

Kosmos = maailmankaikkeus

Syntyy: **Big Bang**, alkuräjähdyks 13 820 000 000 v sitten

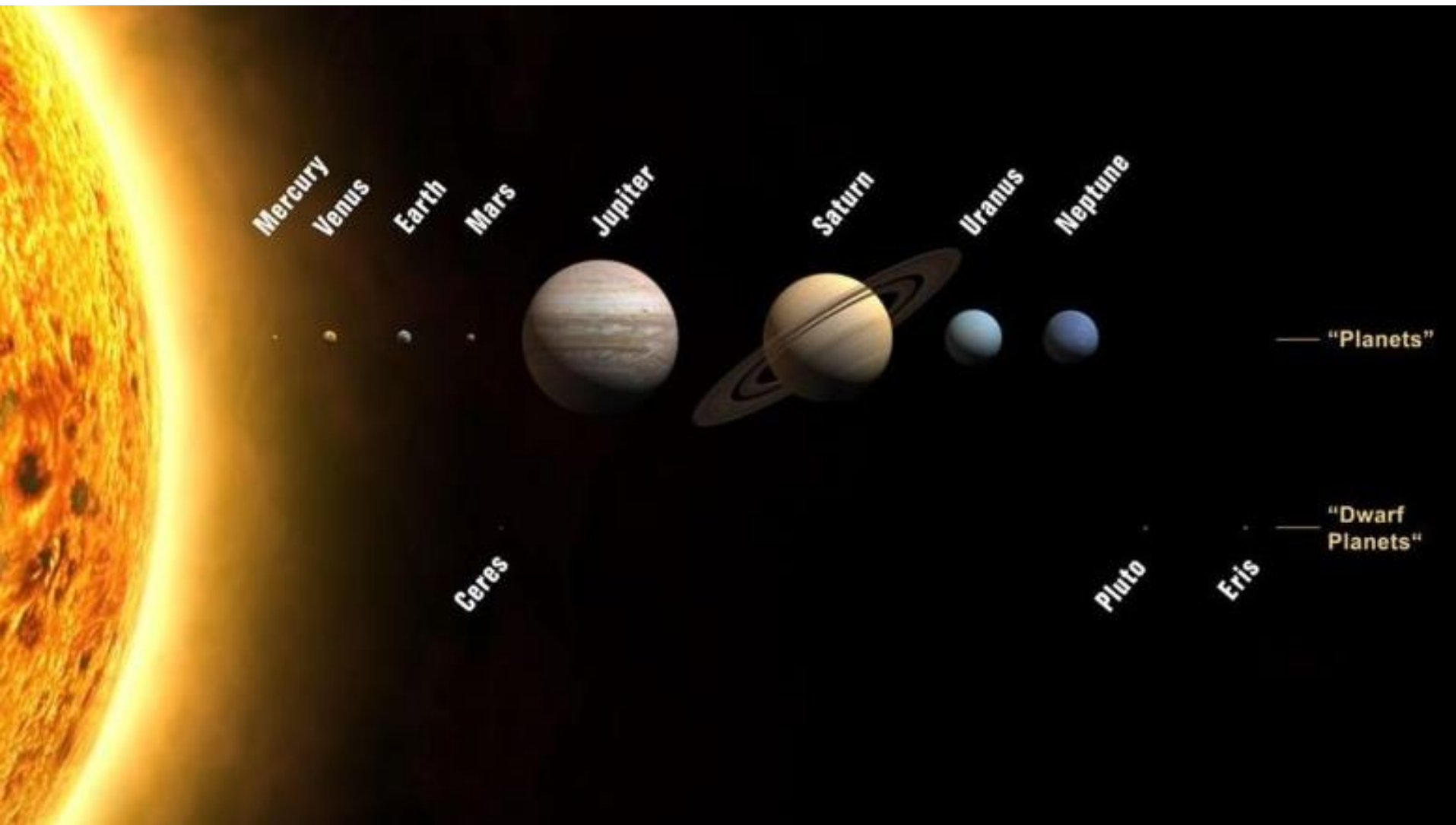
Koostumus:

