

Csillagászat

Csillagok születése és fejlődése

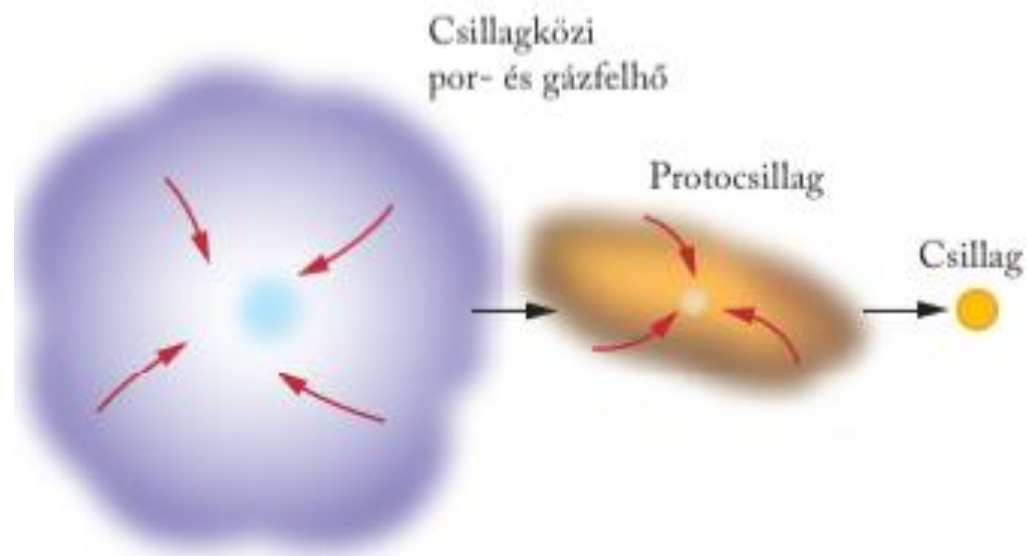
- Belsejükben fúziós energiatermelés
- Ritka az egyedül keletkező csillag (Nap)

Jelentősebb csillagok néhány jellemző adata:

Név	Tömegük a nap- tömeghez mérten	A Földtől való távol- ságuk (fényév)	Felszíni hőmérsék- letük (K)	A Naphoz viszonyított abszolút fé- nyességük
Szíriusz	2,35	8,7	10 000	25,4
Arkturusz	1,5	36,7	4200	210
Vega	2,8	25,3	9650	37
Capella	2,7–2,6	10,2–9,2	5000–5900	78,5–77,6
Rigel	17	800	11 000	40 000
Betelgeuze	14	430	3500	13 000 (?)
Sarkcsillag	4,3	430	7200	2200

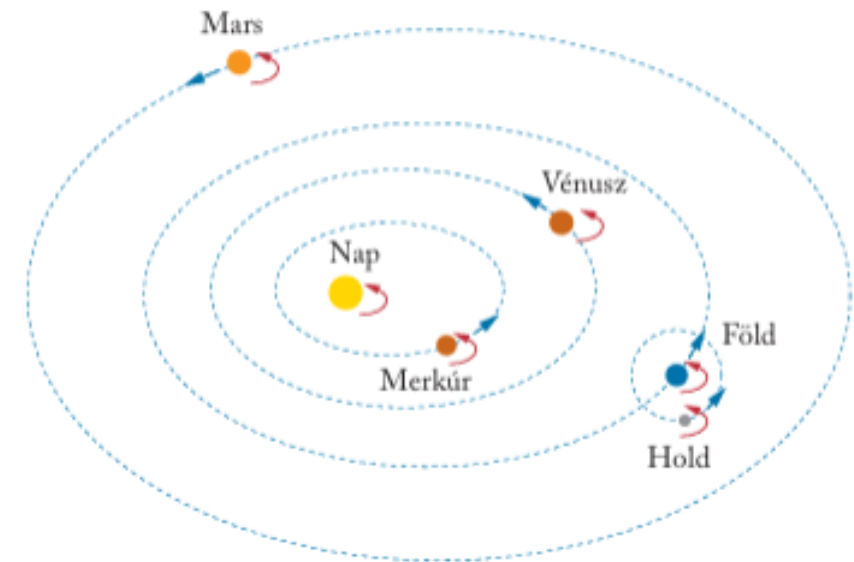
Csillagok keletkezése

- Por és gázfelhőkből keletkeznek (hidrogén, hélium)
- Külső zavar hatására (pl:szupernóva-robbanás)
- Gravitációs összehúzódás
- Kisebb felhőkre szakadnak



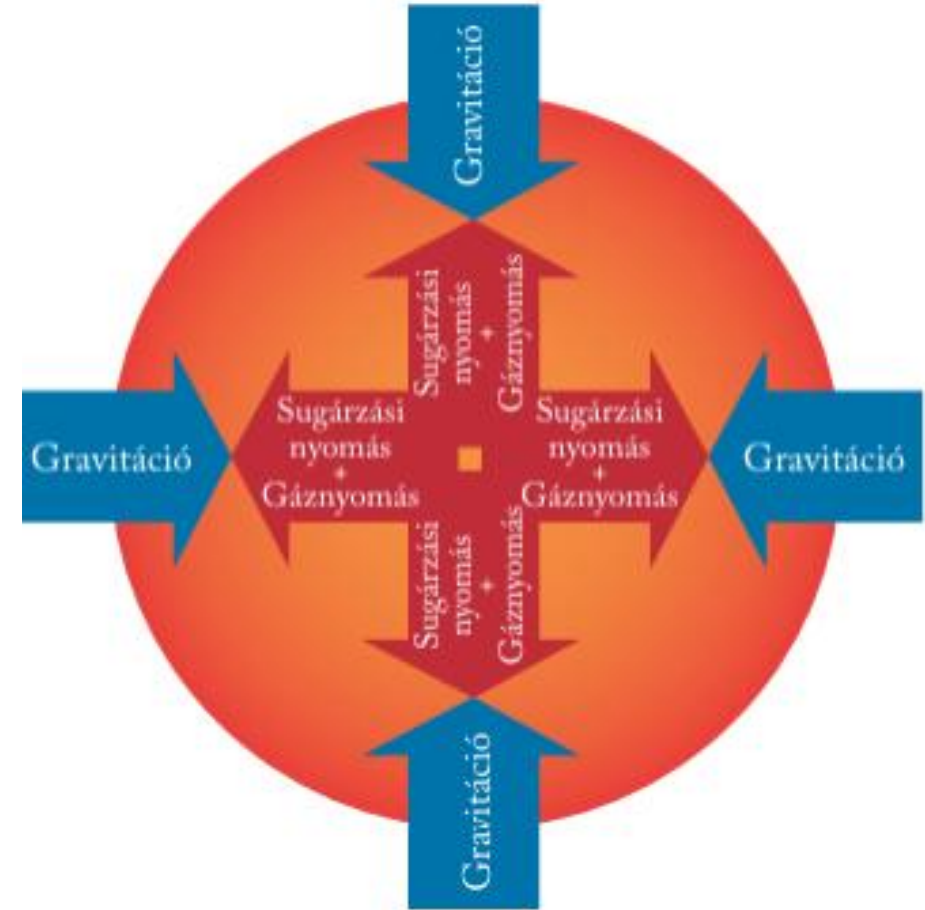
Naprendszer perdülete

- Nagyobb perdületű gáz és porfelhők nem hullhatnak a Napba (csillag keringési síkjában)
- Gáz és porkorong kialakulása a csillag körül
- Bolygók, holdak egy irányba, síkban keringenek



