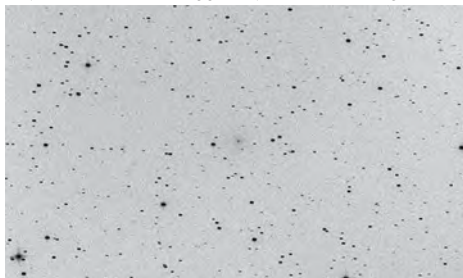
Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
10.03.	06 50 04	-08 16 21	3,752	3,806	85,5	10,2
10.07.	06 49 25	-08 17 05	3,727	3,842	89,0	10,2
10.11.	06 48 28	-08 17 27	3,702	3,878	92,6	10,2
10.15.	06 47 13	-08 17 16	3,677	3,915	96,3	10,3
10.19.	06 45 40	-08 16 21	3,653	3,951	100,1	10,3
10.23.	06 43 48	-08 14 32	3,629	3,987	103,9	10,3
10.27.	06 41 37	-08 11 36	3,606	4,023	107,8	10,3
10.31.	06 39 08	-08 07 23	3,585	4,059	111,7	10,4

62P/Tsuchinshan

Az 1965. január 1-én a kínai Bíbor-hegyi Observatóriumban történt felfedezéssel kapcsolatban a mai napig nem közölték – az akkori kínai politikai irányvonalnak megfelelően –, hogy a felvételt ki készítette és/vagy ki volt az, aki megtalálta rajta az üstököst. A felfedezés bejelentésével is több hetet késtek a kínaiak.

Jellemző, hogy a pozícióadatok sem voltak pontosan megadva, így Leland Cunningham, aki a pályát megpróbálta kiszámítani, ellentmondást tapasztalt az adatok között. A pozícióadatokat kombinálva már elég megbízható eredményre jutott, és biztonsággal kijelenthette, hogy rövid keringési idejű üstökösről van szó.

*Nagy Mélykúti Ákos 2017.10.02-án
örökítette meg a csillagszerű magú
és halvány, de nagyméretű zöldes kómájú
62P/Tsuchinshan üstököst. (200/800 +
Canon 750D; ISO 1600; 9×50 s)*



Októberben, a várakozások szerint 2^m-t fényesedve közeledik a Naphoz és a Földhöz. Így a hó elejei vizuálisan inkább nagy (>25 cm) átmérőjű távcsövekkel megfigyelhető 13,4^m-s üstökös akár 11^m-s, közepes átmérőjű műszerekkel megfigyelhető kométává fényesedik. A hónap elején még csak másvél, a végén már majdnem három órával kel éjfél előtt, így szinte egész éjszaka megfigyelhető.

Az üstököst a hónap elején még az Ikrék és az Orion csillagképek legnyugatibb határán kell keresni. A hónap során az üstökös szinte kettészeli az Ikrék csillagképet, ahogy keleti irányban mozog benne. Legkönnyebben talán 24-én hajnalban lehet majd megtalálni, mert 8"-re halad el a halad el a δ Gem szoros kettős (A: 3,55^m, B: 8,18^m; szeparáció: 5,5") mellett. Ugyanakkor nagyon nehéz lesz észrevenni a fényes csillag közvetlen közelében az addigra már várhatóan 11,9^m-s üstököst. Ugyanaznap este még mindig közel lesz a δ Gem-hez, de ne keverjük össze a szintén ettől a csillagtól keletre található NGC 2365 (12,4^m, 2,8'×1,4') galaxis homályos kis foltjával! Várjuk meg az üstökös elmozdulását, hogy biztosan tudjunk azonosítani. 29-én hajnalban is érdemes megfigyelni, mert ekkor halad el az NGC 2420 nyílthalmaz (8,3^m, átmérő: 6') csillagai mellett, a halmaz közepétől 6'-re.

10

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
10.01.	06 03 44	+21 35 54	1,150	1,606	96,4	13,4
10.05.	06 15 52	+21 45 13	1,100	1,580	97,5	13,2
10.09.	06 28 22	+21 52 11	1,051	1,554	98,5	12,9
10.13.	06 41 13	+21 56 37	1,004	1,529	99,5	12,6
10.17.	06 54 25	+21 58 22	0,960	1,504	100,4	12,3
10.21.	07 07 58	+21 57 13	0,917	1,480	101,3	12,1
10.25.	07 21 53	+21 53 00	0,877	1,457	102,1	11,8
10.29.	07 36 10	+21 45 31	0,839	1,435	102,7	11,5

A Stephan-kvintett

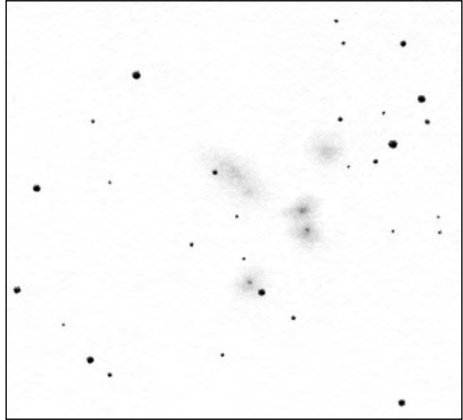
A Stephan-kvintett öt (vagy hat) galaxis szoros csoportja a Pegasusban, nagyon közel az NGC 7331-hez. Ez volt az elsőként felfedezett kompakt galaxiscsoport: 1877-ben vette észre Édouard Stephan a marseille-i obszervatóriumban. A csoport legfényesebb tagja, az NGC 7320, amely egy megdőlvé látszó spirálgalaxis, tele HII-régiókkal. Érdekes, hogy színe sokkal kékebb, mint a másik négy tagé, ennek az az oka, hogy ez a galaxis közelebb van hozzánk, nem fizikai tagja a csoportosulásnak. A másik négy (öt) galaxis egy összeolvadó rendszert képez, a (csillagászati értelemben) nem túl távoli jövőben egyetlen hatalmas elliptikus galaxissá állnak össze. Az NGC 7318A és B már szinte teljesen összeolvadt, az NGC 7319 pedig nagyon közel van hozzájuk. A 7318B és 7319 között egy markáns ív figyelhető meg, amelyet fiatal csillagok és HII-zónák alkotnak, és röntgentartományban erősen sugároz. A Tejútrendszerénél is nagyobb képződmény egy lökeshullámfront, amely az NGC 7318B és az NGC 7319 csillagközi anyagának összeütközésekor keletkezett. Az ütköző gáz- és poranyagban erőteljes csillagkeletkezés indult be, amely létrehozta az íves szerkezetet, és a fiatal, forró csillagok felelősek a röntgensugárzásért. A lökeshullámfrontban nagy mennyiségű molekuláris hidrogénre utaló jeleket is találtak. A csoport vöröseltolódása 6600 km/s körüli, ez nagyjából 210–340 millió fényéves távolságot jelent. Az NGC 7320-nak nem csak a színe, mérete és szerkezete más, a vöröseltolódása is csak alig 790 km/s, így távolsága alig 39 millió fényév lehet (megegyezik az NGC 7331 távolságával).

Az NGC 7320C nagyon halvány, 16^m-s galaxis, amely azonban úgy tűnik, fizikai kapcsolatban áll a másik négygel, mivel vöröseltolódása megegyezik azokéval. Ezenkívül úgy tűnik, egy árapálycsóva kapcsolja össze az NGC 7319-cel. A csoport fő galaxisai 15 cm-es távcsövel, sötét égboltról már épphogy elérhetőek, 20-25 cm-es műszerekkel pedig többnyire sikeresen kereshetjük a tagok többségét. Az ég állapotától és a nagyítástól függően több-kevesebb komponenst bonthatunk fel. 30–40 cm-es távcső, vidéki égbolton a csoport mind a hat tagját megmutatja, a galaxisok alakja, szerkezetük főbb vonásai (mag, haló) jól észlelhetőek. Sajnos ennél többet nagy amatőrtávcsövekkel sem láthatunk belőle, pedig fotókon rendkívül szép szerkezet rögzíthető.



*Stephan-kvintett Gerák Ferenc fotóján
(20 T, ASI533, 74x180 s)*

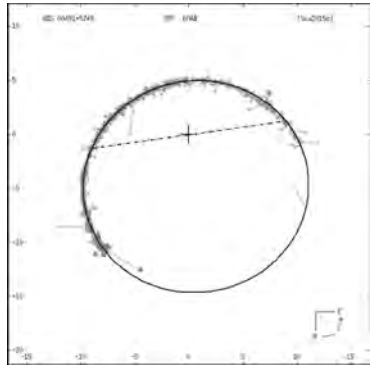
*A Stephan-kvintett Kiss Péter részletrajzán
(40 T, 176x)*



η Cassiopeiae

Az Achird (η Cassiopeiae) a konstelláció figyelemre méltó objektuma. A sok-sok komponenst tartalmazó rendszernek pusztán az A és B tagja között van valódi gravitációs kapcsolat, a többiek csupán optikai párok. A WDS 00491+5749, STF 60 AB főcsillaga 3,52^m, kísérője pedig 7,36^m. Szeparációjuk 13,4", 327° irányban (észak-északnyugat), aminek köszönhetően kis távcsövekkel is könnyen észlelhetők.

William Herschel fedezte fel 1779-ben, a rendszer parallaxisa alapján a Naptól számított távolsága 19,2 fényév. A komponensek távolsága egymástól 71 CSE, periódusuk megközelítőleg 480 év. A sárga A komponens G színképtípusú, 0,97 naptömegű fő-sorozati csillag, míg 0,57 naptömegű kísérője K7 V színképtípusú, színe narancsvöröses.



*Az WDS 00491+5749 AB pályája
a „Sixth Catalog of Orbits of Visual
Binary Stars” alapján*

10

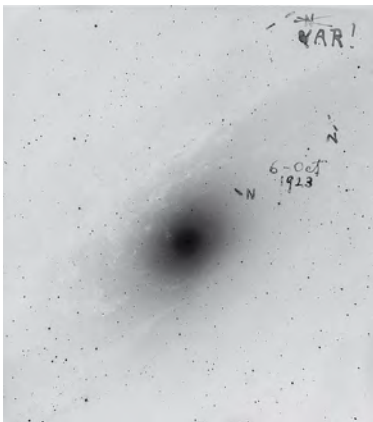
Változócsillagok megfigyelése közeli galaxisokban

A csillagásztörténet és a kozmológia minden bizonnyal legjelentősebb változócsillaga egy, az Androméda-ködben éppen száz éve felfedezett, mindössze 19^m-s csillag. 1923. október 6-án Edwin Hubble a Mount Wilson 100 hüvelykes Hooker-teleszkópjával készült felvételen három, addig ismeretlen csillagra lett figyelmes. Hubble akkor már hónapokat töltött azzal, hogy

meghatározza az M31 távolságát, hogy kiderüljön, vajon az a Tejút távoli része-e, vagy ellenkezőleg, egy különálló „sziget-univerzum”. A három csillagot először N betűvel jelölte meg a fotólemezen, azt gondolva, hogy ezek nóvák. Ám amikor összehasonlította a lemezét a korábbi expozíciókkal rájött, hogy a három közül az egyik valójában egy változócsillag. Így hát áthúzta az N-t, és izgatottan VAR-t írt a csillag mellé.

A csillagász azonnal látta felismerésének fontosságát, a felfedezett csillag ugyanis egy cefeida volt, amely típusról már akkor köztudott volt, hogy változásainak periódusa szorosan kötődik abszolút fényességéhez. Ismerve a csillag valódi fényességét, Hubble kiszámította, hogy az M31-nek akkor még hihetetlen távolságban, 1 millió fényévre kell lennie a Földtől – túl messze ahhoz, hogy a Tejútrendszer része legyen. (A modern mérések szerint az M31 távolsága kb. 2,5 millió fényév, de Hubble egyértelműen bizonyította a galaxis méretének és távolságának nagyságrendjét.)

Az extragalaktikus változók észlelése a vizuális csillagászatban szinte kizárólag a szupernóvák megfigyelését jelenti. A cefeidák, bár a legnagyobb méretű és luminozitású csillagok közé tartoznak, még fotometrikus módszerekkel sem ideális célobjektumok az amatőr észlelők számára. Jó lehetőség adódik viszont a közeli galaxisok nóvainak megfigyelésre és akár felfedezésére is. A felfedezés esélyét növeli, hogy a Tejútrendszerhez képest az idegen csillagvárosokban adott időn belül jóval több nóvát figyelhetünk meg, mivel esetükben kevésbé játszik szerepet a csillagközi por kitakarása, illetve „egyben” láthatunk rá a teljes galaxisra. A Magellán-felhők látványát nélkülözve a hazai megfigyelők számára természetesen az M31 és kísérőgalaxisai, valamint az M33 az optimális célterület, amit Sárnecky Krisztián és Horti-Dávid Ágoston 2021. október 23-i nóvafelfedezése is mutat. A Pizskéstetői Observatórium 60 cm-es Schmidt-távcsövével az Androméda-ködben felfedezett 17,5^m-s tranziens, megerősítését követően az AT 2021acbn nevet kapta. Azonban, megfelelő felszereléssel az amatőr csillagászok előtt is terep adódhat új tranziensek észlelésére, amit a japán felfedező páros, a 81 éves Nisijama Koicsi és a 80 éves Kabasima Fudzsió termékeny munkássága is bizonyít: ketten több mint két tucat galaktikus és mintegy 60 extragalaktikus nóvát, valamint két szupernóvát fedeztek fel az elmúlt évtizedekben.



*Edwin Hubble 1923-ban készült felvétele az M31-ben felfedezett változócsillagról (VAR!).
(fotó: Hubble Heritage Team)*

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
10	1	0	44	23.5	ki	264	7.1	96-	52	60S	220
10	2	2	18	34.8	ki	93073	7.3	91-	55	29N	311
10	3	1	52	56.5	ki	76050	7.3	83-	64	30S	195
10	3	19	49	48.7	ki	652	6.4	76-	13	44S	213
10	4	0	1	14.1	ki	683	7.4	75-	54	77S	247
10	4	3	4	12.0	ki	698	7.5	74-	68	72N	278
10	5	2	17	38.2	ki	77266	8.1	64-	66	41S	217
10	5	3	30	2.1	ki	840	6.3	64-	70	74N	283
10	6	0	30	6.1	ki	78410	7.7	55-	42	25S	207
10	6	3	20	3.5	ki	78480	7.5	54-	67	58S	242
10	6	3	20	41.2	ki	78483	8.0	54-	67	61N	302
10	6	3	21	52.6	be	1008	5.3	54-	67	-70N	73
10	6	3	49	15.7	ki	78496	7.5	54-	70	86N	278
10	6	4	43	13.4	ki	1008	5.3	54-	70	73N	291
10	6	22	42	32.7	ki	1108	7.0	46-	16	67S	255
10	7	3	58	55.0	ki	79431	8.2	44-	65	75N	295
10	8	0	59	50.5	ki	80070	7.5	35-	28	51N	324
10	8	2	14	35.6	ki	80100	8.4	35-	40	55N	320
10	11	1	56	6.6	ki	1559	8.2	12-	7	58S	264
10	18	13	22	23.9	be	2366	1.1	15+	16	73N	86
10	18	14	38	23.1	ki	2366	1.1	15+	14	-67N	306
10	23	18	26	49.2	be	190556	7.0	68+	23	71S	88
10	23	19	20	38.6	be	3178	6.2	68+	22	67S	92
10	29	16	43	26.5	ki	433	5.6	99-	9	74N	264
10	29	23	9	26.7	ki	460	6.9	98-	62	33S	190
10	29	23	35	49.5	be	465	4.4	98-	62	-65S	92
10	30	0	42	25.1	ki	465	4.4	98-	58	57S	214
10	30	20	20	6.1	ki	594	6.9	95-	39	69S	233
10	31	0	32	16.5	ki	611	7.0	94-	66	39S	203
10	31	1	21	10.8	ki	76480	7.4	94-	64	72S	236
10	31	1	22	29.4	ki	76483	7.2	94-	64	39S	203
10	31	21	26	55.1	ki	76895	7.5	89-	43	60N	290
10	31	23	16	31.5	ki	762	6.6	88-	59	9S	180
10	31	23	21	5.6	ki	76945	7.5	88-	60	76N	274

Évfordulók

150 éve született Ejnar Hertzsprung

A Hertzsprung–Russell-diagram neve alapján jól ismert Ejnar Hertzsprung 1873. október 10-én született a dániai Frederiksbergben. Vegyészmérnöki PhD-t szerzett, és eleinte egy Szentpétervárott működő dán cégnél dolgozott. 1901-ben kezdett el a Lipcsei Csillagvizsgálóban dolgozni fotokémiai kérdéseken. Testvére halála után visszatért Dániába, és a koppenhágai egyetem csillagdjának lett a munkatársa. 1909-ben Hertzsprung Göttingenbe költözött Karl Schwarzschild (1873–1916) meghívására, majd egy évvel később mindketten Potsdamban folytatták a munkát. Az I. világháború után Hertzsprung Leidenben lett igazgatóhelyettes, majd igazgató 1935-től. 1944-ben nyugdíjba vonult, és visszatért Dániába. 1967. október 21-én halt meg Roskildében.



1905-ben és 1907-ben jelent meg két cikke a csillagok sugárzásáról (Zur Stahlung der Sterne, *Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie Photophysik und Photochemie* **3**, 429–442, 1905 és **5**, 86–107, 1907). A csillagok sajátmozgásából becsült távolságokat korreláltatta a csillagok színével, és megmutatta, hogy azonos színképtípushoz (ami a színtől függ) kétféle abszolút fényesség is tartozhat. Korábban Antonia Maury (1866–1952) már bevezette a „c” jelölést egyes csillagok spektrumára, melyekről később kiderült, hogy az I luminozitási osztályba tartoznak, azaz szuperóriások – Hertzsprung folyamatosan hivatkozott is Maury munkáira. Nem sokkal később Henry Norris Russell is hasonló eredményre jutott – Hertzsprungtól függetlenül.

Csillagalmazok (ez esetben a Pleiadok és a Hyadok) első szín-fényesség diagramjait 1921-ben publikálta (Über die Verwendung photographischer effektiver Wellenlängen zur Bestimmung von Farbenäquivalenten, *Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam* **22**, 3–40, 1911).

Változócsillagokat is észlelt (pl. Photographic observations of X, V, Z and RR Lacertae from plates taken at Potsdam 1912-1918, *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands* **1**, 63–68, 1922), élete végéig érdekelte ez a téma. Ugyancsak sok időt fordított a Plejádok és a Hyadok tanulmányozására.

Munkássága elismeréseként tiszteletbeli doktori fokozatot kapott az utrechti, a koppenhágai és egy párizsi egyetemtől. Több tudományos társaság jutalmazta emlékéremmel. A róla elnevezett (1693) Hertzsprung kisbolygó mellett a Hertzsprung–Russell-diagram is hosszú ideig őrzi emlékét.

150 éve született Karl Schwarzschild

Karl Schwarzschild német asztrofizikus 1873. október 9-én született a Majna melletti Frankfurtban. Tanulmányait szülővárosában kezdte, majd a strassburgi Kaiser Wilhem Egyetemen fejezte



be. PhD-értekezését már Münchenben írta Hugo Seeliger vezetésével, a forgó homogén folyadék egyensúlyának Poincaré-féle elméletét vizsgálva (*Die Poincarésche Theorie des Gleichgewichts einer homogenen rotierenden Flüssigkeitsmasse, Neue Annalen der Königlich Sternwarte in Bogenhausen bei München* 3, 231–299, 1898). A bécsi Kuffner Obszervatórium után egy rövid ideig Münchenben tanított, majd 1901-ben Göttingenbe költözött, és az ottani csillagda igazgatója lett. 1909-ben Hertzsprunggal együtt Potsdamban folytatták a Göttingenben megkezdett munkát. 1914-ben önkéntesnek jelentkezett a hadseregbe, és először Belgiumban, majd az orosz fronton szolgált. Itt összeszedett – akkor gyógyíthatatlan – bőrbetegsége miatt végül leszerelték, hazautazott, és 1916. május 11-én Potsdamban meghalt.

Első munkái főleg égi mechanikával foglalkoztak (pl. Über eine Classe periodischer Lösungen des Dreikörperproblems, *Astronomische Nachrichten* 147, cols. 17–24, 1898). A későbbiekben megfigyelt változócsillagokat, a Nap atmoszférájának stabilitását vizsgálta stb. Igen fontosak a relativitáselmélettel kapcsolatos tanulmányai. 1916-ban publikált két cikket, amelyeket az orosz fronton készített (!), ezek egzakt megoldást adnak a gravitációs tér Einstein-féle egyenleteire nem forgó, göbbszimmetrikus test esetére (Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie, *Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1916, pp. 189–196 és Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus inkompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinschen Theorie, *Sitzungsberichte der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1916, pp. 424–434).

1910-ben Amerikába utazott, ahol több nagy obszervatóriumot meglátogatott. Schwarzschild meggyőződött arról is, hogy Németországnak is szüksége van egy déli obszervatóriumra, de ezt az ESO fél évszázaddal későbbi megalapításáig nem sikerült létrehozni.

Schwarzschild korai halála óriási veszteség volt a tudomány számára. Már életében elhalmozták elismerésekkel, és a Wikipédia egy külön oldalt tart fent a róla elnevezett intézetek csillagászati objektumok és fizikai fogalmak felsorolására (https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_things_named_after_Karl_Schwarzschild). Csak néhány példa: Schwarzschild-effektus a fotográfiában, Schwarzschild-kritérium a konvekció elméleti tárgyalásában, Schwarzschild-metrika a relativitáselméletben, Schwarzschild-kráter a Holdon, (837) Schwarzschild kisbolygó. Fia, Martin Schwarzschild (1912–1997) szintén neves asztrofizikus volt.

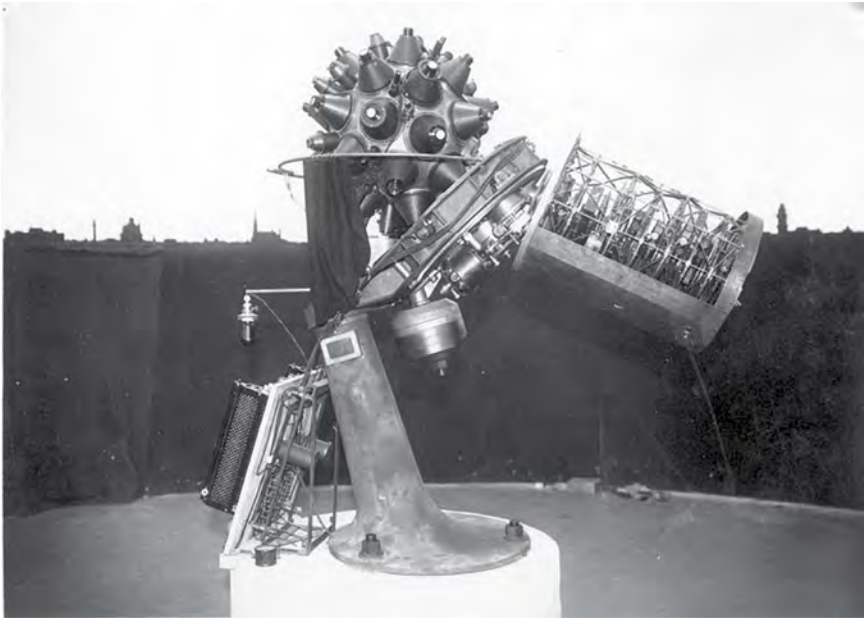
10

100 éve mutatták be az első projekciós planetáriumot

A müncheni Deutsches Museum alapítója, Oscar von Miller (1855–1934) német mérnök 1913-ban vetette fel azt az ötletet, hogy valamilyen eszközzel be kellene mutatni, hogyan mozognak az égen a bolygók és a csillagok. A Carl Zeiss cégnél érdeklődött a megvalósítás lehetőségéről, de az I. világháború közbeszólt.

1919 márciusában a jénai Carl Zeiss mérnöke, Walther Bauersfeld (1879–1959) bemutatta egy projekciós planetárium tervét, majd nekiállt megvalósításának. 1923 augusztusában voltak az első próbák, majd októberben az első bemutató a müncheni Deutsches Museumban. 1924-ben már a nagyközönség is megcsodálhatta a mesterséges égboltot. 1925-ben került állandó helyére a Deutsches Museumban. Ez a modell azonban csak 4900 csillagot mutatott, és csak Jéna szélességére. A későbbi fejlesztések hatására a csillagok száma 8956 lett, és tetszőleges földrajzi szélességre volt alkalmazható az eszköz.

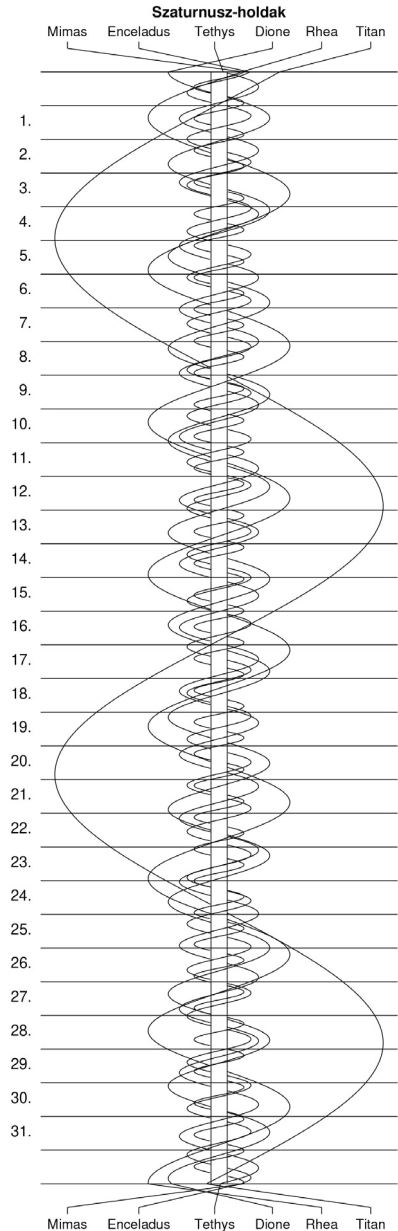
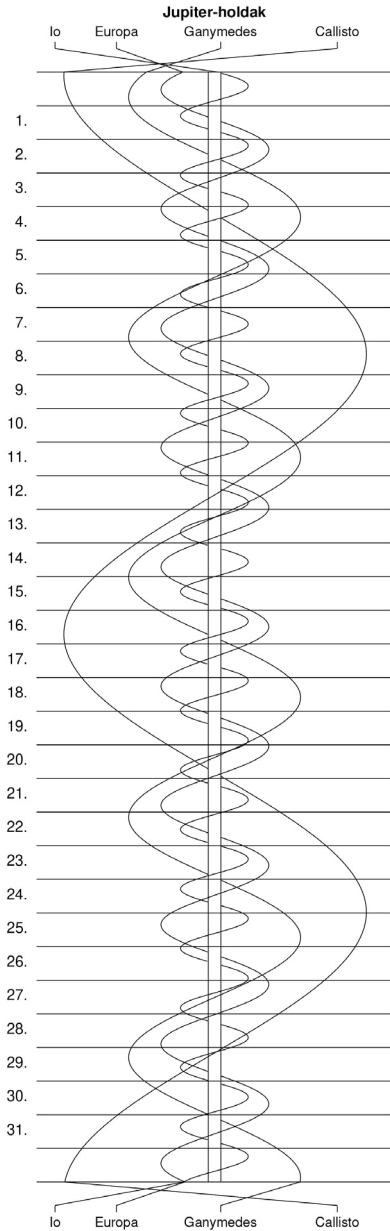
Bauersfeld munkája elismeréseként 1933-ban megkapta a Franklin Intézet Elliott Cresson-érmét, 1941-ben pedig a német Werner von Siemens-gyűrűt.



Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	18:42,1	Io	mv
3	1:34,5	Europa	ák
	3:10,9	Europa	ek
	3:54,6	Europa	áv
4	19:43,3	Europa	fk
	23:30,1	Europa	mv
5	21:53,5	Ganymedes	ák
	23:41,8	Ganymedes	áv
6	1:16,4	Ganymedes	ek
	1:49,6	Io	ák
	2:5,4	Ganymedes	ev
	2:33,0	Io	ek
	4:0,1	Io	áv
	18:31,8	Europa	ev
	23:9,9	Io	fk
7	2:0,8	Io	mv
	20:18,1	Io	ák
	20:59,2	Io	ek
	22:28,6	Io	áv
	23:7,7	Io	ev
8	17:38,4	Io	fk
	20:27,0	Io	mv
9	17:33,9	Io	ev
10	4:10,1	Europa	ák
11	22:20,1	Europa	fk
12	1:47,2	Europa	mv
13	1:54,5	Ganymedes	ák
	3:42,1	Ganymedes	áv
	3:43,9	Io	ák
	4:17,6	Io	ek
	17:27,9	Europa	ák
	18:35,1	Europa	ek
	19:48,1	Europa	áv
	20:47,6	Europa	ev
14	1:4,2	Io	fk
	3:45,1	Io	mv
	22:12,5	Io	ák
	22:43,6	Io	ek
15	0:23,2	Io	áv
	0:52,3	Io	ev
	19:32,8	Io	fk
	22:11,1	Io	mv
16	17:9,6	Io	ek
	17:34,7	Ganymedes	fv
	18:2,9	Ganymedes	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
	18:51,9	Io	áv
	18:59,3	Ganymedes	mv
	19:18,4	Io	ev
19	0:57,1	Europa	fk
	4:3,1	Europa	mv
20	20:3,5	Europa	ák
	20:49,3	Europa	ek
	22:23,8	Europa	áv
	23:2,0	Europa	ev
21	2:58,6	Io	fk
22	0:7,1	Io	ák
	0:27,5	Io	ek
	2:18,0	Io	áv
	2:36,3	Io	ev
	17:11,0	Europa	mv
	21:27,2	Io	fk
	23:54,7	Io	mv
23	18:35,9	Io	ák
	18:53,4	Io	ek
	19:46,9	Ganymedes	fk
	20:46,7	Io	áv
	21:2,4	Io	ev
	22:17,6	Ganymedes	mv
24	18:20,6	Io	mv
26	3:34,4	Europa	fk
27	22:39,2	Europa	ák
	23:2,6	Europa	ek
28	0:59,5	Europa	áv
	1:15,7	Europa	ev
29	2:1,9	Io	ák
	2:11,0	Io	ek
	4:12,8	Io	áv
	4:20,1	Io	ev
	16:53,5	Europa	fk
	19:25,8	Europa	mv
	23:21,7	Io	fk
30	1:38,1	Io	mv
	20:30,7	Io	ák
	20:37,0	Io	ek
	22:41,6	Io	áv
	22:46,1	Io	ev
	23:48,6	Ganymedes	fk
31	1:36,5	Ganymedes	fv
	17:50,4	Io	fk
	20:3,9	Io	mv



ABLAK A VILÁGEGYETEMRE



Polaris Csillagvizsgáló

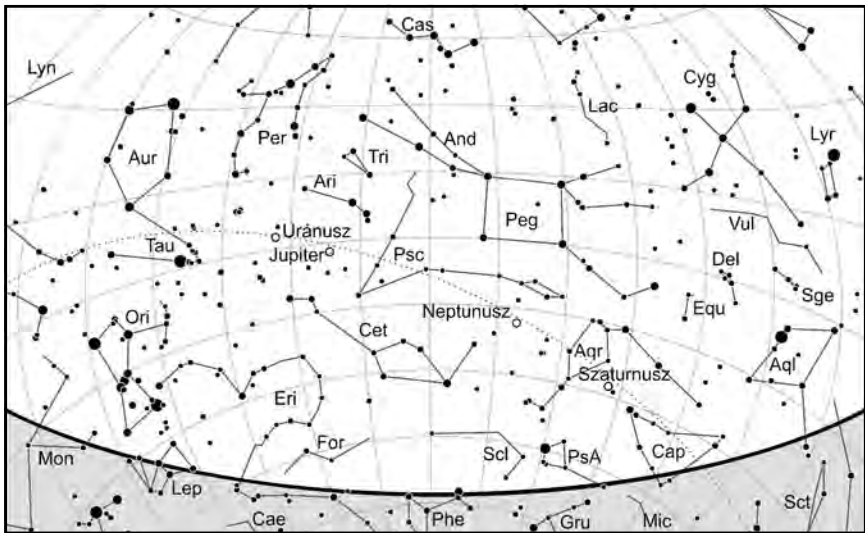
Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

10

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 305.	6 26	11 27	16 27	28,1	16,4	18 29	2 14	10 54	
2. cs 306.	6 28	11 27	16 26	27,8	16,5	19 24	3 11	11 53	
3. p 307.	6 30	11 27	16 24	27,5	16,5	20 28	4 05	12 39	
4. sz 308.	6 31	11 27	16 23	27,2	16,5	21 37	4 57	13 14	
5. v 309.	6 33	11 27	16 21	26,9	16,5	22 46	5 46	13 40	● 9 38
45. hét									
6. h 310.	6 34	11 27	16 20	26,6	16,4	23 54	6 31	14 01	
7. k 311.	6 36	11 27	16 19	26,3	16,4	–	7 13	14 17	
8. sz 312.	6 37	11 27	16 17	26,0	16,4	1 01	7 54	14 32	
9. cs 313.	6 39	11 27	16 16	25,7	16,3	2 07	8 33	14 46	
10. p 314.	6 40	11 27	16 14	25,4	16,2	3 14	9 13	15 00	
11. sz 315.	6 42	11 28	16 13	25,1	16,1	4 23	9 55	15 15	
12. v 316.	6 43	11 28	16 12	24,9	16,0	5 34	10 39	15 33	
46. hét									
13. h 317.	6 45	11 28	16 11	24,6	15,9	6 49	11 27	15 56	● 10 27
14. k 318.	6 46	11 28	16 10	24,3	15,7	8 06	12 20	16 26	
15. sz 319.	6 48	11 28	16 08	24,1	15,6	9 22	13 17	17 07	
16. cs 320.	6 49	11 28	16 07	23,8	15,4	10 32	14 16	18 02	
17. p 321.	6 50	11 28	16 06	23,6	15,2	11 29	15 18	19 11	
18. sz 322.	6 52	11 29	16 05	23,3	15,0	12 12	16 17	20 30	
19. v 323.	6 53	11 29	16 04	23,1	14,8	12 45	17 13	21 52	
47. hét									
20. h 324.	6 55	11 29	16 03	22,9	14,6	13 09	18 06	23 15	● 11 51
21. k 325.	6 56	11 29	16 02	22,6	14,3	13 30	18 56	–	
22. sz 326.	6 58	11 30	16 01	22,4	14,1	13 47	19 44	0 36	
23. cs 327.	6 59	11 30	16 00	22,2	13,8	14 04	20 32	1 56	
24. p 328.	7 00	11 30	16 00	22,0	13,6	14 22	21 20	3 16	
25. sz 329.	7 02	11 30	15 59	21,8	13,3	14 42	22 11	4 36	
26. v 330.	7 03	11 31	15 58	21,6	13,0	15 07	23 04	5 57	
48. hét									
27. h 331.	7 04	11 31	15 58	21,4	12,6	15 38	23 59	7 17	○ 10 16
28. k 332.	7 06	11 31	15 57	21,2	12,3	16 18	–	8 33	
29. sz 333.	7 07	11 32	15 56	21,1	12,0	17 10	0 56	9 39	
30. cs 334.	7 08	11 32	15 56	20,9	11,6	18 12	1 53	10 31	

November

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 250	2 40 07	<i>Mindenszentek</i> ; Marianna, Benigna
2.	2 460 251	2 44 03	Achilles, Viktor
3.	2 460 252	2 48 00	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 460 253	2 51 56	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 460 254	2 55 53	Imre
45. hét			
6.	2 460 255	2 59 49	Lénárd
7.	2 460 256	3 03 46	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 460 257	3 07 43	Zsombor, Kolos
9.	2 460 258	3 11 39	Tivadar, Tihamér
10.	2 460 259	3 15 36	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 460 260	3 19 32	Márton, Martin
12.	2 460 261	3 23 29	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
46. hét			
13.	2 460 262	3 27 25	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 460 263	3 31 22	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 460 264	3 35 18	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 460 265	3 39 15	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 460 266	3 43 12	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 460 267	3 47 08	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 460 268	3 51 05	Erzsébet
47. hét			
20.	2 460 269	3 55 01	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 460 270	3 58 58	Olivér, Amália, Mária
22.	2 460 271	4 02 54	Cecília, Csilla, Mária
23.	2 460 272	4 06 51	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 460 273	4 10 47	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 460 274	4 14 44	Katalin, Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitti, Liza
26.	2 460 275	4 18 41	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
48. hét			
27.	2 460 276	4 22 37	Virgil, Jakab
28.	2 460 277	4 26 34	Stefánia, Jakab
29.	2 460 278	4 30 30	Taksony
30.	2 460 279	4 34 27	András, Andor, Amália, Endre



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

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében kedvezőtlen helyzete miatt nem figyelhető meg. 15-én már fél órával nyugszik a Nap után, napnyugta után kereshető a délnyugati látóhatár közelében. Láthatósága csak lassan javul, de a hónap végén már egy órával nyugszik a Nap után.

Vénusz: Magasan a délkeleti hajnali égen látszik ragyogó, fényű fehér égitestként. Láthatósága nem változik a hónap folyamán, kitűnően megfigyelhető. November elején még négy óra tiz perccel kel a Nap előtt, ez az érték a hónap végén kevéssel négy óra alá csökken. Fényessége $-4,4^m$ -ról $-4,2^m$ -ra, átmérője $22,1''$ -ről $17,3''$ -re csökken, fázisa $0,55$ -ről $0,67$ -ra nő.

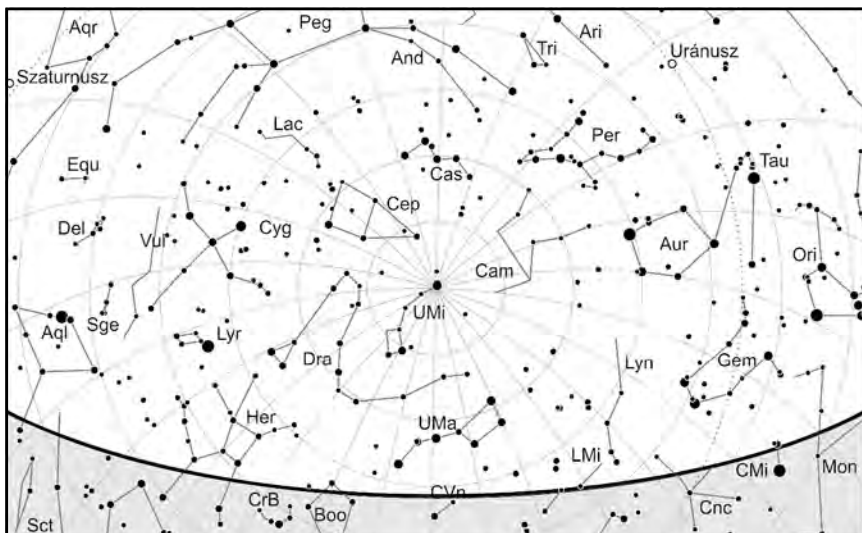
Mars: Előretartó mozgást végez a Mérleg, majd 25-étől a Skorpió csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 18-án együttállásban van a Nappal. Fényessége $1,5^m$ -ről $1,4^m$ -ra nő, látszó átmérője $3,7''$.

Jupiter: Hátráló mozgást végez a Kos csillagképben, 3-án szembenállásban van a Nappal. A hónap folyamán egész éjszaka megfigyelhető nagyon fényes égitestként. Fényessége $-2,9^m$, átmérője $49''$.

Szaturnusz: Hátráló, majd 4-től előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A délnyugati égen látszik az éjszaka első felében, éjfél körül nyugszik. Fényessége $0,8^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Egész éjszaka jól megfigyelhető, folytatja hátráló mozgását a Kos csillagképben. 13-án szembenállásban van a Nappal.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak, majd 26-ától a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Hátráló mozgása fokozatosan lassul.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
11.03	5:00	A Jupiter oppozícióban (Aries csillagkép)
11.04	3:01	A (210) Isabella (13,2 ^m) elfedi az UCAC4-590-019763 csillagot (12,8 ^m , 5 ^h 33' 33" +27° 55' 22", a fedés Magyarország északkeleti sarkából esetlegesen megfigyelhető)
11.05		A Déli Tauridák (002 STA) meteorraj maximuma (ZHR=5-10; V=27 km/s)
11.06	21:51	A Hold földtrávolban (404 561 km, látszó átmérő 29,54')
11.09	10:10	A Hold elfedi a Vénuszt (Virgo csillagkép, 15,2%-os, csökkenő holdfázis, fedés vége 11:22)
11.12	5:08	28 óra 19 perces holdsarló 4,5 fok magasan a hajnali égen
11.12		Az Északi Tauridák (017 NTA) meteorraj maximuma (ZHR=5; V=29 km/s)
11.13	17:00	Az Uránusz oppozícióban (Aries csillagkép)
11.18	5:00	A Leonidák (013 LEO) meteorraj maximuma (ZHR=10-15; V=71 km/s)
11.20	15:45	A Szaturnusz 3,5 fokkal északra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 52,4%-os, növekvő holdfázis)
11.21	21:04	A Hold földközlemben (369 825 km, látszó átmérő 32,31')
11.25	15:13	A Jupiter 4° 15'-cel délre a Holdtól (Aries csillagkép, 96,4%-os, növekvő holdfázis)
11.26	3:12	Az Uránusz 4° 15'-cel északkeletre a Holdtól (Aries csillagkép, 97,9%-os, növekvő holdfázis)
11.27	19:46	A (4349) Tiburcio (14,7 ^m) elfedi a TYC-1300-02047-1 csillagot (10,3 ^m , 5 ^h 22' 15" +17° 44' 38")
11.28	8:07	A Vénusz 4,5 fokkal északra a Spicától

Együttállás

- November 27. 02:00 UT: A telihold (–12,7^m, 99,8%) pereme az M45 nyílthalmaz (1,0^m) közepétől 1,2°-ra. A jelenségre a nyugati horizont felett 38°-kal kerül sor.

Vénusz-fedés november 9-én

hely	Belépés						Előbukkanás							
	UT			Nap	Hold	CA	PA	UT			Nap	Hold	CA	PA
	h	m	s	Alt	Alt	°	°	h	m	s	Alt	Alt	°	°
Békéscsaba	10	10	45	27	32	–57S	149	11	25	50	25	21	82S	287
Budapest	10	7	11	26	33	–55S	150	11	22	15	25	23	81S	286
Debrecen	10	9	10	26	31	–59S	147	11	24	31	24	21	83S	288
Eger	10	7	18	25	32	–57S	148	11	22	41	24	21	82S	288
Győr	10	5	46	25	34	–54S	152	11	20	33	25	24	80S	286
Kaposvár	10	8	59	27	34	–52S	154	11	23	21	26	24	79S	285
Kecskemét	10	9	6	26	33	–56S	150	11	24	5	25	22	81S	287
Miskolc	10	7	10	25	32	–58S	148	11	22	37	24	21	83S	288
Nyíregyháza	10	8	17	25	31	–59S	147	11	23	43	24	20	84S	288
Paks	10	9	9	27	33	–54S	152	11	23	53	25	23	80S	286
Pécs	10	10	1	27	34	–53S	153	11	24	22	26	23	79S	285
Salgótarján	10	6	25	25	32	–57S	149	11	21	47	24	22	82S	287
Sopron	10	4	59	25	34	–52S	153	11	19	28	25	24	79S	285
Szeged	10	11	0	27	33	–56S	151	11	25	52	25	22	81S	286
Székesfehérvár	10	7	28	26	34	–54S	152	11	22	18	25	23	80S	286
Szekszárd	10	9	44	27	34	–54S	152	11	24	18	26	23	80S	286
Szolnok	10	8	53	26	32	–56S	149	11	24	1	25	22	82S	287
Szombathely	10	6	4	26	35	–52S	154	11	20	25	25	24	79S	284
Tatabánya	10	6	14	25	34	–54S	152	11	21	3	25	23	80S	286
Veszprém	10	7	21	26	34	–53S	152	11	22	0	25	23	80S	285
Zalaegerszeg	10	7	10	26	35	–52S	154	11	21	25	26	24	78S	284

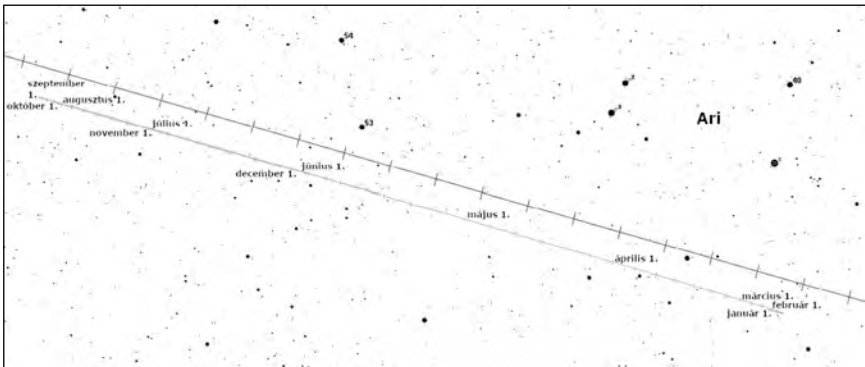
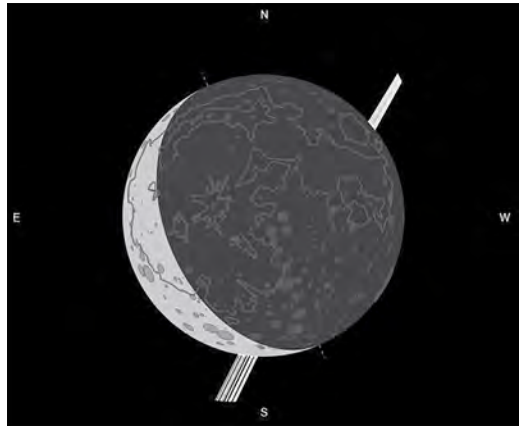
Az év egyetlen, Magyarországról látható bolygófedésére november második csütörtökén fog sor kerülni. A délelőtti nappali égen a Naptól 46°-ra lévő Vénuszt a fogyó Hold fedi el. A négy nappal újhold előtt lévő, 15% megvilágítottágú sarló könnyen fog látszani a délnyugati horizonton. A Nap közelebb lesz a horizonthoz, a Hold 30° feletti magasságában pedig még a –4,4^m-s Vénuszt is nagy eséllyel megpillanthatjuk szabad szemmel. A két égitest közeledését már hajnal óta figyelemmel kísérhetjük (napkeltekor még 1,5°-ra lesznek egymástól).

A Vénusz 58,7% megvilágítottágú, 20,6" átmérőjű, ragyogóan fényes kis korongja éles kontrasztban áll a sápadt holdfelszínnel. A táblázatban lévő előrejelzés a korong közepére vonatkozik, de maga a fedés időtartama 62 másodperc. Mivel a Vénusznak is a keleti pereme a fényes, az „el-méleti” okkultáció a sötét nyugati bolygóperem kontaktjával kezdődik, ami megfigyelhetetlen. A terminátor érintése 13 másodperccel későbbi, így a fényes bolygókorong nagyjából 50 má-

sodperc alatt kerül a Hold mögé, nagyon érdekes videós témát adva. Figyeljünk arra, hogy a táblázatban megadott időpontnál legalább néhány perccel korábban kezdjük a megfigyelést. A belépésre a Hold terminátorának déli végétől nagyjából 55° -ra kerül sor.

A sötét oldalon történő kilépésre 75 percet kell várni. A CA szög $80S^\circ$ körüli, azaz majdnem középen a két terminátorpólus között, kicsit közelebb a délihez várhatjuk az előbukkanást. Itt is először a megfigyelhetetlen sötét bolygóperem bukkan elő, majd a terminátor. Az előbukkanás időtartama is kb. 50 másodperc. A sötét oldalon, a „semmiből” fog fokozatosan kifényesedni a bolygókorong. A Nap ekkor már a delelésen túl van, ugyanolyan magasan áll a horizont felett, mint a Hold. A két égitest az előbukkanás után gyorsan távolodik, de mivel a sötét holdperemet nem látjuk, ez nem lesz látványos.

A november 9-i Vénusz-fedés



Az Uránusz keresőterképe (oppozíció: november 13.)

Üstökösök

103P/Hartley

Már távolodik a Naptól, aktivitása csökken. A Földtől is egyre messzebb kerül, ezért láthatósága romlik. A kettő együttes hatására a fényessége a hónap eleji 7,7^m-ről a hónap végére 9,3^m-ig halványodhat, és inkább kisebb átmérőjű távcsövekkel érdemes próbálkozni.

Égész hónapban éjfél előtt kell körülbelül 1 órával, és délkelet, majd dél-délkeleti irányban halad az Északi Vízikigyó csillagkép fejtől, annak délebbi régiói felé. Az éjszaka második felében figyelhető meg.

5-én hajnalban kerül legközelebb a σ Hya (4,5^m) csillaghoz, 31'-cel nyugatra elhaladva mellette. 17-én hajnalban az NGC 2695, NGC 2697, NGC 2698, NGC 2699 és NGC 2708 galaxiscsoport mellett halad el. 21-én az NGC 2721 (12,2^m, 2,4'×1,6') kompakt galaxis mellett halad el 12'-re.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
11.02.	08 30 53	+05 17 13	0,473	1,101	90,2	7,7
11.06.	08 38 49	+02 46 13	0,487	1,116	91,5	7,9
11.10.	08 45 38	+00 26 09	0,501	1,134	93,1	8,1
11.14.	08 51 23	-01 43 20	0,515	1,154	94,9	8,3
11.18.	08 56 07	-03 42 33	0,528	1,176	97,0	8,5
11.22.	08 59 51	-05 31 47	0,540	1,199	99,2	8,7
11.26.	09 02 38	-07 11 17	0,552	1,225	101,7	9,0
11.30.	09 04 28	-08 41 14	0,564	1,252	104,3	9,2

C/2017 K2 (PANSTARRS)

Már az éjszaka első felében megfigyelhető az üstökös, de egyre távolodik a Naptól, aktivitása és így fényessége is várhatóan csökken, amit némileg ellensúlyoz, hogy közeledik a Földhöz, így a csökkenés lelassul, várhatóan csak 0,2-0,5^m lesz novemberben. Ennek hatására sötét, jó átlátszóságú égen vizuálisan akár még kisebb távcsövekkel is meg lehet figyelni. Az Egyszarvú csillagképben mozog nyugati irányban. Útja csillagokkal sűrűn telehintett égterületen vezet. November 21-én már a kelése után érdemes keresni az üstököst, amint éppen elhagyja az NGC 2215 (8,4^m, átmérő: 8') nyílthalmazt. Lassú mozgása miatt könnyű célpont az asztrofotósok számára is. A hónap utolsó napjára olyan vidékre érkezik, amely tele van reflexiós ködökkel, köztük az NGC 2182 (9^m, 2'×2'), NGC 2170 (9,5^m, 2'×2') és a vdB 68 (9,5^m).

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
11.04.	06 36 21	-08 01 44	3,566	4,095	115,7	10,4
11.08.	06 33 18	-07 54 28	3,549	4,131	119,7	10,4
11.12.	06 29 57	-07 45 26	3,535	4,167	123,7	10,4
11.16.	06 26 22	-07 34 27	3,525	4,203	127,7	10,5
11.20.	06 22 33	-07 21 25	3,518	4,239	131,6	10,5
11.24.	06 18 32	-07 06 13	3,515	4,275	135,5	10,5
11.28.	06 14 20	-06 48 50	3,516	4,311	139,1	10,6

62P/Tsuchinshan

A 2023. december 24-i perihéliumátmenete előtt tovább közelít a Föld felé is, ezért fényessége várhatóan 1,5^m-val fog nőni. A hónap végére akár 10^m-nál is fényesebb lehet, így már a kisebb távcsövekkel is meg lehet majd figyelni. Az előző hónapban az Ikrek csillagképet szelte ketté, ebben a hónapban a Rák kerül sorra. Szinte a csillagkép közepén fog áthaladni az üstökös nyugatról keleti irányba. A hónap utolsó napjaiban már az Oroszán fejtől délre lesz megtalálható.

November 8-án és 9-én is közel lesz az NGC 2563 (12,2^m, 2,0'×1,7') és az NGC 2562 (12,9^m, 1,0'×0,7') galaxispárhoz. A legkisebb, 6'-es távolságra 9-én nem sokkal napkelte után közelíti meg a párost. 13-án estétől 15-én hajnalig tartózkodik az M44 (3,1^m, átmérő: 70') nyílthalmaz közelében, 47'-re megközelítve annak közepét.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
11.02.	07 50 47	+21 34 35	0,803	1,414	103,4	11,3
11.06.	08 05 42	+21 20 01	0,770	1,394	103,9	11,0
11.10.	08 20 55	+21 01 46	0,738	1,375	104,4	10,8
11.14.	08 36 20	+20 39 47	0,709	1,357	104,8	10,6
11.18.	08 51 57	+20 14 06	0,683	1,341	105,2	10,4
11.22.	09 07 39	+19 44 51	0,658	1,326	105,6	10,2
11.26.	09 23 24	+19 12 11	0,636	1,312	105,9	10,0
11.30.	09 39 07	+18 36 24	0,616	1,300	106,2	9,8

12P/Pons–Brooks

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

Az 1883/84-es visszatérésekor 0,64 CSE-re közelítette meg a Földet, így fényessége elérte a 3^m-t. Megfigyelői azt is feljegyezték, hogy többször produkált felfényesedéseket. Hasonló kitörésekről az 1954-es visszatérésekor is beszámoltak, amelyek időlegesen akár 1^m-val is emelték a fényességét. Azt is megállapították, hogy a kitörések száma a perihéliumhoz közeledve gyakoribb volt, mint az átmenet után.

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

Mostani visszatérésekor a közeledő kométát 2020. június 10-én figyelték meg először, még túl a Szaturnusz pályáján, 11,89 CSE távolságban, a 4,3 m átmérőjű Lowell Discovery Telescope segítségével. A 12P/Pons–Brooks 8^m-re volt a várt helytől, ezért egy héttel később ismét felkeresték, és biztosan azonosították. Az eltérés a várt helytől több okra vezethető vissza. Az egyik, hogy az üstökös korábbi feltűnéseikora a pozíciómérések nem voltak kellően pontosak, a másik, hogy a

pályája a nem gravitációs erők hatására módosulhatott. A csillagszerű üstökösnek 3"-es csóváját tudták kimutatni, de kómát még nem. Ez azt is jelentheti, hogy a gázképződés – feltételezhetően CO – már 30 CSE távolságban megkezdődött. Fényességét 24,16^m-nak mérték, aminek segítségével és az általános albedóértékből (0,04) számolva az üstökös magja 17±6 km-es lehet.

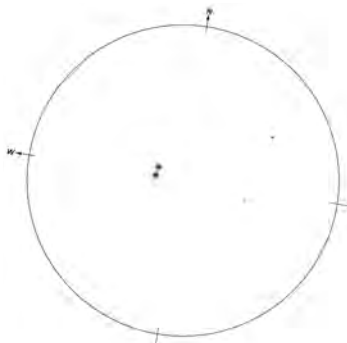
Pályája 6:1-es rezonanciában van a Jupiterével, azonban a nagy pályahajlása miatt ritkán van az ekliptika síkjában, és így az óriásbolygó perturbáló hatása nagyon csekély, a pálya stabil.

A 12P/Pons–Brooks napközelpontját majd 2024. április 21-én fogja elérni, így várhatóan addig aktivitása és ezzel együtt fényessége is folyamatosan nőni fog. Ugyanakkor a Földhöz is közeledik, ami szintén a fényesség növekedésével járhat. A kettő együttes hatására a november elején még 13,9^m-s üstökös a hónap végére több mint 1^m-t fényesedve akár 12,8^m-t is elérhet. Vizuálisan már közepes átmérőjű távcsővel is megfigyelhetővé válhat, de fotografikusan már kisebb távcsővel is kényelmesen elérhető.

Megfigyelhetősége mégsem a legkedvezőbb novemberben, annak ellenére, hogy majdnem cirkumpoláris. Éjfél után másfél órával a horizont alá bukik, ahol 2,5 órát tartózkodik, majd újra felkel. Ezért az éjszaka első fele alkalmasabb a megfigyelésre. A hónap elején még a Hercules csillagkép keleti felénél jár, innen halad lassan délkeleti irányba a Lant csillagképbe, amit csak a hónap utolsó napjaiban ér el.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
11.01.	17 42 01	+41 53 06	2,874	2,743	72,4	13,9
11.05.	17 46 38	+41 20 41	2,840	2,696	71,5	13,7
11.09.	17 51 38	+40 50 15	2,806	2,648	70,7	13,6
11.13.	17 57 01	+40 21 55	2,770	2,600	69,8	13,4
11.17.	18 02 48	+39 55 48	2,733	2,552	69,1	13,3
11.21.	18 08 58	+39 32 01	2,694	2,504	68,3	13,1
11.25.	18 15 31	+39 10 35	2,655	2,455	67,6	13,0
11.29.	18 22 29	+38 51 34	2,615	2,406	67,0	12,8

γ Arietis



A γ Arietis Szamosvári Zsolt
2018-ban készült rajzán (120/1000 L)

A Kos csillagkép negyedik legfényesebb csillaga a γ Arietis (Mesarthim, WDS 01535+1918, STF 180 AB). Közel egyenlő fényességű két komponense közül az A 4,52^m fényes, fehér csillag. Tőle 7,4"-re 1° (észak) irányban van a kékesfehér, 4,58^m fényességű B tag. A rendszert Robert Hooke fedezte fel 1664-ben, keringési periódusuk nagyjából 5000 év. A főcsillagnak van egy további, vörös törpe kísérője.

Mindkét csillag jóval nagyobb Napunknál, megközelítőleg 2,7 naptömegűek, luminozitásuk Napunkénak negyvenszerese. Korukat 34 millió évre becsülik. A főcsillag α CVn típusú változó, meglehetősen erős mágneses térrel. A kísérő ugyancsak érdekes, a λ Bootis típusú, sajátos kémiai összetételű csillagok

közé tartozik, amelyek valamely elem (jelen esetben vas, króm, mangán, kobalt és nikkel) gyakorisága kisebb a normálisnál, legalábbis a felszínhez közel.

