

## Løsningsforslag, FYS 1010 regneoppgave, obligatorisk innlevering 2017.

### Oppgave 1

- a) Antall I-131 atomer per m<sup>2</sup>:

$$N_{sp} = \frac{N_A \cdot \frac{1\text{g}}{131\text{g}}}{4\pi R^2} = \frac{6.022 \cdot 10^{23}}{131 \cdot 4\pi \cdot (6370 \cdot 10^3\text{m})^2} = 9.0153 \cdot 10^6$$

Spesifikk aktivitet er:

$$A_{sp} = \lambda_F \cdot N_{sp} = \frac{\ln 2}{t_F} \cdot N_{sp} = \frac{\ln 2 \cdot 9.0153 \cdot 10^6}{8.02 \cdot 24 \cdot 3600\text{s}} \approx \underline{\underline{9.0 \text{ Bq/m}^2}}$$

- b)  $9.0 \text{ Bq/m}^2 > 1.0 \text{ Bq/m}^2$  og det er derfor mulig å måle aktiviteten beregnet i a).
- c) Germanium-tellere registrerer fotonenergier. Hver isotop har sitt bestemte gamma-energispektrum. Denne tellertypen kan derfor skille forskjellige isotoper fra hverandre.

### Oppgave 2

- a) Bi-210 desintegrerer til Po-210 i uran-radium-serien .
- b) Aktiviteten til 2 liter vann er  $A_0 = 2 \text{ l} \cdot 15 \cdot 10^{-12} \cdot 3.7 \cdot \frac{10^{10}\text{Bq}}{\text{l}} = 1.11 \text{ Bq}$

Effektiv halveringstid:

$$t_{eff} = \frac{t_F \cdot t_B}{t_F + t_B} = \frac{138 \cdot 50}{138 + 50} \text{ d} = 36.70 \text{ d}$$

Antall desintegrasjoner i kroppen etter inntak av 2 l:

$$x = \frac{A_0}{\lambda_{eff}} = \frac{A_0}{\ln 2} \cdot t_{eff} = \frac{1.11 \text{ Bq}}{\ln 2} \cdot 26.70 \cdot 24 \cdot 3600\text{s} = 5.036 \cdot 10^6$$

Antall desintegrasjoner ved 1 års vanninntak:  $365 \cdot x = 1.838 \cdot 10^9$

$$\text{Absorbert dose I kroppen: } D = \frac{1.838 \cdot 10^9 \cdot 5.3 \cdot 10^6 \text{ eV} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}}}{75 \text{ kg}} = 2.078 \cdot 10^{-5} \text{ Gy}$$

$$\text{Effektiv dose: } H_E = D \cdot W_R = 2.078 \cdot 10^{-5} \cdot 20 \text{ Sv} \approx$$

0.42 mSv.

- c) Fra b) har vi at aktiviteten til 2 liter vann er 1.11 Bq. I løpet av ett år inntas 730 liter som har aktivitet  $A_{\text{år}} = 1.11 \cdot 365 \text{ Bq} = 405.15 \text{ Bq}$ .

Antall Po-atomer i ett års vanninntak:

$$N_{\text{år}} = \frac{A_{\text{år}}}{\lambda_F} = \frac{A_{\text{år}}}{\ln 2} \cdot t_F = \frac{405.15 \text{ Bq}}{\ln 2} \cdot 138 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} \approx 6.969 \cdot 10^9$$

Massen til Po-210 I vannet som inntas I ett år:

$$\frac{N_{\text{år}}}{N_{\text{år}}} \cdot 210 \text{ g} \approx \underline{2.4 \cdot 10^{-12} \text{ g}}$$

- d) Antall Po-210 som desintegrerer i kroppen i ett år:  $N_{\text{des}} = \frac{A_{\text{år}}}{\lambda_{\text{eff}}} = \frac{A_{\text{år}}}{\ln 2} \cdot t_{\text{eff}}$

Antall Po-210 som skilles ut av kroppen i ett år:

$$\Delta N = N_{\text{år}} - N_{\text{des}} = 6.969 \cdot 10^9 - \frac{405.15 \text{ Bq}}{\ln 2} \cdot 36.70 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 5.115 \cdot 10^9$$

$$\text{Massen av } \Delta N \text{ er: } 5.115 \cdot 10^9 \cdot \frac{210 \text{ g}}{N_A} \approx \underline{1.8 \cdot 10^{-12} \text{ g}}$$

### Oppgave 3

La  $N_0^{235}$  og  $N_0^{238}$  være antall radioaktive atomer for henholdsvis U-235 og U-238 for 4.5 milliarder år siden. La videre antall radioaktive atomer i dag være  $N^{235}$  og  $N^{238}$ . Da er  $N^{235}/N^{238} = 0.72\%$ . Vi ønsker å finne  $N^{235}/N^{238}$ .

$$\frac{N^{235}}{N^{238}} = \frac{N_0^{235} \cdot e^{-\lambda_{235} \cdot t}}{N_0^{238} \cdot e^{-\lambda_{238} \cdot t}}$$

$$\frac{N_0^{235}}{N_0^{238}} = \frac{N^{235}}{N^{238}} \cdot \frac{e^{\lambda_{238} \cdot t}}{e^{\lambda_{235} \cdot t}} = 0.72\% \cdot \frac{e^{\frac{\ln 2}{4.45} \cdot 4.5}}{e^{\frac{\ln 2}{0.704} \cdot 4.5}} =$$

30.0%

I oppgaven står det at andelen U235 er 0.72% i dag. Skal man være helt eksakt betyr dette at

$$\frac{N^{235}}{N^{235} + N^{238}} = 0.72\%$$

Dette kan skrives som:

$$\frac{\frac{N^{235}}{N^{238}}}{\frac{N^{235}}{N^{238}} + \frac{N^{238}}{N^{235}}} = 0.72\%$$

Dette gir

$$\frac{N^{235}}{N^{238}} = \frac{0.0072}{1 - 0.0072}$$

som gir

$$\frac{N^{235}}{N^{238}} = 0.725\%$$

Vi får da:  $\frac{N_0^{235}}{N_0^{238}} = 30.2\%$  (omtrent det samme som over).