- Pimeä energia $\frac{3}{4}$
- Pimeä aine $\frac{1}{4}$
- Näkyvä aine $\frac{1}{20}$:
 - vetyä $\frac{3}{4}$, heliumia $\frac{1}{4}$, pari prosenttia muita alkuaineita

Kosmologia on tiede, joka tutkii maailmankaikkeuden syntyä, rakennetta ja kehitystä



Aurinkokunta



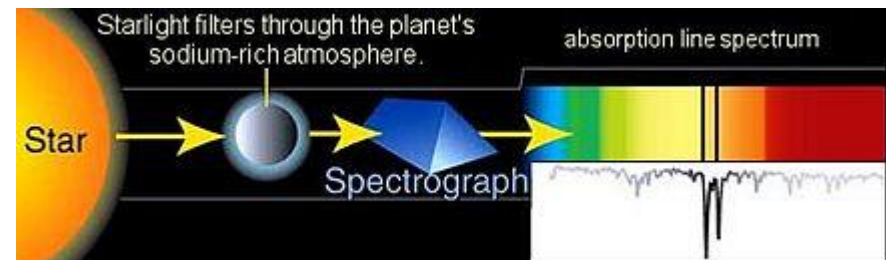
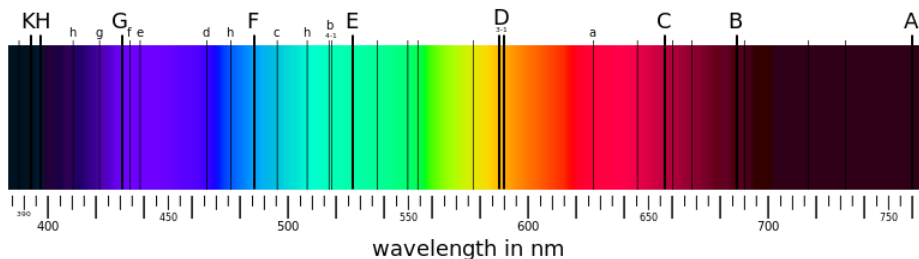
Aurinkokunta

- Aurinko = tavallinen tähti (halkaisija n. 1,4 milj. km)
- Planeetat:
 - Kiviplaneetat Merkurius, Venus, Maa, Mars
 - Kaasuplaneetat Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus
- Kuut: Kaasuplaneetoilla kymmenittäin kuita (Europa, Titan,...)
- Plutoidit
 - Neptunusta kauempana
 - Pluto, Eris,...
- Asteroidit: planeettaa pienempiä kappaleita
 - Asteroidivyöhyke Marsin ja Jupiterin välissä
- Meteoroidit
 - Asteroidia pienempiä kappaleita
 - Meteori = valoilmio ilmakehässä
 - Maasta voi löytyä meteoriitti
- Komeetat:
 - Jäätä, soraa, pölyä, epämääräisen muotoisia
 - Auringon lähellä jää sulaa => pöly ja vesi muodostaa hohtavan pyrstön
- Mittakaava:
 - 1AU (astronomical unit) = Auringon ja Maan etäisyys = 150 milj. km
 - Neptunus: n. 30 AU Auringosta