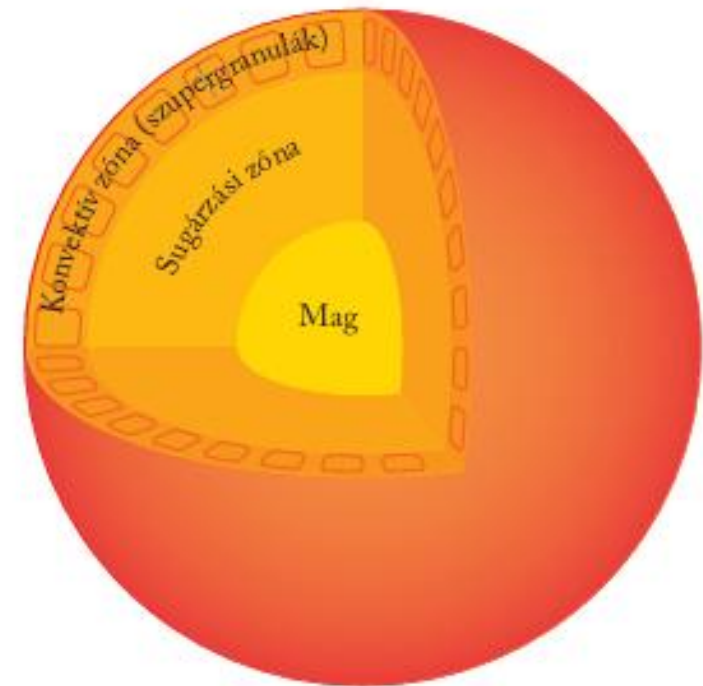
Egyensúlyi állapot

- Gravitációs erő
- Fotonok sugárzási nyomása, gáz nyomása
- Csillag tömegétől és méretétől függ
- Naphoz hasonló csillagok - 10 milliárd év
- Nagyobbak csak pár millió



Nap és hasonló csillagok belső szerkezete

- Mag-nagy sűrűség és forróság
 - 15 millió K
 - Hidrogén-magfúzió 600 millió tonna hidrogén/s
 - Gamma-sugárzásként szabadul fel
- 2 folyamat juttatja a felszínre:
- Sugárzás, áramlás



Nap külső rétegei

Fotoszféra

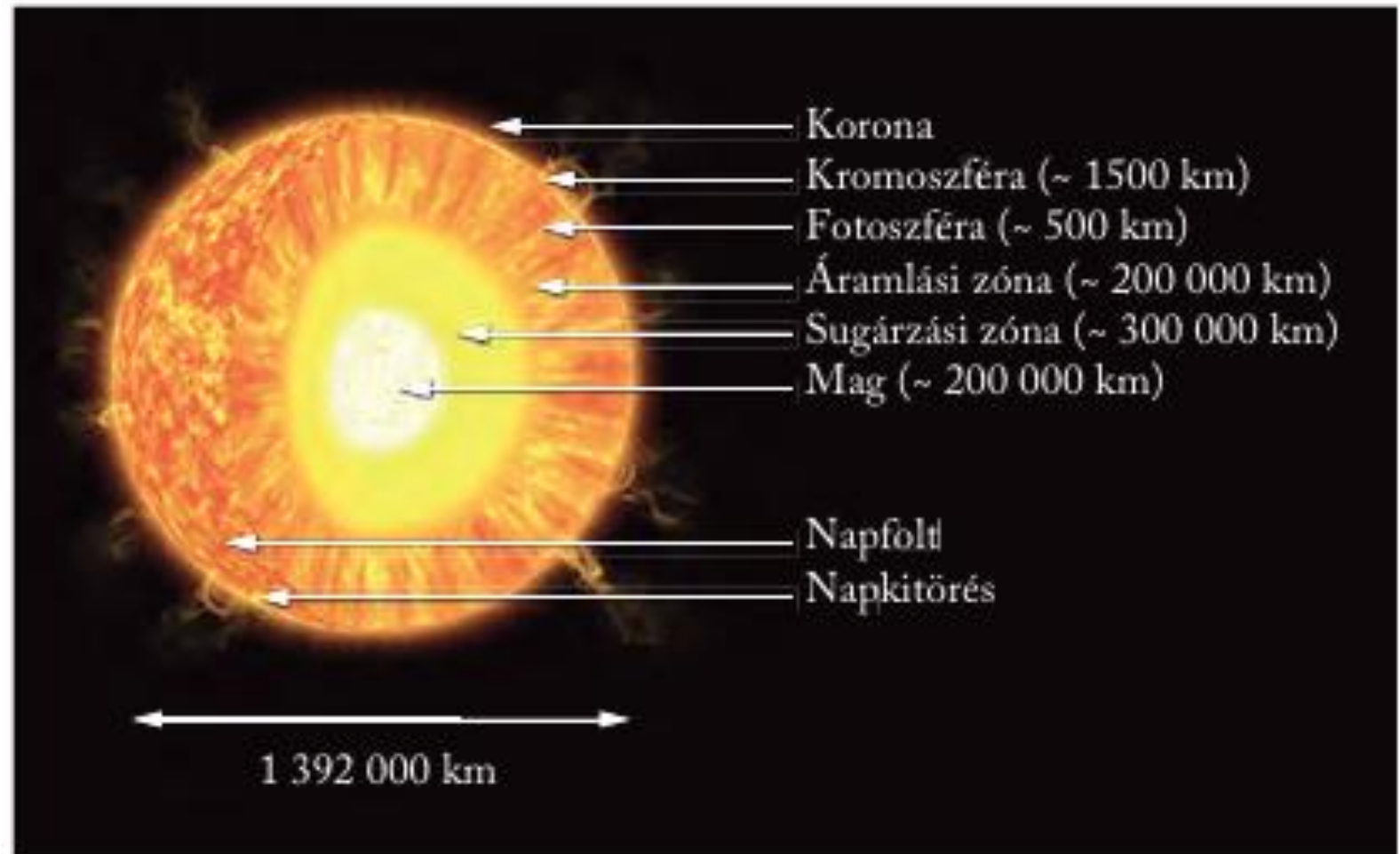
- 6000 K
- Napfoltok

Kromoszféra

- Napkitörések

Korona

- Kis sűrűség
- Millió K
- Napszél



Kis tömegű csillagok életútja

Barna törpecsillagok:

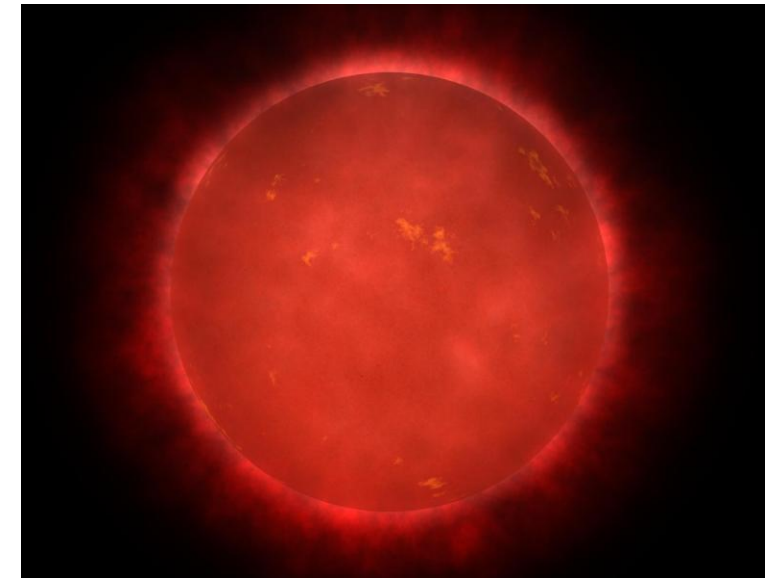
- $< \text{naptömeg } 8\%$ -a
- Nincs magfúzió
- Infravörös tartományban sugároz

Vörös törpecsillagok:

- 0,08-0,5 naptömeg
- Nagyon lassú magfúzió
- Alacsony felszíni hőmérséklet-vörös szín
- Évmilliárdokig maradnak fenn



Barna törpecsillag képe az infravörös tartományban

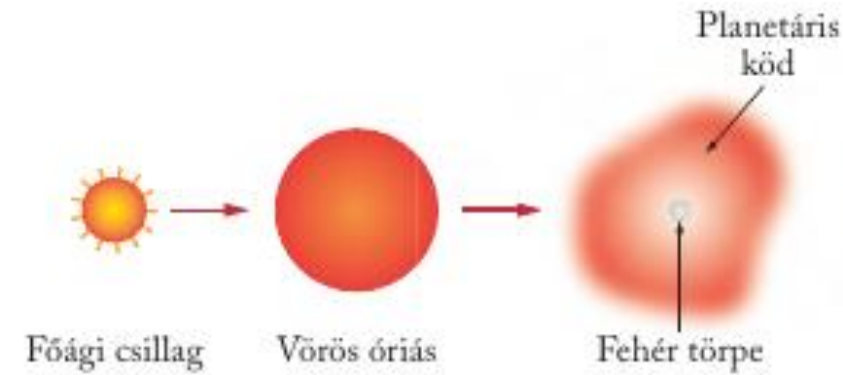


Vörös óriások

- 0,5-8 naptömegű csillagok időskori szakasza

Folyamat:

- Mag közepén hidrogénégés befejeződik-hélium lesz
- Gáznyomás megszűnik - héliummag összehúzódik gravitáció miatt
- Újra felmelegszik a mag – vékony rétegben hidrogén égés – héjégés
- Sugárzási nyomás hirtelen megnő – rétegek távolodása
- Megnő – külseje lehül – vörös szín
- Kiegészítés: hélium égés – szén és oxigén



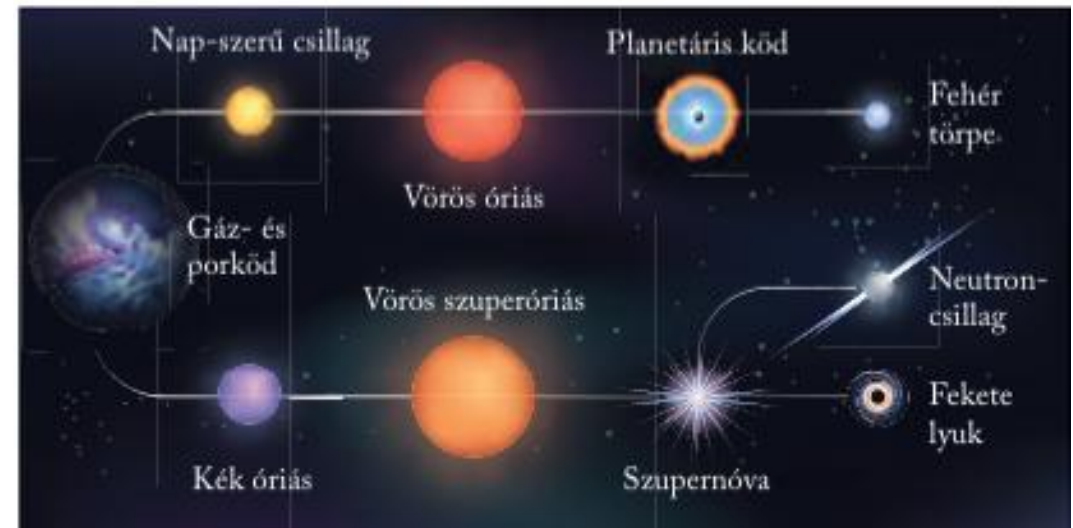
Fehértörpe – állapot

- Összes üzemanyag elfogy – összeomlás
- Tömegének 90%-át elveszíti
- Chandrasekhar-határ – 1,4 naptömeg
- Elektrondegenerációs nyomás
- Föld méretűek
- Magas hőmérséklet – fehér szín
- Hosszú élethossz
- Lassú kihűlés - Fekete törpék – 1000 billió év



Nagy tömegű csillagok életútja

- >8 naptömeg
- Melegebb mag
- Öreg fázis kezdete hasonló
- Elektrodegenerációs nyomást legyőzik az atommagok
- Nehezebb elemkké egyesülnek



Vörös szuperóriások

- Hidrogén elfogy a magban – összehúzódás – felforrósodás
- Hégjégés - tágulás
- Végigmegy az összes elemig a vasig – hagyma szerkezet

Szupernóva – robbanás:

- Vasmag eléri a Chandrasekhar határt – neutronokból álló mag
- Külső rétegek a magra hullnak – visszapattannak – II. típusú sz.r.
- Vason túli nehéz elemek

Nagy tömegű
vörös szuperóriás
összehúzódik...



