

7

Tentamen Klimaat, straling en thermodynamica – 27 januari 2009

Openboek-tentamen: nee

Formuleblad: ja

Enkele opmerkingen vooraf:

- formuleer je antwoord kort en bondig
- let op spel- en taalfouten
- denk aan de eenheden
- schrijf duidelijk en vermijd doorhalingen
- succes!



Opgave 1

Koolmonoxide (CO) wordt direct geëmitteerd als gevolg van verbrandingsprocessen en het wordt chemisch gevormd als gevolg van de reactie van methaan met OH. De voornaamste sink van CO is reactie met OH. De reactieconstante van methaan met OH is $k_1 = 4.0 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \text{ molekuul}^{-1} \text{ sec}^{-1}$, en die van CO met OH is $k_2 = 2.4 \times 10^{-13} \text{ cm}^3 \text{ molekuul}^{-1} \text{ sec}^{-1}$. De oxidatie van één methaanmolekuul levert één CO-molekuul op. De gemiddelde OH concentratie is $7 \times 10^5 \text{ molekulen cm}^{-3}$.

- Bereken de atmosferische levensduur (in jaren) van methaan en CO. Hoe gelijkmatig verwacht je dat methaan en CO door de atmosfeer gemengd zijn?
- De methaan concentratie op het noordelijk halfrond (NH) is 1700 ppb, en de CO concentratie is 80 ppb. Uitgaande van *steady state* voor CO, bereken de fractie van het CO dat op het NH door verbrandingsprocessen wordt geëmitteerd ten opzichte van de totale CO bron.

Opgave 2

Na een vulkaanuitbarsting ontstaat er een grote stofwolk in de lagere stratosfeer. De stofdeeltjes ontstaan door deeltjesvorming en condensatie van gassen als zwavelzuur.

- Neem aan dat de straal van de deeltjes $0.2 \mu\text{m}$ is. Welk scattering-regime is van toepassing voor zonlicht?
- Vanaf het oppervlak gezien kleurt de wolk rood. Vergelijk de scattering-efficiëntie voor rode en blauwe golflengtes, en verklaar de rode kleur.
- Leg uit hoe het stof bij kan dragen aan stratosferische ozonafbraak.

Opgave 3.

- Een luchtpakketje bevindt zich op een hoogte van 800 hPa en heeft een temperatuur van 0°C . Het pakketje stijgt droog-adiabatisch naar 700 hPa. Bereken de temperatuur en de potentiële temperatuur op 700 hPa, en de hoeveelheid arbeid die tijdens het stijgen verricht wordt.
- Beantwoord a) opnieuw, maar nu voor het geval dat er tijdens het stijgen water condenseert, tot een uiteindelijke mengverhouding van 1 g/kg.
- Als gevolg van klimaatverandering stijgt de temperatuur van de atmosfeer. Wat dit voor waterdamp inhoudt is onzeker, maar het zal ergens tussen twee extremen inliggen: 1) de specifieke vochtigheid blijft constant, en 2) de relatieve vochtigheid blijft constant. Beschrijf kwalitatief hoe de uitkomsten bij b) door elk van deze extremen beïnvloed worden (NB: de hoeveelheid condensaat verandert!), en wat dit betekent voor de stabiliteit van de atmosfeer.



Opgave 4

Boven de oceanen zijn regelmatig grote velden stratusbewolking te zien. Gemiddeld hebben deze wolken een albedo van 60%, terwijl ongeveer 30% van het aardoppervlak ermee bedekt is.

a) Bereken de verandering in de optische dikte van de wolk en het wolkenalbedo wanneer de druppelconcentratie van de wolk 30% toeneemt als gevolg van antropogene verontreiniging. Negeer het effect van absorptie door aerosol. Het albedo van een wolk

wordt bij benadering gegeven door: $A \approx \frac{\tau}{\tau + 6.7}$

b) Het gemiddelde albedo van het gebied dat niet door de wolken bedekt wordt, is 17%. Bereken de stralingsforcering als gevolg van de toename bedoeld onder a). Hoe verhoudt deze forcering zich ten opzichte van de forcering door langlevende broeikasgassen?

Opgave 5

(Deze opdracht mag met hulp van bijgevoegd skewT-lnp diagram opgelost worden, leg wel uit hoe je de grafiek gebruikt. De getallen aan de x-as geven de temperatuur (grote cijfers) en de isohumes (kleine cijfers, eenheid: g/kg) weer).