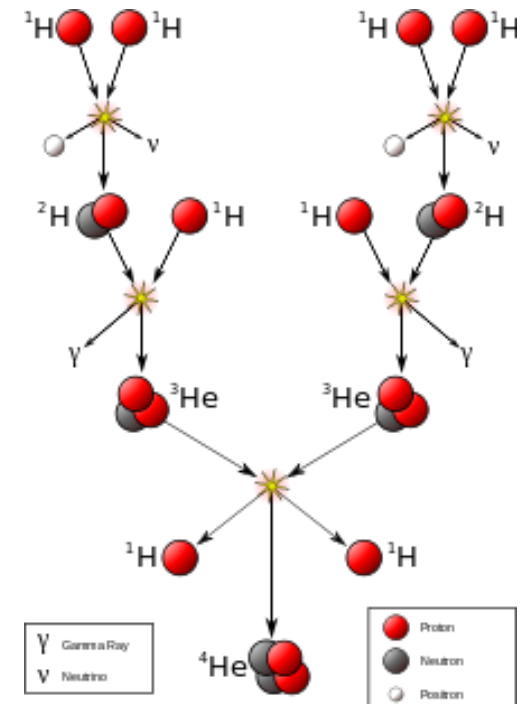
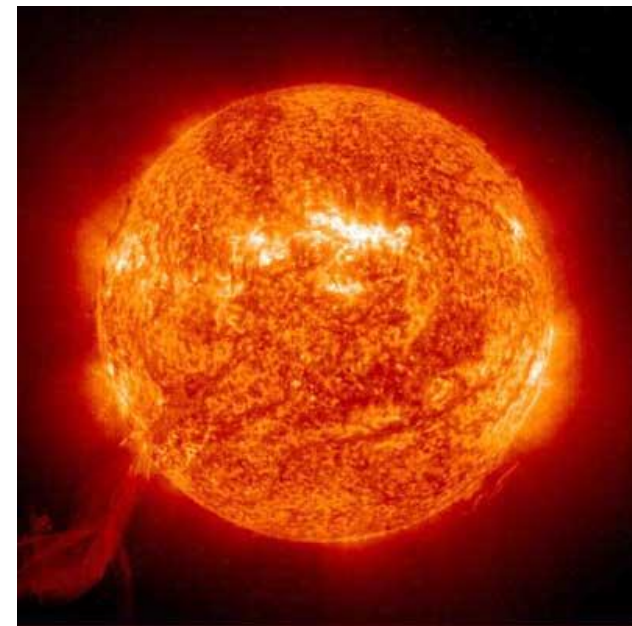
Muiden tähtien eksoplaneetat

- Planeetta, joka muun tähden kuin Auringon kiertolainen
- helmikuu 2014: 1700 löydetty
- Kepler-avaruusteleskooppi on havainnut yli 3 000 eksoplaneettaehdokasta
- Arvio: Linnunradassa 1,6 planeettaa / tähti
- Onko eksoplaneetoilla elämää?
- Spektroskooppinen tutkimus voi kertoa kaasukehän koostumuksesta:
 - tähden valon imeytyminen näkyy spektrissä pimeinä viivoina => esim. yhteyttämisen tuottama happi voidaan tunnistaa

