

Løsningsforslag, BIT 390 – Energifysikk høsten 2011

Oppgavesett 10 til 3/11 2011

OPPGAVE 30:

- a) Siden strålingsvektfaktoren  $w_S = 1$  for røntgen (tabell 7.2), er  $D = H_T/w_S = 0.40$  mGy. Samlet energi blir da  $E_T = mD = 0.48$  mJ.
- b) Vi har  $1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Sv}$  og  $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy}$ , så  $H_T = 40 \text{ mrem} = 0.040 \text{ rem}$  og  $D = 40 \text{ mrad} = 0.040 \text{ rad}$ .
- c) Av tabell (A.1) og  $1 \text{ keV} = 0.001 \text{ MeV}$  har vi antall fotoner som:

$$n = \frac{E_T}{E_\gamma} = \frac{mD}{E_\gamma} = \frac{1.2 \cdot 4.0 \cdot 10^{-4}}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 1.602 \cdot 10^{-13}} = 6.0 \cdot 10^{10}.$$

- d) Av tabell 7.2 ser vi at  $w_S = 20$  for alfapartikler. Med samme  $H_T$  gir dette  $D = H_T/w_S = 0.02$  mGy =  $20 \mu\text{Gy}$ .
- e) Av tabell 7.1 ser vi at  $4 \text{ MeV}$  alfapartikler, en energi som er ganske typisk for langtlevende radioaktive isotoper, bare trenger 2 mm inn i bløtvev.

OPPGAVE 31:

- a) Siden formelen til vann er  $\text{H}_2\text{O}$ , er det to hydrogenatomer per vannmolekyl. Med de oppgitte atommassene finner vi ( $\mu_i$  er massen til et atom/molekyl av type  $i$ ):

$$m_{\text{H}} = \frac{2\mu_{\text{H}}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} m = 8.3 \text{ kg}.$$

I denne beregningen har vi sett bort fra små korrekturen som skyldes at noe av hydrogenet er i form av deuterium og tritium. Den samlede massen av tritiumatomer blir:

$$m_{\text{T}} = cm_{\text{H}} = 8.3 \cdot 10^{-18} \text{ kg}.$$

Dette tilsvarer:

$$N_{\text{T}} = \frac{m_{\text{T}}}{3u} = 1.7 \cdot 10^9.$$

- b) Desintegrasjonskonstanten til tritium er:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 1.79 \cdot 10^{-9} \text{ s}^{-1}.$$

Da blir aktiviteten i kroppen (desintegrasjonsraten):

$$|\dot{N}_{\text{T}}| = \lambda N_{\text{T}} = 3.1 \text{ Bq}.$$

- c) Siden hver desintegrasjon i middel frigjør energimengden  $Q$ , har vi den årlige dosen kroppen mottar som ( $t = 1 \text{ år} = 31.6 \cdot 10^6 \text{ s}$ ,  $1 \text{ keV} = 0.001 \text{ MeV} = 1.6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ , se tillegg A):

$$D = \frac{Q|\dot{N}_{\text{T}}|t}{m} = 1.2 \cdot 10^{-9} \text{ Gy} = 1.2 \text{ nGy}.$$

Siden  $w_S = 1$  for elektroner, dvs. for  $\beta$ -partikler, er  $H_T = D = 1.2 \text{ nSv}$ .

- d) Siden det finnes vann i hele kroppen, vil tritiumet være stort sett jevnt fordelt, kanskje med unntak av i benvevet. Siden alle de organavhengige vektfaktorene summerer seg til 1, blir effektivdosen  $E \approx H_T = D$ .
- e) Vi ser at effektivdosen fra tritiumet er neglisjerbar i forhold til den årlige grenseverdien for befolkningen generelt,  $1 \text{ mSv}$ .

OPPGAVE 32:

- a) Med en kalium-andel av kroppsmassen på  $c_K = 0.21\% = 0.0021$  blir massen av  $^{40}\text{K}$  i kroppen:

$$m_{40} = c_K m = 19 \text{ mg}.$$

Siden massen til et atom med massetall  $A$  er omtrent  $Au$ , med  $A = 40$  for  $^{40}\text{K}$ , så blir tallet på radioaktive atomer:

$$N_{40} = \frac{m_{40}}{Au} = 2.9 \cdot 10^{20}.$$

- b) Desintegrasjonskonstanten til  $^{40}\text{K}$  er:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 1.75 \cdot 10^{-17} \text{ s}^{-1}.$$

Da blir aktiviteten i kroppen (desintegrasjonsraten):

$$|\dot{N}_{40}| = \lambda N_{40} = 5100 \text{ Bq}.$$

Dette ser alvorlig ut.

- c) Siden hver desintegrasjon i middel frigjør energimengden  $Q$ , har vi dosen som:

$$D = \frac{Q \dot{N}_{40} t}{m} = 0.00017 \text{ Gy} = 0.17 \text{ mGy}.$$

Resten går som forrige oppgave, og vi får at både ekvivalentdosen og effektivdosen blir 0.17 mSv. Dette er ca sjettedel av den anbefalte årlige maksimaldosen for vanlige mennesker.  $^{40}\text{K}$  er en av de viktigste naturlige kildene for radioaktiv stråling.

EKAMENSPPGAVE 3, 2011V.

Se eget løsningsforslag for eksamen 2011V.