Een luchtpakketje van 20°C en een mengverhouding van water van 9 g kg⁻¹ wordt orografisch opgetild van 1000 naar 700 hPa (3000 m).

a) Wat is de RH bij aanvang?

b) Wat is de dauwpuntstemperatuur bij aanvang?

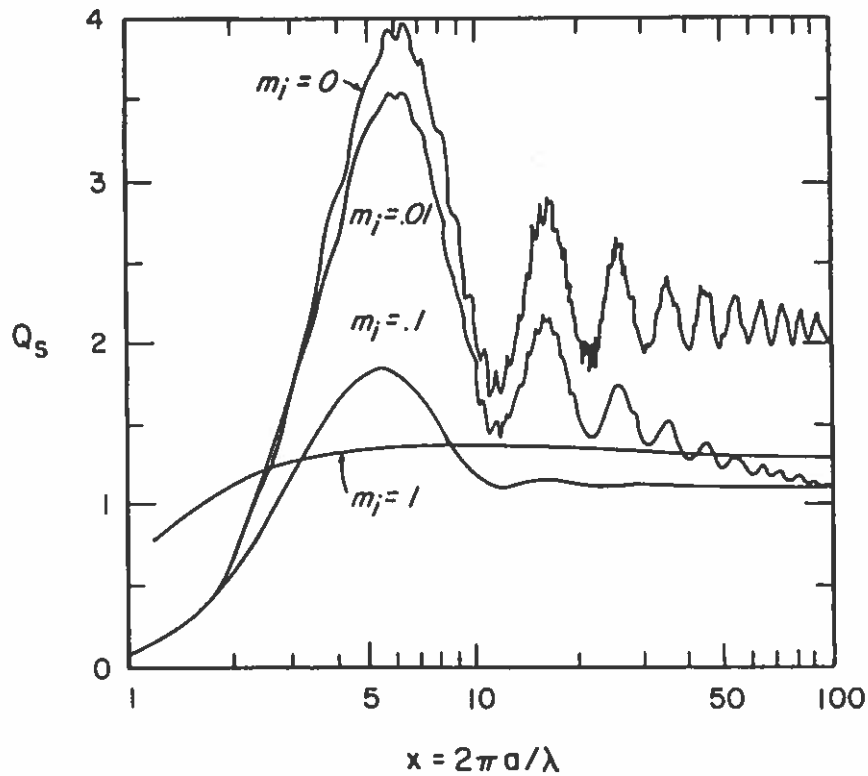
c) Op welke hoogte of druknivo is het luchtpakket precies verzadigd?

d) Wat is de temperatuur van het luchtpakket op 700 hPa?

e) Hoeveel water is er dan gecondenseerd?

f) 50% van het gecondenseerde water valt in de vorm van regen uit het luchtpakket. Dan daalt het luchtpakket aan de andere kant van de berg tot 900 hPa (990 m). Wat is de uiteindelijke temperatuur?

Constanten en vergelijkingen



Heat capacity air at constant volume/pressure:	717 / 1004 J ⁻¹ K ⁻¹ kg ⁻¹
Latent heat of evaporation/condensation:	L = 2500 J/g
Molecular mass of water / air:	18 / 29 g/mole
Gas constant:	R = 8.314 J mole ⁻¹ K ⁻¹
Specific gas constant for water vapor:	R _v = 462 J kg ⁻¹ K ⁻¹
Specific gas constant for air:	R _a = 287 J kg ⁻¹ K ⁻¹
Specific density of water:	ρ _w = 10 ⁶ g m ⁻³
Stefan-Boltzmann constant:	σ = 5.67 * 10 ⁻⁸
Solar constant:	S = 1368 W m ⁻²

Clausius Clapeyron:
$$e_{s,liq}(T) = 10^{\left(9.4041 - \frac{2354}{T}\right)}$$

Kelvin/Raoult term:
$$A = \frac{2\sigma M_w}{RT\rho_w} \quad B = \frac{3vm_s M_w}{4\pi\rho_w M_s}$$

P (hPa) – z (m) relation in a standard atmosphere:
$$p = 1013.25 * \left(1 - 2.256 * 10^{-5} * z\right)^{5.256}$$

Skew-T, Log(P) Diagram

