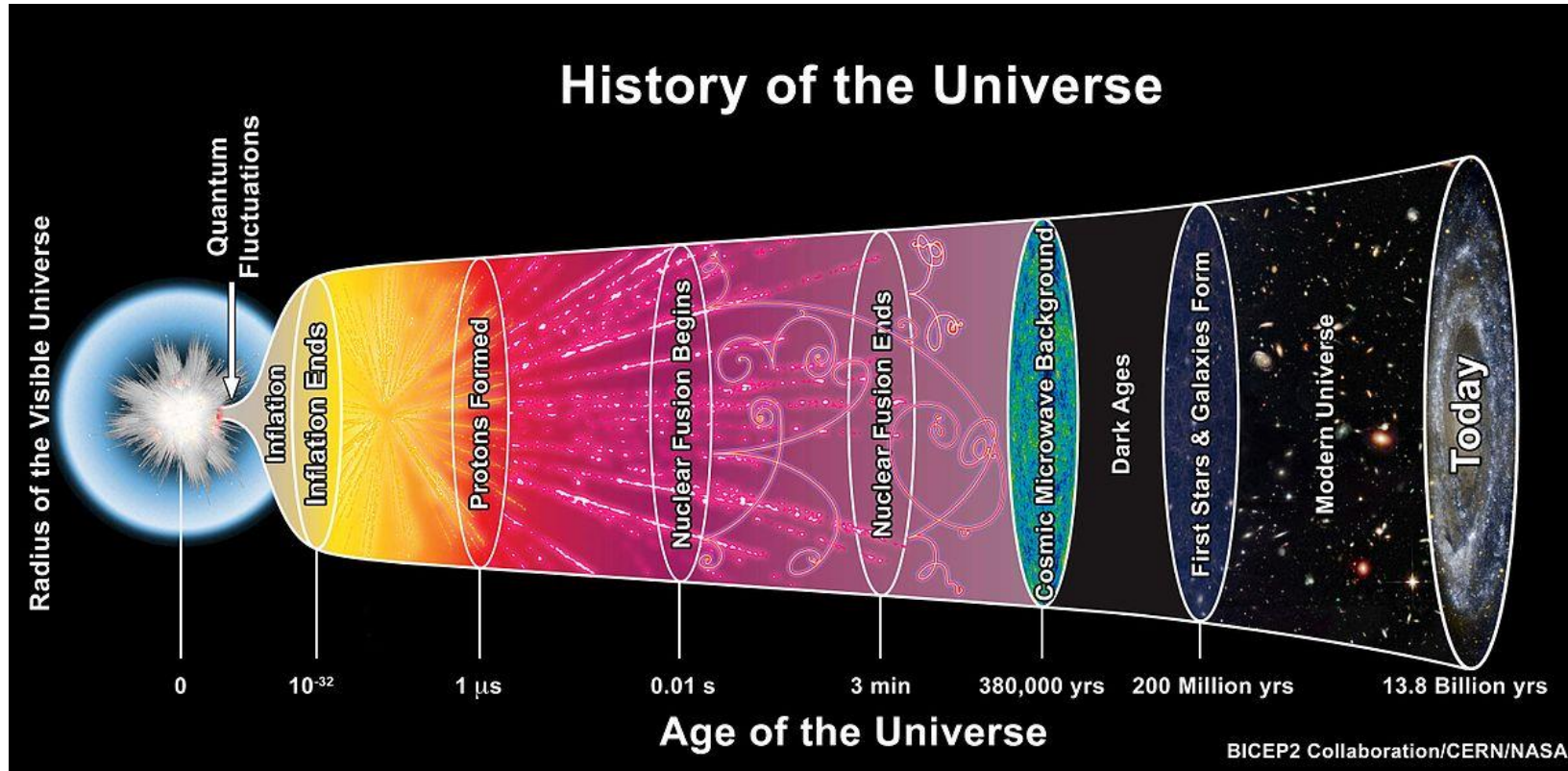


Alkuräjähdys



- Nykytiedon mukaan maailmankaikkeus sai alkunsa 13,8 miljardia vuotta sitten äärimmäisen tiheästä ja kuumasta alkuutilasta.
- Maailmankaikkeus laajeni ja jäähdyi nopeasti.
- Ensimmäiset alkeishiukkaset syntyivät ajanhetkellä 10^{-32} s.
- Muutaman minuutin ikäisen maailmankaikkeuden lämpötila oli n. miljardi astetta. Lämpötila oli laskenut riittävästi, jotta keveiden alkuaineiden (helium ja litium) ytimiä pystyi muodostumaan protoneista ja neutroneista. Jäljelle jäi silti selvästi eniten erillisiä protoneja eli vety-ytimiä.
- Kun maailmankaikkeus oli n. 380 000 vuotta vanha, elektronit pystyivät liittymään keveimpien alkuaineiden ytimiin ja ensimmäiset atomit muodostuivat.
- Atomien synnyttyä aine oli sähköisesti neutraalia ja sähkömagneettinen säteily (kuten valo) pääsi vihdoinkin etenemään vapaasti.
- Tältä ajalta on havaittavissa alkuräjähdyksen ”jälkihehku” *kosminen taustasäteily*.

