

Alkuräjähdysteoria

Maailmankaikkeuden numerot

Ikä: $14 \cdot 10^9$ a

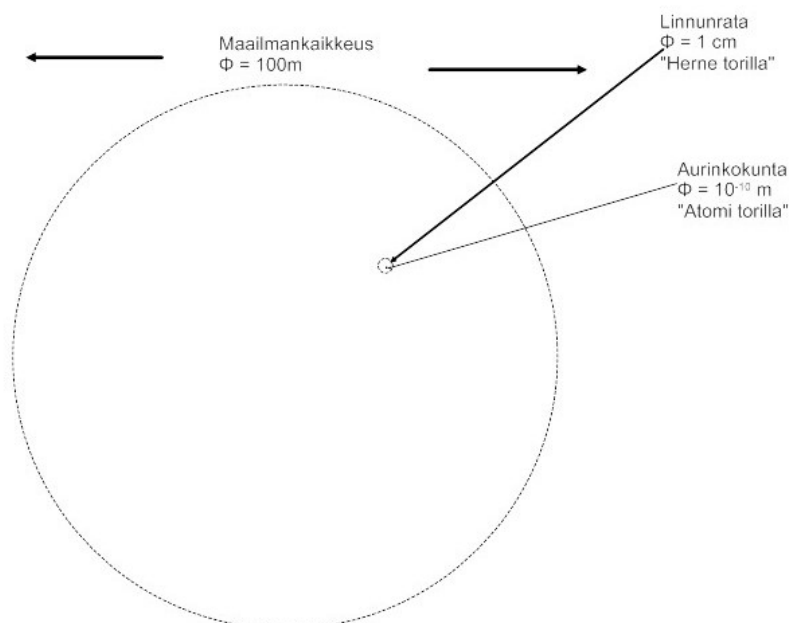
Läpimitta: 10^{26} m = 10 000 000 000 valovuotta

Tähtiä: Ainakin 10^{24} kpl

Massaa: $\approx 10^{60}$ kg

Atomeja: $\approx 10^{90}$ kpl (valtaosa vetyä ja heliumia)

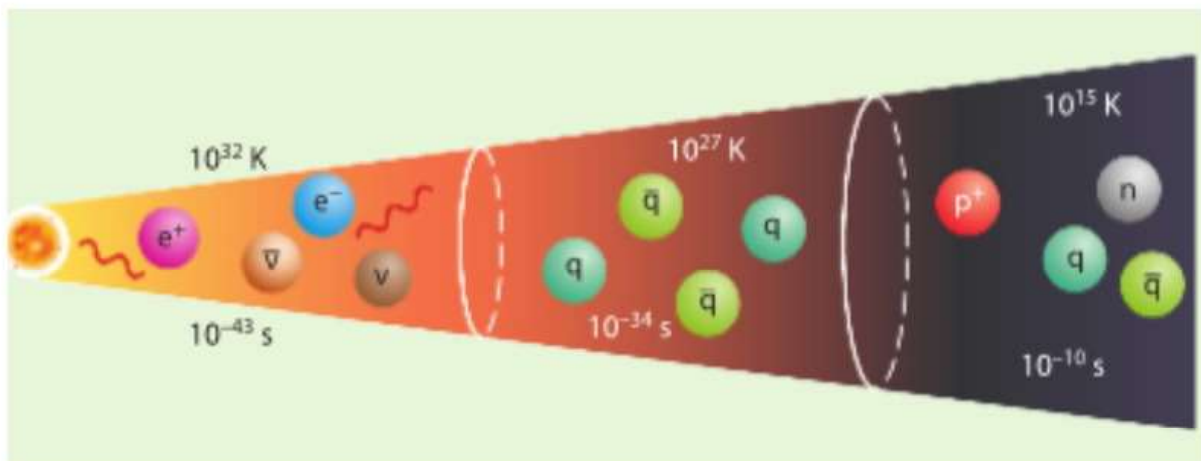
Kutistetaan vähän...Tuodaan maailmankaikkeus torille



Alkuräjähdysteorian todisteita:

- galaksit loittonevat toisistaan (aivan kuin kivenkappaleet räjähdysen jälkeen)
- avaruudessa havaitaan alkuräjähdysteorian ennustama 2,7 K säteily ("kolmen kelvinin taustasäteily")
- valtaosa maailmankaikkeuden massasta on vetyä ja heliumia ja koostumus on sama kaikissa tähdissä

Big Bang



Väliaikatietoja

- $T = 0$
- maailmankaikkeus syntyi pistemäisestä objektista eli SINGULARITEETISTA

