

## Aineen rakenne II Harjoitus 13

kevät 2009

Posteritilaisuus tiistaina 5.5. klo 16 salissa E206.

IV periodin kurssipalaute on auennut ja avoinna 31.5. saakka laitoksen kotisivulla (osoite <https://elomake.helsinki.fi/lomakkeet/1926/lomake.html>).

- Radioaktiivisella näytteellä on aktiivisuus 115.0 kBq välittömästi sen reaktorissa muodostumisen jälkeen. 2 h 15 min myöhemmin mitattu aktiivisuus on 85.2 kBq.
  - Laske näytteen hajoamisnopeus (hajoamisvakio)  $\gamma$  ja puoliintumisaika.
  - Paljonko hajoavia ytimiä näytteessä oli alunperin?
- Radioaktiivista fluori-isotooppia  $^{18}\text{F}$  käytetään lääketieteessä kuvantamistarkoituksiin. Selvitä energetiikasta sen hajoamistapa.

Tätä nuklidia tuotetaan tuolla tien toisella puolella syklotronilla reaktiossa  $^{18}\text{O}(p, n)^{18}\text{F}$  vakionopeudella  $w = 6 \cdot 10^{10}$  ydintä sekunnissa. Mitä arvoa radionuklidien lukumäärä ja kokonaisaktiivisuus lähestyy? Miten pitkän ajan kestää saavuttaa 80% asymptoottisesta arvosta?  
 $M(^{18}\text{F}) = 18.000937$  u,  $M(^{18}\text{Ne}) = 18.005710$  u,  $\tau_{1/2}(^{18}\text{F}) = 110$  min.
- Radioaktiivisen  $^{14}\text{C}$ -isotoopin tuotto ja hajoaminen ovat luonnossa tasapainossa. Olkoon orgaanisessa aineessa tasapainotilassa  $^{14}\text{C}$ :n ja tavallisen  $^{12}\text{C}$ :n massojen suhde  $1,5 \cdot 10^{-12}$ . Osoita, että  $^{14}\text{C}$ -isotoopin hajoamisnopeus elävässä näytteessä on 1 hajoaminen/s jokaista 4 gramman hiilierää kohti. Mikä on Becquereleissa 80 kg painavan opiskelija NN:n radiohiilestä aiheutuva aktiivisuus, jos hänestä 20% on hiiltä? Millaisen säteilyannoksen hän vuosittain tästä lähteestä saa, jos oletetaan konservatiivisesti, että koko vapautuva energia absorboituu häneen?  
Vappuna itsensä kuoliaaksi juoneen NN:n muumio löydetään ja havaitaan, että sen hiilestä johtuva kokonaisaktiivisuus on 1 kBq. Mikä vuosi silloin on?
- Nuklidi  $^{223}\text{Ra}$  tunnetaan  $\alpha$ -säteilijänä. Siinä on kuitenkin havaittu toinenkin eksotoinen radioaktiivisen hajoamisen moodi, jossa emittoituu  $^{14}\text{C}$ -ytimiä. Siis kaksi hajontakanavaa ovat  $^{223}\text{Ra} \rightarrow ^{219}\text{Rn} + ^4\text{He}$  ja  $^{223}\text{Ra} \rightarrow ^{209}\text{Pb} + ^{14}\text{C}$ , missä edellinen dominoi tekijällä  $10^9$ . Laske reaktiotuotteiden liike-energiat kullekin reaktiotuotteelle, kun emoydin on levossa. Liitteestä puuttuville massoille voit käyttää  $M(^{209}\text{Pb}) = 208.981080$  u ja  $M(^{219}\text{Rn}) = 219.009485$  u. (BM 15-10)
- Reaktiossa  $^{27}\text{Al}(\alpha, p)^{30}\text{Si}$  havaitaan resonansseja  $\alpha$ -energioilla 3.95, 4.84 ja 6.57 MeV. Laske kutakin resonanssienergiaa vastaavan väliydintilan viritysentergia. Millä  $^{30}\text{Si}$ -kohtioon tulevien protonien energioilla nämä resonanssit esiintyisivät? (~BM 15-25)