

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

## A Naprendszer szerkezete, tagjai

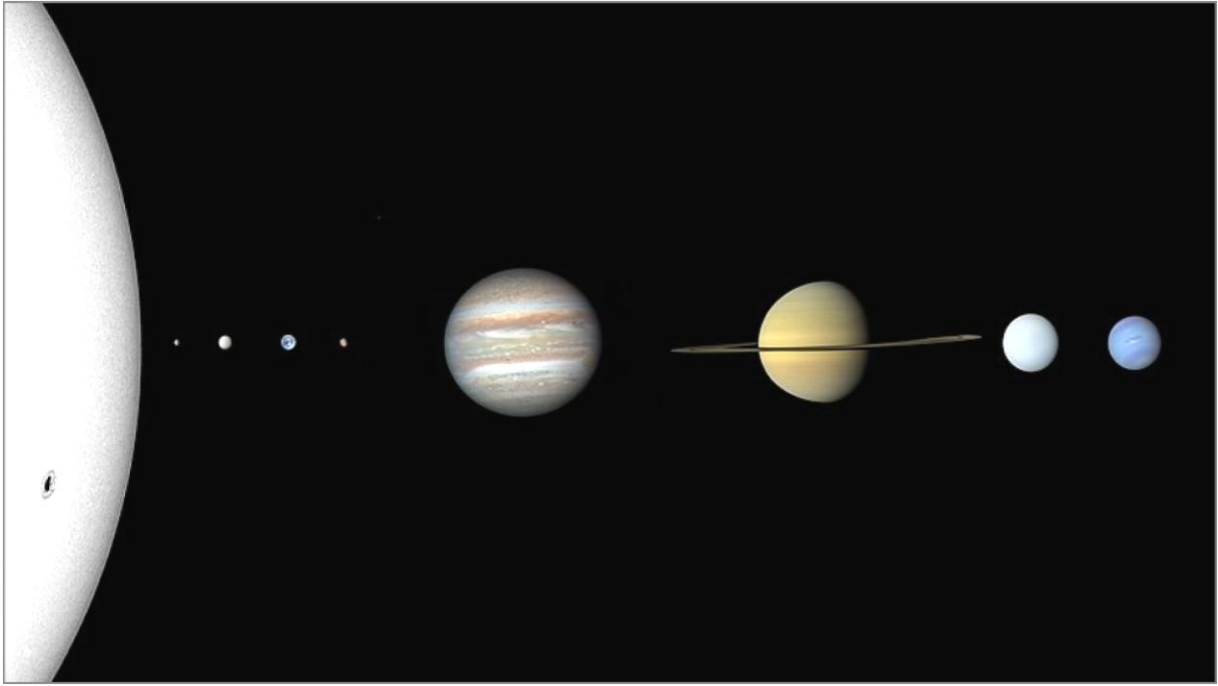
A Nap, a Hold, a csillagok és a bolygók látszólag különböző módon, bonyolult pályákon mozognak a Föld körül. Kopernikusz lengyel csillagász ismerte fel, hogy az égitestek mozgása viszonylag egyszerűen értelmezhető, ha feltételezi, hogy azok nem a nyugvónak tekintett Föld körül mozognak. *Kopernikusz, Galilei, Kepler, Newton* és az őket követő csillagászok munkássága eredményeképpen ma a következőket tudjuk az égitestekről és azok mozgásáról.

*A csillagok nagy tömegű, saját fénnel rendelkező égitestek.* A legközelebbi ezek közül a Nap, amely több szempontból (tömeg, átmérő, hőmérséklet, fényesség, életkor) átlagosnak számít. A csillagok (a Napot kivéve) nagyon távoli égitestek, a legközelebbi csillag is több fényévnyi távolságra van tőlünk.



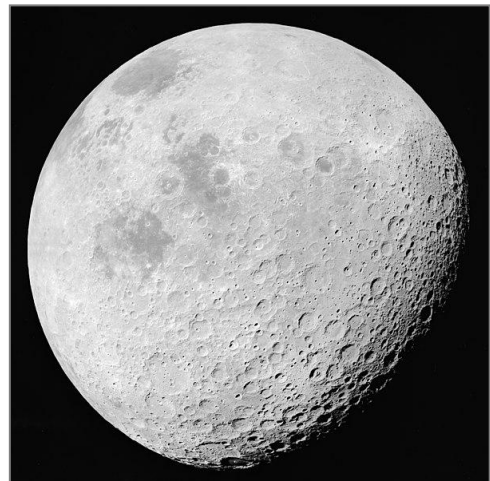
A csillagok nem egyenletesen elszórva helyezkednek el a térben, hanem galaxisokba tömörülnek. A *galaxis* többnyire lencse alakú, örvénylő, több milliárd csillagot, valamint gáz- és porfelhőket tartalmazó rendszer. A galaxisok lassan forognak a tömegközéppontjukon átmenő tengely körül. A középponttól távolabb levő csillagok szögsebessége kisebb, ezért lemaradnak a tengelyhez közelebb fekvőktől. A szabad szemmel megfigyelhető csillagok többsége (a Nap is) a *Tejútrendszer* nevű galaxis tagja.

