

Oppgave 1

- a) A er aktiviteten til en radioaktiv kilde ved tiden t . λ er desintegrasjonskonstanten. N er antall radioaktive atomer i kilden ved tiden t . N_0 er antall radioaktive atomer ved tiden $t=0$.
- b) desintegrasjonskonstanten er

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{8.0 \text{ d}} = 0.0866 \text{ d}^{-1}$$

$$\text{Aktiviteten er } A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 50000 \text{ Bq} \cdot e^{-0.0866 \cdot 2} \approx \underline{\underline{42000 \text{ Bq}}}$$

$$\text{Antall radioaktive atomer i starten: } N = \frac{A}{\lambda} = \frac{50000 \text{ Bq}}{1.0028 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}} \approx \underline{\underline{5.0 \cdot 10^{10} \text{ atomer}}}$$

(må passe på å bruke enheten s^{-1} for λ)

- c) Kroppen kan ikke skille mellom ikke-radioaktivt og radioaktivt jod. Det er en øvre grense for hvor mye jod kroppen kan ta opp. Med inntak av ikke-radioaktivt jod vil det bli konkurranse om opptak av de to jod-isotopene.
- d) Fysisk halveringstid: Den tid det tar for aktiviteten er redusert til det halve
Biologisk halveringstid: Den tid det tar før halvparten av det radioaktive stoffet hos mennesker eller dyr er utskilt pga urin/svette/avføring etc.

Sammenhengen mellom effektiv halveringstid, t_{eff} , fysisk halveringstid t_F og biologisk halveringstid t_B er

$$\frac{1}{t_{\text{eff}}} = \frac{1}{t_F} + \frac{1}{t_B}. \text{ Siden } t_F \text{ er mye større enn } t_{\text{eff}} \text{ kan vi sette } t_B \approx t_{\text{eff}} = \underline{\underline{90 \text{ dager}}}$$

- e) Siden den effektive halveringstiden er 90 dager er antall desintegrasjoner for 1 kg fortært kjøtt etter 90 dager:

$$N = \frac{N_0}{2} = \frac{A_0}{2 \cdot \lambda} = \frac{A_0 \cdot t_{\text{eff}}}{2 \cdot \ln 2} = \frac{10000 \text{ Bq} \cdot 90 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}}{2 \cdot 0.693} = 5.60 \cdot 10^{10}$$

Absorbert energi ved inntak av 200g kjøtt etter 90 dager:

$$0.200 \cdot 0.5 \text{ MeV} \cdot 5.60 \cdot 10^{10} = 0.200 \cdot 0.5 \cdot 10^6 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 5.60 \cdot 10^{10} \text{ J} = \underline{\underline{8.96 \cdot 10^{-4} \text{ J}}}$$

Absorbert stråledose (dvs. absorbert energi/masse):

$$\frac{8.96 \cdot 10^{-4} \text{ J}}{70 \text{ kg}} = \underline{\underline{12.7 \mu\text{Gy}}}$$

Siden Cs-137 emitterer kun β og γ og begge disse har strålingsvektfaktorer lik 1 blir ekvivalent dose: $\underline{\underline{12.7 \mu\text{Sv}}}$

- f) Dyrene var ennå ikke sluppet ut på beite (i slutten av april). Dessuten er halveringstiden for I-131 bare 8 dager. Strålenivået falt dermed raskt.

Oppgave 2

- a) Ozon, O_3 , dannes ved kollisjon mellom atomært oksygen, O, og molekylært oksygen O_2 :
 $\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$. M er en støtpartner (vanligvis N_2) som får reaksjonen til å gå lett.

Atomært oksygen O finnes ikke fritt og må dannes. Det skjer ved at O₂ absorberer UV-stråling og danner to oksygenatomer: O₂ + UV → O + O. UV-strålingen som kreves er UV-C stråling med bølgelengde mindre enn 242 nm. Intensiteten av denne strålingen er størst i den øvre stratosfæren (omkring 40 km) over ekvatorstrøk.

- b) Ozonlaget absorberer UV-stråling. I UV-C er absorpsjonen så sterk at all UV-C absorberes. Selv med et betydelig svekket ozonlag absorberes all UV-C. I UV-B (280-320 nm) er absorpsjonen svakere. Når ozonmengden øker vil UV-B intensiteten avta. I UV-A er absorpsjonen neglisjerbar. Når ozonmengden øker vil UV-A ikke endres.
- c) For at ozonhullet skal oppstå må tre betingelser være oppfylt:
- 1) Kald stratosfære (kaldere enn -80°C) slik at polare stratosfæreskyer oppstår
 - 2) Solstråling må være tilstede
 - 3) Klor-innholdet i stratosfæren må være tilstrekkelig høyt.
- Alle disse betingelsene er tilstede i stratosfæren om våren (sep-nov) i Antarktis. Nedbrytningen av ozon vil da skje på overflaten av sky-partiklene (heterogen nedbrytning).

