

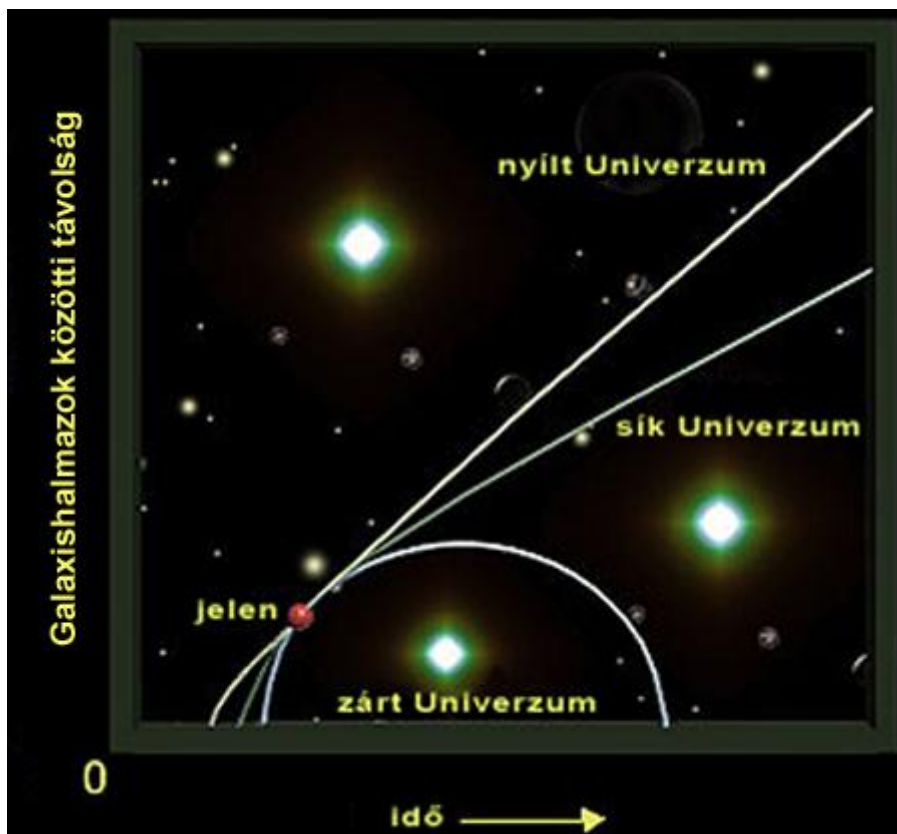
A világegyetem elképzelt kialakulása.

Régi-régi kérdés: Mi volt előbb? A tyúk vagy a tojás? Talán ez a gondolat járhatott *Georges Lemaître* (1894-1966) belga abbénak és fizikusnak a fejében, amikor kijelentette, hogy *a világmindenség összes anyaga egykoron egy „őstojásban” sűrűsödött össze*. Ez a tojás valamiért felrobbant és így született meg a ma látható világegyetem. *Ezt a robbanást ma Big Bang = ősröbbanás néven emlegetjük*.

Természetesen minden elmélet akkor áll helyt, ha az elképzéseket a megfigyelések támasztják alá. Az egyik alapvető támaszt Hubble adta, aki felismerte a galaxisok távolságtól való sebesség függését. Ekkor alakult ki a táguló univerzum elképzés.