*A Naprendszert a Nap, a bolygók és azok holdjai, valamint számos kisebb égitest alkotja. A Naprendszer középpontjában a Nap van, amely 150 millió kilométerre van a Földtől. A Napban végbemenő magfúzió miatt a magjának hőmérséklete eléri a 15 millió °C-ot, a felszíne azonban „csak” 5500 °C-os.*

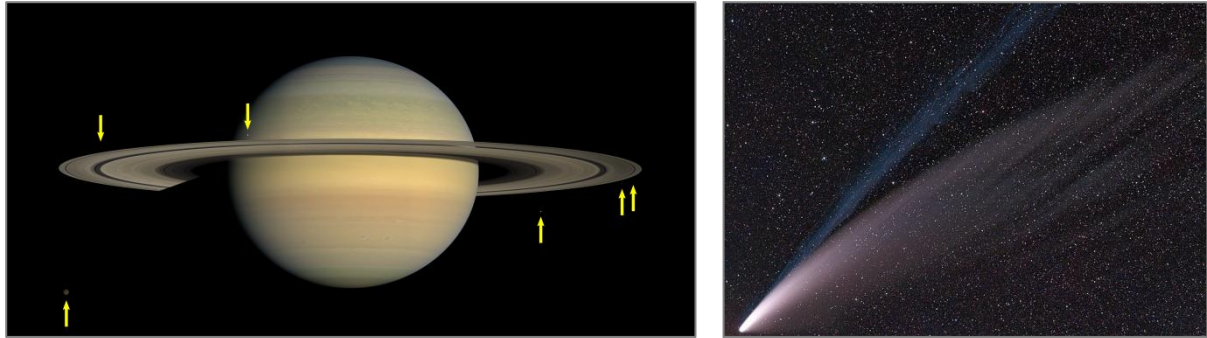


*A Naprendszerben 8 bolygó van: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz. A bolygók a Nap körül keringenek, miközben saját tengelyük körül is forognak. A 8 nagyobb bolygón kívül számos kisbolygó is mozog a Nap körül. Ezek többsége a Mars és a Jupiter pályája közötti kisbolygó-övezetben található. A bolygóknek nincs saját fényük, csak a róluk visszavert napfény miatt látjuk őket. A bolygók közelítőleg gömb alakúak, a kisbolygók között viszont szabálytalan alakúak is vannak.*

*Holdnak nevezzük az olyan égitestet, amely valamelyik bolygó körül kering. Vannak olyan bolygók, amelyek körül több hold is kering, de a Merkúrnak és a Vénusznak nincs holdja. A Földnek csupán egyetlen holdja van, a Hold. A holdak szintén forognak a saját tengelyük körül. (A kép a Hold túlsó, a Földről nem látható oldalát ábrázolja. A fényképet az Apollo-16 űrhajóról készítették 1972-ben.)*



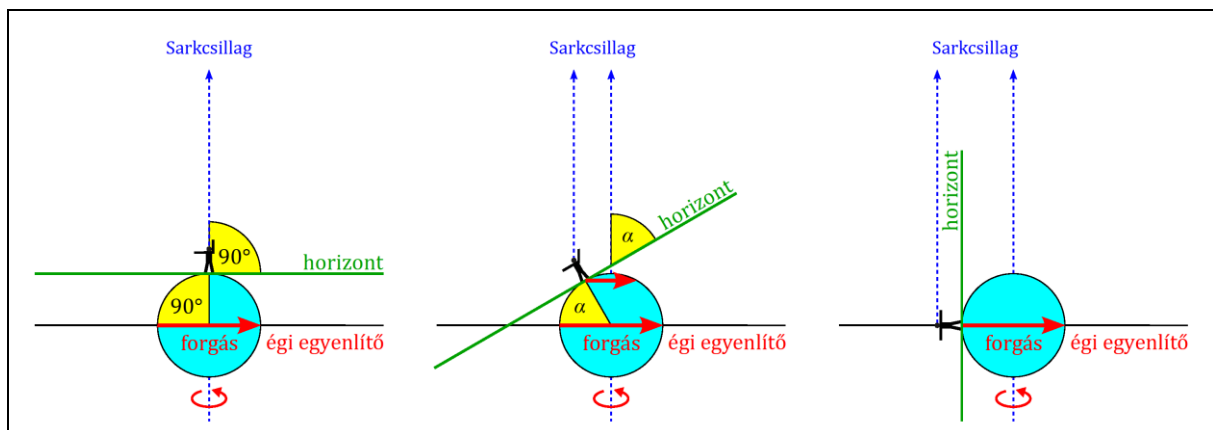
Néhány bolygót sajátos gyűrűrendszer vesz körül, amelyben por és kisebb-nagyobb szikladarabok keringenek. A legismertebb és legnagyobb gyűrűrendszere a Szaturnusznak van. (A képen a Szaturnusz látható, a felvételt a Cassini űrszonda készítette 2016-ban. A sárga nyilak holdak helyét jelölik.)



