

# A világűr

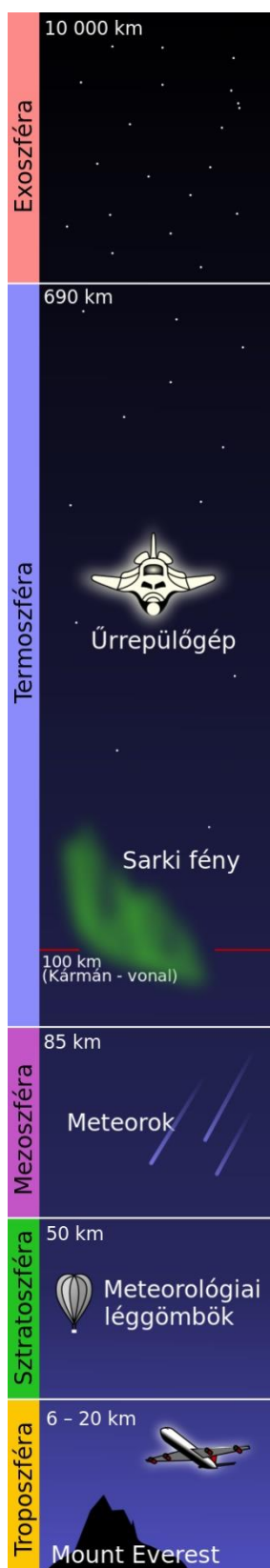
A világűr a világegyetem égitestek közötti légüres térsége. A Föld légköre és a világűr között nincs éles határ. A legáltalánosabban elfogadott határvonal a Nemzetközi Asztronautikai Szövetség által meghatározott 100 kilométeres magasság (a Kármán-vonal), de a funkcionalizmus hívei szerint a világűr ott kezdődik, ahol már létezhet orbitális mozgás. Az Amerikai Egyesült Államokban – éppen emiatt a funkcionalista nézet miatt – a 80 km magasságig eljutott pilótákat már asztronautáknak nevezik és a világűrt megjárt egyénként jegyzik be őket. Az űreszközök visszatérésekor 120 km magasságtól válik jelentőssé a légkör fékező hatása, a visszaúton tehát itt ér véget a világűr. A világűr területi felosztása földközpontú: bolygónktól kifelé induló térségekre osztjuk a teret az alacsony Föld körüli pályától az univerzum határáig.

## A világűr vidékei

A világűrt egyfajta modern geocentrikus gondolkodásmód szerint – önkényesen a Földről kiindulva – egyre távolabbi térségekre szokás felosztani. Egyben, mivel a világűrt csak a benne mozgásban levő anyagi testek „szakítják meg”, ezeket az objektumokat is egyfajta geocentrikus lajstrom szerint osztályozhatjuk, amikor számba vesszük a világűr „tartalmát”.



# A Föld környezete



Az **exoszféra** a földi légkör legfelső, kb. 500 km feletti rétege, felső határa 10 000 km. Hőmérséklete nappal, a Nap sugarainak hatására 1000 °C körülire emelkedik, majd éjszaka az abszolút nulla fokhoz (0 kelvin) közelire hűl le. Itt még előfordul atomos formában az oxigén és a nitrogén, de alsó részében már a hélium, felette pedig az atomos állapotú hidrogén az uralkodó gáz. Anyagai fokozatosan átmennek a bolygóközi tér ritka anyagába. Elektromágneses jelenségeket mutat.

A **termoszféra** 85 km-től kb. 500 km magasságig terjed. A ritka anyagsűrűségű légköri tartomány felépítésében elektromos töltéssel rendelkező részecskék, ionok vesznek részt, amelyek jól vezetnek az elektromosságot, ezért ezt a réteget ionoszférának nevezzük. Ennek egyes rétegei elektromosan vezetővé válnak, így képesek visszaverni az elektromágneses hullámokat, aminek a távközlésben van nagy szerepe.