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
11	1	0	28	32.1	ki	76965	7.6	88-	68	38N	312
11	1	18	35	31.5	ki	890	4.6	82-	8	42N	315
11	1	21	1	54.5	ki	77804	7.3	81-	30	67S	244
11	1	21	49	38.7	ki	909	6.0	81-	38	50S	227
11	2	20	48	37.1	ki	1056	7.2	73-	19	58S	241
11	4	1	58	36.2	ki	1206	5.9	62-	58	41S	232
11	4	5	0	10.5	ki	79936	8.1	61-	65	24N	347
11	5	3	15	28.2	ki	1330	7.8	52-	59	48S	244
11	7	2	12	23.9	ki	99123	7.3	33-	31	47S	250
11	8	4	25	58.7	ki	118729	8.0	24-	40	49S	254
11	8	4	42	55.8	ki	1625	5.8	24-	42	89N	296
11	9	4	42	36.6	ki	119126	8.5	16-	32	86S	291
11	9	10	7	10.9	be	Vénusz	-4.4	15-	33	-55S	150
11	9	11	22	14.8	ki	Vénusz	-4.4	15-	23	81S	286
11	10	4	3	23.4	ki	1818	8.0	10-	16	36N	348
11	17	17	5	26.0	be	2831	6.0	21+	6	43N	39
11	19	17	24	29.9	be	3130	5.4	41+	20	19N	2
11	19	18	3	37.5	be	190337	7.2	42+	18	68S	95
11	20	15	31	7.3	be	164984	7.1	52+	23	67N	45
11	20	19	28	18.8	be	3284	7.0	54+	21	52N	30
11	21	17	8	9.5	be	3409	7.0	64+	32	68S	88
11	21	18	34	37.8	be	146577	7.7	65+	33	34N	10
11	21	19	10	49.4	be	3419	4.2	65+	32	52S	104
11	21	19	54	58.0	ki	3419	4.2	65+	28	-26S	181
11	22	15	58	54.7	be	3535	5.1	74+	28	64N	39
11	22	16	44	14.0	be	3537	6.9	75+	34	12N	347
11	22	22	58	5.3	be	22	7.2	77+	18	74S	82
11	23	15	15	52.5	be	109	6.4	84+	21	83S	72
11	23	17	3	20.3	be	109522	7.3	84+	37	29N	5
11	24	0	2	48.4	be	153	6.0	86+	20	51S	105
11	24	15	54	28.0	be	252	7.3	91+	24	38N	16
11	24	18	18	16.5	be	264	7.1	92+	46	70N	48
11	26	3	12	59.3	be	432	5.8	98+	15	78S	90
11	28	19	23	52.6	ki	833	7.1	97-	35	43S	209
11	29	2	12	14.1	ki	868	7.5	97-	57	56N	292
11	29	4	52	18.1	ki	77604	7.0	96-	32	81N	268
11	29	5	19	18.8	ki	77619	7.1	96-	27	87N	262
11	29	6	22	47.5	ki	890	4.6	96-	17	51N	299
11	29	20	29	3.5	ki	78480	7.5	93-	37	55N	301
11	29	23	43	5.5	ki	78580	7.3	92-	66	82N	275
11	30	3	37	16.8	ki	1035	6.7	92-	53	74N	284

Évfordulók

150 éve született William Weber Coblentz

William Coblentz amerikai fizikus 1873. november 20-án született az Ohio állambeli North Limában. 1903-ban doktorált a Cornell Egyetemen, értekezésében a jód optikai tulajdonságait vizsgálta (Some Optical Properties of Iodine, *Physical Review* **16**, 35–50, 72–93, 1903). 1905-től a National Bureau of Standards munkatársaként dolgozott egészen 1945-ig, amikor nyugdíjba vonult. 1962. szeptember 15-én halt meg.

Az elektromágneses sugárzás detektálásának különféle problémaival foglalkozott egész életén át. A csillagászathoz is így jutott, a bolygók és csillagok sugárzását igyekezett mérni. Ez lehetővé tette az égitestek hőmérsékletének meghatározását (D. H. Menzel, W. W. Coblentz, C. O. Lamp-land: Planetary Temperatures Derived from Water-Cell Transmissions, *Astrophysical Journal* **63**, 177–187, 1926). 110 csillagról igen pontos méréseket publikált (A Comparison of Stellar Radiometers and Radiometric Measurements on 110 Stars, *Bulletin of the Bureau of Standards* **11**, 613–656, 1915), amelyek később sokat segítettek a magnitúdóskála pontos definiálásánál.

Foglalkozott az infravörös sugárzással (*Investigations of Infra-Red Spectra*, Carnegie Institution of Washington, Publication No. 35, 1905) és a szentjánosbogár fizikájával is (*A Physical Study of the Firefly*, Carnegie Institution of Washington, Publication No. 164, 1912). 1913 és 1927 között tíz szabadalma is volt. Érdeklődött az okkult jelenségek iránt, részt vett szeánszon, és próbált méréseket is végezni. Tapasztalatait a *Man's Place in a Superphysical World* (New York, 1955) publikálta.

Fizikai (és nem szuperfizikai) tevékenységéért számos emlékérmert kapott, több tudományos társaság tagja volt, és krátert is neveztek el róla a Hold túloldalán.



W. W. Coblentz

100 éve alakult meg a Stella Csillagászati Egyesület

1923 előtt a csillagászat magyarországi barátainak nem volt önálló szervezete. Ennek létrejöttét az Ógyalláról Budapestre menekített obszervatórium anyagi szüksége is siettetette. Ez a korabeli újságok számára is világos volt, az 1923. november 3-i alakuló közgyűlésről ilyen címekkel számoltak be: „Mentsük meg a magyar csillagászatot!” (Pesti Hírlap, 1923. november 4.), „A társadalomnak is részt kell vennie a svábhegyi csillagvizsgáló felépítésében” (Nemzeti Ujság, 1923. november 4.), és egy kritikusabb hang: „Kritika a társadalmi áldozatkészségről egy tudományos gyűlésen. Megalakult a Stella Csillagászati Egyesület” (Pesti Napló, 1923. november 4.).

Az Akadémia kistermében tartott gyűlésen Klebelsberg Kunó vallás- és közoktatásügyi miniszter elnökölt, és ő tartotta a megnyitót. Ma is megszívlelhető az alábbi kijelentése: „És itt tiltakoznom kell az ellen a dőre állítás ellen, amely imitt-amott már felhangzik, hogy a tudományos kiadások minálunk olyan luxust jelentenek, melyet nehéz pénzügyi helyzetünkben nem engedhetünk meg magunknak.” (*Stella Almanach 1925*, p. 88).

Az egyesület vezetőségében aránylag kevés csillagász volt – de eleve kevés csillagász volt Magyarországon. Aki meg az volt, azt kihagyták. Mahler Ede felszólalása után – melyben Kövesligethy Radót hiányolta – ezt a hiányosságot korrigálták, és Kövesligethy is az elnökség tagja lett.

Fennállása alatt az Egyesület kiadott egy évkönyvet – a *Stella Almanach 1925* és 1932 között jelent meg, és a mai Csillagászati évkönyv elődjének tekinthető. Negyedévenként megjelent a *Stella* folyóirat (1926–1931), ennek sajnos nincs utódja. Mindezek megtalálhatók az MTA KIK által fenntartott REAL-J honlapon (<http://real-j.mtak.hu/view/journal/index.S.html>).

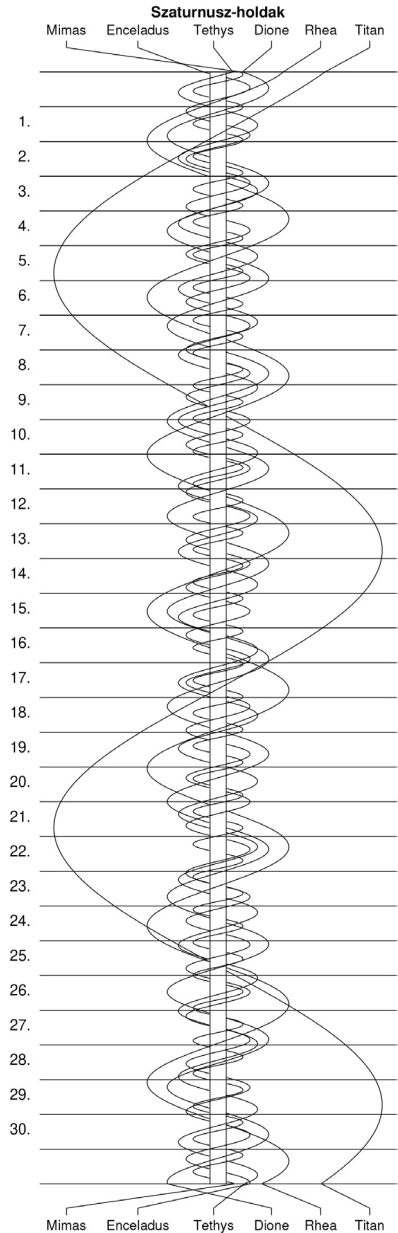
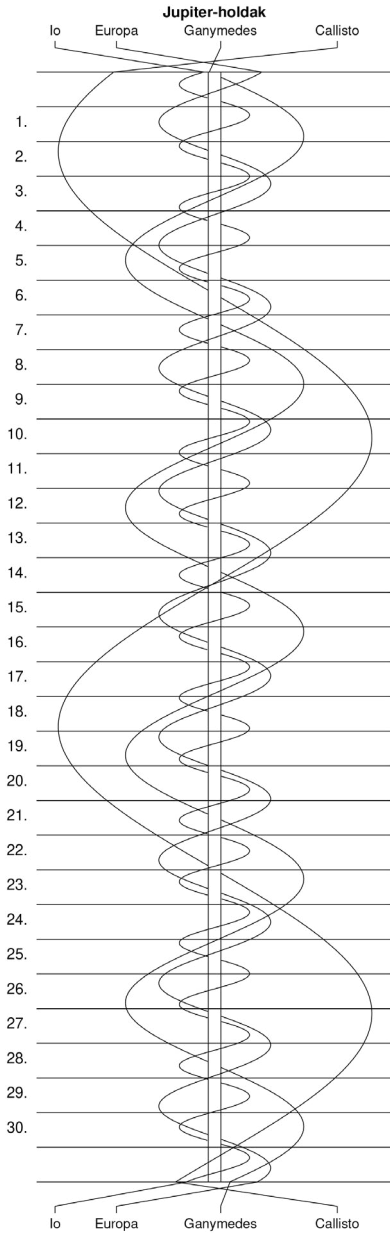
Az Egyesület a gazdasági világválság áldozata lett. 1932-ben Tass Antal felkérte a Természet-tudományi Társulatot, hogy az egyesületet vegye át, és mint szakosztályt működtesse. Ez szerencsésen meg is történt, és bár az egyesület önállósága megszűnt, a Társulaton belül működött tovább.



Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	17:10,4	Io	áv
	17:12,0	Io	ev
4	1:14,9	Europa	ák
	1:15,4	Europa	ek
	3:29,0	Europa	ev
	3:35,1	Europa	áv
5	3:54,5	Io	ek
	3:56,9	Io	ák
	19:25,9	Europa	mk
	21:52,7	Europa	fv
6	1:12,5	Io	mk
	3:26,8	Io	fv
	22:20,5	Io	ek
	22:25,8	Io	ák
7	0:29,8	Io	ev
	0:36,7	Io	áv
	3:42,2	Ganymedes	mk
	16:35,6	Europa	ev
	16:53,0	Europa	áv
	19:38,4	Io	mk
	21:55,5	Io	fv
8	16:46,4	Io	ek
	16:54,5	Io	ák
	18:55,7	Io	ev
	19:5,5	Io	áv
9	16:24,1	Io	fv
10	17:29,3	Ganymedes	ek
	18:0,9	Ganymedes	ák
	18:38,9	Ganymedes	ev
	19:45,7	Ganymedes	áv
11	3:28,3	Europa	ek
	3:50,6	Europa	ák
12	21:40,5	Europa	mk
13	0:30,7	Europa	fv
	2:56,0	Io	mk
14	0:4,4	Io	ek
	0:21,0	Io	ák
	2:13,8	Io	ev
	2:31,9	Io	áv
	16:34,9	Europa	ek
	17:8,4	Europa	ák
	18:49,4	Europa	ev
	19:28,6	Europa	áv
	21:21,9	Io	mk
	23:50,2	Io	fv
15	18:30,4	Io	ek
	18:49,8	Io	ák

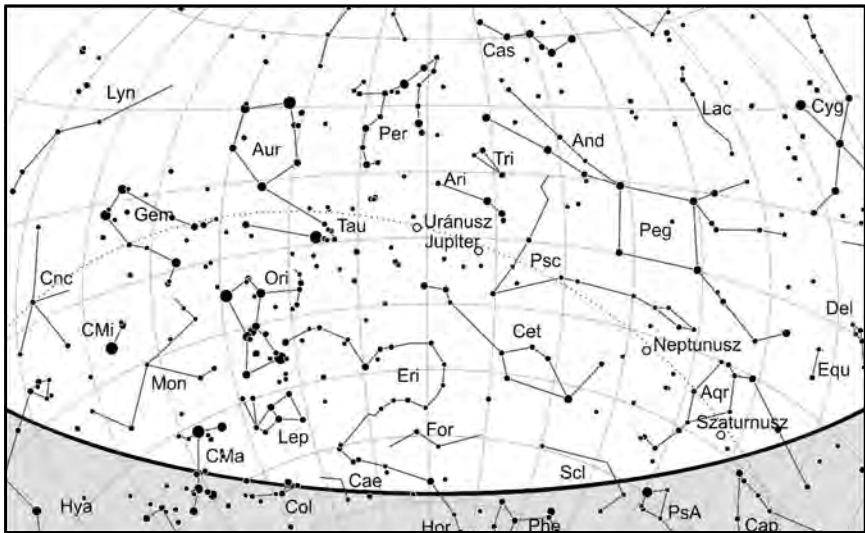
nap	UT h:m	hold	jelenség
	20:39,9	Io	ev
	21:0,7	Io	áv
16	15:47,8	Io	mk
	18:18,9	Io	fv
17	20:42,6	Ganymedes	ek
	21:58,7	Ganymedes	ev
	22:3,0	Ganymedes	ák
	23:47,1	Ganymedes	áv
19	23:55,9	Europa	mk
20	3:8,9	Europa	fv
21	1:48,8	Io	ek
	2:16,4	Io	ák
	3:58,4	Io	ev
	18:49,0	Europa	ek
	19:44,1	Europa	ák
	21:4,2	Europa	ev
	22:4,1	Europa	áv
	23:6,0	Io	mk
22	1:45,0	Io	fv
	20:15,0	Io	ek
	20:45,2	Io	ák
	22:24,7	Io	ev
	22:56,0	Io	áv
23	16:27,7	Europa	fv
	17:32,1	Io	mk
	20:13,7	Io	fv
24	16:51,0	Io	ev
	17:24,9	Io	áv
	23:58,6	Ganymedes	ek
25	1:21,4	Ganymedes	ev
	2:5,4	Ganymedes	ák
27	2:12,7	Europa	mk
28	15:53,9	Ganymedes	fk
	17:39,4	Ganymedes	fv
	21:4,5	Europa	ek
	22:19,8	Europa	ák
	23:20,4	Europa	ev
29	0:39,7	Europa	áv
	0:50,8	Io	mk
	22:0,5	Io	ek
	22:40,7	Io	ák
30	0:10,3	Io	ev
	0:51,4	Io	áv
	19:6,2	Europa	fv
	19:17,1	Io	mk
	22:8,6	Io	fv



dátum	Nap					Hold			
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	fázis h m
1. p 335.	7 10	11 32	15 55	20,8	11,3	19 20	2 47	11 11	
2. sz 336.	7 11	11 33	15 55	20,6	10,9	20 29	3 37	11 41	
3. v 337.	7 12	11 33	15 54	20,4	10,5	21 38	4 24	12 04	
49. hét									
4. h 338.	7 13	11 34	15 54	20,3	10,1	22 46	5 08	12 22	
5. k 339.	7 14	11 34	15 54	20,2	9,7	23 52	5 49	12 37	☉ 6 51
6. sz 340.	7 15	11 34	15 53	20,1	9,3	–	6 29	12 51	
7. cs 341.	7 17	11 35	15 53	19,9	8,9	0 58	7 08	13 05	
8. p 342.	7 18	11 35	15 53	19,8	8,4	2 05	7 48	13 20	
9. sz 343.	7 19	11 36	15 53	19,7	8,0	3 14	8 31	13 36	
10. v 344.	7 20	11 36	15 53	19,6	7,5	4 27	9 17	13 57	
50. hét									
11. h 345.	7 21	11 37	15 53	19,6	7,1	5 44	10 08	14 24	
12. k 346.	7 21	11 37	15 53	19,5	6,6	7 02	11 04	15 00	
13. sz 347.	7 22	11 38	15 53	19,4	6,2	8 16	12 04	15 50	☉ 0 32
14. cs 348.	7 23	11 38	15 53	19,3	5,7	9 20	13 07	16 56	
15. p 349.	7 24	11 39	15 53	19,3	5,2	10 10	14 09	18 15	
16. sz 350.	7 25	11 39	15 53	19,2	4,7	10 46	15 08	19 39	
17. v 351.	7 26	11 40	15 54	19,2	4,3	11 14	16 03	21 03	
51. hét									
18. h 352.	7 26	11 40	15 54	19,2	3,8	11 35	16 54	22 25	
19. k 353.	7 27	11 41	15 54	19,1	3,3	11 54	17 42	23 45	☉ 19 40
20. sz 354.	7 27	11 41	15 55	19,1	2,8	12 11	18 29	–	
21. cs 355.	7 28	11 42	15 55	19,1	2,3	12 28	19 16	1 03	
22. p 356.	7 29	11 42	15 56	19,1	1,8	12 46	20 05	2 22	
23. sz 357.	7 29	11 43	15 56	19,1	1,3	13 09	20 55	3 41	
24. v 358.	7 29	11 43	15 57	19,1	0,8	13 36	21 49	4 59	
52. hét									
25. h 359.	7 30	11 44	15 57	19,1	0,3	14 13	22 45	6 15	
26. k 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	-0,2	14 59	23 41	7 25	
27. sz 361.	7 30	11 45	15 59	19,2	-0,7	15 57	–	8 22	☉ 1 33
28. cs 362.	7 31	11 45	16 00	19,3	-1,2	17 03	0 36	9 07	
29. p 363.	7 31	11 45	16 00	19,3	-1,6	18 13	1 28	9 40	
30. sz 364.	7 31	11 46	16 01	19,4	-2,1	19 23	2 17	10 06	
31. v 365.	7 31	11 46	16 02	19,4	-2,6	20 31	3 02	10 26	

December

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 460 280	4 38 23	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 460 281	4 42 20	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 460 282	4 46 16	Ferenc, Olívia
49. hét			
4.	2 460 283	4 50 13	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 460 284	4 54 10	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 460 285	4 58 06	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 460 286	5 02 03	Ambrus
8.	2 460 287	5 05 59	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 460 288	5 09 56	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 460 289	5 13 52	Judit, Lívia, Loretta
50. hét			
11.	2 460 290	5 17 49	Árpád, Dániel
12.	2 460 291	5 21 45	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 460 292	5 25 42	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 460 293	5 29 39	Szilárda
15.	2 460 294	5 33 35	Valér, Dezső, Mária
16.	2 460 295	5 37 32	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 460 296	5 41 28	Lázár, Olimpia
51. hét			
18.	2 460 297	5 45 25	Augusztá, Dezső, Mária
19.	2 460 298	5 49 21	Viola
20.	2 460 299	5 53 18	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 460 300	5 57 14	Tamás, Péter
22.	2 460 301	6 01 11	Zénó, Anikó
23.	2 460 302	6 05 08	Viktória
24.	2 460 303	6 09 04	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
52. hét			
25.	2 460 304	6 13 01	<i>Kanácsony</i> ; Eugénia, Anasztázia
26.	2 460 305	6 16 57	<i>Kanácsony</i> ; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 460 306	6 20 54	János
28.	2 460 307	6 24 50	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 460 308	6 28 47	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 460 309	6 32 43	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 460 310	6 36 40	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitti, Melánia



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

Bolygók

Merkúr: 1-én egy órával nyugszik a Nap után. 4-én van legnagyobb keleti kitérésben, $21,3^\circ$ -ra a Naptól. Láthatósága tovább javul, ahogy az ekliptika hajlásszöge nő a látóhatárhoz viszonyítva. 10-én egy és negyed órával a Nap után nyugszik, ez idén a második esti láthatósága. Ezután megfigyelhetősége gyorsan romlani kezd. 22-én alsó együttállásban van a Nappal. A hajnali égre átkerülve 25-én már több mint fél órával a Nap előtt kel. A hónap végén már majdnem másfél órával kel a Nap előtt, újabb jó hajnali láthatóságot biztosítva.

Vénusz: A hajnali délkeleti égen ragyog. Láthatósága – noha továbbra is kiváló – fokozatosan romlik. A hónap elején még közel négy, a végén három órával kel a Nap előtt. Fényessége $-4,2^m$ -ról $-4,0^m$ -ra, átmérője $17,1''$ -ről $14,2''$ -re csökken, fázisa $0,68$ -ról $0,78$ -ra nő.

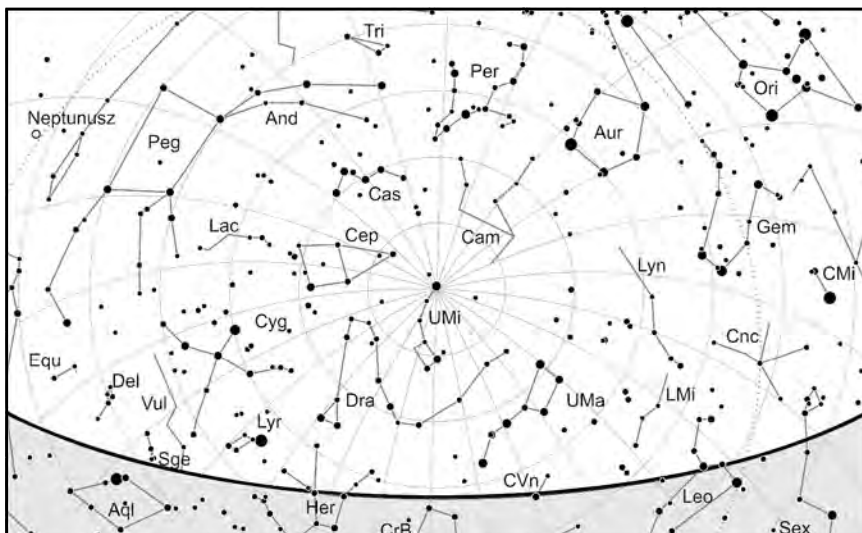
Mars: Előretartó mozgást végez a Skorpió, majd 5-től a Kígyótartó csillagképben, 31-én pedig átlép a Nyilas csillagképbe. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $1,4^m$, látszó átmérője $3,7''$ -ről $3,9''$ -re nő.

Jupiter: Egyre lassuló hátráló mozgást végez a Kos csillagképben, 31-én látszólag megáll. Hajnalban nyugszik. Erős sárgásfehér fénye miatt könnyű megtalálni. Fényessége $-2,7^m$, átmérője $46''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Napnyugta után a délnyugati ég alján kereshető, késő este nyugszik. Fényessége $0,9^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Az éjszaka nagyobb részében kereshető, hajnalban nyugszik. A Kos csillagképben végzett hátráló mozgása a hónap közepétől lassulni kezd.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg, hátráló mozgása 6-ától előretartóvá válik. Előbb a Vízöntő, 11-étől ismét a Halak csillagképben látható. Késő este nyugszik.



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

Eseménynaptár (UT)

Dátum	Idő	Esemény
12.04	14:00	A Merkúr legnagyobb keleti elongációja (21°)
12.04	18:44	A Hold földtávolban (404 358 km, látszó átmérő 29,55')
12.08	11:44	A Merkúr dichotómiája
12.09		Az 1P/Halley üstökös naptávolban (35,14 CSE)
12.09		A Monocerotidák (019 MON) meteorraj maximuma (ZHR=3; V=42 km/s)
12.10	5:16	A Vénusz 9 fokkal északnyugatra a Holdtól (Virgo csillagkép, 8,4%-os, csökkenő holdfázis)
12.11	5:45	41 óra 47 perces holdsarló 7 fok magasan a hajnali égen
12.14	19:00	A Geminidák (004 GEM) meteorraj maximuma (ZHR=150; V=35 km/s)
12.16	18:54	A Hold földközlelben (367 904 km, látszó átmérő 32,48')
12.17	18:36	A Szaturnusz 4,5 fokkal északnyugatra a Holdtól (Aquarius csillagkép, 27,4%-os, növekvő holdfázis)
12.19	16:40	A Neptunusz 2 fokkal északnyugatra a Holdtól (Aquarius és Pisces csillagképek, 48,9%-os, növekvő holdfázis)
12.20	19:30	A (704) Interamnia (10,3 ^m) elfedi az UCAC4-601-02241 csillagot (12,5 ^m , 5 ^h 35' 8" +30° 2' 38")
12.21	19:00	A (4) Vesta kisbolygó szembenállásban (6,4 ^m fényesség, Orion csillagkép)
12.22	3:27	Téli napforduló
12.22	17:07	A Jupiter 2,5 fokkal délnyugatra a Holdtól (Aries csillagkép, 80%-os, növekvő holdfázis)
12.22	19:00	A Merkúr alsó együttállásban a Nappal
12.23	4:00	Az Ursidák (015 URS) meteorraj maximuma (ZHR=10, akár maximum 50; V=33 km/s)
12.23	15:48	Az Uránusz 2,5 fokkal délnyugatra a Holdtól (Aries csillagkép, 88,2%-os, növekvő holdfázis)

Együttállás

- December 22. 15:30 UT: A Jupiter ($-2,7^m$) a Hold ($-11,4^m$, 80%) peremétől $2,2^\circ$ -kal délnyugatra, a Kos csillagképben. A keleti horizont felett 35° -kal látható együttállást napnyugtától követhetjük távcsöveinkkel, a Jupiter szabad szemmel várhatóan már a polgári szürkületben láthatóvá válik. A megadott időpontban a Nap 6° -kal van a horizont alatt.

Üstökösök

103P/Hartley

Decemberben tovább csökken fényessége. Napközelpontján jócskán túljutva aktivitása valószínűleg csökken. Ugyanakkor a Földtől is egyre távolabb kerül, ami szintén ront a láthatóságán. A várható fényességcsökkenés a hónap folyamán $1,5^m$, ezért vizuálisan már inkább közepes átmérőjű távcsővel érdemes felkeresni, fotografikusan azonban még kis távcsővel is könnyen megörökíthető a hónap végéig 11^m környékére halványuló vándor.

Lassan mozog az Északi Vízikígyó feje alatt, először dél felé, majd fokozatosan fordul nyugati irányba. Útja során csillagokkal telehintett égi háttér előtt halad el.

Dátum	RA (h m s)	D ($^\circ$, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E ($^\circ$)	m_v (m)
12.04.	09 05 22	-10 01 36	0,575	1,280	107,2	9,4
12.08.	09 05 20	-11 12 16	0,586	1,309	110,2	9,7
12.12.	09 04 24	-12 12 56	0,597	1,339	113,5	9,9
12.16.	09 02 36	-13 03 14	0,608	1,371	116,8	10,2
12.20.	09 00 00	-13 42 50	0,619	1,403	120,4	10,4
12.24.	08 56 40	-14 11 30	0,632	1,435	124,0	10,6
12.28.	08 52 44	-14 29 09	0,645	1,469	127,6	10,9

C/2017 K2 (PANSTARRS)

Már távolodik mind a Naptól, mind a Földtől. Remélhetőleg fényessége csak lassan csökken, így akár még 1-2 évig meg lehet figyelni ezt a hosszú periódusú égi vándort. Erre decemberben szinte egész éjszaka lehetőség lesz. Az üstökös az Egyszarvú csillagkép nyugati részéről halad nyugat-északnyugati irányba, a hónap végén már az Orion övétől délre lesz megtalálható. Fényessége várhatóan a hó eleji $10,5^m$ értékről csak 11^m -ig csökken, így közepes átmérőjű távcsővel még könnyen elérhető lesz.

December 1–5. között az Egyszarvú olyan vidékén halad át, amelyik tele van reflexiós ködökkel, közte az NGC 2182 (9^m , $2' \times 2'$), NGC 2170 ($9,5^m$, $2' \times 2'$), vdB 68 ($9,5^m$), vdB (11,4^m). Ezek a ködösségek az üstökössel az előtérben szép fototémát kínálnak. Talán még ennél is szebb és könnyebben fotózható lesz az üstökös a december 27–31. között, amikor az Orion övének legkeletebbi csillagától, a ζ Ori szoros kettőstől (A: $1,88^m$, B: $3,7^m$; szeparáció: $2,16''$) $1^\circ 20''$ -re lesz délre. Nem is említenénk meg ezt az együttállást, ha nem lenne itt a ζ Ori-tól szintén déli irányba az IC 434 ($7,3^m$, $60' \times 10'$) reflexiós ködbe ágyazva egyik leghíresebb sötét kód a B33 (átlátszatlanság 4, átmérő: $4'$) vagy más néven a Lófej-köd.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
12.02.	06 10 01	-06 29 13	3,522	4,346	142,6	10,6
12.06.	06 05 36	-06 07 24	3,533	4,382	145,7	10,7
12.10.	06 01 08	-05 43 25	3,549	4,418	148,3	10,7
12.14.	05 56 38	-05 17 21	3,571	4,454	150,4	10,8
12.18.	05 52 10	-04 49 18	3,599	4,489	151,7	10,8
12.22.	05 47 46	-04 19 27	3,632	4,525	152,1	10,9
12.26.	05 43 29	-03 47 59	3,670	4,560	151,7	10,9
12.30.	05 39 20	-03 15 07	3,715	4,596	150,4	11,0

62P/Tsuchinsan

December 24-éig közeledik a Naphoz, ezért aktivitása és várhatóan fényessége is nőni fog, majd túljutva perihéliumán mindkettő csökkenni kezd. Ennek ellenére a fényessége várhatóan meglesem csökken, mivel a Földhöz egész hónap folyamán közeledik. A fentiek miatt a hónap eleji várható kezdeti 9,8^m-s fényessége a hónap közepére eléri a 9,2^m-t, amit aztán meg is tart. Ezzel a fényességgel vizuálisan már kisebb távcsővel is kényelmes célpont lehet. Este 9 után kel, de egész éjszaka megfigyelhető lesz, ahogy az Oroszlán csillagkép fejtől eljut a fekvő Oroszlán lábáig, keresztül szelve az egész csillagképet.

December 5-én estétől 7-én hajnalig a helyét könnyű lesz megtalálni az η Leo (3,49^m) nagyon szoros kettős közelében. 5-én még a csillagtól északnyugatra 40'-re, majd 7-én hajnalban már tőle 51'-re kelet-északkeletre lesz. 16-án északra halad el az NGC 3346 (11,7^m, 2,7'×2,6') spirálgalaxis mellett 34'-re megközelítve azt. 20-án hajnalban és 21-én esete az NGC 3485 (11,8^m, 2,4'×2,2') és az NGC 3489 (10,3^m, 3,6'×2,2') galaxisok közelében lesz felkereshető. Azonosításához mindenképpen várjuk meg az elmozdulását a környező csillagokhoz képest, nehogy a galaxisokkal összekeverjük. Hazánkból sajnos nem lesz látható, ahogy 26-án a nap-pali órákban elhalad az úgynevezett Leo-hármast alkotó NGC 3628, M65 és M66 galaxisok között. Útja során az NGC 3628 galaxist 6'-re fogja megközelíteni. Ezt akár 26-án hajnalban, akár 27-én este érdemes megfigyelni, megörökíteni.

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
12.04.	09 54 42	+17 57 56	0,598	1,290	106,5	9,7
12.08.	10 10 03	+17 17 21	0,582	1,282	106,9	9,5
12.12.	10 25 05	+16 35 18	0,568	1,275	107,3	9,4
12.16.	10 39 40	+15 52 30	0,556	1,270	107,8	9,3
12.20.	10 53 45	+15 09 38	0,545	1,266	108,4	9,2
12.24.	11 07 14	+14 27 23	0,536	1,265	109,1	9,2
12.28.	11 20 02	+13 46 26	0,528	1,265	110,0	9,2

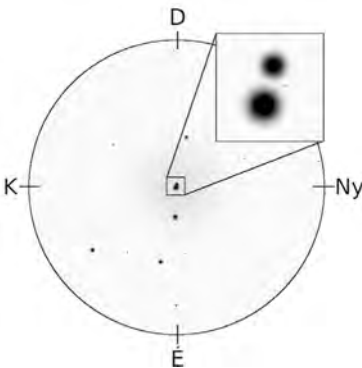
2P/Pons–Brooks

A Naphoz és a Földhöz is közeledő 12P/Pons–Brooks az esti és a hajnali órákban is megfigyelhető, csak éjfél körül kerül a horizont alá. A Lant csillagképben halad keleti irányba, miközben fényessége a hó elejei 12,8^m-ról a hónap végére 11,3^m-ra nőhet. Ezzel a fényességgel vizuálisan már akár kisebb távcsővel is megfigyelhető lesz. 4–7-e között az α Lyr, vagyis a Vega mellett halad el,

ekkor nehéz észrevenni a csillagnál sokkal halványabb ködös foltot. A két égitest 6-án a nappali égen kerül egymáshoz a legközelebb, 27'-re. Biztos azonosítása érdekében várjuk meg, míg a háttércsillagokhoz képest elmozdul, vagy fél-egy órával később újra keressük fel a már elmozdult üstököst. Hasonlóan kell eljárunk 10-én is, amikor a 12P/Pons–Brooks 31'-re megközelíti a ζ Lyr (4,3^m) többs rendszert. Már 25-én este is közel lesz az NGC 6791 (9,5^m, átmérő: 10') nyílthalmazhoz, de 26-án hajnalban a halmaz előtti elvonulását is észlelhetjük, fényképezhetjük.

Dátum	RA (h m s)	D (° ' , ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
12.03.	18 29 51	+38 34 59	2,573	2,357	66,3	12,6
12.07.	18 37 39	+38 20 51	2,530	2,308	65,7	12,5
12.11.	18 45 53	+38 09 12	2,487	2,258	65,2	12,3
12.15.	18 54 35	+38 00 02	2,443	2,208	64,6	12,1
12.19.	19 03 45	+37 53 19	2,398	2,157	64,0	11,9
12.23.	19 13 25	+37 48 56	2,353	2,106	63,5	11,7
12.27.	19 23 36	+37 46 45	2,307	2,055	62,9	11,5
12.31.	19 34 20	+37 46 34	2,261	2,004	62,4	11,3

32 Eridani



A 32 Eridani AB a Stellarium planetárium-program alapján. A látómező 41'

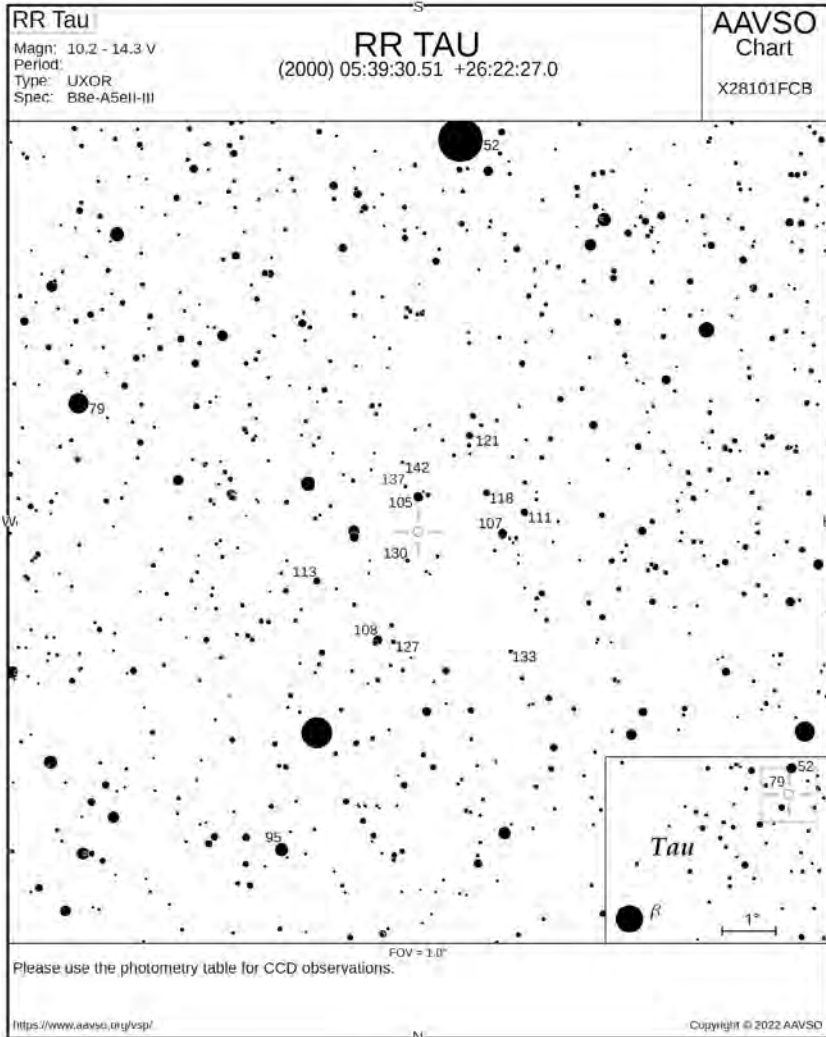
Az Eridanus csillagkép érdekes csillagpárjai közül a 32 Eri remekül megfigyelhető a decemberi este-ken: 22 óra tájban 32° magasan delel. A rendszert (WDS 03543-0257, STF 470 AB) egy fehér főcsillag és kékesfehér kísérője alkotja 6,9"-es szeparációval 349° (észak) irányban.

Habár a WDS adatbázis bizonytalan fizikai kapcsolatot ír le a két csillag között, parallaxisuk alapján számított távolságuk (338 és 1126 fényév) valószínűtlenné teszi, hogy gravitációs kapcsolatban álljanak. Frissebb kutatások szerint (MacEvoy et. al. 2010) a főcsillag ugyanakkor spektroszkópiai kettős.

A téli égbolt legismertebb ködváltozója: az RR Tauri

Az UX Orionis (UXor) típusú változók fiatal vagy még kialakulófélben levő, a fősorozatot sem elérő csillagok. Átmenetet képeznek a mintegy 1 naptömegű T Tauri és a nagy, 10 naptömeget is meghaladó csillagkezdemények között, amelyek a születésükért felelős porfelhőjükbe ágyazottan szinte láthatatlanok a földi megfigyelők számára. George Herbig 1960-ban publikált tanulmánya szerint valamennyi hasonló csillag közös jellemzője, hogy színeképük általában Ae vagy Be, tehát emisszió látszik bennük. Porban gazdag területen alakulnak ki, továbbá nagy többségük fényes reflexiós ködöt világít meg környezetében. (A csoportot összefoglaló néven

HAeBe-csillagoknak nevezik, Herbig nevének kezdőbetűjéből és a színképtípusokból adódóan.) Az UXor-ok fényváltozásáért feltehetően a csillag előtt átvonuló, látóirányunkba eső, a csillag méretével összemérhető kiterjedésű porfelhők a felelősek, amelyek jelentős, 3-4^m-s elhalványodásokat okozhatnak, néha igen rövid ideig. Az elhalványodások akár nagyobbak is lehetnének, néhány esetben azonban a kísérő reflexió kód – a csillag fényével összeadódó – fényességének jelentősége minimumban megnő, így csökkentve az amplitúdót.

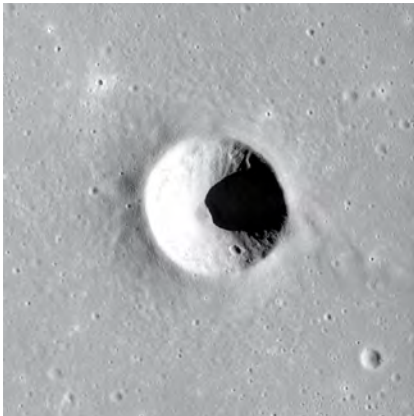


Az RR Tauri a legjobban észlelt UXor, fényességét 10,5^m és 13-14^m között változtatja. Közepes távcsövekkel minden derült éjszaka érdemes felkeresnünk, mivel előre jelezhetetlen fényváltásai néhány napos időskálán is lejátszódhatnak.

A csillag égi helyzete egybeesik egy kicsiny, sötét felhővel, amit még Cuno Hoffmeister vett észre 1949-ben. A csillagot övező reflexiók ködöt Herbig fedezte fel az 1950-es évek elején, ennek legfényesebb része egy kis ködcsomó 14"-cel keletre a változótól, amiből halvány ívek nyúlnak ki több ívperc távolsáig. Kis mérete ellenére CCD-vel megkísérelhetjük rögzíteni a csillag ködösségét, sőt fotometriai módszerekkel a köd fényességváltozásait is nyomon követhetjük.

A Kuiper-kráter

Szinte hihetetlen, de a Kuiper, ez az alig 7 km átmérőjű, 1330 méter mély, a méretei alapján teljesen jelentéktelen eratoszthenesi kráter, szinte világítótoronyként tűnik ki a Mare Cognitum sima és részlettelen síkságának közepén. A Mare Cognitum eredetileg csak a Mare Nubium északi része volt, de a Ranger–7 sikeres útjának tiszteletére, az IAU 1964. évi hamburgi közgyűlésén ezt a 350×200 km-es, a Mare Nubium déli részétől jól elkülöníthető területet Mare Cognitumnak, vagyis Ismert-tengernek nevezték el. A Kuiper-kráter egy klasszikus tál formájú gödörkráter. Szelenografikus koordinátái: d. sz. 9,8°, ny. h. 22,7°. Még nagyobb távcsővel sem találunk említésre érdemes részletet sem a falakon, sem a kráter belsejében. Az Apollo–16 felvételen viszont egy apró másodlagos krátert láthatunk a belső sánc déli részén, illetve egy nagyon alacsony lávaredőt a krátertől keletre. Ezen a felvételen jól látható a kráter kicsiny, enyhén domború alzata. Domborúságáról a kráter belsejében lévő árnyék alakja árulkodik. A Kuiper-kráter jó kiindulópont a Ranger–7 becsapódási helyének a megtalálásához. A Kuiperrel egy holdrajzi szélességen, nagyjából 50 km-rel keletre két apró hegyet találunk. A déli hegy egy hosszúkás, nagyjából 12 km hosszú, északkelet–délnyugat irányú tömb, az északi pedig csak egy apró, ovális domb, az előbbi tömb folytatása. A Ranger–7 a hosszúkás hegytől pontosan délre, egy hegytömbnyi távolságra csapódott a holdfelszínbe, 1964. július 31-én.



A Kuiper-kráter az Apollo–16 felvételen

Csillagfedések

dátum		UT			J	csillag	m _v	Hold fázisa	h	pozíció	
hó	nap	h	m	s						CA	PA
12	1	4	19	10	be	1169	5.3	85-	54	5S	191
12	1	4	30	37	ki	1169	5.3	85-	52	23S	209
12	1	5	32	45.4	ki	79672	7.6	85-	42	65N	301
12	1	21	9	28.1	ki	80165	7.5	79-	24	62S	253
12	1	22	45	29.4	ki	1270	6.1	79-	40	32N	339
12	3	3	8	44.1	ki	1393	6.5	69-	62	77N	300
12	3	23	7	25.1	ki	1479	6.4	61-	23	59S	258
12	5	5	4	33.4	ki	118593	7.6	50-	52	88N	295
12	7	1	8	20.1	ki	1770	5.9	33-	11	37S	241
12	7	1	50	49.3	ki	1772	3.9	32-	17	71N	313
12	9	2	56	35.1	ki	158184	7.9	15-	6	49S	248
12	16	16	25	59.1	be	3087	7.8	17+	14	67S	101
12	17	18	24	37.3	be	3243	7.3	27+	13	76S	86
12	19	15	24	23.3	be	3503	7.6	48+	36	32N	9
12	19	15	45	55.8	be	146922	8.1	48+	37	67N	44
12	20	19	56	40.1	be	109427	7.7	61+	36	67S	90
12	22	18	59	7.6	be	353	7.9	81+	58	49N	31
12	23	15	17	32.1	be	465	4.4	88+	29	48N	34
12	23	16	12	47.8	ki	465	4.4	88+	39	-78N	269
12	23	20	36	0.6	be	485	7.0	89+	62	44S	124
12	23	21	43	35.4	be	487	5.2	89+	56	56S	112
12	23	22	3	7.5	be	75906	7.5	89+	54	85N	73
12	23	22	59	40	be	492	6.1	90+	45	20S	149
12	24	16	6	41.1	be	611	7.0	94+	31	58N	53
12	24	16	44	0.8	be	76480	7.4	94+	38	32N	26
12	24	16	46	23.2	be	76483	7.2	94+	38	64N	59
12	25	15	55	27.1	be	762	6.6	98+	22	58N	65
12	27	22	25	26.0	ki	1093	6.6	99-	66	38N	306
12	28	0	43	7	ki	1105	6.5	99-	66	35S	201
12	28	2	32	35.3	ki	1108	7.0	99-	51	58N	290
12	28	19	4	35.1	ki	1211	6.3	96-	26	87S	267
12	28	23	26	8.8	ki	79980	7.3	96-	64	89N	273
12	29	5	7	31.3	ki	80089	7.2	95-	32	37N	328
12	29	5	51	43.7	ki	1251	5.9	95-	25	42N	323
12	29	20	48	15.4	ki	1334	7.0	92-	32	74N	296

Évfordulók

50 éve hunyt el Gerard Peter Kuiper



A hollandiai Harencarspelben 1905. december 7-én született Gerrit Pieter [Gerard Peter] Kuiper amerikai csillagászként ért el fontos eredményeket. Doktori értekezését Ejnar Hertzsprung vezetésével írta kettőscsillagokról (*Statistische onderzoeken van dubbelsterren*, Leiden, 1933). Eleinte ezekkel az objektumokkal foglalkozott (pl. *The Orbits of Four Visual Binaries*, *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands* **5**, 231–237, 1930). A „contact binary” (érintkező kettős) kifejezést ő vezette be (*On the Interpretation of β Lyrae and Other Close Binaries*, *Astrophysical Journal* **93**, 133–177, 1941). A kettősökkel való munka kiterjesztése volt a csillagok tömeg-fényesség összefüggésének vizsgálata (*The Empirical Mass-Luminosity Relation*, *Astrophysical Journal* **88**, 472–507, 1938).

A doktori fokozat megszerzése után Kuiper a Lick Observatóriumban kapott állást, utána a Harvardon töltött néhány évet, végül 1936-ban a chicagói egyetemen kinevezték adjunktussá, és a Yerkes Observatóriumban kezdte el a megfigyeléseket. 1937-ben kapott amerikai állampolgárságot. 1943-ban lett professzor, majd 1960-ban Arizonába költözött, ahol megalapította a Lunar and Planetary Laboratory-t. Innen 1972-ben ment nyugdíjba. Egy évvel később, 1973. december 24-én Mexikóvárosban szívrohamban meghalt egy konferencia alatt.

Még chicagói ideje alatt érdeklődése a Naprendszer felé fordult. Felfedezte a metán jelenlétét a Titan hold atmoszférájában (Titan: a Satellite with an Atmosphere, *Astrophysical Journal* **100**, 378–383, 1944). Új holdakat is felfedezett: az Uránusz ötödik holdját, a Mirandát (*The Fifth Satellite of Uranus*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* **61**, 129, 1949) és a Neptunusz második holdját, a Nereidát (*The Second Satellite of Neptune*, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* **61**, 175–176, 1949). Róla nevezték el a Kuiper-övet, noha ő úgy vélte, hogy a Neptunuszon túl már nagyon kevés kisbolygó lehet.

Két fontos könyvsorozatot szerkesztett. Az első a négykötetes *The Solar System* (1962–1969), a másik a kilenc kötetre tervezett *Stars and Stellar Systems* (1960–1975), ez utóbbiból azonban csak nyolc jelent meg.

Kuiper fontos szerepet játszott az amerikai Apollo-programban is. Az általa és munkatársai által készített Hold-atlasz (G. P. Kuiper, E. A. Whitaker, R. G. Strom, J. W. Fountain, S. M. Larson: *Consolidated Lunar Atlas: Supplement 3 and 4 to the Photographic Lunar Atlas*, Tucson, University of Arizona Press, 1967) segített a leszállóhelyek kiválasztásában.

Kuiper az amerikai National Academy of Sciences és az American Academy of Arts and Sciences tagja volt, külföldi tagja a Royal Astronomical Society-nek. A róla elnevezett Kuiper-övön kívül az (1776) Kuiper kisbolygó is viseli a nevét. Nevesebb tanítványai közé tartozott Carl Sagan (1934–1996) és Tobias Owen (1936–2017).

100 éve hunyt el Édouard Stephan

Jean-Marie-Édouard Stephan 1837. augusztus 31-én született a franciaországi Sainte-Pezenne-ben. Az École Normale Supérieure elvégzése (1862) után Le Verrier rögtön meghívta a párizsi obszervatóriumba, ahol megszerezte a szükséges észlelési gyakorlatot, és doktori disszertációját is elkészítette (Sur une classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre, *Annales Scientifiques de L'École Normale Supérieure* **3**, 7–53, 1866). Le Verrier Marseille-ben alapított egy obszervatóriumot, amely a párizsinak volt alárendelve. Stephan lett megbízva az irányításával, és amikor 1873-ban az intézmény önállóvá vált, ő lett az igazgatója. 1879-től a marseille-i egyetemre nevezték ki professzornak. Mindkét posztot megtartotta 1907-ben történt nyugalomba vonulásáig. 1923. december 31-én halt meg Marseille-ben.



Stephan legemlékezetesebb munkája a ködök észlelése volt. Számos cikke jelent ezekről például az *Astronomische Nachrichten*-ben és a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*-ben. Az egyik 1877-ben megjelent cikkben ismertette Stephan azt a négy galaxist, amelyeket – egy ötödikkal kiegészítve – Stephan kvintettjének neveznek (Nébuleuses nouvelles découvertes et observées à l'Observatoire de Marseille, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **37**, 334–339, 1877). Ez egy kompakt galaxiscsoport, amelynek tagjai kölcsönhatásban vannak egymással. A csoport másik nevezetessége, hogy egyik tagjának nagyon eltérő a vöröseltolódása, függetlenül attól, hogy kapcsolódni látszik a többihez. Ez a galaxis (NGC 7320) valószínűleg sokkal közelebb van, és nem tartozik fizikailag a másik négyhez.

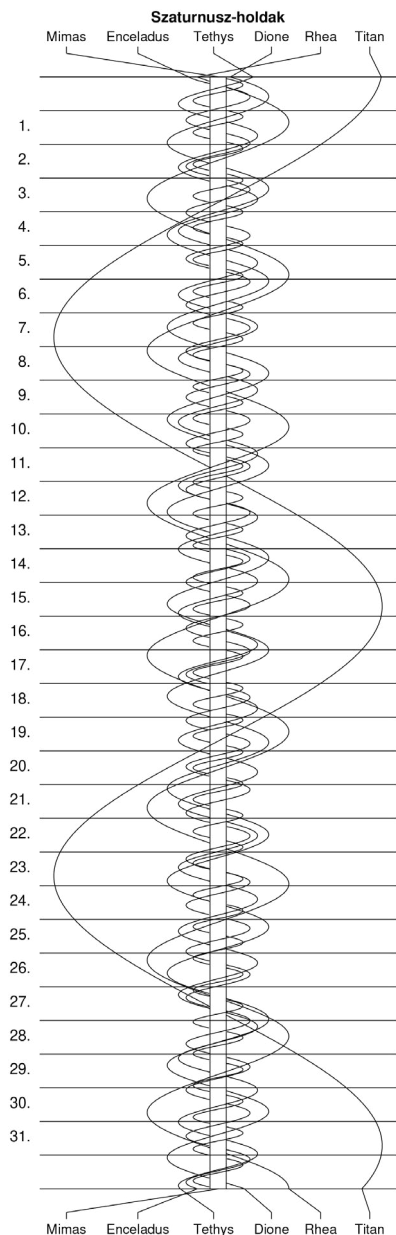
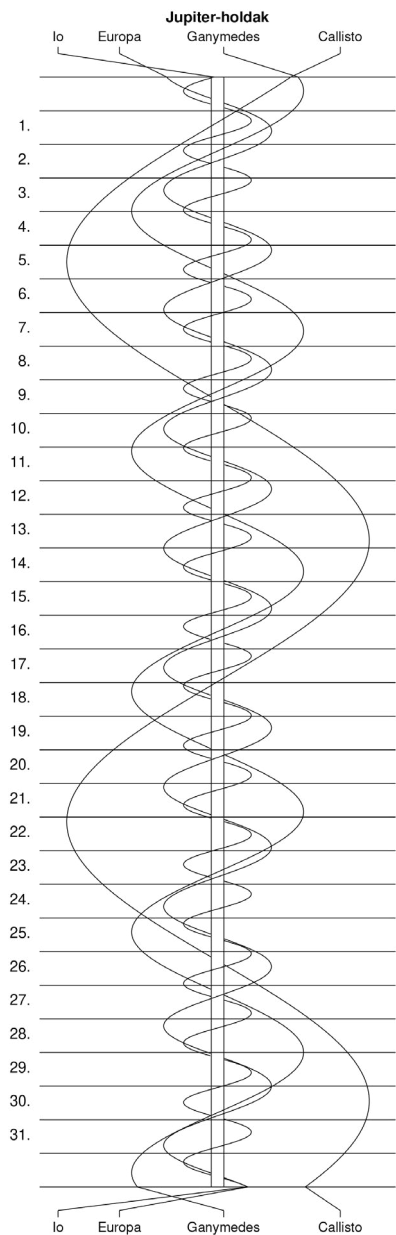
Stephan az elsők között próbálta megmérni a csillagok szögátmérőjét (Sur les franges d'interférence observées avec de grands instruments dirigés sur Sirius et sur plusieurs autres étoiles; conséquences qui peuvent en résulter, relativement au diamètre angulaire de ces astres, *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences* **76**, 1008–1010, 1873). Észlelt bolygókat, üstökösöket és napfogyatkozásokat is. Geodéziai munkája is jelentős, Maurice Loewy (Löwy Móric) és François Perrier társaságában meghatározta az Algír, Marseille és Párizs közötti hosszúságkülönbséget.

A párizsi akadémia tagja volt, és több jelentős francia kitüntetésben részesült.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	16:27,1	Io	ek
	17:9,7	Io	ák
	18:36,9	Io	ev
	19:20,3	Io	áv
2	16:37,4	Io	fv
5	16:46,7	Ganymedes	mk
	18:21,8	Ganymedes	mv
	19:56,4	Ganymedes	fk
	21:41,4	Ganymedes	fv
	23:21,7	Europa	ek
6	0:55,5	Europa	ák
	1:38,3	Europa	ev
	2:36,6	Io	mk
	23:47,1	Io	ek
7	0:36,4	Io	ák
	1:56,9	Io	ev
	2:46,9	Io	áv
	17:41,1	Europa	mk
	21:3,2	Io	mk
	21:44,9	Europa	fv
8	0:3,7	Io	fv
	18:13,9	Io	ek
	19:5,4	Io	ák
	20:23,8	Io	ev
	21:15,8	Io	áv
9	15:29,9	Io	mk
	16:33,1	Europa	áv
	18:32,5	Io	fv
10	15:44,6	Io	áv
12	20:12,1	Ganymedes	mk
	21:52,7	Ganymedes	mv
	23:58,4	Ganymedes	fk
13	1:41,1	Europa	ek
	1:42,9	Ganymedes	fv
14	1:34,8	Io	ek
	20:3,0	Europa	mk
	22:50,4	Io	mk
15	0:23,7	Europa	fv
	1:58,8	Io	fv
	20:1,9	Io	ek
	21:1,1	Io	ák
	22:11,9	Io	ev
	23:11,4	Io	áv
16	15:52,9	Ganymedes	áv
	16:49,1	Europa	ák
	17:9,3	Europa	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
	17:17,4	Io	mk
	19:8,7	Europa	áv
	20:27,6	Io	fv
17	15:30,0	Io	ák
	16:39,0	Io	ev
	17:40,3	Io	áv
19	23:42,9	Ganymedes	mk
20	1:28,5	Ganymedes	mv
21	22:27,5	Europa	mk
22	0:38,8	Io	mk
	21:51,2	Io	ek
	22:57,0	Io	ák
23	0:1,3	Io	ev
	1:7,1	Io	áv
	17:14,4	Europa	ek
	18:13,5	Ganymedes	ák
	19:6,2	Io	mk
	19:24,9	Europa	ák
	19:32,9	Europa	ev
	19:54,7	Ganymedes	áv
	21:44,4	Europa	áv
	22:22,8	Io	fv
24	16:18,7	Io	ek
	17:25,9	Io	ák
	18:28,7	Io	ev
	19:36,0	Io	áv
25	16:22,5	Europa	fv
	16:51,6	Io	fv
29	0:54,6	Europa	mk
	23:41,8	Io	ek
30	0:53,0	Io	ák
	17:20,6	Ganymedes	ek
	19:9,6	Ganymedes	ev
	19:39,7	Europa	ek
	20:56,2	Io	mk
	21:58,9	Europa	ev
	22:0,7	Europa	ák
	22:16,7	Ganymedes	ák
	23:57,5	Ganymedes	áv
31	0:18,0	Io	fv
	0:20,1	Europa	áv
	18:9,6	Io	ek
	19:21,9	Io	ák
	20:19,7	Io	ev
	21:31,8	Io	áv



meteor

2023 Távcsöves Találkozó

Tarján, 2023. augusztus 10–13.

www.mcse.hu
Magyar Csillagászati Egyesület

Fotó: Sztankó Gerda, Tarján, 2012

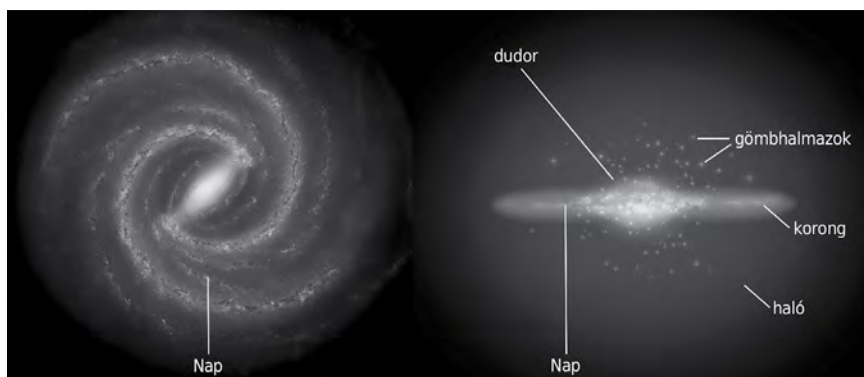


CIKKEK

Spektroszkópiai égboltfelmérő programok

Bevezetés

A mai asztrofizika egyik általános célja Galaxisunk, a Tejútrendszer kialakulásának, evolúciójának, szerkezetének és dinamikájának megértése. A csillagászok nagyszabású spektroszkópiai és fotometriai égboltfelmérő programokkal is töreksenek az ezen célokhoz szükséges információ összegyűjtésére. A Tejútrendszer csillagai térbeli eloszlásának, életkorának, kémiai összetételének és kinematikájának ismeretében pedig következtetni lehet számos múltbéli eseményre és állapotra. Például a különböző típusú szupernóva-robbanások helyére és gyakoriságára; a korábbi csillagpopulációk tulajdonságaira; a Naprendszer szomszédságában lévő csillagok jelentős radiális migrációjára; a Galaxis különböző építőköveinek eredetére.