Az üstökösök a Naprendszer legkülső övezetéből származnak, és elnyújtott pályán a Nap körül keringenek. Az üstökösök anyagának jelentős része jég. Amikor a Nap közelébe jutnak, az üstökös egy része a meleg hatására megolvad, majd elpárolog. A napszél az üstökös magjából kiáramló port és gőzt elsodorja, így alakul ki az üstökös csóvája.

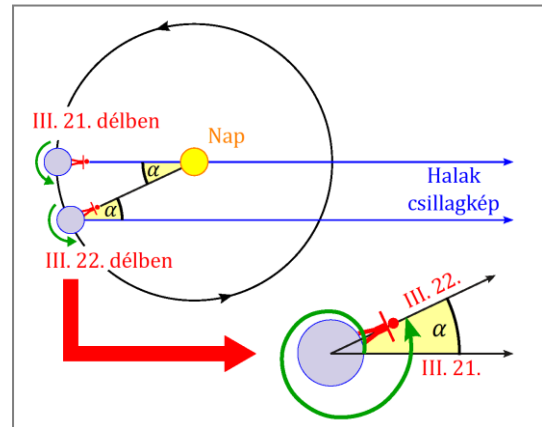
Az égbolt látszólagos mozgása mindezek alapján a következőképpen magyarázható: A Nap kb. 200 millió év alatt kerüli meg a Tejútrendszer középpontját, ezért a csillagok egymáshoz viszonyított helyzetét teljes életünk során változatlanak látjuk. A csillagképek alakja tehát nem változik számottevően.

A Föld 23 óra 56 perc alatt egyszer körbefordul saját tengelye körül, ezért a forgó Földről nézve úgy tűnik, mintha a csillagok ugyanennyi idő alatt megkerülnék a Földet. A rajzok alapján megállapítható, hogy az égi egyenlítő síkje a földi Egyenlítő síkjában van. Mivel a Föld gömb alakú, ezért a különböző helyen álló megfigyelők más-más szögben látják a forgástengelyt, illetve az égi egyenlítőt.



Tudjuk, hogy a Nap két delelése között 24 óra telik el. Miközben ugyanis a Föld egyszer körbefordul a tengelye körül, aközben továbbhalad Nap körüli pályáján is. Mivel a Föld egy év, azaz 365 nap alatt kerüli meg a Napot, ezért a Nap–Föld szakasz egy nap alatti szögelfordulása:

$$\alpha = \frac{360^\circ}{365} \approx 1^\circ.$$



A rajzon látható, hogy a Nap két delelése közti idő (azaz egy szoláris nap,  $T = 24$  h) alatt a Föld  $361^\circ$ -ot fordul el a saját tengelye körül. A Föld saját tengelye körüli forgásából adódó szögsebességét kétféle módon felírva:

$$\frac{361^\circ}{T} = \frac{\alpha}{\Delta t}.$$

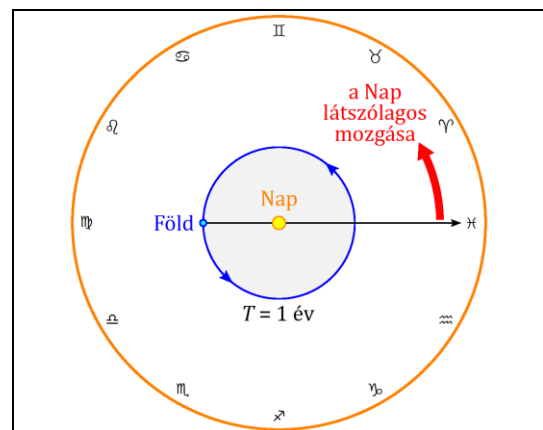
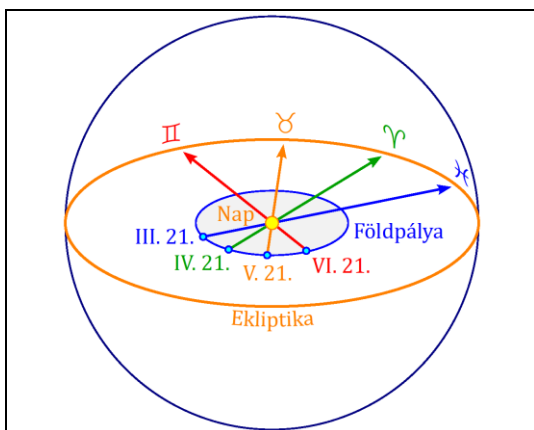
Ebből a keresett  $\Delta t$  időtartam:

$$\Delta t = \frac{\alpha}{361^\circ} \cdot T = \frac{1^\circ}{361^\circ} \cdot 24 \text{ h} = \frac{1^\circ}{361^\circ} \cdot 24 \cdot 60 \text{ min} \approx 4 \text{ min}.$$

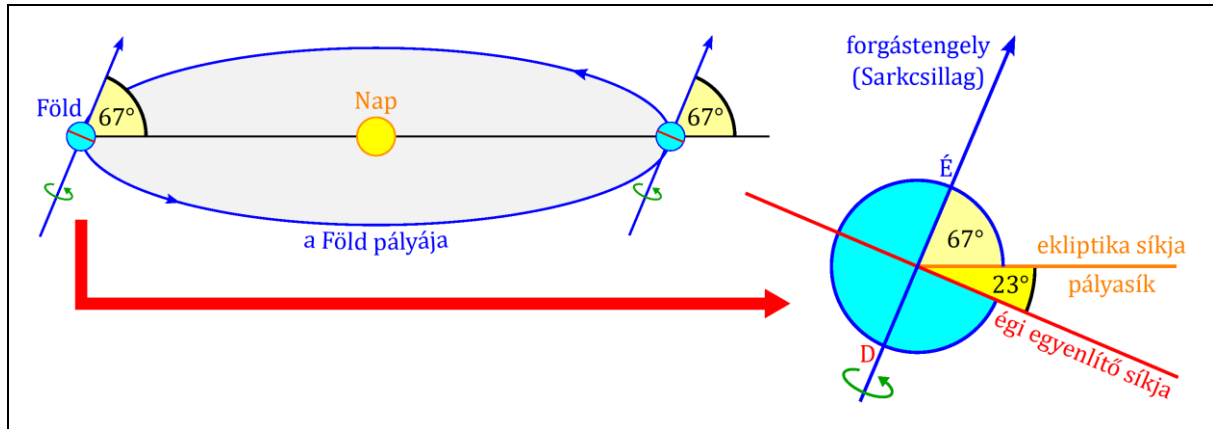
Eszerint a csillagnap 4 perccel rövidebb a szoláris napnál, azaz

$$T_{\text{csill}} = T - \Delta t = 24 \text{ h} - 4 \text{ min} = 23 \text{ h } 56 \text{ min}.$$

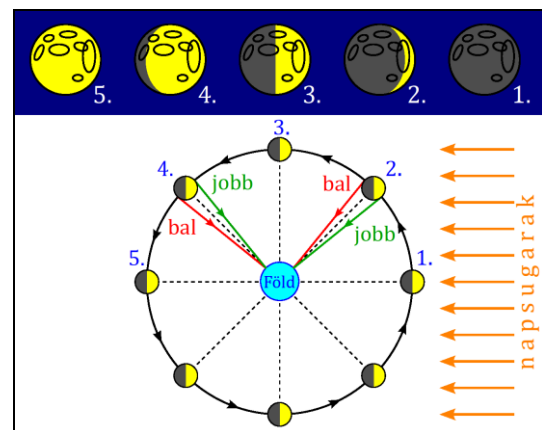
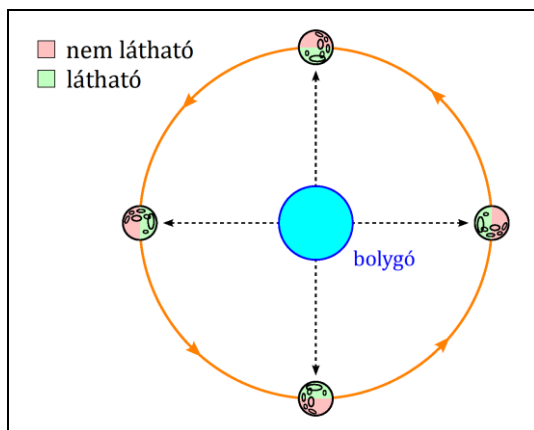
A Föld egy év alatt megkerüli a Napot, ezért a Nap a Földről nézve mindig más-más csillagkép irányában található. Az ábra alapján az is belátható, hogy az ekliptika síkja megegyezik a földpálya síkjával.



