

A NAP

A **Nap** a **Naprendszer** központi **csillaga**. Körülötte kering a **Föld**, valamint a Naprendszerhez tartozó **bolygók**, **törpebolygók**, **kisbolygók**, **üstökösök**, stb.. A Földtől körülbelül 150 millió km távolságra van, ami **fénysebességgel** 8,3 perc. A Nap tartalmazza a Naprendszer anyagának 99,8%-át, átmérője 109 földátmérő. 73,5%-ban **hidrogénből** áll, amely a központjában zajló **magfúzió** során **héliummá** alakul. Az ennek során felszabaduló, majd a **világűrbe** szétsugárzott **energianélkülözhetetlen** a legtöbb földi **élőlény** számára: **fénye** a **növények fotoszintézisét**, hője pedig az elviselhető **hőmérsékletet** biztosítja. Éltető ereje miatt a Nap kiemelkedő **kulturális** és **vallási** jelentőséggel is bír.^[2] Fénye és hője mellett különböző tudományágak szempontjából kiemelt jelentőséggel bír, mert bizonyos jelenségeket nem tudunk előállítani, csak a Napon megfigyelni. Ezek a tudományágak: **plazmafizika**, **magnetohidrodinamika**, **atomfizika**, **részecskefizika**.

A Nap egy **G2V színképtípusú csillag**, a mintegy 10 milliárd évig tartó **fősorozatbeli** fejlődésének a felénél jár. A fűtőanyagát jelentő hidrogén elhasználása után, 5 milliárd év múlva **vörös óriássá** duzzad, majd a külső rétegeiből **planetáris ködképződik**, magja pedig magába roskadva **fehér törpévé** alakul.^[3]

Mivel anyagát képlékeny **plazma** alkotja, a különböző **szélességi körön** levő területei eltérő sebességgel forognak; az egyenlítői területek 25, míg a sarkvidékek csak 35 **naponként** fordulnak körbe. Az eltérés miatt erős **mágneses zavarok** lépnek fel, amelyek **napkitörések** és – különösen a mágneses pólusok 11 évente bekövetkező felcserélődésének idején megszorodó – **napfoltok** kialakulásához vezetnek.^[4]

A Nap asztrológiai és csillagászati jele egy kör, középen ponttal: ☉. Ez a jel **Ré ókori egyiptomi** napisten **hieroglif** jele is.

Fizikai és egyéb tulajdonságok

A Nap élete első ciklusában lévő csillag, a G2V **színképosztályba** tartozik,^[5] valamivel nagyobb és forróbb, mint a legtöbb csillag^[6]. A G2 jelölés lényegében egy felszíni hőmérsékleti tartományra^[5] – az 5800–5900 **kelvin** körüli felszíni hőmérsékletre – utal, amely egyben meghatározza **fehér színét** is, továbbá az adott felszíni hőmérsékletre érzékeny abszorpciós vonalak intenzitásaira,^[5] lényegében arra, hogy a színképében **ionizált** és semleges **fémek** színképvonalait lehet felismerni, nagyon gyenge hidrogénvonalak jelenléte mellett. A **V** jelölés pedig **luminozitásának** jelölése, amely a Napot a **fősorozatbeli csillagok** közé sorolja:^[5] a belsejében zajló folyamatok egyensúlyban vannak, nincs összeomló vagy felfúvódó állapotban.

Színe érdekes paradoxont rejt, míg a köztudat szerint a Nap **sárga** színű, a róla érkező fény valójában fehér, akár a fehér szín etalonjának is tekinthető. A jelenségre több magyarázat is született:

- a légkör fénytörése, amely az ég kék színéért is felelős, változtatja meg a Nap színét;
- optikai csalódás, amelyet a kék ég kontrasztja miatt látunk;
- csak olyankor tudunk többé-kevésbé belenézni, amikor alacsonyabban áll az égen és ilyenkor a légkörben lebegő por miatt elszíneződik a fénye a sárgától a narancson át egészen a naplemente vörösig.

