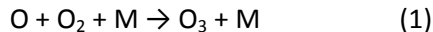


## Fasit oppgavesett 9

1. Ozonproduksjonen i troposfæren skjer på samme måte som i stratosfæren ved:



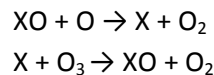
I stratosfæren blir atomært oksygen, O, produsert ved  $O_2 + hv \rightarrow O + O$  der bølgelengden til solstrålingen må være mindre enn 242 nm. Solstråling med så kort bølgelengde finnes ikke i troposfæren. I troposfæren skjer produksjonen av atomært oksygen ved en rekke reaksjoner hvor nitrogenoksider (NOx), karbon monoksid (CO) og en rekke andre bestanddeler inngår, i tillegg til absorpsjon av sollys hvor atomært oksygen frigjøres slik at ozon produseres som i (1). Frigjøring av O ved absorpsjon av sollys kan her skje ved bølgelengder som er tilgjengelig i troposfæren. Et eksempel er  $NO_2 + \text{sollys} \rightarrow NO + O$ .

2. Produksjon av ozon i stratosfæren:

Ozon produseres ved reaksjonen  $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$ . Der M er en såkalt støtpartner (vanligvis  $N_2$ ) som får reaksjonen til å gå (reaksjonen går også uten denne men sannsynligheten er mindre uten støtpartneren M). Reaksjonen over krever at atomært oksygen O er tilstede. Dette skjer ved spalting av  $O_2$  ved absorpsjon av UV-stråling med bølgelengde mindre enn 242 nm:  $O_2 + hv \rightarrow O + O$ . UV-stråling med så kort bølgelengde finnes først og fremst i den øvre stratosfæren (omkring 40 km høyde) over ekvatorområdene der sola står høyt på himmelen. Derfor er ozonproduksjonen størst der.

Nedbrytning av ozon i stratosfæren:

Nedbrytningen er betydelig mer komplisert. En mulighet er at ozon absorberer UV-stråling og gir som resultat:  $O_3 + hv \rightarrow O_2 + O$ . Dette bidrar imidlertid ikke til netto nedbrytning av ozon fordi det atomære oksygenet kan danne ozon ved  $O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$ . Nedbrytningen kan beskrives ved et syklisk reaksjonsmønster:



X kan bl.a. være O, NO, OH, H, Cl, or Br. I tillegg er den rekke andre reaksjoner og hvordan disse transporteres for å kunne forklare balansen mellom produksjon og nedbrytning.

6. Solarkonstanten er ca 0.1% større ved solflekkmaksimum enn ved solflekkminimum. Variasjonen er bølgelengdeavhengig. Variasjonen er markert for UV-C og stråling med kortere bølgelengde, men denne strålingen når ikke jordens overflate. Det er noe variasjon i UV-B men helt ubetydelig for synlig lys og for lengre bølgelengder.
7. Utstrålt elektromagnetisk energi pr. sek fra sola gjennom et kuleskall med radius R (middelavstand jord-sol) er  $4\pi R^2 \cdot S$ . Dette er omdannet ved fusjon fra en masse  $\Delta m$  pr sek. Vi får da:

$$\begin{aligned} 4\pi R^2 \cdot S &= \Delta m \cdot c^2 \\ \underline{\underline{\Delta m}} &= \frac{4\pi R^2 \cdot S}{c^2} = \frac{4\pi \cdot (1.5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2 \cdot 1367 \text{ W/m}^2}{(3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2} \approx \underline{\underline{4.3 \cdot 10^6 \text{ tonn/s}}} \end{aligned}$$

som er ca 14% lavere enn oppgitt verdi. I fusjonsprosessene i sola produseres det også en del partikler som representerer energi som ikke inngår i solarkonstanten.

9. Innstråling fra sola på jorda tilsvarer innstråling på en sirkulær flate med radius lik jordradien  $R$  normalt på jord-sol linjen:  $\pi R^2 \cdot S$ . Siden 30% av dette reflekteres vil 70% av  $\pi R^2 \cdot S$  absorberes av jorda. Jorda selv sender ut varmemstråling fra hele sin overflate,  $4\pi R^2$ . Hvis utstrålt effekt fra jorda er  $M$  pr flate gir strålingsbalansen: absorbert stråling = varmemstråling ut:

$$0.70 \cdot \pi R^2 \cdot S = M \cdot 4\pi R^2$$

$$\underline{\underline{M}} = \frac{0.7 \cdot S}{4} \approx \underline{\underline{239 \text{ W/m}^2}}$$