

Toets Deel 2 Klimaat, straling en thermodynamica NS-255B – 30 juni 2014

Opgave 1 – Wolk tegen berg (20 punten)

(Je mag kiezen of je deze opgave uitrekent, óf oplost via het skewT-lnp diagram (bijgeleverd vel). Leg duidelijk uit hoe je je oplossing vindt! Bij het diagram: onder de X-as staan temperatuur (°C, groot) en de waterdamp mengverhouding (g/kg, klein) uitgezet)

Een luchtpakketje wordt vanaf het aardoppervlak (1000 hPa) tegen een berg adiabatisch omhoog getransporteerd. De top van de berg ligt op 3.5 km hoogte (ca. 650 hPa). Het pakketje daalt aan de andere kant van de berg weer terug naar het oppervlak. De begintemperatuur en relatieve vochtigheid van het pakketje zijn respectievelijk 10°C en 66%.

- Op welke hoogte is het pakketje precies verzadigd?
- Hoeveel water is er gecondenseerd aan de top van de berg, en wat is hier de temperatuur van de wolk?
- De helft van het gecondenseerde water regent tijdens het stijgen uit. Wat is de eindtemperatuur wanneer het pakketje het oppervlak weer bereikt heeft?

Opgave 2 - Stratosfeer (20 punten)

Leg de volgende stellingen kort uit of laat zien dat... :

- De Chapman cyclus is niet van belang in de troposfeer;
- De temperatuur in de troposfeer neemt af met de hoogte, maar de temperatuur in de stratosfeer neemt toe met de hoogte;
- Als de gemiddelde ozonconcentratie tussen 10 en 40 km hoogte 2.5×10^{12} moleculen cm^{-3} bedraagt, dan is de dikte van de ozonlaag 280 DU;
- Een simulatie met een klimaatmodel waarin alle ozon boven 30 km hoogte is verwijderd laat een opwarming tot 3°C in de troposfeer zien en een afkoeling tot 80°C in de stratosfeer ten opzichte van een simulatie met een realistische ozonverdeling.

Opgave 3 – Troposfeer (20 punten)

Leg de volgende stellingen kort uit of bereken... :

- Een luchtpakket met een temperatuur van 293 K en een relatieve vochtigheid van 75% heeft een dauwpuntstemperatuur van
- Natuurlijke aerosolen worden meestal gekarakteriseerd door een relatief lage Ångström-coëfficiënt, en antropogene aerosolen door een relatief hoge Ångström-coëfficiënt.
- Troposferische ozonconcentraties op het Noordelijk halfrond zijn het hoogst in de zomer.
- Troposferische ozonconcentraties boven de Atlantische Oceaan in het Zuidelijk halfrond zijn het hoogst in de lente (sept-okt-nov).

Opgave 4 – Opwarming door roet (20 punten)

De grenslaag en de lagere troposfeer boven de Indische Oceaan bevatten grote hoeveelheden roet, afkomstig van het verbranden van biomassa in Zuidoost-Azië. Neem voor deze opgave aan dat het roet zich in de grenslaag bevindt en dat deze laag 2 kilometer dik is. Absorptie van het zonlicht door roet veroorzaakt een gemiddelde stralingsforcering van 28 W/m^2 .

- Schets of leg uit wat deze stralingsforcering voor gevolgen heeft voor de stralingsbalans aan de top van de atmosfeer en aan het oppervlak.
- Bereken de snelheid waarmee de grenslaag opwarmt in K/dag, neem hierbij aan dat er 12 uur daglicht is en dat de luchtdichtheid 1 kg/m^3 bedraagt.
- Beredeneer welke gevolgen deze opwarming heeft of kan hebben voor de stabiliteit van de atmosfeer en de vorming van wolken.

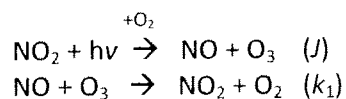
Opgave 5 (20 punten)

Een methode om de concentratie van aerosolen te meten bestaat eruit dat aerosoldeeltjes in een verzadigde omgeving worden gebracht waar ze uitgroeien tot druppels met een straal van $10 \mu\text{m}$. Een bundel laserlicht met een golflengte van $0.5 \mu\text{m}$ wordt door het meetvat geleid, waarbij een deel van de straling door het aerosol verstrooid wordt. De padlengte is 50 cm .

- Bereken de grootteparameter. Welk scattering regime geldt hier?
- Bereken de optische dikte bij een aerosolconcentratie van 1000 deeltjes per kubieke centimeter.
- Welk percentage van het licht wordt verstrooid?

BONUS: Opgave 6 - Fotostationair evenwicht (10 punten)

Beschouw de reactie-cyclus voor ozon in de troposfeer:



Deze reacties vormen samen het 'fotostationair evenwicht'. Aangezien deze reacties bij daglicht zeer snel gaan (orde van minuten), stelt dit evenwicht zich zeer snel in, en de concentraties van de verschillende stoffen passen zich vrijwel direct aan aan de veranderende zonlicht-intensiteit gedurende een dag.

- Leid een uitdrukking af voor het fotostationair evenwicht tussen NO, NO₂ en O₃ in de troposfeer.
- Uit het fotostationair evenwicht is af te leiden dat de ozonconcentratie 's nachts minimaal is. Leg uit waarom.
- Vindt er netto ozonproductie plaats met alleen deze reacties? Welke stof(-fen) moeten er worden toegevoegd om meer ozon te produceren? Leg steeds je antwoord uit.