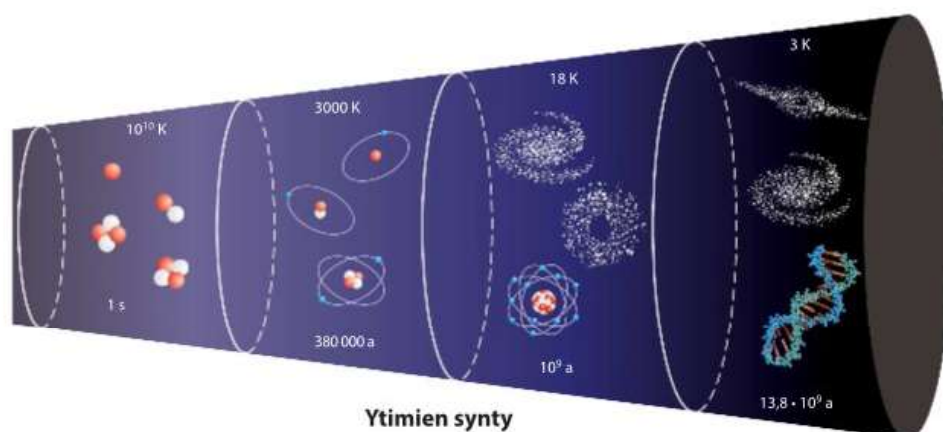
Laajenemisvaihe

- $t = 10^{-35}$ s ja lämpötila $T = 10^{27}$ K
- maailmankaikkeus laajeni äkillisesti
- tapahtumasta käytetään nimitystä
KOSMINEN INFLAATIO

- laajenemisvaihe päättyi hetkellä $t = 10^{-32}$ s, jolloin ensimmäiset hiukkaset (elektronit, neutriinot ja kvarkit) alkoivat muodostua, samoin kuin näiden antihiukkaset (positronit, antineutriinot ja antikvarkit)
- kun maailmankaikkeus oli noin yhden mikrosekunnin ikäinen, valtaosa kvarkeista ja antikvarkeista oli annihiloitunut eli muuttunut energiaksi

- kvarkkeja oli kuitenkin vähän enemmän (?) ja ne alkoivat muodostaa NUKLEONEJA eli protoneja ja neutroneja
- tässä vaiheessa maailmankaikkeus oli noin yhden sekunnin ikäinen ja sen lämpötila $T = 10^{10} \text{ K}$

Ytimet ja atomit syntyvät



- kun maailmankaikkeus oli muutaman minuutin ikäinen, se oli jäähtynyt ($T = 10^9$ K), joten protonit ja neutronit liikkuvat jo sen verran hitaasti, että ne pystyivät muodostamaan ytimiä
- syntyi ainakin deuteriumia, heliumia ja litiumia

- jäljelle jäi jonkin verran ylimääräisiä protoneja



- kaikkien muiden alkuaineiden ytimet ovat syntyneet paljon myöhemmin

- noin 400000 vuoden ikäisen maailman-
kaikkeuden lämpötila oli jo laskenut noin
3000 asteeseen

- rakenneosien lämpöliike oli jo sen verran
hidasta, että elektroneja alkoi sitoutua vety-,
helium- ja litiumionien ympärille eli alkoi
muodostua ensimmäisiä keveitä ATOMEJA

- maailmankaikkeuden aine muuttui
sähköisesti neutraaliksi ja läpinäkyväksi

- silloin syntynyt sähkömagneettinen säteily
havaitaan nykyisessä maailman-
kaikkeudessa 2,7 kelvinin taustasäteilynä

- kosminen taustasäteily havaittiin ensimmäisen kerran vuonna 1964
- havainto oli erittäin tärkeä todiste alkuräjähdyksestä
- uusimmat havainnot on tehty ESA:n Planck-luotaimella 2010-luvulla
- samalla on määritetty maailmankaikkeuden tarkka ikä ($13,77 \cdot 10^9$ a)

Tähtien ja galaksien synty

- ensimmäiset tähdet syntyivät gravitaation eli massojen vetovoiman vaikutuksesta noin 500 miljoonan vuoden kuluttua alkuräjähdyksestä
- nykyisin maailmankaikkeuden tähdet ovat hyvin eri-ikäisiä (miljoonista miljardeihin vuosiin)

Pimeä aine ja energia

- galaksien ja galaksiryhmien ympärillä on ilmeisesti ainetta, joka ei lähetä säteilyä eikä kerro millään lailla itsestään
- pimeän aineen olemassaolo voidaan päätellä niistä planeettojen ja tähtien liikeratojen häiriöistä, joita ei voida selittää pelkän gravitaation avulla
- alkuräjähdyksen seurauksena maailman-
kaikkeus laajenee
- laajeneminen on voimakkaampaa kuin galaksien massajakaumista voidaan päätellä
- pimeäksi energiaksi kutsutaan sellaista energiaa, jolla on tähtiin ja galakseihin vastakkainen vaikutus kuin gravitaatiolla:
- pimeä energia KIIHDYTTÄÄ maailman-
kaikkeuden laajenemista

Melkein kaikki on kateissa...

Maailman kaikkien aine ja energia

Lähde: Wikipedia