A termoszféra hőmérséklete a magassággal emelkedik, mert a Nap sugárzása ebben a rétegben nyelődik el. Hőmérséklete függ a napsugárzás erősségétől, de meghaladhatja a 2000 °C-ot is. Az uralkodó gáz az oxigén és a nitrogén, de már atomos állapotban fordulnak elő. Ebben a rétegben keletkezik a sarki fény, itt kering a Nemzetközi Űrállomás, és számtalan műhold is. Ez a térrész a magnetoszféra birodalma is egyben. A Föld magjában működő bolygó méretű dinamó hatalmas mágneses teret gerjeszt a bolygónk körül, amely mintegy pajzsként elhárítja a világűr káros sugárzásait a Földtől.

A magnetoszféra és a napszél folyamatos jelenlétének látható bizonyítéka a Föld légkörében a sarki fény.

Körülbelül 80 km-es magasságban helyezkedik el a mezopauza, amely a termoszférától választja el a mezoszférát.

A **mezoszféra** a felszíntől számítva 50-80/85 km-ig terjedő levegőréteg. A mezoszférában a levegő hőmérséklete ismét csökken, legfelső rétege a légkör leghidegebb része, ahol a hőmérséklet -120 °C-ig süllyed. Itt égnek el a meteorok, emiatt itt nagy számban fordulnak elő vas- és egyéb fématomok.

A **sztratoszféra** a hőmérsékleti rétegződés hatására a sztratoszféra dinamikusán stabil: nincs szokványos hőáramlás és az ehhez kapcsolódó turbulencia sem tapasztalható. A hőmérséklet növekedést a magasabb rétegekben található ózonréteg okozza, amely elnyeli a nap ultraibolya sugarait és eközben megnöveli a rétegek hőmérsékletét.

A **troposzféra** a Föld légkörének azon legalsó rétege, ahol az időjárási jelenségek nagy része lejátszódik. Ez a réteg tartalmazza az atmoszféra tömegének 80%-át. Általában a sugárhajtóműves repülőgépek a troposzféra és a közvetlenül felette található sztratoszféra között repülnek.

# Bolygóközi tér

Ha kicsit távolabb lépünk a Földtől és elhagyjuk a Hold pályáját, kilépünk a bolygóközi térbe, amely egészen a heliopauzáig, a Naprendszer határáig tart, azaz ez a térség fizikai kiterjedésében megegyezik a Naprendszerrel. Ezen a térrészen belül egyértelműen a napszél az úr, de a kozmikus háttérsugárzás is jelen van. A Föld körüli térséghez hasonlóan kozmikus por és gáz is kitölti ezt a teret.

A bolygóközi tér leglátványosabb objektumai természetesen a Nap, a bolygók és holdjaik. A Nap a hozzánk legközelebb eső ún. fősorozati, G2-es színképű csillag, egy hatalmas, hidrogénből és héliumból álló gázgömb, amelyben magfúziós folyamatok zajlanak, benne koncentrálódik a Naprendszer tömegének több mint 99%-a. A bolygóközi tér meghatározó objektuma, gravitációja ural mindent, sugárzása is meghatározó a Naprendszer burkán belül.

A nagybolygók között kétféle típust különböztetünk meg: kőzetbolygókat és gázbolygókat.

## Kőzetbolygók

- ☉ **Merkúr:** a Naphoz legközelebb keringő, a bolygók közül a legkisebb (sőt, egyes naprendszerbeli holdaknál is kisebb) égitest. Légkörrel nem rendelkezik, felszíne kráterek szaggatta, aránytalanul nagy, vasból álló magja van, extrém hőmérséklet-különbségek tapasztalhatók a szélességi köröktől és a megvilágítottságtól függően. A Nap körül 88 nap alatt tesz egy fordulatot, saját tengelye körül pedig 58,5 nap alatt. Holdja nincs.
- ☉ **Vénusz:** a Földhöz hasonló mérete és tömege miatt bolygónk ikertestvéreként tartjuk számon. Kifelé haladva a Naptól számított második bolygó. Sűrű szén-dioxid légköre van, amelyet a fékezhetetlen üvegházhatás alakított mai formájára. Hold nem kering körülötte.
- ☉ **Föld:** életünk színtere, a felszínének 71%-án vízborítással rendelkező, oxigén–nitrogén légkörű, tektonikai felszínformáló erők által formált, a magban folyó folyamatok által gerjesztett mágneses térrel védelmezett bolygó. A Naprendszer legnagyobb kőzetbolygója. Egyetlen hold kering körülötte.
- ☉ **Mars:** kifelé haladva a negyedik, egyben utolsó Föld típusú bolygó, méretben a Földtől sokkal kisebb, amelyen gyér szén-dioxid légkör található. Az egyetlen, amelyen a Földön kívül lehetségesnek tartják az élet egykori, esetleges jelenlétét. Két holdja van, amelyek befogott aszteroidák lehetnek.

