

Hertentamen Klimaat, straling en thermodynamica – maart 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.

Analyse van luchtbelletjes in ijskernen, afkomstig van Groenland of Antarctica, levert inzicht in vroegere concentraties van methaan (CH_4) en formaldehyde (CH_2O). Met behulp van die informatie kunnen schattingen gemaakt worden van vroegere OH concentraties.

a) In polaire gebieden is fotodissociatie het belangrijkste afbraakmechanisme voor CH_2O . De reactieconstante hiervoor is $J=10^{-5} \text{ s}^{-1}$. De enige bron van CH_2O is oxidatie van CH_4 door OH met als reactieconstante $k=2.0 \times 10^{12} \exp(-1700/T) \text{ cm}^3 \text{ molecule}^{-1} \text{ s}^{-1}$. Leid een formule af voor de steady-state concentratie van CH_2O .

b) Onderstaande tabel geeft de concentraties van CH_2O en CH_4 op Groenland voor het heden en het pre-industriële tijdperk (1600 A.D.). Bereken de concentratie van OH (moleculen cm^{-3}) voor beide perioden.

	$[\text{CH}_4]$ (ppbv)	$[\text{CH}_2\text{O}]$ (ppbv)	Temperatuur (K)
Heden	1700	0.10	260
Pre-industrieel	740	0.050	260

c) Hoe verklaar je het verschil in OH tussen het pre-industrieel en het heden?

Opgave 2.

a) De optische dikte van een wolk wordt gegeven door: $\tau = \sigma n \Delta z$, met σ de scattering cross section, n de druppelconcentratie en Δz de dikte van de wolk. Uitgaande van deze vergelijking, laat zien dat een verticaal homogene wolk met een druppelconcentratie van 100 cm^{-3} , een gemiddelde druppelstraal van $8 \mu\text{m}$ en een totale dikte van 500 m, een optische dikte heeft van ongeveer 20.

b) Hoe verandert de optische dikte van een wolk met dezelfde hoeveelheid vloeibaar water en dikte, maar met een druppelconcentratie van 200 cm^{-3} ?

c) Leg kort uit wat er wordt bedoeld met het aerosol indirect klimaat effect.

Opgave 3.

a) Geef de reacties van de Chapman cyclus, en leg de relatie uit met het temperatuurprofiel van de stratosfeer.

b) Leid uit a) een formule af voor de steady-state concentratie van ozon.

c) 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 4.

Luchtbevochtigers voor huiselijk gebruik verhogen de relatieve vochtigheid in een afgesloten ruimte door water te verdampen. Een kamer van 100 m^3 bevat lucht van 23°C en 15% luchtvochtigheid.

- Laat zien dat de gewichtsverhouding (*mass mixing ratio*) van waterdamp t.o.v. de droge lucht ongeveer 2.6 mg/g bedraagt.
- Tijdens een pseudo-adiabatisch proces verdampt 0.3 liter water uit de bevochtiger. Bereken de uiteindelijke temperatuur en relatieve vochtigheid in de ruimte. Neem aan dat de verdamping isobaar plaatsvindt bij 1000 hPa , en dat de benodigde warmte door de lucht zelf wordt geleverd.

Opgave 5.

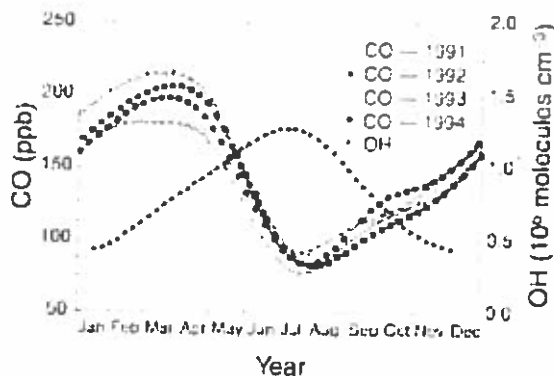


Fig. 1a

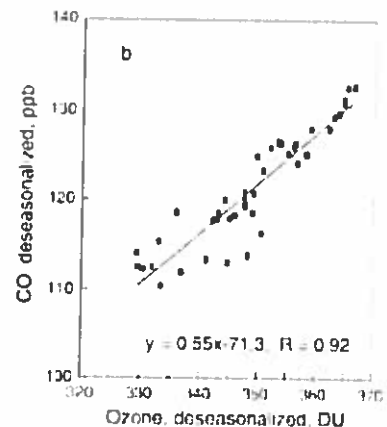
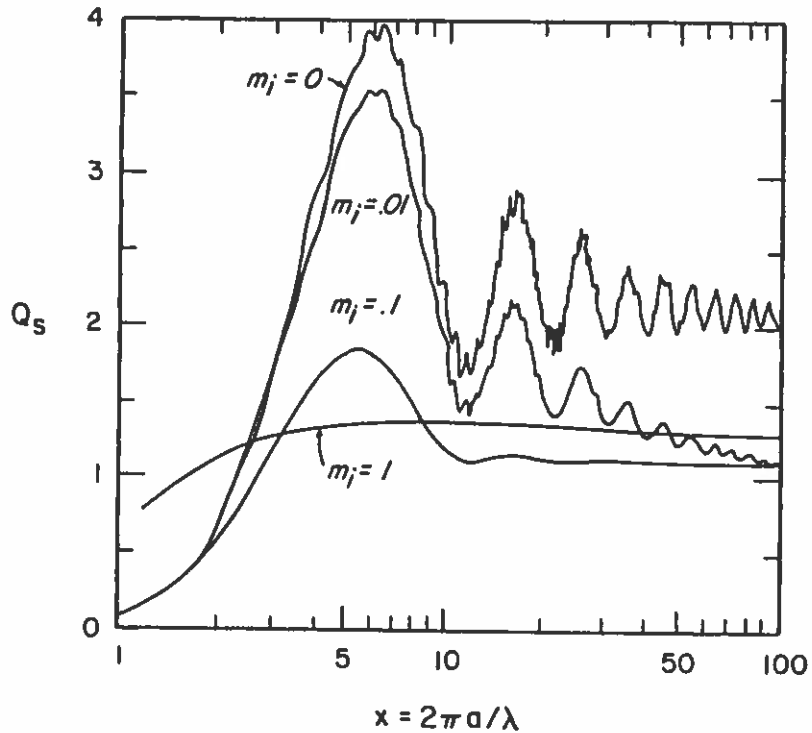


Fig. 1b

CO wordt geproduceerd bij de oxidatie van methaan, en het wordt direct in de atmosfeer geëmitteerd bij de verbranding van fossiele brandstoffen. Het wordt verwijderd via chemische oxidatie.

- Figuur 1a geeft de jaarlijkse gang van de concentraties van CO en van OH op het noordelijk halfrond. Verklaar de waargenomen jaarlijkse gang voor beide stoffen.
- Door de jaren heen is er een lichte stijging waargenomen in de gemiddelde CO concentratie. In Figuur 1b zijn de totale ozonkolom en de troposferische CO concentratie (de-seasonalized: seizoensinvloeden zijn uit de data gefilterd) tegen elkaar uitgezet. Leg uit hoe deze twee parameters zijn gerelateerd, en verklaar de positieve correlatie.

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:
$$A = \frac{2\sigma M_w}{RT\rho_w} \quad B = \frac{3\nu m_s M_w}{4\pi\rho_w M_s}$$

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