

Tentamen inleiding Energie en Milieu
6-4-2011, 14-17 uur

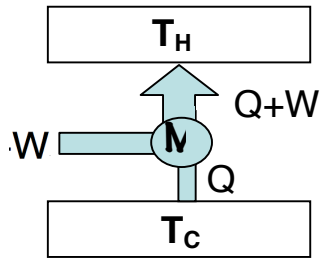
Vermeld (duidelijk!) naam, geboortedatum, studienummer en studierichting op het 1^e vel papier; op ieder volgend vel uw naam.

Het gebruik van het boek en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

Algemene aanwijzing: reken daar waar van toepassing zo lang mogelijk symbolisch; vul pas op het laatst getalswaarden in!

Opgave 1. Energieconversie

Beschouw het volgende, volledig reversibele systeem:



a) Wat zijn de entropieveranderingen van de beide warmtebaden?

b) Als ons doel met deze machine is het koelen van het warmtebad onderin, met temperatuur T_C , wat is dan de uitdrukking voor het rendement, uitgedrukt in Q en W ?

c) Wat zegt de Tweede Hoofdwet over de totale entropieverandering van een reversibel systeem?

d) Leid uit de gegevens uit a) t/m c) voor het rendement van deze koeling af: $\eta = \frac{1}{\frac{T_H}{T_C} - 1}$

We gebruiken deze machine dus als koelkast. We willen T_C op 4°C houden, en moeten daartoe iedere seconde warmte Q die binnenlekt afvoeren naar het warme rooster met temperatuur T_H buiten de koelkast. Die hoeveelheid warmte hangt af van de buitentemperatuur T_B volgens $Q = 20(T_B - T_C)$ Joules. Uiteraard is de temperatuur T_H van het rooster van de koelkast hoger dan T_B , we nemen voor dit verschil 10°C .

e) Bereken het (elektrisch) vermogen van de koelkast, d.w.z. de arbeid W per seconde, als deze in een ruimte staat met $T_B = 20^\circ\text{C}$. Hoeveel kWh is dat per jaar?

Opgave 2. Geo-energie

Een gasbedrijf wil haar zomerproductie van 20 BCM (= $20 \cdot 10^9 \text{ m}^3$) gas uit de offshore opslaan in een gasveld op het land. Er is een veld beschikbaar op een diepte van 3500m, in de vorm van een horizontale zandsteenlaag van 150m dikte in een rechthoekige horst-structuur van 10 x 2.5 km. Deze horst is aan alle zijden begrensd door breuken waar een lateral seal wordt gevormd door zoutlagen. Het veld is hydrostatisch en ligt in een gebied met een geothermische gradiënt van $3^\circ\text{C}/100\text{m}$.

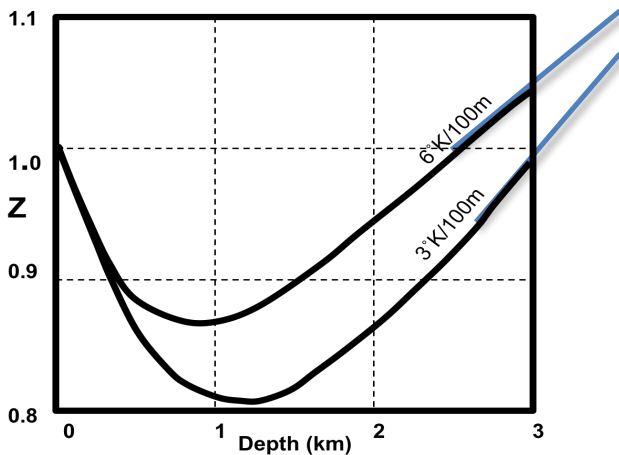
De standaard condities aan het oppervlak zijn een temperatuur van 15°C en een luchtdruk van 1.01325 bar. Slechts 25% van dit pakket is werkelijk zandsteen, de rest is klei ("Net-to-Gross ratio" van 25%). De connate-water saturatie van 10%.

a) Wat betekent de connate-water saturatie voor de capaciteit van het reservoir?

