

FYS1010-eksamen 2017. Løsningsforslag

Oppgave 1

- a) En drivhusgass absorberer varmestråling (infrarødt) fra jorda.
De viktigste drivhusgassene er: Vanndamp, CO₂ og metan (CH₄)

Når mengden av en drivhusgass øker vil mer av varmestrålingen fra bakken bli absorbert av drivhusgassene. Dermed vil også emittert varmestråling fra drivhusgassene mot jordoverflaten øke. Dette absorberes av jordoverflaten og temperaturen ved bakken øker.

- b) Lufta i troposfæren er godt blandet og blandingen går raskt. For 1000 år siden var CO₂-konsentrasjonen omkring 280 ppm, og i dag har den passert 400 ppm. Historisk CO₂-konsentrasjon kan måles i luftbobler i iskjernepøver fra Grønlandsisen og Antarktis. Gassen i luftboblene er slik den var den gang de ble dannet. Dybden til iskjernepøven bestemmer alder.

Klimagassutslippene består av en rekke gasser i tillegg til CO₂, bl.a. metan. CO₂-ekvivalenter betyr at man omgjør alle drivhusgasser fra utslippet til CO₂ med samme drivhuseffekt som det reelle utslipp.

- c) Jorda absorberer solstrålingen:

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

Der A er albedo, S er solarkonstanten og R er jordradien.

Jorda emitterer totalt:

$$4 \cdot \pi R^2 \cdot 235 \text{ W/m}^2$$

Siden det er strålingsbalanse er disse uttrykkene like. Vi får da

$$A = 1 - \frac{4 \cdot 235}{S} =$$

$$\underline{0.31}$$

- d) Tritium er radioaktiv, deuterium er ikke radioaktiv.

Massedefekten er Δm . Den frigjorte energien er

$$\Delta m \cdot c^2 = 17.7 \text{ MeV}$$

c er lyshastigheten.

$$\Delta m = \frac{17.7 \cdot 10^6 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{(3.0 \cdot 10^8)^2} \text{ kg} =$$

$$\underline{\underline{3.1 \cdot 10^{-29} \text{ kg}}}$$

- e) Global temperaturøkning 0.6 – 0.8 °C

Nedbørmengden globalt har økt, og markert fra 1950 – 2000.

Nedbørmengden har også økt i Norge. Klimamodeller viser betydelig mindre økning enn det som er målt.

- f) Plankton i havets øvre sjikt tar opp CO₂. Når disse organismene dør, synker de til havets bunn og avsettes der. På den måten transporteres CO₂ fra havets overflate til bunnen.
- g) Smeltevannet er ferskvann. Overflatevannet får dermed redusert saltholdighet. Dette hindrer at overflatevannet ved avkjøling blir så tungt at det synker ned i dyphavet.

Oppgave 2

- a) Enheten er Dobson-enheter (Dobson Units, DU). Hvis all ozon i atmosfæren tenkes samlet til et sjikt av ren ozon ved jordoverflaten (ved normalt trykk og temperatur) ville tykkelsen under normale forhold være 2-5 mm tykt. Dette tilsvarer 200-500 DU: 1 mm tilsvarer 100 DU.

Høstverdier omkring 280 DU, vårverdier omkring 400 DU. For skisse se læreboka.

- b) Ozonhullsesongen er i Antarktisivåren, september – november.

Betingelser for at ozonhull skal oppstå:

- 1) Eksistens av polarvirvel slik at transport av ozonrik luft fra lavere breddegrader hindres
- 2) Kald lavere stratosfære (kaldere enn -80 °C) slik at polare stratosfæreskyer oppstår.
- 3) Solstråling må være tilgjengelig.
- 4) Klorinnholdet i atmosfæren må være tilstrekkelig høyt (klor i inaktiv form)

På 1950- og 1960-tallet var konsentrasjonen av klor i atmosfæren for lav (lite utslipp av KFK)

- c) UVA, UVB og UVC er bølgelengdeinndeling av UV-stråling. UVC = 200 – 280 nm, UVB = 280 - 315 nm , UVA = 315 – 400 nm. Noen fagmiljøer setter skille mellom UVB og UVC ved 320 nm.