A Föld forgástengelye nem merőleges a földpálya síkjára, a köztük levő szög csupán  $67^\circ$ -os. Emiatt az ekliptika és az égi egyenlítő nem esik egybe, hanem  $23^\circ$ -os szöget zár be egymással.



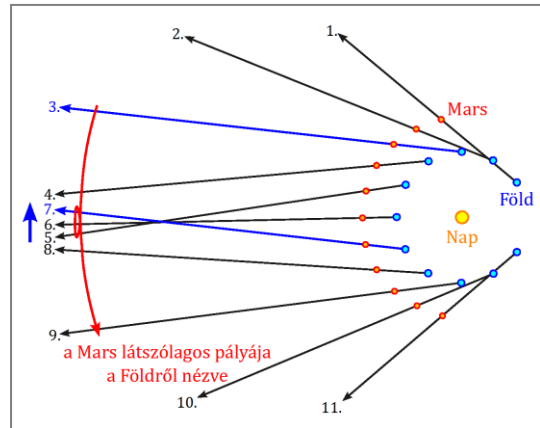
A Holdnak a Föld körüli keringése során mindig ugyanaz az oldala fordul a Föld felé. Az ilyen holdat, amely mindig ugyanazzal az oldalával fordul a központi égitest felé, kötött holdnak nevezik. (Kötött hold például a Jupiter *Io* nevű holdja is.)



A Hold pályája megközelítőleg a földpálya síkjában fekszik. Emiatt, miközben a Hold 28 nap alatt egyszer megkerüli a Földet, a felénk néző félgömbjét a Nap különböző mértékben világítja meg. A megvilágítás ezen változása eredményezi a különböző holdfázisokat.

A bolygók a Nap körül, nagyjából az ekliptika síkjában keringenek. Valamennyi bolygó ugyanolyan irányba kering, és ugyanebbe az irányba forog a saját tengelye körül a Nap is. Mindez a Nap és a Naprendszer közös eredetére utal.

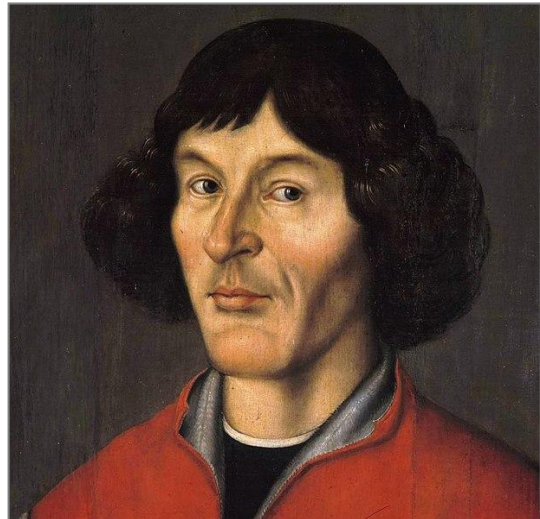
Az ábrán bejelöltük a Föld és a Mars 30 naponkénti helyzetét, továbbá azokat az irányokat, amelyekben a Mars a Földről látszik. Mivel a Föld keringési ideje rövidebb, mint a Marsé, ezért a Föld elhagyja a Marsot. Emiatt a Földről nézve úgy tűnik, hogy az 5. és a 7. helyzet között a Mars az állócsillagokhoz képest látszólag visszafelé mozog. (Ezért például a 3. és a 120 nappal későbbi 7. helyzetben a Mars ugyanabban az irányban, ugyanabban a csillagképben látható.)



A többi bolygó keringési ideje is eltér a Föld keringési idejétől, ezért vagy a Föld hagyja le őket, vagy ők hagyják le a Földet. Emiatt *a Földről nézve valamennyi bolygó pályája bonyolult, hurkokat tartalmazó görbének látszik.* (Ebből a tulajdonságukból ered a magyar elnevezésük is: bolygó, bolyongó csillag. Több európai nyelvben a *planéta* elnevezést használják, ez görög eredetű, és ugyancsak bolygót, bolyongót jelent.)