1. ábra. A Tejútrendszer szerkezete (www.esa.int nyomán).

A Tejútrendszer kialakulásának, ill. kemodinamikai fejlődésének modelljeivel az ún. galaktikus archeológia foglalkozik. Az 1. ábra mutatja a Tejútrendszer mára tisztázott, nagyléptékű szerkezetét. A Tejútrendszer küllős spirálgalaxis, enyhe, nem sztatikus csavarodással (warp) a síkjában (Poggio és mtsai., 2018). A spirálkarok (lokális sűrűsödések a korongban) pontos száma

vitatott ugyan, de azt állíthatjuk, hogy a Naprendszer az Orion-karban található. A Galaxis fősíkjára merőleges vetületet tekintve, a vékony és vastag korong különíthető el, középen pedig a gömbszimmetrikus dudor (bulge) található, centrumában az Sgr A* elnevezésű fekete lyukkal. A haló szintén gömbszimmetrikus, és körülveszi a többi látható komponens. A Tejútrendszer része még a Gaia EDR3-ban katalogizált 170 gömbhalmaz (Vasiliev & Baumgardt, 2021). A Gaia DR2 adatbázis több mint 2000 nyílthalmazt listáz a Galaxisban (Cantat-Gaudin és mtsai., 2020). A gömbhalmazok a haló és bulge területén fordulnak elő legnagyobb gyakorisággal, míg a nyílthalmazok a korong síkjában találhatók.

Jelenlegi tudásunk szerint a Tejútrendszer korábbi objektumok csoportosulásainak (törpegalaxisok, gömbhalmazok) összeolvadásával, valamint akkréciós folyamatok útján jöhetett létre (hierarchikus felépülés). Akkréció alatt egy viszonylag nagy tömegű objektum anyagbefogását értjük. A folyamat jól leírható az akkréciós ráta segítségével, amely az időegységre jutó befogott anyag tömegét adja meg. Akkréció figyelhető meg csillag- és bolygókeletkezéskor, szoros kettős rendszerekben, fekete lyukak környezetében stb. Amint azt Matteucci (2021) ismerteti, az utóbbi években körvonalazódott számos különböző, a Galaxis kémiai evolúcióját megválaszoló elmélet. A lépcsőzetes felépülés értelmében a Tejútrendszer kialakulása folyamatos gázakkrécióval modellezhető, ami által a haló, a vastag és a vékony korong időben egymást követően jött létre.

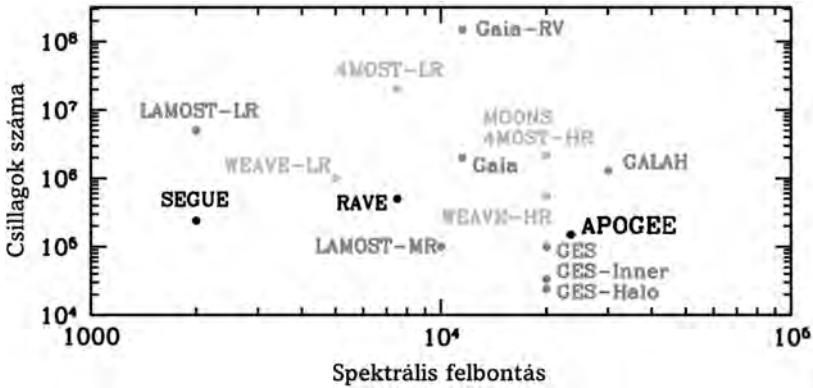
Ezen belül pedig megkülönböztetjük az egy- (pl. Chiosi, 1980), a két- (Chiappini és mtsai., 1997), ill. a hárombehullásos modelleket (Micali és mtsai., 2013) aszerint, hogy a fő komponensek akkréciós fázisait időben el lehet-e egymástól választani egymástól. A párhuzamos megközelítés szerint a fő látható komponensek kialakulása egyszerre kezdődött, azonban a bennük lejárló tömeges csillagkeletkezés nem egy időben zajlott (Pardi és mtsai., 1995, Chiappini, 2009, Grisoni és mtsai., 2017). A – főként a sztelláris halót leíró – sztochasztikus modell (pl. Argast és mtsai. 2000, Cescutti, 2008) azon az elképzelésen alapul, hogy egyedi szupernóvák szennyezték be a nem elegendően hatékonyan keveredő gázt, ezáltal a csillagok változékony kémiai elemgyakoriságát lehetne magyarázni. Az Ia típusú szupernóvák (SN Ia) színekében nem lehető fel hidrogénvonal, szilícium viszont igen, továbbá azt tudjuk róluk, hogy vélhetően ekkor kettős rendszerben lévő fehér törpe anyagbefogása által előidézett termonukleáris robbanás történik. Azok a szu-

pernóva-robbanások, amelyek színképében dominánsan megtalálhatók hidrogénvonalak, a magösszeomlások (vagy kollapszár, II-es) típusba sorolandók (SN II), illetve vannak szintén kollapszár, de H-vonalakat nem mutató Ib (He-vonalakat mutató) és Ic (Si-vonalakat mutató) típusok is. A szupernóvák felrobbanásukkor típustól függően más-más arányban juttatnak kémiai elemeket és vegyületeket a csillagközi térbe. A sztelláris akkréció elképzelése (pl. Prantzos 2008, De Lucia & Helmi, 2008) szintén a gömbszimmetrikus halóra vonatkozik, feltételezve a Tejútrendszer kísérőgalaxisaiból (elliptikus törpegalaxisok vagy nagy gömbhalmazok) történő csillagbefogásokat. Elsőként Searle és Zinn (1978) feltevése volt, hogy a külső haló szubgalaktikus töredékek összeolvadásával, hosszú időskálán jött létre. Ezt igazolták a galaxiskialakulás félanalitikus modelljei is.

A Tejútrendszer kialakulásával kapcsolatos elméletek pontosításához létfontosságúvá vált a kiterjedt, jól szervezett, egységes és pontos adatbázisok elérhetővé tétele. Ezek tartalmazzák a megfigyelt csillagok fizikai paramétereit, és igyekeznek a Galaxis minden régiójából és csillagpopulációjából „mintát venni”. Az elsőként indult kis felbontású spektroszkópiai programok segítségével bővíthettek ismereteink a haló felépítéséről, a kísérőgalaxisokról, valamint a bulge összetett szerkezetéről, de a Tejútrendszer kémiai fejlődésének részletes megismeréséhez pontosabb kémiai összetételekre van szükség. A kémiai összetétel meghatározását is célzó kutatások alapját közepes és nagy felbontású spektrumokra alapuló programok adják.

A galaxisfejlődési modellek pontosításában mára pedig nagy szerepet kapott a csillagok nagy felbontású spektroszkópiája, amellyel számos kémiai elem gyakoriságát (abundanciáját) is nagy pontossággal meg lehet határozni, s ezáltal betekintést szerezhetünk többek között a csillagok kezdeti tömegfüggvényébe, a csillagkeletkezés történetébe, valamint a kémiai elemek feldúsulásának mechanizmusába.

A galaktikus archeológiai felmérések precíz és megbízható kémiai összetételeinek homogenizálásával kerülhetünk a legközelebb ahhoz, hogy felfedjük a Tejútrendszer kémiai térképét és dinamikáját, kinematikáját. Ehhez pedig minél több csillagot kell észlelni – a lehető legnagyobb paramétertereket lefedve –, a Galaxis minden részéből, lehetőleg a por- és gázfelhőkben gazdag területekről (pl. vékony korong, bulge) is. Ezzel a tudományos motivációval indult el számos különböző égboltfelmérő program, amelyek spektrális felbontását, valamint észlelt csillagaik számát a 2. ábra is szemlélteti.



2. ábra. Az egyes spektroszkópiai égboltnyelvő programok által vizsgált csillagok száma a felbontás függvényében. A kis, közepes és nagy felbontásokat rendre LR, MR és HR jelölik. A már befejeződött programokat fekete szín jelöli, a jelenleg is futókat sötétszürke, míg a jövőben tervezetteket világosszürke (Majewski és mtsai. (2017) nyomán).

A kémiai elemek keletkezése

Az alábbiakban tekintsük át röviden az egyes elemek tulajdonságait és előfordulásuk jelentőségét:

- (i) A szén és nitrogén legnagyobb részben közepes tömegű csillagokban keletkeznek, ezáltal 100 millió éves időskálán hordoznak információt a kémiai evolúcióról. Szenet nagy tömegű csillagok és közepes tömegű, az aszimptotikus óriáságon levő (AGB) csillagok is termelnek, s mivel ezek nem termelnek vasat, a szén/vas arány jellemző módon változik bennük az idő függvényében. Mivel a mélybeli keveredés (deep mixing) és a felszínre keveredés (dredge-up) nagyban befolyásolja a C és N relatív gyakoriságát, ezen csillagfejlődési jelenségek is elemezhetők. Az optikai tartományban kevésbé, míg infravörösben nagyobb hatékonysággal lehet kimérni ezeket az elemgyakoriságokat.
- (ii) Az oxigén a hidrogén és hélium után a leggyakoribb elem az univerzumban. „Héliumégés” során keletkezik, és számottevő mennyiségben II-es típusú szupernóva-robbanások során jut ki a csillagközi térbe. (Az oxigént és a héliumégés során keletkező más elemeket soroljuk az α -elemek közé.) Fontos, hogy az oxigén/hidrogén arány alapján következtetni lehet pl.

különböző galaktikus komponensek életkorára. Emellett, az oxigén/vas arány helyfüggéséből az Ia és II-es típusú szupernóvák eloszlására lehet következtetni. Hasonlóan a C és N gyakoriságához, infravörös hullámhossztartományban nagyobb pontossággal határozható meg az O előfordulása is, mint a látható spektrumból.

- (iii) A *magnézium* az α -folyamat egyik eleme, amely nagy tömegű csillagokban a szén fúziójakor keletkezik. Gyakorisága rendkívül pontosan mérhető. Az oxigén mellett szintén a II-es típusú szupernóva-robbanások eloszlására utal, ezért együtt szokták vizsgálni az O és Mg gyakoriságát. Mivel a legnagyobb hozzájárulást adja az α -folyamathoz, extragalaktikus csillagrendszerek kutatásánál is használják. Korai galaxisok és kisebb mértékben spirálgalaxisok belsejében pedig a Mg a vashoz képest jelentős feldúsulást mutat (gyors csillagkeltés).
- (iv) A *nátrium* a II-es típusú szupernóva-robbanásokban, a szén fúziója során keletkezik, majd a csillagközi anyagban oszlik szét. Az *aluminium* döntő részben a neon fúziójakor születik. Mivel közepes tömegű csillagok hidrogénégésében is részt vesz a Na és Al, azok kémiai fejlődésének követésére is alkalmas elemek.
- (v) A *szilícium* és a *kén* többségében II-es típusú szupernóva-robbanásokban keletkező α -elemek (a Si az oxigén fúziójának leggyakoribb terméke). Az oxigén és magnézium eloszlásával kombinálva, a Si és S segítségével megszorítások adhatók a csillagok kezdeti tömegfüggvényére.
- (vi) A *kálium* kémiai evolúciója még nem teljesen tisztázott. Vélhetően az oxigén fúziójának terméke.
- (vii) *Kalcium* és *titán* mind a II-es, mind pedig az Ia típusú szupernóva-robbanások során kerül a csillagközi térbe. A galaxispopulációk tekintetében az O, Mg, Si és S alakulásához hasonlók, azonban még vitatott, hogy Ia típusú robbanások termékei lennének-e a korai galaxisokban.
- (viii) A *vanádium* az oxigén és szilícium fúziójakor jön létre, SN II és SN Ia robbanásokban egyaránt. A vastag diszk V-ban gazdagabb, mint a vékony.
- (ix) A *mangán* a vascsoport eleme, de érdekes módon a vas/hidrogén relatív gyakoriság növekedésekor a Mn aránya csökken. Magöszseomlásos és Ia típusú szupernóva-robbanásokban az ^{55}Co izotóp radioaktív bomlásának leányeleme, azonban még nem teljesen tisztázott a Mn elsődleges forrása.
- (x) A *krómot*, a *vasat*, a *kobaltot* és a *nikkelt*, mint a vascsoportot alkotó atomokat, az SN II és az SN Ia robbanások gyártják le (változatos arányok-

ban). A króm és kobalt mennyisége előzetes becslések szerint nehezen határozható meg, azonban az APOGEE felmérésben végül sikerült megmérni, és közölni a legfrissebb adatkibocsátás során.

- (xi) A *réz* eredetileg nem szerepelt az APOGEE céljai között, de a kutatás során kiderült, hogy detektálható a spektrumokban, és bár megszorítások mellett, de a Cu elemgyakoriságát is tartalmazzák a legfrissebb adatbázisok.

A Galaxis kémiai evolúciós vizsgálata során számos kritériumot és szempontot szabnak (pl. alacsony hiba, melyik nukleoszintézis-lépcsőben vesznek részt, elérhető energiaátmenetek) a megállapított elemgyakoriságok felhasználására. Ezen szempontból, fontosságuk szerint az elemek három csoportra oszthatók: magas prioritású (C, N, O, Mg, Al, Si, Ca, Fe, Ni), közepes prioritású (Na, S, Ti, Mn, K) és alacsony prioritású (érdekesekek, de meghatározásuk nem alapvető fontosságú: V, Cr, Co) elemek. Az atomi (molekuláris) vonalak legsűrűbben a H-sáv közepén (1,6–1,7 μm) találhatóak.

Az alábbiakban röviden áttekintjük a legfontosabb spektroszkópai égbolt-felméréseket.

RAVE

A Tejútrendszer kinematikai feltérképezésének céljával indították el az $R \sim 7500$ -as spektrális felbontású, kb. 452 000 csillagot észlelő Radial Velocity Experiment (RAVE) felmérést 2003-ban, amelyről részletesen Steinmetz és mtsai. (2006) cikkében lehet olvasni. A 2013-ig működött projekt keretein belül meghatározott – a csillagok 68%-ára $< 1,4$ km/s pontosságú – radiális sebességek széles körben felhasználhatók galaktikus kinematikai kutatásokra, amennyiben más paraméterek, pl. a sajátmozgások, távolságok, kémiai elemgyakoriságok ismertek. A RAVE célja volt többek között, hogy extrém sebességű csillagokat fedezzen fel, becslést adjon meg a lokális szökési sebességre és a Galaxis tömegére, továbbá a diszkbeli sebességeloszlás és a galaktikus komponensek kinematikájának leírása (főként óriáscsillagokkal), kémiai elemgyakoriságok meghatározása, valamint a 862 nm-nél lévő diffúz intersztelláris sávok (DIB-ek) vizsgálata, amelyek segítségével becslést lehetett adni a csillagközi extinkció mértékére.

Az észlelési hullámhossztartomány a Gaia radiális sebesség-spektrométeréhez (Gaia Kollaboráció 2016) igazított, a Ca II infravörös triplette körüli spekt-

rális ablak. A színeképeket tehát a 840–880 nm közötti tartományban rögzítették, amely a vas, szilícium, titán, magnézium, CN abszorpciós vonalait is tartalmazza. A közzé tett katalógusban az $I=12$ magnitúdónál fényesebb csillagok adatai szerepelnek. A 6°-os látószögű spektrográfhoz 300 optikai szál kapcsolódott. A jel/zaj arány növelése érdekében minden egyes csillagspektrumot öt egymást követő expozícióban mértek. A rögzítést követően a színeképek feldolgozását (pl. flat korrekció, hullámhossz-kalibráció, háttér levonása, heliocentrikus korrekció stb., majd automatizált paramétermeghatározás) pedig az IRAF szoftverrel végezték. A radiális sebességek kiszámítása során használt szintetikus színeképek a Kurucz-féle (ATLAS) modellek alapján készültek.

Az objektumok 2020-ban publikált DR6 katalógusa az SSS (Hambly és mtsai., 2001), Tycho-2 (Høg és mtsai., 2000), DENIS (Epchtein és mtsai., 1997) és Two Micron All Sky Survey (2MASS, Skrutskie és mtsai., 2006) asztrometriai adatbázisokból származó, főként egyedüli csillagokból állt, és összességében közel 4760 négyzetfokos területen végeztek észleléseket 20°-os galaktikus szélesség felett.

A galaktikus lefedettséget szemlélteti a 3. ábra (lásd a VII színes mellékletben). Az online elérhető záró DR6 (Steinmetz és mtsai., 2020a) katalógus a radiális sebesség-értékeket (és azok hibáit) tartalmazza, azonban a 3500–40 000 K közötti effektív hőmérsékleteket (amely lefedte az előforduló spektráltípusokat), valamint a felszíni gravitációs gyorsulást, a fémtartalmat, az elemgyakoriságot és forgási sebességet a második adatközléstől kezdődően feltüntették.

SEGUE–1 ÉS SEGUE–2

Az SDSS meghatározó részeként indult a Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration (SEGUE) közepes felbontású spektroszkópiai program. Az SDSS-II SEGUE–1 leírását Yanny és mtsai. (2009) cikke szolgáltatja, míg az SDSS-III SEGUE–2 információit Rockosi és mtsai. (2009) ismertették részletesen. A SEGUE–1 mérési ciklusában 2004 telétől 2008 teléig kb. 240 000 csillagot észlelt, a SEGUE–2 pedig 2008. ősz és 2009. tavasz között végezte megfigyeléseit ~119 000 halócsillagról. A mérések hullámhossztartománya 380–920 nm közé esett $R \approx 2000$ spektrális felbontóképességgel. A motiváció pedig az volt, hogy részletesen felfedjük a Tejútrendszer kémiai és dinamikai evolúcióját, valamint gravitációs potenciális terét. Megfelelő jel/zaj

arány esetén radiális sebesség mellett a csillagatmoszféra alapvető paramétereit (T_{eff} , $\log g$, $[M/H]$) is meghatározták.

A SEGUE–2 program célja a haló különböző területein lévő (tőlünk mért távolságot tekintve 1–100 kpc közötti) csillagainak mérése volt. Az égen 15 fokonként észleltek (a teleszkóp által elérhető területeken), és az SDSS fotometriai méréseit (Doi és mtsai., 2010) egészítették ki, többek között alacsony galaktikus szélességeken és a déli galaktikus pólusnál. Megjegyzendő, hogy bár az optikai szálak zöme a Galaxis egyes alrendszerének csillagpopulációit mintavételezte, néhány szál különleges, nagyon alacsony fémtartalmú csillagra volt helyezve.

Észleltek továbbá számos közeli, különböző életkorú és fémtartalmú, viszonylag fényes csillagthalmazt is. A SEGUE–1 és SEGUE–2 észlelései rendre összesen 3500, illetve 3200 négyzetfokos égterületet fedtek le, jellemzően állandó galaktikus hosszúságok menti, alacsony szélességeken futó, többnyire $2,5^\circ$ széles sávokon. A mintavételezés nem egyenközüen történt, mert számos esetben már ismert nyílthalmazokhoz igazodva jelölték ki a sávok helyét. A galaktikus hosszúság mentén tehát széles tartományon lefedi a Tejútrendszert, ezáltal követhetők a komponensek, a vékony és vastag diszk, a haló, továbbá az áramlatok közötti átmenetek és fizikai eltérések (pl. anyagsűrűség) is. Galaxisunk kinematikájának és dinamikájának pontos tanulmányozásához szükség van a különböző alapirányokban ($l \sim 0^\circ; 90^\circ; 180^\circ; 270^\circ$) lévő csillagok színképének felvételére, ezért néhány, e hosszúság mentén található észlelési sávot kiterjesztettek a galaktikus pólusokig. Fontos korlátozó tényező volt ugyanakkor, hogy, az új-mexikói Apache Point Observatórium (APO) földrajzi elhelyezkedése miatt csak a $\delta > -20^\circ$ deklinációjú területeket volt képes észlelni. Ennek következménye, hogy a galaktikus anticentrum csillagai ($\delta = 29^\circ$) jól mintavételezettek, míg a galaktikus centrum – ezzel együtt a bulge – ($\delta = -29^\circ$) irányába nem tudtak sok észlelést végezni. A por- és gázfelhőkben gazdag központi dudor csillagpopulációi pedig rejtve maradtak az optikai spektroszkópia számára.

A SEGUE által használt SDSS spektrográfok (Smee és mtsai., 2013) kettős CCD-kamerából álló optikai szál aspektrográfok, amelyek adatrögzítése szimultán módon történt, fémlemenzenként 640 optikai szál segítségével, egyszerre hét négyzetfokos égterületen mértek. A spektrográfban olyan kör alakú alumíniumlemez található, amely 74 cm átmérőjű, s minden előre pozícionált nyílásában egy optikai szálnak volt hely. Mint minden spektrográf esetén, az optikai szálak kb. 10%-a kalibrációs méréseknek volt fenntartva.

A radiális sebesség pontos meghatározása a sebességeloszlások vizsgálatához, azaz a galaktikus komponensek megfelelő elhatárolásához szükséges. A felmérő program eredményeinek analízise azt mutatta, hogy a radiális sebességet 4,0 km/s átlagos belső pontossággal határozták meg, azonban a SEGUE-1 méréseinek ismert sebességű gömbhalmazbeli csillagokkal való összehasonlítása egy 7,3 km/s-os szisztematikus különbséget tárt fel, ezért ezen értékkel nullponti kalibrációt végeztek a végleges katalógusba illesztéshez (Yanny és mtsai., 2009). Becslést adtak a $g \sim 18,5$ magnitúdónál fényesebb csillagok jelentős részének (A-M színképtípusok) fémtartalmára és luminozitási osztályára. A 25-nél nagyobb jel-zaj értékű (és elegendően fényes), 4500–8500 K közötti hőmérsékletű csillagokról készített spektrumokból meghatározott T_{eff} , $\log g$ és fémtartalom belső pontossága rendre ~ 117 K, 0,26 dex és 0,22 dex.

A SEGUE szinte minden csillag radiális sebességét kiszámította, míg a légköri paramétereket csak magas jel-zaj arány esetén határozták meg. A válogatott célpontok szinte mindegyik csillagfejlődési állapotra és színképtípusra szolgáltatott példát. Ezek ismeretében pedig a Tejútrendszer kinematikai térképe, valamint a komponensek relatív elhelyezkedése is felrajzolhatóvá vált.

LAMOST

A szintén kis-közepes felbontású ($R \sim 1800$) égboltfelmérő programok között tárgyalandó a rendkívül jelentős Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope (LAMOST) által végzett felmérés. A felmérés részletes leírása megtalálható Cui és mtsai. (2012) munkájában. A RAVE-hez hasonlóan, a berendezés alapja egy szegmentált Schmidt-reflektor, amelynek elnyúlt alakú effektív apertúrája 3,6–4,9 m, 5° -os látómezejű, és 4000 optikai szál helyezkedhet el a fókuszban, azaz ennyi objektum figyelhető meg egyszerre; az egyes optikai szálakba jutó fénysugarak kúpszöge $3,3''$. Mivel törekedtek a mérési előkészítés időtartamának rövidítésére, a szálak pozicionálása mágneses alapon, robot segítségével történik. A LAMOST spektrográf észlelési hullámhossztartománya a 370–900 nm intervallumot fedi le. A meghatározott v_{rad} értékek várható pontossága 4 km/s.

Főként extragalaktikus forrásokat figyelnek meg az Univerzum nagy léptékű szerkezete, a sötét anyag és energia, az akusztikus barionoszólláció tanulmányozása céljából. Ezen, sok szempontból innovatív (pl. aktív korrekciós tükör,

a gravitációs deformáció minimalizálása, hőmérséklet-stabilizálás) távcsövet kifejezetten a projekt céljára fejlesztették 2001 és 2008 között.

A bemeneti katalógust az SDSS DR8 csillagaiból állították össze. A távcső földrajzi elhelyezkedése miatt a -10° és $+90^\circ$ közötti deklinációjú égitestek érhetőek el. Nyolc év alatt mindösszesen 9,8 millió csillagot, 200 ezer galaxist, 67 ezer kvazárt és 320 ezer nem kategorizált objektumot észleltek; a LAMOST DR7 katalógus 6 179 000 AFGK színképtípusú csillagot tartalmaz. A csillagok esetén radiálissebesség-értékek meghatározása mellett az effektív hőmérsékletet, a fémtartalmat és a felszíni gravitációs gyorsulást is meghatározták mint fundamentális paramétereket, de ezek hibája viszonylag nagy az alacsony felbontás miatt.

A 2021-es DR7 adatbázisban egyedi spektrumok is lekérhetőek, ill. a mért objektumok technikai (méréssel kapcsolatos), asztrometriai, fotometriai és spektroszkópiai adatai szerepelnek. További sajátosság, hogy az adatredukálás során használt algoritmusok, programok is nyilvánosak. Már az első néhány évben számos tudományos felfedezés született ezen projekt adataiból, például addig ismeretlen planetáris ködök és kvazárok részletes vizsgálata.

Gaia

A Tejútrendszer egészén átívelő és azt részletesen mintavételező Gaia missziót (Gaia Kollaboráció, 2016) az Európai Űrügynökség (ESA) indította. Az űreszköz építését 2006-ban hagyták jóvá, és a szonda a 2013 decemberi indítás után néhány héttel érkezett meg a működési pozíciójába, ami a Nap–Föld+Hold rendszer L2 Lagrange-pontja körüli pálya. A nem földi távcsövekkel történő kutatás számos előnnyel jár, ugyanis az űrben bármely időpontban szinte bármilyen irányban lehet mérni, és nem kell a légkör és felhőzet hatásával számolni.

A Gaia második adatközlését a Gaia Kollaboráció (2018) ismerteti, amely alapján a jelen összefoglaló is készült. Ebben a fázisban 2014 és 2016 közötti megfigyelések eredményeit publikálták, amelynek során ~1,7 milliárd forrást detektáltak az 1,7–21 magnitúdó fényességtartományban.

A Gaia űrtávcső műszerrendszerének három összetevője közül egyik az asztrometriai mérésekért felelős, és a G-sávban (330–1050 nm) végez méréseket; a spektrális energiaeloszlás feltérképezése céljából a kék (BP) és vörös (RP) fo-

tometriai szűrők 330–680 nm-en és 630–1050 nm-en érzékenyek; az optikai rácsot tartalmazó radiálissebesség-spektrométer pedig közepes felbontással ($R \sim 11\,700$) működik a Ca triplett körüli (845–872 nm hullámhosszak közötti) tartományon. Az elegendően fényes csillagokra kimért radiális sebességek átlagát elsőként a DR2 katalógusban közölték ($\sim 7,2$ millió csillagra), emellett nagyságrendileg 100 millió csillag asztrofizikai paramétereit és azok hibáját (T_{eff} extinkció, színexcesszus, sugár, luminozitás) határozták meg, valamint félmillió változócsillagot is azonosítottak (pl. RR Lyrae, mira, cefeida, δ Scuti típusú változókat és fedési kettősöket).

Félmillió kvazár pozíciója és sajátmozgása, valamint kb. 14 000 naprendszerbeli égitest (pl. kisbolygó) is megtalálható az adatbázisban. A fotometriai T_{eff} -et 324 K pontossággal adták meg a 3000–10 000 K tartományban, a radiális sebességet pedig a 3550–6900 K felszíni hőmérsékletű csillagokra számolták ki, amelynek tipikus szisztematikus bizonytalansága $< 0,1$ km/s volt a fényesebb csillagok esetében. Más feltérképező programok eredményeivel történő összehasonlítások azt mutatják, hogy közel 100 m/s külső pontosságot értek el, habár az eltérések a fényesség függvényében szisztematikusak. A felhasználóknak figyelembe kell venniük, hogy az asztrofizikai paraméterek hibája nagy lehet, aminek egyik oka lehet az effektív hőmérséklet és extinkció közötti nem egyértelmű kapcsolat.

A legfrissebb, 2022 júniusától elérhető DR3 katalógusban 1,8 milliárd csillag szerepel. A korábbi adatokból újra meghatározott atmoszférikus paraméterek, távolságok, radiális sebesség stb. mellett tovább pontosították a kalibrációkat, a galaktikus vörösödési térképet, a fedési kettősök és galaxisok azonosítását. Az alacsony felbontású BP/RP spektrumokból 348 millió objektum fizikai paramétereit határozták meg, míg a nagy felbontású spektrumokból származó adatok 2,3 millió csillagra érhetőek el.

APOGEE

Máig az APOGEE felmérés az egyetlen, amely nagy felbontás mellett infravörös spektroszkópiát végez, ezzel lehetővé téve többek között a rendkívül precíz kemokinematikai elemzéseket. Az APOGEE-ről a 2017-es évkönyvben már részletesen írtunk, ezért itt csak röviden tekintjük át. A csillaglégkört jellemző fő paramétereket, valamint a kémiai elemgyakoriságokat a folyamatos fejlesztés

tések alatt álló ASPCAP (García és mtsai., 2016) nevű program határozza meg. Első lépésben a teljes mért APOGEE színeképet illeszti modellspektrumokkal (innen adódnak az atmoszféraparaméterek), majd keskeny spektrális ablakokra bontva határozza meg az elemek relatív gyakoriságát.

Az APOGEE felmérő program eredményeinek óriási szeletét tölti ki az egyedi elemek nyomon követése a csillagok légkörében. Rendkívüli előny, hogy a H-sáv tartalmazza a legfontosabb (Fe) és leggyakoribb elemek/fémek (C, N, O) atomi vagy molekuláris átmeneteinek vonalait mind a törpe-, mind pedig az óriáscsillagokra. Számos olyan elem vonalai detektálhatók, amelyek az egyes nukleoszintetikus folyamatok indikátorai. (A gyors neutronbefogással képződő elemek vonalai azonban gyengék.)

Az APOGEE DR17 pipeline nem lokális termodinamikai egyensúlyon (NLTE) alapuló kóddal határozza meg a Na, Mg, K és Ca gyakoriságait, míg a többi elem esetén maradt a lokális termodinamikai egyensúly (LTE) feltétele. Fizikai paraméterek több mint 700 ezer csillagra érhetőek el. Emellett a fő DR17 katalógust számos kiegészítő táblázat is kíséri, amelyekben például a kettőscsillagok gyűjteménye, nyílthalmazok kémiai összetétele, a „vörös kupac” (red clump) csillagainak adatai vagy egyéb kiegészítő információk (pl. Gaia EDR3 azonosítók és adatok) szerepelnek.

GALAH

A Galactic Archaeology with HERMES (GALAH) szintén nagy felbontású spektroszkópiai égboltfelmérő program. Leírása Buder és mtsai. (2021) és De Silva és mtsai. (2015) publikációiban olvasható. Az APOGEE-val ellentétben optikai hullámhossztartományban észleltek, azonban fő motivációjukat tekintve összhangban van egymással a két felmérés.

Siding Spring Observatóriumhoz tartozó 3,9 m-es Angol–Ausztrál Teleszkóp (4. ábra) High Efficiency and Resolution Multi-Element Spectrograph (HERMES) spektrográfja által rögzített spektrumok kiértékelése alapján jött létre. A távcső fő fókuszában található, robotikus elven irányított 2dF szálpozicionáló berendezés 392 csillag egyidejű megfigyelését teszi lehetővé. Az üvegszálak az $R \sim 28\,000$ -es felbontást elérő HERMES spektrográfba futnak, ahol négy független kamera rögzíti a spektrálisan felbontott fényt.



4. ábra. Az Angol–Ausztrál Observatórium 3,9 méteres távcsöve, valamint az üzemben lévő 2dF szállpozicionáló rendszere a Siding Spring Observatóriumban (SSO).
(Forrás: www.galah-survey.org/details/facilities/)

Míg az APOGEE csillagközi porban és gázban gazdag területeket is mérhetett (pl. a vékony és a vastag korongot), a GALAH optikai hullámhossztartománya nem teszi ezt lehetővé. A mért csillagok döntő többségének Naprendszer-től való távolsága 2 kpc-nél kisebb, de változatos csillagtípusokat és fejlődési állapotokat képviselnek; legfőképpen 2500–8000 K felszíni hőmérsékletek között. Összesen 75 csillaghalmazról történtek mérések. A GALAH+ DR3 négy fő projektet ölel fel, nevezetesen a GALAH Main a galaktikus korong feletti és alatti szélességeken, 10° alatti deklinációban észlelt, a GALAH Fa-int ehhez képest ritkábban, kevesebbet és halványabb csillagokat észlelt (viszont a Naptól távolabbi csillagokat), a K2–HERMES mező fényes és halvány vörös óriáscsillagait a Kepler űrtávcső (5 négyzetfok) is mérte, a TESS–HERMES pedig a TESS űrtávcső által mért déli ekliptikai póluson vizsgált csillagokat. Ez összességében közel 589 000, a Gaia által mért parallaxisú objektumot jelent.

A GALAH+ DR3 mérési időszaka 2013 novembere és 2019 februárja közé esett. Az expozíciós időt úgy optimalizálták, hogy elérjék az 50 pixelenkénti jel-zaj értéket az ún. zöld csatorna esetén. (Ez az időtartam a medián 1,5"-es seeing mellett 1200 s volt.) A színeképek redukálási folyamatát a DR2-höz képest, az alapokat (pl. bias és flat korrekció, kozmikus sugarak és szórt fény eltávolítása) megtartva, továbbfejlesztették. Az adatfeldolgozás kimenetén előállnak többek között a csillagléggör-paraméterek és azok hibái, radiális sebesség és hibája, közel 30 kémiai elem gyakorisága, jel-zaj arány stb. A GALAH DR3-ban használt spektrumszintézis-kód a Spectroscopy Made Easy (SME, Valenti & Piskunov 1996; Piskunov & Valenti 2017) elnevezést viseli. Az APOGEE programhoz hasonlóan a nagyobb hibájú adatokat figyelmeztető címkékkel (pl. abundancia-flag, alacsony jel-zaj, egyéb illesztési problémák, fősorozat előtti állapot) látták el, ezzel is megkönnyítve a felhasználók munkáját.

A redukálás folyamata során modellspektrumot illesztnek a megfigyelt csillagspektrumra, amely illesztés az ún. χ^2 -optimalizáción alapul. A színeképekből először modellillesztéssel meghatározzák a fő léggörparamétereket, majd ezek ismeretében (a vonalátfedések elkerülésével) történik az egyedi elemek vonalainak illesztése külön-külön. Az algoritmusok mindkét lépésben becsléssel indulnak, azután iteratív módon konvergálnak a meghatározandó értékekhez.

További fejlesztés a GALAH korábbi adatkibocsátásaihoz képest, hogy a H, Li, C, O, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Mn és Ba elemek esetén NLTE-t tételeztek fel a számítások során. A többi elem szokásosan LTE feltétellel került meghatározásra. Itt érdemes kitérni a kálium $\lambda = 769,9$ nm-es elnyelési rezonanciavonalára, amellyel nyomon lehet követni az extinkciót okozó csillagközi anyag K-tartalmát is. Ha a vörösödést feltérképező többi módszerrel már ismertté válik a vörösödés helyfüggése, megfelelő módon korrigálhatók lesznek a csillagspektrumokból számított káliumgyakoriságok.

A GALAH DR3 validációs eljárása során nagy hangsúlyt fektettek arra, hogy a Gaia misszió adatainak ellenőrzéséhez használt csillagok paramétereivel összehasonlítsák az eredményeiket. A Gaia referenciacsillagainak listája (Gaia Benchmark Stars, GBS, Jofré és mtsai. 2018) olyan jól ismert közeli csillagokból áll (pl. Arcturus, Procyon), amelyeknek fizikai paramétereit nagyon pontosan ismerjük interferometriai és asztroszeizmológiai mérésekből. A GBS adatbázisban szereplő 34 objektum lefedi a HRD azon tartományát, ahol a Tejútrendszer csillagainak többsége található, beleértve az alacsony és magas fémtartalmú csillagokat is.

A GALAH DR3 fő adatbázisa – ahol lehet, becült hibával – tartalmazza az egyes csillagok légköri paramétereit, fényességét, elemgyakoriságát, radiális sebességét ($\sigma \approx 0,1$ km/s szórással), életkorát, tömegét, parallaxisát stb.

Gaia-ESO

A Gaia és az European Southern Observatory (ESO) együttműködésével alakult meg a Gaia-ESO (GES) spektroszkópiai felmérés (Gilmore és mtsai., 2012; Randich és mtsai., 2013), amely a Tejútrendszer különböző populációiból közel 100 000 csillag észlelését tűzte ki céljává. Ehhez a 8 m-es Very Large Telescope (VLT) 25 ívmásodperces látószögű Fibre Large Array Multi-Element Spektrograph (FLAMES) műszerét használták, amely közepes és nagy felbontású sokobjektumos spektrográf; a GES projekt pedig az UVES és GIRAFFE elnevezésű alrendszereit használta.

A DR3-ban közölt adatok 2011. december és 2014. július közötti mérésekből származnak, egyedi csillagokról, nyílthalmazokról, gömbthalmazokról, vörös óriásokról és kalibrációs objektumokról (pl. radiális sebességhez sztenderd csillagokról). Továbbá az ESO archívumában lévő adatokat is újra feldolgoztak a GES saját fejlesztésű szoftvercsomagjával.

A FLAMES spektrográfok (UVES és GIRAFFE) külön-külön is több különböző beállításban használhatók, ami pedig azt eredményezi, hogy számos különböző látható hullámhossztartományt fednek le, és spektrális felbontásuk is eltérő. Az UVES spektrográf esetén a felbontás közel 47 000, az egyes optikai szálak apertúrája 1", és egyszerre 8 objektum mérhető, a GIRAFFE pedig $R \sim 16\,000$ és $\sim 26\,000$ közötti felbontású módokban használható, és 30–130 optikai szálát képes befogadni. Megjegyzendő, hogy a GIRAFFE és UVES spektrográfok adatait eltérő algoritmusokkal dolgozzák fel.

A GES projekt sajátossága, hogy ugyanazon spektrumok kiértékelésén egyszerre több független munkacsoport dolgozik, amelyek különböző elemzési eljárásokat használnak, amellet, hogy bizonyos alapvető részekben (pl. vonal-lista, MARCS modellatmoszférák) megegyeznek. Ezt követően pedig, a paraméterek és elemgyakoriságok azonos skálára történő helyezése végett, szükség szerint kalibrálják (elsődlegesen Gaia-referenciacsillagokkal), korrigálják, ill. homogenizálják a kapott eredményeket. A fő légköri paraméterek és elemgyakoriságok meghatározásához alkalmazott módszerek egyik nagy csoportja el-

méleti modellek illesztésén, a másik pedig a klasszikus ekvivalens szélességek és a növekedési görbe módszerén alapul. További különbség az APOGEE és GALAH programokhoz képest, hogy a közzétett katalógusokban már csak olyan adatok szerepelnek, amelyek megfeleltek egy részletes belső minőségi szűrésnek (pl. a hőmérséklet hibája legyen 5% alatt, magas jel-zaj arány), de továbbra is használnak figyelmeztető címkéket (pl. fősorozat előtti állapot).

A GES DR3 csillagaiban közös, hogy $J=16$ magnitúdónál fényesebbek. A katalógus 25 500 – akár többször észlelt – egyedi objektumot tartalmaz, amelyek 96%-ára precíz ($\sigma \approx 0,4$ km/s) radiális sebességet, valamint kétharmadukra megbízható asztrofizikai paraméterértékeket is találunk a FLAMES-UVES észlelések esetében. Ezen csillagok felszíni hőmérséklete tipikusan a $3000 \text{ K} < T_{\text{eff}} < 8000 \text{ K}$ tartományba esik. Emellett 24 elem gyakoriságát is meghatározták.

Hivatkozások

- Argast, D. és mtsai. (2000) *A&A* 356, A873
Buder, S. és mtsai. (2021) *MNRAS* 506, 150
Cantat-Gaudin, T. és mtsai. (2020) *A&A* 633, A99
Cescutti, G. (2008) *A&A* 481, 691
Chiappini, C. (2009) *IAU Symp.* 254, 191
Chiappini, C. és mtsai. (1997) *ApJ* 477, 765
Chiosi, C. (1980) *A&A* 83, 206
Cui, X-Q. és mtsai. (2012) *Research in Astron. and Astrophys.* 12, 1197
De Lucia, G. és Helmi, A. (2008) *MNRAS* 391, 14
De Silva, G. M. és mtsai. (2015) *MNRAS* 449, 2604
Doi, M. és mtsai. (2010) *AJ* 139, 1628
Epchtein, N. és mtsai. (1997) *The Messenger* 87, 27
Gaia Kollaboráció (2016) *A&A* 595, A1
Gaia Kollaboráció (2018) *A&A* 616, A1
García Pérez, A. E. és mtsai. (2016) *AJ* 151, id.144
Gilmore, G. és mtsai. (2012) *The Messenger* 147, 25
Grisoni, V. és mtsai. (2017) *MNRAS* 472, 3637
Hambly, N. C. és mtsai. (2001) *MNRAS* 326, 1279
Høg, E. és mtsai. (2000) *A&A* 355, L27
Jofré, P. és mtsai. (2018) *Research Notes of the AAS* 2, id.152
Majewski, S. R. és mtsai. (2017) *AJ* 154, id.94

- Matteucci, F. (2021) *A&A Rev.* 29, id.5
- Micali, A. és mtsai. (2013) *MNRAS* 436, 1648
- Pardi, M. C. és mtsai. (1995) *ApJ* 444, 207
- Piskunov, N. és Valenti, J. A. (2017) *A&A* 597, A16
- Prantzos, N. (2008) *A&A* 489, 525
- Poggio, E. és mtsai. (2018) *MNRAS* 481, L21
- Randich, S. és mtsai. (2013) *The Messenger* 154, 47
- Rockosi, C. és mtsai. (2009) *Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey*,
Science White Papers, no. 14
- Searle, L. és Zinn, R. (1978) *ApJ* 225, 357
- Skrutskie, M. F. és mtsai. (2006) *AJ* 131, 1163
- Smee, S. A. és mtsai. (2013) *AJ* 146, 32
- Steinmetz, M. és mtsai. (2006) *AJ* 132, 1645
- Steinmetz, M. és mtsai. (2020a) *AJ* 160, id.82
- Steinmetz, M. és mtsai. (2020b) *AJ* 160, id.83
- Yanny, B. és mtsai. (2009) *AJ* 137, 4377
- Valenti, J. A. és Piskunov, N. (1996) in *ASP Conf. Ser.* 108, ed. S. J. Adelman; F. Kupka;
and W. W. Weiss, p.175
- Vasiliev, E. és Baumgardt, H. (2021) *MNRAS* 505, 5978

SAJÓSI BENEDEK – TARCZAY GYÖRGY

Asztrókémia, avagy kémia a csillagok között és csillagközi kémia a laborban

“If you wish to make an apple pie from scratch, you must first invent the Universe.”

„Ha a semmiből szeretnél almáspitét készíteni, előbb fel kell találnod a Világegyetemet!” – Carl Sagan

A mögöttünk álló évtizedek rohamos technológiai fejlődését az elektronika, a számítástechnika és a biotechnológia mellett talán leginkább az űrtudomány és a csillagászat területén érzékeljük. A Holdra szállás után az űrszondáink már a Naprendszer határára értek, a Hubble-űrteleszkóp lenyűgöző képeket készített távoli galaxisokról. Elsősorban a Kepler és a TESS űrtávcsövek segítségével 2022 közepére már több mint 5000 exobolygót fedeztünk fel. 2015-ben elsőként két fekete lyuk összeolvadásakor keltett, később pedig már más forrásokból származó gravitációs hullámokat is észleltünk. Legalább ennyire ámulatba ejtő az, hogy a XX. század második felétől egyre nagyobb részletességgel megismertük a sok-sok fényévnyi távolságra levő, fényévnyi méretű csillagközi felhőket a 25 nagyságrenddel kisebb méretskálán is: az atomok és a molekulák szintjén. A csillagközi és csillagkörüli anyagban a mai napig közel 300 molekulát azonosítottak, sőt sok molekulának a keletkezését és reakcióit is ismerjük ilyen asztrofizikai környezetben. Ilyen szintű tudáshoz különféle tudományágakban szerzett ismereteket kellett összehangolni, a csillagászattól, a fizikán, a spektroszkópián át a kémiáig, esetenként a geológiáig, mind elméleti, mind kísérleti területen. Így született meg az előző évszázad második felére egy új interdiszciplináris tudományág az *asztrókémia*. Az asztrókémiai gyökereihez azonban régebbre kell visszatekintnünk.

Az asztrókémia tudományág születése

1802-ben William Hyde Wollaston sötét vonalakat írt le a Nap prizmával felbontott színeképeben [1]. Tőle függetlenül, 1814-ben, Joseph von Fraunhofer már közel 600 ilyen sötét vonalat katalogizált [2]. A sötét vonalakra azonban

egyikük sem tudott ekkor még magyarázattal szolgálni. A magyarázathoz vezető út egy fontos állomása volt az, hogy 1823-ban John Frederick William Herschel, az infravörös sugárzást és az Uránuszt felfedező német–angol Sir Frederick William Herschel fia lángokkal kezdett kísérletezni. Egy évvel később az ifjabb Herschel már William Henry Fox Talbotnak, a modern fényképszet megalapozójának számolt be vizsgálatairól. Beszélgetéseik hatására Talbot érdeklődése is az optika és a lángok vizsgálatának irányába fordult, és 1826-ban tanulmányt közölt a színes lángok vizsgálatáról [3]. Kálium, nátrium és stroncium sóit juttatta borszeszegő lángjába, és megfigyelte, hogy a különböző kémiai anyagok eltérő színűre festik a lángot. Hasonló következtetésre jutott Anders Jonas Ångström, Charles Wheatstone és David Alter is, akik elektromos kisülésekben, illetve különböző fémelektrodok által keltett szikrák „fényes színkép vonalait” írták le. A látszólag eltérő eredetű sötét és fényes vonalakat Léon Foucault kapcsolta össze kísérleti megfigyelései alapján 1848-ban. Azt vette észre, hogy a hidegebb láng, amely nátriumot tartalmaz, gyengíti a nátrium melegebb szikrakisülésben kibocsátott sárga fényét [4]. Ezzel elsőként mért laboratóriumban ún. elnyelési vagy abszorpciós spektrumot, és bizonyította az abszorpciós és emissziós színképek kapcsolatát.

Az 1850-es években a fizikus Gustav Robert Kirchhoff, akiről iskolai tanulmányaink során az áramkörökre felállított törvényei miatt hallhattunk elsőként, valamint a kémikus Robert Wilhelm Bunsen, akinek a nevét a laboratóriumi gázégő is őrzi, megalkotta az első spektroszkópot (1. ábra). Kirchhoff és



1. ábra Atomspektroszkóp a XX. század elejéről. (Az ELTE Kémiai Intézetének múzeuma)

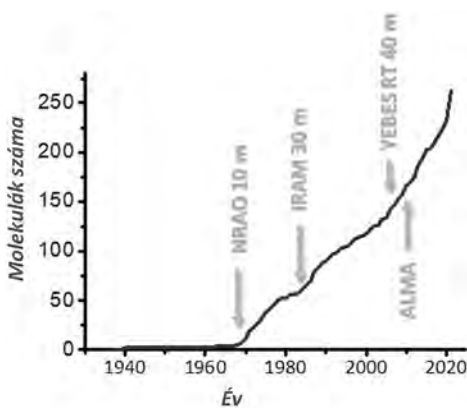
Bunsen a Nap spektrumának és a laboratóriumban felvett spektrumok összehasonlításával számos kémiai elemet azonosított a Nap fotoszférájában [5]. Már ezek a felfedezések is kiválóan példázzák azt, hogy fizikára és kémiára, valamint távcsöves csillagászati megfigyelésre, csakúgy, mint laboratóriumi kísérletre is szükség van ahhoz, hogy megérthessük a távoli csillagászati objektumok kémiai összetételét.

A spektroszkópia nemcsak a Nap és más csillagok fotoszférájának elemöszetételéről kezdett információt szolgáltatni, de gyökeresen megváltoztatta a csillagközi térről alkotott képünket is. Az idősebb Herschel 1785-ben a csillagközi teret még lyuknak képzelte az űrben. Edward Emerson Barnard, az asztrofotográfia úttörője az 1890-es években sötét objektumokat („felhőket”) fényképezett az égbolton, és katalogizálta ezeket. 1904-ben Johannes Franz Hartmann a δ Orionis kettőscsillag spektrumát vizsgálta. Mivel a kettőscsillagok a két csillag közös tömegközéppontja körüli keringés során periodikus mozgást végeznek, ezért a kettőscsillag fotoszférájából származó spektrumvonalak hullámhossza a Doppler-eltolódás miatt szintén periodikusan változik. Hartmann azt figyelte meg, hogy a kalcium vonala nem változik periodikusan, nem követi a csillagok mozgását, tehát a kalciumatomoknak valahol a csillag és a Föld között, a csillagközi térben kell lenniük! [6] Hasonló következtetésre jutott Mary Lea Heger is, aki a nátrium 589,0 és 589,6 nm-es D vonalait azonosította δ Orionis és a β Scorpii irányába eső csillagközi térben [7].

A XX. század elején tehát már világos volt, hogy a csillagközi tér nem üres, ugyanolyan atomok találhatóak ott, mint földi környezetünkben. Azonban a kémia – és így az asztrokémia is – a reakciókkal, molekulák képződésénél kezdődik. 1926-ban Sir Arthur Stanley Eddington, a kor egyik legelismertebb csillagásza ezt írja a csillagközi anyagról készített összefoglalójában: „Nem valószínű, hogy az atomok molekulákká egyesülhetnek a csillagközi térben, az atomok ugyanis ionizált állapotban vannak jelen, a pozitív töltésük miatt taszítják egymást, kémiai vonzásuk [reakciójuk] esélytelen.” [8]. Szkepticizmusa ellenére Eddington és mások is megpróbálják a csillagközi tér szélesebb, azonosítatlan színképvonalait molekulákhoz rendelni. Az első ilyen próbálkozásokat, pl. a Na_2 (nátrium dimer) azonosítását azonban hamar megcáfolják. Az első, ma is elfogadott hozzárendelést León Rosenfeld és Pol Swings közölte 1937-ben [9], akik a CH-t (metilidin gyököt) azonosítják a Dunham által felvett színképekben, 403,03 nm-nél.

Asztrokémiai megfigyelések napjainkban

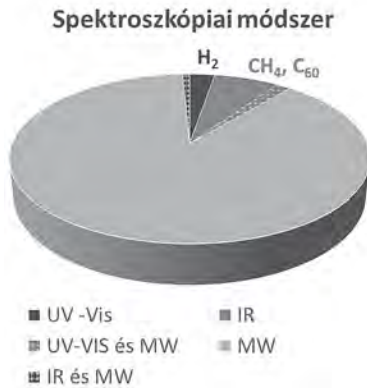
Amint az a 2. ábrán látható, egyre gyorsuló, már-már exponenciálisan növekvő ütemben fedeznek fel újabb és újabb molekulákat a csillagközi térben. 2021 decemberéig, izotopomereket nem számítva, 263 molekulát azonosítottak a csillagközi térben [10]. Ez a szám 2022 végéig várhatóan megközelíti vagy akár meg is haladja majd a 300-at. (Izotopomereknek nevezünk azokat a molekulákat, amelyek csak abban különböznek egymástól, hogy legalább egy atomjuk más izotópot tartalmaz. Ilyen izotopomerek pl. a H_2O , HOD és D_2O , ahol a H a hidrogén prócium (^1H), míg a D a deutérium (^2H) izotópját jelöli. Az eltérő izotopomereknek eltérő a spektrumuk.) A 2. ábrán az is szembeűnő, hogy a nagyobb ugrások éppen a nagyobb rádiótávcsövek beüzemelésével esnek egy időpontba. Ilyen volt a közelműltban pl. a spanyol Yebes Observatórium 40 m-es rádióteleszkópjának, valamint Chilében az ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) rádiótávcső-rendszerének indulása.



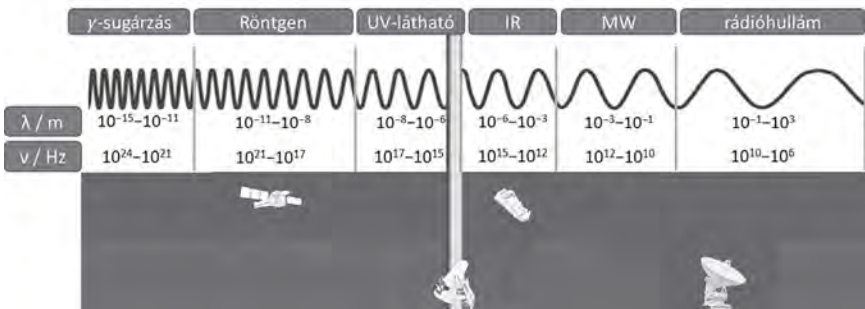
2. ábra. Molekulák felfedezése a csillagközi térben az idő függvényében

A 3. ábra mutatja, hogy a csillagközi tér molekuláit döntő többségben rádióteleszkópos mérésekkel, rádió-, mikro- és milliméteres hullámhosszon végzett (MW) spektroszkópia segítségével azonosították. Egyes molekulák azonosítása azonban infravörös (IR) vagy ultrabolya-látható (UV-Vis) spektroszkópiával történik. Logikusan következik az a kérdés, hogy miért éppen rádió-, mikro- és milliméter hullámhosszú tartományokban végzett mérések-

kel fedték fel a csillagközi tér molekuláinak többségét. Erre több tényező ad magyarázatot. Egyrészt a hidegebb objektumoknak ezekben a tartományokban van a sugárzási maximumuk, így a csillagközi térről ezek a tartományok nyújtják a legtöbb információt. Másrészt, ebben a tartományban a molekulák forgása által gerjesztett vonalak vannak, a molekulák forgási energiaszintjei pedig sűrűn helyezkednek el az energiaskálán, egy-egy molekulának több energiaátmenetét, azaz spektrumvonalát is meg lehet figyelni, ami megnöveli az azonosítás megbízhatóságát. Továbbá a műszerek spektrális felbontása is ebben a tartományban a legjobb. Végül, de nem utolsósorban, anyagilag is ez a legjobb választás, hiszen ezekben a tartományokban a légkör átérteszti a sugárzást (4. ábra), így nem kell űrtávcsöveket használni, a megfigyelés a földfelszínről is elvégezhető.



3. ábra. A csillagközi molekulák az azonosításukhoz használt spektroszkópiai módszerek szerint



4. ábra. Az elektromágneses sugárzás tartományai és a földi légkör átértesztése

Azonban a kvantummechanika törvényei szerint fényelnyelés vagy fénykibocsátás csak akkor eredményezhet átmenetet molekulák forgási energiaszintjei között, ha a molekula dipólusos. Ennek megfelelően nem észlelhető a csillagközi tér leggyakoribb molekulája, a hidrogénmolekula (H_2), a metán (CH_4) vagy a fullerén (C_{60}) sem. Ezekben az esetekben infravörös (IR) vagy ultraibolya-látható (UV-Vis) spektroszkópiai megfigyelést kell alkalmazni. IR spektroszkópia esetében a molekulák rezgési energiája (rezgési kvantumszáma) változik meg fényelnyeléssel vagy fénykibocsátással, akkor ha az adott molekuláris rezgés közben változik a molekula dipólusmomentuma. Így ebben a spektrumtartományban észlelhetők pl. a CH_4 és a C_{60} rezgési átmenetei is. Más molekulák esetében is, ha elég nagy az érzékenység és a spektrális felbontás, az IR spektroszkópiai megfigyelések jól kiegészíthetik a rádióteleszkópos méréseket. Ehhez azonban – néhány nagyon szűk hullámhossztartományt leszámítva, ahol a földi légkör átérteszi az IR sugárzás egyes komponenseit – el kell hagyni a földi légkört, vagy legalábbis annak nagy részét. Erre a célra épült meg egy Boeing 747-es repülőgép fedélzetén a 2010 óta működő SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy), valamint ezt a célt is szolgálták például a Spitzer (2002–2020) és a Herschel (2009–2013) űrtávcsövek is. 2022-től a James Webb űrtávcső (JWST) segítségével az IR tartományt sokkal hatékonyabban vizsgálhatjuk, mint valaha. A JWST első nyilvánosságra hozott mérései között szerepelt pl. a vízmolekulák (H_2O) azonosítása a WASP-96b exobolygó légkörében.

Azonos atomokból álló kétatomos molekulákat csak elektronjaik gerjesztésével lehet észlelni, ami az ultraibolya-látható tartományban ad színeképvonalat. Így a H_2 -t is ezzel, a jellemzően kisebb spektrális felbontású módszerrel azonosították. De részben ebbe (részben az IR) tartományba esnek az ún. diffúz csillagközi sávok (DIBs, Diffuse Interstellar Bands), amelyeket – a már említett – Mary Lea Heger figyelt meg elsőként, 1922-ben [11]. Mivel ezek a sávok szélesek, így az egyes sávokhoz tartozó molekulák beazonosítása nehéz, nem egyértelmű. Máig az egyetlen elfogadott azonosítást John Paul Maier és munkatársai közltek 2015-ben, akik a 60-atomos fullerén pozitív töltésű ionját, a C_{60}^+ jelenlétét mutatták ki [12]. A jelenlegi legelfogadottabb nézet szerint a sávok többsége C-ben gazdag molekulákhoz, pl. sokgyűrűs aromás szénhidrogénekhez (PAH, polycyclic aromatic hydrocarbon), illetve lineáris szénláncokhoz tartozhat.

