

Oppgavesett 11 – Fasit

Oppgave 1

Ioniserende stråling er stråling som kan ionisere atomer eller molekyler.

$$E = 6 \text{ eV} = 6 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 9.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Bølgelengden for et foton som har denne energien finnes fra:

$$h \cdot c / \lambda = E$$

$$\lambda = h \cdot c / E = (6.6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}) / (9.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}) = 2.0625 \cdot 10^{-7} \text{ m} \approx 206 \text{ nm}$$

For å kunne ionisere atomer og molekyler i atmosfæren må bølgelengden være kortere eller lik 206 nm.

Ozon i atmosfæren sørger for at solstråling med bølgelengder kortere enn omtrent 290 nm ikke når jordoverflaten. Solstråling ved jordoverflaten er derfor ikke ioniserende.

Oppgave 3

Vi har her eksponentiell vekst siden veksten konstant i prosent pr. år. For eksponentiell vekst er doblingstiden $t_D = \ln 2 / k = \ln 2 / (0.03 \text{ år}^{-1}) \approx \underline{\underline{23 \text{ år}}}$

$$\text{Årlig utslipp om 50 år: } \underline{\underline{A}} = A_0 \cdot e^{k \cdot t} = 8.0 \text{ Gt} \cdot e^{0.03 \cdot 50} \approx \underline{\underline{36 \text{ Gt}}}$$

Oppgave 4

Vi har her lineær vekst siden veksten er konstant i mengde pr. år. For lineær vekst er doblingstiden $t_D = A_0 / k = 8.0 \text{ Gt} / (0.24 \text{ Gt/år}) \approx \underline{\underline{33 \text{ år}}}$. Årlig utslipp om 50 år:

$\underline{\underline{A}} = A_0 + k \cdot t = 8.0 \text{ Gt} + (0.24 \text{ Gt/år}) \cdot 50 \text{ år} \approx \underline{\underline{20 \text{ Gt}}}$. Ved eksponentiell vekst øker veksten regnet i mengde hvert år (fordi veksten er angitt i prosent av foregående års mengde). Ved lineær vekst er veksten regnet i mengde konstant hvert år. Legg merke til at først året er veksten den samme i oppgave 11 og i oppgave 7 (0.24 Gt). For eksponentiell vekst vil utslippet i mengde stige raskere enn for lineær vekst.

Oppgave 5

Ekspansjonell vekst innebærer at veksten (k) er konstant i prosent hvert år.

Energiforbruket i 1973 er:

$$E(1973) = E_0 \cdot e^{k \cdot t} = E_0 \cdot e^{0.049 \cdot (1973-1945)} = 3.94 \cdot E_0$$

Energiforbruket i 1997 med vekst $k = 1.8\% = 0.018$ er:

$$E(1997) = E(1973) \cdot e^{0.018 \cdot (1997-1973)} = 3.94 \cdot E_0 \cdot e^{0.018 \cdot (1997-1973)} = 6.06 \cdot E_0 \approx$$

$$\underline{6.1 \cdot E_0}.$$

Oppgave 6

Temperaturen har økt omkring 0.5-0.8°C, men temperaturøkningen har ikke vært jevn.

Havnivået har de siste 100 år økt med ca 18 cm. De viktigste årsakene til observert økning er volumutvidelse av havene som skyldes oppvarming av havet, og smelting av isbreer (utenom Antarktis og Grønland).

Endring av havisareal har ingen effekt på havnivå, fordi havis flyter på havet.

Oppgave 7

Tilbakekobling: En forandring i en del av systemet kan påvirke andre deler av systemet, som igjen kan påvirke den første delen. Det finnes en rekke tilbakekoblingsmekanismer.

Eksempel på positiv tilbakekobling: Økt temperatur kan føre til smelting av is som gir redusert albedo. Dette fører til mer absorpsjon av innkommende solstråling som fører til økt temperatur.

Eksempel på negativ tilbakekobling: Økning i CO₂-innholdet i atmosfæren gir økt plantevekst. Dette gir økt CO₂-opptak fra atmosfæren, som reduserer økning i atmosfæren CO₂-innhold.

Oppgave 8

En planets albedo er forholdet mellom reflektert og innkommende solstråling.

Hvis planetens radius er R , albedo $A=0.25$ og solarkonstanten er $S=592 \text{ W/m}^2$, vil absorbert effekt av solstråling på Mars være

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

Hvis planetens varmetutstråling per flate er M , er utstråling fra hele planetoverflaten $M \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2$

Siden det er strålingsbalanse er

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

$$M = (1-A) \cdot S/4 = (1-0.25) \cdot 592/4 = \underline{\underline{111 \text{ W/m}^2}}.$$

Vi trenger ikke vite noe om drivhusgasser i atmosfæren fordi det uansett er strålingsbalanse (innkommende strålingsenergi = utstrålt varmeenergi).