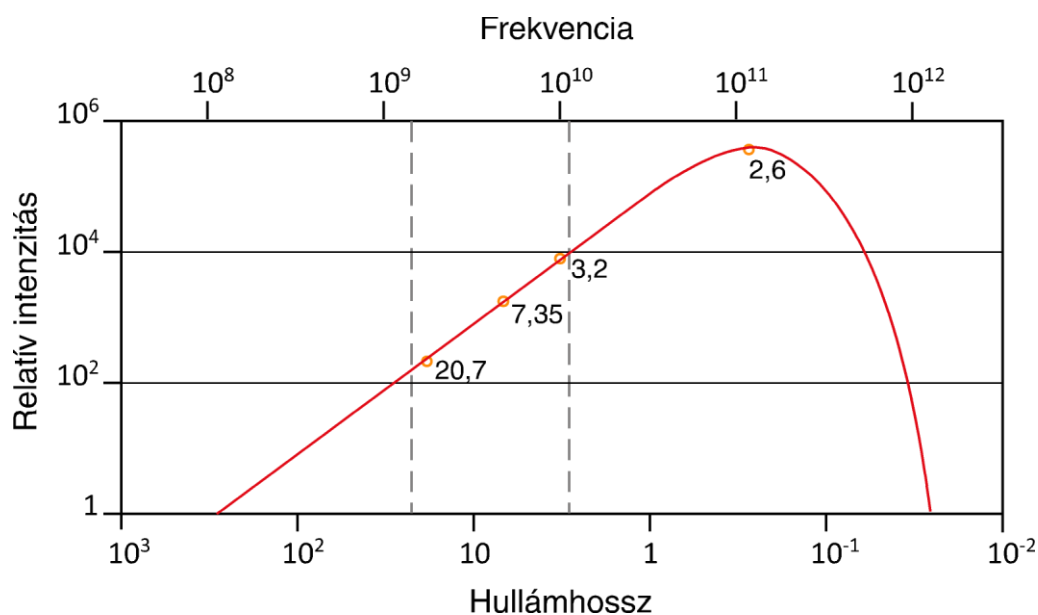
A mindenség kialakulásával és fejlődésével foglalkozó tudományágat kozmológiának hívjuk. Több kozmológiai modell is született abban az időben. Einstein általános relativitás-elméletében leírt elképzését *Alexander Friedmann* (1888-1925) orosz matematikus és légkörfizikus elemezte. 1922-ben Einstein egyenleteinek egy olyan megoldását találta meg, amely azt bizonyította, hogy az univerzumnak volt kezdete. Azt is leírta, hogy a világegyetem születését a tágulás követi, majd pedig elkezdi összehúzódni, ezután ismét bekövetkezik az ősröbbanás, és kezdődik minden előlről. *Ez a pulzáló elmélet*.

Joggal felmerül a kérdés, hogy az anyag tömegvonzása képes-e megállítani a tágulást, vagy a világegyetem tágulása valamikor megáll, és nem követi összehúzódás. Esetleg a tágulás az idők végezetéig tart majd.



Itt láthatjuk Friedmann elképzését. (Forrás: www.konkoly.hu.)

1965-ben *Arno Penzias* (1933-) német és *Robert Wilson* (1927-2002) angol csillagászok *felfedezték a kozmikus háttérsugárzást*. A rádióteleszkóppal végzett mérések azt mutatták, hogy a 7,35 cm-es hullámhosszon (ez a mikrohullámú tartomány) a tér minden irányából ugyanolyan erősségű sugárzás érkezik, amely megegyezik egy 3,5 K hőmérsékletű abszolút fekete test sugárzásának energiájával. (Lásd korábban a Nap című fejezetben leírtakat.) *Ez pedig egy újabb sarkalatos bizonyítéka lett az ősrobbanás elméletének.*



A világegyetem egykoron egy szupersűrű, és elképzelhetetlenül magas hőmérsékletű „valami” volt. Ez felrobbant és folyamatosan tágulni kezdett, ezzel együtt a hőmérséklete folyamatosan csökkent. A mai térrészről felfogott sugárzás pedig a fenti hőmérsékletű olyan sugárzás, amely bizonyítja az egykori fizikai állapotokat. A világegyetem térfogata jelentős méretű lett, így a sugárzás alapján értelmezett hőmérséklete jelentősen lecsökkent. Ezt lehet ma detektálni. Ezért is szokás *maradványsugárzásról* beszélni.

Sokáig az volt az elfogadott nézet, hogy ez a sugárzás minden irányból ugyanolyan erősséggel érkezik. Azonban néhány űrszonda mérései azt mutatták, hogy ez nem igaz. Jelesül: olyan szerkezetet sikerült feltárni, melyek azt bizonyítják, hogy az *ősrobbanást követően nagy anyagcsomók alakultak ki*. Ez további igazolása lett a Big Bang elméletnek.