Szupernóva-
robbanás



Neutron-
csillagot vagy

fekete lyukat
hagy maga után

Az elektronok közötti
elektrosztatikus taszítóerő
nem tudja megállítani
a gravitációs összenyomódást

A 8 naptömegnél nagyobb csillagok életútja

Nem fuzionáló
hidrogén

Hidrogénhéj

Héliumhéj

Szénhéj

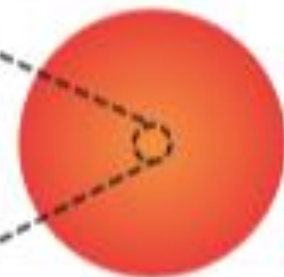
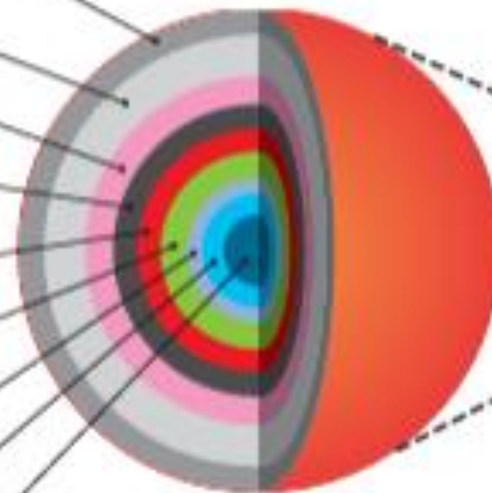
Oxigénhéj

Neonhéj

Magnéziumhéj

Szilíciumhéj

Vasmag

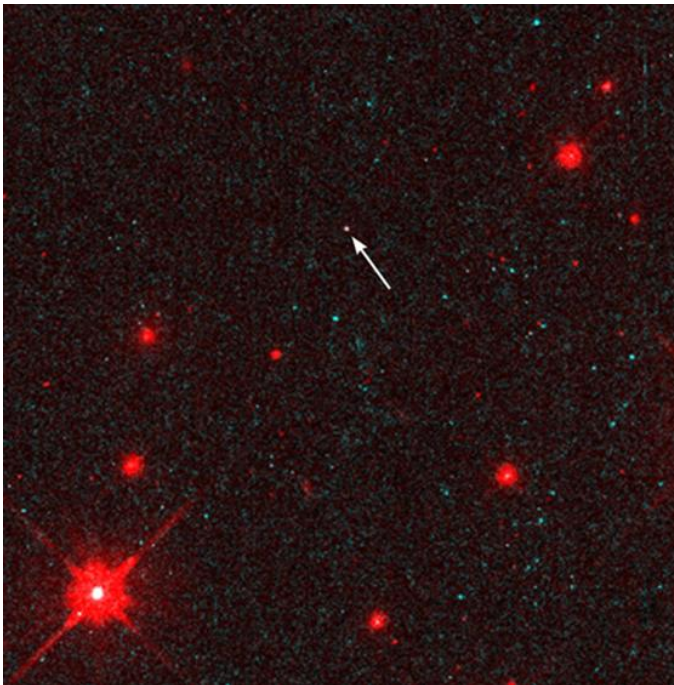


A vörös szuperóriás vasmagja és hagymaszerű héjszerkezete

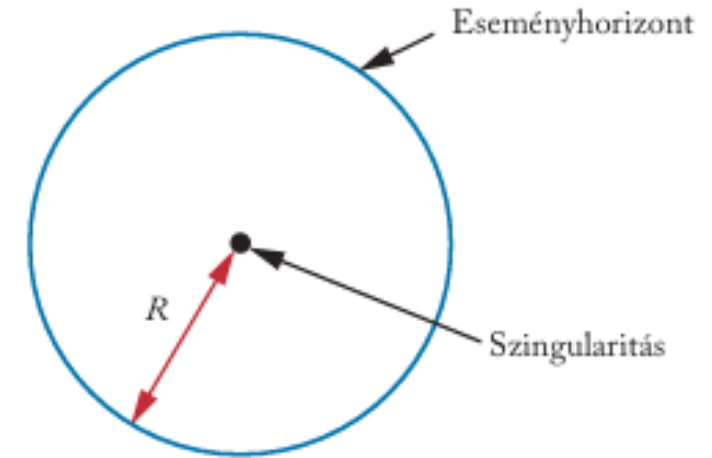
Neutroncsillagok és feketelyukak

Neutroncsillagok:

- Maradványcsillag tömegétől függ
- $1,4 < \text{tömeg} < 3$ – neutroncsillag – Koncentrált mágneses tér – gyors forgás



Neutroncsillagok és feketelyukak



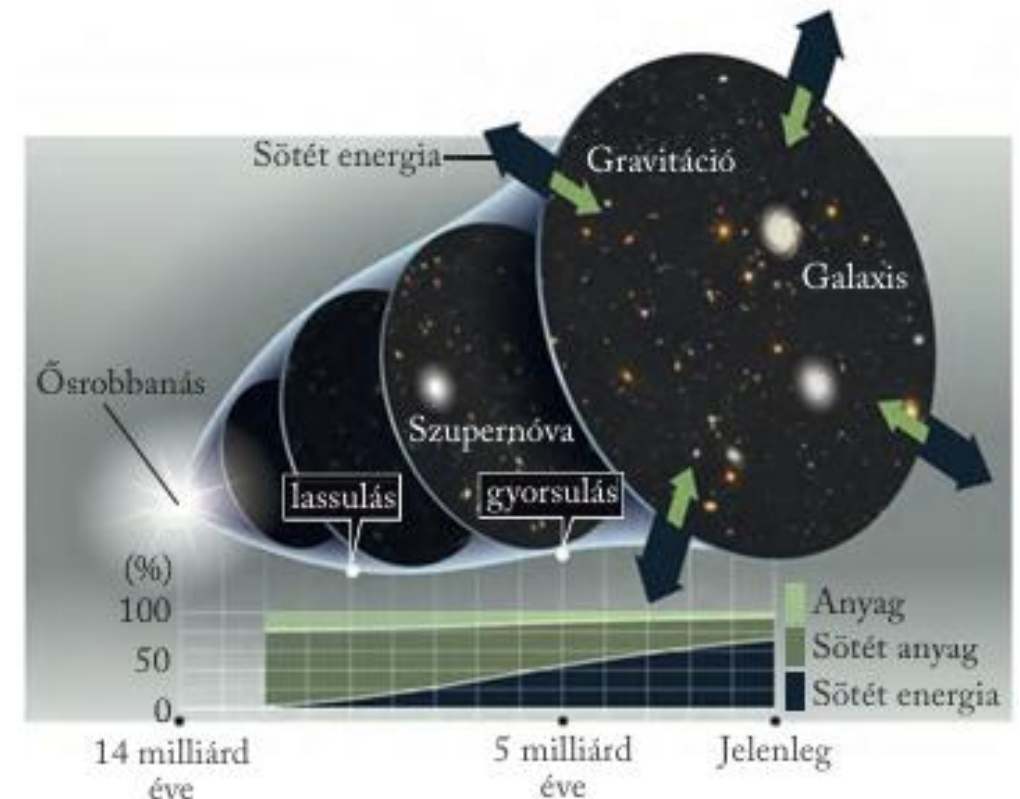
Feketelyukak:

- $3 < \text{tömeg}$ – neutronokat is összepréseli – csillagtömegű fekete lyuk
- 2 típus – csillagtömegű (8-10 naptömegnél kisebb), szupermasszív
- Gravitációs lencse
- Fénysebességnél nagyobb szökési sebesség
- Eseményhorizont – Schwarzschild-sugár
- Csillagméretűek, Szupermasszívak



Az univerzum keletkezése

- George Lemaitre – 1931 – ősrobbanás elmélet levezetése
- Szingularitás – kezdeti pont – hihetetlenül sűrű, forró anyag
- Korábbi pont és idő nem létezik
- Folyamatos tágulás, hűlés