- ősi „hagyomány” a Napot sárgának tekinteni, mivel őseink a tűzzel azonosították csillagunkat, amelynek lángja sárgás.

Precíz mérések azonban egyik hipotézist sem támasztják alá.^[7]

A Nap közel **tökéletes gömb** alakú égitest, amely saját tengelye körül forog, így a **hidrosztatikai egyensúlyban** levő **gömb** fizikai megtestesülése. Lapultsága igen kicsi: az **egyenlítő** mentén csak 10 km-rel szélesebb, mint a sarkokon. A viszonylag lassú **tengelyforgás** miatt – az átlagos forgási periódusa 28 nap – az egyenlítőn a centrifugális erő 18 milliószor kisebb a felszínen ható gravitációs erőnél, emiatt a centrifugális erő alaktorzító hatása minimális. A bolygók gravitációs ereje sem befolyásolja mérhetően a Nap alakját, mert egyrészt túlságosan is távol vannak a Naptól, - a tömegközéppontok távolsága a nap átmérőjének sokszorosa, így az alakot befolyásoló gravitációs erőkülönbség elhanyagolható - másrészt azok tömege még együtt is elenyésző a Napéhoz képest (a Nap tömege kb. 750-szer nagyobb mint a gravitációs terében mozgó valamennyi bolygó és más égitest össztömege^[8]).

Csillagunk az egyenlítőjén nézve nyugatról keletre, az északi pólusa felől vizsgálva az óramutató járásával ellentétes irányú **tengely körüli forgást** végez. Ez a tengely körüli forgás azonban nem hasonlít a Földnél tapasztaltakra, hanem bonyolult rendszert alkot. Különböző módon forognak például az égitest belseje és külső régiói. A sugara kb. 70%-ig lényegében merev testként forog, míg a felette levő régiókban a szélességi körök mentén „szétcsúszik” a forgás, az egyenlítői régiók előbb tesznek meg egy kört, míg a sarki régiók lemaradnak. Az átlagos forgási sebesség 2000 m/s, míg az egyenlítői és sarki régiók sebességkülönbsége ± 100 m/s. A nap forgástengelye $7^\circ 15'$ szöveget zár be az **ekliptika**síkjával.^[9] A Föld Nap körüli keringésének iránya megegyezik a Nap forgásának az irányával, így a Nap tengelyforgása a Földről nézve a valóságosnál lassúbbnak látszik, ezért kétféle forgási periódust szokás megkülönböztetni:

- a **szinodikus rotációs periódus**, azaz a látszólagos forgási idő: 27,275 földi nap,
- a **sziderikus rotációs periódus**, azaz a tényleges forgási idő pedig 25,380 nap a Nap egyenlítőtől 16° -ra fekvő területein.

Csillagunk **plazma állapotban levő anyagból áll**. Ebben a **halmazállapotban** az anyagot alkotó **atomokról** egy vagy több **elektron** leszakad és így a plazma **ionok** és szabad elektronok keveréke. A nagyobb sűrűségű régiók anyaga kétkomponensű **folydékként** viselkedik, melynek összetevőit (az elektron- és az ion-folyadékot) elektromágneses erők kötik össze. A kisebb sűrűségű külső régiók esetén különösen furcsa jelenségek tapasztalhatók, mivel az egyes részecskék mozgása és a folyadékszerű viselkedés keveredik.^[10] A folyadékszerű viselkedés okozta legfontosabb jelenség a **R. Carrington**^[11] által felfedezett **differenciális rotáció**. A Nap a különböző szélességi körei mentén eltérő sebességgel forog, egyenlítői területei a **centrifugális erő** hatására gyorsabban forognak, mint a sarki területek. Az egyenlítői területek kb. 25, míg a sarkok környékén fekvők csak kb. 35 naponként fordulnak körbe.

A Napon megfigyelhető jelenségek szinte mindegyike a differenciális rotációhoz kapcsolható, amely az ezen jelenségeket létrehozó mágneses tevékenység létrejöttének fő mechanizmusa.

