

Palautus ke 22.11. klo 22:00 mennessä, ks. tarkemmat ohjeet Moodlesta.

1. Laske sidosenergia  $E_B$  ja sidosenergia per nukleoni  $E_B/A$  ytimille  $^{208}\text{Pb}$  ja  $^{133}\text{Cs}$ .
2. Laske  $^{234}\text{U}$  hajoamisessa syntyvän  $\alpha$ -hiukkasen kineettinen energia. Perustelee, voidaanko tilannetta tarkastella epärelativistesella rajalla, eli  $E_{\text{kin}} = |\mathbf{p}|^2/2M_\alpha$  käyttäen.
3. Radioaktiivisen hajoamisketjun tuloksena  $^{232}_{90}\text{Th}$  hajoaa  $^{208}_{82}\text{Pb}$ -ytimiksi.
  - a) Kuinka monta  $\alpha$ -hajoamista ketju sisältää?
  - b) Kuinka monta  $\beta$ -hajoamista ketju sisältää?
  - c) Lakse hajoamisketjussa vapautuva energia  $Q$ .
4. Karussa pohjolassa, Hämeen sydämessä viimeisten pirkkalaisten kohtaaminen nokialaisen rosvojoukon kanssa päättyy lyhyen, mutta epätasaisen taistelun jälkeen nälän uuvuttamien pirkkalaisten tappioon. Arkeologisissa kaivauksissa paikalta löytyy pirkkalaisen puunuijan kappale, jonka  $^{14}\text{C}$ -aktiivisuudeksi mitataan 0.152 Bq. Samankokoisen, vasta kaadetusta puusta irrotetun kappaleen aktiivisuus on 0.207 Bq. Arvioi urheiden pirkkalaisten, noiden vekkulien velikultien, tappion ajankohtaa, kun  $^{14}\text{C}$ -isotoopin puoliintumisaika on  $\tau_{1/2} = 5730$  vuotta.
5. Tsernobylin ydinvoimalaonnettomuuden seurauksena Suomeen kantautui huhtikuussa 1986 radioaktiivisia aineita. Laskeuma sisälsi mm. Cesium-137 -isotooppia, jonka puoliintumisaika on  $\tau_{1/2} = 30.23$  vuotta. Lounais-Hämeen metsäkulmilta kerätyn suppilovahveronäytteen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuus vuonna 2008 oli 600 Bq/kg. Arvioi vastaavan näytteen  $^{137}\text{Cs}$ -pitoisuutta heti onnettomuuden jälkeen ja nykyhetkellä.

Atomimassojen taulukkoarvoja:

$$\begin{aligned}M(^1\text{H}) &= 1.0078250 \text{ u} \\M(^4\text{He}) &= 4.002603 \text{ u} \\M(^{133}\text{Cs}) &= 132.905452 \text{ u} \\M(^{208}\text{Pb}) &= 207.976652 \text{ u} \\M(^{230}\text{Th}) &= 230.033132 \text{ u} \\M(^{232}\text{Th}) &= 232.038054 \text{ u} \\M(^{234}\text{U}) &= 234.040950 \text{ u}\end{aligned}$$