Világegyetem története

Kozmikus inflációs korszak – 10^{-35} s

- Hirtelen robbanásszerű tágulás – felfúvódás, infláció

Kvark – gluon plazma – 10^{-3} s

- Plazma tágulás miatt hűl
- Kvarkok, gluonok megjelenése – kvark-gluon plazma

Korai korszak – 1s

- Tovább tágult, hűlt – Naprendszer méretű
- Kvarkok – protonok, neutronok

Világegyetem története

Az első atommagok – 3 min

- Sűrű köd
- Protonok + neutronok – atommagok
- Látható anyag - 75% hidrogén, 25% hélium

Az első atomok – 380 000 év

- Anyag kitágult, lehűlt – hidrogénatom
- Fotonok szabad terjedése – kozmikus mikrohullámú háttér

Világegyetem története

A sötét korszak – 100 millió év

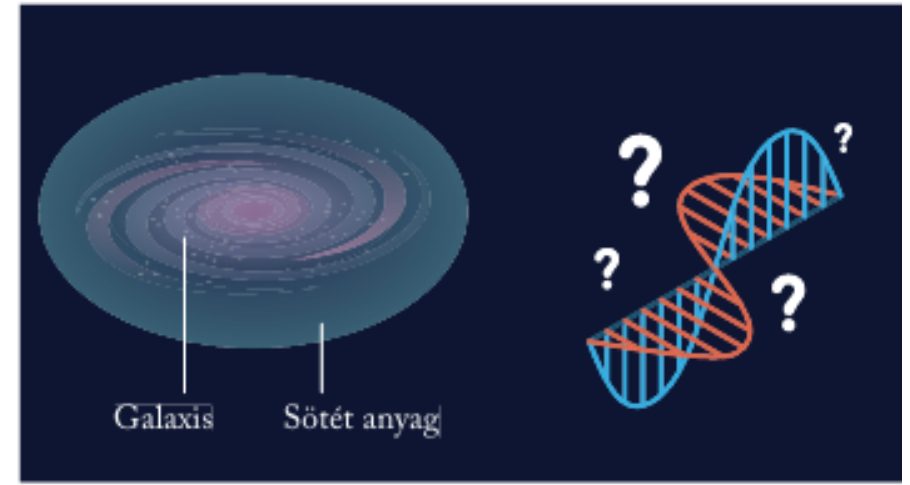
- Sokáig nem adott fényt az univerzum
- Nagy Bumm fénye elmúlt – de még nincsenek csillagok

Első csillagok megjelenése – 200 millió év

- Gázfelhők – gravitációs összehúzódás – protogalaxisok – csillagok
- Lítiumon túli elemek is keletkezhetnek

Galaxisok, univerzum nagy léptékű szerkezete – 500 millió év

- Első galaxisok – sötét anyag



Világegyetem története

Naprendszer születése – 9 milliárd év

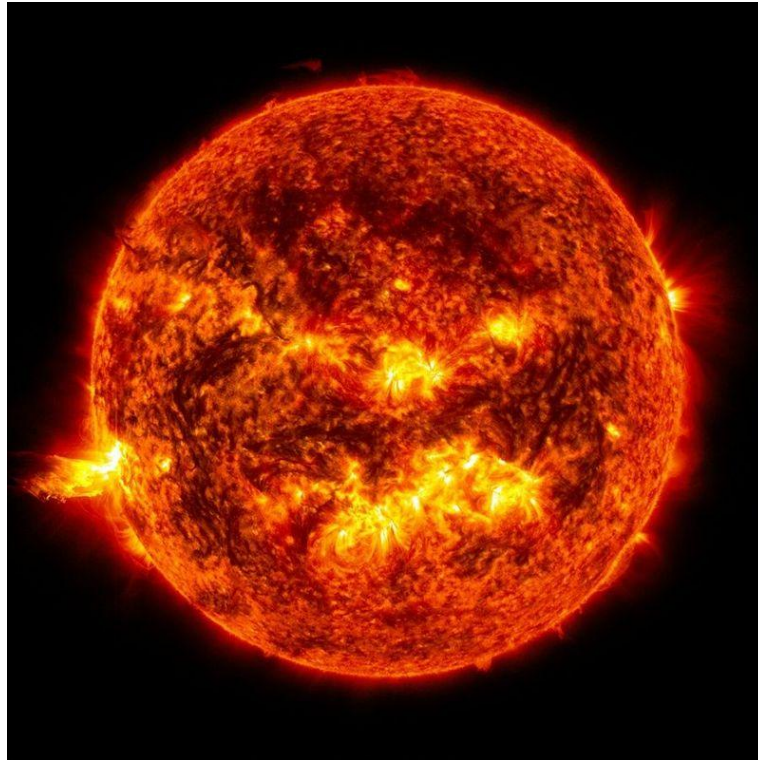
- Szupernóva-robbanás – csillagközi gáz és porfelhő
- Föld kialakulása után 1 milliárd évvel – primitív élet

A mai ember létrejötté – 13,8 milliárd év

- 200 000 ezer évvel első mai ember
- Univerzum – 2,7 K – kozmikus háttérsugárzás

A Nap

- Tömege: $1,99 * 10^{30}$ kg – Föld tömegének 330 000 szerese
- Sugara: 696 000 km – Föld sugarának 109 szerese
- 73,5% hidrogén
- 24,9% hélium



Hold

- Föld kísérője
- Földtől mért távolsága: 384 000 km – Föld átmérőjének 30 szorosa
- Átmérője 3476 km – Föld negyede
- Keringési idő = tengelyforgás – mindig ugyan az az oldala néz a Föld felé
- „elő-Föld”, Mars méretű bolygó ütközése
- Mare területek



A naprendszer bolygói

- Nincs saját fényük
- Gömb alak, domináns gravitációs hatás
- Közet/gázbolygók

Törpebolygók

- gömb alakúak, de gyenge gravitációs mező
- Ceres, Plútó, Erisz

Kisbolygók

- Törpebolygóknál is kisebb – szabálytalan alak

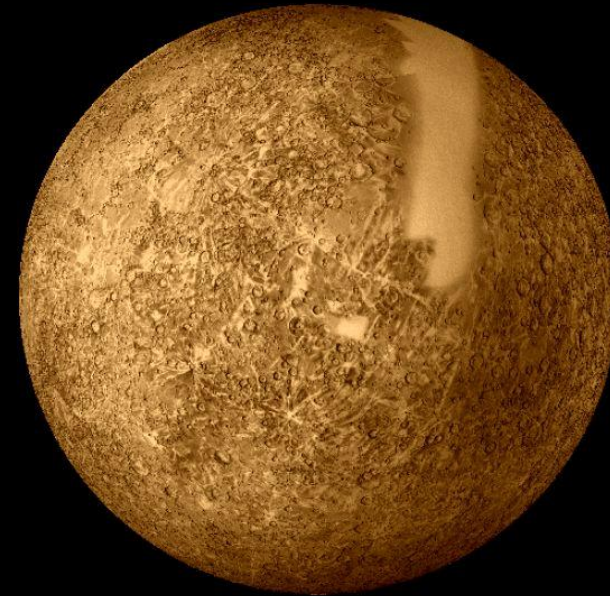
Jellemző	Föld típusú bolygók	Gázbolygók (vagy óriásbolygók)	Törpebolygók
Összetétel	legfőképp szilárd anyag	főként gáz	szilárd anyag
Térfogat	a Földéhez hasonló	a Földénél nagyságrendekkel nagyobb	jelentősen kisebbek a Földnél
Holdak száma	kettő vagy kevesebb	Sok különböző méretű holdjuk van.	kisszámú és kis méretű holdjuk lehet



A 243 Ida nevű kisbolygó. A Mars és a Jupiter közti kisbolygóövezet 3. legnagyobb objektuma, kb. 60 km legnagyobb hosszúsága. Egy kis holdja is van, ami kb. 1 km-es átmérőjű.