Csillagunk tengely körüli forgása nem stabil, az idők során lassul. A kezdetkor a Nap gyorsabban forgott a saját tengelye körül, majd az **impulzusmomentum**-megmaradás elve szerint lelassult és **perdüllete** a bolygókba adódott át.

A Nap második vagy harmadik generációs csillag, mivel a Naprendszer korábbi – **szupernóvaként** elpusztult – csillagok maradványaiból jött létre. Ezt bizonyítja a nehéz elemek (**vas, arany, urán** stb.) jelenléte a Napban, ugyanis ezek az anyagok jellemzően szupernóva-robbanások során, vagy első generációs csillagokban alakulnak ki^[12].

Életciklusa

A Nap életciklusára ma csak elméleti modelljeink vannak, amelyek más csillagok megfigyeléséből, valamint holdközvetek kormeghatározásaiból származó adatokból épülnek fel. (A Nap keletkezésére vonatkozó korábbi hipotéziseket a tudományos megfigyelések meghaladták, ezekkel a „[A Naprendszer keletkezése és története](#)” c. cikk foglalkozik.) Ezek alapján ma a csillagászat tudomány úgy gondolja, hogy csillagunk 4,57 ($\pm 0,11$) milliárd évvel ezelőtt keletkezett,^[13] és életpályája két fő szakaszt fog bejárni, egy **aktív** és egy **passzív szakaszt**. A választóvonal a két szakasz között a magban lejátszódó energiatermelés fennmaradása, vagy leállása lesz.

Az aktív szakasz

A Nap élete egy kiterjedt molekulafelhőben kialakuló [protocsillagként](#) kezdődött.

A [Tejútrendszerben](#) számos gigantikus molekulafelhő fordult elő és fordul elő a mai napig, amelyek ún. **csillagbölcsők** is egyben. Egy-egy nagyobb külső behatásra (pl. a [galaxisunk spirálkarjait](#) alkotó lökéshullám-frontokon való áthaladáskor, vagy közeli [szupernóva](#) robbanások hatására), a felhőkben levő viszonylag sűrű anyagban inhomogenitások, anyagcsomók jöttek létre, és az ilyen anyagcsomókban összeomló gáz- és poranyag elkezdett még inkább összecsomósodni. Az egy pont felé zuhanó, sűrűsödő anyag melegedni kezdett, a gravitációs összehúzódás során egyre több hő szabadult fel, extrém módon felmelegítve az anyagot. Egy ilyen egyre jobban összezugsorodó anyagcsomóból, ún. globulából kb. 500 000 év alatt jött létre a proto-Nap. Ez a **protocsillag** még vörösen fénylett, ám középpontjában elérte a hőmérséklet a néhány millió fokot és elkezdődött benne a hidrogénfúzió. Ehhez a folyamathoz mindössze néhány millió év kellett.^{[14][15]}

A proto-Nap megszületése után még tovább zsugorodott és melegedett, ám csak további pár ezer év kellett, hogy létrejöjjön a gáznyomás és a gravitáció egyensúlya. Amikor ez az egyensúly stabilizálódott, a Nap belépett az ún. **fősorozati állapotba**. Ez csillagunk köznapi értelemben vett működésének szakasza: a magban a hidrogén héliummá alakul át. Élete során a Nap mintegy 10 milliárd évig számít fősorozatbeli csillagnak, és ebből 5 milliárd év már eltelt.^[14]