UVC når ikke jordoverflaten fordi ozon absorberer all UVC-stråling.

UVA endres praktisk talt ikke ved ozonendringer fordi ozon absorberer lite eller ingenting her.

Ozon absorberer UVB delvis. Når ozonmengden avtar vil dermed UVB øke.

Når sola synker på himmelen vil solstrålenes gangvei gjennom ozonlaget og atmosfæren øke. Hvis vi kun betrakter ozon, vil UVB avta mens UVA er uendret. Dermed vil UVB/UVA avta. (I tillegg vil Rayleighspredning føre til at både UVB og UVA avtar, men UVB avtar mer enn UVA. Dette vil gi en ytterligere reduksjon i UVB/UVA.)

- d) I_0 er intensiteten utenfor atmosfæren, α er absorpsjonskoeffisienten til ozon, x er ozonmengden, β er spredningskoeffisienten for atmosfæren uten aerosoler, δ er spredningskoeffisienten for aerosoler. Z er senitvinkelen til sola. $\cos Z$ er forholdet mellom loddrett innfall og skrått innfall, og må være med fordi gangveien blir lengre ved skrått innfall.

- e) Typisk UV-indeks for Oslo midt på dagen i klarvær om sommeren er 5-6.

Faktorer som påvirker UV-indeksen: Solhøyde (eller solas senitvinkel), ozonmengde, skyer, aerosoler, bakkerefleksjon.

- f) Når refleksjonen ved bakken øker vil mer spres tilbake mot bakken av luftmolekylene over, og den diffuse strålingen øker. Spredningen på luftmolekyler er sterkt bølgelengdeavhengig og er proporsjonal med λ^{-4} (Rayleighspredning). Derfor vil tilbakespredningen til de korteste bølgelengdene være størst.

Oppgave 3

a) For $x = x_{1/2}$ er $I(x_{1/2}) = \frac{1}{2}I(0)$.

$$\text{Da er } \frac{1}{2}I(0) = I(0) \cdot e^{-\mu \cdot x_{1/2}}$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\mu \cdot x_{1/2}$$

$$\ln 2 = \mu \cdot x_{1/2}$$

$$\underline{x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}}$$

$$\text{Hvis } x_{1/2} = 10 \text{ cm er } = \frac{\ln 2}{10 \text{ cm}}.$$

$$0.01 \cdot I_0 = I_0 \cdot e^{-x \cdot \mu}$$

$$x = \frac{\ln 0.01}{-\mu}$$

Som gir $x = 66 \text{ cm}$

- b) Fotoelektrisk effekt: Et foton løsriver et elektron fra et atom. Fotonenergien går i sin helhet til løsrivningen.

Comptonspredning: Et foton løsriver et elektron, fotonet fortsetter med lavere energi.

Parproduksjon: Fotonets vekselvirkning med atomkjernen fører til at fotonet opphører å eksistere, og vi får dannet et elektron og et positron.

- c) En stråledose på 1.5 mGy betyr at 1.5 mJ absorberes per kg i året. Absorpsjon i kroppen per år er: $1.5 \cdot 60 \text{ kg} \cdot 10^{-3} \text{ J/kg} = 0.09 \text{ J}$

$$\text{Antall ionisasjoner per sekund: } 0.09 \text{ J} / (3600 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 34 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}) =$$

524 millioner

- d) La aktiviteten nå være A og aktiviteten t = 10 år tilbake i tid A_0 . Da er

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

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

La antall C-137 atomer 10 år tilbake i tid være N_0 .

Siden

$$A_0 = \lambda \cdot N_0$$

er

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{A \cdot e^{\lambda \cdot t}}{\lambda} = \frac{A \cdot e^{\ln 2 \cdot t / t_F}}{\ln 2 / t_F} =$$

$$\frac{3.7 \cdot 10^{10} \cdot e^{\ln 2 \cdot 10 / 30}}{\ln 2} \cdot 30 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365 = 6.362 \cdot 10^{19}$$

Massen 10 år tilbake i tid er: $0.137 \text{ kg} \cdot \frac{N_0}{N_A} =$

$$\underline{\underline{1.40 \cdot 10^{-5} \text{ kg}}}$$