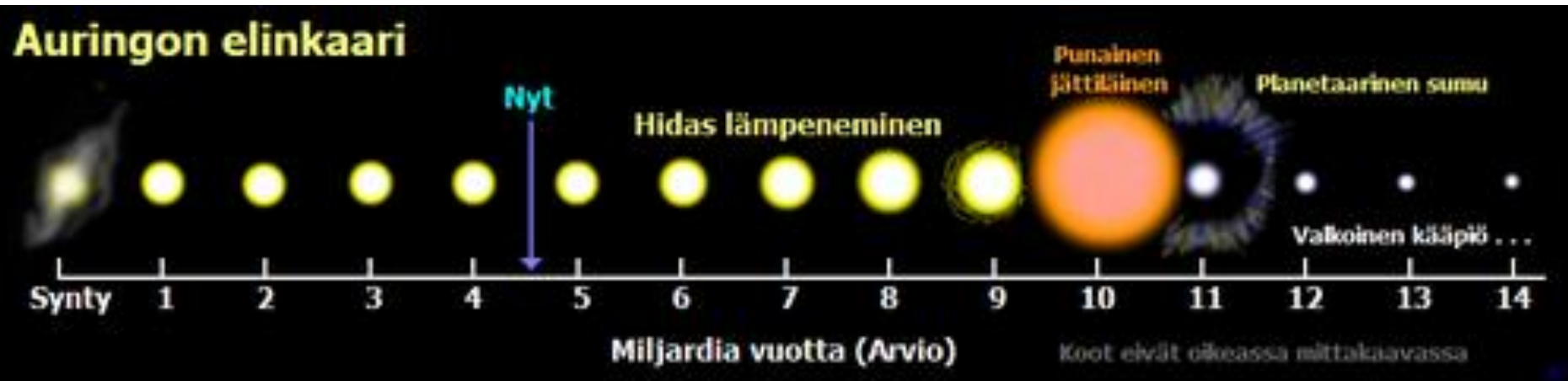


Tähdet ovat fuusioreaktoreita

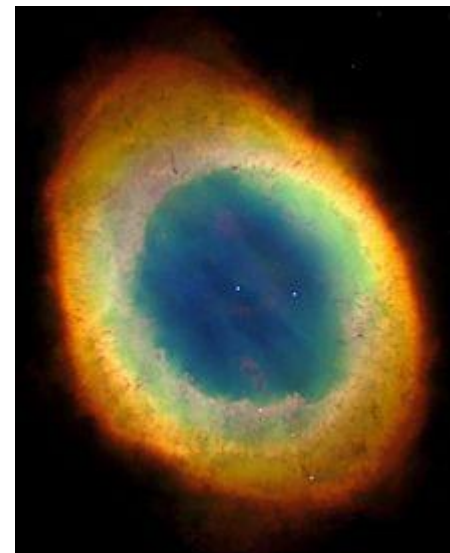
- Auringon sisäosissa lämpötila 15 milj. astetta (pinnalla 6000 astetta)
- Vety-ytimet yhdistyvät heliumiksi ja osa massasta muuttuu energiaksi:
$$E = mc^2$$
- Alkuräjähdyksessä syntyi vetyä, myös heliumia (ja litiumia)
- Kaikki raskaammat alkuaineet rautaan saakka syntyvät tähdissä (rautaa raskaammat tähden räjähtäessä [supernovana](#))
- Linnunradan tähdistä 4/5 [punaisia kääpiöitä](#) (huomattavasti Aurinkoa pienempiä)



Tähdellä on elinkaari



- Tähti syntyy kaasu- ja pölypilvestä gravitaation luhistamana
- Vanha tähti = punainen jättiläinen
- Kun "polttoaine" loppuu, viimeinen vaihe voi olla...
 - [Valkoinen kääpiö](#) + planetaarinen sumu
 - Supernovaräjähdyks => [Neutronitähti](#)
 - Supernovaräjähdyks => [Musta aukko](#)
- Auringon elinkaari:
 - n. 1 mrd vuoden kuluttua niin kuuma, että elämä Maanpinnalla uhattuna
 - N. 5 mrd vuoden kuluttua Merkurius ja Venus jäävät Auringon sisään, Maan pinta sulaa