## Gázbolygók

- ☉ **Jupiter:** a Naprendszer legnagyobb bolygója. Két fő összetevőből, hidrogénből és héliumból áll és feltételezések között egy kis méretű, nehezebb elemekből álló, óriási nyomás alatt levő központi magja van. Holdak tucatjai keringenek körülötte, köztük a Naprendszer legnagyobb holdja(i).
- ☉ **Szaturnusz:** A Jupiterhez hasonló gázóriás, méretben és tömegben kisebb, de felépítésében, összetevőiben teljesen hasonló. Ennél a bolygónál is rengeteg hold figyelhető meg és egy nagyon látványos gyűrűrendszer is kering körülötte.
- ☉ **Uránusz:** A hidrogén és hélium mellett víz, ammónia és metán is van a légkörében, ami kékeszöld színt is kölcsönöz a számára. Ugyancsak rendelkezik holdakkal és gyűrűvel.
- ☉ **Neptunusz:** A legkülső nagybolygó, amely az Uránusz ikertestvére, teljesen hasonló mind méretében, mind tömegében és összetételében.

A bolygók után a méretsorrendben az IAU 2006-os kongresszusán bevezetett terminológiája szerinti **törpebolygók**<sup>1</sup> következnek, amelyek átmenetet jelentenek a nagybolygók és az aszteroidák, vagy más néven kisbolygók között. Ezen égitesttípus egyedei a Nap körül keringenek, és elegendően nagyok ahhoz, hogy gömb alakot vegyenek fel, de nem tudták tisztára söpörni a pályájukat.



A törpebolygók után következõ – százezres nagyságrendû tagot számláló – objektumtípust az **aszteroidák**, vagy más néven kisbolygók jelentik. Az aszteroidák olyan kisebb égitestek, amelyek nem érték el a bolygó méretet, illetve gömb alakot, legtöbbjük még a protoplanetáris korongból állt össze, ám a Naprendszerben uralkodó gravitációs árapály erők miatt nem tudtak nagyobb égitestté összeállni.

A bolygóközi térben található kisebb objektumok közül a sorban az utolsók az **üstökösök**. Az üstökösök a Naprendszer ősi anyagának megmaradt darabjai, főként porból és jégből álló anyagcsomók (a csillagász szleng „piszkos hógolyóként” is szokta emlegetni őket), amelyek a Naprendszer legkülső peremén, az Oort-felhőben keringenek a Nap körül.



Ma összesen öt törpebolygót ismerünk:

- ☉ Plútó
- ☉ Ceres
- ☉ Haumea
- ☉ Makemake
- ☉ Erisz

<sup>1</sup> A törpebolygók féltengelyhosszánál használt CsE átváltása: 1 csillagászati egység = 149597870,7 km

## Csillagközi tér

Kilépve a Naprendszer határai közül, túl a heliopauzán, de még a Tejútrendszeren belül található a csillagközi tér, amely a csillagok vagy idegen naprendszerek közötti űrt jelenti. Itt találkozhatunk először az elképzelhetetlen távolságokkal: míg a Naprendszeren belül még akár a kilométer is használható mérőszámként – a heliopauza 120–130 milliárd kilométerre húzódik –, addig a távolságok mérésére itt már a fényévet kell használnunk. A Naphoz legközelebbi csillag, a Proxima Centauri például 4,24 fényévnire, a galaxis központja pedig 26 000 fényévnire van tőlünk (előbbi a mai technika szintjén legnagyobb sebességre képes ember alkotta űreszköz 110 000 év alatt lenne képes elérni, utóbbit pedig 660 millió év alatt).

