

IN ELEKTRONISCHE FORM BESCHIKBAAR GEMAAKT DOOR DE  $\mathcal{I}\mathcal{B}\mathcal{C}$  VAN A–Eskwadraat.  
HET COLLEGE NS-255B WERD IN 2004/2005 GEGEVEN DOOR DE DOCENT.

## Klimaatfysica en chemie (NS-255b)

### 8 november 2004

*Formuleer je antwoord kort en bondig. Let op spel- en taalfouten. Denk aan de eenheden.*

#### Opgave 1

In het jaar 2000 was het gebruik van fossiele brandstoffen ongeveer  $3.0 \times 10^{13}$  kg. Als de helft van het geproduceerde  $\text{CO}_2$  in de atmosfeer blijft, wat is dan de stijging van de gemiddelde  $\text{CO}_2$ -concentratie (in ppmv) in 2000? Ga ervan uit dat de massa fossiele brandstof voor 80% uit C bestaat. De molecuulgewichten van C, O en lucht zijn 12, 18 en 29; de massa van de atmosfeer is  $5.1 \times 10^{18}$  kg.

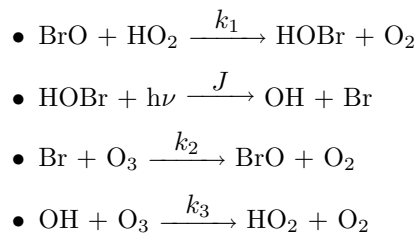
#### Opgave 2

Welke van de volgende beweringen over de stratosferische ozonlaag is juist? Leg je antwoord kort uit.

- De ozon mixing ratio in de stratosfeer en de ozonkolom zijn beiden het hoogst in de tropen.
- De ozon mixing ratio is hoger in de tropen dan op hogere breedtegraden maar de ozonkolom is daar juist lager.
- De ozon mixing ratio en de ozonkolom zijn het hoogst op hogere breedtegraden.
- De ozon mixing ratio is lager in de tropen dan op hogere breedtegraden maar de ozonkolom is daar juist hoger.

#### Opgave 3

Naar aanleiding van de afbraak van stratosferisch ozon 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 in de troposfeer. Wat kun je hieruit afleiden over de golflengte waarbij HOBr foto-dissocieert?

## Opgave 4

Wanneer we de aardse atmosfeer beschouwen als een enkele goedgemengde laag en we gaan uit van stralingsevenwicht, dan wordt een oppervlaktetemperatuur berekend van ca. 290 K. Hiermee ligt onze planeet ruimschoots in de zgn. *Habitable Zone* (HZ), het gebied rondom de zon waarin op onze planeet vloeibaar water mogelijk is, een noodzakelijke voorwaarde voor het leven zoals wij dat kennen.

- a) Leid een formule af waarin de oppervlakte-temperatuur uitgedrukt wordt als functie van de afstand zon-aarde. Op welke afstanden tot de zon liggen de binnen- en buitenrand van de HZ voor de aarde? De volgende gegevens zijn gegeven:
  - Totale emissie aan het zonne-oppervlak:  $f = 3.83 \times 10^{26}$  W.
  - Albedo van de aarde  $\alpha = 0.3$ .
  - De absorptiviteit van de aardatmosfeer voor IR-straling  $A = 0.8$ .
  - Afstand zon-aarde  $d = 1.5 \times 10^8$  km.
- b) In de toekomst zal de zon steeds feller gaan schijnen, waardoor de HZ van de aarde langzaam verschuift. Bij welke sterkte van de zonne-emissie is er geen vloeibaar water meer mogelijk? Ga ervan uit dat er geen interne klimaatfeedbacks optreden.
- c) Zou de gevonden uitkomst bij b) groter of kleiner worden wanneer je wél rekening gehouden wordt met een feedback van waterdamp? Verklaar je antwoord.

## Opgave 5

In de bovenste helft van de ozonlaag is de concentratie ozonmoleculen  $n = n_0 p^{3/2}$  met  $p$  de druk. Leid een uitdrukking af voor de optische dikte voor de absorptie van UV-straling door ozon als functie van  $p$ . Ga uit van een zenith-hoek van  $0^\circ$ , een uniforme temperatuur en een golflengte-onafhankelijke absorptiecoëfficiënt. (*Tip: gebruik de hydrostatische vergelijking  $dp = g\rho dz$* ).