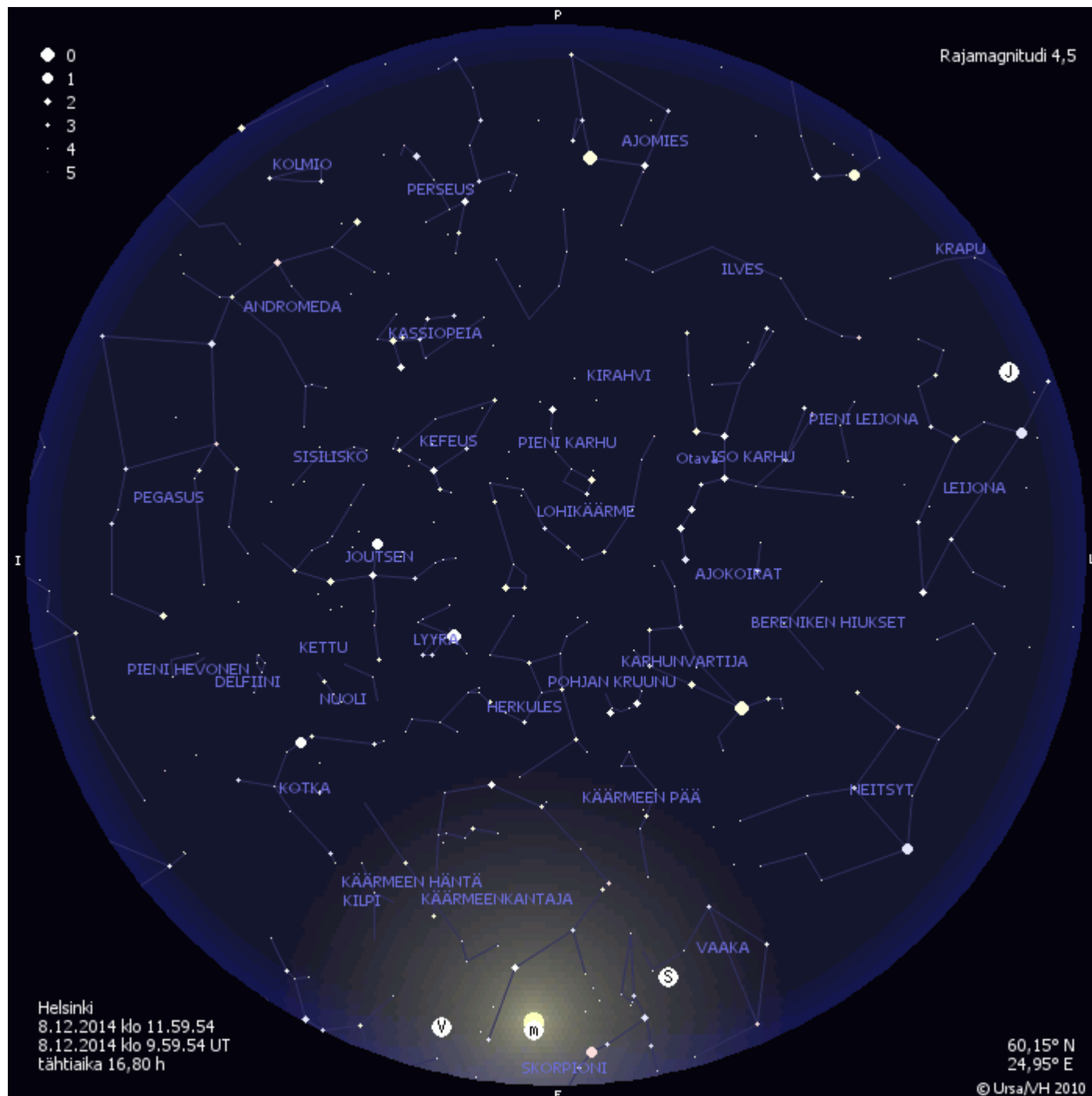


Linnunrata on galaksi

- Linnunradassa ainakin 100 mrd tähteä + planeetat yms. + kaasu + pöly + pimeä aine
- Halkaisija n. 100 000 valovuotta
- Tähdet kiertävät Linnunradan keskustaa
- Usein galaksin ytimessä on massiivinen musta aukko
 - kvasaari = kirkkaana loistava kaukaisen nuoren galaksi ydin; ainetta syöksyy sen keskustan mustaan aukkoon
- [Andromedan galaksiin](#) matkaa n. 2,5 milj. valovuotta
 - Oletko nähnyt sen?
 - Etsi [tähtikartasta](#) Andromedan tähtikuvio!