A 2021 novemberéig azonosított csillagközi molekulákat az 1. táblázat foglalja össze [11]. Ezek között megtalálhatók földi körülmények közötti, a hétköznapi életből is jól ismert molekulák, pl. a már említett H_2 , CH_4 , H_2O . További

példák között említhető a nitrogénmolekula (N_2), az etanol (CH_3CH_2OH), a benzol ($c-C_6H_6$, ahol c az angol cyclic, azaz gyűrűs rövidítése), a hidrogén-cianid (HCN) vagy a formaldehid (H_2CO). Az első cukormolekulát (vagy szénhidrátot), a glikolaldehidet ($HOCH_2CHO$) is azonosították már 2000-ben [13]. A fehérjét felépítő aminosavak közül a legkisebbet, a glicint is azonosítani vélték a csillagközi térben 2003-ban [14], azonban ezt nem sokkal később megcáfolták [15]. Azt, hogy a glicin nagy valószínűséggel jelen van a csillagközi térben, abból lehet következtetni, hogy aminosavakat, többek között glicint azonosítottak 1970-ben a Murchison-meteoritban [16]. Szintén glicint mutattak ki a 2008-ban a Stardust űrszonda [17], majd 2016-ban a Rosetta űrszonda Philae [18] leszállóegységének tömegspektrométerei a Wild–2 üstökös csóvjában, illetve a Churyumov–Gerasimenko üstökös felszínén.

2 atomos	3 atomos	4 atomos	5 atomos	6 atomos	7 atomos	8 atomos	9 atomos	10 atomos	11 atomos	12 atomos	>12 atomos		
H_2	CN^-	C_3	$FeCN$	$c-C_3H$	C_3	C_3H	CH_3C_2N	CH_3C_2H	CH_3C_2N	H_2C_2N	$c-C_3H_6$	C_{10}	
AlF	SH^+	C_3H	HO_2	$l-C_3H$	C_3H	$l-H_3C_4$	CH_3CHCN	$HCO(O)OCH_3$	CH_3CH_2CN	$(CH_2)_2CO$	CH_3C_2H	$n-C_3H_7CN$	C_{10}
AlCl	SH	C_3O	TiO_2	C_3N	C_3Si	C_3H_4	CH_3C_2H	CH_3COOH	$(CH_2)_2O$	$(CH_2OH)_2$	C_3H_2OCHO	$l-C_3H_7CN$	C_{10}^*
C_2	HCl^+	C_2S	C_2N	C_2O	$l-C_2H_2$	CH_2CN	HC_2N	C_2H	CH_3CH_2OH	CH_3CH_2CHO	$CH_3OClOCH_3$	$C_2H_2OCH_3$	$c-C_3H_7CN$
CH	TiO	CH_2	Si_2C	C_2S	$c-C_2H_2$	CH_3NC	CH_2CHO	C_2H_2	HC_2N	$CH_3CH_2O_2$	$CH_2Cl(O)CH_3$	$1-c-C_3H_7CN$	HCl_2N
CH^+	ArH^+	HCN	HS_2	C_2H_2	H_2CCN	CH_2OH	CH_3NH_2	CH_2DHCHO	C_2H	CH_3OCH_2O	$c-C_2H_5CN$	$2-c-C_3H_7CN$	$1-C_{10}H_7CN$
CN	N_2	HCO	HCS	NH_3	CH_4	CH_2SH	$c-C_2H_2O$	$l-HC_2H$	$CH_2Cl(O)NH_2$	$c-C_2H_4$	$HOCH_2CH_2NH_2$	CH_2CN	$2-C_{10}H_7CN$
CO	NO^+	HCO^+	HSC	HCCN	HC_2N^+	H_2CCHOH	H_2CCHOH	CH_3CHCHO	C_2H^+	H_2CCCH_2N	$H_2CCCH_2NH_2$	$n-C_3H_7OH$	$c-C_3H_6$ (l_021)
CO^+	NS^+	HCS ⁺	NCO	HCNH ⁺	HCCCN	HCCCO	C_2H^+	CH_2CHCN	C_2H_2NCO	C_2H_2NCO	C_2H_2NCO	$l-C_3H_7OH$	$1-c-C_3H_7CCH$
CP	HeH^+	HOC	CaNC	HNCO	HCOOH	NH_2CHO	CH_2NCO	CH_2NCO	CH_3CH_2SH	$C_2H_2NH_2$	$n-C_3H_7OH$	$2-c-C_3H_7CCH$	$2-c-C_3H_7CCH$
SiC	PO^+	H_2O	NCS	HNCs	H_2OHN	C_2N	HC_2O	CH_2CHNH	CH_2NHCHO	HC_2NH^+	$n-C_3H_7OH$	$2-c-C_3H_7CCH$	$c-C_3H_7CCH_2$
HCl	H_2S	H_2S	HOCO ⁺	H_2CO	$l-H_2C_2H$	$l-H_2C_2H$	$HOCH_2CN$	CH_3SiH_3	HCO	CH_3CHCN	CH_3CHCN		
KCl	HNC	H_2CO	H_2CO	H_2N_2N	$l-H_2C_2H$	HCCCHNH	$H_2NCl(O)NH_2$	HCCCHCHCN	HCCCHCHCN	CH_2ClCN	CH_2ClCN		
NH	HNO	H_2CN	H_2CN	HNC ₃	$c-H_2C_2O$	HC_2N	HCCCH ₂ CN	H_2CCCH_2N	H_2CCCH_2N	H_2CCCH_2N	CH_2CH_2CN		
NO	MgCN	H_2CS	SiH_4	H_2CCNH	$c-C_2HCCN$	$c-C_2HCCN$	HC_2NH^+	H_2CCCH_2N	H_2CCCH_2N	H_2CCCH_2N			
NS	MgNC	H_2O^+	H_2COH^+	C_3N^-	$l-H_2C_3$	$l-H_2C_3$	CH_2CHCCH	$HOCHCHCHO$	$HOCHCHCHO$				
NaCl	N_2H^+	$c-SiC_3$	C_4H^-	HNCN	HC_2H	HC_2H	MgC ₂ N	MgC ₂ N	MgC ₂ N				
OH	N_2O	CH_2	HCl(O)CN	SiH_2CN	CH_2C_2N	CH_2C_2N	$C_2H_2NH_2$	$C_2H_2NH_2$	$C_2H_2NH_2$				
PN	NaCN	C_2N^-	HNCNH	C_2S			(CHOH) ₂						
SO	OCS	PH ₃	CH_2O	MgC ₂ H									
SO ⁺	SO ₂	HCNO	NH_2^+	CH_3CO^+									
SIN	$c-SiC_2$	HOCN	H_2NCO^+	C_3H_3									
SIO	CO ₂	HSCN	NCCNH ⁺	H_2C_2S									
SIS	NH_2	H_2O_2	CH_3Cl	HCCCHS									
CS	H_2^+	C_2H^+	MgC ₃ N	C_2O									
HF	SiCN	HMgNC	NH_2OH	C_2H^+									
HD	AlNC	HCCO	HC_2O^+	HCCNCH ⁺									
FeO?	SiNC	CNCN	HC_2S^+	$c-C_2C_2H$									
O ₂	HCP	HONO	H_2C_2S										
CF ⁺	CCP	MgC ₂ H	C_2S										
SiH?	AlOH	HCCS	HCl(O)SH										
PO	H_2O^+	HNCN	HCl(S)CN										
AlO	H_2Cl^+	H_2NC	HCCCO										
OH ⁺	KCN	HCCS ⁺											

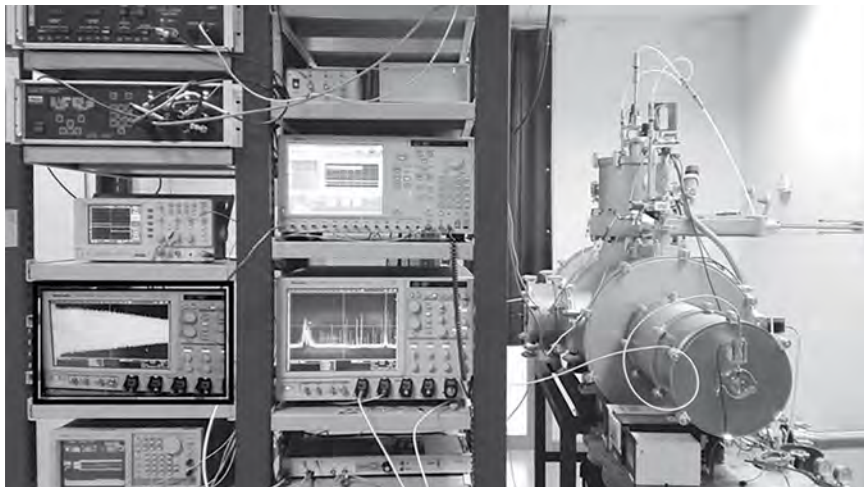
1. táblázat. A 2021 novemberéig azonosított csillagközi molekulák listája.

A hétköznapi molekulák mellett azonban olyanokat is találunk, amelyekkel földi körülmények között nem vagy csak rövid időre találkozhatunk. Ilyen például a NaCl részecske. Ugyan a NaCl képlet a hétköznapi konyhasót jel-

zi, de a konyhában vagy a tengerparton található legparányibb sókristályban sok milliárdszor sok milliárd Na^+ és Cl^- ion sorakozik egymás mellett szabályos rendben, míg a csillagközi térben egy-egy részecskéből álló kétatomos NaCl molekulákat találunk. Számos reaktív részecskével, párosítatlan elektront tartalmazó ún. gyököt is megtalálhatunk a csillagközi térben, ilyen például a cianid gyök ($\bullet\text{CN}$, ahol a pont a párosítatlan elektront jelzi). A földi körülmények között szintén egzotikusnak számító, de ahogy arról lentebb szó lesz, az asztrokémiában kiemelkedő jelentőséggel bíró H_3^+ és HeH^+ ionokat is azonosították már távcsöves megfigyelésekkel.

A laboratóriumi asztrokémia

Ahhoz, hogy egy asztrofizikai megfigyelés során egy új molekulát fedezzenek fel a csillagközi térben, ismernünk kell annak laboratóriumi spektrumát. Ehhez a legegyszerűbb esetben egy kémiailag ismert összetételű anyagot gázfázisban egy spektrométerbe helyeznek. (Az 5. ábrán egy mikrohullámú spektrométer látható.) Miután felvették az adott anyag spektrumát, azt összehasonlítják a távcsöves mérési adatokkal: ha az anyag laboratóriumban észlelt spektrumvonalai láthatóak a távcső által mért spektrumban, akkor jelen van az anyag a megfi-



5. ábra. Mikro- és mm-hullámú spektroszkópiai laboratórium. Valladolídi Egyetem, Spanyolország. (José Alonso engedélyével)

gyelt csillagászati objektumban, ha nem láthatóak, akkor nincs jelen. (Nyilvánvalóan ez egy leegyszerűsített leírás, sok egyéb nehezítő körülmény között figyelembe kell venni például az objektum Földhöz viszonyított mozgásából származó spektrális, ún. Doppler-eltolódást is.)

A laboratóriumi asztrokémia egyik fontos feladata tehát az, hogy a csillagközi térben feltételezhetően jelen levő molekulákról laboratóriumi spektrumokat nyerjenek, méghozzá egy-egy asztrofizikai objektumra jellemző fizikai paraméterek között. A másik fontos célja az, hogy modellezéssel megértsük azt, hogy a különféle asztrofizikai környezetekben milyen kémiai reakciók mennek végbe, milyen lépésekben (azaz milyen mechanizmussal); valamint hogy megmérjük a különféle reakciók termékeloszlását és sebességét. A laboratóriumi modellezés jelenthet laboratóriumi kísérletet és számítógépes modellezést is. (Tágabb értelemben a számítógépes modellezéseket is a laboratóriumi asztrokémiához sorolják.) Az így megvizsgált reakcióutakból és reakciósebességekből reakcióhálókat (egymás után következő reakciókat) lehet összerakni, majd számítógépes szimulációval meg lehet vizsgálni egy asztrofizikai objektum kémiai evolúcióját. Ezt összevetve az asztrofizikai észlelésekkel tovább finomíthatók a reakcióhálóak.

Felmerül a kérdés, hogy miben különbözik a laboratóriumi asztrokémikus feladata a „hagyományos” kémiát űző vegyész munkájától. Első közelítésben a laboratóriumi asztrokémikusnak sokkal kevesebb kémiai elemmel kell foglalkoznia (6. ábra), ami bizonyára valamelyest megkönnyíti a feladatát. A feladatának nehézségét és egyben szépségét az adja, hogy cserébe – ahogy arról már

Periódusos rendszer
(Mengyelejev-féle, 1869)

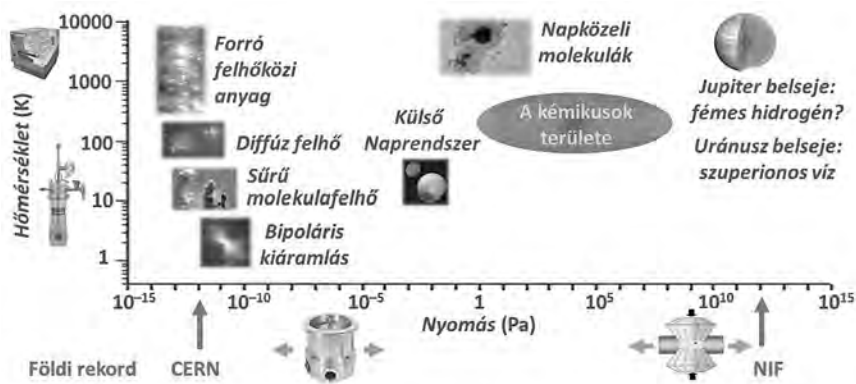
																		Nemfémek			Fémek										Félfémek																				
H																	He																																		
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																																		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																																		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																		
Cs	Ba	^{+Lu}	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																		
Fr	Ra	^{+Lr}	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																																		
																		La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu																																	
																		Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr																																	

A csillagászok periódusos rendszere
(Ben McCall-féle, ~2000)

																		Nemfémek			Fémek																																
H																																																					
																		He																																			
																		Mg																																			
																		Fe																																			
																		Si																																			
																		S																																			
																		Ar																																			

6. ábra A kémikusok és a csillagászok periódusos rendszere. A csillagászok periódusos rendszerében a négyzetek (és pontok) mérete az adott elem világegyetemi gyakoriságával arányos

fentebb is szó volt – a földi körülmények között extrémnek számító molekulákat is elő kell állítania, majd ezeket extrém körülmények között meg kell vizsgálnia. A két legfontosabb paraméterre mutat rá a 7. ábra: a nyomásra és a hőmérsékletre. Látható, hogy ebben a kétdimenziós térben egy hagyományos vegyész elég szűk tartományban mozog, míg az asztrokémikusnak az asztrofizikai körülmények modellezéséhez extrém alacsony és extrém nagy nyomáson és hőmérsékleten kell kísérleteket végeznie. És ez csak kettő a számos paraméter közül, ami jelentősen eltérhet a Földön megszokott értékektől: szerepet játszhat még a gravitációs erő nagysága, a sugárzás mennyisége és típusa. Fontos a méret és az idő szerepe is, hiszen a csillagközi térben jelentősen nagyobb méretskálán és időtartományban kell értelmezni a jelenségeket, mint egy földi laboratóriumban.



7. ábra. Hőmérséklet- és nyomásviszonyok a Világegyetemben.

A középső ovális alakzat azt a területet jelzi, amelyen körülményekkel a legtöbb vegyész dolgozik

A fentiekből adódik az a kérdés, hogy ezt mégis hogyan lehet megoldani a Földön, hiszen az eltérő körülmények között a kémia is teljesen másképpen viselkedik, és a spektrumok is máshogy néznek ki. Egyes körülményeket elő lehet és elő is kell teremteni. Így például kemencékkel több ezer kelvint el lehet érni, míg kriosztátokkal (vagy molekulásugaras kísérletekkel) az abszolút 0 fok felett néhány K-nel ma már rutinszerűen lehet kísérletezni. Turbomolekuláris szivattyúk segítségével megközelíthetjük a molekulafelhőkben uralkodó alacsony nyomást, míg gyémántüllő-cellák segítségével akár nagyobb bolygók belsejében, nagy nyomáson végbemenő geokémiai folyamatokat is modellezhetünk. A vizsgált objektumok méretét is jelentősen csökkenteni lehet. Erre pél-

dául azért van szükség, mert ha a molekulafelhőkben uralkodó nyomás mellett olyan méretben vizsgálnánk a gázfázisú anyagot, ami befér egy spektrométerbe vagy laborba, akkor túl kevés molekula tudna elnyelni vagy sugárzást kibocsátani ahhoz, hogy kiértékelhető spektrumot vegyünk fel. Több megoldás is kínálkozik arra, hogy megoldjuk ezt a problémát. A sokreflexiós cellákban a fény két tükör között pattog, így a fizikailag 10–50 cm-es hosszú gázcellában akár néhány 100 m-t is megtehet a fény, míg speciális lézerspektroszkópiai módszerekkel ma már könnyedén tudunk fél méteren belül is akár 10–100 km fényúthosszt vizsgálni.

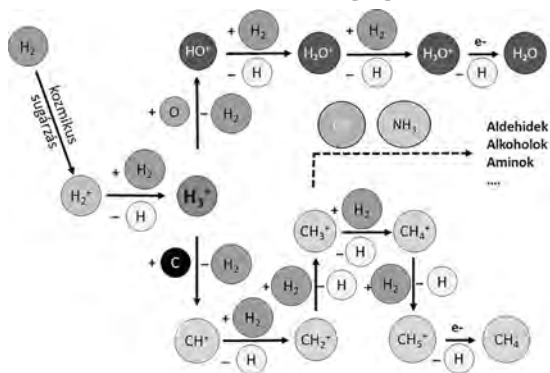
A 10–100 km-es úthosszt azonban kísérleti eszközökkel, a laboratóriumban már nem lehet fényév hosszúságúra nyújtani. Itt kap szerepet a számításhoz kvantumkémia. A kvantumkémia segítségével a kis molekulák spektruma ma már jól modellezhető, a számított és a kísérleti adatok összevetésével pedig tovább javíthatjuk, finomíthatjuk a számított spektrumokat. Ennek eredményeképpen a kísérletileg laboratóriumban nem megfigyelhető kis intenzitású spektrumvonalak helyét is nagyon jó közelítéssel becsülni tudjuk. Elvben még egyszerűbb módszer az, ha kihasználjuk azt, hogy egy spektrumvonal helyét a molekula energiaszintjei közötti különbség adja meg. Az energiaszintek helyét a gyakorlatban közvetlenül nem tudjuk mérni, csak ezeknek a különbségét. Ennek megértéséhez képzeljünk el egy létrát, amelynek fokai különböző távolságra vannak egymástól! Lépésünk nagyságával meg tudjuk mérni pl. azt, hogy milyen messze van az 1. és a 2., valamint a 2. és a 3. fok egymástól. Ha nem tudunk lépni (a spektrumokban nem elég intenzív az átmenet) az 1. szintről a 3. szintre, akkor a lépéstávolságot megkapjuk az 1. és a 2., valamint a 2. és a 3. szint közötti lépéstávolságok összegeként. Ugyanígy, a spektroszkópiában az 1. szintről a 3. szintre való átmenet kiszámítható a két: $1 \rightarrow 2$, illetve $2 \rightarrow 3$ spektrumvonal frekvenciájának (vagy a két foton energiájának) összegeként. Azaz, pontosan meghatároztuk annak az $1 \rightarrow 3$ spektrumvonalnak a helyét, amit kísérletileg a kis elnyelése miatt nem észleltünk a laboratóriumban. Ez megint nagyon egyszerűen hangzik, de a gyakorlatban sokkal problémásabb. Például a vízmolekula (HDO izotopomerének) esetében mintegy 50 000 energiaszintet kell figyelembe venni ahhoz, hogy a mintegy háromnegyedmillió lehetséges átmenetet, azaz egy csillagászati megfigyelés során észlelhető spektrumvonalakat le tudjuk írni. Császár Attila és munkatársai az ELTE-n e bonyolult feladat elvégzéséhez írtak hálózatelmélet alapján működő programot (MARVEL, Measured Active Rotational-Vibrational Energy Levels) [19].

Az asztrokémia módszerei és néhány érdekes eredménye

Az alábbiakban az asztrokémiai néhány fontosabb, érdekesebb eredményét, illetve a laboratóriumi asztrokémia fontosabb módszereit mutatjuk be.

H_3^+ , a csillagközi tér szupersavja

A H_3^+ molekulaiont elsőként, az 1910-es évek elején, J. J. Thomson azonosította tömege és töltése alapján [20]. Az azonosítás lényege ugyanaz volt, ahogy a Nobel-díjjal jutalmazott kísérletében az elektront is felfedezte: az adott sebességgel mozgó H_3^+ -at mágneses térben eltérítette, és az eltérülés mértékéből a tömeg/töltés arányt kiszámította. 1973-ban Watson [21], valamint Herbst és Klemperer [22] azt feltételezték, hogy – az akkor a csillagközi térben még nem azonosított – H_3^+ -nak kiemelkedő asztrokémiai szerepe van. A kozmikus sugárzás hatására a H_2 ionizálódhat, és H_2^+ keletkezik, ami egy másik H_2 molekulával ütközve H_3^+ -at és hidrogénatomot eredményez. A H_3^+ rendkívül erős sav, más molekulával ütközve protonálhatja azt, azaz H^+ iont ad át. Ahogy a 8. ábrán látható, a H_3^+ olyan reakciókat indíthat be a csillagközi tér gázfázisában, amelyek H_2O , CH_4 vagy más kis szerves molekulák képződését eredményezhetik. Ahhoz, hogy ezt a feltételezést bizonyítani tudják, először a laboratóriumban kellett a H_3^+ spektrumát felvenni. Ezt elsőként Takeshi Oka oldotta meg 1980-ban, aki egy speciálisan kialakított üvegberendezésben, elektródok közötti elektromos kisüléssel, a hidrogéngázból létrejövő plazmában mérte ki a színképet [23]. A Földön kívüli detektálásra 1989-ig kellett várni [24], amikor a Jupiter és az Io közötti plazmagyűrűben azonosították a színképvonalait. A csillagközi térben való detektálására 1996-ban került sor [25].



8. ábra. A H_3^+ keletkezése a csillagközi térben, valamint a H_3^+ kémiai reakciói a csillagközi tér gázfázisában

HeH⁺, a Világegyetem első molekulája

Az ősrobbanás elmélete szerint az ősrobbanás utáni első 1-2 percen a protonok mellett létrejöttek a legkisebb atomok magjai: ²H, ³He, ⁴He és némi ⁶Li. A további tágulás és az azzal járó lehűlés következtében elektronokat fogtak be a csupasz magok, és semleges atomok jöttek létre. Mivel a hélium erősebben köti meg az elektronokat (első ionizációs energiája 24,6 eV, a második ionizációs energiája 54,5 eV), mint a hidrogén (ionizációs energiája 13,6 eV), ezért 6000 K-re való lehűléskor a hélium már nagyobb arányban volt semleges, mint ionos állapotban. A hidrogén esetében ez csak 4000 K-re való lehűléskor következett be. Így 6000 K és 4000 K között, az ősrobbanás után néhány tízezer évvel a He és a H⁺ részecskék ütközése során jöhetett létre a Világegyetem története során elsőként molekula: a HeH⁺. Kissé talán paradox módon, a HeH⁺-t elsőként a Földön kívül, a Világegyetem egy relatíve fiatal objektumában, az NGC 7027 (vagy Ékszerbogár) planetáris ködben azonosították 2019-ben a SOFIA repülőteleszkóp segítségével [26].

További He atomok és HeH⁺ molekulák ütközésével He_nH⁺ ($n=3-6$) molekulaionok is létrejöhetnek. Ezeknek az egzotikus molekuláknak a kísérleti spektrumát Oskar Asvany és Stephan Schlemmer vette fel [27]. Kísérletük lényege az, hogy adott tömegű ionokat egy elektromágneses csapdában megállítanak, majd kis energiájú He atomokkal ütköztetik. Azután az adott tömegű termékeket kieresztik az elektromágneses csapdából, majd lézerek segítségével spektrumokat vesznek fel ezekről. A kísérleti spektrumok értelmezéséhez Császár Attila (ELTE) és munkatársai végeztek elméleti számításokat [28].

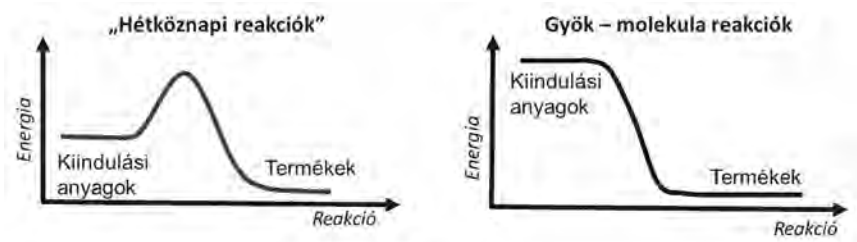
Víz a napfoltok előtt

Wallace és munkatársai 1995-ben a napfoltok külső része (penumbra) előtt egy vonalakban rendkívül gazdag színképet észleltek az arizonai McMath–Pierce naptávcső segítségével. Már a spektrumok felvételekor is felmerült, hogy a gazdag spektrum a vízhez tartozhat. Ez azért volt érdekes, mert korábban nem gondolták, hogy ilyen hőmérsékleten, 2900 °C-on észlelni lehet vízre utaló jeleket. (Túlnyomó többségben itt atomjaira, illetve •OH-gyökre és hidrogénatomokra esik szét a víz, de a kis arányban jelenlevő vízmolekulák a nagy rétegvastagság miatt észlelhetőek.) 1995-ben még ilyen magas hőmérsékleten nem álltak rendelkezésre laboratóriumi spektrumok a vízről. A megfigyelés azonban nagy lökést adott a laboratóriumi méréseknek. Mára már a kísérleti kemencés emissziós és speciális lézerspektroszkópiái méréseknek köszönhetően

a spektrumvonalak döntő részét a laborban is megfigyelték, bizonyítva, hogy valóban a vízhez tartoznak [29].

Reakciósebességek „fordított” hőmérsékleti függése

A „hétköznapi” kémiai reakcióknál megszoktuk, hogy a hőmérséklet növelésével fel lehet gyorsítani a reakciót. Azért tesszük kuktába az ételt, mert lezárva, nagyobb gőznyomás alakul ki, így magasabb hőmérsékleten forr a víz, a hús hamarabb megpuhul. Az ételt pedig hűtőbe rakjuk, mert kisebb hőmérsékleten lassabbak az étel megromlásához vezető biokémiai folyamatok. Ennek egészen egyszerű magyarázata van. A legtöbb kémiai reakció esetében – még akkor is, ha a termék energiája kisebb mint a kiindulási anyagok energiája (azaz a reakció exoterm) – a reakció végbemenetele során az anyagok energiája először növekszik; például elkezd felszakadni egy kémiai kötés, de az új kötés még nem alakul ki. Ezt a többlet energiát hívjuk reakciógátnak (9. ábra). Ebben az esetben minél magasabb a hőmérséklet, annál több kiindulási molekulának elegendően nagy az energiája ahhoz, hogy túljusson a reakciógáton.



9. ábra. „Hétköznapi” (zárt elektronhéjú molekulák közötti) és a csillagközi térre jellemző gyök-molekula reakciók energiadiagramjai

A csillagközi térben ilyen reakciók nem mehetnek végbe, mivel túl alacsony ehhez a hőmérséklet. A kémiai változásokért itt olyan reakciók felelősek, amelyeknek nincs (vagy nagyon kicsi) a reakciógátja. Ilyen esetben a molekulák közötti ütközés akkor a leghatékonyabb, ha nagyon kis energiával ütköznek egymással. Túl nagy energiájú ütközések esetében a két részecske reakció nélkül lepattan egymásról. Mivel a hőmérséklet csökkenésével a gázfázisú molekulák sebessége és így a kinetikus energiája csökken, a reakciósebesség nő. Jellemzően gát nélküli reakció például két gyökmolekula közötti ütközés (ún. rekombináció), de sok esetben gát nélküli egy zárt elektronhéjú molekula és egy gyökmole-

lekula vagy egy molekulaion és egy zárt elektronhéjú molekula közötti reakció is. (Az utóbbira példák a már említett H_3^+ protonálási reakciók, 8. ábra.)

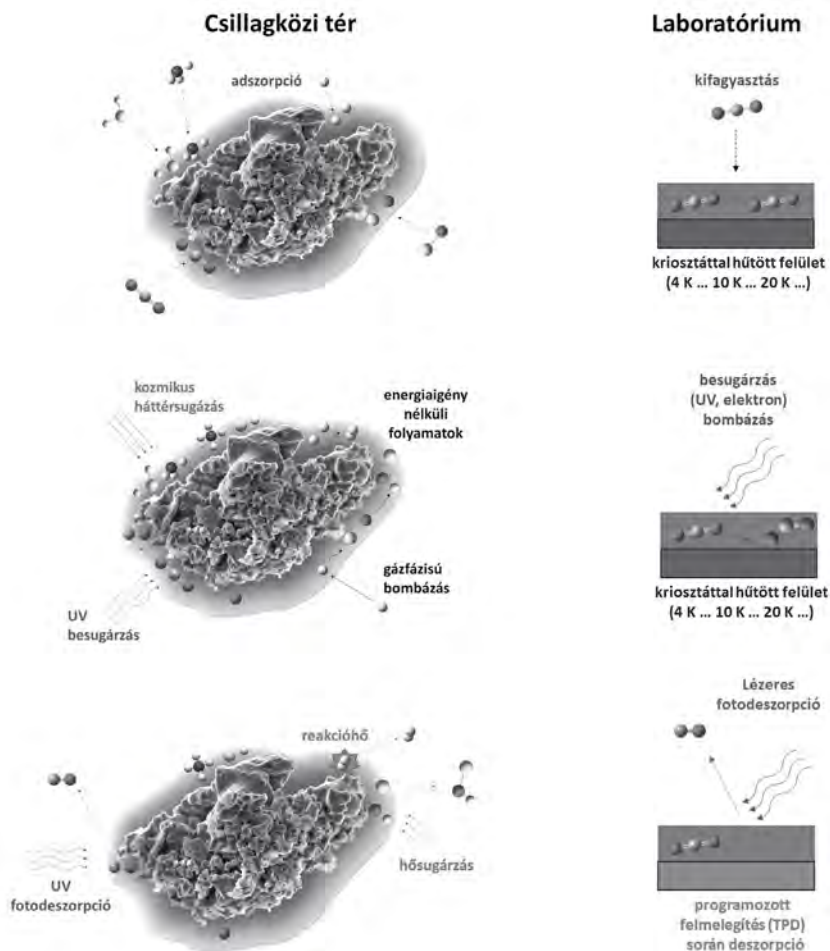
Ezt az érdekes hőmérsékletfüggést nemcsak elméleti (ún. molekuladinamikai) szimulációkkal, de kísérletileg is meg lehet mutatni. Ilyen kísérlet például a keresztezett molekulasugaras módszer, amelyért 1986-ban Yuan T. Lee (az MTA tiszteleti tagja) és Dudley Herschbach Nobel-díjat kaptak [30]. A módszer lényege az, hogy vákuumban két molekulasugarat keresztesznek egymással, így az ütközési pontban valamekkora valószínűséggel bekövetkezhet a reakció. A termékek mennyiségét, sebességét és térbeli eloszlását egy mozgatható tömegspektrométerrel lehet követni, ami lehetővé teszi a reakció mechanizmusának meghatározását. A reaktív ütközések számából pedig a reakciósebességet is meg lehet kapni. A módszer korlátai közé tartozik az, hogy nagyon kis sebességgel mozgó (azaz nagyon alacsony hőmérsékletű) molekulákat nehéz így létrehozni. Erre a problémára nyújt megoldást egy másik technika: a kiindulási molekulákat egy, a sugárhajtóművekhez hasonló fúvókában keverik és engedik be a vákuumtérbe. Ekkor lamináris áramlás alakul ki, a molekulák ugyan gyorsan mozognak egy irányban, de egymáshoz képest viszonylag kis sebességgel. Ez lehetővé teszi azt, hogy alacsony hőmérsékletre jellemzően igen puhán ütközzenek. A termékek mennyisége a fúvókától távolodva nő, a növekedés mértékéből pedig meghatározható a reakciósebesség. Ez utóbbi módszert nevezik CRESU (Cinétique de Réaction en Ecoulement Supersonique Uniforme) technikának [31]. A technikával számos asztrokémiai szempontból fontos reakciót vizsgáltak, adatbázisokba foglalták a reakciósebességet és annak hőmérsékletfüggését.

Reakciók csillagközi szemcsék felületén

A fentiekben még csak a csillagközi anyag gázfázisáról ejtettünk szót. A csillagközi anyag ugyancsak fontos összetevői a porszemcsék. Ezeknek, az akár 0,1 mm nagyságú szemcséknek a magja általában szilikát összetételű, amelynek felületére kis molekulák fagynak ki. Kondenzált fázisban a molekulák színképvonalai szélesek, nehezebb a molekulák egyértelmű azonosítása a színképük alapján. Részben emiatt ez idáig csak néhány molekulát sikerült kimutatni csillagközi szemcsék felületén (pl. CO, CO₂, H₂O, NH₃, HCOOH, CH₃OH). Ennek ellenére, mind a laboratóriumi kísérletek, mind a számítógépes szimulációk azt mutatják, hogy a csillagközi szemcsék felülete igazi „csillagközi vegyi üzemként” működik. Jelenlegi asztrokémiai modellek szerint

egy-egy vegyület – beleértve a már a csillagközi tér gázfázisában azonosított molekulák egy részét is – kizárólag a jégzemcsék felületén keletkezhetnek.

A szilárd fázisú reakciók folyamatát és laboratóriumi modellezését a 10. ábra mutatja. Első lépésben a szilárd csillagközi szemcsék felületére kismolekulák fagnak ki. Ezt a fázist hívjuk asztrofizikai jégnek. Fontos hangsúlyozni, hogy ez változatos kémiai összetételű anyag, nem egyszerű vízjég. A laboratóriumi



10. ábra Kémiai reakciók a csillagközi szemcsék felületén és azok modellezése a laboratóriumban.

modellezésekben ritkán használnak szilikátszemcsét. Leggyakrabban egy inert, a spektroszkópiai vizsgálatokhoz fényt visszaverő (általában aranyozott vagy ródiummal bevont) felületre (hordozóra) vékony filmként fagyaszttják ki a molekulákat. Annak érdekében, hogy a kémiai folyamatokat, a reakciók mechanizmusát jobban meg lehessen érteni, a laboratóriumi kísérletekben egyszerű összetételű, egy-, két- vagy csak néhányféle molekulát tartalmazó jegeket szoktak vizsgálni. Ezeket a jegeket nevezik asztrofizikai analóg jegeknek.

Ezt követően a kifagyott molekulák között kémiai reakciót indíthat be például a diffúz (ritka) felhőkben egy csillag széles sávú UV vagy a hidrogén Lyman- α sugárzása, a sűrűbb felhőkben pedig a kozmikus sugárzás (azaz nagy energiájú részecskék, pl. elektronok vagy ionok becsapódása). Egy sűrű molekulafelhő magjában, ahová már a kozmikus sugárzások sem hatolnak be, reaktív molekulák, gyökök közötti energiagát nélküli reakciók léphetnek fel a jég belsejében vagy annak felületén.

Végül a szemcse felületéről a reakcióhő hatására a termék kiléphet a gázfázisba. Egy gázfázisból becsapódó atom vagy molekula is kilökheti a terméket a gázfázisba. Gyakori az is, hogy egy közeli csillag hősugárzása vagy UV sugárzása vezet a molekula gázfázisba való kilöködéséhez, deszorpciójához. Laboratóriumi kísérletekben az utóbbi hatásokat lehet ionbombázással vagy lézerbesugárzással modellezni. A hőhatást egyszerűen a minta lassú felmelegítésével szokták szimulálni, ezt a folyamatot hívják hőmérséklet-programozott deszorpciónak (TPD, Temperature Programmed Desorption).

A laboratóriumi kísérletekben minden lépést (kifagyasztás, reakció, deszorpció) spektroszkópiai módszerekkel, leggyakrabban IR spektroszkópiával követnek. A kémiai reakciókra a spektrum változásaiból lehet következtetni. A deszorpció (TPD) során a gázfázisba jutó molekulákat általában tömegspektrométerrel is vizsgálják, azaz a valamilyen módszerrel (leggyakrabban elektronbombázással) ionizált molekulákat tömegük szerint elemzik, amit szintén a termékek azonosításához lehet használni.

Az asztrofizikai jegek vizsgálatára számos berendezést építettek. Itt csak néhány, valamilyen tekintetben különleges berendezést említünk. Minden ilyen berendezésben közös az, hogy ún. ultranagyvákuumban kell dolgozni (a nyomás $\leq 10^{-9}$ mbar), a kifagyasztásra használt felületet egy kriosztát segítségével 3–50 K hőmérsékletre kell hűteni.

A Leideni Egyetemhez tartozó Leiden Observatóriumban számos berendezést építettek. Ezek közül legeredményesebben talán a SURFSIDE³ be-

rendezést használják [32]. A 3-as szám itt arra utal, hogy egyrészt ennek a berendezésnek ez a harmadik változata, másrészt, hogy egyszerre háromféle atomforrással tudnak a jég felületére atomokat vagy gyököket juttatni. Generálni tudnak hidrogén-, szén-, nitrogén- és oxigénatomokat, majd vizsgálni tudják ezek reakcióit jégeken.

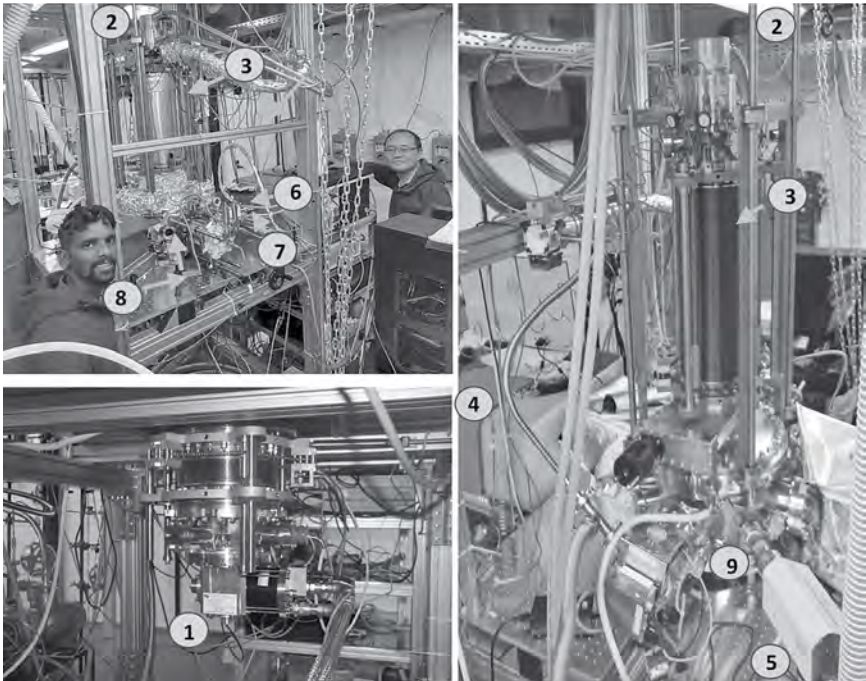
A Hawaii Egyetem Keck berendezése abban különleges, hogy a gázfázisú molekulák analízise során nem elektronnyalábbal ionizálnak, hanem UV lézerrel [33]. Ennek két nagy előnye van. Egyrészt ez az ionizáció kíméletesebb, a gyenge kötésekkel összetartott molekulák nem esnek szét fragmensekre, azaz ilyen ionizációval megfigyelhetők ezek is, míg elektronionizációt használva nem. A módszer másik előnye az, hogy az UV sugárzás hullámhosszát változtatva meg lehet mérni, hogy milyen hullámhossznál (milyen fotonenergiánál) ionizálódnak a képződött molekulák, azaz meghatározható a különböző termékmolekulák ionizációs energiája, ami nagyban segíti a termékek pontos molekuláris azonosítását.

A Wisconsin-Madison egyetemen működő SubLIME berendezés különlegessége az, hogy a TPD során a gázfázisba jutó molekulákat nemcsak tömegspektrométerrel analizálják, hanem szubmilliméteres spektroszkópiával is [34]. Hasonló berendezést építettek Franciaországban is, ahol mikrohullámú tartományban tudják vizsgálni a molekulákat [35]. Ennek a két berendezésnek a fő előnye az, hogy a termékekről felvett spektrumok közvetlenül összehasonlíthatók a csillagközi tér gázfázisáról rádiótvcsövekkel mért spektrumokkal.

Hazánkban az elmúlt néhány évben indultak el asztrofizikai jegekkel kapcsolatos kísérletek a debreceni Atomki-ban és az ELTE-n. Az Atomki-ban épült ICA (Ice Chamber for Astrophysics & Astrochemistry) berendezés [36] egy iongyorsító (Tandetron) mellé épült. Egyedi módon, 0,2–6 MeV tartományban tudják különféle atomokból (H, He, C, S ... Xe) generált ionokkal bombázni a jegeket. Többek között planetáris jegek és ionok kölcsönhatását és a Jupiter holdjaira jellemző kéntartalmú jegek kémiáját vizsgálták. Terveik között szerepel két újabb kísérleti berendezés építése is. Az egyikkel csillagközi porokon végbemenő reakciókat, a másikkal a napszél hatására végbemenő kémiai reakciókat vizsgálják majd.

Az ELTE-n az MTA–ELTE Lendület Laboratóriumi Asztrokémia Kutatócsoport épített egy berendezést asztrofizikai jegek vizsgálatára. A VIZSLA (Versatile Ice Zigzag Sublimation Setup for Laboratory Astrochemistry, *11. ábra*) [37] nevű berendezéssel a kozmikus sugárzás hatását elektronnyalábbal, a fénysugár-

zás hatását 213 és 2800 nm között hangolható lézerrel, illetve hidrogénatom lámpával (Lyman- α) lehet vizsgálni. Továbbá, a sűrű molekulafelhők egyik legjellemzőbb alkotójával, a hidrogénatomokkal való reakcióhoz, a készülékre egy hidrogénatomnyaláb-forrás is fel van szerelve. A készülék több szempontból is egyedi. Egyrészt a VIZSLA készüléknek két kriosztátja is van, az egyikkel 3 K-ig, a másikkal 10 K-ig lehet hűteni. Az első kriosztátra szerelt arannyal (vagy ródiummal) bevont felületen lehet végezni az asztrokémiai kísérletet, a kémiai változásokat pedig IR és UV spektroszkópiával lehet követni. Ahogy azt már fentebb említettük, kondenzált fázisban a spektrumvonalak szélesek, átfedhetnek. Emiatt sokszor csak a képződött molekula típusát (funkciós csoportját) lehet azonosítani, pontos molekuláris azonosítás – pl. az etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) és



11. ábra Az ELTE–MTA Laboratóriumi Asztrokémia Kutatócsoport VIZSLA berendezése.
 1: Forgatható és le-föl mozgatható 3 K-es kriosztát, 2: Le-föl mozgatható 10 K-es kriosztát,
 3: *para*- H_2 konverter (vákuumkamrán belül), 4: IR spektrométer, 5: tömegspektrométer,
 6: hidrogénatomnyaláb-forrás, 7: elektronágyú, 8: 213 és 2800 nm között hangolható lézernyaláb,
 9: hidrogénatom lámpa. A képen Gopi Ragupathy (ELTE–MTA Laboratóriumi Asztrokémia
 Kutatócsoport) és Jiao He (Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg) vendégkutatót látható

a metanol (CH_3OH) molekulák megkülönböztetése – nem lehetséges vagy bizonytalan. Ezen segít – a tömegspektrometriás analízis mellett – a második kriosztát. A TPD folyamat során a két kriosztátra szerelt, a jég leválasztására használt két felület egymással szembe állítható. Míg az első kriosztát melegszik, adott hőmérséklet-tartományban a gázfázisba került molekulákat argonnal elkeverve a másik kriosztát hordozó felületére lehet fagyasztani az első kriosztát hordozójáról deszorbeálódó molekulákat. Az argonjégbe (Ar mátrixba) való fagyasztásnak az előnye az, hogy a molekulák az argonnal kevésbé hatnak kölcsön, mint más jellemző asztrofizikai jegeket alkotó molekulákkal. Ennek következtében a spektrumvonalak élesek, ami lehetővé teszi az egyértelmű molekuláris azonosítást. Felmerül a kérdés, hogy miért nem gázfázisban történik az IR spektroszkópiai mérés. Míg a deszorpció során a gázfázisban egy adott pillanatban nagyon kevés molekula tartózkodik, a TPD egy adott hőmérsékleti tartományban alkalmazott átfagyasztás esetében a termékmolekulákat az argonban fel lehet halmozni, így azok jóval nagyobb érzékenységgel detektálhatók.

A VIZSLA másik különlegessége, hogy szilárd *para*- H_2 jégben is lehet vele kísérleteket végezni. A *para*- H_2 a hidrogénmolekula egyik formája, az *orto*- H_2 mellett. A *para*- H_2 -ben a két hidrogénatom magspinje ellentétes, míg az *orto*- H_2 -ben azonos irányú. Emiatt az *orto*- H_2 paramágneses, míg a *para*- H_2 diamágneses tulajdonságú. Mivel a kétféle H_2 molekula energiája nagyon kicsit különbözik, így a szobahőmérsékletű hidrogéngázban mindkét forma jelen van. A tiszta *para*- H_2 -t alacsony hőmérsékleten, katalizátor segítségével lehet előállítani. A tiszta *para*- H_2 -ből 4 K alatt képzett jégben a H_2 molekulákat nagyon gyenge kölcsönhatás tartja össze, emiatt ez a jég ún. puhajég, „kvan-tummátrix” [38]. A *para*- H_2 -jég ugyan sok tekintetben eltér az asztrofizikai jegek tulajdonságaitól, de lehetővé teszi azt, hogy a néhány K hőmérsékleten a H-atomokkal történő reakciókat részletesen meg lehessen érteni. Ezt, a módszert kidolgozó David Anderson és Yuan-Pern Lee csoportja mellett, egyelőre csak az ELTE-n használják ilyen asztrofizikai vizsgálatokra.

A H_2 molekula keletkezése a csillagközi térben

Bár a H_2 molekula a Világegyetem leggyakoribb molekulája, keletkezése a jelenlegi Világegyetemben még sok megválaszolatlan kérdést vet fel [39]. A H_2 ugyanis nem képződhet gázfázisban, mivel a $\text{H} + \text{H} \rightarrow \text{H}_2$ reakció gát nélküli, egyszerű ütközés során a felszabaduló energia megmarad, a hidrogén atomok lepattannak egymásról. Földi körülmények között a reakció $\text{H} + \text{H} + \text{X} \rightarrow \text{H}_2 + \text{X}^*$

mechanizmussal megy végbe, ahol az X egy harmadik ütköző részecske, ami elvezeti a reakció során felszabaduló energiát. A csillagközi térben azonban a kis nyomás miatt a hármas ütközések valószínűsége gyakorlatilag nulla. Két eltérő atom ütközése során a $X + Y \rightarrow XY + \text{foton}$ mechanizmussal is keletkezhet egy molekula gázfázisban, ugyanis ekkor az elektromágneses sugárzással (azaz foton kilépésével) tud távozni a felszabaduló energia. A kvantummechanika törvényei szerint viszont ez a mechanizmus két ugyanolyan atomot tartalmazó, nemdipólusos molekula (így a H_2 -molekula) keletkezése esetében nem működik. Egyéb, pl. H^+ vagy H^- ionokat és H atomok ütközését magukban foglaló, gázfázisú reakciómechanizmusok szintén kizárhatóak a jelenlegi Világegyetemben.

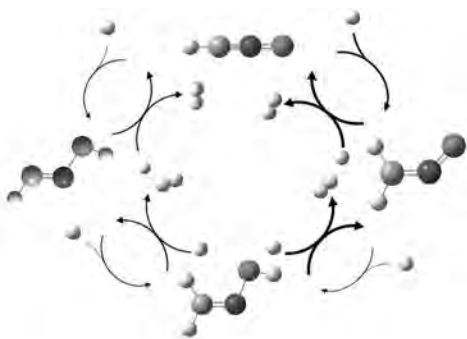
Ezért kézenfekvő, és az asztrokémikusok körében elfogadott az, hogy a reakció szilárdfázisban, jegek felületén megy végbe. Azonban az egyszerű szilárdfázisú modell sem tudja megmagyarázni a H_2 képződését [40]. Túl alacsony hőmérsékleten a hidrogénatomok túl erősen kötöttek, nem tudnak mozogni (diffundálni) az asztrofizikai jégben vagy annak felületén. A hőmérséklet emelkedésével viszont, mire beindulna a diffúzió, a hidrogénatomok túl gyengén kötöttek a jég felületén, deszorbeálódnak, mielőtt reakciópartnert találnak. Több elképzelés, modell is létezik arra, hogy hogyan mehet végbe ez a reakció. A legegyszerűbb modellekben és kísérletekben olyan porózus szilikátfelületeket használnak, amelyek üregeiben a hidrogénatomok sokáig bolyonganak és ütköznek, mire végleg leszakadnak a felületről. Egy másik modellben, amit szintén bizonyítottak kísérletekkel is, a 10 K-nél alacsonyabb hőmérsékletű hidrogénatomokat megkötő jeget hirtelen melegítik fel. (A csillagközi térben ezt a hirtelen felmelegedést okozhatja egy lökéshullám.) Ekkor, ha elég nagy volt a hidrogénatomok mennyisége a felületen, a hidrogénatomoknak nincs idejük deszorbeálódnia a felületről, előbb találkoznak egy másik hidrogénatommal, és H_2 -t képeznek. A harmadik modell szerint a hidrogénatomok kémiaiilag kötődnek meg, kovalens kötést képeznek egy molekulával, azaz nem egyszerű fiziszorpció, hanem kemiszorpció történik. Az így megkötött hidrogénatomok általában reakcióképesek, így egy másik hidrogénatom ütközése le tudja szakítani a korábban megkötött hidrogénatomot, miközben visszaképződik az eredeti molekula, és H_2 keletkezik. Azaz a H-atomot megkötő molekula katalizátorként viselkedik.

Az utóbbi mechanizmust elméleti számításokkal és kísérletileg egyaránt modellezték. Az első elképzelések szerint ilyen katalizátorok lehetnek a sokgyűrűs aromás szénhidrogének (PAH-ok). Közelmúltbeli elméleti számítások szerint,

ha egy PAH egy-egy szénatomját más atomra (pl. O-re, N-re) cseréljük, akkor a katalizátor hatékonyabban működik [41]. Ezt a VIZSLA berendezéssel végzett kísérletek is bizonyították [42]. Továbbá azt is meg lehetett mutatni, hogy nemcsak a PAH-ok, hanem egyszerűbb, a csillagközi térben már egyértelműen azonosított kis szerves molekulák (iCOM-ok) is működhetnek katalizátorként. Egy ilyen katalitikus ciklust mutat be a 12. ábra.

12. ábra. A VIZSLA készülékkel felderített, a csillagközi tér egy lehetséges H_2 -képződési katalitikus ciklusa.

(Fehér: hidrogénatom,
sötétszürke: nitrogénatom,
világosszürke: szénatom,
középszürke: oxigénatom.)



A glicin és aminosavak keletkezése

Az élet keletkezésének egy lehetőségét veti fel az ún. pánspermia elmélet, amely szerint az élet kezdeménye a csillagközi térben alakult ki, és meteorok közvetítésével érkezett a Földre. Ez a felvetés az egyik hajtóereje annak, hogy biomolekulákat mutassanak ki, illetve megértsék az egyes biomolekulák felépülését és lebomlását különféle asztrofizikai környezetekben.

A legkisebb aminosav, a glicin (NH_2CH_2COOH) csillagközi térben való kutatásáról már fentebb írtunk. A glicin lehetséges asztrofizikai szintézisével (és lebomlásával) is sokan foglalkoztak. Már korai vizsgálatok is rámutattak arra, hogy a glicin asztrofizikai jégekben egyszerűbb molekulákból sugárzások hatására keletkezhet. A sok vizsgálat közül itt egyet említünk: Holtom és munkatársai 2005-ben megmutatták, hogy szén-dioxidot (CO_2) és metil-amint (CH_3NH_2) tartalmazó jégből elektronokkal való besugárzás (kozmikus sugárzás) hatására keletkezhet glicin. Ennek és sok más hasonló kísérletnek azonban van némi szépséghibája. Egyrészt a kozmikus sugárzás nemcsak felépíti, hanem le is bontja a glicint. Másrészt a sűrű molekulafelhők magjába, ahol egyébként sok molekula nagy mennyiségben épülhet fel, a kozmikus sugárzás sem tud hatékonyan bejutni. Ezért volt nagy jelentőségű Ioppolo és munka-

társainak 2021-ben közölt eredménye, miszerint hidrogénatomok jelenlétében a glicin sugárzás nélkül is keletkezhet. A SURFSIDE³-on végzett kísérleteik során a csillagközi térben már azonosított molekulákat, nevezetesen oxigént (O₂), szén-monoxidot (CO) és metil-amint fagyasztottak ki hidrogénatomokkal 11 K-en, és egyértelműen igazolták, hogy a jégben ilyen körülmények között sötétben is keletkezik glicin [43].

A VIZSLA berendezéssel a glicin és hidrogénatomok reakcióját vizsgáltuk *para*-H₂-ben. A kísérletek megmutatták, hogy a hidrogénatomok könnyen és szelektíven le tudják szakítani a glicin –CH₂-csoportjáról az egyik hidrogénatomot, miközben α -glicilgyök (NH₂C•HCOOH) képződik [44]. A kísérletnek az a fő jelentősége, hogy a párosítatlan elektron (gyökcentrum) azon a szénatomon helyezkedik el, ahol – a glicin kivételével – természetes aminosavak oldallánca van. Mivel egy gyökmolekula a gyökcentrumánál képes legkönnyebben reakcióba lépni, ezért várhatóan ezen az úton oldalláncok épülhetnek be, azaz létrejöhetnek nagyobb természetes aminosavak is, asztrofizikai környezetben is. Ennek bizonyítására jelenleg is folynak kísérletek, többek között a VIZSLA berendezéssel is.

Az asztrokémia jövője

A fentiekben láthattuk, hogy az asztrokémia rendkívül dinamikusan fejlődő tudományág. Gyorsuló ütemben nő a csillagközi térben azonosított molekulák száma. A laboratóriumi kísérletek és asztrofizikai mérések összevetéséből egyre részletesebben értjük meg a legkülönbözőbb asztrofizikai környezetekben végbemenő folyamatokat. Az ALMA rádióátvicső-rendszer segítségével pl. térbeli felbontásban is látjuk már a bolygóképződési régiók főbb molekuláit; eltérő fázisban levő képződmények összevetésével egyre jobban látjuk azt is, hogy a bolygóképződés során milyen kémiai evolúció megy végbe. A James Webb űrtávcső már bizonyította, hogy exobolygók légkörében is azonosíthat pl. vízmolekulát. A JWST várhatóan a csillagközi jegekről is részletgazdag spektrumokat szolgáltat majd a közeljövőben. E spektrumok magyarázatához még több laboratóriumi adatra és vizsgálatra lesz szükség. A debreceni Atomki-ban működő csoport és az MTA–ELTE Lendület Laboratóriumi Asztrokémia Kutatócsoportja is egy olyan nagyobb európai együttműködésre készül, amely reményeink szerint hozzájárul majd a JWST ezen mérési adatainak megértéséhez.

Várhatóan egyre nagyobb és komplexebb molekulákat tudunk majd azonosítani a csillagközi térben. Vajon mi a határ? Mekkora, mennyire komplex molekulák képződhetnek különféle asztrofizikai környezetekben? Miért a bennünket felépítő molekulák az élet építőelemei? Lehet-e alternatívája a földi típusú életnek? Megérthetjük-e mindezeket az asztrokémia és az asztrobiológia segítségével? Ma még nem tudjuk a választ ezekre a kérdésekre, de kíváncsian nézünk a következő, az asztrokémia területén rendkívül biztató és izgalmas évek elébe.

További olvasmányok, videófelvételek, honlapok

- A kézirat részben az MTA Magyar Tudomány Ünnepe 2021 novemberében elhangzott előadás alapján készült, ami megtekinthető a YouTube-on: <https://www.youtube.com/watch?v=sbfFtaoTx1>
- További ismeretterjesztő előadások: <https://www.youtube.com/watch?v=QM2GMKweRc8> <https://www.youtube.com/watch?v=7lwJ8CAyd3Y>
- Az asztrokémiai észleléseket, azonosított molekulákat, közleményeket, könyveket és konferenciákat szisztematikusan összefoglaló, hetente frissülő honlap: <http://www.astrochymist.org/>

Hivatkozások:

- [1] Wollaston, W. H. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 1802, 92, 365–380.
- [2] Fraunhofer, J. *Denkschriften der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München*, 1814 & 1815, 5, 193–226.
- [3] Talbot, W. H. F. *Edinburgh J. Sci.* 1826, 5, 77–82.
- [4] Foucault, L. *L'Institut Journal Universel des Sciences* 1849, 17, 44–46.
- [5] Kirchhoff, G., Bunsen R. *Ann. Phys. Chem.* 1860, 110, 161–189.
- [6] Hartmann, J. *Astrophys. J.* 1904, 19, 268–286.
- [7] McCabe, M. *Astronomy & Geophysics*, 2019, 60, 4. 29–4.35.
- [8] Eddington, A. S., *The Internal Constitution of the Stars*, Chapter XII: Diffuse matter in interstellar space, Cambridge University Press, 1926.
- [9] Swings P., Rosenfeld, L. *Astrophys. J.* 1937, 86, 483–486.
- [10] http://www.astrochymist.org/astrochymist_ism.html
- [11] McCall, B. J., Griffin, E. R. *Proc. Roy. Soc. A* 2013, 469, 1–9.
- [12] Campbell, E. K. et al. *Nature* 2015, 523, 322–323.