Meghatározó objektumai természetesen a csillagok és az ezek életútja során keletkező objektumok. A csillagok a gázfelhők anyagából, a gravitációs összehúzó hatására keletkezett gázgömbök, amelyek belsejében magfúzió folyik akár több milliárd éves skálán. A csillagok életútja a tömegük nagyságától függően különböző hosszúságú és a fényességük az életút fázisától függően változik. Így léteznek fősorozati csillagok vagy másként átlagos csillagok, törpecsillagok (vörös törpék és barna törpék) és óriás csillagok (vörös óriások).

A csillagok körül a csillagkeletkezés során megmaradt anyagból protoplanetáris korongok keletkeznek, amelyek a későbbi bolygókeletkezés alapjául szolgálnak. A gázt és port tartalmazó korongból a Naprendszerhez hasonlóan kőzet- és gázbolygók keletkezhetnek. A Naprendszeren kívüli bolygókat a csillagászat exobolygónak nevezi, és ezres nagyságrendben fedeztek már fel ilyen bolygókat, illetve csillagrendszereket a kutatók.

A csillagközi térben a bolygóközi térhez hasonlóan gázt és port, különböző ionokat, szubatomi részecskéket és kozmikus sugárzást találunk környezetként. A látható anyag eloszlása nem homogén, gázban és porban sűrűbb és ritkább területek váltakoznak. A sűrűbb térrészek a gázanyag összeroskadásával jönnek létre és csillagszületési régiókat alkotnak. A csillagászat ezeket csillagködnek nevezi.

A csillagközi tér felépítése		
99% gázmolekulák		1% por
90% hidrogén	10% hélium	





## Intergalaktikus tér

Végül a legtágabb kitekintést a Tejútrendszer gravitációs határain túli intergalaktikus tér jelenti. Ez a térrész a galaxisok közötti űrt foglalja magában. Általában, ahogy a világűr többi részét, ezt is gázmolekulák és porszemcsék töltik be, ám ez áll a legközelebb a tökéletes vákuumhoz, itt a legritkább az anyag sűrűsége. Az Univerzum átlagsűrűségére a jelenleg elfogadott teóriák szerint 1 atom adódik köbcentiméterenként (amelybe a köbcentiméterenként is kifejezhetetlen mennyiségű atomból álló csillagok, bolygók stb. is beleszámítanak), tehát az űrobjektumoktól mentes „semmi” rendkívül ritka.

Az intergalaktikus teret is kitölti a kozmikus háttérsugárzás, amely az ősrobbanásból maradt vissza, és a várakozásokkal ellentétben nem teljesen homogén. Emiatt a jelenség miatt a világűr egyetlen zugában sincs abszolút zéró hőmérséklet.

A tér legtágabb kitekintésében a galaxisok, az esetenként több százmilliárd csillagból, csillagrendszerből, és csillagközi porból, gázból és sötét anyagból álló képződmények jelentik a „jellemző” objektumtípust. A galaxisok hatalmas csoportokba, galaxishalmazokba, sőt szuperhalmazokba csoportosulnak, és még ezek a galaxisokból álló csoportosulások is egy még nagyobb rendszerbe állnak össze, ha univerzum-méreteken szemléljük. Ez a rendszer filamentekbe és falakba rendeződik. A galaxisok is többféle típusba sorolhatók: a legáltalánosabb típus az elliptikus galaxis, és nagy számban léteznek a mi Tejútrendszerünkhöz hasonló spirálgalaxisok, valamint lentikuláris galaxisok, kis méretű törpegalaxisok, míg a felsorolást a szabálytalan (irreguláris) galaxisok zárják. Az intergalaktikus tér is nagyon mozgalmasnak számít: galaxisok ütköznek benne, a gravitációs erők csillagokat löknek ki a galaxisok közötti űrbe.