Merkúr

Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~58 millió km (0,39 CsE)
Keringési idő	88 földi nap
Tengelyforgás	58,6 nap (3 forgás / 2 keringés)
Tömeg / méret	Föld átmérőjének <40%-a, tömegének 5,5%-a
Felszíni hőmérséklet	-170 °C – +430 °C (átlag 169,5 °C)
Légkör	nincs állandó légkör, csak exoszféra
Belső szerkezet	aránytalanul nagy vasmag (~75% átmérő)
Mágneses mező	gyenge, de állandó
Felszín	Hold-szerű, kráterekkel borított
Holdak	nincs
Különlegesség	leggyorsabb keringés (~50 km/s)
Űrszondák	Mariner-10, MESSENGER



Vénusz



Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~108 millió km (0,72 CsE)
Keringési idő	224,65 földi nap
Tengelyforgás	243 nap, retrográd irányú
Tömeg / méret	a Földhöz hasonló méret és tömeg
Felszíni hőmérséklet	akár 470 °C (forróbb, mint a Merkúr!)
Légkör	96,5% CO ₂ , 93× földi légnyomás
Belső szerkezet	valószínűleg Föld-szerű (nincs közvetlen mérés)
Mágneses mező	nincs
Felszín	80% síkság, vulkanikus nyomok, kevés kráter
Holdak	nincs
Különlegesség	fékezhetetlen üvegházhatas, kénsavas felhők
Űrszondák	Venyera-program, Magellan, Venus Express

Föld



Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~150 millió km (1 CsE)
Keringési idő	365,24 nap
Tengelyforgás	24 óra (1 nap)
Tömeg / méret	legnagyobb kőzetbolygó, 5. legnagyobb összesen
Felszíni hőmérséklet	átlag ~15 °C
Légkör	78% N ₂ , 21% O ₂ , 1% egyéb
Belső szerkezet	vas-nikkel mag, köpeny, tektonikus kéreglemezek
Mágneses mező	erős, védőpajzsként funkcionál
Felszín	71% víz, 29% szárazföld (6 kontinens)
Holdak	1 – a Hold (384 000 km)
Különlegesség	az egyetlen ismert életet hordozó égitest
Űrszondák	számos műhold és űrállomás

Mars



Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~230 millió km (1,5 CsE)
Keringési idő	687 földi nap
Tengelyforgás	24 óra 39 perc 35 mp (1 sol)
Tömeg / méret	fele a Föld átmérőjének, 11% földtömeg
Felszíni hőmérséklet	-140 °C – +20 °C
Légkör	95% CO ₂ , 0,75% földi légnyomás
Belső szerkezet	olvadt vas-kén mag, szilikátos köpeny, vastag kéreg
Mágneses mező	nincs globális mező (volt a múltban)
Felszín	Olympus Mons (27 km), Valles Marineris (4000 km)
Holdak	2 – Phobosz és Deimosz
Különlegesség	felszín alatti vízjég, élet lehetősége
Űrszondák	Viking, Pathfinder, Spirit, Opportunity, Phoenix

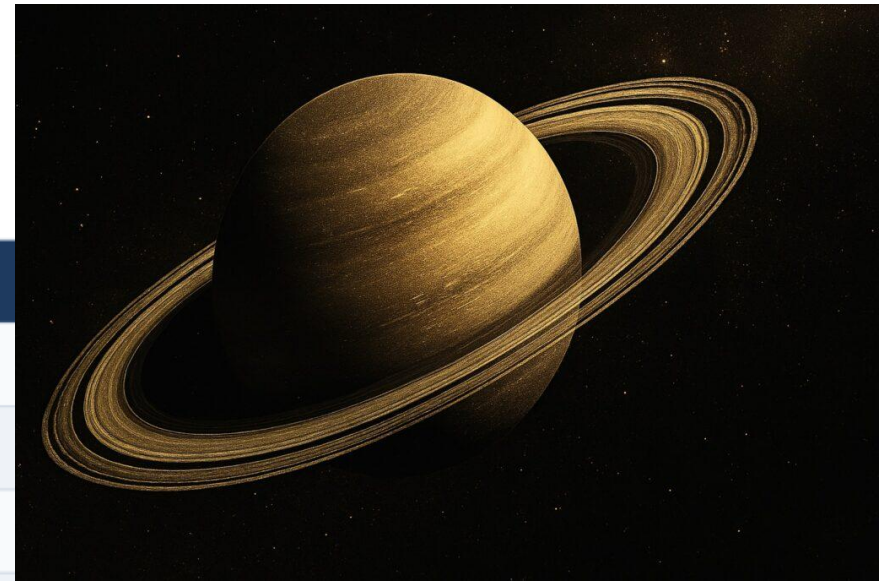
Jupiter



Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~778 millió km (5,2 CsE)
Keringési idő	11,86 földi év
Tengelyforgás	~10 óra (leggyorsabb a bolygók közt)
Tömeg / méret	2,5× az összes többi bolygó együtt
Felszíni hőmérséklet	felhőtető: ~-110 °C
Légkör	75-76% H ₂ , 9-10% He, ammónia-felhők
Belső szerkezet	szilárd mag, fémes H ₂ , folyékony H ₂ , gágréteg
Mágneses mező	nagyon erős, kiterjedt magnetoszféra
Felszín	sávos felhőzet, Nagy Vörös Folt (17. sz. óta)
Holdak	63 ismert, 4 Galilei-hold (Io, Europa, Ganymedes, Callisto)
Különlegesség	Europa jégtakaró alatti vízóceánja
Űrszondák	Pioneer 10-11, Voyager 1-2, Galileo

Szaturnusz

Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~1,4 milliárd km (9 CsE)
Keringési idő	29,5 földi év
Tengelyforgás	~10,5-10,8 óra
Tömeg / méret	95 földtömeg, sűrűsége kisebb, mint a víz
Felszíni hőmérséklet	felhőtető: ~-180 °C, mag: ~11 700 °C
Légkör	96,3% H ₂ , 3,25% He, ammónia-felhők
Belső szerkezet	szilárd mag, fémes H ₂ , folyékony H ₂ , gázréteg
Mágneses mező	erős, hasonló a Jupiteréhez
Felszín	sávós légkör, 1800 km/h szelek (rekord)
Holdak	61 ismert, köztük a Titán (légkörrel!)
Különlegesség	hatalmas gyűrűrendszer (vízjég, 6 630-120 700 km)
Űrszondák	Pioneer-11, Voyager 1-2, Cassini-Huygens