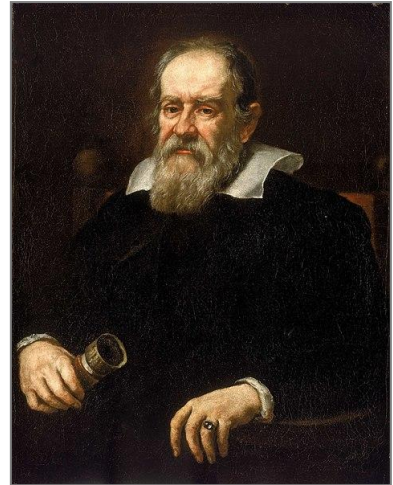
## Kiegészítések

**1. Nikolausz Kopernikusz** (latinosan Nicolaus Copernicus, 1473–1543) lengyel csillagász az 1510-es években fogalmazta meg azt a gondolatot, hogy a világmindenség középpontjában nem a Föld, hanem a Nap áll. Kopernikusz azonban (helytelenül) még úgy gondolta, hogy a bolygók körpályákon keringenek. Mivel a megfigyelések ezt nem igazolták, rendszerét módosította. Kopernikusz elképzeléseit a *De*



*revolutionibus orbium coelestium* című művében foglalta össze. Attól tartva azonban, hogy az egyház eretnekséggel vádolja, könyvét sokáig nem merte kiadatni. Az 1543-ban megjelent könyv Kopernikusz halálának napján jutott el a Vatikánba, ahol azt rögtön betiltották.

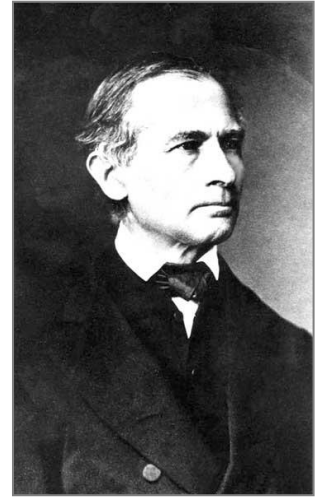
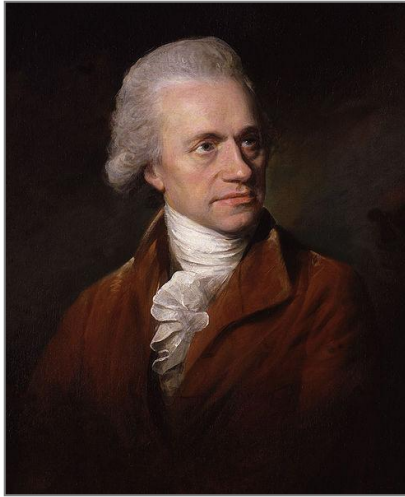
2. Galileo Galilei (1564–1642) olasz fizikus, csillagász használta először a távcsövet csillagászati megfigyelésekhez. Távcsöve segítségével számos csillagászati felfedezést tett, amelyek a kopernikuszi rendszer mellett szóltak. 1632-ben megjelent *Dialogo* (Párbeszéd) című művében Galilei összehasonlította a *geocentrikus* (Föld-középpontú) és a kopernikuszi *heliocentrikus* (Nap-középpontú) világméretű képet. A katolikus egyház 1633-ban a kopernikuszi tanok terjesztése miatt perbe fogta Galileit, és tanainak nyilvános visszavonására kötelezte. Galilei hátralévő éveit háziőrizetben élte le. Itt, a Firenze melletti háziőrizetben írta meg fő művét *Discorsi* (Beszélgetések) címmel. Ebben Galilei ismertette a mechanika területén elért eredményeit. A kéziratot sikerült kicsempésztetnie Németalföldre, a könyv Leidenben jelent meg 1638-ban. (A Vatikán csak az 1990-es években vizsgálta felül az ítéletet, és rehabilitálta Galileit.)



3. Az első galaxist Edwin Hubble (1889–1953) amerikai csillagász fedezte fel 1923-ban. Egy fényképen felismerte, hogy az *Androméda-köd* valójában csillagok milliárdjaiból áll, tehát ez a köd valójában egy Tejútrendszeren kívüli galaxis. Később Hubble egy rendszert alkotott a galaxisok alak szerinti osztályozására. Az ő nevét viseli a világűrben, a Földtől kb. 600 km-re keringő űrtávcső, a *Hubble-űrteleszkóp* is, amely 1990-ben kezdte meg működését, és a világ első űrtávcsöve volt.