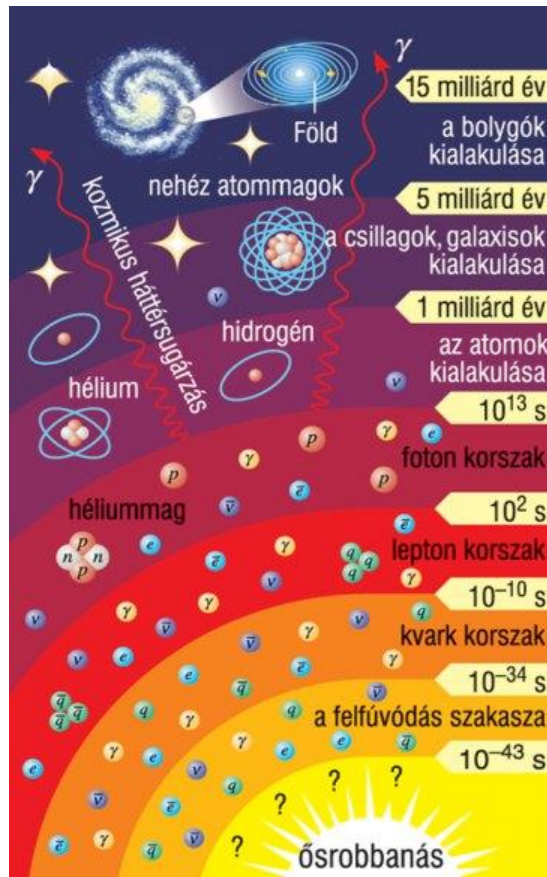
A forró univerzum elképzelés.

Minden elmélet alapja ez, de sok-sok részletbeli eltérés van az egyes kutatók által felállítottak között. Én erre mindig azt szoktam mondani, hogy a józan ésszel nem igazán felmérhető területre léptünk. Már eleve az a gondolat – ami emberi sajátosság – mi volt előtte, hogyan alakult ki a tér, megszületett az anyag, de miből, mi az idő? Rengeteg egyszerű kérdés, amire választ kellene adni. Csak egyet tehetünk: leírjuk a forró univerzum elképzelés alapjait.

Az említett megfigyelések szerint az univerzum anyaga kb. 15 milliárd esztendővel ezelőtt egy elképzelhetetlenül kicsiny térrészre összpontosult, melynek sűrűsége (elméleti érték: 10^{93} g/cm^3 fölött) és hőmérséklete minden képzeletet felülmúlt. Az ősrobbanás a $t=0$ pillanatban következett be, ezután nagy sebességű tágulás (inflálódás) történt, a sűrűség és a hőmérséklet értéke rohamosan csökkenni kezdett. A 0,3 s-nál rövidebb ideig tartó korszakban a fotonok és az ún. *hadronok* léteztek, az anyag – a ma ismert formájában – még nem. A foton és a hadron az erős kölcsönhatásban (negyedik természeti kölcsönhatás) játszik alapvető szerepet. Nagy tömegű, szubatomi részecskékből – *kvarkokból* – állnak. (Ez már a részecske fizikusok birodalma. Nem véletlen, hogy a világegyetem kialakulásának első pillanatait a CERN-ben próbálják meg szimulálni. Ekkor jöttek létre olyan elemi részecskék, amelyek azután a ma ismert anyag építőköveit alkották. A nemzetközi programban magyar fizikusok is részt vesznek.) Ezért ezt az időszakot *hadron korszaknak* nevezik.