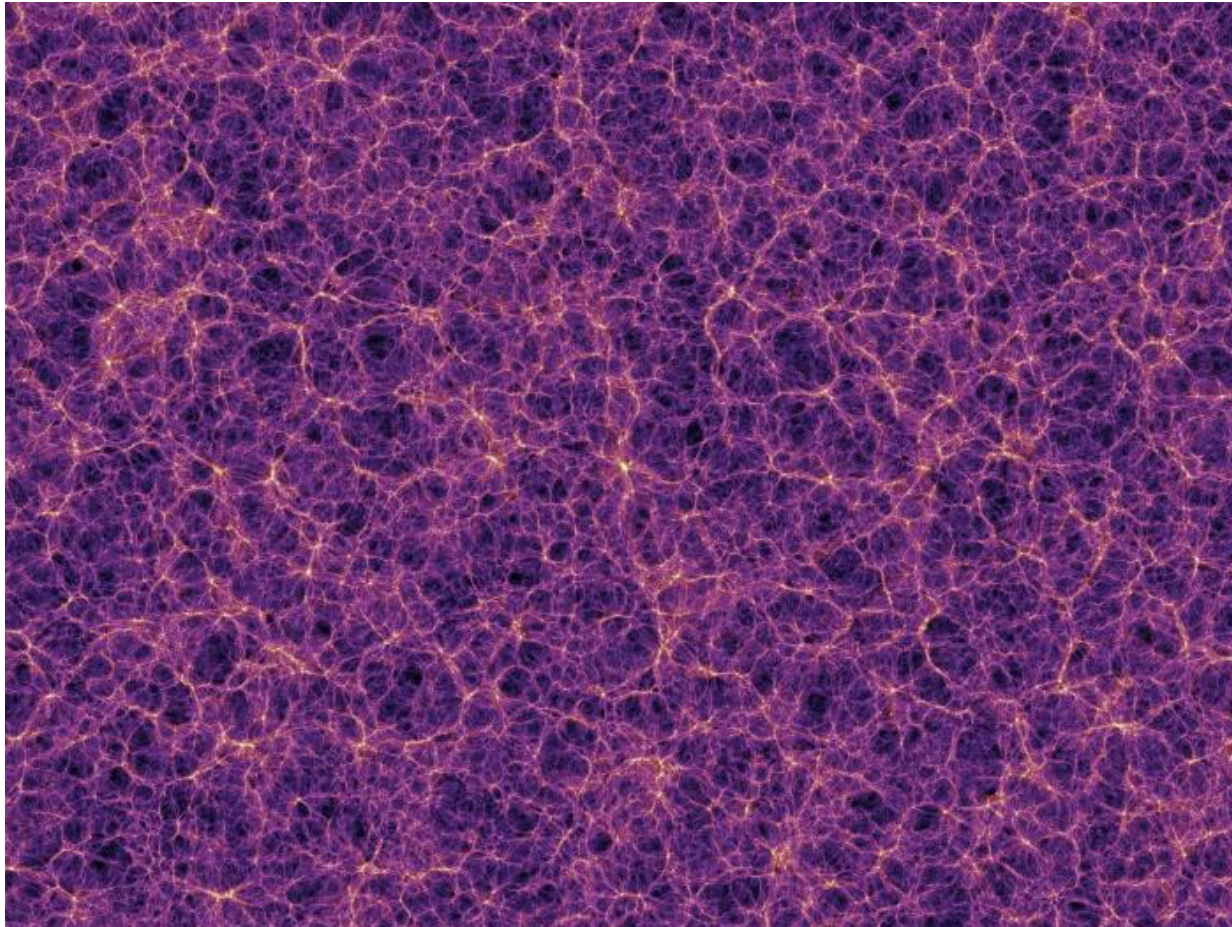


- Montako kilometriä on yksi valovuosi?

