

## Klimaat, straling en thermodynamica (NS-255b)

### 18 maart 2008

#### Opgave 1

- Geef de reacties van de Chapmancyclus, en leg de relatie uit met het temperatuurprofiel van de stratosfeer.
- Leid uit a) een formule af voor de steady-state concentratie van ozon.
- De werkelijke concentratie van ozon in de stratosfeer is lager dan deze steady state concentratie; met welke reactiecyclus is geen rekening gehouden? Pas je antwoord bij b) aan zodat hiermee wél rekening gehouden wordt.

#### Opgave 2

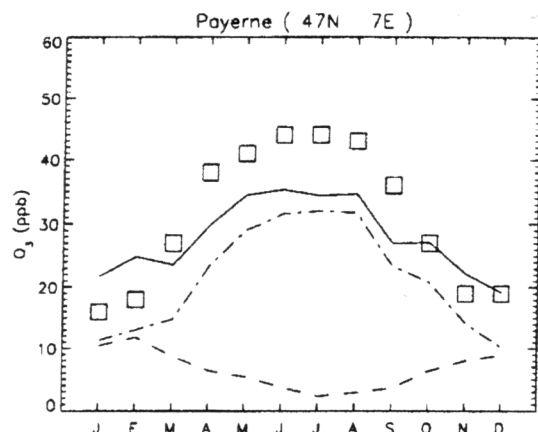
- Laat zien hoe de Köhler vergelijking ( $S = 1 + A/a - B/a^3$ ) gebruikt kan worden om de kritische straal en kritische oververzadiging van een aerosoldeeltje te berekenen.
- Een luchtpakketje bevat ammoniumbisulfaat aerosol ( $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ , met een molecuulmassa van 115 g/mol en een dichtheid  $\rho_s$  van 1.79 g/cm<sup>3</sup>). Wat is de massa van het kleinste deeltje dat geactiveerd wordt bij een oververzadiging van 0.2%, en wat is de bijbehorende druppelstraal? (Gebruik voor  $A$  een waarde van  $1.16 \cdot 10^{-9}$  m en bereken  $B$  uit  $B = \frac{3\nu m_s M_w}{4\pi \rho_w M_s}$  met  $\rho_w = 1$  g/cm<sup>3</sup>,  $M_w = 18$  g/mol).

#### Opgave 3

Een luchtpakketje aan het oppervlak ( $p = 1000$  hPa) heeft een temperatuur van 24°C en een dauwpunttemperatuur van 16°C.

- Bereken de relatieve vochtigheid en de specifieke vochtigheid in het pakketje lucht. Gebruik eventueel als benadering voor Clausius Clapeyron:  $e_s = 10^{(9.4041 - \frac{2354}{T})}$  (hPa).
- Het pakketje stijgt op, op welke hoogte is het precies verzadigd?
- Het pakketje stijgt verder door naar 3 km hoogte ( $p=700$  hPa). Wat is bij benadering de temperatuur van het luchtpakket en hoeveel water is er gecondenseerd?
- Geef kwalitatief aan hoe de potentiële temperatuur verandert bij b) en bij c).

## Opgave 4



Computermodellen van atmosferische transporten en atmosferische chemie geven inzicht in de processen die de variabiliteit van ozonconcentraties beïnvloeden. Bijgaand plaatje geeft gemeten (vierkantjes) en gemodelleerde (doorgetrokken lijn) maandgemiddelde concentraties ozon ( $O_3$ ; eenheid: ppb) aan het oppervlak in Payerne (Zwitserland). De lucht in Payerne is representatief voor continentaal en relatief verontreinigde omstandigheden. Door een goede modelopzet te kiezen kan een schatting verkregen worden hoe enerzijds ozon uit de stratosfeer ( $O_{3s}$ , de streepjeslijn) en anderzijds fotochemische ozonvorming in de troposfeer ( $O_{3t}$ , streep-punt lijn) bijdragen aan de totale hoeveelheid ozon.

- Hoe komt ozon vanuit de stratosfeer in de troposfeer?
- Geef minimaal één reden waarom  $O_{3s}$  aan het oppervlak een maximum heeft tussen december en april en een minimum in de zomer.
- Leg uit, eventueel met enkele reacties, waarom de ozonconcentratie een maximum heeft in de zomer in Payerne.
- Gemodelleerde en gemeten concentraties in Payerne blijken nogal uiteen te lopen. Een mogelijke reden hiervoor is dat stedelijke emissies in een model vaak over een groter gebied uitgesmeerd worden. Is dit een probleem wanneer met het model klimaatstudies worden verricht? En wanneer met het model een studie naar luchtverontreiniging wordt verricht? Leg je antwoord uit.

## Opgave 5

- Laat zien dat een verticaal homogene wolk met een druppelconcentratie van  $100 \text{ cm}^3$ , een gemiddelde druppelstraal van  $8 \mu\text{m}$  en een totale dikte van 500 m, een optische dikte heeft van ongeveer 20.
- Hoe verandert de optische dikte van een wolk met dezelfde hoeveelheid vloeibaar water maar met een druppelconcentratie van  $200 \text{ cm}^3$ ?