

## Kortfattet løsningsforslag FYS1010-eksamen 2015

### Oppgave 1

- a)  $\alpha$ -stråling er heliumkjerner,  $\beta$ -stråling er elektroner,  $\gamma$ -stråling er fotoner.

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

- b) Fotoelektrisk effekt, Comptonspredning, pardannelse.

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

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

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

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

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

- c) Stråledosen fra C-14 per år er:

$$D = 40 \frac{\text{Bq}}{\text{kg}} \cdot \frac{156 \cdot 10^3}{3} \text{ eV} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}} \cdot 365 \frac{\text{d}}{\text{år}} \cdot 86400 \frac{\text{s}}{\text{d}} = 1.0495 \cdot 10^{-5} \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{år}} \approx 0.010 \text{ mGy/år.}$$

$\beta$ -partiklene har kort rekkevidde og absorberes fullstendig i kroppen. I middel har  $\beta$ -partiklene en energi som er 1/3 av den oppgitte maksimalverdien: 156keV/3.

Effektiv dose fra C-14 er  $H_E = v \cdot w_R \cdot D = \underline{0.010 \text{ mSv/år}}$ , siden strålingsvektfaktoren  $w_R = 1$  for  $\beta$ -partikler og organvektfaktoren  $v = 1$  (hele kroppen).

Sammenhengen mellom antall radioaktive atomer,  $N$ , og aktiviteten,  $A$ , er:  $A = \lambda \cdot N$

Antall radioaktive atomer i 1 kg kroppsmasse:

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A}{\ln 2 / t_{1/2}} \approx \underline{1.0 \cdot 10^{13}}.$$

- d) En dose-effekt-kurve viser sammenhengen mellom stråledose og effekt, for eksempel antall krefttilfeller.

LNT står for Linear-No-Threshold hvor dose-effekt-kurven er lineær og uten terskelverdi. LNT brukes av strålevernmyndighetene internasjonalt og også i Norge.

Den total dosen for Norges befolkning når hvert individ mottar 1 mSv pr år er:

$$5 \cdot 10^6 \cdot 1 \text{ mSv} = 5000 \text{ Sv (kollektiv dose)}$$

$$\text{Antall dødsfall med risikofaktor } 0.05 \text{ er: } 5000 \text{ Sv} \cdot 0.05 \text{ Sv}^{-1} = \underline{250}$$

Det fins ingen holdepunkter for at LNT-modellen er korrekt for små doser. Det finnes en rekke eksempler på at sammenhengen mellom dose og effekt ikke er lineær for små doser. En rekke eksempler viser faktisk en positiv helseeffekt.

- e) La  $X$  være mengden C-14 i atmosfæren, som antas å være konstant. Da er årlig tap = produksjonen på 10 kg:

$$X - X \cdot e^{-\frac{\ln 2}{x_{1/2}} t} = 10 \text{ kg}$$

$$X = \frac{10 \text{ kg}}{1 - e^{-\frac{\ln 2}{x_{1/2}} t}}$$

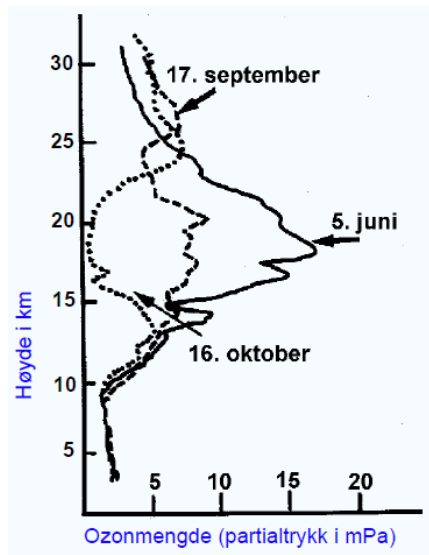
Med  $t = 1$  år er  $X = 82671 \text{ kg} \approx \underline{83 \text{ tonn}}$

## Oppgave 2

- a) Ozonproduksjonen er størst over ekvatorstrøk i stratosfæren omkring 40 km høyde (øvre stratosfære). Hele året foregår transport av ozon fra kildeområdet over ekvatorstrøk mot høyere breddegrader og synker nedover i lavere stratosfære. Denne transporten er sterkest vinter og vår. Fra sommer mot høst er transporten svakere. Hele tiden pågår en naturlig nedbrytning av ozon. Sommer/høst er nedbrytningen større enn tilførselen noe som gjør at de laveste ozonverdier inntreffer i oktober/november. Vinter/vår er tilførselen av ozon større enn nedbrytningen og vi får de største ozonmengdene mars/april.

De lave vår-verdiene i 1993 skyldes heterogen nedbrytning av ozon på partikler i stratosfæren fra vulkanutbruddet på Mt. Pinatubo på Filippinene 1991.