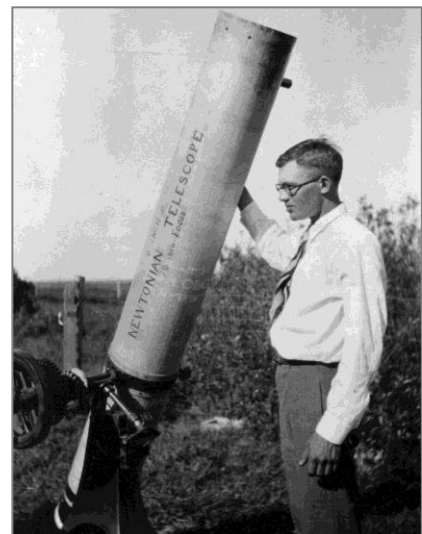


4. Az első öt bolygó (Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz) már az ókorban is ismert volt. Az *Uránuszt* 1781-ben fedezte fel William *Herschel* (1738–1822) német származású brit csillagász. Herschel eredetileg orgonista és karmester volt, csillagászattal eleinte csak amatőrként foglalkozott. Az Uránusz felfedezésével elért hírneve és sikere tette lehetővé, hogy teljes idejét a csillagászatnak szentelje. Herschel fedezte fel a vonalas emissziós színeképet, illetve az infravörös sugárzást is.



Az Uránusz mozgásában apró rendellenességet észleltek. Ezt néhányan egy ismeretlen bolygó létezésével magyarázták. Urbain *Le Verrier* (1811–1877) francia csillagász 1846. augusztus 31-én publikálta az ismeretlen bolygó helyzetére vonatkozó számításait. 1846. szeptember 23-án Johann *Galle* (1812–1910) német csillagász a jelzett helytől mindössze  $1^\circ$  távolságra felfedezte a *Neptunuszt*.

5. A Neptunusz felfedezése nem magyarázta meg teljes mértékben az Uránusz viselkedését, sőt a Neptunusz mozgása is egy újabb bolygó létezésére utalt. E bolygó pályáját Percival *Lowell* (1855–1916) amerikai csillagász kiszámította, de magát a bolygót nem találta meg. A Plútót 1930-ban Clyde *Tombaugh* (1906–1997) amerikai csillagász fedezte fel a Lowell által kiszámított hely közelében. A Plútó elnevezés első két betűje egyúttal Percival Lowell monogramja is. A Plútó csillagászati jele szintén ez a monogram. A *Plútót a csillagászok 2006-óta pályája, mérete, feltételezett keletkezése stb. alapján már nem sorolják a (nagy)bolygók közé.*



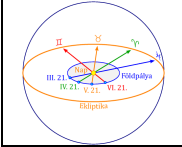
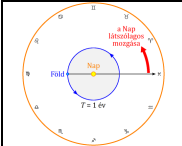
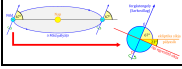
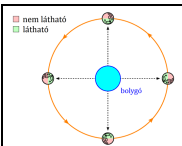
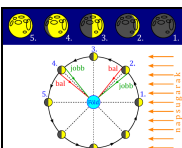
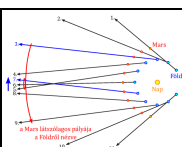



6. Jean Bernard *Foucault* (1819–1868) francia fizikus 1851-ben a párizsi *Panthéonban* egy 63 m hosszú, 24 kg tömegű ingával kísérletileg is igazolta a Föld forgását. (A Föld elfordult a lengő inga alatt.) Az inga lengésideje kb. 16 másodperc volt. Az eredeti Foucault-ingáról 1999-ben a Panthéonban készült YouTube-videó elérhető a <https://www.youtube.com/watch?v=FmE0kLCZO1s> címen.











- A Foucault-inga működését (és az éggömb forgását) szemléltető kísérletek *YouTube* videói a címekre kattintva érhetőek el: [Foucault-inga modell \(1.\)](#) – [\(2.\)](#) – [\(3.\)](#). Foucault életéről és tevékenységéről további információk a születésének 200. évfordulójára létrehozott honlapon találhatóak: <http://www.fizkapu.hu/foucault200/foucault200.html>.
7. A Napnak az ekliptikán történő mozgása egy modellkísérlettel könnyen szemléltethető. Ennek videója itt érhető el: [https://www.youtube.com/watch?v=1QGD38\\_SCFI](https://www.youtube.com/watch?v=1QGD38_SCFI).