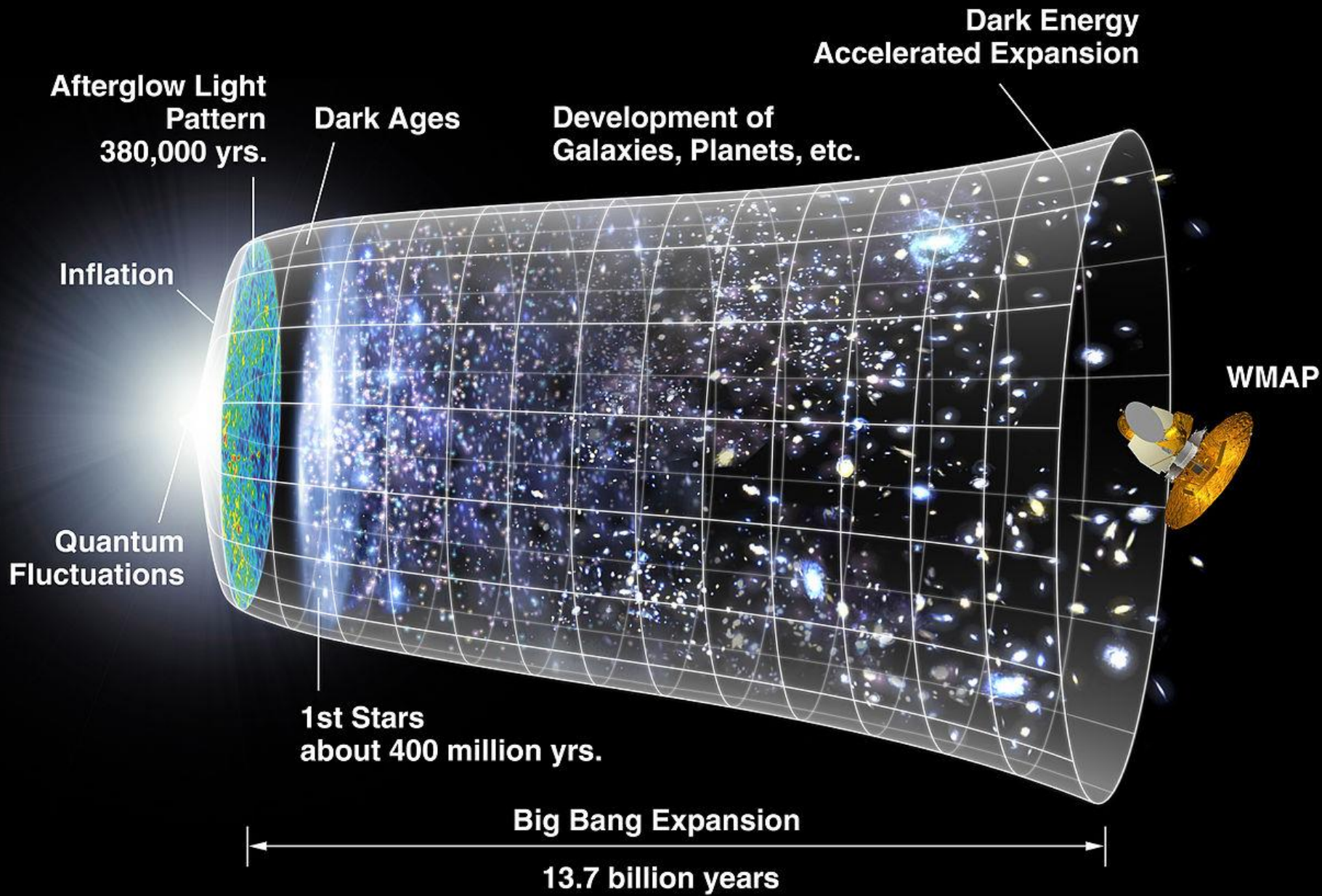


Galaksijoukot, superjoukot...

- Gravitaatio pitää koossa joukkoa
- Paikallinen ryhmä (n. 30 galaksia): Linnunrata, Andromedan galaksi, Kolmion galaksi, ...