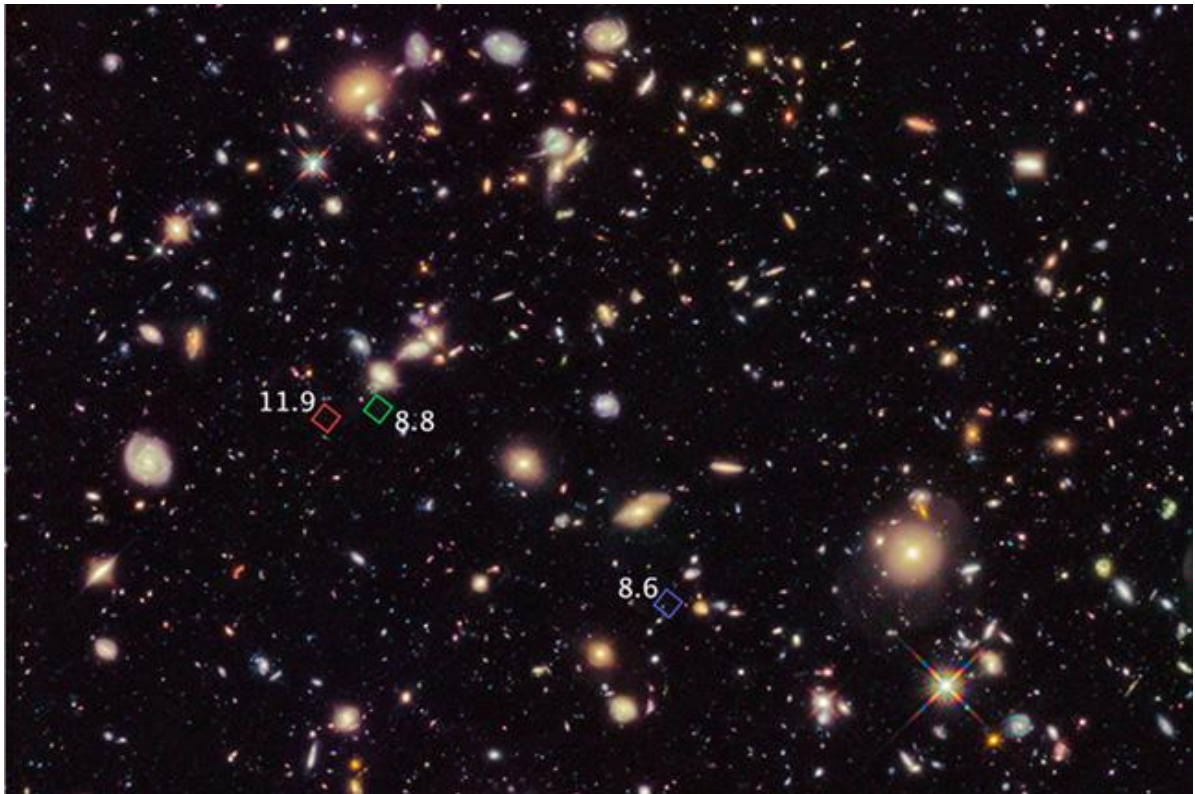
$t = 0,3 \text{ s}$. A sűrűség már csak 100 g/cm^3 , a hőmérséklet pedig egymilliárd K. Ekkor jöttek létre az általunk ismert elemi részek, a protonok és az elektronok. A viszonylag nagy sűrűség miatti ütközés következtében He-magok is kialakultak. Így az univerzum ősanyagának 90%-át H-magok és 10%-át pedig He-magok alkották. Ezt az arányt azért kell feltételezni, mivel nem tudnánk megmagyarázni a ma megfigyelt kémiai összetételt. Ti. a csillagok belsejében keletkező He mennyisége nem elegendő ahhoz, hogy tükrözze a jelenlegi összetételt.

$t = 300\,000 \text{ év}$. A sűrűség 10^{-20} g/cm^3 , a hőmérséklet 3000 K. Ekkor az anyag a fotonok számára már átlátszóvá lesz. Azt szoktuk mondani, hogy a fotonok már leváltak az anyagról. A fotontenger térfogata jelentősen nőtt, ezzel együtt a sugárzási hőmérséklet értéke arányosan csökkent. Így jöttek létre először a nagyobb tömegű anyagcsomók, melyekből a galaxishalmazok, majd a galaxisok születtek, amelyekben ezután megindult az intenzív csillagképződés.



Egy részletes ábra a ma elfogadott elmélet alapján. (Forrás: www.mozaweb.com.)

A HST képein a távoli (térbeli és időbeli!!) objektumokat látjuk. Vajon léteznek-e még?
Nem tudjuk. Viszont végig tudjuk követni a világegyetemben lezajlott folyamatokat.



A Hubble- űrtávcső egyik képe az univerzum térbeli és időbeli távoli zugáról. Döbbenetesen sok galaxis látható. A számok a távolodási sebesség nagyságának arányát tükrözik. (Forrás: NASA, ESA, HST.)

Ma már tudjuk, hogy az univerzum gyorsuló ütemben tágul. Mindezt a szupernóvák egyik típusának fénygörbéje alapján lehetett megállapítani, amely nem függ a különböző kozmológiai modellektől! Így joggal tehetjük fel a kérdést, hogy mi lesz az egész mindenség sorsa. A válasz: ma még nem tudjuk.