

Kortfattet løsningsforslag eksamen 2011

Oppgave 1

- a) α -stråling er heliumkjerner, β -stråling er elektroner, γ -stråling er fotoner.

For en bestemt type isotoper vill α -energien være den samme for alle desintegrasjoner. Det samme er tilfelle for γ . β -energien vil variere. Dette skyldes at sammen med en β -partikkel vil det alltid emitteres en annen partikkel (et nøytrino). Energien til β + nøytrino vil være den samme for alle desintegrasjoner, men energien fordeles ulikt fra gang til gang. Den emitterte partikkel må derfor være β .

- b) Vi finner først svekningskoeffisienten, μ .

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu \cdot x} \Rightarrow \ln \frac{I}{I_0} = -\mu \cdot x \Rightarrow \mu = \frac{\ln(I/I_0)}{-x} = \frac{\ln(0.5)}{-36 \text{ mm}}$$

For en dybde x_1 der intensiteten er redusert til 0.01 av opprinnelig verdi er:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu \cdot x_1} \Rightarrow x_1 = \frac{\ln(I/I_0)}{-\mu} = \frac{\ln(0.01)}{\ln(0.5)} \cdot 36 \text{ mm} =$$

239 mm

- c) Dosehastigheten for en kilde på 3 gram radium er $3 \cdot 8.4 \cdot 10^{-3} \text{ Gy/time} = 2.52 \cdot 10^{-2} \text{ Gy/time}$
Dosehastigheten avtar med kvadratet av avstanden til kilden. Da er:

$$\frac{D(r=1\text{m})}{D(r=0.1\text{m})} = \left(\frac{0.1\text{m}}{1\text{m}}\right)^2 \Rightarrow D(r=0.1\text{m}) = 100 \cdot D(r=1\text{m}) = 100 \cdot 2.52 \cdot 10^{-2} \text{ Gy/time} =$$

2.52 Gy/time

Vi har videre at:

dosehastighet \cdot tid = dose

Tid for å oppnå en dose på 2 Gy er dermed $2 \text{ Gy} / (2.52 \text{ Gy/time}) = 0.7936 \text{ timer} \approx \underline{47 \text{ minutter}}$

- d) Sammenhengen mellom aktivitet, A , og antall radioaktive atomer, N , i prøven er:

$$A = \lambda \cdot N$$

Sammenhengen mellom desintegrasjonskonstanten, λ , og halveringstiden $t_{1/2}$ er:

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

Antall radioaktive atomer er dermed:

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A}{\ln 2} \cdot t_{1/2} = \frac{3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}}{\ln 2} \cdot 5.3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 8.921 \cdot 10^{18}$$

$\approx \underline{8.9 \cdot 10^{18}}$

- e) Gjennomsnittlig mottatt effektiv dose pr. år er ca 4 mSv
De fire kildene er:
- 1) Kosmisk stråling
 - 2) Ekstern γ -stråling fra berggrunnen og byggematerialer
 - 3) Radioaktivitet i kroppen
 - 4) Radonstråling

Det største bidraget kommer fra radon og er på ca 2 mSv pr år.

Oppgave 2

- a) Enheten for ozonmengde er Dobsonenheten (DU). Hvis all ozon over oss samles i et sjikt med ren ozongass ved jordens overflate blir tykkelsen noen få millimeter. Et 1mm tykt lag tilsvarer 100 DU.
- b) De høyeste ozonverdiene (omkring 400DU) observeres normalt om våren (mars-april) og de laveste verdiene i oktober/november (ca 250 DU).
Ozon produseres først og fremst i stratosfæren over ekvatorområdene. Vinter/vår er transporten fra disse områdene mot høye breddegrader størst. Transporten avtar sommer/høst som gir observert minimum i oktober/november.
- c) Normalt er ozonkonsentrasjonen lav i troposfæren (opp til ca 10 km høyde). Deretter øker konsentrasjonen markert og når et maksimum omkring 20 km høyde. Deretter avtar konsentrasjonen markert.

