

Klimaatfysica en chemie (NS-255b)

1 februari 2005

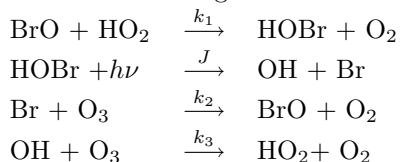
Opgave 1

Een gas heeft een golflengte-onafhankelijke absorptiecoëfficiënt van $0.1 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$.

- Een bundel licht wordt vanaf het aardoppervlak recht naar boven gestraald. Het gas is uniform verdeeld in de atmosfeer met een dichtheid van $2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Hoe groot is de transmissiviteit t.o.v. het oppervlak op 2, 4, 6 en 8 km hoogte?
- Beantwoord a) voor het geval dat de gasdichtheid toeneemt met de hoogte volgens $\rho(\text{kg m}^{-3}) = 4 \times 10^{-7}z$, met z de hoogte in m.
- Leid voor b) af op welke hoogte de *afname* van de transmissiviteit met de hoogte maximaal is.

Opgave 2

Naar aanleiding van het stratosferisch ozongat wordt ook de chemie van broom (Br) intensief bestudeerd. De volgende serie reacties is van belang voor ozon:



- Is dit een katalytische cyclus? Verklaar je antwoord.
- Geef steady-state vergelijkingen (in dX/dt -vorm) voor Br, OH en HOBr.
- Geef een vergelijking voor de levensduur van HOBr.
- Deze reacties zijn van belang in de stratosfeer én de troposfeer. Wat kun je hieruit afleiden over de golflengte waarbij HOBr foto-dissocieert?

Opgave 3

De energie die vrijkomt bij de vorming van stratosferisch ozon is 10^5 J mol^{-1} .

- Welke twee reacties zijn hier direct bij betrokken?
- Bereken de snelheid waarmee lucht op 50 km hoogte opwarmt (isobar) bij een gemiddelde daglengte van 12 uur.

Neem aan dat de ozonproductie op 50 km hoogte $3 \times 10^8 \text{ molecuul cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ bedraagt, en de luchtdichtheid op 50 km $2 \times 10^{-10} \text{ kg cm}^{-3}$ is.

Opgave 4

ΔF_{LW}			ΔF_{SW}			ΔF_{tot}		
clear sky	cloudy sky	cloud effect	clear sky	cloudy sky	cloud effect	clear sky	cloudy sky	cloud effect
0.34	0.26	-0.08	0.05	0.09	0.04	0.39	0.35	-0.04

Bovenstaande tabel geeft de geschatte jaarlijks gemiddelde forcering (W m^{-2}) van de aardse stralingsbalans (huidige atmosfeer vergeleken met een pre-industriële atmosfeer) als gevolg van de toegenomen hoeveelheid troposferisch ozon. De data zijn berekend met een gekoppeld chemie-klimaatmodel. De tabel maakt onderscheid tussen de *longwave* en *shortwave* forcering, en tussen een geheel wolkenloze en een bewolkte atmosfeer.

- Bij welke golflengte(s) is absorptie van straling door troposferisch ozon belangrijk?
- Leg uit, eventueel aan de hand van een temperatuurprofiel, waarom bewolking de LW forcering enigszins maskeert, maar de SW forcering versterkt.
- Regionaal gezien blijft de forcering door troposferisch ozon het sterkst in de tropen. Waarom?
- Geef een schatting van de GWP van troposferisch ozon voor $t = 100$ jaar. Verklaar je antwoord.

Opgave 5

Geef een beknopt maar duidelijk overzicht van de betekenis van het sporegas CH_4 voor de chemie van de atmosfeer en voor het klimaat, en hoe dit beïnvloed wordt door antropogene activiteiten.