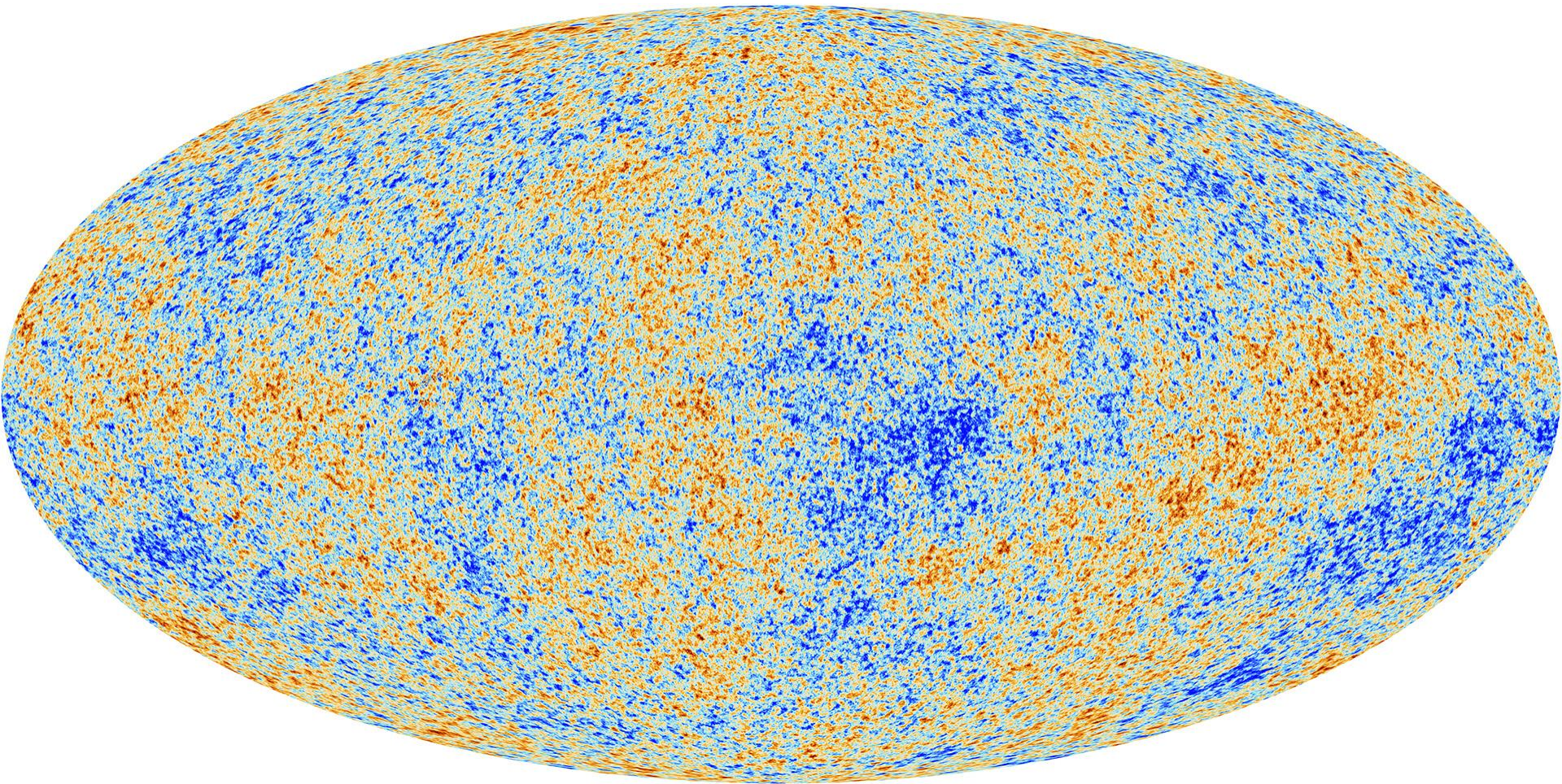
Alussa oli kvanttiheilahtelu ja kosminen inflaatio...



Alkuräjähdyksestä nykyhetkeen

- Syntyhetkellä kosmos laajeni hyvin nopeasti pienestä pisteestä (valon nopeutta nopeammin) = kosminen inflaatio
- 10^{-34} s: Kvarkkeja ja antikvarkkeja
- 10^{-10} s: Antikvarkit "tuhoutuivat" säteilyksi törmätessään kvarkkeihin
 - antikvarkkeja vähemmän kuin kvarkkeja, joita jäi jäljelle
 - Kvarkit muodostivat protoneja ja neutroneja
- 1s: Vety-, helium- ja litiumytimiä alkoi syntyä
 - Maailmankaikkeus laajenee, viilenee
- 380 000 v: Elektronit muodostivat ytimien kanssa atomeja
 - Laajeneminen jatkuu, lämpötila n. 3000 K (0K = -273 °C)
 - Säteily pääsee liikkumaan, kun vapaat elektronit eivät ole esteenä => kosminen taustasäteily
- 1 mrd v: Tähtiä alkaa syntyä gravitaation vaikutuksesta
 - Tähtien räjähtäessä supernovina niiden tuottamat raskaammat alkuaineet levisivät pölynä ympäristöön
 - Uudet tähdet ja planeettakunnat rakentuivat vedystä ja vanhojen tähtien jättämästä pölystä
- 9 mrd v: mm. Aurinko ja Maa syntyivät
- 13,8 mrd vuotta:
 - lämpötila n. 3 K (-273 °C); mitataan [taustasäteilyä](#) (ks. seuraava dia), joka syntyi 380 000 v ikäisessä maailmankaikkeudessa
 - Avaruuden laajetessa aallonpituus kasvoi => vastaa nykyään n. 3 K
 - Avaruus laajenee kiihtyvästi
 - Uusia tähtiä syntyy koko ajan
- Tulevaisuus?

Kartta avaruuden taustasäteilystä



- Planck-luotaimen v. 2013 kuvaama kartta hyvin pienistä lämpötilaeroista eri suunnissa maailmankaikkeudessa