

## FYS 1010 Oppgavesett 3

### Oppgave 7

Massen til rent karbon i trebiten er  $2\text{g} \cdot 0.44 = 0.88\text{g}$

Aktiviteten til 1 g rent karbon i trebiten er  $A = \frac{11.8 \text{ desint/min}}{0.88} = 13.409 \text{ desint/min}$

Trebitens alder kan finnes fra

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

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

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

Trebitens alder er :  $t = \frac{\ln(A/A_0)}{-\lambda} = \frac{\ln(A/A_0)}{-\ln 2} \cdot t_{1/2} = \frac{\ln(13.409/15.4)}{-\ln 2} \cdot 5730 \text{ år} \approx \underline{\underline{1140 \text{ år}}}$

### Oppgave 8

a) Vis at "strålingsintensiteten" ved vindusglasset tilsvarer ca  $1.59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2$ .

Strålingen skal fordele seg utover en kuleflate med radius 1.0 m.

Strålekilden er i vakuum, følgelig er det ingen reduksjon i intensitet før strålingen treffer vinduet.

$$\text{Areal av kuleskall} = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 4 \cdot \pi \cdot (1.0 \text{ m})^2 = 12.566 \text{ m}^2 \approx 12.57 \text{ m}^2$$

Strålingen fordeles utover og strålingsintensiteten ved kuleskallet blir

$$I = 2.00 \cdot 10^{15} \text{ Bq} / 12.566 \text{ m}^2 = 1.59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2 \approx \underline{\underline{1.59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2}}$$

b) Vis at den absorberte dosen i kjøttstykket etter 15 minutters bestrålingstid er 2.26 kGy?

Vi finner først andelen av strålingen som treffer vinduet:

$$\text{Areal av vindu} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (0.05 \text{ m})^2 = \underline{\underline{7.85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2}}$$

$$\text{Andel stråling som treffer vinduet} = 1.59 \cdot 10^{14} \text{ Bq/m}^2 \cdot 7.85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = \underline{\underline{1.25 \cdot 10^{12} \text{ Bq}}}$$

$$\text{Energiavgivelse pr Bq, dvs pr desintegrasjon: } E = (1.173 + 1.333) \text{ MeV} = \underline{\underline{2.506 \text{ MeV}}}$$

Strålingen fra en kilde på  $1.25 \cdot 10^{12}$  Bq blir således:

$$2.506 \text{ MeV} \cdot 1.25 \cdot 10^{12} \text{ Bq} = 3.13 \cdot 10^{12} \text{ MeV/s}$$

$$\text{Absorbert energi} = \text{intensitet} \cdot \text{tid} = (3.13 \cdot 10^{12} \text{ MeV/s}) \cdot (15 \cdot 60) \text{ s} = 2.82 \cdot 10^{15} \text{ MeV}$$

Gjør om energien til Joule:

$$\text{Absorbert energi} = 2.82 \cdot 10^{21} \text{ eV} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 451.2 \text{ J}$$

Dose = absorbert energi / masse

$$\text{Absorbert dose etter 15 min: } 451.2 \text{ J} / 0.2 \text{ kg} \approx \underline{\underline{2.26 \text{ kGy}}}$$

**c) Er denne dosen tilstrekkelig? Begrunn svaret.**

Generelt sett nei. De fleste bakterier, mikrober, parasitter, etc krever doser godt over 1 kGy for å bli eliminert.

**d) Vil en person som spiser det bestrålte kjøttstykket få en ekstra stråledose som følge av dette måltidet? Begrunn svaret.**

Nei. Matvarene blir ikke radioaktive ved bestråling, følgelig vil ikke den som spiser den bestrålte matvaren få i seg noen ekstra radioaktive isotoper, og følgelig heller ikke motta noen ekstra stråledose.

**e) Hvorfor benyttes  $\gamma$ -stråling og ikke  $\alpha$ -,  $\beta$ - eller nøytroner til bestråling av matvarer?**

Hverken  $\alpha$  eller  $\beta$  har tilstrekkelig rekkevidde. Bestråling med nøytroner vil gi innfangning av nøytroner, hvilket igjen kan føre til nøytronaktivering, dvs dannelse av nye isotoper. Dersom disse er radioaktive vil det induseres radioaktivitet i maten og det er **ikke** ønskelig.

**f)  $\gamma$ -stråling vekselvirker med materie via ulike vekselvirkningsmekanismer. Hvilke vekselvirkningsmekanisme(r) vil være viktigst for  $\gamma$ -strålingen fra Co-60 kilden?**

Co-60 kilden avgir  $\gamma$ -stråling med en snittenergi på 1.25 MeV. I dette energiområdet er det Compton effekt som er den dominerende vekselvirkningsmekanismen. Pardannelse kan også forekomme i noen få tilfeller ettersom  $\gamma$ -strålingen har energi på over 1.022 MeV ( $2 \cdot 0.511$  MeV).

**g) Hvilken dose rate ville kjøttstykket bestråles med dersom vinduet med kjøttstykket var plassert 3.00 m fra Co-60 kilden?**

Doseraten 1.0 m fra kilden:  $2.26 \text{ kGy} / 15 \text{ min} \approx 150.67 \text{ Gy/min}$

Doserate 3.0 m fra kilden:  $150.67 \text{ Gy/min} \cdot (1.0 \text{ m} / 3.0 \text{ m})^2 \approx$

$\approx 16.7 \text{ Gy/min} \approx \underline{0.28 \text{ Gy/s}}$

**h) Co-60 emitterer også  $\beta$ -stråling. Hvilken effekt har dette på kjøttstykket? Begrunn svaret.**

$\beta$ -stråling har svært kort rekkevidde og vil uansett ikke trenge langt inn i kjøttstykket. Dessuten vil vindusmaterialet effektivt stanse elektronene.