- [13] Hollis, J. M. Lovas, F. J., Jewell, P. R. *Astrophys. J.* 2000, 540, L107–L110.
- [14] Kuan, Y.-J. et al. *Astrophys. J.* 2003, 593, 848–867.
- [15] Snyder, L. E. et al. *Astrophys. J.* 2005, 619, 914–930.
- [16] Kvenvolden, K. et al. *Nature*, 1970, 228, 923–926.
- [17] Elsila, J. E., Glavin, D. P., Dworkin, J. P. *Meteoritics & Planetary Science* 2009, 44, 1323–1330.
- [18] Altwegg, K. et al. *Sci. Adv.* 2016, 2, e1600285.
- [19] <http://kkrk.chem.elte.hu/marvelonline/about.php>
- [20] Thomson, J. J. *Proc. Roy. Soc. A* 1913, 89, 1–20.
- [21] Watson, W. D. *Astrophys. J.* 1973, 183, L17.
- [22] Herbst, E., Klemperer, W. *Astrophys. J.* 1973, 185, 505–534.
- [23] Oka, T. *Phys. Rev. Lett.* 1980, 45, 531–534.
- [24] Drossart, P. et al. *Nature* 1989, 340, 539–541.
- [25] Geballe, T. R., Oka, T. *Nature* 1986, 384, 334–335.
- [26] Güsten, R. et al. *Nature* 2019, 568, 357–359
- [27] Asvany, O. *J. Phys. Chem. Lett.* 2019, 10, 5325–5330.
- [28] Wallace, L. et al. *Science* 1995, 268, 1155–1158.
- [29] Tennyson, J. *J. Quant. Spectrosc. Rad. Trans.* 2009, 110, 573–596.
- [30] Lee, Y. T. *Science* 1987, 236, 793–798.
- [31] Potapov, A. et al. *Chem. Int. Ed.* 2017, 56, 8618–8640.
- [32] Qasim, D. et al. *Rev. Sci. Instrum.* 2020, 91, 054501.
- [33] Jones, B. M., Kaiser, R. I. *J. Phys. Chem. Lett.* 2013, 4, 1965.
- [34] Yocum, K. M. et al. *J. Phys. Chem. A* 2019, 123, 8702.
- [35] Theulé, P. et al. *ACS Earth Space Chem.* 2020, 4, 86.
- [36] Herczku, P. et al. *Rev. Sci. Instrum.* 2021, 92, 084501.
- [37] Bazsó, G. et al. *Rev. Sci. Instrum.* 2021, 92, 124104.
- [38] Tsuge, M., Tseng, C.-Y., Lee, Y.-P. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2018, 20, 5344.
- [39] Vidali, G. *Chem. Rev.* 2013, 113, 8762–8782.
- [40] Williams, D. A., Hartquist, T. W. *The Cosmic-Chemical Bond: Chemistry from the Big Bang to Planet Formation*; RSC Publishing: London, U.K., 2013.
- [41] Miksch, A. M. et al. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2021, 505, 3157–3164.
- [42] Schneiker, A. et al. *J. Phys. Chem. A* 2022, 126, 2832–2844.
- [43] Ioppolo, S. et al. *Nature Astron.* 2021, 5, 197–205.
- [44] Schneiker, A. et al. *J. Phys. Chem. Lett.* 2021, 12, 6744–6750.

KISS L. LÁSZLÓ

Így változott a csillagászat 1946 és 2021 között

2021-ben ünnepeltük a Magyar Csillagászati Egyesület 75. születésnapját. A jeles évforduló kapcsán készült el az alábbi cikk alapjául szolgáló csillagászat-történeti áttekintés a tudományterület fejlődéséről az 1946 és 2021 közötti háromnegyed évszázadban. Természetesen a teljességre törekvés abszolút lehetetlen feladat, hiszen a jelenkor csillagászati eredményei már magukban könyvtárakat képesek megtölteni. Éppen ezért azt a módszert választottam, hogy megpróbáltam rekonstruálni az 1946-os magyar nyelvű nyomtatott sajtóból azokat a friss csillagászati és űrkutatói eredményeket, amelyekről az akkori érdeklődők olvashattak, majd ezen területekre előrepillantva helyeztem történelmi távlatba az adott újításokat. Mi volt hír 1946-ban, és hova jutottunk 2021-ig az adott témában? Az összeállításához alkalmazott módszertan ismertetése után konkrét példákat mutatok be 75 évvel korábbról, majd reflexióként kapcsolódó friss áttöréseket említek a jelenlegi ismeretterjesztő sajtóban kimagasló hangsúlyt kapott eredmények alapján.

Hogyan derítsük fel a múltat?

Magyar nyelven egyértelműen messze kimagasló teljességével és részletességével a Keszthelyi Sándor és Keszthelyiné Sragner Márta által kezdeményezett, lassan két évtizede létező és nagy számú önkéntes segítő munkájával folyamatosan bővített CSIMABI, azaz „A csillagászat magyar nyelvű bibliográfiája”. Ez egy olyan honlap, amely jelen sorok írásakor közel 80 ezer tételt tartalmazó online bibliográfia-adatbázisként funkcionál: a tömörített formában is letölthető, de sima szövegfájlként böngészőben is kereshető tartalom 1538 és 2022 között sorolja fel azokat a cikkeket, könyveket, nyomtatott publikációkat, amelyek valamilyen módon kapcsolódnak a csillagászathoz. Az évenként bontott listában 1946-ra 18, 1947-re pedig 97 tételt találunk, utóbbiak egy része valójában 1946-ban készült el az 1947-es évre. Ez volt az egyik forrás, amely sajnos csak a bibliográfiai adatokat tartalmazza, magukat az eredeti dokumentumokat digitális formában nem.

Az Arcanum Digitális Tudománytár (ADT) viszont pontosan erre való: a folyamatosan bővülő adatbázis 2022 közepén már 40,4 millió oldalnyi magyar nyelvű anyagot tartalmaz. Az adatbázisban tudományos és szakfolyóiratok, heti- és napilapok, valamint lexikonok és tematikus könyvgyűjtemények legjava áll rendelkezésre. A dokumentumok teljes szövege kereshető, és a részletes keresési feltételek segítségével egész jól „belőhető” egy-egy időszak konkrét tematikájú tartalma. Magánszemélyek számára kissé borsos a havi 2500 Ft-os előfizetési díj, ám a hazai tudományos közintézmények nagyrészt előfizetők, így intézményi hozzáférést szakkönyvtárakban egész könnyen elérhetünk. A legnépszerűbb folyóiratok között ott találjuk pl. az *Élet és Tudományt*, ami éppen 1946-tól létezik, és az ADT 2019-ig teljes gyűjteménye egész jól végigkövethetővé teszi a tudomány fejlődését az elmúlt háromnegyed évszázadban.

Néhány speciális kiadvány anyagaesületünk, az MCSE honlapján keresztül érhető el beszkenelt formában. Ilyen például a *Csillagok Világa* (több néven is ismert kiadvány), a Királyi Magyar Természettudományi Társulat Műkedvelő Csillagászati Alosztályának közleményei, az MCSE kiadványai 1946 és 1949 között vagy éppen a *Stella c.* folyóirat (1924-től 1931-ig). A régi idők csillagászati hírei, eseményei, hazai közéleti történései ezekből elérhetőek és jól áttekinthetőek.

Ezekre a forrásokra támaszkodva kerestem meg azokat a dokumentumokat, amelyek alkalmasak a kor magyar nyelvű szak- és ismeretterjesztő irodalmának jellemzésére.

1946 és a három R: rádió, radar és rakéta

A második világháború lezárásával beléptünk az atomkorszakba, illetve feldeingtek az eljövendő űrkorszak körvonalai. A CSIMABI-ból az alábbi tételek a fontosabbak:

- KULIN György – KOLBENHEYER Tibor: *Csillagászat az atom korszakában*. Budapest, [1946.] Fővárosi Könyvkiadó, Fővárosi Nyomda Rt. 96 p. A kötet első részét (pp. 5-39.) Kulin György, a második részét (pp. 39-96.) Kolbenheyer Tibor írta.
- *Kilőtték az első világuŕkutató rakétát.* = *Dolgozók Világlapja* 2. 1946. júl. 13. 28. sz. első belső borító. Új-Mexikóból.

- BÁRDI János: Új Holdak születnek! Bay professzor érdekes nyilatkozata a műholdakról. = Dolgozók Világlapja 2. 1946. aug. 17. 31. sz. p. 19.
- Elveszett a világűrben az első Hold-rakéta! = Dolgozók Világlapja 2. 1946. nov. 16. 46. sz. p. 19. Fritz Zwicky rakétakísérletéről.
- Utazás a Holdba – rakétán. = Élet és Tudomány 1. 1946. dec. 15. 2. sz. pp. 11–12. Az Élet és Tudomány folyóirat 1946. december 1-én indult. Kezdetben havonta kétszer (1-én és 15-én), majd hetente jelent meg.
- Magyar Csillagászati Egyesület. = Az Időjárás 50.(22.) 1946. szept-dec. 9–12. füz. p. 96. 1946. nov. 11-én tartott közgyűlésében megalakult a Magyar Csillagászati Egyesület. Célját röviden így fejezhetjük ki: csillagászat mindenki számára.
- Csillagok Világa. Rádió, radar, rakéta a csillagászat szolgálatában. Szerk.: Kulin György, Kolbenheyer Tibor. Budapest, 1947. Globus Nyomdai Műintézet rt. 36 p.

Általános csillagászati ismeretterjesztés, dominálnak a rakéták és űrkísérek, feltűnt a rádió és a radar a csillagászat szolgálatában és hát igen, megalakult a Magyar Csillagászati Egyesület, mint azt az Időjárás c. lap megírta. Az MCSE által kiadott Csillagok Világa mai szemmel is kifejezetten modern tematikákat dolgozott fel a kor ismeretszintjének megfelelő módon, elég csak belepillantani az 1946-os füzet tartalomjegyzékébe (Kulin György: Csillagászat mindenki számára; Belák Sándor: A kozmikus hatások orvostudományi jelentősége; Berkes Zoltán: Az asztrometeorológia feladatai), vagy a szakmai tartalmát tekintve már ugrásszerűen bővült 1947-es első füzet cikklistájába. Utóbbinak már konkrét alcíme is volt – Rádió, radar, rakéta a csillagászat szolgálatában – és az írások jól illeszkednek a tematikai címkéhez (nem teljes lista):

- Kulin György: A csillagászat új korszakának küszöbén
- Róka Gedeon: Anyag és sugárzás
- Kolbenheyer Tibor: Újabb eredmények a Napról érkező rádióhullámok kutatása terén
- Kolbenheyer Tibor: Meteorészlelés rádióviszshanggal
- Róka Gedeon: A rádióhullámok terjedése
- ifj. Tábor Mihály: Kísérleti rövidhullámú vevő

Mindezek mellett számos rövid hír szólt a nagyvilág csillagászati eseményeiről, a változócsillagok észleléséről, a greenwich-i csillagvizsgáló költözéséről, új óriástávcső felállításáról stb. Az internet által ma már információs túltelítésbe vitt világunkban nehéz elképzelni, hogy mennyire fontos volt akkor ezeknek a

híreknek a magyar nyelvű megjelentetése, amely feladatot a Kulin György által megalapított MCSE a lehetőségeihez képest tökéletesen ellátott. Néhány példa a hírek közül a Csillagok Világa 1946-os számából:

*„Az októberi meteorzápor. 1946 október 7-én az Amerikai Misszió-
n keresztül figyelmeztető távirat érkezett, hogy a 6.6 évenként vissza-
térő Giacobini-Zinner-üstökös október 9-én igen közel halad el a Föld
mellett és ennek következtében meteorzápor várható. Az üstökös a Föld
felsőbb léggrétegeivel október 9-én találkozott, amikor nálunk éppen dél
volt s ezért a ritka jelenséget nem figyelhettük meg. Amerikában - ahol
akkor hajnal volt - az újságok híradása szerint felhő takarta az eget.
Repülőgépen a felhők fölé emelkedett megfigyelők végignézték a ritka
égi tűzijátékot, a závorszerű csillaghullást.”*

Ténykérdés, hogy ez a meteorzápor a valaha észlelt egyik legnagyobb aktivi-
tású jelenség volt, az amerikai kontinensről az aktivitási csúcs körül másodper-
cenként(!) láttak hullócsillagot a szerencsés vizuális észlelők.

*„A háborús csodafegyverek tudományos haszna. A most lezajlott
háború igen számos új fegyverrel gyarapította azokat az eszközöket,
amelyekkel az embert az eddiginél sokkal eredményesebb módon lehet
irtani. A találmányok egy része azonban a tudomány számára is ered-
ményesen felhasználható.*

*(...) Hadizsákmányként az angolszászok által megszerzett V-fegyverek
elvéen alapuló lövedékekkel 100 km-nél jóval magasabb léggrétegekbe is
küldhetnek önműködőleg regisztráló műszereket.*

*Tudomásunk szerint ilyen kísérletek már folynak, de eredményeiket
még nem ismerjük. Kétségtelen azonban, hogy rendkívül értékes adatok
birtokába jut általuk a meteorológia és a csillagászat.”*

Azt szoktuk mondani, hogy ma már közismert a Wernher von Braun és
az általa amerikai zászló alatt vezetett német rakétatudósok hatása egészen az
amerikai holdprogramig, de valójában közvetlenül a háború után is lényegé-
ben érthető volt a helyzet alakulása, „csak” a részletek maradtak még évekig
titokban.

*„Radarkísérletek a Holddal. A rövidhullámokkal végzett kísérle-
tek a háború folyamán igen nagy jelentőségű felfedezésekre vezettek.
A sötétben való 'látás', valamint a hajók és a repülőgépek előre jelzése
nagy távolságból, rövidhullámú készülékekkel lehetséges. A Radar és a
Lokátor néven ismert műszerek csillagászati vonatkozásban is hasznos*

eszközöknek bizonyulhatnak. Amerikából jött az első hír, hogy a Hold felé irányított mikrohullámok visszaverődését sikerült felfogni. Hasonló eredménnyel jártak a magyar és az orosz tudósok kísérletei.”

A legutolsó mondat természetesen Bay Zoltán 1946. február 6-i sikeres hold-radar-kísérletére vonatkozik, ami abban a korban igazi nemzetközi szenzáció volt, különösen azt figyelembe véve, hogy mekkora anyagi és műszaki szakadék tátongott az elsőként radarvisszhangot detektáló amerikai csoport és a Bay-csapat között.

Az Élet és Tudomány 1. évfolyam 2. száma 1946. december 15-én jelent meg. A folyóirat alcíme (Munkások a tudományért – Tudósok a munkásokért) visszhangozta az ideológiai elvárásokat, belül pedig hosszú cikket találunk Utazás a Holdba – rakétán címmel. Ezt is érdemes röviden megidézni:

„Svájci forrásból eredő értesülés szerint Zwicky tudós a kaliforniai Technológia Intézet asztrofizika tanára, igen érdekes kísérleteket végzett október 20-án White Sands New-Mexikóban.

Zwicky tanár nem ismeretlen a tudományos világ előtt. Neki köszönhetjük többek között „Supernovae” igen magas robbanóerejű csillagbombák feltalálását. Ezek tulajdonképpen óriási atombombák, melyeknek felülete felszakad 5000-30,000 másodperc kilométerenkénti sebességgel. Fényhatása százmilliószorta nagyobb a napfény hatásánál és bolygóközi gáz alakjában tűnik el a világmindenségben, mialatt összehúzódás következtében maga a bomba magja az eredeti nagyság egy töredékére csökken. Egy ilyen robbanás alig néhány órát vesz igénybe. Zwicky tanár ma a rakétakutatások legnagyobb ismerői közé tartozik. Nyilatkozata szerint egy mesterséges bolygót készített, vagyis egy olyan testet, amely egy óriási rakétának a része, a rakéta segítségével el tudja hagyni a földi vonzás körzetét.”

Eltekintve a szupernóvás rész egyértelmű félrefordításától, hír szintjén a rakétakísérletekről korrekt beszámolót kaptak a lap olvasói.

Noha még jó tizenegy évig várni kellett a Szputnyik–1 indítására, jól látható, hogy a napi-heti hírek szintjén a rakétatechnika és az éppen megszülető űrkutató lehetőségei kerültek leginkább előtérbe. Ugyanakkor a Giacobini–Zinner-üstökös történelmi meteorzáporáról ugyanúgy beszámoltak a hírközlő kiadványok, mint a többi, klasszikus égi jelenségről, azaz ha a maitól nagyságrendekkel lassabban is, de az érdeklődők tájékozódhattak a csillagászat legfontosabb eseményeiről.

1946 a történelmi távlatból

Szalai és Szabados (2021) részletesen feldolgozta az 1946-os év említésre méltó csillagászati-asztrófizikai körülményeit, eseményeit, eredményeit, amelyek a történelmi távlatból is jelentősnek nevezhetők. Felesleges ismétlések nélkül a legfontosabb pontok:

1. A világ legnagyobb távcsöve ekkor még mindig a 100 hüvelykes (2,54 m-es) Wilson-hegyi teleszkóp, ami akkor már közel három évtizede uralta a megfigyelő csillagászatot. A második szintén az USA-ban volt található, a McDonald Observatórium 2,1 m-es tükrös távcsöveként, amely 1939-ben kezdte meg működését Texasban. A legalább 1 m-es tükrőátmérőjű csillagászati távcsövek száma mindössze 14 volt, amiből a nyolc legnagyobb mind Európán kívüli (USA, Kanada, Argentína). Az 5 m-es Palomar-hegyi teleszkópra még három évet kellett várni. A fotoelektromos fotometria Joel Stebbins kísérletei nyomán már létezett, de alapvetően a fotólemezekkel operáló fotografikus technika jelentette a csillagászati adatrögzítés legintenzívebben alkalmazott módszerét.
2. Fred Hoyle 1946-ban fejezte be azokat a számításokat, amelyek megalapozták későbbi nagyívű tanulmányát a csillagokban zajló elemkeletkezésről. A magfizika szó szerint robbanásszerű fejlődésen ment keresztül az atomfegyverek kifejlesztéséhez szükséges kutatás-fejlesztési munka eredményeként, és 1946-ra megnyílt a lehetőség a csillagok magjában zajló reakciók megértésére is. A klasszikus Burbidge, Burbidge, Fowler és Hoyle szakcikk majd csak 1957-ben jelenik meg (Reviews of Modern Physics, 29, pp. 547–650), de a gyökerek visszavezethetőek a közvetlenül háború utáni évekre.
3. Lyman Spitzer Jr. 1946. július 30-án adja le a Douglas Aircraft Company's Project RAND kutatási jelentést, amelynek címe „Astronomical Advantages of an Extra-terrestrial Observatory”, azaz „Egy Földön kívüli obszervatórium csillagászati előnyei”. Negyvennégy évvel később a koncepció testet öltött, ez lett a Hubble-űrtávcső. Azaz miközben a rakéatechnikusok még éppen csak elkezdik továbbfejleszteni a világháborús rakétafegyvereket az űrkutatásban használt hordozókká, a csillagászok azonnal felismerik az űrcsillagászat potenciáljait.
4. A világháborús bombázások eredményeként igen sok nagyváros szélére telepített csillagvizsgáló megsérült. Például a greenwich-i obszervatóri-

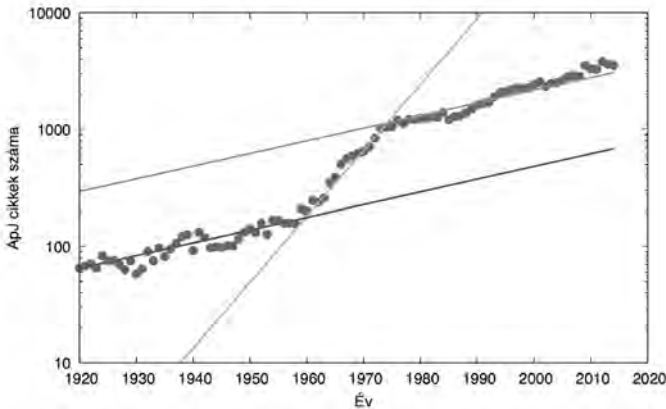
um részben a háborús károk, részben a városi légszennyezés és fényszennyezés hatására ebben az időszakban költözött Londontól messzebbre, és a folyamat a többi nyugat-európai országban is elindult. Párizs, Berlin-Babelsberg, Hamburg, Asiago, Merate ezek mind fenn voltak a 14 legnagyobb óriásteleszkóp listáján; a rákövetkező években a francia, brit, német, olasz szakmai közösségek mind felismerték, hogy a városoktól távol, akár a déli féltekére áthelyezve kell új és nagyobb földi teleszkópokat építeni. A folyamat első lépései mind 1946 környékére datálhatók.

Összefoglalva: a csillagászat a világháborús időszak után kezdett lassan magára találni, elindultak folyamatok, amelyek évtizedekkel később fejeződtek be, illetve új irányként feltűnt az űrcsillagászat lehetősége.

2021: az exponenciális fejlődés korszakában

Hihetetlenül lendületes volt a tudomány fejlődése az elmúlt évtizedekben, hatalmas óriásteleszkópok épültek meg, korábban soha nem látott érzékenységgel és pontossággal születnek a csillagászati megfigyelések. A számítástechnika fejlődésével nem csak a digitális detektorokra való átállás történt meg, hanem az elméleti vizsgálatok is komplex fizikai képeket reprezentáló szimulációk alapján egyre tökéletesebb értelmezést tesznek lehetővé. Az égitesteket és jelenségeket megfigyelő csillagászok, illetve a fizikai alapelvekből folyamatokat és összefüggéseket feltáró asztrofizikusok számára szó szerint kitérült a világ. A szakmai közösség is megsokszorozódott: míg 1946-ban a Nemzetközi Csillagászati Uniónak (IAU) 700 körüli volt a taglétszáma, jelenleg kb. 12 ezer, doktori fokozattal rendelkező szakember lépett be a csillagászat legnagyobb nemzetközi szervezetébe (Szalai és Szabados 2021).

A tudósok létszámának növekedésével a szakirodalom is exponenciálisan bővül. Az *Astrophysical Journal* (ApJ), az egyik legtekintélyesebb szaklap az 1940-es évek közepén lépte át az évi 100 cikkos terjedelmet, ma pedig évente több mint 3000 szakpublikációt közölnek egyre nagyobb létszámú csoportok, egyre terjedelmesebb írások formájában egyedül ebben a lapban. A csillagászati szakcikkék évi összesített száma az összes folyóiratban mára meghaladta a 10 ezret, amit csupán nyomon követni is fizikai képtelenség. Ezért aztán bármilyen áttekintés óhatatlanul szubjektív, a szerző érdeklődése által megszürt válogatáson alapul.



1. ábra. Az *Astrophysical Journal* nevű szaklapban évente megjelenő cikkek száma az elmúlt száz évben. A függőleges tengely logaritmikus beosztású, a három egyenes pedig az 1920–1960, 1960–1973 és az 1973–2015 közötti pontokra illesztett exponenciális függvényeket reprezentálja (Pál András nyomán).

A csillagászat és az űrkutatás lehetséges belső kölcsönhatását Pál András, a CSFK Csillagászati Intézet munkatársa néhány éve tárta fel, amikor felrajzolta az ApJ-ben évente megjelenő cikkek számát 1920 és 2015 között. Ezt látjuk az 1. ábrán, ahol a függőleges tengely logaritmikus beosztású. Az új felfedezéseket, kutatási eredményeket közlő szakcikkek számának növekedése három, egyértelműen elkülönülő szakaszra osztható, amelyek mindegyike jó közelítéssel lineáris a választott ábrázolás mellett (azaz a cikkek száma exponenciálisan nőtt végig, egyedül az exponens értéke változott). A diagram közepén látszó törés kezdete és vége 1960 és 1973, gyakorlatilag pár hónap pontossággal egybeesik az amerikai holdprogram meghirdetésével és lezárásával, ami után jól láthatóan magasabb szinten, de a korábbi időszak enyhébb meredekségű trendjével párhuzamosan haladnak a pontok.

Ugyan mindaddig részletes vizsgálatok nem támasztották alá a nullhipotézist, nagyon nehéz nem arra következtetni, hogy az Apollo-program hatásai „beszivárogtak” a klasszikus csillagászati alap kutatások szintjére is. Ebben az időszakban a Hold meghódítása lényegében korlátlan anyagi forrásokat juttatott az amerikai űrszektorba, ugyanakkor a nagy nyilvánosság előtt zajló események globálisan is megnövelték az érdeklődést a világűr iránt. Mindkét hatás elősegíti a csillagászati kutatásokat, hiszen az űrkutatásra dedikált forrá-

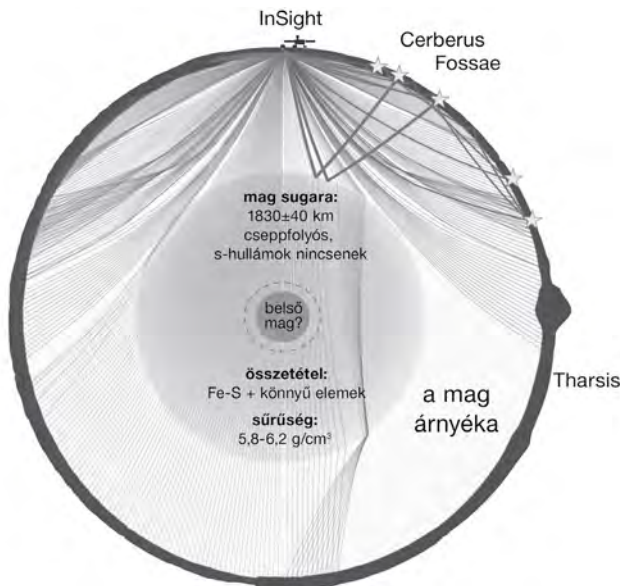
sok egy részének alapkutatásra fordítása ugyanúgy nagyobb eredményességre vezet, mint az új kutatói generációk érdeklődésének felkeltése, a tudományterületre vonzása. De bármi legyen is a pontos magyarázat, az tény, hogy az új eredmények száma mindmáig exponenciálisan nő, a szakemberek pedig kénytelenek szűk szakterületekre koncentrálni, hogy követhessék saját kutatásaik fejlődését.

Jelen cikk szerzője 2006. január 1-től vezeti a csillagaszat.hu oldalt, az MCSE csillagászati hírportálját, s ebben a minőségében több mint 5000 ismeretterjesztő cikk megjelenését gondozta. Emellett 2020 tavasza óta több ismeretterjesztő videós műsorsorozatot is készít (Élő csillagászat Kiss Lászlóval, Magyar Titok), így ezekhez folyamatosan szemléznie kell mind a szakirodalmat, mind a nemzetközi tudományos ismeretterjesztő weboldalakat. Visszatekintve az 1946-os szintre, szinte a tudományos-fantasztikum birodalmába esőnek tűnik, hogy milyen témákról lehet ma egy teljes egyórás műsort készíteni. Csak néhány az Élő csillagászat címeiből: Mars, fekete lyukak, csillagrobbanások, a Fermi-paradoxon, Merkúr, kisbolygók, a Jupiter jeges holdjai, a Mars holdjai, Vénusz, az élő bolygó?, űrturizmus, napkutatás űrszondákkal, víz a Holdon, 'Oumuamua és a csillagközi égitestek, holdbázisok, gravitációs lencsék, óriás-távcsövek, űrtávcsövek, 30 éves a Hubble, James Webb.

A fentiek nyomán 2021-ből mindössze három új eredményt emelek ki, amelyek messzire fénylő mozaikdarabokként illusztrálják az ismeretek horizontjának exponenciális bővülését.

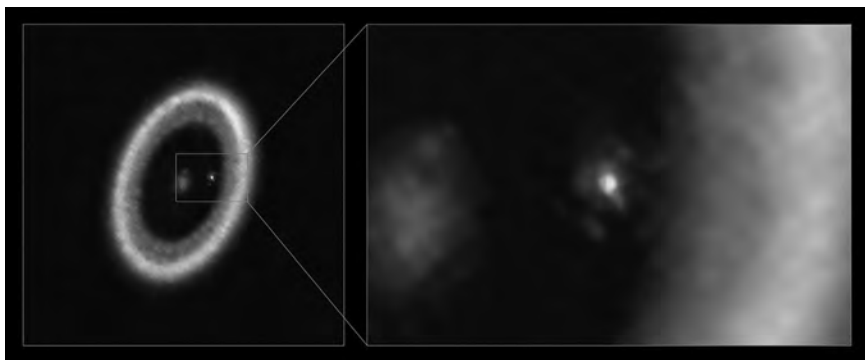
A NASA InSight (Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport) szondája 2018 novemberben landolt a Marson. Érzékeny szeizmometere a bolygó rengéseit 2019 és 2021 között detektálta, és kiderült, hogy a vörös bolygó önálló szeizmikus aktivitást mutat. Ugyan a rengések igen gyengék, még a legintenzívebbeket is csak néhány km-es távolságon belül érezné egy helyszínen tartózkodó ember, a kétéves időszak alatt több mint ezer egyedi szeizmikus eseményt sikerült rögzíteni. A Science magazin 2021. július 23-i számának címlapra is felkerült témája a Mars rengéseiből megalkotott belső szerkezeti modell a bolygóról, amit három független kutatócsoport konzisztens eredményei határoztak meg. A kéreg és köpeny mellett sikerült elkülöníteni a Mars magját is a bolygó belsején áthaladó föld-rengéshullámok szeizmikus elemzésével. A közvetlenül a magról visszaverődő hullámok gyenge jeleit elemezve Stähler és munkatársai (2021) 1560 km-es mélységben detektálták a mag határát, ami a bolygó sugarának kb. feléhez

esik. Ez nagyobb méretű mag, mint korábban a számítások sugallták, és így az alapvetően vas-nikkelből álló komponens sűrűsége kisebb, mint gondoltuk, gyaníthatóan a nagyobb mennyiségű kénnek köszönhetően. A hullámok azt is elárulták, hogy a mag még folyékony állapotban van, amit egyébként a Mars globális árapályjelenségei előre jeleztek. A viszonylag vékony köpeny természetes magyarázatot ad arra is, hogy miért hűlt le igen gyorsan a Mars magja a bolygó életének első szakaszában, így hogyan állhatott le a globális mágneses dinamó. A Science-ben megjelent vizsgálatok páratlan áttörést jelentenek a Földön kívüli bolygótetek vizsgálatában, hiszen először sikerült a Földtől különböző másik kőzetbolygó belsejét szeizmikus módszerrel feltárni. 1946-ban a módszer már ismert volt, mivel német geofizikusok már 1889-ben detektáltak a Föld belsején áthaladó hullámokat egy japán földrengés nyomán, a 20. század első évtizedeiben pedig sikerült bolygónk belső szerkezetét nagy vonalakban feltárni. De a Hold szeizmikus vizsgálatain túl más égitestek belsejét még soha nem sikerült így elemezni, a Földhöz nagy mértékben hasonló Mars pedig különösen izgalmas és fontos célpont ezekben a kutatásokban.



2. ábra. A Mars belsejének szeizmikus modellje (Stähler és munkatársai, 2021)

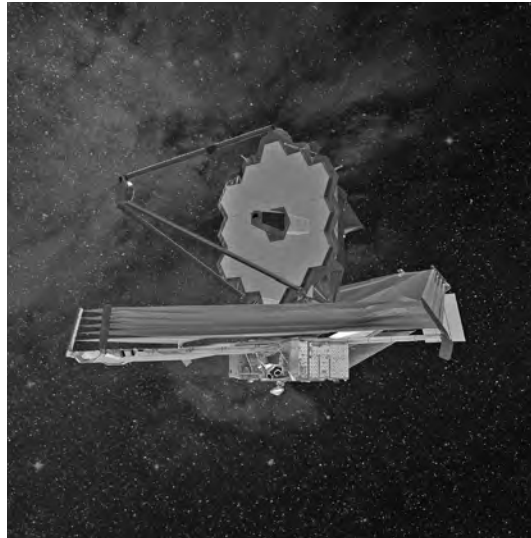
Egy másik eredmény 2021 közepéről 1946-ban még annyira egzotikus lett volna, hogy tényleg csak fantasztikus történetekben lehetett volna előadni. A PDS 70 jelzésű fiatal csillag mintegy 400 fényévre található tőlünk a Centaurus csillagképben. Alig 5 millió éves korának köszönhetően a csillagot még viszonylag sűrű törmelékkorong veszi körbe, amelyből legalább két bolygó alakult ki. A PDS 70 b és c jelzésű exobolygók a Jupiterhez hasonló gázóriások, a törmelékkorong porban szegényebb belső üregében keringenek kb. 22 és 34 csillagászati egység (CSE) távolságban. Egy nemzetközi kutatócsoport (Benisty és munkatársai 2021) az Európai Déli Observatórium (ESO) Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) rádióteleszkóp-hálózatával felbontották a csillagot övező törmelékkorongot, illetve detektálták a PDS 70 c jelzésű planétát. Önmagában már ez is hihetetlen siker, ám ami miatt az Astrophysical Journal Letters lapban gyors közleményként nagy visszhanggal megjelent a kutatás, az az, hogy a c bolygót nem pontszerűnek találták a rendszer távolságában kb. 2 CSE felbontású rádióképeken, hanem kimutatták a bolygót övező másodlagos porkorongot. Ez pedig azért érdekes, mert a Naprendszerben a Jupiter és a Szaturnusz holdrendszerének legnagyobb tagjairól pontosan azt tételezzük fel, hogy ilyen porkorongban keletkeztek. Így nem véletlen, hogy az ESO sajtóközleményének címe arról szól, hogy csillagászok először detektáltak exoholdak keletkezési helyszínéként tekinthető bolygókörüli porkorongot. Exobolygó, exohold, közvetlen képalkotás egy 5 millió éves csillagot övező struktúrákról, ezek már mind csak a 21. század csillagászata számára elérhető kutatási területek.



3. ábra. Az ESO ALMA felvétele a PDS 70 jelzésű fiatal csillagról, a körülötte található törmelékkorong gyűrűjéről és a belső térrészben található c bolygóról, illetve az azt övező porkorongról (ESO PR 2111).

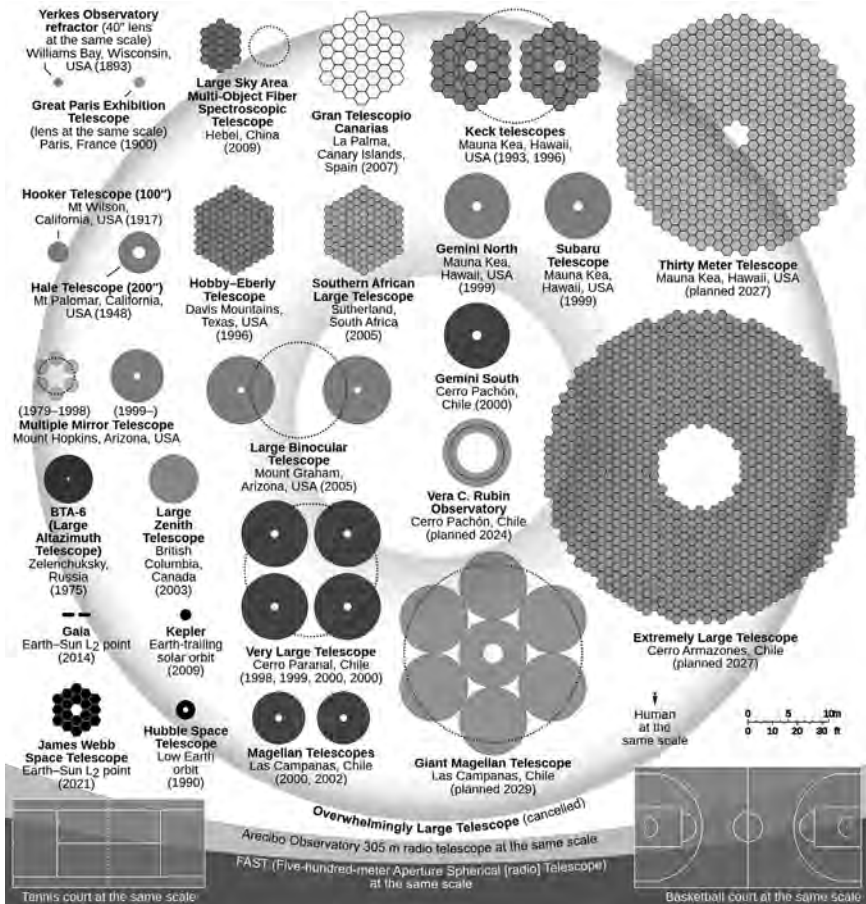
Végezetül a 2021 végén felbocsátott James Webb-űrteleszkőpra utalunk röviden. Az eredeti tervekhez képest 15 év késéssel és legalább 20-szor nagyobb költséggel elkészült űrobszervatórium minden idők legrágább csillagászati űrtávcsövet használja a 0,8 és 28 mikrométer közötti infravörös hullámhosszakon. A sajtóban csak a „Hubble utódjaként” aposztrofált Webb sokkal több annál: a 6,5 m-es mozaiktükörű űrtávcső minden korábbinál nagyobb felbontással és érzékenységgel teszi lehetővé a Tejútrendszerben éppen kialakuló csillagok és bolygórendszerek kutatását, ugyanakkor a kozmikus tágulás miatt a közép- és távoli infravörös tartományba eltolódott sugárzású korai galaxisokat is nagyságrendekkel hatékonyabban teszi vizsgálhatóvá. Fontos cél a $z > 10$ vöröseltolódású Univerzum felderítése, az űrobbanás után 200-300 millió évvel már kialakult galaxisok, nagy tömegű csillagok és robbanásaik kutatása. A tudományos program nagy ígérete még a közeli exobolygók légkörének színképi vizsgálatai, amelyeknél a Földhöz hasonló és csillaguk lakhatósági zónájában keringő kőzetbolygók a legígéretesebb célpontok. Ilyen például a TRAPPIST-1 rendszere, amely 39 fényév távolságban hét fedési exobolygót tartalmaz, közülük pedig három éppen megfelelő távolságban kering a kis luminozitású vörös törpe központi csillag körül, hogy felszínükön megfelelő légkör esetén akár folyékony víz is tartósan fennmaradjon. A James Webb első kiemelt tudományos célpontjainak egyikeként éppen a TRAPPIST-1-et határozták meg.

Hol járunk már Lyman Spitzer Jr. űrtávcsöves terveitől, illetve a 100 hüvelykes Wilson-hegyi teleszkóptól? A szó szoros értelmében fényévekre, és a cikk zárásaként még egy ábrát tekintsünk meg. Ezen a jelenkor és a közeljövő földi és az űr-



4. ábra. A James Webb-űrteleszkóp oldalnézeti képe. A 6,5 m-es teleszkópot ötrétegű árnyékoló rendszer óvja a Nap sugárzásától, és így érték el a kb. 50 K-es működési hőmérsékletet. (NASA)

ben működő óriástávcsöveinek tükrői láthatók, méretarányos átmérőkkel és alakokkal. A bal felső sarokban két kicsi pont a két legnagyobb lencsés távcső objektívje (Yerkes és a párizsi világkiállítás óriástávcsöve), a középső sávban a jelenleg használt 6-8-10 m-es földi óriások, jobbra pedig a tervezett extrém nagy teleszkópok láthatóak. A bal alsó sarokban felismerhető a James Webb mozaiktükré és a Hubble 2,4 m-es hagyományos reflektora is. A távcsőkollekcióna pillantva talán egyértelműen kijelenthetjük, hogy nem csak a globálisan egyre növekedő fényszennyezés miatt áll fényes jövő előtt a 21. század csillagászata.



5. ábra. Távcsőtükrök méretarányos összehasonlítása (Wikipédia).

Források és ajánlott weblapok:

Arcanum Digitális Tudománytár: <https://adt.arcanum.com/hu/>

Benisty M. és munkatársai: A Circumplanetary Disk Around PDS70 c, *The Astrophysical Journal Letters*, 916, id. L2 (2021)

A csillagászat magyar nyelvű bibliográfiája (CSIMABI): <https://csimabi.csillagaszat.hu>

Csillagászati hírportál: <https://www.csillagaszat.hu>

Európai Déli Obszervatórium: <https://www.eso.org>

James Webb Space Telescope@STScI: <https://webbtelescope.org>

MCSE archív kiadványok: <https://www.mcse.hu/egyesulet/egyesuleti-hirek/egyesuleti-hirek-2020/egyeb-archiv-csillagaszati-kiadvanyok/>

Stähler S.C. és munkatársai: Seismic detection of the Martian core, *Science*, 373, 443 (2021)

Szalai Tamás, Szabados László: Asztrofizikai anziksz, 1946, *Meteor*, 2021. november, pp. 16-21 (2021)

Űrvilág űrkutatói hírportál: <https://www.urvilag.hu>

MIZSER ATTILA

Száz évvel ezelőtt jött létre a Stella Csillagászati Egyesület

A századforduló időszakát, a boldog békeidők egészét valószínűleg mindennél jobban kifejezte az 1896. évi Millenniumi kiállítás. A Városliget jó részét elfoglalva fél éven át fogadta az érdeklődőket, akik számtalan pavilont látogathattak végig, amelyekben a magyarság múltjával és jelenével, kiemelkedő eredményeivel ismerkedhettek meg. Az ezredévi kiállítás legnépszerűbb területét a történelmi pavilonok jelentették (az ún. I-es számú főcsoport), ahol az ország területén található különféle építészeti stílusok „zanzáját” tekinthették meg az érdeklődők. Az ideiglenes épületcsoportot később időtálló anyagokból is felépítették: ez lett a Vajdahunyad vára. A II. főcsoportban mutatták be a jelenkori Magyarországot, összesen 19 helyszínen. A közművelődési, oktatási, műszaki, tudományos tevékenységeket bemutató pavilonok sorában egy különös „bagolyvárat” kaptak a meteorológiai és csillagászati műszerek. A Magyar Királyi Meteorológiai és Földdelejtési Intézet kiállítását I. Ferenc József is felkereste. A királyt Konkoly Thege Miklós (1842–1916), az intézet igazgatója, az országosan ismert csillagász fogadta, aki „Megmutatta ő felségének a különböző meteorológiai eszközöket. Nagy érdeklődéssel nézett meg egy napfotografáló gépet, melynek segítségével a napfoltokat fényképezik az ó-gyallai csillagvizsgálóban.” (Pesti Napló, 1896. május 7.)



1. ábra. A millenniumi kiállítás meteorológiai pavilonja, amelyben csillagászati műszereket is bemutatnak (fotó: Fortepan/Fodor István).

Bizonyára nem csupán az uralkodó figyelmét keltette fel a „napfotografáló gép”, és általában véve a csillagászat világa, hanem a nagyközönségét is. A századforduló időszakában is elő-előfordultak olyan égi jelenségek, amelyek magukra vonták a publikum figyelmét. Nap- és holdfogyatkozások, üstökösök, fényes vendégcsillag az új évszázad első évében stb. A fővárosban időről időre tömegek lepték el a Gellért-hegyet és más, jó kilátást nyújtó helyszíneket, hogy szabad szemmel, bármiféle komolyabb útmutatás nélkül figyeljék az „égi jeleneteket”. Az érdeklődés tehát ugyanúgy megvolt, mint manapság.

Hiába az érdeklődés, a fővárosban majd’ fél évszázada nem volt működő csillagvizsgáló, leszámítva az apró, didaktikai céllal épült kis műegyetemi csillagdat, amely a Múzeum körüli háztetők fölött trónolt, és nyilvánvalóan alkalmatlan volt komolyabb kutatásokra épp úgy, mint a nagyközönség fogadására. Mondhatni jogosan tette fel a kérdést Bencsik János meteorológus *Az Időjárás* című meteorológiai folyóirat 1897/5. számában: Hol késik a magyar csillagászat? A cikkíró egyebek mellett hiányolja a magyar csillagászati társaságot, amely nemcsak a szakma, hanem az érdeklődők számára is találkozási lehetőséget nyújtana.

A válasz nem késett, a következő számban Konkoly Thege Miklós írta meg, hogy hol is késik a magyar csillagászat. A kevés magyar csillagász számára alig-alig van álláslehetőség, rengeteg a pályaelhagyó Gruber Lajostól kezdve Hoitsy Pálon át Lakits Ferencig – a sor hosszan folytatható.

„Bencsik ur magyar csillagász társulatról ábrándozik! Oh! de nem ismeri az úgynevezett irányadó köröket! Hiszen próbálna meg valaki ilyent kezdeményezni, mindjárt akadna a már nevezett urak közül valaki, aki ezen nemes szándékát tüzzel-vassal iparkodnék ledorombolni.

A nemzetközi csillagász társulat nagyülését 1898-ban Budapesten fogja tartani, azt mondom, örülünk rajta ha ez, – amit ma is már sokan nem szívesen látnak, – botrány nélkül lezajlik, nemhogy mi magunk alakítsunk társulatot.”

(A nemzetközi csillagásztársulat, az *Astronomische Gesellschaft* 1898-as budapesti kongresszusát minden zökkenő nélkül lebonyolították, a csillagász vendégek kellemes emlékekkel távoztak a magyar fővárosból.)

Habár Konkoly utal rá, hogy egy nem szakmabeli fiatalember („journalista”, újságíró) kezdeményezett egy ilyen társulatot, ám az nem derül ki, hogy ki volt ő, és kik akadályozták a nemes kezdeményezést. A századforduló első

számú magyarországi csillagásza Konkoly Thege Miklós volt, aligha kérdéses, ha ő elhatározza egy csillagász társulat létrehozását, akkor az meg is valósul. Volt azonban neki egyéb gondja is, példának okáért saját ógyallai obszervatóriumának államosítása, amiért közel két évtizeden át küzdött, mire 1899-ben sikerült tető alá hozni a dolgot. Cserébe nem kívánt egyebet, csak azt, hogy élete végéig igazgató maradjon szerett csillagdájában, új nevén a „Magyar Királyi Konkoly-alapítványú Astrophysikai Observatorium”-ban. Konkoly mindemellett 1890 és 1911 között a Meteorológiai Intézet igazgatója is volt, ebbéli minőségében igen sikeresen tevékenykedett: rendkívüli mértékben fejlődött az intézmény mérőhálózata többszörösére nőtt, és az Intézet végre méltó székházat kapott.

A természettudományok, így például a csillagászat iránt érdeklődők számára azonban rendelkezésre állt a Királyi Magyar Természettudomány Társulat, amely egyebek mellett kiadta az igen színvonalas Természettudományi Közlönyt, amelyben számos csillagászati cikk jelent meg, érdekesebb jelenségekkel kapcsolatos észleléseket és meglehetősen részletes csillagászati kalendáriumot is közölt hónapról hónapra. (A csillagos égbolt rovat vezetője Kövesligethy Radó, a kitűnő csillagász volt négy évtizeden át.) De volt más művelődési lehetőség is: az MTA kezdeményezésére, a berlini Uránia mintára 1897-ben alakult meg az Uránia Ismeretterjesztő Társaság, amelynek ismeretterjesztő előadásait egy eredetileg mulatónak készült épületben látogathatták az érdeklődők: ez lett az Uránia Magyar Tudományos Színház. Nagyjából két évtizeden át volt az épület az ismeretterjesztés központja, majd átalakult filmszínházzá – az „Uránia” nevet azonban mind a mai napig megtartották. Az Uránia Ismeretterjesztő Társaság is kiadott folyóiratot, amelyben a csillagászat is helyet kapott. A havi csillagászati krónikát évekig Tass Antal (1876–1937), az ógyallai csillagvizsgáló igazgatója írta.

A századforduló legismertebb csillagásza azonban nem Konkoly, nem is Kövesligethy volt, hanem a francia Camille Flammarion (1842–1925), akinek egymás után jelentek meg könyvei magyar fordításban is. Flammariont inkább költőnek tartották sokan, semmint csillagásznak, azonban olyan lángoló lelkesedéssel írt a csillagászatról – legyen szó komoly ismeretterjesztő munkáról vagy éppen regényről –, ami sokak képzeletét magával ragadta. Leghíresebb művét magyarul Népszerű csillagászat címmel 1880-ban és 1882-ben is kiadták. Népszerű csillagászat címmel 1898-ban és 1900-ban jelent meg. (Az 1898-ast Zempléni P. Gyula, a többit Hoitsy Pál fordította.)

A kötet még évtizedek múltán is kedvelt olvasmány volt, manapság pedig gyűjtők féltve őrzött kincse. Épp ezért különös, hogy a fordító által írt előszó azt közli, hogy Magyarországnak nincs állami csillagvizsgálója – holott Ógyalla államosítása már 1899-ben megtörtént. Mi most nem próbáljuk megfejteni ennek a feledékenységnek az okát, inkább idézzük az előszó végén olvasható lelkesítő sorokat:

„Pedig ha az emberek tudnák, hogy mily kevés eszközzel, mily nagy élvezetet nyújt számukra a csillagokkal való foglalkozás; ha vagyonosaink meggondolnák, hogy kevés fáradsággal mily szublimis szórakozást szerezhetnek maguknak, oda ülven a teleszkóp elé nézni a revelációt, melyet elébök az ég kitar: akkor nem kellene sokat ajánlgatni az asztrológiát.

Még csak gazdagnak sem kell e végből az illetőnek lennie.

Egy távcső, melynek lencsége 6 centiméter átmérővel bir, már is hatalmas eszközt képez az észleléshez. Meg lehet rajta különböztetni a Hold krátereit tengereit és szárazföldeit. A Nap felé irányozva, meg fogja mutatni a foltokat, ezeket a nevezetes tüneményeket. A Jupiter holdjai, a Saturnus gyűrűi, a csillaghalmazok és ködök fel fognak tűnni látómezején. Néhány csillag, melyet egységesnek lát a pusztaszem, két külön csillaggá válik széjjel, ha ezt a csövet fordítjuk felé. Pedig csak 68-szorosan nagyít.

Egy nagyobbacska cső, melynek lencsége 108 milliméter, s mely 250-szeres nagyítást enged, már mélyebb pillantást enged az ég titkaiba. A napfoltoknak szövetét is megláthatjuk általa, olykor feltűnik az örvényző anyag is, mely csodálatos szerkezetet ad nekik. A Jupiteren megkülönböztethetjük a csikokat. A Mars felületén láthatókká lesznek azok a foltok, melyeket a hó és jég okoz a sarkok körül. A kettős csillagok nagy számmal lesznek láthatókká. Az ötezer csillag helyett, melyek szabad szemmel láthatók, 3 milliót fog maga előtt látni az észlelő. A mindenség mélységei megnyílnak szemei előtt s a műkedvelő is új, eddig senki által nem észlelt tüneményeknek lehet szemtanujává . . .

A csillagászat örök templomának építéséhez oda viheti ő is a maga követ.

Nekünk magyaroknak, úgylis be sok ilyen követ kell összehordanunk, ha utól akarjuk érni a többi nemzeteket!”

A csillagászat népszerűsítését, a csillagászati megfigyelések műkedvelő szintű, ám igen hasznos folytatására Konkoly is buzdította olvasóit 1904-ban megjelent *A csillagászat* című cikkében:

„Ha egy tehetős magánember, a ki komolyan érdeklődik a csillagászati tudomány iránt, hajlandóbb lenne két négyes fogat helyett egy ily kis csillagdát felállítani parkjában, mely sok hasznos dolgot tehetne vele, ha némi szorgalommal és tudással az amateurség fölé emelkednék.”

Fel is sorol néhány „tehetős magánembert”, akik csillagdával bírnak: Herényben Gothard Jenő, Kiskartalon Podmaniczky Géza, Pakson Szeniczey Géza épített csillagvizsgálót. A közismert távcsőtulajdonosok közül is elsorol néhányat: Jókai Mór, Latinovits Frigyes, Polikeit Károly bírt kisebb-nagyobb teleszkóppal. (Két évtizeddel később, Komáromi Kacz Endre festőművész vagy féltucatnyi képzőművész barátjának nevét sorolja el, akiket érdekelt a csillagászat, és kisebb-nagyobb távcsövek volt. Érdeklődőkben tehát nem lehetett hiány.) A csillagászati távcsövek természetesen nem voltak olcsók, a „tehetős magánemberek” számára rendelkezésre állt az 1817-ben alapított Calderoni és Társa, amelynek Gizella téri üzletében kisebb-nagyobb látcsövek, optikai eszközök, de komoly teljesítményű csillagászati távcsövek is beszerezhetők voltak.

Azok a pesti polgárok, akiknek nem volt sem távcsövük, sem távcsőtulajdonos ismerősük, egyet tehettek: elsétáltak a Károly körúti csillagászhoz, Renk Emilhez, aki többnyire a Vadember-ház előtti járdán ütötte fel tanyáját, tekintélyt parancsoló lencses távcsövébe bárki belenézhetett 20 fillérért. Róla keveset tudunk, annyit azonban biztosan, hogy afféle vándorcsillagász volt, aki távcsövével városról városra járt, mint egy mutatványos. Törve beszélt a magyart, nem volt túlságosan bőbeszédű, nem mondható ideális járdacsillagásznak, mindenesetre alakja hozzátartozott a századforduló pesti utcaképehez.



2. ábra. Távcsöves bemutató 1910-ben, a Károly körúton. Betekintés: 20 fillér (Új Idők)

Hajlamosak vagyunk idealizálni a boldog békeidőket, azonban hozzátartozik a képhez, hogy az ország fővárosában és szellemi központjában továbbra sem volt csillagvizsgáló (leszámítva a már említett Múzeum körúti kis csillagdát). Konkoly államosítási kísérletei során sokáig az volt a cél, hogy obszervatóriumát a fővárosba költöztethesse. Helyszíneként felmerült az Epreskert, majd a Gellérthegy is – miután eldőlt, hogy a Citadellából, amely eredetileg a gellért-hegyi csillagvizsgáló köré épült, kivonul a katonaság, a magyarok által gyűlölt erődítményt pedig elbontják. Mint tudjuk, az elbontásból nem lett semmi, Konkoly azonban nem csak ezért ellenezte a Gellért-hegyet. Az állami csillagvizsgáló számára alkalmasabbnak tűnt a Hármashatár-hegy vagy a mogyoródi dombok. Érdekes módon a Svábhegy akkor még nem vetődött fel lehetséges helyszíneként. Felmerül azonban a kérdés: miért ragaszkodtak ennyire Budapesthez? Manapság aligha lenne értelme komoly csillagvizsgálót építeni a fővárosban, a századforduló idején azonban a fényszennyezés még nem jelentett problémát, és más európai nagyvárosok kellős közepén is komoly obszervatóriumok működtek.

A magyar csillagászat helyzetén aztán nagyot változtatott az első világháború, majd a trianoni országvesztés. A cseh csapatok elfoglalták a Felvidéket, 1918 decemberében Tass Antal aligazgatónak szinte sebtében kellett megszerveznie az ógyallai csillagvizsgáló műszereinek Budapestre menekítését. A trianoni békeszerződés után aztán egyértelművé vált, hogy az ország legfontosabb csillagvizsgálója elveszett, valamiképp pótolni kell. (Kevés szó esik róla, de Trianonnal elveszett az 1794-ben alapított gyulafehérvári csillagvizsgáló is, amelynek már akkor is inkább csak muzeális értéke volt, azonban a magyar tudományosság számára így is felbecsülhetetlen értéket veszítettünk el.)

A hontalanná vált állami csillagvizsgáló elhelyezését valamiképp meg kellett oldani. A napi sajtóban több helyszín is felmerült: elsőként Esztergom városa ajánlotta fel, hogy a városhoz közeli hegyeken biztosít helyet a menekült intézetnek. Tass Antal Szegeden is járt, hogy felmérje az ottani lehetőségeket. Székesfehérvár is felmerült lehetséges helyszíneként, a sajtó már azt is tudni vélte, hogy a csillagvizsgáló 1921 nyarára elkészülhet, vezetője Terkán Lajos obszervátor lesz. Végül a svábhegyi helyszín mellett döntöttek. Viszonylag jelentős tengerszint feletti magasságban lehetett itt elhelyezni a műszereket, a fővároshoz közel – a Fogaskerekű jó közlekedési kapcsolatot jelentett a városközponttal. (A műszerek átmentéséről és a svábhegyi csillagvizsgáló kiépítéséről kiváló összefoglalót olvashatunk Balázs Lajostól 2021. évi kötetünkben.)

A budapesti csillagvizsgáló intézet megszületésében tehát fontos és szomorú szerepet kapott a vesztes világháború. A svábhegyi csillagvizsgáló létrehozását érthető módon figyelemmel kísérte a nagyközönség is. Habár az állam és a főváros is jelentős mértékben támogatta az építkezést, a fáradhatatlan Tass Antal a gyárak, bankok, önkormányzatok és a lakosság segítségét is kérte a menekült csillagvizsgáló támogatására – a korabeli cikkekből, levelezésekből is jól látható eredménnyel. Ugyanő volt az, aki kezdeményezte egy új csillagászati egyesület létrehozását, amely a csillagvizsgáló társadalmi támogatottságát is fokozná.

