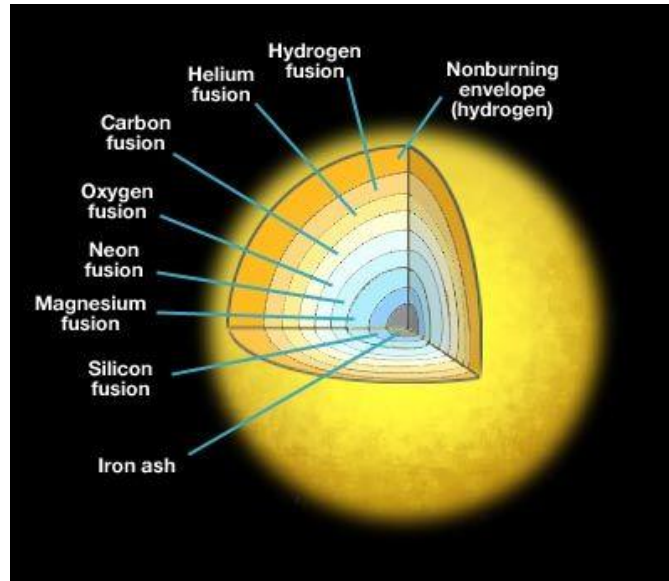


# Aine ja säteily

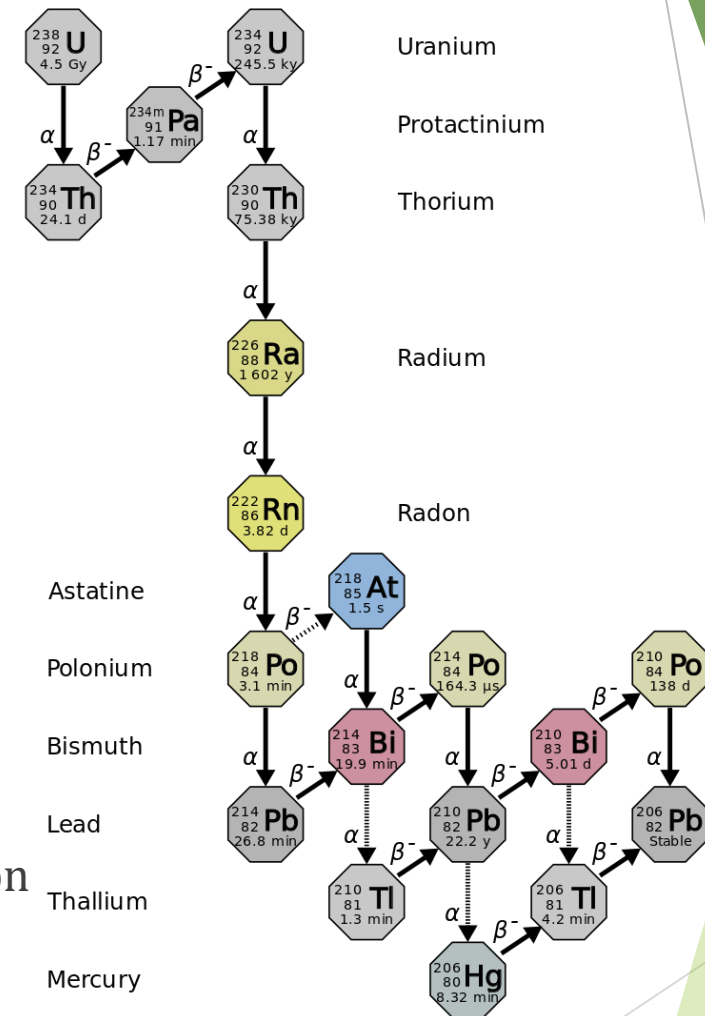
Alkuaineiden synty ja kosmologia

# Alkuaineiden synty

- ▶ Alkuräjähdyksen ensimmäisten minuuttien aikana muodostui ensimmäiset alkuaineiden ytimet (**vety~80%, helium~20%, pieni määrä litiumia**). Näitä raskaammat atomien ytimet pääsi muodostumaan vasta tähtien sytyttyä.
- ▶ Tähtien ytimissä korkea lämpötila ja paine mahdollistavat **fuusioreaktion**, jossa kevyet ytimet yhdistyvät raskaammiksi ytimiksi.
  - ▶ Tähtien ytimissä tämä reaktio voi tuottaa energiaa vain raudan fuusioon asti.



- ▶ Rautaa raskaammat alkuaineet muodostuvat tähtien loppuhetkillä supernovissa.
- ▶ Kun tähden polttoaine ytimessä loppuu, tähti voi räjähtää supernovana, josta vapautuva energia voi sitoutua rautaa raskaampien ytimien fuusioon.
- ▶ Tähtien lisäksi uusia alkuaineita muodostuu **radioaktiivisen hajoamisen** yhteydessä. Esimerkiksi uraani hajoaa useiden vaiheiden kautta lyijyksi, jolla on vakaa ydin.



# Kosmologia

- ▶ Kosmologiassa tutkitaan maailmankaikkeuden suuria rakenteita ja kehitystä.
- ▶ Jotta saisimme vihjeitä maailmankaikkeuden menneisyydestä, meidän on tarkkailtava hyvin kaukaisia kohteita.
  - ▶ Tämän vuoksi meidän on tiedettävä kohteiden etäisyydet.
    - ▶ Tässä me käytämme hyväksi niin sanottua kosmista tikapuumallia, jossa useiden menetelmän avulla voidaan määritellä kohteiden etäisyydet.

- ▶ **Parallaksin** avulla voidaan mitata lähimpien kohteiden etäisyys trigonometrian avulla.
- ▶ Joidenkin **muuttuvien tähtien** (esim. **kefeidien**) kirkkaus vaihtelee säännöllisesti. Tähdän suurin kirkkaus riippuu muutoksen taajuudesta. Tämän ansiosta tähden todellinen etäisyys voidaan laskea, kun mitataan sen näennäinen kirkkaus.
- ▶ Kaikkein kaukaisimpien kohteiden etäisyys voidaan mitata esim. **supernova 1a-tyyppin** avulla. Tällainen räjähdys voi olla kirkkaampi kuin emogalaksi yhteensä.

- ▶ Etäisyysmittausten perusteella on havaittu maailmankaikkeuden laajenevan kiihtyvällä nopeudella. Tämä havainto johti teoriaan **alkuräjähdyksestä**.
- ▶ Kosmologit ovat myös havainneet, että maailmankaikkeudessa on suuret määrät meille tuntematonta ainetta ja energiaa; **pimeää ainetta** ja **pimeää energiaa**.
  - ▶ Pimeä aine ja energia eivät liity toisiinsa, vaikka niiden nimestä voisi päätellä toisin.
    - ▶ Pimeä aine pitää galaksit kasassa painovoiman kautta
      - ▶ Pimeä aine ei tiettävästi reagoi meille tutun aineen kanssa muuten kuin painovoiman kautta
    - ▶ Pimeä energia kiihdyttää maailmankaikkeuden laajenemista.