Maak gebruik van de gas expansiefactor:

$$E = (T_s/p_s) \cdot (p/ZT)$$

Onderstaand diagram geeft het verloop van Z met diepte voor CH_4



- Wat is de volume-verhouding tussen een hoeveelheid gas op het oppervlak en op 3500 m diepte onder de gegeven omstandigheden?
- wat is minimum gemiddelde porositeit die het reservoir moet hebben om al het gas te kunnen bergen?
- Met de uitkomst van c), hoe zou je de kwaliteit van het reservoir kenschetsen? (goed-standaard-slecht)

Opgave 3 broeikasgassen

Veel sporengassen in de atmosfeer werken als zogenaamde “broeikasgassen”. De concentratie in de atmosfeer van verschillende van deze gassen wordt door menselijk gedrag significant verhoogd. Hierdoor ontstaat bezorgdheid over klimaatverandering die dit kan veroorzaken. Om de invloed van stijgende concentraties van verschillende broeikasgassen op kwantitatieve wijze te kunnen vergelijken, is het begrip “radiative forcing” gedefinieerd.

- Leg uit wat met het begrip "Radiative Forcing" wordt bedoeld.

Voor atmosferische CO_2 luidt de uitdrukking voor Radiative Forcing (RF): $\text{RF} [\text{W}/\text{m}^2] = 5.41 \ln (C/C_0)$, waarin C_0 de oorspronkelijke, natuurlijke concentratie van CO_2 in the atmosfeer is (278 ppm= 278000 ppb), en C de concentratie van dit moment (387 ppm= 387000 ppb). (ln is de natuurlijke logaritme).

Voor methaan (CH_4) is de uitdrukking $\text{RF} [\text{W}/\text{m}^2] = 0.036 (\sqrt{C} - \sqrt{C_0})$ (geldig voor de concentraties uitgedrukt in ppb), waarin C_0 de oorspronkelijke, natuurlijke concentratie van CH_4 in the atmosfeer is (700 ppb), C de concentratie van dit moment (1850 ppb).

- Verklaar waarom deze RF's niet lineair afhankelijk zijn van de concentratie, en waar het verschil in niet-lineariteit tussen CO_2 en CH_4 vandaan komt.
- Wat zijn de huidige RF's voor CO_2 en CH_4 ?

Eén van de menselijke bronnen van methaan is het vrijkomen ervan tijdens oliewinning. Als dit methaan niet kan worden gebruikt, kan men voorkomen dat het in de atmosfeer terecht komt door het te verbranden (“gas flaring”). Uiteraard komt dan in plaats van CH_4 wel CO_2 in de atmosfeer.

- Stel je voor dat gas flaring 50 ppb CH_4 concentratieverhoging zou voorkomen, en dus tegelijkertijd 50 ppb extra CO_2 verhoging zou opleveren. Bereken de RF effecten van deze beide op de huidige atmosfeer (Denk aan de nauwkeurigheid van je berekening!). Wat is dus het netto RF-resultaat van gas flaring t.o.v. het laten ontsnappen van de methaan in de atmosfeer?

Van de vragen 4, 5 en 6 mag je er eentje naar keuze onbeantwoord laten (geef deze keuze dan aan). Als je ze alle drie wilt maken telt de minst goed opgeloste vraag niet mee voor je eindcijfer.

Opgave 4. Kernenergie

- Welke massa's hebben de splijttingsproducten van Uranium ongeveer?
- Bij het ongeluk in Tsjernobyl is een significante hoeveelheid radioactief koolstof (^{14}C) vrijgekomen (in de nabije omgeving van de reactor). Leg uit waarom (waar komt het ^{14}C vandaan?)
- Is er ook een vergelijkbare hoeveelheid ^{14}C vrijgekomen bij het recente ongeluk in Japan; waarom (wel/niet)?

Opgave 5. (smart) grids

- Leg uit waarom we verschillende spanningsnetten hebben (hoog- midden-en laagspanning).
- Wat is reactief vermogen en waarom is dat een belangrijk concept?

Opgave 6. Verbranding

- De reactievergelijking voor verbranding van methaan $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ suggereert dat hier 3 moleculen (1 methaan en 2 zuurstof) met elkaar botsen om 3 moleculen CO_2 en water te maken. Schets (met woorden) wat er in werkelijkheid gebeurt.
- Naast de chemische reacties die de brandstof omzetten in verbrandingsproducten, en die warmte produceren, welke fysische processen zijn verantwoordelijk voor de voortplanting van vlammen?
- Als ik een kogel schiet in een brandstoftank die helemaal vol is met benzine, waarom explodeert die dan niet meteen (in tegenstelling tot wat men in een film meestal laat zien)?