Temperaturen i stratosfæren over Arktis er bare i kortere perioder kald nok til å danne polare stratosfæreskyer. Dette har sammenheng med at det vanligvis ikke dannes en polar virvel over Arktis fordi topografien her er annerledes enn i Antarktis. Antarktis er et kontinent omgitt av hav, Arktis er hav omgitt av landmasser. De tre betingelsene over er derfor normalt ikke tilstede i Arktis.

- d) Vitamin D: D2 og D3. UV-B danner D-vitamin. Vitamin D hindrer forekomst av for eksempel: Rakitt, benskjørhet, MS, diabetes, influensa og en rekke andre sykdommer.
- e) Basalcellekraft, plateepitelkraft og føflekkraft. UV-B fra sola gir de to første. UV-A er av stor betydning for føflekkraft (men UV-B spiller også en rolle).

Oppgave 3

- a) Drivhusgassene absorberer varmestråling fra jorda. Drivhusgassene sender ut en del av den absorberte varmestrålingen tilbake til jordoverflaten som absorberes der. Dette gir økt temperatur ved jordoverflaten. Den viktigste drivhusgassen er vanndamp.
- b) CO₂-konsentrasjonen holdt seg konstant inntil begynnelsen 1800-tallet (ca 280 ppm). Deretter har CO₂-innholdet økt. I dag er konsentrasjonen 390 ppm. Luftbobler i isen i Antarktis og på Grønland er isolert fra omgivelsene (ingen utveksling med atmosfæren). CO₂-innholdet i disse luftboblene er derfor slik det var i atmosfæren da de ble dannet. Dybden i isen hvor is-prøvene hentes opp gir informasjon om når luftboblene ble dannet.
- c) Oppgitt i oppgaven:

$$\frac{(1-A)}{4} \cdot S + \varepsilon \sigma \cdot T_g^4 = \sigma \cdot T_B^4$$
$$\varepsilon \sigma \cdot T_B^4 = 2\varepsilon \sigma \cdot T_g^4$$

Fra den siste ligningen får vi at $T_g^4 = \frac{1}{2} \cdot T_B^4$. Vi setter dette inn i den første ligningen og får

$$\frac{(1-A)}{4} \cdot S + \varepsilon \sigma \cdot \frac{1}{2} \cdot T_B^4 = \sigma \cdot T_B^4$$

$$\frac{(1-A)}{4} \cdot S = \sigma \cdot T_B^4 \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right)$$

$$T_B^4 = \frac{(1-A) \cdot S}{4\sigma} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right)} = \frac{(1-A) \cdot S}{4\sigma} \cdot \frac{2}{2 - \varepsilon}$$

$$\underline{\underline{T_B = \left(\frac{(1-A) \cdot S}{4\sigma} \cdot \frac{2}{2 - \varepsilon}\right)^{1/4}}}$$

- d) Den høyeste temperaturen oppnås når drivhuslaget absorberer all varmestråling fra jordoverflaten. Da er $\varepsilon = 1$. Dette gir

$$T_B = 255 \text{ K} \left(\frac{2}{2 - \varepsilon}\right)^{1/4} = 255 \text{ K} \left(\frac{2}{1}\right)^{1/4} \approx \underline{\underline{303 \text{ K} = 30^\circ\text{C}}}$$

Den laveste bakketemperaturen oppnås når drivhuslaget ikke absorberer noe varmestråling, $\varepsilon = 0$. Dette gir en bakketemperatur på $255 \text{ K} = -18^\circ\text{C}$.

- e) Skyer reflekterer innkommende solstråling tilbake til verdensrommet pga av spredning. Dette fører til mindre solstråling mot bakken og dermed redusert oppvarming. Skyer inneholder vann som bidrar til oppvarming av bakken pga av drivhuseffekt. I dagens klima er nettoeffekten av skyer globalt en svak avkjøling.
- f) Det er utveksling av varme mellom atmosfære og hav. Denne varmeutvekslingen varierer med tiden. Varmekapasiteten for havet er dessuten betydelig større enn for atmosfæren. Det er også utveksling av CO_2 mellom atmosfære og hav.
- g) Hvis drivhusgassene økes plutselig vil absorpsjonen i drivhuslaget av varmestråling fra bakken øke. Varmeutstrålingen utenfor atmosfæren vil dermed avta fordi drivhuslaget nå sender tilbake mer varmestråling mot bakken.

Mer varmestråling mot bakken fører til økt temperatur ved bakken. Dette vil øke utstrålingen fra bakken og føre til at varmeutstrålingen utenfor atmosfæren etter hvert vil øke. Temperaturen ved bakken vil øke inntil det er likevekt mellom solstråling inn og varmeutstråling ut. Dette betyr at varmeutstrålingen etter en stund vil være den samme som den var før økning i drivhusgassene.