A Budapesti Hírlap 1923. november 4-i száma részletes tudósítást közölt a Stella Csillagászati Egyesület előkészítő-bizottsági közgyűléséről. „A Tudományos Akadémiában a kultuszminiszter hívására összegyűltek tudományos életünk korifeusai és a tudomány pártfogói, hogy megalakítsák az első magyar csillagászati egyesületet¹. Az értekezleten Klebelsberg Kunó gróf kultuszminiszter elnökölt, aki hosszabb beszéddel nyitotta meg a tanácskozást. A kultuszminiszter beszédében előbb rámutatott a magyar kultúra és tudományosság válságára, majd arról szólt, hogy a kultúra megmentésének munkájában az államnak és a társadalomnak egyaránt ki kell vennie a részét.” Klebelsberg röviden összefoglalta a magyarországi csillagvizsgálók történetét, különösen az ógyallai csillagvizsgáló átmenekítését és új otthonra találását. Részletezte a svábhegyi csillagvizsgálóval kapcsolatban eddig elvégzett munkákat, majd megszívlelendő gondolatokkal zárta beszédét: „De nem elégséges az, hogy a társadalom csak áldozzon a magyar tudományosságért. Kell, hogy érdeklődjék is iránta, kell, hogy szeresse. Igen, szeretni kell a kultúrát, hogy virágozhasson. A tudományok között pedig talán legkönnyebb a csillagászatot szeretni. Az egyesület, amelynek megalkotására egybegyűltünk, kettős cél szolgálatára hivatott. Meg kell, hogy szervezze a társadalmi áldozatkészséget a svábhegyi csillagvizsgáló befejezésére és kell, hogy fölkelte az érdeklődést a legszebb természettudomány, a csillagászat iránt, amely lehetővé teszi a műveit ember számára, hogy magának világlépet alkosson.”. Ullmann Adolf, a Magyar Általá-

1 A Stella valójában a második csillagászati egyesület volt hazánkban. Az első, a Műkedvelő Csillagászok Társasága 1922. június 19-én alakult meg, Szalay Károly, Hoitsy Pál, Kövesligethy Radó, Komáromi Kacz Endre és Krúdy Jenő szervezésében, azonban a belügyminiszter csak hosszas késlekedéssel, 1924 októberében látta meg a társaság alapszabályait. Ezt követően azonban nincs információnk a Műkedvelő Csillagászok Társasága működéséről.

nos Hitelbank alelnöke a pénzintézetek nevében biztosította az egybegyűlteket arról, hogy kötelességüknek tartják a magyar kultúra támogatását, ugyanakkor más, „a társadalom új, megizmosodott rétegeit” is adakozásra buzdította.

Élénk érdeklődés kísérte Sváb Gyula, a svábhegyi csillagvizsgáló építész-tervezője ismertetőjét, amelyben elmondta, hol tart az obszervatórium építése. 1923 novemberében már állt a meridiánház és az első kupola, amelyben az Ógyalláról átmenekített 20 cm-es Heyde-féle refraktor kapott helyet. Már megkezdtek az impozáns főépület építését, amely majdan az irodáknak, a műhelynek, a könyvtárnak stb. ad helyet, most azonban az intézet hivatalos helyiségei még mindig egy Mátyás király úti villában vannak, amelyet még 1920-ban rekviráltak. Különösen téli időszakban nem könnyű onnan feljutni a csillagvizsgálóba, jó kilométernyi távolságra. Tass Antal arra hívta fel a figyelmet, hogy még további jelentős összegeket kell előteremteni a 60 cm-es Heyde-Zeiss-teleszkóp vételére. A komoly teljesítményű távcsövet még 1913-ban rendelték meg, előleget is fizettek, azonban legyártatásához újabb forrásokra van szükség.

Az alapos előkészítést követően az egyesület megalakulására 1924. május 21-én került sor, az MTA heti üléstermében.

Hogy a nagy tekintélyű kultuszminiszter, Klebelsberg Kunó az új egyesület létrehozása mellé állt, azt mutatja, jelentős erők mozdultak meg a Stella Csillagászati Egyesület érdekében. Az egyesület vezetőségében a korabeli Magyarország jelentős személyiségeivel találkozunk. Az egyesület védnöke Horthy Miklós kormányzó, díszelnökei: Apponyi Albert gróf, Balogh Jenő herceg, Batthyány-Strattmann László herceg, Berzeviczy Albert, Éber Antal, Fényi Gyula S.J., Fleissig Sándor, Herczeg Ferenc, Klein Gyula, Krausz Simon, Jankovich Béla, Lukács György, Madarassy-Beck Gyula báró, Madarassy-Beck Marcell báró, Paupera Ferenc, Rákosi Jenő, Sipőcz Jenő, Székely Ferenc, id. Szily Kálmán, Szerényi József báró, Ullmann Adolf báró, Walder Gyula, Weiss Fülöp, id. Wlassics Gyula báró, Zichy János gróf. Elnök: Klebelsberg Kunó gróf. Alelnökök: Csánky Dezső, Bláthy O. Titusz, Folkusházy Lajos, Fröhlich Izidor, Ilosvay Lajos, Kandó Kálmán, Rados Gusztáv, Stromszky Sándor és Tóth Lajos. A száztagú elnöki tanács részletes ismerterésétől eltekintünk, mindenesetre ott is található jó néhány, tekintélyt parancsoló név, pl. Fejér Lipót, Fenyő Miksa, Goldberger Leó, Hoitsy Pál, Hóman Bálint, Ortvy Rudolf. A díszelnökök sorában jó néhány közismert névvel találkozunk, többek között Budapest főpolgármestere, Sipőcz Jenő is elvállalta a díszelnökséget. Az alelnö-

kök sorában pedig annak a Folkusházy Lajos alpolgármesternek a nevével találkozunk, aki a későbbiekben oly hathatósan előmozdította a 60 cm-es teleszkóp kupolájának építését, hogy a Budapest-kupolát eleinte Folkusházy-kupolának nevezték. Az egyesület örökítő tagjai: Bláthy O. Titusz, Dréher Jenő, Kohner Adolf báró, Érdi Krausz Simon, Érdi Krausz György, özv. Podmaniczky Gézáné és Salamon Ödön. Összességében megállapíthatjuk, hogy a korabeli politikai és szellemi elit igen magas szinten képviseltette magát a Stella-tagság soraiban.

3. ábra. A *Stella Almanach 1925. évi kötetének hirdetése a Néptanítók Lapjából. Az Almanach megrendelését és az egyesületi tagságot miniszteri rendeletben ajánlották valamennyi állami középiskola, tanítónő-(tanító-)képző intézet, kereskedelmi iskola és polgári iskola figyelmébe – forrást azonban nem adtak ehhez*



KIRALYI MAGYAR
EGYETEM TUDOMÁNYOS
BUDAPEST

VIII, MŰZEM-KÖRÜT 6-8.
KIADVÁNYA

**Gróf Apponyi Albert
hét előadása a magyar
alkotmány fejlődéséről**

Részletes tartalommutatót közöltük a Néptanítók Lapja 1925. V–VI. számában.
ALAPÁRA 1-50 KORONA.

Ugyanitt jelent meg:

**„STELLA“
CSILLAGÁSZATI ALMANACH
1925. ÉVRE.**

Szerkesztik: *Tass Antal és Wodetzky József.*
Ára füzve 50.000 korona.

Megrendelhető utánvételre, vagy a pénz előzetes beiktatása mellett.

Két évvel ezelőtt ült össze egy előkészítő bizottság, hogy megbeszélje, micsoda társadalmi erők bevonásával alakítsák meg a *Stella* csillagászati egyesületet. Az ülésen *Klebelsberg* Kunó közoktatásügyi miniszter mondotta a megnyitó beszédet, amelyben utalt arra, hogy a társadalom érdeklődését föl kell ébreszteni a csillagászat iránt, mert csak így érhető el az, hogy a társadalom áldozzon a magyar csillagászat tudományosságáért. A *Stella* egyesület, amely csakhamar megalakult, kettős célt tűzött maga elé: meg akarta szervezni a társadalmi áldozatkésztséget a svábhgyei csillagvizsgáló befejezésére és föl akarta kelteni széles rétegekben az érdeklődést a csillagászat iránt.

A *Stella* egyesület egy éven át ennek a kettős programjának a megvalósításán dolgozott és ennek a munkának az eredményeit összegezi most a *Stella* almanachja, mely *Tass Antal* és *Wodetzky József* szerkesztésében 268 oldal terjedelemben jelent meg.

Az Almanach részletes csillagászati táblázat közöl az 1925-ik évrre vonatkozóan és külön cikkben magyarázza a táblázatot, melyen a Nap, a Hold és a főbb bolygók pályájának minden egyes fázisa sorakozik.

Több cikkben tájékoztat a csillagászat aktuális kérdéseiről és elméleti cikkeiben világítja meg a csillagászat több kérdését és multját. — A nagyobb cikke szerzői: *Harkányi Béla báró, Kövesligethy Radó dr., Kritzinger dr., Mahler Ede dr., Ollav Károly, Pekár Dezső dr., Steiner Lajos dr., Tass Antal, Wodetzky József.*

A Stella életét valójában a két ügyvezető titkár szervezte: Tass Antal és Wodetzky József (1872–1956).

A Stella Csillagászat Egyesület első jelentős kiadványa 1924 végén jelent meg, „Stella” Csillagászati Egyesület Almanachja 1925-re címmel. Az almanach három részre tagozódott: csillagászati táblázatok, beszédek és cikkek, végül egyesületi ügyek. A táblázatos rész a Nap és a Hold mozgásával kapcsolatos adatokat közölte, továbbá a bolygók, üstökösök, meteorrajok adatait. Különösen érdekes áttanulmányozni a csillagvizsgálók és egyéb helyek földrajzi koordinátáit tartalmazó táblázatot: a világ jelentősebb csillagvizsgálóinak helyzete mellett olyan helyszínek pozícióját is megadta, mint például a belgrádi erőd-centrum, a szegedi kaszárnya előtti tér vagy soproni városi nagytemplom.

A Stella Almanach legelső kötetében tizenegy hosszabb-rövidebb cikk olvasható H. H. Kritzinger (A csillagkedvelő és a csillagászat, ford. Steiner Lajos), Kövesligethy Radó (Az égitestek távolságának meghatározása), Mahler Ede (Az asztronómia művelése az ókori babilóniaiaknál), Oltyai Károly (A gravitációs hálózatok jelentősége a felsőbbrendű magasságmérések (szintezések) szempontjából; A nemzetközi felső geodéziai mérések állása hazánkban), Wodetzky József (Relativitás-elmélet és csillagászat), Harkányi Béla (Újabb nézetek a csillagok fejlődéséről), Hajts Lajos (Az órák mikénti számozása a huszonnégyórás órákon), Steiner Lajos (A csillagok pillogása), Pekár Dezső (Gravitációs kutatások Eötvös torziós ingájával) és Tass Antal (Csillagképek, csillagrendek, csillagszám; Könyvszemle; Az 1924. évi csillagász-kongresszus) tollából. Impozáns szerzői lista!

A kötet végén az egyesület megalakulásával és napi ügyeivel kapcsolatos információkat találjuk, egyebek mellett a vezetőség teljes listáját. A taglista közlésére helyhiány miatt nem került sor. Az 1928-as kötetben közölnek friss és teljes listát a tagokról. Megtudjuk, hogy már a megalakuláskor 868 tag jelezte belépését, és több mint 100 millió korona tagdíj folyt be. A tagság jó része fővárosi, 45 hölgy és 145 vidéki tag van a Stella soraiban. A legtöbb tag, 358 fő, részvénytársaságok, vállalatok elnökei, vezérigazgatói és tisztviselői sorából került ki, 172 állami tisztségviselő, 132 egyetemi vagy főiskolai tanár és hallgató is erősítette a Stellát.

Legvégül következnek a Stella Alapszabályai – amelyek részletes ismertetésétől eltekintünk, azonban néhány pontot mégis érdemes kiemelni.

„Az egyesület célja: A „Stella” Csillagászati Egyesület célja az ország tudománykedvelő és tudománypártoló nagyközönségével a csillagászat s a vele

rokontudományos törekvéseket megismertetni és megkedveltetni, továbbá a menekült ógyallai Konkoly-alapítványú csillagvizsgáló-intézet újjáélesztése ügyét és tudományos színvonalon tartását erkölcsi és anyagi támogatással előmozdítani.

Az egyesület hivatalos pecsétje köralakú. Körirata: „Stella Csillagászati Egyesület Budapest 1923”. Belsejét Saturnus bolygó kép díszíti. A pecsét őre az ügyvezető főtitkár.”

A Stella és a svábhegyi csillagvizsgáló viszonyát is külön pontban szabályozták:

„Az egyesület kifejezett célja a Svábhegyen újjáépülő menekült ógyallai csillagvizsgáló-intézet felélesztése, erkölcsi és anyagi támogatása és tudományos színvonalon való fenntartásának előmozdítása és ezáltal a magyar nemzeti művelődés színvonalának emelése lévén, jövedelmeit részben a svábhegyi csillagvizsgáló, részben egyéb hazai kulturális célok javára kívánja fordítani.”

Az egyesület tehát létrejött, az alapszabályokat a belügyminiszter 1924. július 28-án láttamozta, nem volt akadálya az egyesület további szervezésének.



4. ábra. Egy levél a sok közül, amelyet Tass Antal írt az érdeklődők számára. A címzett Csada Imre fizikatanár volt (a csillagász Csada Imre édesapja)

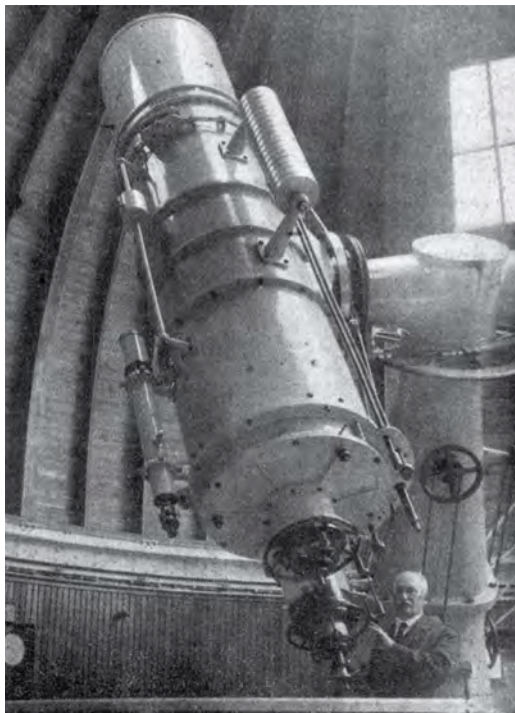
A tulajdonképpeni egyesületi élet azonban csak 1925-ben indult el, három előadást tartottak a budapesti Tudományegyetem I. sz. kísérleti intézetében. Március 7-én Pekár Dezső „Eötvös gravitációs kutató módszerének tudományos és gyakorlati jelentősége” címmel tartott előadást, április 4-én Tolnay Lajos tartott ismertetést „Idegen Világok”-ról, végül május 23-án Mahler Ede adott elő a naptárkérdésről. A svábhegyi csillagvizsgálót 411 Stella-tag és érdeklődő látogatta meg 1925 folyamán (a következő évben 68 alkalommal összesen 772-en látogattak el az intézetbe). A következő év végén elkészült a csillagvizsgáló főépülete, és nagy erővel folyt tovább a Budapest-kupola építése. Tass Antal A svábhegyi csillagvizsgáló történetéhez c. cikke (megjelent a Stella Almanach 1927. évi kötetében) forrásértékű az intézmény múltja iránt érdeklődők számára.

1926. január 9-e nagy nap volt a Stella életében. A Capitol filmpalotában „A csillagos ég csodái” című oktatófilmet mutatták be, amelyet az egyesület védnöke, Horthy Miklós kormányzó is megtekintett. A közönség sorában ott volt József Ferenc (1895–1957) királyi herceg is, a Stella későbbi elnöke, ugyanis Klebelsberg Kunó – sokirányú elfoglaltságára hivatkozva – lemondott elnöki tisztségéről az április 27-i közgyűlésen. Az új elnök, József Ferenc királyi herceg (József nádor dédunokája) csillagászati érdeklődéséről nem sokat tudunk, mindenesetre – társadalmi pozíciójának megfelelően – számos egyesületben vállalt elnöki tiszteket. A Stella egy további védnökkel gyarapodott, József Ágost királyi herceggel – „Öfensége az egyesület kérését hajlandósággal fogadta”.

Az 1926-os év más szempontból is eredményes volt: júniusban megjelent az egyesület folyóiratának első száma. Idézzünk néhány gondolatot az új folyóirat első számának előszavából. „Nevelés- és oktatásügyünk egész rendszere azonban egyáltalán nem számol a csillagászati világnézetek lélekiemelő és erkölcsi hatásával. Belátható időn belül a helyzet gyökeres megoldása nem is várható, legfeljebb javulása remélhető, ha sikerül a köztudatba a csillagászati világfelfogás nevelő hatását átvinni.

Ezt a célt akarja szolgálni a svábhegyi csillagvizsgáló-intézet barátai társulatának, a STELLA Csillagászati Egyesületnek most meginduló folyóirata a csillagászat és segédtudományainak ugrásszerű fejlődése és oktatásrendszerünk között tátongó űr áthidalásával. Célja elérésében a STELLA a művelt magyar nagyközönség támogatására számít.” 2022-ben olvasva ezeket a sorokat, az Olvasó joggal gondolhatja: mintha megállt volna az idő.

*5. ábra. Tass Antal,
a Stella ügyvezető titkára
1928-ban a frissen átadott
svábhegyvi 60 cm-es teleszkóppal
(fotó: Új Idők)*



A Stella volt az első, tisztán csillagászati folyóirat magyar nyelven, de nemcsak ezért érdemes foglalkozni, hanem azért is, mert még ma is kifejezetten jó érzés kézbe venni. Címlapja egészen egyedi, belül pedig szépen szerkesztett, szellős, jó ízléssel tördelt oldalakon sorakoznak a jobbnál jobb cikkek. A szerzők részben az Almanachnál már említettek köréből kerültek ki. Sokat, sőt nagyon sokat írt a Stellába Tass Antal. Az egyesületi beszámolók mellett apróbb-nagyobb híradásokat, rövidhíreket írt a lap számára, de nagyobb lélegzetű cikkeket is szép számmal. A Stella 1926/4. számában például hosszabb cikket közöl Tass a frissen átadott jénai planetáriumról, amely akkor igazi világszenzációnak számított. A részletes ismertetést az alábbiakkal zárja a szerző: „Leírhatatlan az a hatás, melyet a mesterséges csillagos ég felragyogása a hallgatóságra gyakorol. Nem csoda ezért, hogy már 11 német város határozta el planetárium létesítését. Erős a hitünk, hogy úgy mint Németországban, mi nálunk is mielőbb lehozhatjuk a csillagokat a Földre.”

A Stella csillagász szerzői között ott találjuk Wodetzky Józsefet, Steiner Lajost, Lassovszky Károlyt, Harkányi Bélát és még sok más szakembert. de ami igazán örvendetes, az az, hogy két kiváló műkedvelő is megjelenik a szerzők között: Komáromi Kacz Endre és Posztoczy Károly. Az amatőr észlelések lehetőségeit, a megfigyelési területeket, a lehetséges műszereket mutatják be cikkeikben. 1927-ben is Tass a legtermékenyebb szerző, de felzárkózik mellé egy fiatal csillagász, Lassovszky Károly. A lapban olvashatunk – egyebek mellett – az extragalaktikus ködfoltok távolságáról és méretéről, és még sok más témáról, így például az elektromos távolbalátásról – a Bell Társaság 1927. április 7-i sikeres kísérlete kapcsán. „Ki tudja, egy napon talán az is lehetséges lesz, hogy a csillagászati távcső képét nagy távolságra közvetítsük az érdeklődő nagyközönség számára.”

Tass megírja a magyar csillagászat történetét a Stella számára – a terjedelmes, gazdagon illusztrált cikk ma is jól használható forrásmunka. A magyar csillagászat történetének jobb megismeréséhez járulnak hozzá kiváló cikkekkkel „külső szerzők”: Bevilaqua-Borsody Béla és Kelényi B. Ottó. A Marssal kapcsolatos újabb ismereteket foglalja össze Lassovszky Károly (aki a bolygó 1924-es földközelsége évében ismeretterjesztő könyvet írt az égitestről). 1930-tól egyre szaporodnak a változócsillagászzal foglalkozó cikkek, új, fiatal szerző jelenik meg, Dunst László, aki nem sokkal később Detrére magyarosítja nevét.

A Stella szépen fejlődik, habár a közgyűlési beszámolókbán a legnagyobb hangsúlyt továbbra is a svábhegyi csillagvizsgálóval kapcsolatos fejlemények kapják. A taglétszám valamivel 1000 fő fölött állapodik meg, a költségvetés stabil, habár a kiadványok megjelentetése veszteséges. Az Almanach bekerül a könyvkereskedésekbe is, de



6. ábra. Wodetzky József, a Stella ügyvezető titkára a Debreceni Magyar Királyi Tisza István Tudományegyetem dékáni díszruhájában (fotó: hdl.handle.net/2437/79279)



7. ábra. József Ferenc királyi herceg, a Stella Csillagászati Egyesület elnöke 1926–1933 között (fotó: Wikipédia)

néhány száz példánynál több nemigen kél el belőle. A kötet egyre terjedelmesebb: 1931-ben már jócskán meghaladja a 400 oldalt. Az Almanach belső borítóján mindenesetre minden évben megjelenik a figyelmeztetés: rendezze hátralékos tagdíját, segítse a tagtoborzást a csatolt belépési nyilatkozat felhasználásával, terjesztésével.

Az egyesület támogatói között a kultuszminisztériumon kívül megtaláljuk Budapest székesfőváros tanácsát, mit több, a Beszkártot is. Magánszemélyek is jelentős mértékben támogatják az egyesületet. Az 1929. évi bevételekre több mint 14 ezer pengőt terveznek az évi rendes közgyűlésen.

Az 1931. évi Almanach előszava a magyar csillagászat újabb nagy eredményével foglalkozik: az előző évben ismét Budapesten tartotta kongresszusát az Astronomische Gesellschaft, mintegy elismerve a magyar csillagászat újjászületését: a svábhegyi csillagvizsgáló főépületének és három kupolájának elkészültét. Akkoriban még úgy gondolták, további kupolák is épülhetnek – Tass eredetileg 10 ilyen épületet álmodott meg. A kongresszusról részletes cikket is találunk az Almanachban, azonban sokkal érdekesebb cikket is írt Tass ebbe a kötetbe, címe: „A Plutó nagybolygó felfedezéséről”. Az 1930-as év nagy felfedezése volt a Plútó, a cikkben mindazt olvashatjuk, amit a témáról akkor tudni lehetett, közli a híres felfedező képpárt, a pályaelemeket, és azt is, hogy valójában nagyon keveset tudunk az égitestről. „Az új bolygó méreteiről és tömegéről még keveset tudunk. Az eddigi megfigyelésekből csak annyi következtethető, hogy térfogata nem igen lehet nagyobb Marsnál és hogy tömege lényegesen kisebb Földünkénél. Ha a Plutó már kihűlt, szilárd felületi kéreggel bírna, azaz ha felületét csak a napsugarak melegítenék, úgy felületi hőmérsékletének rendkívül alacsonynak, körülbelül -230 fok Celsiusnak kell lennie.” Ennél sokkal többet még évtizedek múltán se tudtunk mondani a kilencedik bolygóról. A New Horizons-szonda 2015-ös látogatása óta azonban nagyon is jól tudjuk, hogy a (134340) Pluto törpebolygó legalább annyira izgalmas világ, mint bármelyik nagybolygó.



8. ábra. A Stella 1930/3–4. számának címlapja



ZEISS
kilátó-távcsövek
STARMOR és STARMORBI

60 mm nyílású hordozható messzelátók, egy és két szemmel való megfigyelésekhez változtatható 12-, 24-, 42-szeres nagyítással.

STARMOR és STARMORBI revolver-okulárral felszerelt, három és pedig 12-szeres, 24-szeres és 42-szeres nagyítást adó okulárokkal bíró távcsövek. Asztalra való vagy háromláb-állvánnyal kaphatók. Mivel súlyuk méretükhöz viszonyítva kicsiny, könnyen hordozhatók és mivel teljesítményük nagy, sokféle megfigyeléshez használhatók. STARMOR és STARMORBI égi objektumok megfigyelésére is igen alkalmasak. A holdkráterek, a jupiterholdak, Saturnus gyűrűje, Vénus sarkója, kettős csillagok megfigyelhetők velük.

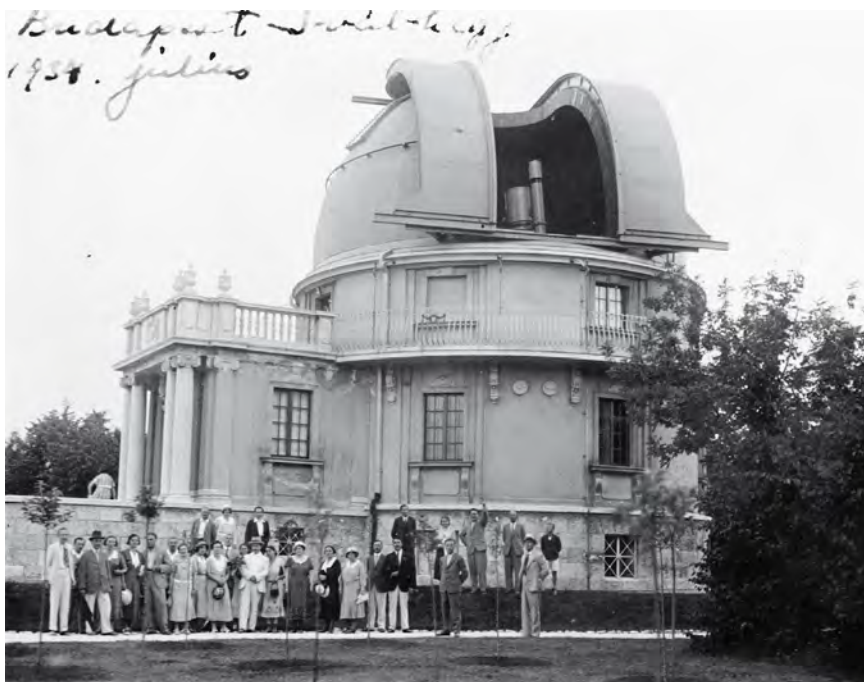
Az **ASTRO 80.** számú katalógusban úgy e két messzelátóra, mint másfajta, földi és égi megfigyelésekhez alkalmas, 12-szerestől 190-szeresig terjedő nagyítással bíró Zeiss-távcsövekre vonatkozóan közelebbi adatokat találunk.

Mindennemű felvilágosítással szolgál és rendeléseket felvesz



magyarországi vezérképviselete:
IFJ. JURÁNY HENRIK
BUDAPEST, VI., ANDRÁSSY ÚT 28.
TELEFON: Aut. 186-17. TELEFON: Aut. 186-17.

9. ábra. Zeiss-birdetés a Stella 1930/3-4. számából



10. ábra. Látogatók a svábhegyi csillagvizsgálóban. A harmincas években évente 3–4 ezer személy kereste fel az intézményt, többnyire csoportosan (fotó: Fortepan/Nagy Józsefné)

Ugyancsak az 1931. évi Almanachból tudjuk, hogy a Stella működése immár kizárólag az évkönyv és a folyóirat kiadására szorítkozott. Megtudjuk azt is, hogy a Stellának 1926-ban mindössze 217 előfizetője volt, ami 1930 végére is csak 351-re emelkedett. Az 1932. évi, utolsó Stella Almanach terjedelme már csak 170 oldal, a belső borítón kurta figyelmeztetés olvasható: „Kérjük az esedékes tagdíjak mielőbbi beküldését.” Így, felkiáltójel nélkül, mintha maguk a szerkesztők is beletörődtek volna, hogy valami véget ért, a világválság nem kegyelmezett a Stellának sem. A szerkesztők a bevételek és a taglétszám drámai csökkenéséről számolnak be, a Stella-előfizetők száma is csökkent, nem látnak más megoldást, mint hogy az egyesület csatlakozzon a 17 ezer tagot számláló Természettudományi Társulathoz, és annak csillagászati szakosztályaként működjen tovább – mentve a menthetőt. A Stella folyóiratnak 1931-ben már csak

két összevont száma jelenik meg. A 3–4. szám legvégén az egy bekezdésnyi, gyászjelentésnek is beillő szerkesztőségi közleményben már búcsúzik a Stella az olvasótól: „Napi 2–3 fillér a magyar csillagászatnak még a mai súlyos viszonyok mellett sem számíthat áldozatnak.”

Úgy látszik, mégis csak számított az a napi 2–3 fillér, és a magas pártfogók sem tudtak (vagy nem állt módjukban) segíteni a Stellán. Meglehet, hogy az ügyvezető titkárok is belefáradtak az ügyek intézésébe. Egyikük sem számított már fiatal embernek, Tass számára a svábhegyi csillagvizsgáló igazgatása is bőségesen adott feladatot, Wodetzky pedig 1929-ben kezdte szervezni a debreceni csillagvizsgálót – ami szintén nem lehetett egyszerű feladat. A Stella fő célkitűzése, a svábhegyi csillagvizsgáló megvalósult.

Amint azt a szerkesztők előre jelezték, a Stella Csillagászati Egyesület 1932. augusztus 1-jén megtartott közgyűlésén határozta el csatlakozását a Természettudományi Társulathoz. A szükséges előkészületeket követően a Stella utolsó, önmagát feloszlató közgyűlését 1933. január 27-én tartották. Közvetlenül utána megalakították Természettudományi Társulat Stella Csillagászati Szakosztályát melynek elnöki tisztét József Ferenc királyi herceg vállalta, az ügyvezető alelnök Tass Antal, az alelnök Wodetzky József, a jegyző Dunst László lett. Az intézőbizottság tagjai: Angehrn Tivadar, Hajts Lajos, Oltay Károly, Ortway Rudolf és Terkán Lajos.

A „Stella” név tehát tovább élt a Társulatban, amelynek évkönyve egészen 1944-ig viselte a „Stella Almanach” alcímet. A társulati évkönyvben csillagászati cikkek is helyet kaptak, azonban jóval kisebb terjedelemben, mint a Stella korszakában. A folyóirat újraindítása folyamatosan napirenden volt, 1938-tól aztán ismét lett magyar nyelvű csillagászati lap, amely azonban nem a Stella, hanem a Csillagászati Lapok címet kapta. Sokkal szakmaibb volt, mint amilyen elődje, jellemzően komoly szakcikkeket közölt, nemegyszer német nyelven.

A Stella Csillagászati Egyesület tízévi működése fontos fejezete a magyar csillagászatnak. A folyóirat és az évkönyv kiadása önmagában sem volt kis feladat, az igazi egyesületi élet szervezésével azonban a Stella adós maradt. A rákövetkező évtizedek egyesületei, csillagászati szerveződései azonban ezt is megvalósították. Hogyha a mai magyarországi szervezetek működési szabályzatában olyan passzusokat találunk, amelyek már ismerősek a Stella Alapszabályaiból, az sem lehet a véletlen műve, hiszen céljaink nem változtak sokat az elmúlt száz évben. Fő törekvésünk változatlanul a csillagászat népszerűsítése.

Irodalom

Balázs Lajos: 100 éves a svábhegyi Konkoly Thege Miklós Csillagászati intézet, Meteor csillagászati évkönyv 2021, pp. 173–198.

Bartha Lajos: Konkoly Thege Miklós emlékezete. MCSE, 1992

Bencsik János: Hol késik a magyar csillagászat? Az Időjárás, 1897. augusztus, pp. 131–134.

Konkoly Thege Miklós: Válasz a hol késik a magyar csillagászat? című cikkre. Az Időjárás, 1897. szeptember, pp. 161–167.

Konkoly Thege Miklós: A csillagászat. Atmosphaera, 1904. január, pp. 1–15.

Mizser Attila: Műkedvelő Csillagászok Társasága, Meteor 2022/6. pp. 18–21.

A Stella Almanach és a Stella folyóirat számai

Vargha Magda: The Konkoly Observatory Chronicle In Commemoration of its Centenary. Konkoly Observatory Monographs, 1999

BESZÁMOLÓK

MIZSER ATTILA

A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2021-ben

Az egész évre a Covid-19 járvány nyomta rá bélyegét: hosszú hónapokon át az utcán is maszkot kellett viselnünk, és megismerkedtünk a kijárási korlátozással, amely – sok más intézményhez hasonlóan – a Polaris Csillagvizsgáló programjait és látogatottságát is súlyosan érintette. Ugyanakkor azok számára is megnehezítette, illetve ellehetetlenítette az észlelőmunkát, akik otthonukból időnként kitelepülve jutnak csak megfigyelési lehetőséghez, márpedig minden bizonnyal ez a többség. Sokak számára nemhogy a kertvégi magáncsillagvizsgáló, de a jó kilátást nyújtó erkély sem adatik meg. Ezen a helyzeten rontott sokat a téli hónapokban érvényes kijárási korlátozás, amely 20 órákor kezdődött.

A közösségi élet még inkább a virtuális térbe szorult. Elmaradtak a közös észlelési akciók, pl. a Messier-maraton, de a csillagászat napját is csak virtuálisan tartottuk meg, sőt – élve a törvény által biztosított lehetőséggel – közgyűléseinket is virtuálisan tartottuk meg május 22-én. Hogy ez a tartósított virtuális lét mennyiben módosította az emberi kapcsolatokat, akár hosszabb távra is, annak kutatása leginkább a társadalomtudósok feladata, mindenesetre a vírustól viszonylag mentes nyári időszakban sokak számára jelentettek felüdülést az észlelőtáborok, az újra beinduló programok a csillagvizsgálókban, illetve az Egy hét a csillagok alatt elnevezésű országos akció. A kényszerű bezártságnak volt pozitív oldala is, a Polaris Csillagvizsgálóban fontos, évek óta húzóódo felújítási munkákat tudtunk elvégezni, illetve elvégeztetni.

A távcsőforgalmazók mindenesetre világszerte arról számoltak be, hogy az emberek kényszerű otthonmaradásával párhuzamosan jelentősen megnőtt az érdeklődés a csillagászati eszközök iránt. Ugyanezt mondhatjuk el az MCSE iránti érdeklődésről: 2021-ben csaknem 400 új tag lépett be, ilyenre az 1997-es üstökösjárás, a Hale–Bopp látogatása óta nem volt példa. Mindebben nagy szerepe volt elnökünk, Kiss László fáradhatatlan népszerűsítő-toborzó tevékenységének is. Számos új örökös pártoló tagot is üdvözölhattünk sorainkban. A belépési hajlandóságot láthatóan jó irányban mozdította el az is, hogy 2021 novemberétől lehetőség nyílt a bankkártyás tagdíjfizetésre is újonnan nyílt „Égboltunkban”, vagyis az egbolt.mcse.hu címen található webshopban. Ugyanitt lehetőség van kiadványok rendelésére és támogatások átutalására is.

Új elnökségi tagunk, Barna Barnabás koordinálásával felmértük a helyi csoportok lehetőségeit és támogatási igényeit. A 2020 végén kiírt belső pályázat alapján végül 1 millió forintot használhattak fel csoportjaink működési célra és eszközbeszerzésre. Ugyancsak Barna Barnabás készített el egy virtuális interjúsorozatot Vándorcillagok címmel, amelyben helyi csoportjaink is bemutatkozási lehetőséget kaptak (Ajka, Hajdúböszörmény, Miskolc, Szolnok, Zalaegerszeg).



*1. ábra. Újonnan alakult szolnoki csoportunk a 2021-es Csillagászati évkönyvvel
(Szabó Szabolcs Zsolt felvétele)*

November 11-én ünnepeltük az MCSE megalakulásának 75. évfordulóját. A háromnegyed évszázad alatt rengeteget változott a csillagászat világa és a civil szerveződések lehetőségei is. Előadásokkal, cikkekkal emlékeztünk az indulás éveire, majd az 1949-es beolvasztásra és az azt követő évtizedekre. November 11-én a Svábhegyi Csillagvizsgálóban adtuk át a 2021. évi Kulin György-díjat Szabados Lászlónak, elismerve több évtizedes kutatói és ismeretterjesztő tevékenységét. A sajtónyilvános eseményről számos médium közölt tudósítást. Az átadáson megjelent Pokorni Zoltán, a XII. kerület polgármestere is, aki a

kerületben működő Városmajori Gimnázium számára nyújtott át egy ajándék MCSE-tagságot azzal, hogy a Hegyvidéki Önkormányzat jó szívvel támogatja, hogy a diákok minél gyakrabban látogathassanak el a kerületben működő Svábhegyi Csillagvizsgálóba. Szerényebb évforduló, de számunkra igen fontos: húsz éve vehettük birtokba a Polaris Csillagvizsgálót Óbudán, a Barátság Parkban. 2001-től mondhattuk el, hogy végre otthonra lelt az MCSE.

Május 2-án emlékeztünk meg Ponori Thewrewk Aurél (1921–2014) születésének századik évfordulójáról. A korlátozások miatt csak jelképes megemlékezésről lehetett szó: az MCSE elnöke, Kiss László és titkársága (Mizser Attila, Molnár Péter és Török Tünde) helyezte el az emlékezés virágait a Bécsi kapu tér 7. bejáratánál (majd’ hat évtizeden át itt volt a jeles csillagász otthona). Kiss László Élő csillagászat című műsorában is megemlékeztünk az évfordulóról, és decemberben, nem sokkal karácsony előtt sikerült megjelentetnünk, Ponori Thewrewk Aurél posztumusz kötetét, amely a Szaturnusszal foglalkozik (A „legfelső bolygó”).



2. ábra. A 2021. évi Kulin György-díj kitüntetője: Szabados László
Fotó: CSFK, Tuba Zoltán/Kepszerk.hu

Találkozók, táborok

A Covid-19 járvánnyal kapcsolatos enyhítő intézkedések hatására június folyamán ismét beindulhatott a közösségi élet. Ezt jótékonyan előmozdította a június 10-i napfogyatkozás, amely a sarkvidéki területekről gyűrűsként látszott, hazánkból azonban csak csekély mértékű részleges fogyatkozást lehetett megfigyelni. A csillagászat iránt érdeklődők ennek is nagyon örültek, annál is inkább, minthogy az egyre inkább elterjedő H-alfa naptávcsövek egészen különleges látványt mutatnak a fogyatkozó Napról. Jó lehetőség volt ez a jelenség közös észlelések, bemutatók szervezésére.

Júliusban a jól bevált vérteshoglári helyszínen szerveztünk ifjúsági észlelőtábort Kiss Áron Keve vezetésével, együttműködve a Svábhegyi Csillagvizsgálóval. A tábor műszerezettsége kiváló volt, ha nem is jutott mindenkinek távcső, de kisebb csoportok használhatták a műszereket az észlelési programokban meghatározott feladatok során. A táborlakók a Balaton Csillagvizsgálóba tettek egy tanulmányi kirándulást, majd következhetett az elmaradhatatlan fürdés a Balatonban. Ifjúsági táborunkkal párhuzamosan zajlott az csillagász diákolimpikonok felkészítése, így együttesen több mint 50 fő vett rész rendezvényünkön. Kiskun Csoportunk a jászszentlászlói Kézműves Tanyán tartott sikeres és látogatott nyári tábort, Zalaegerszegi Csoportunk pedig (együttműködésben a VCSE-vel és a TIT-tel) Órimagyarósdon tartotta meg nyári csillagászati megfigyelőtáborát.

A nyár és az év legjelentősebb rendezvénye volt a Meteor 2021 észlelőtábor (MTT 2021), amelyet tarjáni törzshelyünkön, az immár Baglyas Parkra átnevezett ifjúsági táborhelyen tartottunk, ezúttal már nemzetközi jelleggel. Két év szünet után nyílt ismét lehetőség a találkozásra, amit sokan ki is használtak, habár a létszám elmaradt a járvány előttitől. Így is összegyűlt 280 amatőr csillagász, akik tartalmas programokon is részt vehettek. Így például volt modellrakéta-bemutató és ballonindítás is (a bajai rakétamodellözök, illetve a Tatai Csillagvizsgáló közreműködésével). Sokan kihasználták a tábor derült éget észlelésekre, asztrofotók készítésére vagy éppen a különböző műszerek teljesítményének összehasonlítására.

Az Androméda Csillagászati Egyesülettel közösen szerveztük a szentléleki észlelőhétvégét október 8–10. között, a Turistaparkban. A szentléleki észlelőhely sokak számára ismerős lehet, hiszen 2001 és 2005 között itt tartottuk

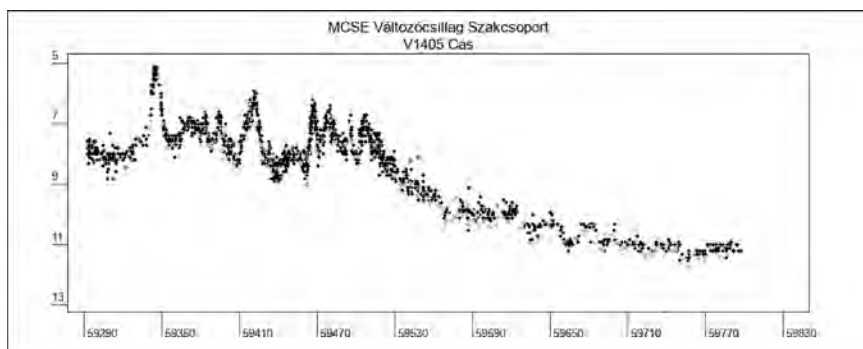
távcsöves találkozóinkat. A helyszín jelenleg is fogad csillagászokot, ezt a lehetőséget használjuk ki az immár hagyományos őszi észlelőhétvégékkel.

Szeptember 24–26. között országos csillagászati-űrkutató találkozózt szerveztünk Hajdúböszörményben.

Szeptember 18-án a tatai Kuny Domokos Múzeum adott otthont a Nemzetközi Napórás Találkozóknak, amelyet az MCSE Napóra Szakcsoportja, a TIT Komárom-Esztergom Megyei Egyesülete és a Szlovák Központi Csillagvizsgáló közösen szervezett. Változócsillag-észlelőink a Jászberényi Könyvtárban tartottak találkozót november 12–13-án, igen gazdag programmal.



3. ábra. A jászberényi változós találkozó résztvevői



4. ábra. A Nova Cassiopeiae 2021 (V1405 Cas) fényváltozásai. 2021 folyamán közel 1500 fényességadatot gyűjtöttünk erről a csillagról, így a V1405 Cas lett a magyar amatőrök által leginkább észlelt nóva

Kiadványok, internet

Egyesületünk havilapja, a Meteor 1971-ben indult, erre a jeles évfordulóra is emlékeztünk lapunk 2021. januári számában. Fél évszázad óriási idő, ez idő alatt a Meteor célkitűzései, tartalma, jelentősége rengeteget változott. Az évfordulóhoz is kapcsolódva cikkpályázatot hirdettünk, amelynek támogatója a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont volt. A három legjobbnak ítélt pályamű a Meteorban jelent meg. **I. díjban részesült Miltner Tímea** *Hosszú út* című pályaműve a műfaji határokat feszegető, innovatív témabemutatóért. **II. díjban részesült Gedai Krisztina** *Az élet utat tör magának...* című esszéje az asztrobiológiát és a Naprendszer összekapcsoló feldolgozásért. **Megosztott III. díjat kapott Fröhlich Viktória** *A Jupiter migrációja és a Vénusz* és **Kelemen Tamás** *Elképzelni a sarki fényeket* a klasszikus ismeretterjesztői cikkírásért, illetve a látványos, saját felvételekkel illusztrált önálló munkáért.

Felmértük a Meteorral kapcsolatos olvasói igényeket is, ez alapján a Meteor-t a legtöbben a mozgalommal és az észlelési tevékenységgel kapcsolatos hírek miatt forgatják. A szerkesztőség tagjai mindenkor számos jó ötlettel támogatják a Meteor-t és az észlelőtevékenységet. Ezúttal az üstökös rovat vezetője Észleljünk üstökös! elnevezésű akcióját emeljük ki, amelynek során bizonyos mennyiségű üstökösészlelés teljesítése (és feltöltése) után emblémával ellátott sapkát, kitűzőt, pólót kapnak a legszorgosabb amatőrök.

December folyamán jelentettük meg a Meteor csillagászati évkönyv 2022. évi kötetét, amelyet ismét támogatott a Magyar Tudományos Akadémia.

Hírportálunkon 2021 folyamán összesen 357 hír jelent meg, vagyis szinte minden nap sikerült valamilyen olvasnivalóval szolgálni a csillagászat iránt érdeklődők számára.

Amint már említettük, az év végén adtuk ki Ponori Thewrewk Aurél posztumusz kötetét, amely a Szaturnuszról és mitológiájáról szól. A könyvet Makovecz Benjamin tervezte, a félbemaradt kéziratot Ponori Thewrewk Aurél tisztelői fejezték be, számos, a témához kapcsolódó fejezettel is kiegészítve a nagyszerű anyagot.

Ugyancsak 2021-ben jelentettük meg az Így láttuk az üstökösöt: C/2020 F3 (NEOWISE) című kötetet Nagy Mélykúti Ákos támogatásával és szerkesztésében. A könyv a 2020-as nyár „váratlan vendége”, az igen látványos NEOWISE-üstökös hazai észleléseit gyűjti csokorba.

A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont felkérésére két, szép kiállítás, színes kiadványt rendeztük sajtó alá, a Csillagászati Intézetben futó projektek bemutatásaként: a Kozmikus hatások és kockázatok, valamint a Tranziens asztrofizikai objektumok című kiadványok pdf formátumban is elérhetők az intézmény honlapján (www.konkoly.hu).

Polaris Csillagvizsgáló

A Polarisban – a világiárvánnyal kapcsolatos korlátozások miatt – fél éven át nem volt távcsöves bemutató, a tavaszi előadás-sorozatot is virtuálisan tartottuk meg. Ugyancsak virtuálisak voltak az észlelőszakkör és az ifjúsági szakkör foglalkozásai. A gyermekszakkört szüneteltettük. Ebben a nehéz időszakban hetente egy alkalommal tartottunk titkársági ügyeletet, amelyet 19:00-kor be is fejeztünk, hogy mindenki hazaérjen még a kijárási korlátozás kezdete, 20 óra előtt.

A látogatók elmaradását kihasználva régóta esedékes felújítási munkákat végeztettünk, illetve végeztünk el. Tetőszigetelésünk felújítása már nagyon aktuális lett, több helyen is beázás keletkezett, melyek elhárítása egyre sürgetőbb volt. A munkákat egy külső vállalkozó végezte el igen szakszerűen, a szükséges pénzforrások előteremtésére pedig gyűjtést indítottunk. Nagy örömünkre a befolyt összeg teljes egészében fedezte a munkákat. Kifestettük a Polaris valamennyi nyilvános helyiségét, beleértve a kupolateret és a fémkupola héjazatát is (utóbbira is nagyon ráfért az alapos festés).

Ilyeténképpen „felfrissülve vártuk” első látogatóinkat június 10-én a napfogyatkozás-bemutatóval. Az év további részében heti két estén fogadtuk az érdeklődőket, havonta egy szombaton is nyitva tartottunk. A látogatókat regisztrációs felület segítségével fogadjuk, ily módon pontosan tudjuk, hogy egy adott este hány érdeklődőre számíthatunk. Borult idő esetén, amikor a távcsöves bemutató lehetetlen, egy órával a bemutató kezdése előtt e-mailben értesítjük látogatóinkat. A regisztrációs rendszer további előnye, hogy a különösen nagy érdeklődéssel járó bemutatóink látogatottságát korlátozni tudjuk (amire balesetvédelmi és szervezéstechnikai okokból is szükség van).

2021-ben részben sikerült megtartani a „jeles napokat”, így például a kisbolygók világnapját, illetve a kutatók éjszakáját. Ugyancsak részt vettünk a múzeumok éjszakáján, illetve az óbudai múzeumok közös rendezvényén, az

Óbudai KultÉjen. Több kitelepülésen is részt vettünk, ezek közül az állatkeretek éjszakája volt a legjelentősebb: több ezren pillanthattak bele távcsöveinkbe a Fővárosi Állatkeremben tartott bemutatón. Bemutatónk címe „Nálatok laknak-e állatövi állatok” volt. Közreműködtünk a Klebelsberg Kultúrkúria és a Magyar Természettudományi Múzeum, továbbá a Pákozdi Pagony programjában. A Bókay-kertben meghirdetett csillagászati sorozatban négy alkalommal tartottunk előadást és távcsöves bemutatót.

2021 folyamán három alkalommal szerveztünk helyismereti-csillagásztörténeti csillagsétát, ezúttal budai oldalon kalandozva, illetve egy alkalommal Székesfehérvár csillagászati érdekességeivel ismerkedtünk meg.

A MANT által meghirdetett vetélkedőn első helyezést ért el a középiskolás szakköröseinkből álló Polaris-csapat.

Műszerezettségünk sokat javult az elmúlt időszakban, Tözsér Attila tagtársunk adományának köszönhetően. Ugyancsak gyarapodott műszerállományunk tagtársunk, Vida Gábor hagyatékából. A kapott eszközök nagy részét (pl. az 5 db Réti-féle mechanikát) önkénteseink és iskolák számára adtuk át.



5. ábra. A Polaris tetőszigetelésének felújítása tagjaink és barátaink adományaiból volt lehetséges

Kulin György csillagászati szabadegyetem 2021

- Február 2. Exobolygók a Cheops-űrtávcsővel – hogyan tovább a 2020-as években? (Kiss László)
- Február 9. Húsz éve a Polarisban (Mizser Attila)
- Február 16. A csillagászat hírei régen és ma (Molnár Péter)
- Február 23. Arecibo-rádiótávcső: dicsőséges múlt, lehetséges jövő? (Frey Sándor)
- Március 2. Sikeresen leszállt a Perseverance a Marson! (Kereszturi Ákos)
- Március 9. Konkoly Thege Miklós obszervatóriuma (Zsoldos Endre)
- Április 2. Töltsük fel észleléseinket! (Molnár Péter)
- Április 13. Hatvan éve történt: Gagarin a világűrben! (Schuminszky Nándor)
- Április 20. Az emberes űrrepülés jövője – A SpaceX és a többiek (Barna Barnabás)
- Április 26. Zsebkamera – csillagászati fotózás okostelefonnal (Fűrész Gábor)

Óbudai csillagok 2021

- Október 12. Hány az óra, bakter úr? Az időmérés és mindennapi életünk (Pete Gábor)
- Október 19. Változócsillag-osztályozás a gépi tanulás módszereivel (Szklenár Tamás)
- Október 26. John Herschel, a déli égbolt felfedezője (Sánta Gábor)
- November 2. XXI. századi amatőr csillagász (Molnár Péter)
- November 9. Magyarok az Androméda-ködben (Sárnecky Krisztián)
- November 16. 75 éve alakult meg a Magyar Csillagászati Egyesület (Mizser Attila)
- November 23. Nóvarobbanások 2021-ben (Fidrich Róbert)
- November 30. A Kepler-űrtávcső (Kiss László)
- December 7. A 450 éve született Kepler nyomában (Válás Péter)
- December 14. Építsünk Kepler-távcsövet! (Mizser Attila)

MCSE Csillagtanya

A kijárási korlátozás időszakában nem volt lehetőség közös észlelőprogramok megvalósítására, az év első felében kisebb-nagyobb munkákat végeztünk el.

Január-február folyamán Jankovics Zoltán irányításával megkezdtuk a pince felújítását, a téglaburkolatú helyiséget immár nem szégyenkezve mutatjuk meg, hanem éppenséggel büszkélkedve. A pincét jól lehet hasznosítani kevésbé kényes dolgok tárolására, a nyári időszakban pedig kellemes hűsölő hely, ahol akár szakköri foglalkozások is tarthatók, mert a pince előadóteremként is használható.

A nyár folyamán elkészült a kupola betonlépcsője, majd munkagép segítségével ásattuk ki a tervezett észlelőteraszokhoz vezető kábelek árkait. Ősszel elkészült a három észlelőterasz, továbbá a hozzájuk vezető járdák. (Téli időszakban megesik, hogy szinte járhatatlan a felázott udvar, emiatt volt fontos a járdák megépítése.)

Ismét tartottunk nyílt napot a lovasberényi lakosok számára, és a munkával töltött hétvégén magunk is végeztünk megfigyeléseket.

Mindazok, akik ellátogatnak az MCSE Csillagtanyájára, gondoljanak szeretettel és tisztelettel mindazon tagtársainkra, akik munkaórák százait áldozták szabadidejükben arra, hogy létrejöhessen egyesületi észlelőhelyünk.



6. ábra. A Csillagtanya madártávlatból. A kupolában egy 35 cm-es Schmidt–Cassegrain-távcső lakik, az észlelőteraszokon pedig saját távcsöveiket is elhelyezhetik a nálunk észlelők

KISS CSABA – SZABÓ RÓBERT

A CSFK Csillagászati Intézetének 2021. évi tevékenysége

A Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézete 2021-ben is az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat irányítása alatt, MTA Kiváló Kutatóhely minősítéssel működött, és folytatta kutatási tevékenységét a csillagok fizikája (különös tekintettel a pulzációra), a csillag- és bolygókeletkezés, a csillagok és a Nap aktivitása, a nukleáris asztrofizika, a Naprendszer égitestjeinek vizsgálata, a galaktikus és extragalaktikus csillagászat, a tranziensek asztrofizikája, a nagy égboltsfelmérések, az űrcsillagászat és a csillagászat története témakörökben.

2021-ben 63 kutató dolgozott az intézetben (14 fokozat nélküli, 33 PhD/kandidátusi címmel rendelkező, 9 MTA doktora, 1 akadémikus és 6 emeritus kutató). Ez lényegében megegyezik a 2019-es adattal, az elmúlt években a Csillagászati Intézet létszáma a korábbi növekedés után stabilizálódott, bár az időközben elnyert újabb pályázatok ismeretében ismételt növekedés várható.

Az intézet munkáját 18 nem kutatói besorolású (könyvtáros, gazdasági, műszaki, informatikai területen dolgozó állandó és számos eseti megbízással foglalkoztatott) munkatárs segítette. Az intézet alapfeladata továbbra is az élvonalbeli tudományos kutatás, de munkatársaink aktívan részt vettek a tudományos közéletben, a felsőoktatásban egyetemi oktatóként és témavezetőként, valamint a tudományos ismeretterjesztésben is. Az akkreditált kutatócsoportok változatlanok maradtak a korábbi évekhez képest, továbbra is hét kutatócsoport működik az intézetben: a legnagyobb létszámú a Konkoly Űrcsillagászat, Bolygó- és Csillagkeletkezési Csoport (Ábrahám Péter vezetésével, amely többek között tartalmazza Kóspál Ágnes „SACCRED” ERC Starting Grant csoportját is); Asztrofizikai és Geokémiai Laboratórium (Kereszturi Ákos); Naprendszerkutató Csoport (Kiss Csaba); Csillagpulzáció, Űrfotometria, Exobolygók Kutatócsoport (SPEX, amely magában foglalja az MTA Lendület Lokális Kozmológia Kutatócsoportot is; mindkettőt Szabó Róbert vezeti); Lendület „AGB Nuclei & Dust” (LAND) és RADIOSTAR ERC-csoport Maria Lugaro vezetésével; Nap- és Csillagaktivitás Kutatócsoport (SOLSTART, Kővári Zsolt); Extragalaktikus Asztrofizika Kutatócso-

port (Vinkó József). Az ELKH-tól származó alapfinanszírozás és több kisebb, hazai és nemzetközi pályázat mellett 2021-ben is folytatódtak azok a pályázatok, amelyek már korábban is jelentős hozzájárulást adtak az intézet költségvetéséhez; ezek a Maria Lugaro és Kóspál Ágnes által vezetett ERC pályázatok, a Kozmikus hatások és kockázatok és a Tranziens Asztrofizikai Objektumok című GINOP-pályázatok, valamint Szabó Róbert Lendület-pályázata.

Intézetünk üzemelteti hazánk legnagyobb csillagászati obszervatóriumát, hivatalos nevén a Piskésetetői Megfigyelő Állomást, amely továbbra is elérhető mind a hazai, mind (kisebb mértékben) a nemzetközi kutatóközösség számára. A Piskésetetői Obszervatórium 2021-ben elnyerte az NKFIH TOP50 Hazai Kutatási Infrastruktúra megtisztelő címet.

Tudományos eredmények

A Csillagászati Intézet kutatói 2021-ben 218 tudományos közleményt publikáltak, ebből 155 jelent meg a csillagászat, fizika és planetológia nemzetközi, referált szakfolyóirataiban. Ez, a 2020-as enyhe csökkenés után, azonos szinten van a 2019-es publikációk számával. Hasonlóan a korábbi évekhez, a referált cikkek mintegy 90%-a a legnagyobb hatású (Q1), ezen belül 10% kiemelt hatású (D1) folyóiratokban jelent meg. Tudományos közleményeinkre a valaha regisztrált legnagyobb számú, több mint 7000 hivatkozás érkezett, ami jelentős, ~15%-os emelkedés az előző évekhez képest, és mintegy tízszerese a tíz-tizenöt évvel ezelőtti hivatkozási számoknak. Az intézeti publikációk teljes listája elérhető a Magyar Tudományos Művek Tárában (mtmt.hu). A számos eredmény közül az alábbiakban csak egy szűk válogatást tudunk bemutatni.

A Naprendszer kutatása

Kisbolygók megfigyelése a Kepler-űrtávcsővel

A CSFK CSI kutatói a Jupiter negyvenöt trójai kisbolygójának fotometriai tulajdonságait határozták meg a Kepler-űrtávcső K2 programjának méréseiből, köztük a NASA 2021-ben indított Lucy-űrszondájának egyik célpontjátét,

a (11351) Leucus aszteroidát is. Bár a Keplert elsősorban exobolygók fedési módszerrel történő felfedezésére tervezték, a CSI kutatói 2014-ben olyan módszert javasoltak, amely naprendszerbeli égitestek pontos fényességmérését is lehetővé teszi. A magyar kutatók immár több mint egy tucat referált közleményt tettek közzé a módszer alkalmazásával, ezek mintegy 160 hivatkozást kaptak. Bár a kisbolygók csak egy fénypontnak látszanak, a szabálytalan alakjuk és a felszíni albedójuk különbségei periodikus fényváltozást okoznak, amelyek a nagy pontosságú űrfotometriai mérésekkel kimutathatók. A kutatók saját korábbi K2-méréseikkel együtt már 101 trójai kisbolygóra határozták meg a fényváltozás amplitúdóját és a forgási periódust. Ezeket összevetették más földi és űrből végzett mérésekkel. Azt találták, hogy a trójaiak egy lassú és egy gyors forgású csoportra oszlanak, a határvonal a két csoport között kb. 100 óránál van. A minta nagyjából negyede lassú forgású, ezek kettős kisbolygók lehetnek. Harminckét objektumot potenciális szeparált kettős rendszernek osztályoztak. Kiszámolták a kisbolygók sűrűségének korlátait a forgási periódusokból. Eredményeik alacsony sűrűségekre utalnak, vagyis olyan összetételt valószínűsítene, amelyek az üstökösökre és a Neptunuszon túli égitestekre jellemzők. Ezek a megfigyelések a trójaiak külső Naprendszerből való eredetét támogatják (Kalup és mtsai, *ApJS* 254, A7, 2021).