- b) Vulkanutbrudd som sender ut  $\text{SO}_2$  i atmosfæren som etter hvert danner partikler med svovelsyre. Heterogen nedbrytning som på PSC ved ozonhull i Antarktis. Krever at at utbrudd når stratosfæren. Kan vare et par år.
- c) I figuren: 16. oktober inne i et velviklet ozonhull, 5. juni utenfor ozonhull.



- d) Fra 1980 til 1995 var det en nedadgående trend på midlere breddegrader. Nedgangen for denne perioden var ca 4%. Ozonlaget stabiliserte seg omkring 1995 og har ikke vist endring til nå. Endring i perioden 1980 – 2009 har derfor vært ca 4%. Ingen endring i perioden 1995 til 2009.
- e) Direktestråling påvirkes ikke av albedo (bakkerefleksjon). Den diffuse komponenten består av stråling som har blitt spredt minst én gang. En del av den innkommende stråling på en horisontal flate vil reflekteres tilbake til atmosfæren. En del av den reflekterte strålingen vil spredt tilbake mot den horisontale flaten (Rayleigh-spredning). Med høyere albedo vil den tilbakespredte strålingen også øke. Den diffuse strålingen øker dermed når bakkealbedo øker.

### Oppgave 3

- a) Havet har hevet seg omkring 20 cm. De viktigste bidragene er termisk utvidelse og smelting av isbreer.

Volumøkning ved temperaturøkning på 0.5°C:  $1.35 \cdot 10^{18} \text{ m}^3 \cdot 0.5 \cdot 10^{-4}$ .

Hvis havnivået øker med h og jordradien er R, er volumøkningen:  $4\pi \cdot R^2 \cdot 0.71 \cdot h$ .

$$h = \frac{1.35 \cdot 10^{18} \cdot 5 \cdot 10^{-5}}{4\pi \cdot 6.37^2 \cdot 10^{12} \cdot 0.71} \text{ m} =$$

$$\underline{0.093 \text{ m}}$$

- b) H<sub>2</sub> finnes ikke fritt i naturen, og er derfor ingen energikilde. Å separere H<sub>2</sub> fra vann krever energi. Ved forbrenning av H<sub>2</sub> som angitt i reaksjonsligningen får man tilbake en del av den energien som ble brukt til å separere H<sub>2</sub> fra vann. Man kan tenke seg at man kan produsere H<sub>2</sub> fra vann ved å bruke sollyst. Man får da ikke utslipp av CO<sub>2</sub>. Men fortsatt er ikke H<sub>2</sub> en energikilde, kun en energibærer.

- c) El Niño er en økning i overflatetemperaturen i havet utenfor vestkysten av Sør-Amerika (særlig utenfor Peru). Fenomenet inntreffer med noen års mellomrom (3-5 år) og oppstår ofte rundt juletider. Normalt er havet der kaldt med godt fiske. Den høyere havtemperaturen ved en El Niño-episode fører til at lufta utenfor Peru er varm og fuktig og dette kan føre til betydelig økt nedbør med påfølgende flom der. Høyere havtemperatur hindrer kaldt næringsrikt vann å stige opp til overflaten. Dette gjør at fisket blir dårligere. La Niña er det motsatte av Niño, kaldere hav enn normalt utenfor Peru. Godt fiske, tørt vær.
- d) Når planter tar opp CO<sub>2</sub> foretrekkes den letteste isotopen C-12 fremfor C-13. C-13/C-12-forholdet i olje, kull og gass er derfor mindre enn i luft. Olje, kull og gass ble dannet for millioner av år siden og inneholder derfor ikke C-14 som har halveringstid på 5730 år. Brenning av fossilt materiale fører derfor til at C-13 og C-14 i atmosfæren går ned.
- e) Av den utsendte varmestrålingen fra jordoverflaten absorberes  $\varepsilon \cdot \sigma \cdot T_B^4$  i drivhuslaget. Strålingsbalanse i drivhuslaget: absorpsjon = emisjon

$$\begin{aligned}\varepsilon \cdot \sigma \cdot T_B^4 &= \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_g^4 + \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_g^4 \\ \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_B^4 &= 2 \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T_g^4\end{aligned}$$

Intensiteten av den total varmestrålingen utenfor atmosfæren består av to komponenter:

- 1) Varmestråling fra jordoverflaten etter at noe er absorbert i drivhuslaget:

$$(1 - \varepsilon) \cdot \sigma \cdot T_B^4$$

- 2) Emittert fra drivhuslaget:  $\varepsilon \cdot \sigma \cdot T_g^4$

Fra b) har vi at  $T_g^4 = \frac{1}{2} \cdot T_B^4$ .

Total varmestråling utenfor atmosfæren:

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

Når mengden av en drivhusgass øker vil  $\varepsilon$  øke (økt absorpsjon). Dermed vil  $\left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right)$  avta.