I antarktis er ozonkonsentrasjonen svært liten i høydeområdet 14-22 km høyde. Enkelte ganger observeres tilnærmet null konsentrasjon i dette høydeområdet. Over og under dette høydeområdet er konsentrasjonen normal.

- d) Et aksjonsspektrum beskriver hvilken biologisk effekt de ulike bølgelengdene har. Et biologisk effektivt spektrum er produktet av et elektromagnetisk spektrum (for eksempel solspekteret) og virkningspekteret.
- e) UV-strålingen som faller på en horisontal flate er både direkte-stråling og diffus stråling. Med snø på bakken vil en del av både direkte-strålingen og den diffuse strålingen reflekteres tilbake til atmosfæren. Pga av Rayleigh-spredning vil en del av den reflekterte strålingen spres tilbake til jordoverflaten. Dette fører til en økning i UVI med snø på bakken sammenlignet med barmark.

Oppgave 3

- a) En drivhusgass er en gass som absorberer varmestråling (dvs stråling som sendes ut fra jordoverflaten bestemt av bakketemperatur). De tre viktigste drivhusgassene i jordatmosfæren er: Vanndamp, CO_2 og metan (CH_4).
- b) Solarkonstanten, S , er energi pr tid og flate for alle bølgelengder fra solstrålingen utenfor jordatmosfæren i jordens middelavstand fra sola. Flaten står normalt på retningen mellom jord og sol. Enheten er W/m^2 .

Albedoen er $A = 0.30$. Dermed absorberer jorda: $1-A = 0.70$ av den innkomende solstrålingen. Den samlede effekt jorda absorberer fra solstrålingen er den som passerer en sirkelflate med radius $R = 6370$ km og er:

$$\pi \cdot R^2 \cdot S \cdot (1-A)$$

Hvis middelverdien av effekten av varmestråling fra jorda er F , vil totalt utstrålt effekt fra jordoverflaten (areal av kule) være

$$4\pi \cdot R^2 \cdot F$$

Siden det er strålingsbalanse har vi at:

$$4\pi \cdot R^2 \cdot F = \pi \cdot R^2 \cdot S \cdot (1-A)$$

$$F = \frac{S \cdot (1-A)}{4} = \frac{1367 \cdot (1-0.3)}{4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \approx$$

$$\underline{\underline{239 \text{ W/m}^2}}$$

c) 1 vindmølle leverer i løpet av $t = 1$ år energien:

$$E = P \cdot t = \frac{\eta}{2} \cdot \pi R^2 \cdot \rho \cdot v^3 \cdot t$$

Antall vindmøller som kreves for å levere 22 TWh er:

$$\frac{22 \text{ TWh}}{E} = \frac{22 \text{ TWh}}{\frac{\eta}{2} \cdot \pi R^2 \cdot \rho \cdot v^3 \cdot t} = \frac{22 \cdot 10^{12} \cdot \text{Wh}}{\frac{0.4}{2} \cdot \pi \cdot (30\text{m})^2 \cdot 1.27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^3 \cdot 365 \cdot 24\text{h}} =$$

$$\underline{\underline{6830}}$$

d) I en breeder reaktor fanges et (hurtig) nøytron inn av uranispotopen U-238 og danner plutonium (Pu-239). PU-239 lar seg fisjonere og kan dermed brukes som brensel. Av verdens uranforekomster er 0.7% U-235 og resten er U-238. Verdens uranreserver for breeder reaktorer er dermed mer enn hundre ganger større enn for konvensjonelle U-235 reaktorer.

e) Klimasystemet består av flere deler (for eksempel landområder, ismasser, atmosfære og hav). Selv om energien som klimasystemet mottar er konstant over tid vil det være utveksling av energi mellom disse delene som kan variere i løpet av 100-årsperioden.