Szinergikus, többszörös meteor megfigyelések

A földi légkört elérő, majd abban megsemmisülő meteoroidokat, kisebb aszteroidákat nem csak optikai úton, de ionosondákkal, infrahang-detektorokkal és akár szeizmológiai műszerekkel is detektálhatjuk. Ezen szimultán adatok együttes elemzése elősegíti mind a meteorjelenségek, mind a földi légkör jobb megértését. A CSFK Csillagászati Intézet kutatói két példát is mutattak arra, amikor az ionoszférikus hatások konkrét meteorokhoz kapcsolódnak. A nagy magasságban felbukkanó meteorok közel egyharmadát egyidejűleg optikai kamerával is rögzítették. Ennek jelentősége óriási, mert eddig nagyon kevés ilyen megfigyelés történt. A nappali tűzgömbök esetében a rögzített infrahanghatás a légköri robbanás lökéshullámához kapcsolódó földrengéseket idézett elő, amelyeket a földi állomások hálózata azonosított. Ezeknek a megfigyelési típusoknak az összekapcsolása olyan lehetőségeket tár fel, amelyeknek köszönhetően a közeljövőben jelentős fejlesztések és felfedezések várhatók a Föld közvetlen kozmikus környezete és kozmikus biztonsága témakörében (Kereszturi és mtsai, *MNRAS*, 506, 3629, 2021).

Csillagaktivitás

Vörös törpecsillagok aktivitásának hatása bolygóik lakhatóságára

Ahogy egyre több ultrahűvös törpecsillag körül sikerül exobolygókat felfedezni, ezen csillagok mágneses aktivitásának megértése is egyre fontosabbá válik. Milyen tényezők befolyásolják egy bolygó lakhatóságát? Egyes vizsgálatok arra mutatnak, hogy a hűvös törpecsillagok túl aktívak ahhoz, hogy az élet hosszú ideig fennmaradjhasson bolygóikon, míg más kutatások alacsonyabb aktivitási szintet valószínűsíteneek. A kérdés tehát fontos, ám ahhoz, hogy fotometriai idősorokban flerekre és csillagfoltokra utaló jellegzetességeket találjunk, folyamatos megfigyelésre van szükség, amire a NASA TESS űrtávcsövének szabadon elérhető adatai kiváló lehetőséget nyújtanak. Ebben a projektben a CSFK CSI kutatói a TRAPPIST-1-hez (vörös törpecsillag körül keringő hét, Föld típusú bolygót tartalmazó bolygórendszer) hasonló ultrahűvös törpecsillagokat vizsgálták a TESS első két évének adatai alapján. A mintába 50 parszeknél közelebbi csillagok kerültek, szám szerint 248-an, amelyek közel esnek a TRAPPIST-1-hez a Gaia szín-fényesség diagramján. Ezen csillagok fél órás mintavételezésű fénygörbéit vizsgálva flereket és rotációs modulációt kerestek. Huszonegy csillagon 94 flert detektáltak. Az adatokból a TRAPPIST-1 rendszer központi csillagának aktivitása átlagosnak tűnik a néhány évtizedenkénti egy-egy nagyobb csillagkitöréssel. A vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a sok szempontból „állatorvosi ló” TRAPPIST-1 vörös törpecsillagának aktivitási szintje nem elégséges a bolygókon esetlegesen jelen lévő ózonréteg megsemmisítéséhez, sem egy esetleges ultraibolya besugárzás indukálta abiogenezis beindításához (Seli és mtsai, A&A 650, A138, 2021).

Csillagkeletkezés és fiatal csillagok

Akkréciós folyamatok fiatal csillagokban

A fiatal, fősorozat előtti csillagok között kiemelt figyelmet érdemel az FU Orionis (FUor) típusú objektumok kis csoportja, amelyek erőteljes akkréciós kitöréseikről híresek. A V1057 Cygni jelű csillag a FUorok egyik klasztrikus példája, amely 1969–1970-ben tört ki. Ezt követően a csillag gyorsan halványodni kezdett; ez lett a leggyorsabban halványodó ismert FUor.

1995 körül egy még gyorsabb halványodási esemény következett be. Azóta a rendszer fotometriailag erősen változékony. A Csillagászati Intézet kutatói egy ERC Starting Grant keretében vizsgálják az akkréciós folyamatokat, és a V1057 Cyg mintegy tíz évnyi fotometriai monitorozásának eredményeit dolgozták fel. A piszkástetői megfigyeléseket kiegészítették más, optikai és közeli infravörös fotometriával, illetve spektroszkópiával is, többek között a NOT, a TESS és a SOFIA távcsöveket használva. Megállapították, hogy jelentős, kváziperiodikus változások folytatódtak az elmúlt évtizedben is. A színeképek erős csillagszélre utalnak, továbbá számos héjkomponens és tiltott emissziós vonal is látható. Mindezek a színeképi alakzatok időben is változnak. Elsőként detektálták egyszerűen ionizált kén és nitrogén, valamint kétszeresen ionizált oxigén vonalait a csillag színeképeiben. A csillag egyelőre nem tért vissza nyugalmi állapotába, kitorése folytatódik, továbbra is kitűnő lehetőséget kínálva az akkréciós folyamatok részletes vizsgálatára (Szabó Zs. és mtsai, ApJ, 917, A80, 2021).

Fiatal bolygórendszer megfigyelése a CHEOPS és TESS űrtávcsövekkel

Az AU Microscopii egy fiatal bolygórendszer, amelyben a bolygókeletkezési folyamatokra utaló törmeléköring figyelhető meg. A rendszerben két fedési, Neptunusz méretű bolygót is ismerünk, amelyek közelítőleg középmozgás-rezonanciában mozognak. A CSFK Csillagászati Intézet kutatói az AU Mic b jelű bolygó fedéseit vizsgálták az európai Characterising ExOPlanet Satellite (CHEOPS) és az amerikai Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) űrtávcsövek mérései alapján. A bolygó keringési periódusa 8,4630 napnak, a központi csillag forgási periódusa pedig 4,8367 napnak adódott, ami 7:4 rezonanciát jelent egy ezrelékes pontossággal. Ez azt jelenti, hogy a bolygófedés mindig a csillag négy kitüntetett hosszúsága mentén következik be. Ezt alátámasztja, hogy négy bolygókeringéssel (és hét csillagfordulattal) később ugyanaz a komplex foltstruktúra detektálható a fedési fénygörbe segítségével, hiszen a bolygó a fedéssel mintegy „letapogatja” a csillag felszínét. A kutatók vizsgálták a fiatal csillag kitoréseinek (flerek) és foltosságának hatását a bolygóparaméterek meghatározásának pontosságára, és azt találták, hogy az említett hatások miatt 10%-kal kisebb pontosság érhető el a bolygó/csillag sugárarány meghatározásában, és 3-4 perccel nő a bizonytalanság a fedési időpontok meghatározásában. A csillagfoltok fedései független módszert kínálnak a fedési időpont változásának (TTV) mérésére. A kutatók vizsgálá-

taik megállapították, hogy az AU Mic b esetében talált legalább 4 perc amplitúdójú TTV-t az AU Mic c jelű külső bolygó gravitációs hatása okozhatja. A munka fontosságát jelzi, hogy a 2021 augusztusában preprint formában megjelent cikke jelen sorok írásakor (2022. június) már több mint egy tucat hivatkozás érkezett, és független kutatócsoport ugyanezeket és más adatokat elemezve hasonló eredményekre jutott (Szabó Gy. és mtsai, A&A 654, A159, 2021).

Csillagok fizikája

Cefeida változócsillagok első megfigyelései a TESS űrtávcsővel

A pulzáló változócsillagok cefeida csoportjába tartozó reprezentánsai nagy szerepet töltenek be a kozmikus távolságmérésben, hiszen a jól ismert periódus-fényesség reláció révén pulzációs periódusuk mérésével abszolút fényességük, így távolságuk is számítható. Az Intézet kutatóinak vezetésével bemutatták a NASA TESS missziójában megfigyelt cefeida típusú változócsillagok első (first light) vizsgálatait. A minta 25 csillagot tartalmazott, amelyeket a Tejútrendszer és a Magellán-felhők különféle csillagsűrűségű területeiről úgy válogattak össze, hogy a lehető legtöbb altípus képviselve legyen. Céljuk a TESS-adatokban rejlő lehetőségek és korlátok megismerése volt. Számos kis amplitúdójú jelenséget detektáltak, amelyeket földi mérésekkel nagyon nehezen vagy egyáltalán nem lehet megfigyelni. Például gyenge modulációt, periódusinstabilitást, ciklusról ciklusra történő változékonyságot és fényidő-effektus okozta változásokat is ki tudtak mutatni. Elsőként észleltek kis amplitúdójú nemradiális (azaz nem gömbszimmetrikus) pulzációs módust egy anomális cefeidában. Végül demonstrálták, hogy a fénygörbe pontossága milyen nagy szerepet játszik, nem csak a klasszifikálásban, de a fizikai tulajdonságok feltérképezésében is (Plachy és mtsai, ApJS, 253, 1, 2021).

Extragalaktikus csillagászat

A nagy energiájú kozmikus neutrínók eredete

A nagy energiájú elemi részecskék az elektromágneses sugárzás és újabban a gravitációs hullámok mellett egy teljesen független „csatornát” jelentenek

az Univerzum folyamatainak megfigyelésében. A nagy energiájú részecskék gyorsítása és a nagy energiájú neutrínók kibocsátási mechanizmusa azonban mindmáig kevésé értett folyamatok. Ezért minden detektálás, ami egyértelműen egy adott égi forráshoz köthető, nagy jelentőséggel bír. Ebben a CSFK CSI kutatója által vezetett projektben Fermi/LAT adatok elemzésével kimutatták, hogy a PKS 1502+106 jelű blazár (aktív galaxismag) gammafluxusa egy mély, hosszan tartó lokális minimumban volt, amikor az Antarktisz jegébe olvasztott köbkilométer kiterjedésű detektorrendszer, az IceCube Neutrínóobszervatórium kimutatta a forrás irányából érkező nagy energiájú, IC-190730A jelű neutrínót. Hasonló jelenséget tapasztaltak két másik esetben is. Ennek felismerésével a neutrínó-blazár egybeesések keresése lényegesen érzékenyebb lehet a korábban feltételezettnél, lehetővé téve az IceCube berendezés diffúz neutrínófluxusa eredetének azonosítását, esetleg már meglévő adatok alapján is (Kun és mtsai, ApJL, 911, L18, 2021).

Szuperfényes szupernóvák vizsgálata

A szuperfényes szupernóvák egy nagyságrenddel fényesebbek közönséges társaiknál, és keletkezésükre számos elmélet látott napvilágot. A CSFK Csillagászati Intézet kutatói 28 I-es típusú szuperfényes szupernóvát vizsgáltak meg, amelyeknek kiszámították a ledobott tömegét és a tágulás fotoszférikus sebességét. Felfedezték, hogy a szuperfényes I-es típusú szupernóvák két csoportra oszthatók a maximum előtti spektrumuk alapján. Az egyik csoport tagjai a maximum előtti spektrumban egy W alakú abszorpciós vonalegyüttest mutatnak, míg ez hiányzik a másik csoport tagjainak színekéből. Azt találták, hogy a második csoport tagjainak hasonló a spektruma, mint az SN2015bn-é. Megerősítették, hogy a maximumhoz közeli fotoszférikus sebességek korrelálnak a sebességgradienssel. A vizsgált szupernóvákat gyorsan és lassan fejlődő csoportokba osztották azok fotoszférikus sebessége alapján, és arra a következtetésre jutottak, hogy a 15bn-típusú objektumok mind lassan fejlődnek, míg a W típusúak mindkét csoportban jelen vannak. Emellett a szupernóvaminta tagjainak ledobott tömegei alapján megállapították, hogy a lassabban fejlődő szuperfényes szupernóvák nagyobb tömeget dobnak le, mint a gyorsabban fejlődők. Mindez hozzájárulhat a kozmológiai szempontból is fontos objektumok eredetének megfejtéséhez (Könyves-Tóth & Vinkó, ApJ, 909, A24, 2021).

Nukleáris asztrofizika

A korai Naprendszer elemgyakoróságainak vizsgálata

A korai Naprendszer elemösszetétele meteoritok vizsgálatán keresztül rekonstruálható. A vasnál nehezebb elemek jó részét a gyors neutronbefogási folyamat (ún. r-folyamat) állítja elő, de azt csak bizonytalanul tudjuk, hogy ez pontosan hol is történik az Univerzumban. Az Intézet kutatói a Maria Lugaro vezette ERC-kutatócsoportban azt vizsgálták, hogy ilyen folyamat mikor ment végbe legutoljára a Naprendszer keletkezése előtt. Ehhez azt a tényt használták ki, hogy a gyors neutronbefogási folyamatban keletkező jód-129 és kúrium-247 atomok felezési ideje szinte megegyezik (-15,6 millió év), így arányuk megőrződik attól függetlenül, hogy mikor keletkeztek és mikor épültek be a Naprendszer anyagába. Neutroncsillagok összeolvadásán és szupernóva-robbanások szimulációin alapuló numerikus módszerekkel modellezve a különböző kémiai elemek keletkezését kiderült, hogy neutronban közepesen gazdag környezetben – ami elsősorban neutroncsillagok összeolvadása után létrejövő korongból kilöködött anyagra jellemző – alakulnak ki olyan körülmények, amelyek megfelelnek a meteoritmintákból kapott jód/kúrium arányoknak (Côté és mtsai, *Science*, 371, 945, 2021).

Műszerfejlesztés

Gammakitörések detektálása mikroműholddal

Kutatóink több esetben is detektáltak gammakitöréseket a CSFK nagyenergiájú asztrofizikai folyamatok megfigyelésére kifejlesztett mikroműholdjával, a GRBAAlpha nevű CubeSat-tal (1. ábra). Ezek közül a GRB 211019A jelű esemény 40, a GRB 211018 jelű pedig 186 másodpercig tartott. A GRBAAlpha-val megvalósult technológiai demonstráció jelentősége az, hogy megmutatta, ezek a CubeSat-ok rövid távon kiválthatják a nagyságrendekkel nagyobb és drágább, szokványos méretű műholdakat, amelyek a nagy energiájú tranziensek megfigyelésének területén mind a mai napig egyeduralkodók. A detektort (egy cézium-jodid kristályt) tartalmazó egy egységű CubeSat 2021. március 22-én indult Bajkonurból, és az 50–1000 keV-os energiatartományban működik. Tudományos megfigyeléseit több mint egy évvel a felbocsátása után is végzi, ami

önmagában is hatalmas eredménynek számít. Szintén innovációt jelent, hogy a magyar–japán–cseh–szlovák kooperációban készült műhold fedélzeti szoftverének menet közbeni frissítésére is sor került, erre korábban nem volt sikeres próbálkozás a műholdak ezen mérettartományában. Több hasonló CubeSat munkába állításával a gammaforrások pozíciója nagy pontossággal meghatározható lesz. Intenzíven halad egy földi követőegység-hálózat kiépítése is. A GRBAlphá-t 2021 decemberében a hasonló küldetéssel felbocsátott, cseh vezetésű VZLUSAT2 követte, amelynek fedélzetén ugyanolyan detektor működik, mint a GRBAlphá-n (Forrás: Pál és mtsai, GCN 30945 2021, GCN 30946 2021).



1. ábra: A GRBAlphá CubeSat és összeszerelése a CSFK Csillagászati Intézetében, balról jobbra: Mészáros László (CSFK CSI), Masanori Ohno (Hirosimai Egyetem) és Pál András (CSFK CSI).
Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

A CSFK Csillagászati Intézete a CSFK 100%-os tulajdonában levő Magyar Csillagászat Nonprofit Kft. együttműködésével üzemeltette Budapest legnagyobb bemutató csillagvizsgálóját, a *Svábbegyi Csillagvizsgáló Interaktív Csillagászati Élményközpontot*. 2021-ben több mint 6000 látogatója volt a csillagvizsgálónak, akik esti és nappali csillagászati bemutatókon, gyermekprogramon, csoportos osztálykiránduláson, nyugdíjas-látogatáson, angol nyelvű vezetésen, VIP bemutatón, szülinapi programon, asztropikniken, városismereti sétán, céges csapatépítőn és nagyobb rendezvényeken vettek részt. Kiemelt esemény volt

2021-ben a napfogyatkozás megfigyelése, a „Hullócsillagok éjszakája” c. háromnapos rendezvénysorozat, a szimfonikus koncert William Herschel műveiből, a MÜPA Liszt Ünnepe fesztiválprogramjának sajtótájékoztatója, a „100 óra csillagászat” négynapos rendezvénysorozata, és az azóta több nemzetközi díjat elnyert Imposztor c. rövidfilm forgatása. Kitelepült tudománykommunikációs eseményként szervezték az Ifjúsági Csillagásztábort (Vértesboglár), a Változócsillagászok találkozóját (Jászberény), és számos iskolai és tábori távcsöves bemutatót is tartottak. A Piskéztetői Megfigyelő Állomáson 2021-ben is folytak a nappali csoportvezetések, nyártól kezdve 30 csoport 500 látogatója pillantott bele az obszervatórium működésébe.

A Svábhegyi Csillagvizsgáló jelentős tudománykommunikációs tevékenysége volt 2021-ben a Galaxis Útikalauz 2. és 3. évadának vetítése, ami egy tízrészes interaktív, élőben közvetített online csillagászati műsor, családoknak és gyermekeknek. Az Élő Csillagászat Kiss Lászlóval 3. és 4. évadja online csillagászati hírműsorként hetente hozta el a csillagászat legfrissebb híreit a nézők számára. Emellett „Fantázia és valóság” csillagászati epizódokat, úreszköz-felbocsátást élő szakkomentárokat, és egyéb csillagászati élő adásokat is közvetítettek. A Svábhegyi Csillagvizsgáló Facebook oldalának követőszáma 20 000 fölé emelkedett, YouTube-csatornán és Instagram oldalon is intenzív közösségi médiakommunikációt folytattak. A Svábhegyi Csillagvizsgáló híroldalán 152 csillagászati hírt közöltek a 2021-es évben.

A (javarészt a) Csillagászati Intézet szerzőkolléktívája által működtetett csillagaszat.hu az ország legjelentősebb csillagászati tudományos híroldala. A 2021-es év során 293 csillagászati hírt közöltek az oldalon. A csillagaszat.hu Facebook oldalának 28 000 követője lett. Az urvilag.hu úrkutatási hírportál főszerkesztője a Csillagászati Intézet munkatársa, a hírportál napi rendszerességgel jelentetett meg úrkutatással kapcsolatos tudományos híreket. A Csillagászati Intézet munkatársai rendszeresen nyilatkoztak a médiában. Számos TV-, rádió-, online-hírportál- és napilap-interjút, sajtótájékoztatót adtak, mind a Csillagászati Intézet saját kutatási eredményeivel kapcsolatban, mind az égi jelenségekkel, úrkutatási hírekkel vagy egyéb, médiát érdeklő kérdésekben. Az Observer Médiafigyelő jelentése szerint a 2021-es év áprilisától kezdve a Csillagászati Intézet munkatársainak sajtónyilatkozatai 834 mainstream médiamegjelenést generáltak.

A Csillagászati Intézet 2021-ben átvette Nemzetközi Csillagászati és Asztrofizikai Diákolimpia (IOAA) magyarországi felkészítésének koordinációját.

Ennek lépéseként a válogatóverseny számára létrehozta az Athletica Galactica, Kárpát-medencei Középiskolai Csillagászati és Asztrofizikai Versenyt. Az új versenynév mellé új honlapot készítettek, honlapblog-kommunikációt és intenzív közösségi média kommunikációt végeztek. A korábbi olimpikonok szereplésével promóciós kisfilmet gyártattak, ami a tehetséges diákokat a csillagászat irányába terelheti. Animációs toborzó filmet készítettek a verseny menetéről. Ennek eredményeként a 2021/2022-es évre minden korábbinál több jelentkezőt határon innen és túlról: 35 iskolából, 45 felkészítő tanár közreműködésével 91 diák. A 2021-es év kiemelkedő hazai sikereket hozott a csillagászati diákolimpia történetében, megszületett az első magyar aranyérem, mellette egy ezüst három bronzérem és három kiemelt dicséretet érő helyezést értek el a magyar diákok. Ehhez kapcsolódik, hogy nagy sikerrel adták ki egy hiánypótló szakmai felkészítő és tankönyvnek is megfelelő, több mint 600 oldalas könyvet: Dálya Gergely *Bevezetés a csillagászatba* című munkáját. A könyv három hét alatt elfogyott a boltokból (800 példány), a nagy sikerre tekintettel 2022-ben újranyomtatták.

Képzéseket és tanfolyamokat is szerveztek a Svábhegyi Csillagvizsgálóban: a „*Hogyan használjam csillagászati távcsöveimet – Friss távcsőtulajdonosok tanfolyama*” c. képzést 2021-ben indították. Bemutatóképző tanfolyamot tartottak a bemutató csillagászok számára. ELTE MSc-hallgatók számára obszervatóriumi gyakorlatot tartottak. Tehetséggondozási tevékenységüket középiskolás érdeklődő diákok számára egyéni pályaorientációs napok keretében végezték. A Csillagászati Intézet munkatársai 2021-ben összesen 168 ismeretterjesztő előadást tartottak.

Hazai és nemzetközi kapcsolatok, pályázatok

Hazai: A Csillagászati Intézet munkatársai közös tudományos projekteken dolgoztak együtt a Szegedi Tudományegyetem, az ELTE Fizikai Intézet, az ELTE Csillagászati Tanszék, valamint az ELTE Gothard Asztrofizikai Obszervatórium (Szombathely) kutatóival. A CSI kutatói a következő előadásokat, gyakorlatokat és szemináriumokat tartották magyar és külföldi egyetemeken 2021-ben – az Eötvös Loránd Tudományegyetemen: Csillagok világa, Exobolygó-légkörök, Bevezetés a csillagászatba, Csillagászati észlelési gyakorlatok a Piszkéstetői Obszervatóriumban, Rádiócsillagászat I-II, Mágne-

ses aktivitás hideg csillagokon, Mágneses aktivitás késői típusú csillagokon, Obszervációs csillagászat, Bevezetés az asztrofizikába, A Mars földrajza és geológiája, Planetológia, Asztrostatisztika 1-2, Informatika a csillagászatban 1-2-3, Élet az exobolygókon; a Szegedi Tudományegyetemen: Csillagászati spektroszkópia, Elméleti asztrofizika 2-3, Sugárzási jelenségek az asztrofizikában, a Debreceni Egyetemen: Bevezetés a nukleáris fizikába; a Bécsi egyetemen: Late Accretion.

Az Intézet kutatói 24 hallgató TDK-, valamint 20 hallgató BSc- és 25 hallgató MSc-témavezetését látták el 2021-ben, túlnyomórészt az ELTE-n, de emellett a BME-n, valamint az Óbudai és a Nemzetvédelmi Egyetemen is, továbbá összesen 40 hallgató PhD-témavezetésért voltak felelősek a következő egyetemeken: ELTE, SZTE, Oslói Egyetem, Tokiói Műszaki Intézet, University of Hull, Leideni Egyetem, Amszterdami Egyetem.

A CSFK CSI kutatói részt vettek MSc/BSc- és PhD-dolgozatok bírálatában is. A CSFK Csillagászati Intézet állományába tartozó kutatók közül a beszámolás időszakban hatan szereztek meg a PhD fokozatot.

A CSFK Csillagászati Intézete öt évvel ezelőtt elindította az ún. demonstrátorprogramot. A programban való részvételre a legtehetségesebb egyetemi hallgatókat pályázat útján választják ki. A részt vevő hallgatók megtanulják a piszkéstetői távcsövek, műszerek használatát, és szakmai felügyelettel önálló kutatási programot is végeznek. Mindezt ösztöndíjat is kapnak. A megfigyelő-adatfeldolgozó demonstrátorok mellett meghirdetett numerikus, nagy adatokkal és szimulációkkal foglalkozó és mérnök (műszerépítő) demonstrátori pozíciók szintén nagy sikernek örvendenek. 2020/21-ben 15, 2021/22-ben 14 kutatási asszisztensnek adott lehetőséget a CSFK CSI, a program teljes eddigi futamideje alatt pedig összesen 37 demonstrátort foglalkoztattunk. A hallgatók legtöbbször rangos tudományos publikációkba is bekerülnek, sőt több esetben első szerzőként jegyeznek referált tudományos munkákat. Ezáltal eséllyel pályáznak hazai és külföldi ösztöndíjak, kitüntetések elnyerésére is. A program sikere megmutatkozik abban is, hogy a demonstrátorok hazai TDK és OTDK versenyeken rendre kiválóan szerepelnek, majd pedig gyakran a világ legjobb doktori iskoláiba veszik fel őket. Ezt jelzi a programba való mintegy kétszeres túljelentkezés is. A demonstrátorokat témavezetőik rendszeresen mentorálják, karriertanácsokat adnak nekik, karrierjüket követik.

Nemzetközi: A CSFK CSI kutatói 2021-ben is folytatták nemzetközi együttműködéseiket a KASC, TASC (Kepler, ill. TESS Asztroszeizmológiai

Tudományos Konzorciumok), a Gaia, a CHEOPS, a PLATO, az Ariel űrtávcsövek konzorciumai, a LUNA, NuGrid, JUNA, MATISSE, ChETEC, MW-Gaia, Chemistry in Disks (CID) Collaboration, GREAT (Gaia Research for European Astronomy Training); ODYSSEUS & PENNELOPE HST & VLT Large Program konzorcium; LATMOS; Europlanet, WEAVE és az LSST projektekben. Szoros kapcsolatot tartottak az Európai Déli Observatórium (ESO) tudománykommunikációs hálózatával (ESON). Számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt/célpontokat csillagászati nagyműszerekre és űrtávcsövekre, mint például a James Webb űrteleszkóp és a VLBI rádióinterferometriai hálózat. A CSFK Csillagászati Intézet kutatói a következő külföldi egyetemekkel és kutatóintézetekkel tartottak fenn tudományos együttműködési kapcsolatokat 2021-ben: Monash University, Ausztrália; Grazi Egyetem, Bécsi Egyetem, Ausztria; Királyi Observatórium, Belgium; Brazil Nemzeti Observatórium, Brazília; Universidad de Concepción, Chile; Masaryk Egyetem (Brno), Brnoi Műszaki Egyetem, Cseh Tudományos Akadémia Observatóriuma (Ondrejov), Károly Egyetem (Prága), Csehország; Kassai Műszaki Egyetem, Szlovákia; Aarhusi Egyetem, Dánia; University of the Western Cape, Dél-afrikai Köztársaság; University of Cambridge, Institute of Astronomy (Cambridge), University of Hertfordshire, University of St Andrews, Egyesült Királyság; Univ. Grenoble Alpes, Franciaország; Leideni Egyetem; Joint Institute for VLBI ERIC, Hollandia; Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India; Hirosimai Egyetem, Japán; Pekingi Általános Egyetem, Kínai Atomenergia Intézet, Hong Kong-i Egyetem, a Kínai Tudományos Akadémia Modern Fizikai Intézete (Lanzsu), Sanghai Asztronómiai Observatóriuma, Kína; Suhora Observatórium, Krakkói Pedagógiai Egyetem, Jagelló Egyetem Csillagászati Observatóriuma, Varsói Egyetem, Nicolaus Copernicus Egyetem (Torun), Adam Mickiewicz Egyetem (Poznan), Lengyelország; Friedrich Schiller Egyetem (Jéna), Max-Planck-Institut für Radioastronomie (Bonn), Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik (Garching), Max-Planck-Institut für Astronomie (Heidelberg), Németország; Osservatorio di Padova, Osservatorio Astronomico di Roma, Olaszország; Centro de Astrofísica de La Palma, Instituto de Astrofísica de Canarias (Tenerife), Observatorio Astronómico Nacional (Madrid), Instituto Astronomía Andalucía (Granada), Spanyolország; Genfi Egyetem, ETHZ Zürich, Svájc; University of Texas, Princeton University, University of Toledo, Space Telescope Science Institute (Baltimore), Western Washington University, National Radio Astro-

onomy Observatory Charlottesville, University of Rochester, California Institute of Technology (Pasadena), MIT Lincoln Laboratory, MIT Kavli Institute for Astrophysics and Space Research, Amerikai Egyesült Államok.

Rendezvények, mobilitás: A Covid-19 járvány újabb hullámai miatt a tudományos rendezvények jó részét még mindig részben vagy egészben a virtuális térben rendezték meg. A Csillagászati Intézet munkatársai aktívan részt vettek a következő események előkészítésében, szervezésében és lebonyolításában: Földfizikai és Űrtudományi Fórum, 2021. november 10., Budapest; 10th VLTI School of Interferometry, 2021. június 6–12.; TESS Science Conference II, 2021. augusztus 2–6.; GAPS: Unsolved problems in red Giants And supergiantS Conference, 2021. június 14–18; Magyar Űrkutatási Fórum 2021. szeptember 29. – október 1., Budapest; Europlanet Science Congress 2021. szeptember 13–24. Emellett munkatársaink részt vettek több, 2022–2023-ra elhalasztott konferencia szervezésében is: pl. COSPAR 2022; IAU Symposium 376; LSST@EUROPE4.

A 2021-ben elnyert jelentősebb pályázatok

- Ritka izotópok szintézise szupernóva-robbanásban: a rejtélyes gamma-folyamat, (NKFIH/K_21/K-138031, 46,7 M Ft, Maria Lugaro).
- Meteoritok infravörös spektroszkópiai és ásványtani vizsgálata az európai kisbolygókutató űrszondához kapcsolódóan, (NKFIH/K_21/K-138594, 47,2 M Ft, Kereszturi Ákos).
- Űrfotometriai forradalom a Naprendszer kis égitestjeinek időtartománybeli vizsgálatában (NKFIH/K_21/K-138962, 47,9 M Ft, Pál András).
- Csillagszeizmológiai laboratóriumok, a csillagok fizikájának úttörői (NKFIH/Élvonal 2021/KKP 137523, 299,8 M Ft, Molnár László).

PETROVAY KRISTÓF

Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2021-ben

Személyi állomány

Balázs Béla emeritus professzor, korábbi tanszékvezetőnk, 2021 februárjában elhunyt. Balázs Bélának kiemelkedő szerepe volt a tanszék megerősítésében az 1970–1980-as években. Halála fájdalmas veszteség az egész magyar csillagászat számára.

A tanszék személyi állománya 2021 őszén a következő volt: Petrovay Kristóf tszv. egy. tanár, Érdi Bálint emeritus professzor, Balázs Lajos egyetemi magántanár, Sándor Zsolt docens, Forgácsné Dajka Emese, Szentirmayné Gabányi Krisztina, Süli Áron, Tóth L. Viktor adjunktus, Fáy-Siebenbürgen (Erdélyi) Róbert tud. főmunkatárs, Belucz Bernadett, Marschalkó Gábor, Nagy Melinda tud. munkatárs, Talafha Mohammed tud. segédmunkatárs, Ankáné Flander Olga obszervátor.

Vendégkutatók: Czirják Zalán, Elek Anett, Gyenge Norbert, Korsós Mariana, Pál András, Sztakovics János. *Doktoranduszok, doktorjelöltek:* Anyiszonyan Artúr, Asztalos Balázs, Bögner Rebeka, Császár Anna, Kovács Gábor, Kővári Emese, Soós Szabolcs, Stermeczky Zsófia. *Óraadók, külső előadók:* Barnaföldi Gergely, Borkovits Tamás, Frey Sándor, Kereszturi Ákos, Kiss Csaba, Kiss László, Kutrovácz Gábor, Németh Zoltán, Opitz Andrea, Szabó Róbert, Vida Krisztián.

Korábbi doktoranduszaink közül Perger Krisztina megvédte PhD-értekezését.

Oktatás és ismeretterjesztés

A pandémia egész évben rányomta bélyegét az egyetemi oktatásra. Jelenléti oktatásra csupán az őszi szemeszter első két hónapjában kerülhetett sor. Az előző évhez hasonlóan arra törekedtünk, hogy a távoktatás körülményeit a lehető legjobban közelítsük a jelenléti oktatáshoz, ezért minden órát interaktívan,

telekonferencia-programok felhasználásával tartottunk meg. Így történtek a záróvizsgák és a PhD-hallgatók komplex vizsgái is. A planetáriumi bemutatók jórészt szüneteltek.

Jelentős átalakításra került sor a doktori képzésben. A Részecskefizika és Asztrofizika Doktori Programja kettéválásával az év közepétől létrejött az ELTE Fizika Doktori Iskola Csillagászat és Űrfizika Doktori Programja, Petrovay Kristóf vezetésével. Már a Fizika Doktori Iskola megalakulásakor felmerült, hogy a fizika többi területétől markánsan elkülönülő csillagászati szakterületet külön doktori program képviselje. Ez akkor nem valósult meg, azonban az utóbbi években a részecskefizika és asztrofizika programba jelentkező doktori hallgatók létszáma öröndetesen megnőtt, ami alkalmat adott a kezdetektől tervezett szétválás megvalósítására. A létrejött új doktori program megnevezésében helyet kapott egy további diszciplína, az űrfizika is, amely az utóbbi években egyre nagyobb szeletet hasít ki a doktori programból. Ez a tendencia illeszkedik ahhoz az országos trendhez és a Nemzeti Űrstratégiában is megjelenő kormányzati törekvéshez, amely a hazai űrtevékenység erőteljes fejlesztésével közelítené azt a nemzetközi élvonalhoz. Ez jelenik meg az új doktori program nevében is.

Továbbra is öröndetesen élénk a csillagász tudományos diákköri tevékenység. Hallgatóink nagy sikerrel szerepeltek az áprilisban virtuálisan Szegeden megrendezett a XXXV. OTDK-n, öt különböző szekcióban is. *Világos Blanka* (tv. Cseh B., Kovács J.) **I. díjat**, *Kalup Csilla* (tv. Molnár L., Szabó M. Gy.), Könyves-Tóth Réka (tv. Vinkó J.), *Szabó Zsófia* (tv. Kóspál Á., Ábrahám P.) és Veres Patrik Milán (tv. Gabányi K.) **II. díjat**, *Bora Zsófia* (tv. Vinkó J.), *Kalup Csilla* (tv. Molnár L., Szabó M. Gy.) és *Krupánszky Gergely* (tv. Regály Zs.) **különdíjat** kapott.

A 2021. december 8-i kari csillagász TDK-konferencián a helyszíni előadásokat a hallgatóság streaming útján követhette. Az eredmények: kiemelt I. díj: Világos Blanka (tv. Cseh B., Kovács J.). I. díj: Kalup Csilla (tv. Molnár L., Szabó M. Gy.). II. díj: Ádám Rozália (tv. Hajdu T., Molnár L.), Fröhlich Viktória (tv. Regály Zs.). III. díj: Frits Márton (tv. Frey S.), Gergác Mira (tv. Kereszturi Á.), Medveczky Attila (tv. Kun E.), Takács Nóra (tv. Kiss Cs., Pál A.). A májusi Eötvös-napi kari ünnepeken Világos Blanka liftbeszédben ismertethette eredményeit, Gergác Mira pedig poszteren mutatta be diákköri kutatásait.

2021-ben az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Csorbák Bence, Sallai József, Szabó Zsófia.

Kutatás

A 2021. évben tanszékünk munkatársainak 37 bírált tudományos folyóirat-cikke, valamint 10 további közleménye jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható. Az alábbiakban csak ízelítőt adhatunk az eredményekből.

Égi mechanika és bolygórendszerek

Centrális konfigurációk vizsgálata

Az n -test-probléma a történelem egyik legismertebb és legnehezebb csillagászati feladata. A 17. századdal kezdődően sok kiemelkedő tudós vizsgálta az n számú tömegpont mozgását a Newton-féle gravitációs törvény alapján, de a problémát teljes általánosságban megoldani nem tudták. A tömegpontok számának növekedésével a probléma nagyon gyorsan kezelhetetlenül bonyolulttá válik. A centrális konfigurációk az n -test-probléma olyan periodikus megoldásai, amelyek tömegpontjai úgy mozognak, hogy az általuk alkotott rendszer alakja csak arányaiban változhat. A centrális konfigurációk fogalmát Laplace vezette be, amikor a háromtest-probléma Lagrange-féle megoldásait vizsgálta. A centrális konfigurációk direkt problémája azt vizsgálja, hogy adott tömegű testek milyen konfigurációkat (alak és lehetséges tömegelhelyezkedéseket) alkothatnak, amelyek centrálisak. A fordított eljárást a centrális konfigurációk inverz problémájának nevezik, ekkor a tömegpontok elhelyezkedése alapján keressük azokat a megfelelő tömegértékeket, amelyek a konfigurációt centrálissá teszik. Csoportunk az $n=4$ eset szimmetrikus, síkbeli, de nem egyenes vonalú centrális konfigurációi direkt és inverz problémáját tanulmányozza. Különböző konfigurációalakra egy speciális modellt mutattunk be, amely tömegképletekből (ezek a szögek alapján explicit meghatározzák a tömegeket) és esettől függően, a konfiguráció alakját meghatározó (a tömegektől független) egyenletből áll.

Korábbi tanulmányainkban bemutattunk egy módszert a direkt probléma megoldására. A módszer az inverz probléma megoldását képviselő modellek alkalmazásán alapszik. Előfeltétele az, hogy ismerni kell a tömegpontok elhelyezkedését a konfigurációban. Megállapítottuk, hogy a direkt probléma megoldásainak száma változik bizonyos alakú konfigurációk esetében, ekkor a megoldások száma függ a tömegek értékétől. Ebben a munkában bemutattunk egy

eljárást, amely a tömegek és a konfigurációk alakja ismeretében meghatározza a megoldások számát (nem kell ismerni a tömegpontok elhelyezkedését a konfiguráción belül). Arra az esetre, amikor a megoldások száma változik, diagram alapú eljárást mutattunk be, amelynek segítségével a megoldások száma explicit módon megállapítható. A bemutatott modellek és eljárások alkalmazásaként tanulmányoztuk az adott típusú centrális konfigurációkat, amelyek Föld- és Hold-tömegű testeket is tartalmaznak (Czirják Z., Érdi B., Forgács-Dajka E.).

Kisbolygócsaládok kialakulásának vizsgálata

Egyes naprendszerbeli kis égitestek egymáshoz igen hasonló dinamikai jellemzőkkel bíró csoportjait kisbolygócsaládoknak nevezzük. A hasonló dinamikai jellemzők azt valószínűsítik, hogy a kisbolygócsaládok egy nagyobb aszteroida ütközéséből származó fragmentumok dinamikai fejlődése során alakulnak ki. Ma már lehetővé vált a kisbolygócsaládok kialakulásának numerikus szimulációkkal történő vizsgálata és a fenti hipotézis ellenőrzése, amely éppen kutatásunk célja. Smooth particle hydrodynamics (SPH) és gravitációs n -test-szimulációk segítségével a Hungaria kisbolygócsalád kialakulásának vizsgálatát kezdtük el. Egy SPH és egy n -test numerikus kódot kapcsoltunk össze, amelyek nagy teljesítményű grafikus kártyákon futnak. Kutatásainkat az összekapcsolt kódok tesztelésével kezdtük el. Előzetes eredményeink alapján a kutatás kivitelezhetőnek látszik. Munkánk jelenlegi szakaszában az ütköző testek lehetséges fizikai paramétereinek meghatározásán dolgozunk (Süli Á., Forgács-Dajka E., Sándor Zs.).

Bolygók kialakulásának vizsgálata radiatív, időfejlődő korongmodellekben

Az eddig felfedezett exobolygórendszerek és a Naprendszer kialakulásának jobb megértése érdekében különböző fizikai modellekben végeztünk numerikus szimulációkat. Egy általunk és az együttműködő partnereink által kifejlesztett radiatív, időfejlődő korongmodellekben vizsgáltuk a Föld-típusú, valamint a gázóriás-bolygók kavics- és gázakkréció során történő kialakulását. A radiatív, csatolt gáz-por kódokat egy Bulirsch–Stoer n -test-integrátorral kapcsoltuk össze, amelyben a bolygómagok a por akkréciója során növekednek. A bolygómagokra hatnak még a korong gázanyagának sűrűsödéseiből származó, valamint a kölcsönös gravitációs vonzóerők is. Eddigi kutatásunkban a numerikus kód tesztelését végeztük el, jelenleg a bolygórendszerek kialakulását vizsgáljuk (Sándor Zs., Császár A.).

Kettős fekete lyukak kialakulásának és ütközésének vizsgálata

Az Advanced Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) segítségével már számos, kettős fekete lyuk összeolvadása során keletkezett gravitációshullám-jelét észleltek. Ezen események gyakoriságának megállapítására intenzív kutatások kezdődtek. Kutatócsoportunkban szupernagy tömegű fekete lyuk körül kialakuló kettős fekete lyukak kialakulását és ütközését modelleztük olyan n-test-szimulációk segítségével, amelyekben a gravitációs kölcsönhatások kiszámításánál a poszt-newtoni közelítésből származó korrekciós tagokat is figyelembe vettük. Vizsgálataink során találtunk már olyan kezdőfeltételeket, amelyekből indítva a kisebb tömegű fekete lyukak a szupernagy tömegű fekete lyuk körül keringve szoros kettős rendszert alkotnak, majd pedig összeolvadásuk gravitációs hullámot kelt. Jelenleg a kezdeti feltételek terének szisztematikus feltérképezését végezzük annak érdekében, hogy minél több ütközéshez vezető pályát azonosítsunk (Sándor Zs.).

Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika

A napciklusok előrejelzésére használt legmegbízhatóbb módszerünk a poláris prekursor technika, amelynek alapja a Nap globális dipólterének napfoltminimum táján mért erőssége és a következő napciklus amplitúdója közötti korreláció. A módszer korlátja a relatíve rövid, 3-4 éves időbeli hatósugara. Mivel a globális dipóltér maximuma rendszerint meglehetősen lapos, felmerül a kérdés, nem lehetséges-e már egy korábbi időpontban is kielégítően előre jelezni belőle a következő napciklus erősségét? Ezt a kérdést vizsgáltuk meg indiai és kanadai kutatókkal együttműködve, részben empirikus adatok elemzése, részben numerikus dinamómodellek alapján. A vizsgálat pozitív eredményt hozott: a globális tér erőssége már annak előjel-átfordulását követő negyedik évében is használható a következő napciklus előrejelzésére. Ez a poláris prekursor módszer időbeli hatósugarát megkétszerezi, azaz mintegy hét évre tolja ki (Nagy M., Petrovay K.).

Csillagközi anyag és csillagkeletkezés a Tejútrendszerben és extragalaxisokban

Az ALMA Three-millimeter Observations of Massive Star-forming regions (ATOMS) nemzetközi együttműködésben az ALMA rádióinterferométer-rendszerrel végzett mérések alapján a nagy tömegű csillagok keletkezési kezdeti fázisait vizsgáltuk. Úgynevezett forró felhőmag-jelölteket, protocsillag-halmazokat és kompakt HII-zónákat azonosítottunk, illetve hierarchikus

fragmentáció jeleit mutattuk ki. Folytattuk a deuterizáció, a sebességszórás és a felhőmagok kora közti kapcsolat vizsgálatát, ebben az effelsbergi 100 m-es rádiótávcsővel végzett méréseinket is hasznosítottuk.

Részt vettünk a tervezett ESA űrobszervatórium, a THESEUS előkészítő munkájában. Előadásokat tartottunk, bemutattuk a gammakitörések galaxisainak tulajdonságaira kapott eredményeinket, és az abból előjelezhető, a THESEUS-szal elérhető tudományos előrelépést. Tóth L.V.: „THESEUS and the star formation near and far”, illetve Suleiman, N.: „Herschel FIR observations of 45 GRB host galaxies” címmel. Munkánkban egy korábbi tudományos diákköri dolgozat (Tóth Balázs, Pinczés Patrik, 2020), illetve egy szakdolgozat (Kovács Tímea, 2017) eredményeit is hasznosítottuk (Tóth L.V., Bögnér R., Perger K., Suleiman N.; hallgatók: Haris-Kiss A., Kecskeméthy V., Kovács T., Tóth B.).

Aktív galaxisok

Jelentős portartalmú, csillagkeletkezést mutató, úgynevezett DOG (dust-obscured galaxy) objektumok nagyobb mintájának rádióemisszióját vizsgáltuk halmozásos (stacking) technikával. A Faint Images of the Radio Sky at Twenty-Centimeters (FIRST) égboltfelmérésben egyedileg nem detektált DOG-objektumok pozícióit halmoztuk. Megállapítottuk, hogy a különböző infravörös spektrális energiaeloszlású (SED) DOG-források rádiósugárzása feltételezhetően eltérő. A hatványfüggvény alakú infravörös SED-del jellemezhető (powerlaw DOG) galaxisok halmozott rádióterképén szignifikáns emissziót tudtunk kimutatni a 21 cm-es hullámhosszon, míg a „púpos” infravörös SED-del jellemezhető objektumok (bump DOG) és a fenti két csoport egyikébe sem besorolható DOG-ok esetén egyértelmű rádióemissziót nem tudtunk detektálni a halmozásos eljárással. A powerlaw DOG-ok esetén a detektált rádiósugárzási többlet egészét nem lehet kizárólag jelentősebb csillagkeletkezéssel magyarázni, legalább néhány objektum esetén a központi fekete lyuk aktivitását is fel kell tételezni. (Gabányi K.)

Feldolgoztuk egy feltételezett kettős aktív galaxismag ezred ívmásodperces szögfelbontású rádióméréseit. A nagy felbontású optikai, a Hubble-úrteleszkóppal és a Gaia űrszondával, valamint rádiómérések segítségével meghatározott pozíciók alapján a mérések magyarázhatók egyetlen erősen árnyékolt aktív galaxismag jelenlétével vagy egy olyan kettős aktív galaxismaggal, amelynek csak az egyik tagja rádiósugárzó (Veres P. M., Gabányi K.).

Tudományos közélet

A Nemzetközi Csillagászati Unió esedékes tisztújítása során Petrovay Kristófot beválasztották az E1 (A Nap sugárzása és szerkezete) szakbizottság vezetőségébe. Tóth L. Viktor továbbra is a H (Csillagközi anyag és lokális Univerzum) szakosztály vezetőségének tagja. Tóth L. Viktor koordinálja a Thales Alenia Space és a magyarországi egyetemek kapcsolatépítését, ennek első eseményét a TTK-n szerveztük 2021 decemberében.

Gabányi Krisztina az Európai Csillagászati Társaság (European Astronomical Society, EAS) 2021-es éves gyűlésén a „The route to coalescence of supermassive black hole binaries: a comprehensive view” című szekcióülés tudományos szervezőbizottságának tagja volt, és levezető elnökként is részt vett. A szekcióülés a pandémiás helyzet miatt virtuálisan került megrendezésre június 29-én.

Petrovay Kristóf júniusban a SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics) PRESTO (Predictability of the Solar-Terrestrial Coupling) programjának nemzetközi szemináriumsorozatában tartott meghívott online előadást, „The Sun making history: The mechanism behind the varying amplitude of the solar cycle” címmel. Gabányi Krisztina részt vett két sikeres az Európai VLBI-hálózatra és egy a James Webb-űrteleszkópra beadott távcsőidő-kérelemben; emellett az Európai VLBI-hálózat programbizottsági tagjaként az elmúlt év során három egész napos távcsőidő-kérelem elbíráló ülésen vett részt, közel hatvan távcsőidő-kérelem bírálatában működött közre.

Az ELTE Természettudományi Karán az utóbbi években, évtizedekben örvendatosan megnőtt a csillagászati, ill. űrfizikai vonatkozású témákkal foglalkozó kutatócsoportok száma. A kar három intézetének öt tanszékén foglalkoznak ilyen irányú kutatásokkal. A terület formális összefogására 2021 szeptemberétől létrejött az ELTE TTK Asztrofizikai és Űrtudományi Centruma (röviden Űrcentrum), amely a meglevő intézeti, tanszéki keretek változatlanul hagyása mellett közös platformot, egységes keretet biztosíthat a részt vevő tanszéknek és kutatócsoportoknak. A Csillagászati Tanszék az Űrcentrum tanácsában Petrovay Kristóf képviseli. Alakuló ülésén a centrumtanács a centrum vezetőjévé Frei Zsoltot (Fizikai Intézet, Atomfizikai Tanszék) választotta meg.

HEGEDÜS TIBOR – SZÉKELY PÉTER

Az SZTE szegedi és bajai csillagászati tevékenysége 2021-ben

A Szegedi Tudományegyetem Fizikai Intézete csillagász és gravitációelméleti csoportjának munkatársai: dr. Szatmáry Károly egyetemi tanár, dr. Gergely Árpád László egyetemi tanár, dr. Vinkó József tudományos főmunkatárs (rész-állásban), dr. Székely Péter egyetemi docens, dr. Keresztes Zoltán egyetemi docens, dr. Szalai Tamás tudományos munkatárs, dr. Nagy Andrea tudományos munkatárs, dr. Barna Barnabás tudományos munkatárs, Bókon András, Czavalinga Donát, Papp Sándor, Racskó Bence, Nagy Cecília, Zsíros Szanna, Csányi István és Fekecs Barna PhD-ösztöndíjasok.

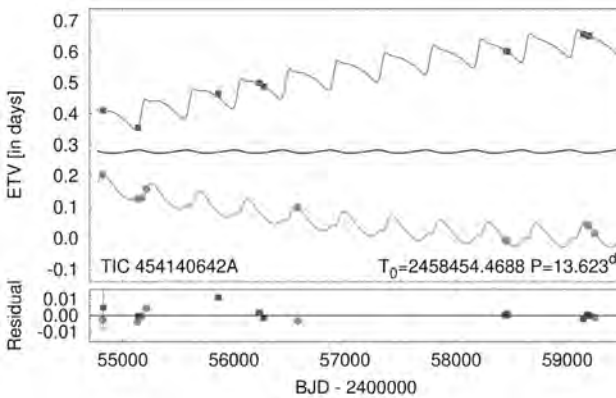
Az egyetem Bajai Observatóriumának személyzete: dr. Hegedüs Tibor tudományos főmunkatárs, igazgató, dr. Bíró Imre Barna tudományos főmunkatárs, dr. Borkovits Tamás tudományos főmunkatárs, Mitnyan Tibor predoktor (NKFIH/GINOP alkalmazásban), Jäger Zoltán tudományos munkatárs, Csányi István tudományos segédmunkatárs (GINOP alkalmazásban), Braun Krisztina (2020 végétől szülési szabadsága miatt ideiglenesen Dóráné Csupó Anikó) könyvtáros/igazgatási asszisztens, Markó Mihály karbantartó.

Kettőscsillagok és többes rendszerek

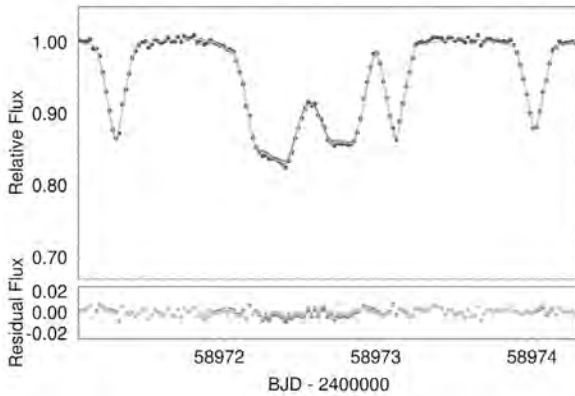
Az év folyamán lezárult NKFIH-KH-130372 kutatási projekt keretében további, a TESS űrtávcső által felfedezett, különleges, triplán fedő hármas, illetve két-két fedési kettős alkotta szoros négyes csillagrendszer komplex spektro-fotodinamikai analizisét végeztük el a világviszonylatban is egyedülálló, saját fejlesztésű szoftvercsomagunk felhasználásával. A TIC 454140642 jelű négyes rendszer a Naphoz hasonló csillagokból áll, amelyek egy-egy 13,6, illetve 10,4 napos periódusú fedési kettőscsillagot alkotnak. A két kettős 432 napos periódusú, közepesen lapult ellipszispályán kering egymás körül. A belső, fedési kettőscsillagot alkotó pár egymás körüli keringése során jelentős pályaháborgásokat szenved el kölcsönösen a másik pár gravitációs zavaró hatása miatt. Megállapítottuk, hogy a négyes rendszer teljesen „lapos”, azaz mozgása során egyik csillag sem távolodik el egy foknál jobban a rendszer invariábilis síkjá-

tól, amely tény a csillagkeletkezési elméletekre jelent szoros megkötést. A TIC 193993801, 52041148 és 388459317 jelű objektumok pedig háromszorosan fedő hármascillagoknak bizonyultak.

Mivel ezeket a TESS űrtávcső csak rövid ideig észlelte, a teljes körű fotodinamikai analízis szükségessé tette további, nemzetközi, fotometriai, illetve spektroszkópiai észlelési kampány szervezését, amelyet a bajai kutatók koordináltak. Ezenfelül saját észleléseket is végeztünk az új bajai 80 cm-es RC-teleszkóppal, illetve a piszkéstetői 1 m-es RCC-teleszkóppal. Ezen mérések felhasználásával sikeresen elvégeztük e három hármascillag komplex spektro-fotodinamikai analízisét is (Borkovits és mksai., 2022, MNRAS, 510, 1352). A szoros többses csillagrendszerekkel kapcsolatos kutatásai elismeréseként Borkovits T. felkérést kapott egy összefoglaló szakcikk megírására a témában, amely 2021 novemberében készült el (Borkovits, 2022, Galaxy, 10, 9).



1. ábra. A TIC 454140652 négyes rendszer A jelű, 13,6 napos keringési idejű fedési kettősének fedési minimumidőpont-változás (ETV – eclipse timing variation) grafikonja. (Az x tengelyen az idő szerepel baricentrikus Julián-dátumban, míg az y tengelyen az ETV értékek vannak, napban megadva.) A pontok, illetve négyszögek a TESS űrtávcső által megfigyelt fedési fő-, illetve mellékminimumok középidőpontjaiból számolt ETV értékeket mutatják, míg az alsó és felső folytonos vonal az illesztett modell görbéi. A külső pálya 432 napos periódusa jól felismerhető a görbéken. A két görbe szétartó jellege arra utal, hogy a másik, B jelű kettős gravitációs perturbáló hatása miatt a pályaellipszis iránya a keringési síkban nem állandó, hanem a pálya menti keringéssel megegyező irányban körbe forog, kb. 70 év alatt megtéve egy teljes fordulatot. A középső vonal azt mutatja, hogy hogyan nézne ki az ETV görbe, ha azt csak a fény véges terjedési sebessége miatt fellépő fényidő-effektus okozná, vagyis a két kettőscillag kölcsönös gravitációs perturbációit nem vennénk figyelembe. Az ábra alsó panelje az észlelt és az elméleti modellgörbe különbségét mutatja.



2. ábra. A TIC 52041148 triplán fedő hármascsillag egyik, TESS űrtávcső által megfigyelt, extra fedési eseménye. (Az x tengelyen az idő baricentrikus Julián-dátumban, míg az y tengelyen a fényesség a rendszer maximális fényességéhez normált fluxusértékekben van megadva.)

Az ábrán látható V alakú elhalványodások az 1,8 napos periódusú, belső fedési kettőscsillag szokványos fedései. A középen megfigyelhető hosszabb, szabálytalan alakú elhalványodás során a kb. 178 napos keringési periódusú harmadik csillag haladt el a fedési kettős két csillaga előtt, külön-külön elfedve azokat. A pontok az észlelési adatok, míg a halvány (illetve az attól csaknem megkülönböztethetetlen sötétebb) vonalak a legjobb fotodinamikai fénygörbemodelleket jelentik.

Az ábra alsó panelje az észlelt és a modellfényességek különbségét mutatja.

Szupernóvák

A szupernóva-robbanásokkal és egyéb tranziens asztrofizikai objektumokkal foglalkozó kutatócsoportunk 2021-ben is sikerrel folytatta földfelszíni és űrtávcsöves mérési adatokra, valamint ezek magas szintű – részben hidrodinamikai és sugárzási transzfer módszereken alapuló – modellezésére épülő vizsgálatait. Szakértelmünket különböző, itthoni és nemzetközi együttműködésekben zajló projektekben kamatoztatjuk.

A 2021-es év eseményei közül kiemelendő, hogy a – 2021 karácsonyán sikeresen felbocsátott – James Webb-űrtávcső első tudományos ciklusára beadott pályázataink közül négyet is elfogadtak; a Cycle 1 GO 2666-os számú programnak Szalai Tamás személyében magyar társ-témavezetője van. Továbbá munkatársaink több különböző űrtávcsöves és földi nagytávcsöves (pl. HST, VLT) észlelési program pályázati konzorciumába kaptak meghívást, valamint

saját vezetésű pályázatokat is adtak be. A konzorciális pályázatok közül végül egy HST-program és két, a 8,1 méteres északi Gemini-távcsőre beadott programunk nyert; előbbivel Ia szupernóvák késői (nebuláris) fázisú állapotait, utóbbival pedig a kollapszár szupernóvák környezetében zajló molekula- és porképződés vizsgálatát végezhetjük el.

Sikerrel folytattuk a termonukleáris csillagrobbanások fotometriai és spektroszkópiai elemzésére irányuló projektjeinket. Barna Barnabás vezetésével megjelent két rangos, nemzetközi együttműködésben készült folyóiratcikünk: egy az ASASSN-14lp jelű, normál Ia szupernóva UV-színképeiben kimutatható fluxushiány lehetséges okairól (Barna B. és mtsai 2021, MNRAS, 506, 415), egy pedig a közeli, különleges (Iax típusú) SN 2019muj szupernóva átfogó elemzéséről (Barna B., Szalai T. és mtsaik 2021, MNRAS, 501, 1078). További Iax típusú objektumok (pl. az SN 2014dt) folyamatban lévő vizsgálataiban is fontos szerepet játszunk (Szalai T., Barna B.).