Várhatóan 4–5 milliárd év múlva [vörös óriássá](#) duzzad: az üzemanyagként szolgáló hidrogén mennyiségének csökkenése miatt megbomlik a gáznyomás és a gravitáció évmilliárdos egyensúlya, a nyomás lecsökken, a Nap teste elkezd összehúzódni. Amikor az összehúzódás során felszabaduló gravitációs energia miatt a hőmérséklet tovább emelkedik a magban és elegendő lesz a [hélium](#) „égetéséhez” (további, színes eredményező fúziójához), a más típusú fúzió még több energiát szabadít fel a magban – nagyjából 100 milliárd fokra hevíti a magot – és a nyomás ismét megnövekszik, a felszabaduló energia felfújja a Napot. A Nap külső határa különböző modellek szerint ekkorra a Föld jelenlegi pályáján túl fog kinyúlni. A Nap **vörös óriássá** válik, mivel felszíne jóval nagyobb lesz, így a magban termelődő energia sokkal nagyobb felületen oszlik szét, kevésbé melegítve fel ezt a nagyobb felszínt, ami miatt a fénye gyengébb, „vörösebb” lesz. Ez a fázis a fősorozati léthez képest nagyjából egy nagyságrenddel kevesebb ideig, 1 milliárd évig tart majd.^[16]

A Nap a vörös óriás fázisban el fogja veszíteni anyagának nagy részét (és így – a gyengülő [gravitáció](#) miatt – addigra a Föld már egy távolabbi pályán fog keringeni, elkerülve a megsemmisülést.^[17]) Csillagunk **héliumégető fúziója** nem lesz olyan stabil folyamat, mint a fősorozati energiatermelése volt, így ezek az instabilitások felfúvódások és összehúzódások sorozatát váltják ki (amilyeneket a csillagászat az ún. [változócsillagokon](#) figyel meg napjainkban is), amelyekben a Nap gázanyagának külső héjai leválnak, ezzel okozva az említett tömegvesztést.^[16]

A passzív szakasz

Miután a Nap az összes üzemanyagát eltűztele, leáll a fúzió, a gáznymás megszűnik, teret engedve az egyedül fennmaradó gravitációs erőnek és csillagunk belseje összeroskad, és [fehér törpévé](#) válik. Eközben a pulzások során korábban leszakadt külső rétegeiből [planetáris ködképződik](#), amely lassan tágul és végül elenyészik. Az összeroskadó mag egy rendkívül kompakt égitestként, voltaképpen **fehér törpeként** marad fenn: a fennmaradó, nagyjából 0,6 naptömegnyi anyag egy [Föld](#) méretű gömbben sűrűsödik össze. A mag összeroskadása ismét energiát termel, ám az nem elegendő a szén további, még nehezebb anyagokat létrehozó fúziójához, így minden további energiatermelésnek vége szakad, a Nap csak a maradék energiáját sugározza ki. Ez a hőszugárzó fázis ismét milliárd-tízmilliárd év hosszú folyamat lehet (az Univerzum jelenlegi, kb. 13,7 milliárd éves koránál fogva lényegében még nincs olyan fehér törpe, amely ennek a fázisnak végére érhetett volna).^[18]

Legvégül az összes energia kisugárzását, az égitest lehűlését követően a Napból egy **fekete törpe** válik majd. Ez egy kihűlt, passzív „csillagtetem”, amely mindössze gravitációs hatást gyakorol majd a környezetére. A jelenlegi kozmológiai modellek szerint ez az égitest akár végtelen hosszú élettartamot is megérhet, hiszen az Univerzum legvégsőbb koráig is fennmaradhat, amely kor mai ismereteink szerint végtelen. Ezt a fennmaradást egyedül egy kozmikus karambol, valamely csillagnak, vagy fekete lyuknak ütközés akadályozhatja meg (igaz, ez bekövetkezhet a csillagfejlődés korábbi fázisaiban is).^[18]

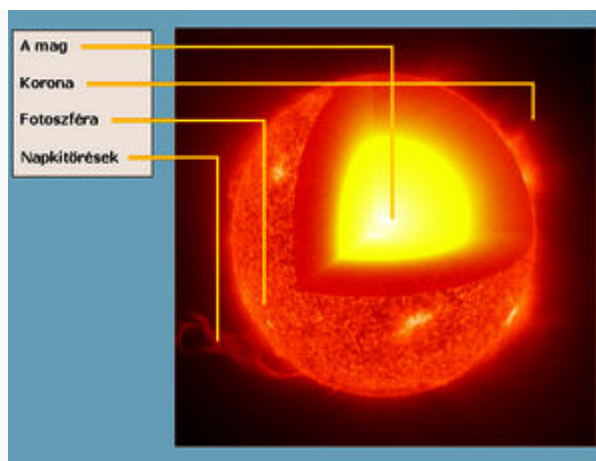
Mi nem lesz a Napból?