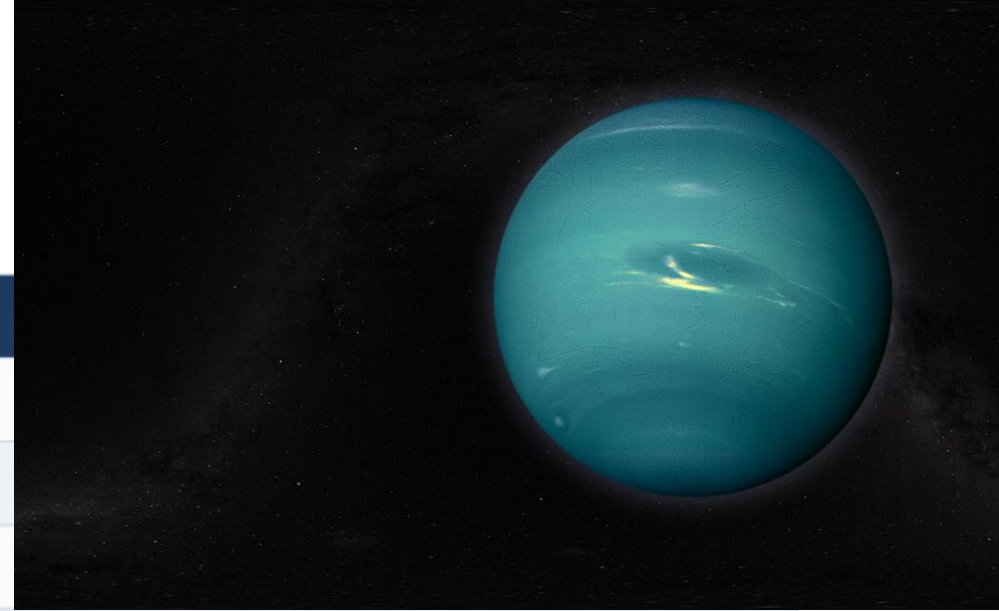
Uránusz



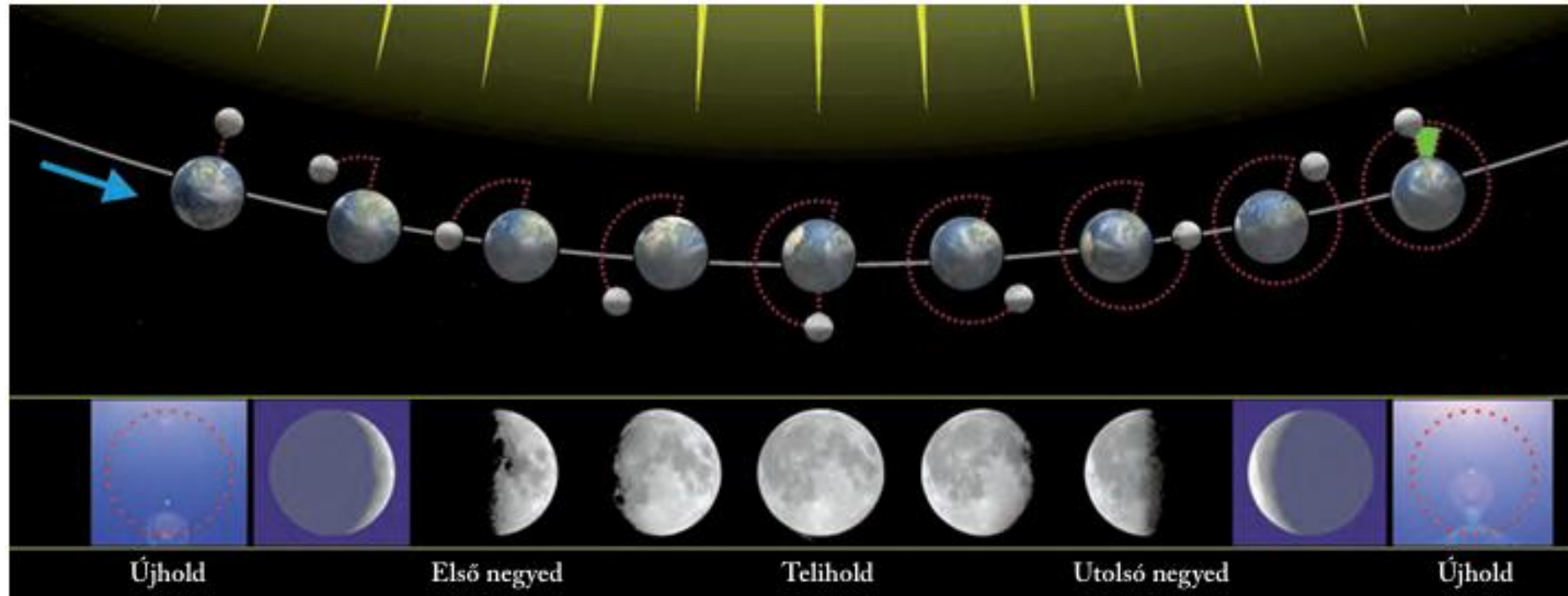
Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~3 milliárd km (20 CsE)
Keringési idő	84 földi év
Tengelyforgás	~17 óra
Tömeg / méret	~14 földtömeg, jégóriás
Felszíni hőmérséklet	felhőtető: ~-224 °C
Légkör	H ₂ , He, 2%+ metán (kék szín oka)
Belső szerkezet	sziklás mag, jégköpeny (víz, metán, ammónia)
Mágneses mező	ferde tengelyű, szokatlan szerkezetű
Felszín	tengelydőlés 97,77° - oldalán fekszik!
Holdak	27 ismert, 5 valódi (Shakespeare-hősök nevei)
Különlegesség	1781-ben fedezték fel (William Herschel)
Űrszondák	Voyager-2 (egyetlen látogató)

Neptunusz

Jellemző	Adat
Naptól való távolság	~4,55 milliárd km (30,1 CsE)
Keringési idő	164,79 földi év
Tengelyforgás	~16 óra
Tömeg / méret	~17 földtömeg, Uránusz ikertestvére
Felszíni hőmérséklet	felhőtető: ~-218 °C
Légkör	H ₂ , He, metán (kék szín)
Belső szerkezet	szilárd jégmag, hasonló az Uránuszhoz
Mágneses mező	erős, ferde tengelyű
Felszín	Nagy Sötét Folt, 2100+ km/h szelek (rekord!)
Holdak	14 ismert, Triton a legnagyobb (retrográd!)
Különlegesség	1846-ban fedezték fel (Johann Galle)
Űrszondák	Voyager-2 (egyetlen látogató)