Befejeződött a Spitzer űrtávcső utolsó mérési ciklusában lezajlott észlelésekből előállított, hosszú távú infravörös szupernóva-adatsorok elemzésére épülő munka. A Szalai Tamás vezetésével, nemzetközi együttműködésben végzett vizsgálatok kimutatták, hogy szinte minden olyan szupernóva, amely más hullámhosszakon (pl. röntgen, rádió, H-alfa) a környezetével való ütközéses vagy sugárzási kölcsönhatás jeleit mutatja, az infravörösben is a vártnál intenzívebben sugároz – ez pedig azt jelenti, hogy az említett kölcsönhatási folyamatok és a porképződés, illetve porszemcse-felfűtődés összefüggnek egymással (Szalai T. és mtsai 2021, ApJ, 919, 7).

Kutatócsoportunk tagjai – Zsíros Szanna, Nagy Andrea és Szalai Tamás – fontos idei publikációja a jól ismert SN 1993J eddig publikálatlan infravörös adatsoraiból kimutatható porképződésről, valamint az objektum környezetében lévő, közepesen sűrű csillagkörüli anyag vizsgálatáról szól. Nagy Andrea folytatta a szupernóva-fénygörbék nagy mintán, saját fejlesztésű kóddal történő modellezését, amely munkából nagyívű, áttekintő publikáció van készülőben.

Publikálásra kerültek egyéb, részben kapcsolódó témájú, közreműködésünkkel zajló vizsgálatok anyagai is. Egy 2019-ben az M74 galaxisban felbukkant, különleges, AT2019krl jelű tranziensről (amelyet feltehetően egy nagy tömegű, fényes, kék óriáscsillag extrém anyagkidobódása, esetleg két csillag összeolvadása okozhatott; Andrews és tsai, 2021, ApJ, 917, 63), egy pedig az ultrafényes infravörös galaxisokban (ULIRG) optikai tartományban nem megfigyelhető

szupernóvák kimutatásáról (Fox és tsai, 2021, MNRAS, 506, 4199). Az utóbbi vizsgálat eredményeit a NASA dedikált sajtóközleményben is kiemelte.

A 2021-es év egyik szintén nagyon fontos és örömteli fejleménye, hogy márciusban megkezdődött a tudományos adatgyűjtés az SZTE Bajai Observatóriumba előző évben megérkezett 80 cm-es RC-távcsővel. Az elsősorban tranziens jelenségek fotometriai követését célzó tudományos program a bajai kollégák (Bíró Imre Barna, Csányi István), valamint Vinkó József, Szalai Tamás és Székely Péter, Bánhidi Dominik hallgatónk, illetve CSFK-s kollégáink – elsősorban Pál András – hathatós közreműködésével zajlik. Az első évben mintegy 40 objektumról gyűjtöttünk hosszabb-rövidebb $BVgr'iz'$ adatsorokat, amelyek PSF-illesztéssel és képlevonással zajló fotometriai kiértékelését is megkezdtük.

Részben szintén szupernóvás kötődésű az a Barna Barnabás és a Cseh Tudományos Akadémia Csillagászati Intézetének munkatársai részvételével zajló kutatás, amelynek során kollégáink a FLASH kóddal végzett hidrodinamikai szimulációk segítségével elemzik a múltban lezajlott csillagrobbanások hatását a Galaxisunk központi fekete lyukának környezetében lévő csillaghalmazok és gázanyag dinamikájára vonatkozóan. Az első eredményeket összegző cikk Barna Barnabás vezetésével az MNRAS-hoz lett beküldve.

Az év során a folyóiratcikkek mellett különböző fórumokon is ismertettük eredményeinket. Szalai Tamás (online) előadást tartott februárban a Supernovae and Dust Tele-talks nemzetközi szemináriumsorozaton és novemberben az év legfontosabb szupernóvás konferenciáján (SuperVirtual 2021 – From Common to Exotic Transients); utóbbi eseményen Nagy Andrea, Zsíros Szanna és Barna Barnabás is szerepelt poszterrel. Zsíros Szanna emellett a szintén novemberi, IAU Symposium 366: The origin of outflows in evolved stars című eseményen is mutatott be posztert, valamint rövid tanulmányúton vett részt az I. de Looze (Genti Egyetem) által vezetett ERC-kutatócsoportnál. Októberben pedig a Cseh Tudományos Akadémia Csillagászati Intézetének munkatársai tettek nálunk látogatást Jan Palous vezetésével.

Gravitációelméleti kutatások

A LIGO Tudományos Kollaboráció részeként Fekecs Barna és Gergely Árpád László részt vett a gravitációs elméletek tesztelésében és az adatsorok analízisében, így a kollaboráció cikkeiben társszerzők voltak. Az eddig detektált és

a GWTC-3 katalógusban publikált 90 gravitációs hullám kivétel nélkül neutroncsillag, illetve csillagtömegű fekete lyukból álló kettős rendszer összeoldódásából született. Gergely Árpád László, Keresztes Zoltán és Tápai Márton megjelent munkájukban (Phys. Rev. D 103, 084024) kidolgozták a fekete lyuk, neutroncsillag, bozoncsillag vagy gravacsillag komponenseket tartalmazó kettős rendszerek szekuláris (jelentős számú pályára átlagolt) dinamikáját excentrikus pályákon, második posztnewtoni rendig, a spin- és kvadrupól-effektusok figyelembevételével.

Új effektusokat találtak a spinvektorok dinamikájában, amelyeket a kvadrupól-paraméter okoz, így ezek előfordulása a kettős komponenseinek természetétől függ. Ilyen a kisebbik spin irányának vándorlása az egyik pólustól a másikig (flip-flop jelenség) jelentős kvadrupól-deformációjú, nagyobb spinű neutroncsillag esetén, vagy a két spin precessziós sebességének váltakozó sorrendje fekete lyuk kettős vagy feketelyuk-gravacsillag kettős esetén. Egy másik megjelent munkában (Phys. Rev. D 103, 084025) Keresztes Zoltán és Gergely Árpád László a kettős rendszerben keringő fekete lyukak, neutroncsillagok, bozoncsillagok vagy gravacsillagok egyensúlyi spinkonfigurációinak lineáris stabilitását vizsgálta. Kollineáris konfigurációkban (ahol a spinek párhuzamosak a pálya-impulzusmomentummal) az egyformán irányított spinek általában stabilak. Az ellentétes irányítottságúak esetén azonban a neutroncsillagokból, bozoncsillagokból vagy gravacsillagokból álló rendszerekben a bespirálózás során a stabil konfigurációt instabil, majd újból stabil konfiguráció követi. Megállapították a stabilitási tartományokat a koplanáris egyensúlyi konfigurációk esetén is (amikor a két spin és a pálya-impulzusmomentum egy síkba esik), elemezve, hogyan függ a stabilitás a kompakt égitest jellegétől.

A sötét anyag és sötét energia magyarázatára a gravitáció jellemzésére használt metrikus tenzort szokás egy vagy több skalármezővel is kiegészíteni. A stabilitási kritériumoknak eleget tevő, valamint a megfigyelésekkel való összevetés próbáit kiálló skalár-tenzor gravitációelméletek az Einstein-féle gravitációelmélettől (a) gyorsuló tágulást lehetővé tevő, (b) Vainshtein-mechanizmust biztosító (Naprendszer-tesztek érvényességét garantáló) és (c) változó gravitációs „állandót” megengedő módosításokat tartalmaznak. Nagy Cecília, Keresztes Zoltán és Gergely Árpád László levezette az (a) és (c) módosításokat tartalmazó, ún. nemminimálisan csatolt k -esszencia elméletekben a gömbszimmetrikus, sztatikus megoldásokat megadó egyenleteket, effektív térelméleti módszerrel, a téridő nemmerőleges $2+1+1$ felbontását alkalmazva. Az egyenleteket

sikerült megoldaniuk néhány partikuláris esetben. Az irodalomban nem ismert, új típusú „hajás” feketelyuk-megoldásokat, homogén kozmológiai típusú téridőket és csupasz szingularitásokat találtak (Phys. Rev. D 103, 124056). Racskó Bence az általános relativitáselmélet keretén belül olyan téridő-tartományok variációs elven alapuló illesztését vizsgálta, amelyeket elválasztó hiperfelületek kauzális jellege perturbációk hatására megváltozhat (Class. Quantum Grav. 39, 015004).

A CANTATA COST-kollaboráció európai kutatói négy éven keresztül a módosított gravitációelméletek alapvető tulajdonságait és kozmológiai következményeit tanulmányozták. A kollaborációs időszak lezárultakor az erre felkért résztvevők az elméleti és megfigyelési szempontokat részletesen tárgyaló, több mint 600 oldalas monográfiát írtak (Modified Gravity and Cosmology. An Update by the CANTATA Network, Springer). Ebben a gravitációs lencsézést bemutató fejezet Gergely Árpád László munkája.

Interdiszciplináris kutatások és fejlesztések

Mínthogy ez a terület nagy részben az utánpótlás-nevelést és a pályaorientációt szolgálja, művelése jelentős mértékű személyes, helyszíni közreműködést kíván – így 2021 során, a pandémia hatásai miatt, az e témakörbe eső munkák közül csak igen kevésben történt előrelépés.

Meteorpálya-számító programunk speciális esetre történő alkalmazásával kiszámítottuk a 2020.07.05-i éjszakai világító felhő (NLC) jellemző magasságát, földrajzi elhelyezkedését és méreteit. A legalacsonyabb részei 77 km magasságban, a legmagasabbak 85 km körül voltak. A számításokba bevont szálak hossza 12 és 22 km közé esett. A három dimenzióban rekonstruált felhőrészlet az ausztriai Hofburgtól DNy-ra eső területek fölött helyezkedett el. A tapasztalatok alapján megkezdtük a 2021.07.02-én hazánk több pontjáról észlelt NLC hasonló feldolgozását – immáron a felhőkomplexum mozgására vonatkozó információt is megpróbálunk kinyerni a megfigyelési anyagból. A számítások kulcsa a több helyszínen készült fényképfelvételek körültekintő és precíz kalibrálása és kimérése, amelynek állandó külső közreműködő specialistája Zelkó Zoltán csillagász.

Elkészültek az első intelligens műmeteoroidok, amelyek a meteorok sötétrepülési szakaszának modellezéséhez fognak jelentős tesztlehetőséget kínálni. A munka több éves diákkutatási munka eredménye: a soproni Sop-Robotics

műhely szakértelmét dicséri (Bejó Mátyás, Hargitai Benke, Molnár Barnabás, Sztójka Áron, témavezető tanár: Lang Ágota). A teljesen a diákok fejlesztésében elkészült, 10 cm átmérőjű, eltérő tömegű 3D-nyomtatott gömbökben GPS helyzetérzékelő, rádióadó, tápellátás, ill. saját adattároló memória is van. Egymással, és a tervek szerint 30 km körüli magasságból kiejtésük után velük együtt zuhanó ballon gondolájában lévő központi egységgel is kommunikálnak, így leesés után bizonyosan megtalálható lesz mindegyik. A kiolvasott adatokból követhető lesz a teljes repülési pálya – és ez összehasonlítható lesz a kizárólag a kibobáskori induló adatokból számolt modellpályákkal. A munkáról először az Europlanet Science Congress 2022-n tervezzük beszámolni, a benyújtott absztraktot az évkönyv lapzártája idejére már elfogadták.

Pályázatok, díjak

Munkánkat 2020 végétől két NKFIH/OTKA pályázat: FK134432 (2020–2024, 40 M Ft; Szalai T.), illetve PD134434 (2020–2023, 24 M Ft, Nagy A.), valamint a Szalai T. által elnyert MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíj és Bolyai+ Új Nemzeti Kiválósági Program segíti. A gravitációelméleti kutatások az NKFIH 123996 számú, „Gravitációs hullámok és forrásaik az általánosított gravitációelméletek erős tér tartományaiban” (2017–2023, 30 M Ft, Gergely Á. L.) című pályázat keretén belül folytatódtak.

Gergely Árpád Lászlót 2021-ben a Szegedi Tudományegyetem az Év Kutatója elismerő oklevéllel tüntette ki. A 2020/2021-es tanévre PhD-hallgatónk, Nagy Cecília elnyerte az Új Nemzeti Kiválósági Program támogatását. Az év őszén az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Támogatott Kutatócsoportok Irodája (ELKH TKI) felhívására Borkovits Tamás vezetésével sikeres pályázatot nyújtottunk be egy ELKH–SZTE támogatott kutatócsoport megalakítására. Az elsősorban bajai, illetve szegedi, valamint két ELTE-s kolléga részvételével megalakuló ELKH–SZTE Sztelláris Asztrofizika Kutatócsoport 2022. július 1-jével kezdheti majd meg ötéves munkáját, évi 28 millió Ft-os költségvetéssel.

Külső ipari partnerek bevonásával beadott, lengyel vezetésű nemzetközi pályázat részeként egy nyertes ESA-pályázatunk eredményeképpen újraindulhat a műholdmegfigyelés Baján (4000136665/21/D/MRP S2P S1-SC-09 Support of the development of sensors, joint test and operation of a European Optical Network, “EON”, magyar oldali projektfelelős: Hegedüs Tibor).

Oktatás, ismeretterjesztés

A hároméves fizika alapszakon (BSc) belül a csillagász specializáción tanítunk csillagászatot. A kétéves csillagász mesterszak (MSc) mellett a fizikus mesterszakon belül a csillagászat és az asztrofizika modulban is számos tantárgyat oktattunk. A fizikatanároknak a Csillagászati megfigyelések, a Fizika a társ-tudományokban és a Modern fizika kurzusokon is tanítunk csillagászatot. A bajai kutatók az SZTE csillagász képzésében égi mechanika, kettőscsillagok és műszertechnika tárgyak oktatásával, nyári gyakorlatok és szakdolgozatok témavezetésével vesznek részt, valamint az ELTE Csillagászati Tanszékén és a PTE Fizikai Intézetében is tartanak MSc/PhD-s szabadon választható kurzust a hierarchikus többes csillagrendszerek témakörében, illetve SZTE-s és ELTE-s PhD-hallgatók témavezetését is ellátják.

2021-ben öt csillagász mesterszakos hallgatónk volt. Két BSc-szakdolgozat és öt MSc-diplomamunka született csillagászati és gravitációelméleti témakörökben.

A bajai és a szegedi csillagászok jelentős ismeretterjesztő munkát végeztek. A járvány lecsengésével felélesztettük a szokásos nyitvatartási alkalmainkat a nagyközönség számára, illetve számos előadást, bemutatót tartottunk meghívásos alapon is. Gergely Árpád László folytatta az Interpress magazinban megjelenő Modern kozmológiai elméletek című tudománynpszerűsítő sorozatát négy újabb résszel.

2021-ben, illeszkedve a covid miatti korlátozó rendelkezésekhez, későbbi időpontban, 2021. június 5–6-án, a Szent-Györgyi Albert Agórában rendeztük meg a Kárpát-medencei középiskolák szokásos évenkénti csillagászati versenyének nyilvános döntőjét. A három iskolai forduló utáni pontozási lista legjobb 21 versenyzője kapott meghívást a döntőre, köztük sokan már második alkalommal kaptak bizonyítási lehetőséget. A döntő 12 legjobb diákja lett a nemzeti olimpiai keret tagja. A covid miatt igen rövidre szabott, szokásos felkészítő folyamat végén, 2021. augusztus 27-29. között Baján rendeztük meg az immáron hatéves hagyományra visszatekintő „regionális miniolimpiát”, amit a szokásos két vendégországon (Horvátország és Szlovénia) kívül idén is kibővített módon, Szerbia és Szlovákia diákjaival együtt rendeztük meg. Így összesen 32 diák vehetett részt az intenzív szituációs tréningen, egy teljesen olimpiai stílusú vetélkedésen.

A magyar (A és B) csapat 11 diákjából mindenki kapott díjat: 5 arany-, 1 ezüst-, 3 bronzérem és 2 dicséret volt az éremszüret eredménye. Így nagy remé-

nyekkel vártuk a kolumbiaiak által megrendezett novemberi online diákolimpiát. A 14. IOAA diákolimpia (2021. november 14–21.) nemzeti lebonyolítását ez évben már az ELKH CSFK Konkoly Thege Miklós Csillagászati Intézetének csapata vette át. A magyar diákok által elért eredmények: Varga Vázsony (arany, az első magyar aranyérem), Mátéfy Ádám (ezüst, a második hazai ezüst), Takács Dóra, Novák Zalán, Farkas Gergely (bronz), végül dicséret: Kertész Balázs, Karsai Endre, Jirkovszky-Bari László – minden idők legjobb magyar szereplése.

Az ismeretterjesztő munkát még 2021-ben is jelentősen befolyásolta a pandémia, azonban ennek ellenére egy nyertes Interreg-IPA pályázat (HUS-RB/1602/31/0197, „VoBaNISTA”) beruházása eredményeképpen 2021. augusztus 3-án megkezdhette működését a bajai kisplanetárium (a Borbás Mihály Látogatóközpont részeként, Csillagleső Planetárium néven). Ezzel egy európai nívójú bemutató helyszínnel bővültek a bajai lehetőségek. Az országos akcióhoz képest késéssel megrendezett bajai Múzeumok Éjszakája során debütáltunk, nagy sikerrel. A szokásos, a Perseida-meteorraj maximuma közeli szombatra időzített „Ki a városból!” c. nyílt bemutatóestünk is a Szegedi úti kutatóintézetbe invitálta az érdeklődőket (2021. augusztus 14.). Intézetünk ezzel vett részt az „Egy hét a csillagok alatt” elnevezésű új, országos akcióban. Sajnos a szinte menetrendszerűen rossz napközbeni időjárás és a pandémia miatti félelmek miatt mélypontnak tekinthető, mindössze 100 fős résztvevői kört láthattunk vendégül.

Az ősztől újraindult a bajai városi csillagászati szakkör, a szokásos időben (2021. szeptember 24.) lezajlott a Kutatók Éjszakája, és a rendszeres, péntekenkénti Csillagleső Estek is folytatódtak. A korábbi évekhez képest sokrétűbbé vált (pl. a különböző korosztályok szerint eltérő típusú és tartalmú foglalkozásokkal, élő kísérletekkel), gazdagított programkínálattal egészítjük ki Baja és térségének újra felpozícióba hozását. Intézetünk dolgozóinak alkalmankénti önkéntes közreműködésén felül néhány főállású alapítványi alkalmazott biztosítja a belvárosi ismeretterjesztési központ működtetését.

A Szegedi Csillagvizsgáló honlapján (<http://astro.u-szeged.hu>), a Bajai Observatórium honlapján (<http://www.bajaobs.hu>), illetve a közösségi médiában (<https://www.facebook.com/csillagvizsgaloszeged>, <https://www.facebook.com/CsillagvizsgaloBaja>) bemutatóhelyeink programjai és hírei elérhetőek.

A szerzők köszönetüket fejezik ki az alábbi kollégáknak a beszámoló szövegéhez való hozzájárulásukért: Borkovits Tamás, Gergely Árpád László, Jäger Zoltán, Keresztes Zoltán, Szalai Tamás.

SZABÓ M. GYULA

Az ELTE GAO MKK beszámolója a 2021. évről

Az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriumban a tudományos eredményesség 2021-ben tovább erősödött. Az év során a munkatársak 48 angol nyelvű tudományos közleményt jelentettek meg, ezek közül 27 referált folyóiratban közölt szakcikk volt. A 2021-es közleményszám nagyjából a 2019-es és 2020-as évek számainak összege. Az eredményesség hátterében a korábban elindított programok, különösen a CHEOPS űrtávcső garantált távcsőidejű (GTO) programjának megvalósulása és a Sloan Digitális Égboltfelmérő programban (SDSS) való részvételünk áll.

2021 szeptemberében jött létre obszervatóriumunkban az MTA–ELTE Lendület Tejútrendszer kutatócsoport Mészáros Szabolcs vezetésével, amelynek feladata a SDSS programsorozat ötödik egységében működő Milky Way Mapper (nagy felbontású spektroszkópai égboltfelmérő) program által észlelt hatmillió csillag segítségével feltérképezni Galaxisunk kémiai összetételét.

2021 szeptemberétől indult az ESA és MŰI által támogatott PRODEX pályázatunk, amelynek keretében a CHEOPS űrtávcső GTO és vendégészlelői programjában veszünk részt, valamint földi utánkövetéses vizsgálatokat végzünk. A pályázat keretéből fiatal kutatókat is alkalmazunk (Jäger Zoltán és 2022-ben induló projektalkalmazások).

Sikeresen zárult a Kozmikus hatások és kockázatok c. GINOP pályázat, amelyben konzorciumi partnerként vettünk részt. A pályázat keretében megvalósított műszeres fejlesztés (ASA AZ800 távcső, több hozzá kapcsolódó kamerarendszer, informatikai támogatás, új kupola) azóta is a „saját” erőforrásaink legfontosabb elemei. Terv szerinti megvalósításban folytatta munkáját az MTA–ELTE Exobolygó Kutatócsoport.

2021 során kurzusainkat még főleg online tartottuk meg, látogatócsoportokat viszont ismét rendszeresen fogadtunk a járványügyi intézkedések által megengedett időablakokban.

Kovács József és Szabó M. Gyula csillagászati és fizikai kurzusokat tartottak az ELTE levelező képzésében (Csillagászati spektroszkópia, Matematikai módszerek a fizikában 1–2, Statisztikai módszerek a fizikában, Atomfizika, Magfizika, Kvantumfizika, Nagyenergiájú asztrofizika). Derekas Aliz és Kovács József az év folyamán rendszeres szerzői, fordítói voltak a csillagaszat.hu portálon

megjelenő anyagoknak (16 cikk) és az Európai Déli Observatórium (ESO) honlapján magyarul megjelenő híreknek (44 hír). Mészáros Szabolcs két csillagászati kurzust tartott az ELTE-n: Elméleti asztrofizika 3. ötödéves csillagász hallgatóknak, Az űrkutatás története I. pedig szabadon választható tárgyként.

Derekas Aliz két BSc-hallgató témavezetését végezte, akik sikeresen megszerezték diplomájukat. Szeptembertől az Új Nemzeti Kiválósági Program (ÚNKP) Tehetséggel fel! alprogramja keretében végzi egy további hallgató témavezetését. Szabó M. Gyula két BSc és egy végzős hallgató témavezetője volt; közülük Kálmán Szilárd az OTDK-n első helyezést ért el. Kovács József szintén ÚNKP-s témavezetést végzett és végez, hallgatója, Világos Blanka az OTDK-n első helyezést ért el. Mészáros Szabolcs továbbra is Szigeti László PhD-témavezetője, illetve szeptembertől Hegedűs Viola (Szegedi Tudományegyetem) végzős, MSc-s csillagászhallgató diplomamunkájának témavezetője is. Augusztus végével zárult Derekas Aliz hároméves Bolyai János Kutatási Ösztöndíja, amelyhez kapcsolódóan végig ÚNKP ösztöndíjat is elnyert. Kálmán Szilárd 2021 szeptemberétől ÚNKP ösztöndíjat, valamint 2022 februárjától induló KDP ösztöndíjat nyert.

Kutatási eredmények

2020. március 18-án kezdetét vette a CHEOPS exobolygó-kutató űrtávcső tudományos üzemmódja. A számos cikk között az AU Mic bolygórendszer CHEOPS-méréseit a konzorcium Szabó M. Gyula vezetésével közölte. Az AU Mic b bolygó a késői, M1 típusú központi csillag körül kering. Kimutattuk a csillagfoltok fedésének hatását a fénygörbén, összevetettük a CHEOPS és TESS mérések karakterisztikáját, megállapítottuk a paramétereknek a foltok fedése miatti bizonytalanságát. Rámutattunk a keringés és a csillag forgásának egzakt 7:4 arányára. Kimutattuk, hogy a rendszer több perces amplitúdójú tranzitidőpont-változásokat mutat (Szabó M. Gy. és tsai).

Részt vettünk a CHEOPS misszió további kutatásaiban, illetve megjelent a mérőrendszer leírása is (Benz és tsai). A legfontosabb eredmények közé a v2 Lupi d bolygó felfedezése tartozik. Ez a bolygó hosszú, 120 napos periódussal kering szabad szemmel is látható csillaga körül, így a „normális” (vagyis nem a csillagukhoz közel keringő gázóriás) bolygók közül jelenleg a legrészletesebben vizsgálható. A HD 108236 bolygórendszer megfigyelési kampánya eredmé-

nyeképpen a CHEOPS ötödik bolygóját is megtaláltuk, a CHEOPS-mérések alapján a rendszer részletes analízise is megtörtént (Bonfanti és tsai). A TOI-178 rendszerben bonyolult középmozgás-rezonanciában keringenek a bolygók, a CHEOPS-mérések alapján a tranzitok hat különböző bolygótól származnak (Leleu és tsai). Az 55 Cnc e a legfényesebb csillag körüli tranzitot mutató szuperföld; ennek teljes keringését leíró adatsorában a fázisgörbe mélységét 72 pm-nek mértük. A másodlagos tranzit hiánya arra utal, hogy a fázisgörbe a bolygó csillagra kifejtett hatásait tükrözi (Leleu és tsai). Az itt említett cikkekben Szabó M. Gyula volt társszerző.

Az Ariel konzorciummal a küldetés elfogadásának alapját képező részletes technológiai leírás, és a tudományos kutatási tervek kidolgozásában vettünk részt (Tinetti és tsai, társszerzők: Szabó M. Gy., Garai). Az ELTE GAO MKK vezetésével a precíz, nagy időfelbontású fotometriai alkalmazások technikai leírását és alkalmazási lehetőségeit kutattuk. Az eredmények az *Experimental Astronomy* dedikált Ariel-különszámában jelennek majd meg (Szabó, Garai, Kálmán). A nem tranzitos, széteső exobolygók kimutatásának és elemzésének lehetőségeit tárgyaltuk az Ariel jövőbeni űrobszervatóriummal. Az esettanulmányban a Kepler-1520b bolygót modelleztük nem tranzitos, érintő pályakonfigurációban, feltételezve, hogy a mérés a leendő űrtávcső megfigyelési csatornáiban lenne megvalósítva. A kapott eredmények alapján a detektálhatóságot a porszemcsék mérete, a megfigyelési hullámhossz és egyéb tényezők is befolyásolják (Garai).

A WASP-43b bolygót a TESS űrtávcső és a MuSCAT2 műszer által készített fotometria alapján vizsgáltuk meg. Arra jutottunk, hogy a bolygó keringési periódusa az adott hibahatáron belül állandó. A kapott eredmény az eddig publikált adatok közül a legpontosabb (Garai és tsai).

A BE Dor egy RR Lyrae típusú pulzáló csillag, amely a Nagy-Magellán-felhő irányában látszik. O–C diagramján extrém mértékű, szinuszos jellegű változás látható, amelynek alapján korábban felvetődött, hogy egy fekete lyukkal alkot kettős rendszert, ám méréseink egyértelműen bebizonyították, hogy nagy tömegű kísérője biztosan nincs. A TESS űrtávcső nemrég publikussá vált méréseiből sikerült kimérnünk 2,5 évnyi friss fotometriai adatot erről az objektumról, amelynek analízisét bemutattuk (Derekas és tsai).

Az SDSS APOGEE égboltfelmérő program adataiból részletesen megvizsgáltuk az ω Cen gömbhalmaz többszörös csillagpopulációit. Új, pekuláris alumíniumgyakoriságú csillagokat fedeztünk fel, amelyek az ω Cen múltjáról adnak információkat (Mészáros és tsai).

Szintén 2021-ben publikáltuk az M3 gömbhalmazon belül megfigyelt többszörös csillagpopulációk halmazon belüli differenciális rotációjának felfedezését. Ezenkívül öt másik gömbhalmaz forgási sebességét határoztuk meg az SDSS APOGEE égboltfelmérő program radiális sebességeit felhasználva (Szigeti, Mészáros, Szabó és tsai).

Az SDSS-en belül az elméleti spektroszkópiai vonallista létrehozásában, illetve a Galaxis központi dudora (bulge) körül keringő gömbhalmazok részletes kémiai tanulmányozásában vállaltunk szerepet (Mészáros).

Részt vettünk CSFK által vezetett munkákban, amelyek keretében roAp csillagokat, RR Lyrae csillagokat, extrém törmelékkorongos csillagokat vizsgáltunk (Derekas, Kovács, Szabó).

Szakmai találkozók

Rendszeresen részt veszünk a CHEOPS és Ariel találkozóin, konferenciákon, és a kéthetente esedékes csoporttalálkozókon. Szabó M. Gyula online vett részt az EWASS és EPSC konferenciákon. Garai Zoltán posztert mutatott be az EAS 2021-es konferenciáján (online, 2021. jún. 28. – júl. 2), a TESS űrtávcső konferenciáján (2021. július 2–8.) és az STSCI „Science at the Interface of Multiple Measurement Techniques” konferencián (2021. április 19–23.).

Kovács József és Szabó M. Gyula online vettek részt a „150 éves az ógyallai csillagvizsgáló” (2021. november 24–26., Hurbanovo, Szlovákia) konferencián, ahol Kovács József „Gothard Jenő, Konkoly Thege Miklós mentoráltja és barátja / Jenő Gothard, mentee and friend of Miklós Konkoly Thege” címmel tartott előadást.

Kálmán Szilárd és Szabó M. Gyula Londonban vett részt az Ariel Konzorcium 2021. évi őszi találkozóján, amelyen mindketten előadást tartottak (2021. november 23–24.). Az Ariel konzorcium tavaszi online konferenciáján is tartottak előadást, Szabó M. Gyula a fotometriai csoport szekcióvezetője is volt.

Szakmai közélet és közművelődés

Folyamatosan kivesszük részünket a hazai szakmai közéletből és a közművelődési feladatokból. Kovács József a Magyar Csillagászati Egyesület alelnöke,

az ELFT Vas Megyei Területi Csoportjának elnöke. Szabó M. Gyula az MTA Csillagászati és Űrfizikai bizottságának tagja, a TIT Vas Megyei csoportjának elnöke. Mindketten aktív tagjai az ELTE doktori iskolának, komplex vizsgákon (2021-ben 4), doktori védéseken (2021-ben 3) rendszeresen részt vesznek.

2021. augusztus 27–29. között Baján került megrendezésre a Nemzetközi Csillagászati Miniolimpia hét ország részvételével. Kovács József szervező és a magyar csapat egyik vezetője volt. A 14. Csillagászati Diákolimpiát 2021. november 14–21. között, Kolumbia rendezte meg. A verseny a világjárvány miatt online zajlott, de a helyszíni rendezést lehető leginkább megközelítő szabályokkal és keretek között. A magyar csapat egyik vezetője Kovács József volt.

A 2021. júniusi részleges napfogyatkozás alkalmából a helyi és országos médiában is számos helyen szerepeltünk (RTL Klub, Savaria Fórum, Vas Népe). Ismét rendszeressé váló bemutatóinkat az első negyedes pénteketekhez és a jeles csillagászati eseményekhez kötöttük. Szabó M. Gyula 2021 áprilisában az osztrák Hegypásztor körben tartott két kihelyezett távcsöves bemutatót.

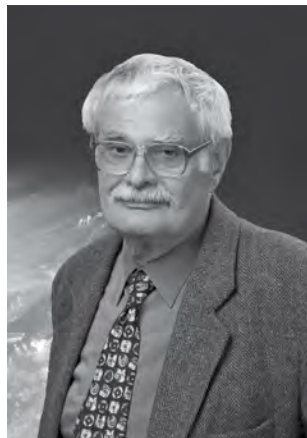
Részt vettünk az ógyallai Szlovák Központi Csillagvizsgáló által szervezett online előadás-sorozatban, amelynek célja szakemberek képzése bemutató csillagvizsgálók számára. A nyári iskola jellegű esemény előadásait Garai Zoltán tartotta.

Kovács József és Szabó M. Gyula két-két alkalommal szerepelt a Szombathelyi Televízióban és az országos rádió- és televízió-műsorokban. A Kossuth Rádió A Hely című műsora áprilisban két alkalommal a Gothard Observatóriummal foglalkozott.

MEGEMLÉKEZÉS

Szegő Károly (1943–2022)

Nagy alakjától vett búcsút a magyar űrkutatók közössége, amikor Dr. Szegő Károly, életének hetvennyolcadik évében tragikus hirtelenséggel elhunyt. Szegő Károly 1975 és 2002 között töltötte be az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézetének igazgatói pozícióját, 2002-től 2010-ig pedig az MTA Kutatóintézeti Főosztályának, majd Kutatásfejlesztési és Innovációs Főosztályának vezetőjeként szervezte és támogatta az akadémiai kutatóhálózat munkáját. Mint a Magyar Tudományos Akadémia doktora, a Wigner Fizikai Kutatóközpont professor emeritusa, az Űrkutatói Tudományos Tanács tagja, utolsó éveiben is aktívan részt vett a magyar űrkutató közösség tevékenységében.



Szegő Károly az ELTE fizikus szakán szerzett diplomát 1966-ban, majd elméleti részecskefizikusként csoportelméleti módszerekkel foglalkozott. Az űrkutató felé a 80-as években fordult a figyelme, amikor lehetősége nyílt a Halley-üstököshöz indított VEGA űrmisszióban való részvételre, amelyben az irányító testület társvezetője lett. A történelem során akkor lehetett elsőként közvetlenül tanulmányozni egy üstökösön és környezetében zajló fizikai folyamatokat. Szegő Károlynak az ebben az időszakban (1980–1987) megjelent tudományos közleményei közül négy bekerült a „Naprendszer kutatása” témakörben világszerte leginkább idézett hét publikáció közé. Kiváló eredményéért 1986-ban Állami Díjban részesült. A KFKI RMKI kozmikus sugárzással foglalkozó kutatói az ő kiváló szervezőképességének köszönhetően a 80-as évektől kezdve komoly űrkutatói programokhoz csatlakozhattak.

A sikeres VEGA küldetést követően vendégkutatóként részt vett a NASA Pioneer Venus Orbiter űrmissziójában, majd 1988-ban bekapcsolódott a Marshoz indított Phobos–2 plazmafizikai méréseinek feldolgozásába. A Venus Express ASPERA–4 kísérletének társkutatójaként főként a Vénusz csóvájában zajló folyamatokat vizsgálta. Jelentős eredményeket ért el a nemmágneses égitestek nappali oldalán zajló fizikai folyamatok modellezésében, amelyeket a Vénusz és a Titan esetében is sikerrel alkalmaztak.

A NASA és az ESA által a Szaturnusz és holdjainak tanulmányozására létrehozott Cassini-Huygens űrmisszió az addigi egyik legnagyobb szabású küldetés volt. A nemzetközi csoport munkájában Szegő Károly a kezdetektől fogva aktívan közreműködött, és Erdős Gézával a Cassini keringő egység két fedélzeti műszerének (plazmaspektrométer, magnetométer) lettek társkutatói. A tudományos adatokkal egyedülálló részletességgel lehetett tanulmányozni a Titan körüli változékony plazmát és a hold ionoszférája, valamint a Szaturnusz magnetoszférája közötti kölcsönhatást.

Az ESA Rosetta missziója 2014-ben érkezett meg a 67P/Churyumov-Gerasimenko üstököshöz, majd végigkísérte azt Nap körüli útján. Szegő Károly az űrszonda plazmafizikai kísérletének társkutatójaként a – KFKI RMKI utódjaként létrejött – Wigner Fizikai Kutatóközpont űrfizikai csoportjával komoly eredményeket ért el az üstökös és a napszél kölcsönhatásának vizsgálatában.

Szintén társkutatója volt a Merkúr tanulmányozására 2018-ban, az ESA által indított BepiColombo űrmisszió Mercury Planetary Orbiter szondája SERENA fedélzeti műszerének, amely a 2025-ös pályára állítást követően a bolygó plazmakörnyezetét fogja vizsgálni. A küldetés tervezésében és megvalósításában a 90-es évek óta vett részt.

Szegő Károlyt magyar és külföldi kollégái egyaránt barátságos, nagy tudású, kiváló szervezőképességű emberként ismerték meg, aki fáradhatatlanul küzdött azért, hogy a magyar mérnökök és fizikusok minél több nemzetközi űrkutatási együttműködésben vehessenek részt, növelve ezáltal hazánk szerepét és térségünk befolyását. Több társkutatói pozíciót szerzett fiatalabb kollégáinak is, akik így a nemzetközi űrkutató közösség megbecsült tagjaivá váltak. Az ELTE-n 1998 óta oktatott űrfizikai tematikájú tárgyakat. Tudományos pályája során több mint 300 publikáció szerzője, illetve társszerzője volt, és számos díjban, elismerésben részesült. Több NASA-oklevele mellett a Magyar Asztronautikai Társaság – amelynek 1986 és 2003 között alelnöke volt – 1989-ben Fonó Albert-díjjal ismerte el tevékenységét, 1991-ben MTESZ-díjat kapott. 2007-ben neki ítéltek a rangos Bay Zoltán-díjat, 2008-ban Pro Scientia Hungarica Éremmel tüntették ki, 2018-ban pedig az MTA-tól Eötvös József-koszorút kapott.

Emlékét és tudományos munkásságának, valamint a hazai űrkutatás területén végzett kulcsfontosságú építő tevékenységének örökségét tisztelettel megőrizzük, és igyekszünk továbbvinni.

Bebesi Zsófia
Szegő Károly volt doktorandusz hallgatója és kollégája

Szerzőink, közreműködőink

BAGÓ BALÁZS, amatőrcsillagász

BENKŐ JÓZSEF, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, CSFK KTM Csillagászati Intézet

BUTUZA TAMÁS, amatőrcsillagász, informatikus

CSEH VIKTOR, amatőrcsillagász

GÖRGEI ZOLTÁN, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

HANNÁK JUDIT, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

HEGEDŰS TIBOR, PhD, igazgató, SZTE Bajai Observatóriuma

HEGEDŰS VIOLA, PhD hallgató, ELTE

KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőrcsillagász

KISS CSABA, az MTA doktora, CSFK KTM Csillagászati Intézet

KISS LÁSZLÓ, az MTA rendes tagja, főigazgató, CSFK

KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tud. főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

MÁRKUSNÉ BEBESI ZSÓFIA, PhD, tud. főmunkatárs, Wigner Fizikai Kutatóközpont

MÉSZÁROS SZABOLCS, PhD, tud. főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

MIZSER ATTILA, amatőrcsillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára

MOLNÁR PÉTER, amatőrcsillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület titkára

NAGY MÉLYKUTI ÁKOS, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati

Tanszék

SAJÓSI BENEDEK, egyetemi hallgató, ELTE TTK

SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőrcsillagász, régész, a Meteor rovatvezetője

SZABADI PÉTER, amatőrcsillagász

SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, kutató professor emeritus, CSFK KTM Csillagászati

Intézet

SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora, igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

SZABÓ RÓBERT, az MTA doktora, igazgató, CSFK KTM Csillagászati Intézet

SZABÓ SÁNDOR, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

SZÉKELY PÉTER, PhD, Dr. habil., tanszékvezető egyetemi docens, SZTE TTIK Kísérleti Fizika

Tanszék

TALABÉR GERGELY, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

TARCAZ GYÖRGY, az MTA doktora, egyetemi tanár, ELTE TTK Szervetlen Kémiai Tanszék

TÓTH KRISZTIÁN, amatőrcsillagász, az MCSE elnökségi tagja

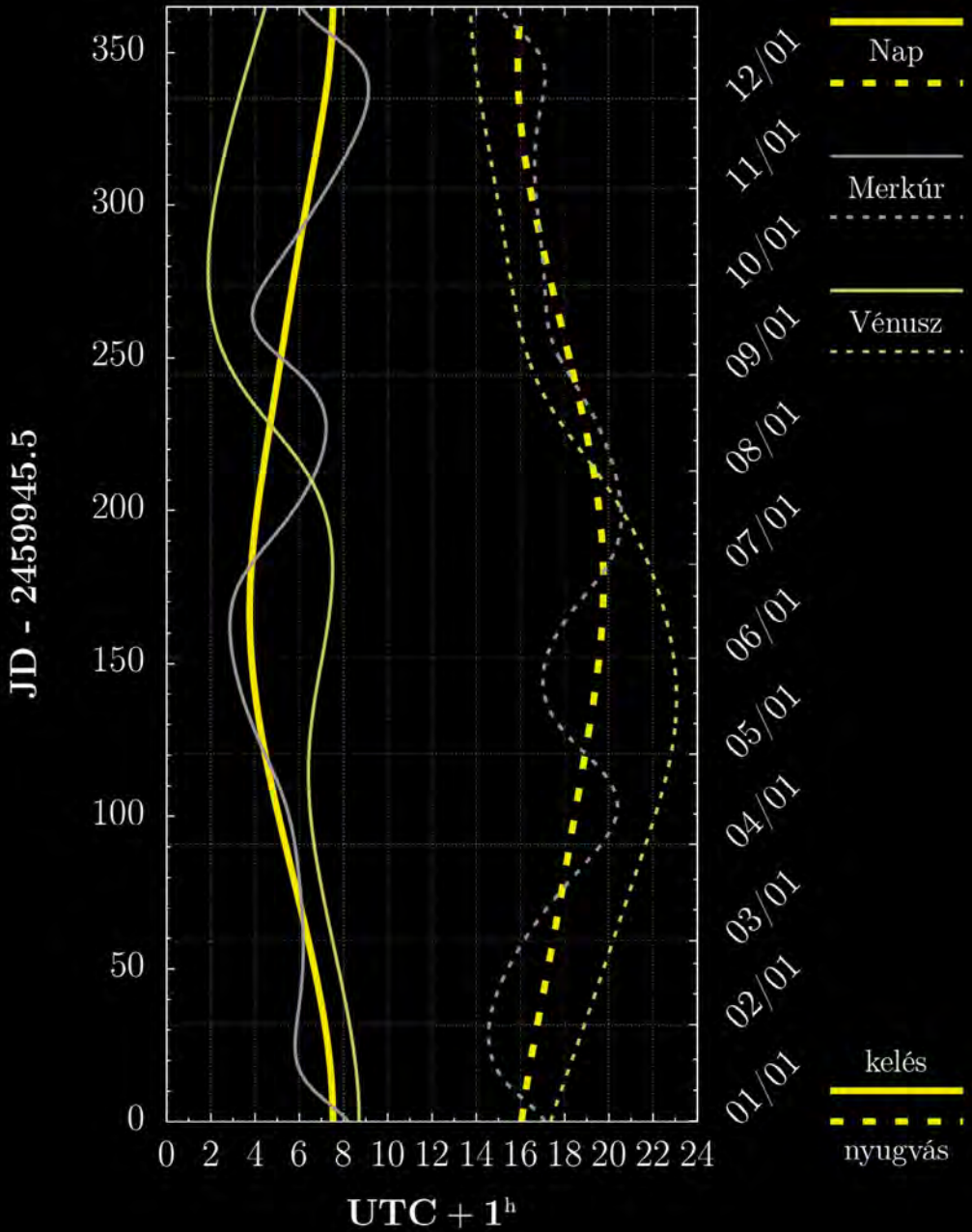
ZSOLDOS ENDRE, PhD, tudományos főmunkatárs, CSFK KTM Csillagászati Intézet



*Az NGC 7380 emissziós köd (Varázsló-köd) Gaál Zoltán felvételén.
200/1000-es Newton-reflektor, Nikon D3200 fényképezőgép, ISO 800,
80×300 s expozíció. A felvétel Rábatamásiból készült*

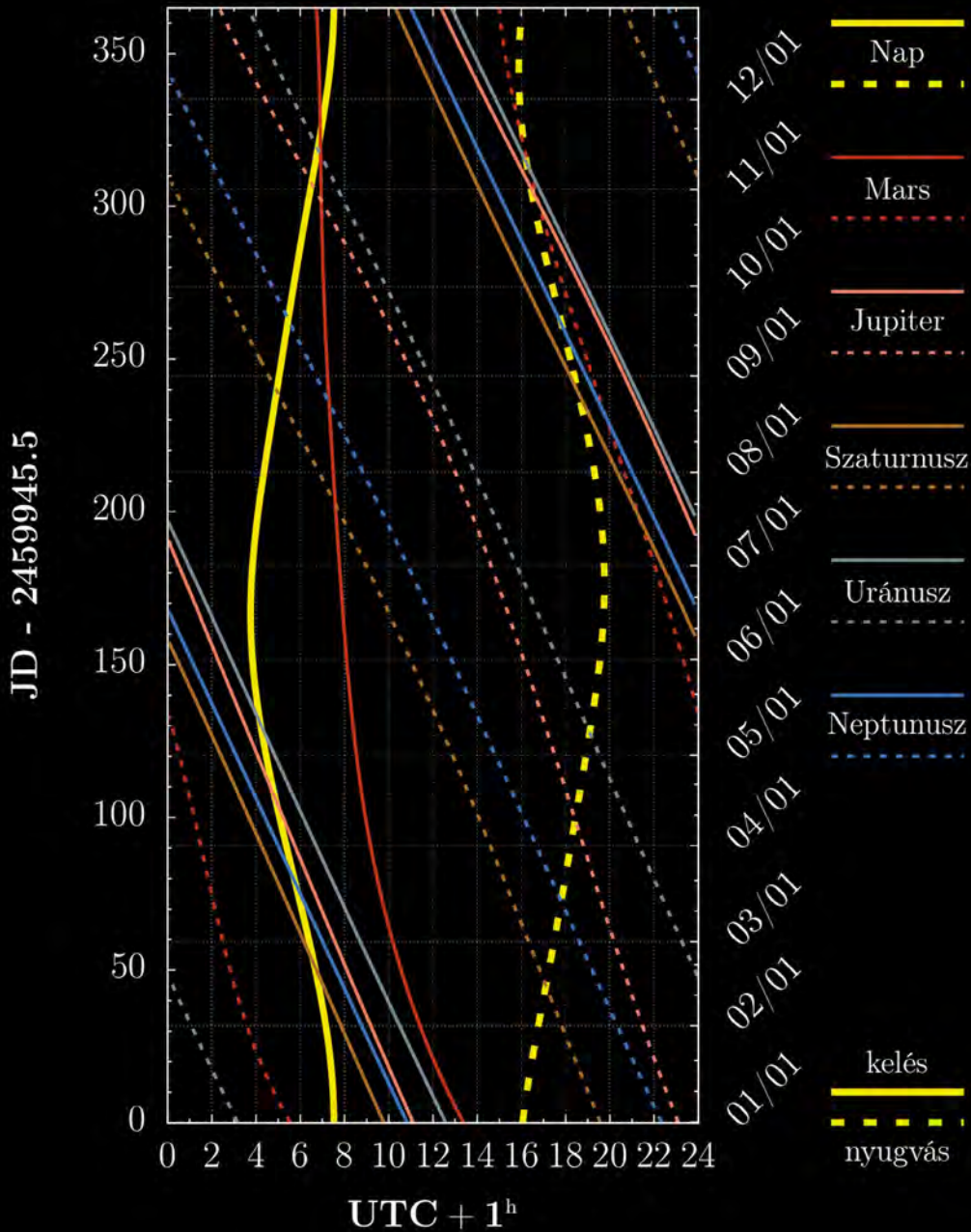
Belső bolygók kelése és nyugvása

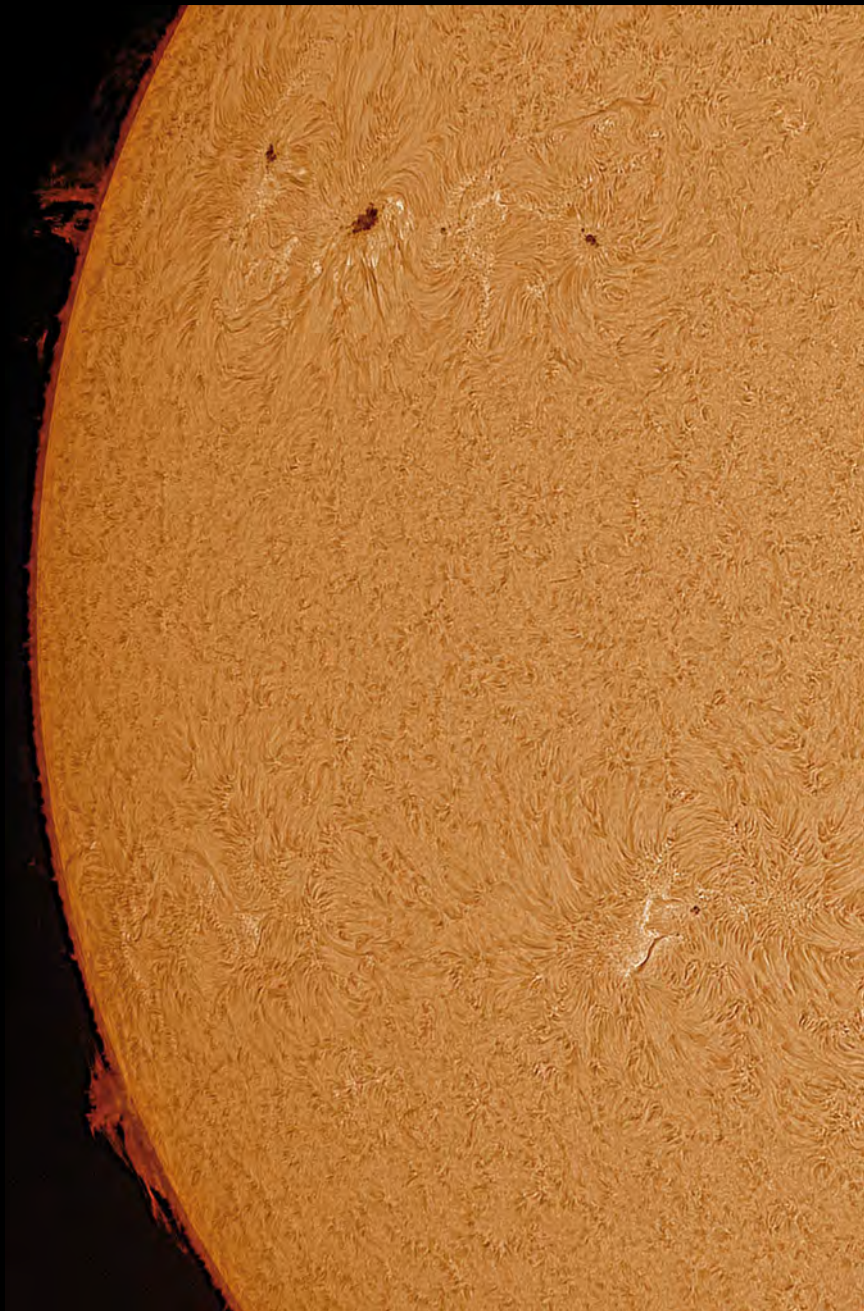
2023



Külső bolygók kelése és nyugvása

2023





A Nap H-alfában 2022. március 25-én 13:20 UT-kor, Dézsi Attila (Tószeg) felvételén. 120/1000 Lunt H-alfa naptávcső, ASI 290MM kamera



2022. július 27-én 19:19 UT-kor igen fényes, lassú, útja végén több darabra robbanó tűzgömböt észlelhettünk hazánkból. A tűzgömböt számos helyről észlelték, többek között a Magyar Meteoritikai Társaság bajai és győri kamerája is megörökítette



2021. június 10-én csekély mértékű részleges napfogyatkozást figyelhattunk meg hazánkból. Szendrői Gábor Gencsapátiból fényképezte a jelenséget 10:44 UT-kor egy Intes 150/900-as Makszutow–Newtonnal, Canon EOS 700D fényképezőgéppel, Baader AstroSolar fólián keresztül (ISO 100, 1/250 s)

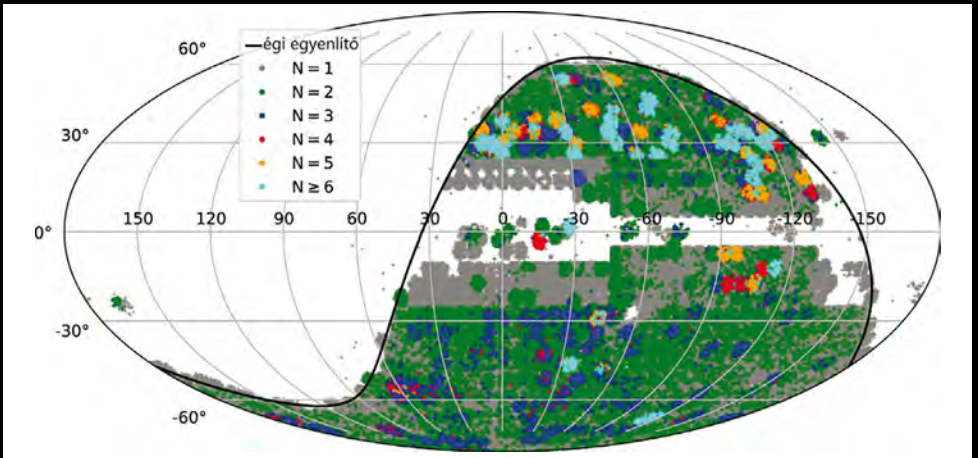


2021. december 4-én teljes napfogyatkozás volt megfigyelhető az Antarktisz térségéből. Jónás Károly felvétele a Weddell-tenger fölött készült, egy repülőgép fedélzetéről, 12800 méteres magasságból



A 2022. május 16-i részleges holdfogyatkozás Gyenizse Péter felvételén.
102/816-os Starfire apokromát, Canon 750D fényképezőgép, ISO 400,
1/320 s expozíciós idő

Illusztráció Hegedűs Viola – Mészáros Szabolcs
Spektroszkópiai égboltfelmérő programok című cikkünkhöz (195. o.)



3. ábra. A RAVE felmérő programban (DR6) észlelt csillagok galaktikus eloszlása.
Színezés kódolja az adott égboltterület észleléseinek N számát. (A szürke részek kivételével mindenhol többszörös észlelések történtek.) (Steinmetz és mtsai. (2020b) nyomán).



A Polaris Csillagvizsgálót 2001 óta üzemelteti a Magyar Csillagászati Egyesület lelkes tagjainak köszönhetően. A csillagvizsgáló 20 cm-es refraktoránál Török Tünde, aki 2020 óta az MCSE titkára és örökös pártoló tagja (fotó: Mizser Attila)

budapesti távcső centrum



- A legjobb távcsőmárkák képviselete
- A legnagyobb hazai raktárkészlet



tavcso.hu

✉ btc@tavcso.hu

☎ (1) 202 5651
(20) 484 9300

Budapest XII. Városmajor u. 21.

Egy percre a Déli pályaudvartól

Nyitvatartás

hétfő - péntek: 9-17 óra
szombat: 9-13 óra

Fotók: © Éder Zsolt

Sky-Watcher
Bevezető

acuter

CELESTRON

DELTA
OPTIKAI

LACERTA

TeleVue
Elevated

ZEISS

PERKINS

DIPOL

BYTREK

CORONADO

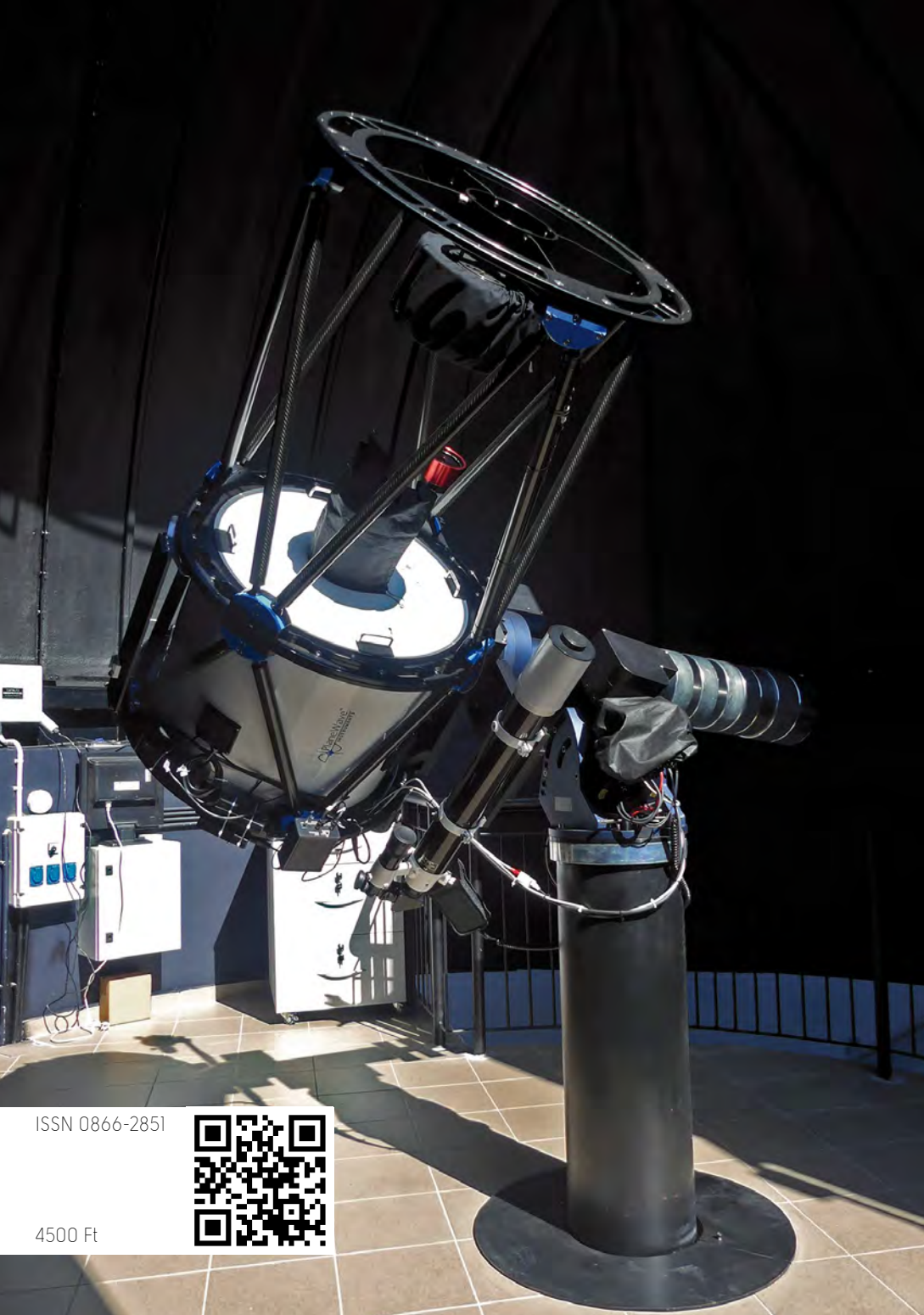
MikroG

AstroMedia

CSO
Quan-Sheng Optical

Astronomik

YUKON



ISSN 0866-2851



4500 Ft