Alkuräjähdysteorian todisteita

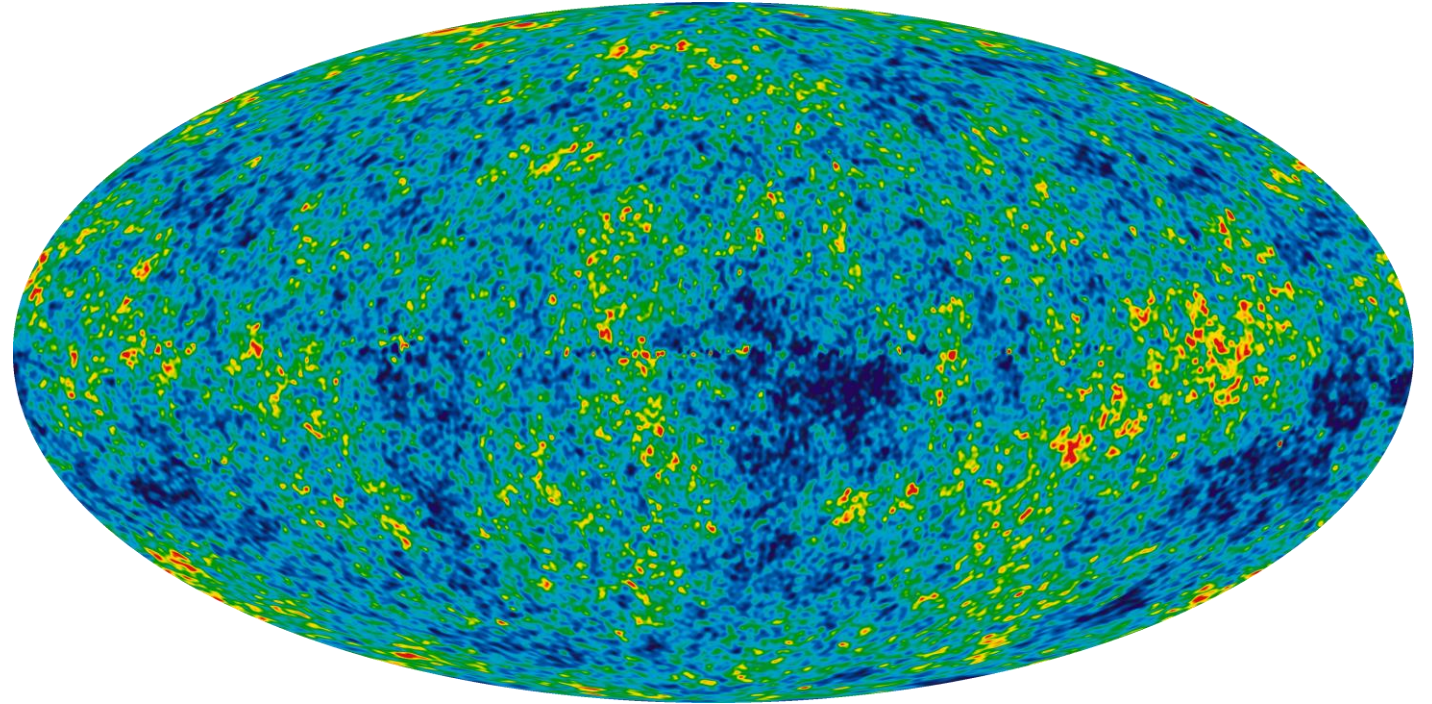
1. Kosminen taustasäteily

Kuva 380 000 vuotta vanhasta maailmankaikkeudesta!

Pienet lämpötilaerot johtuvat tiheyseroista varhaisessa maailmankaikkeudessa.

Gravitaation vaikutuksesta tiheimmille alueille kertyi lisää ainetta ja näin lopulta ensimmäiset tähdet ja galaksit syntyivät.

Lämpötila on nykyisin laskenut n. kolmeen kelvin-asteeseen (3 K). Säteily on havaittavissa mikroaaltojen taajuudella.



2. Maailmankaikkeuden laajeneminen

Kaikki etäällä toisistaan olevat galaksit loittonevat toisistaan. Tämä on havaittu tutkimalla tähtien lähettämää valoa (erityisesti niiden spektriviivoja).

Tähtien valo on siirtynyt kohti spektrin punaista päätä (Dopplerin ilmiö).



Galaksien havaittu loittonemisnopeus sitä suurempi, mitä kauempana galaksi on.



Hubblen laki:

Galaksin loittonemisnopeus on $v = H_0 \cdot d$, missä d on galaksin etäisyys ja

$H_0 = 22 \frac{\text{km/s}}{\text{Mly}}$ on Hubblen vakio. (ly = valovuosi)

Tähtien loittoneminen johtuu itse avaruuden laajenemisesta. Vastaavasti ilmapalloon piirretyt pisteet loittonevat toisistaan kun palloon puhalletaan lisää ilmaa.

3. Kevyiden alkuaineiden määrät maailmankaikkeudessa

Alkuräjähdysteoria ennustaa oikein kevyiden alkuaineiden ja niiden isotooppien suhteellisen määrän avaruudessa (ks. alkuräjähdyksen ydinsynteesi)

Merkittävimmät alkuaineiden
syntyprosessit varhaisessa
maailmankaikkeudessa:

