

FYS 1010 Oppgavesett 2 Fasit

Oppgave 1

Vi har at $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$. Vi skal først finne desintegrasjonskonstanten λ . Når vi har funnet λ kan vi finne $t_{1/2}$.

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

$$\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\ln \frac{A}{A_0} = -\lambda \cdot t$$

$$\ln \frac{A_0}{A} = \lambda \cdot t$$

$$\lambda = \frac{\ln(A_0/A)}{t} = \frac{\ln(5.22 \cdot 10^6 / 2.16 \cdot 10^6)}{2715 \text{ min}} = \underline{\underline{3.250 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}}} = \underline{\underline{5.417 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}}}$$

Halveringstiden:

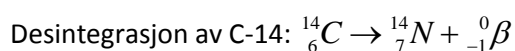
$$\underline{\underline{t_{1/2}}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{3.250 \cdot 10^{-4} \text{ min}^{-1}} = \underline{\underline{2132 \text{ min} \approx 35.6 \text{ timer}}}$$

Oppgave 2

Sammenhengen mellom aktiviteten, A, og antall radioaktive atomer, N er $A = \lambda \cdot N$, der λ er desintegrasjonskonstanten.

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A}{\ln 2/t_{1/2}} = \frac{1 \text{ Bq}}{\ln 2/(5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})} = \underline{\underline{2.6 \cdot 10^{11}}}$$

Oppgave 3



- a) Siden konsentrasjonen av C-12 er konstant, vil også forholdet C-14/C-12 avta med tiden slik:

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ der N er C-14/C-12 ved tiden t, og N_0 er C-14/C-12 ved tiden $t = 0$.

$$N = \frac{1}{10^{12}} \cdot e^{-\lambda \cdot t} = \frac{1}{10^{12}} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5730} \cdot 1800} = \underline{\underline{0.8/10^{12}}}$$

Oppgave 4

- Fotoelektrisk effekt (< 100 keV)
- Compton-effekt (100 keV – 10 MeV)
- Pardannelse (> 10 MeV)

Oppgave 5

- I er intensiteten ved dybde x. I_0 er intensiteten ved dybde $x = 0$. μ er absorpsjonskoeffisienten ($\mu = \mu_{\text{fotoelektr}} + \mu_{\text{compton}} + \mu_{\text{pardannelse}}$)
- Tykkelsen av et medium som skal til for å halvere intensiteten, dvs $I = I_0/2$
- Vi bruker Beer-Lamberts lov til å finne absorpsjonskoeffisienten

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu \cdot x}$$

$$\frac{0.2 \cdot I_0}{I_0} = e^{-\mu \cdot x}$$

$$\ln 0.2 = -\mu \cdot x$$

$$\mu = \frac{\ln 0.2}{-x} = \frac{\ln 0.2}{-0.84 \text{ mm}} = 1.92 \text{ mm}^{-1}$$

Halveringstykkelsen er (tilsvarende sammenheng som desintegrasjonskonstant og halveringstid):

$$x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1.92 \text{ mm}^{-1}} = \underline{\underline{0.36 \text{ mm}}}$$

Oppgave 8

Den totale effektive dose er $\sum D \cdot w_R \cdot v_o$, der w_R er strålingsvektfaktorene og v_o er organvektfaktorene. Verdiene på disse faktorene finnes i læreboka.

Total effektiv dose er:

$$5 \text{ mGy} \cdot 20 \cdot 0.12 + 100 \text{ mGy} \cdot 1 \cdot 0.05 + 16 \text{ mGy} \cdot 1 \cdot 1 + 16 \text{ mGy} \cdot 1 \cdot 1 = \underline{\underline{33 \text{ mSv}}}$$

Oppgave 9

a) Massedefekten, Δm , er forskjellen i masse før og etter reaksjonen. Massedefekten i gram pr. mol U-235 er:

$$\Delta m = m(U) - m(Sr) - m(Cs) - m(n) - m(4e) = (234.9934 - 89.8869 - 143.8817 - 1.00867 - 4 \cdot 0.00055) \text{ g} = \underline{\underline{0.2139 \text{ g}}}$$

Merk at hvis atommassen til et grunnstoff er X_u (der u er den atomære masseenheden) er massen til et mol av stoffet X gram.

b) Kjernemassen til 1 mol U-235 er 234.9934 g.

Massedefekten i gram pr. gram U-235 er $0.2139 \text{ g} / 234.9934 \text{ g U-235} = 9.102 \cdot 10^{-4} \text{ g/g U-235}$

c) Fisjonsenergen når 1 gram U-235 fisjonerer er:

$$\Delta m \cdot c^2 = 9.102 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot (3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 9.102 \cdot 10^{-7} \text{ kg} \cdot (3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = \underline{\underline{8.19 \cdot 10^{10} \text{ J}}}$$

Oppgave 10

Ved tiden $t = 0$ er aktiviteten A_0 . Når det har gått en halveringstid, $t_{1/2}$, er aktiviteten redusert til det halve, dvs. $A = \frac{A_0}{2}$.

Da er

$$\frac{A_0}{2} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$$
$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot t_{1/2}}$$

$$-\ln 2 = -\lambda \cdot t_{1/2}$$

$$\underline{\underline{t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}}}$$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = A_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t} = A_0 \cdot (e^{-\ln 2})^{\frac{t}{t_{1/2}}} = \underline{\underline{A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}}}$$