

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 2

Jordas radius $R=6370 \text{ km}$, solarkonstanten $S=1367 \text{ W/m}^2$ og jordas albedo $A=30\%$. Effekten av solstrålingen som jorda mottar er det som passerer en sirkelflate med radius R :

$$S \cdot \pi R^2$$

Av dette absorberes:

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

Ovenstående er absorbert energi per tid ($W = \text{J/s}$). Absorbert energi i løpet av tiden $t=1 \text{ år}$ er

$$(1 - A) \cdot S \cdot \pi R^2 \cdot t = (1-0.3) \cdot 1367 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \pi \cdot (6.37 \cdot 10^6 \text{ m})^2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} \approx 3.84 \cdot 10^{24} \text{ J}$$

$$\frac{\text{globalt energiforbruk i 2008}}{\text{absorbert solenergi i 1 år}} = \frac{4.7 \cdot 10^{20}}{3.84 \cdot 10^{24}} \approx$$

0.012 %

Oppgave 3

$$120 \text{ TWh} = 120 \cdot 10^{12} \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 4.32 \cdot 10^{17} \text{ J}$$

I løpet av 1 år produserer 1 kjernekraftverk energien: $1000 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 300 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 2.592 \cdot 10^{16} \text{ J}$

Det er dermed behov for: $\frac{4.32 \cdot 10^{17}}{2.592 \cdot 10^{16}} \approx \underline{\underline{17 \text{ kjernekraftverk}}}$

Oppgave 4

Årsproduksjonen av elektrisk energi fra vindmøller i 2007:

$$900 \text{ GWh} = 900 \cdot 10^9 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3.24 \cdot 10^{15} \text{ J}$$

Energiproduksjon fra 1 vindmølle i løpet av $t = 1$ år:

$$\eta \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \rho \cdot v^3 \cdot t = 0.4 \cdot \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot (40 \text{ m})^2 \cdot 1.27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(7 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^3 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 1.38 \cdot 10^{13} \text{ J}$$

Antall vindmøller for å kunne produsere 900 GWh: $\frac{3.24 \cdot 10^{15}}{1.38 \cdot 10^{13}} \approx$

235 vindmøller

10% av årlig energiforbruk i Norge er 22 TWh. Antall vindmøller for å produsere dette:

$$\frac{22 \text{ TWh}}{1.38 \cdot 10^{13} \text{ J}} = \frac{22 \cdot 10^{12} \cdot 3600 \text{ J}}{1.38 \cdot 10^{13} \text{ J}} \approx \underline{\underline{5740}}$$

Oppgave 9

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

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 10

Vi har her lineær vekst siden veksten er konstant i mengde pr. år. For lineær vekst er doblingstiden $\underline{\underline{t_D}} = A_0 / k = 8.0 \text{ Gt} / (0.24 \text{ Gt/år}) \approx \underline{\underline{33 \text{ år}}}$. 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 11

- a) Eksponensell 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:

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

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