## Képek jegyzéke

	<p><b>A Szélkerék-galaxis (M101)</b>  <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M101_hires_STScI-PRC2006-10a.jpg">W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M101_hires_STScI-PRC2006-10a.jpg</a></p>
	<p><b>Az Androméda-galaxis (M31)</b>  <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Andromeda_Galaxy_560mm_FL.jpg">W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Andromeda_Galaxy_560mm_FL.jpg</a></p>
	<p><b>A Nap és a Naprendszer bolygói</b>  <i>Az égitestek átmérői méretarányosak, a távolságaik nem.</i>  <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_System_true_color_(planets_only).jpg">W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_System_true_color_(planets_only).jpg</a></p>
	<p><b>A Hold túlsó, a Földről nem látható oldala (Apollo-16 felvétele, 1972.)</b>  <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Moon_Apollo_16_AS16-M-3029.jpg">W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Moon_Apollo_16_AS16-M-3029.jpg</a></p>
	<p><b>A Szaturnusz és hat holdja (a holdak nyilakkal jelölve)</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0043.png">http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0043.png</a>  <i>Eredeti felvétel:</i>  <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saturn_during_Equinox.jpg">W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Saturn_during_Equinox.jpg</a></p>
	<p><b>A Neowise üstökös (2020.)</b>  <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Comet_2020_F3_(NEOWISE)_on_Jul_14_2020_aligned_to_stars.jpg">W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Comet_2020_F3_(NEOWISE)_on_Jul_14_2020_aligned_to_stars.jpg</a></p>
	<p><b>A forgástengely és az égi egyenlítő helyzete a horizonthoz viszonyítva</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0733.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0733.svg</a></p>
	<p><b>Rajz a szoláris nap és a csillagnap kapcsolatának levezetéséhez</b>            © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0734.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0734.svg</a></p>

	<p><b>Rajz a Nap látszólagos mozgásának magyarázatához</b>  © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0735.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0735.svg</a></p>
	<p><b>A Nap látszólagos mozgása az állatövi csillagképek előtt</b>  © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0736.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0736.svg</a></p>
	<p><b>A Föld forgástengelye és az égi egyenlítő az ekliptikához viszonyítva</b>  © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0737.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0737.svg</a></p>
	<p><b>Rajz a kötött hold fogalmához</b>  © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0738.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0738.svg</a></p>
	<p><b>A holdfázisok magyarázata</b>  © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0739.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0739.svg</a></p>
	<p><b>A Mars mozgása</b>  © <a href="http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0740.svg">http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0740.svg</a></p>
	<p><b>Kopernikusz arcképe (1580)</b>  W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nikolaus_Kopernikus.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nikolaus_Kopernikus.jpg</a></p>
	<p><b>Galilei arcképe</b>  W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Justus_Sustermans_-_Portrait_of_Galileo_Galilei,_1636.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Justus_Sustermans_-_Portrait_of_Galileo_Galilei,_1636.jpg</a></p>
	<p><b>Hubble arcképe</b>  W <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Studio_portrait_photograph_of_Edwin_Powell_Hubble.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Studio_portrait_photograph_of_Edwin_Powell_Hubble.JPG</a></p>

	<p><b>A Hubble-űrtávcső</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble_01.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble_01.jpg</a></p>
	<p><b>Herschel arcképe (Lemuel Francis Abbott festménye, 1785.)</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:William_Herschel01.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:William_Herschel01.jpg</a></p>
	<p><b>Le Verrier szobra a párizsi csillagvizsgáló (Observatoire de Paris) előtt</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Le_Verrier_statue.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Le_Verrier_statue.jpg</a></p>
	<p><b>Galle arcképe</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johann-Gottfried-Galle.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johann-Gottfried-Galle.jpg</a></p>
	<p><b>Tombaugh saját készítésű távcsövével</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clyde_W._Tombaugh.jpeg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Clyde_W._Tombaugh.jpeg</a></p>
	<p><b>Foucault portréja</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portrait_Leon_Foucault_1882.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portrait_Leon_Foucault_1882.jpg</a></p>
	<p><b>Az eredeti Foucault-inga a párizsi Panthéonban</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panth%C3%A9on_Pendule_de_Foucault2.JPG">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Panth%C3%A9on_Pendule_de_Foucault2.JPG</a></p>
	<p><b>Az eredeti Foucault-inga ingateste</b></p> <p><b>W</b> <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paris_September_2016_IMGL0299_(29751643611).jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paris_September_2016_IMGL0299_(29751643611).jpg</a></p>

**Jelmagyarázat:**

**©** **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

**W** A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.

	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---