A Nap nem lesz **vörös törpe**, hisz a csillagkeletkezéskor több anyagot kebelezett be.

A mi Napunk nem fog **szupernóvává** alakulni, mert a tömege alatta marad az ehhez szükséges [Chandrasekhar-határnak](#). Ebből következően sem [neutroncsillag](#), sem [fekete lyuk](#) nem válhat a Napból.

Belső felépítése

A [szilárd](#) felszín hiánya miatt nem lehet pontosan meghatározni, hogy hol húzódik a Nap határa: a középpontjától kifelé haladva folyamatosan csökken a [sűrűsége](#). A Nap sugarát a középponttól a fotoszféráig mérik, mert ez a legkülső olyan réteg, ami még elég sűrű ahhoz, hogy ne legyen átlátszó. A Nap anyagának többsége a központból mérve a sugarának 70%-án belül található és bár ezeket a belső területeket nem lehet közvetlenül megfigyelni (ugyanis a Nap anyaga nem enged át semmilyen [elektromágneses sugárzást](#)), [fizikai](#) modellekkel és az égitest rezgéseit vizsgáló helioszeizmológia módszerével mégis pontos képet alkothatunk a belső szerkezetéről, rétegeiről.^[20]





A Nap szerkezetének főbb rétegei

Tisztán elméleti úton (fizikai modelleken keresztül) is fontos információkhoz lehet jutni a Nap belsejében uralkodó viszonyokkal kapcsolatban, olyan adatokból kiindulva, mint a **tömege**, **átmérője**, **fényessége** stb. Egy, a Naphoz hasonló gázgömbnek a felépítését három erő határozza meg; a **gáznyomás**, a sugárzási vagy **fénynyomás** és a **gravitáció**.

A gáznyomás és a fénynyomás önmagukban a Nap felfúvódását, szétszóródását okoznák. A fénynyomás a **fénykvantumok abszorpciójakor** jön létre, azonban a Nap esetében ez az erő a gáznyomáshoz képest csekély, csak az óriáscsillagok esetében van nagy jelentősége. A gravitáció az előbbi két erővel ellentétes hatású, de önmagában azt eredményezné, hogy az egymáson elhelyezkedő gázrétegek saját súlyuk alatt összeroskadanának, a Nap önmagába omlana.

Mivel egyik szélsőséges eset sem következik be, nyilvánvaló, hogy a három erő mechanikai egyensúlyban van; a Nap belsejének minden pontjában a gáznyomás és a fénynyomás erejének összege megegyezik a gravitációéval. Továbbá sugárzási egyensúly is jelen van; a belső rétegekben termelődött sugárzásnak el kell hagynia a Napot, a felszínből a központ felé haladva pedig folyamatosan nő a felsőbb gázrétegek vastagsága és ezzel együtt a tömege, az egyensúlyi állapot miatt viszont a gáznyomásnak is növekednie kell. Ezen alapelvek segítségével a Nap belsejében uralkodó állapotokat jellemző adatok kiszámíthatóak. Az ezt az egyensúlyt, annak összetevőit, hatásmechanizmusát és **matematikai** leírását **Standard Napmodell** néven említi az **asztrofizika**.^[21]

Az elméleti számítások mellett a gyakorlati megfigyelések is nélkülözhetetlenek, segítségükkel több, részletesebb és pontosabb adatot lehet megtudni. Ahogyan a földrengések természetéből **szeizmológiai** módszerekkel lehet következtetni a Föld belsejében zajló folyamatokra, úgy ehhez hasonlóan a **napszeizmológia** (helioszeizmológia) a Nap felszínén tapasztalható jelenségek tanulmányozásával következtet a mélyebb rétegek szerkezetére. Fontos szerephez jutnak ebben a munkában a napkutató **űrszondák**.