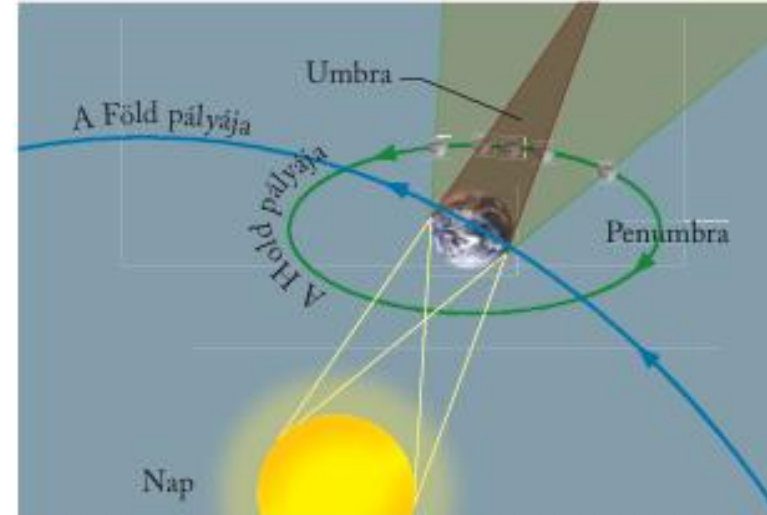
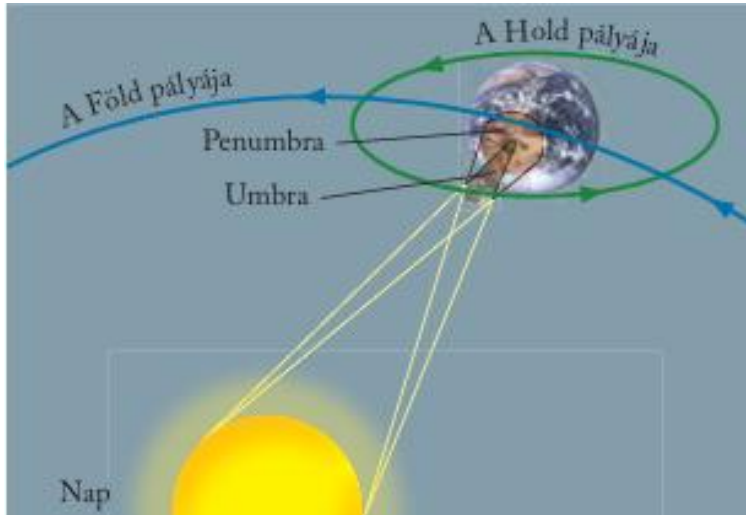
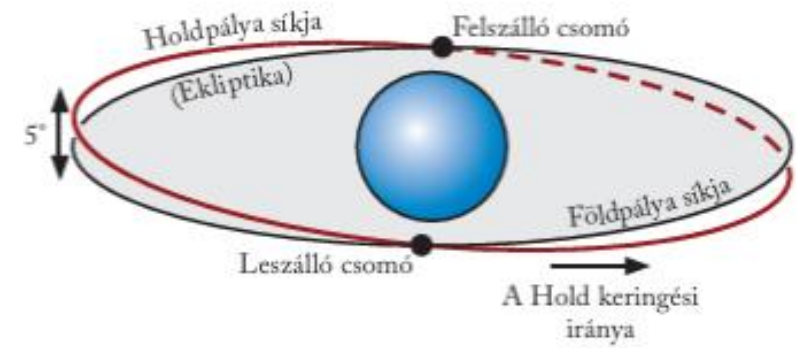


Holdfázisok



Fogyatkozások

- Hold leszálló vagy felszálló csomó közelében tartózkodik
- Egy egyenesen helyezkednek el
- Sorrend határozza meg
- Évente átl.: 2,3 **napfogyatkozás**, 1,5 **holdfogyatkozás**
- Teljes napfogyatkozás sokkal ritkábban számít mint a holdfogyatkozás



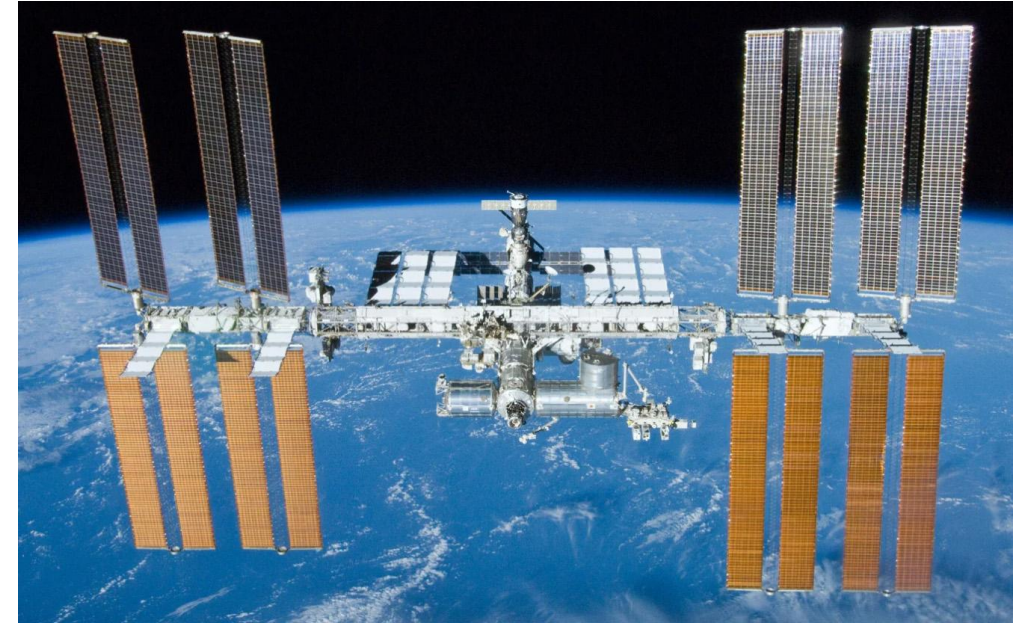
Űrkutatás

- Szovjetek – Szputnyik-1 1957. október 4
- Amerika – NASA
- 1961. április 12 – Jurij Gagarin – első ember az űrben
- 1969, július 20 – Apollo-11 – Neil Armstrong, Edwin Aldrin
- Szaljut-6 – első űrállomás
- 1975 – ESA
- 1981 – első űrrepülőgép - Columbia
- 1989 – első kozmológiai kutatásokat végző műhold - COBE



Űrkutatás

- 2003 – Kína embert juttat a világűrbe
- 1990 – Hubble űrtávcső
- Élet lehetőségei – Mars kutatások
- ISS - 1998-ban indult
- 2012 – Masat-1
- Föld tulajdonságait, Naprendszer bolygóinak, holdjainak vizsgálata.



Távlatok

- Mars meghódítása
- Élet utáni nyomok
- Európa egyre nagyobb szerepet kap
- Űrturizmus
- Elűzletiesedés



Köszönöm a figyelmet!