

Tentamen inleiding Energie en Milieu
2-7-2013, 9-12 uur

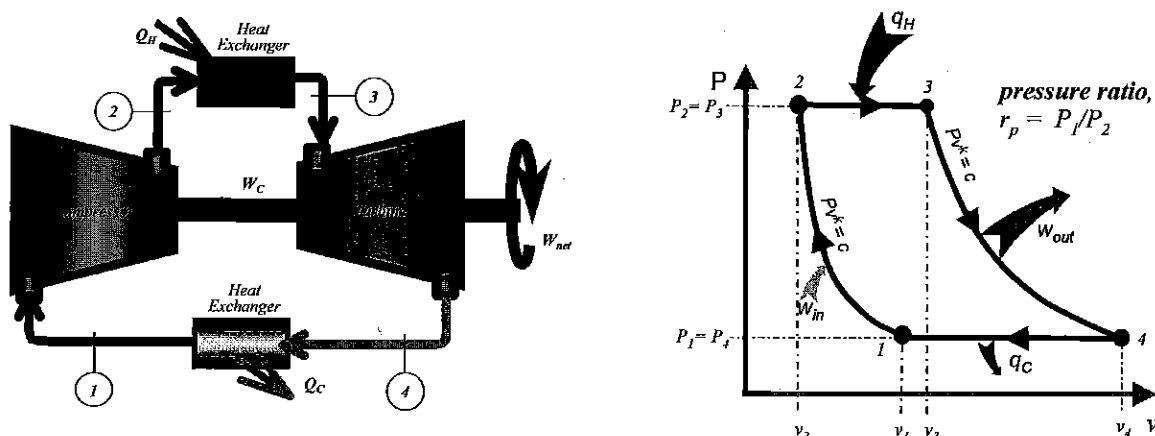
Vermeld (duidelijk!) naam, geboortedatum, studienummer en studierichting op het 1^e vel papier; op ieder volgend vel uw naam. Het gebruik van kopieën en eigen kladpapier is niet toegestaan. Vraag desgewenst om extra papier.

Algemene aanwijzingen:

- (-) **Reken daar waar van toepassing zo lang mogelijk symbolisch; vul pas op het laatst getalswaarden in!**
- (-) **Zorg dat iedere berekening of redenering ook voor de corrector te volgen is**
- (-) **Wees overal waar uitleg gevraagd wordt zo volledig en concreet mogelijk, maar "volledig" is niet hetzelfde als "uitvoerig".**

Opgave 1. Een gascentrale (relatieve weging: 5)

Gasturbines worden veel bij elektriciteitsopwekking gebruikt. Een goede benadering van wat er gebeurt wordt gegeven door de zgn Brayton-cyclus, die hier staat geïllustreerd, zowel schematisch als met een PV-diagram. We gaan uit van 1 mol van een ideaal gas dat een cyclus doorloopt:



We beschrijven de gang van zaken als volgt:

- 1→2: Adiabatische compressie van het gas in de compressor.
- 2→3: Levering van warmte Q_H in isobare omstandigheden.
- 3→4: Adiabatische expansie van het gas in de turbine.
- 4→1: Warmte Q_C wordt afgestaan aan de omgeving, onder isobare omstandigheden, namelijk de buitendruk. Het gas bereikt uiteindelijk weer zijn uitgangspositie met daarbij $T_1 =$ buitentemperatuur (neem 295 K).

Voor een adiabatisch traject geldt dat $TV^{\gamma-1} = \text{constant}$, met $\gamma = C_p/C_v$. Voor het ideale gas "lucht" is $\gamma = 1,4$

- (a) Schets het bijbehorende S-T diagram. Label de punten 1 t/m 4 duidelijk
- (b) Wat is de relatie tussen Q_H en het temperatuurverschil T_2-T_3 en tussen Q_L en T_4-T_1 ?
- (c) Druk de verhouding tussen T_1 en T_2 uit in de drukken P_1 en P_2 ; net zo voor T_3 en T_4 .
- (d) Laat zien dat het rendement van deze ideale Brayton cyclus is:

$$\eta = 1 - \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

- (e) Een gasturbine heeft als hoogste temperatuur 1500 K. Na compressie, maar voor het verbrandingsproces is de temperatuur 580 K. Wat is T_4 , en wat is het rendement?

Opgave 2 Broeikasgassen (relatieve gewing: 4)

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.

(a) Leg uit wat met het begrip "Radiative Forcing" wordt bedoeld.

Voor atmosferische CO₂ luidt de uitdrukking voor Radiative Forcing (RF): $RF [W/m^2] = 5.41 \ln(C/C_0)$, waarin C₀ de oorspronkelijke, natuurlijke concentratie van CO₂ in the atmosfeer is (278 ppm= 278000 ppb), en C de concentratie van dit moment (398 ppm= 398000 ppb). (ln is de natuurlijke logarithme). Voor methaan (CH₄) is de uitdrukking $RF [W/m^2] = 0.036 (\sqrt{C}-\sqrt{C_0})$ (geldig voor de concentraties uitgedrukt in ppb), waarin C₀ de oorspronkelijke, natuurlijke concentratie van CH₄ in the atmosfeer is (700 ppb), C de concentratie van dit moment (1850 ppb).

(b) Verklaar waarom deze RF's niet lineair afhankelijk zijn van de concentratie, en waar het verschil in niet-lineariteit tussen CO₂ en CH₄ vandaan komt.

(c) Wat zijn de huidige RF's voor CO₂ en CH₄ ?

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 CH₄ wel CO₂ in de atmosfeer.

(d) Stel je voor dat gas flaring 100 ppb CH₄ concentratieverhoging zou voorkomen, en dus tegelijkertijd 100 ppb extra CO₂ 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?

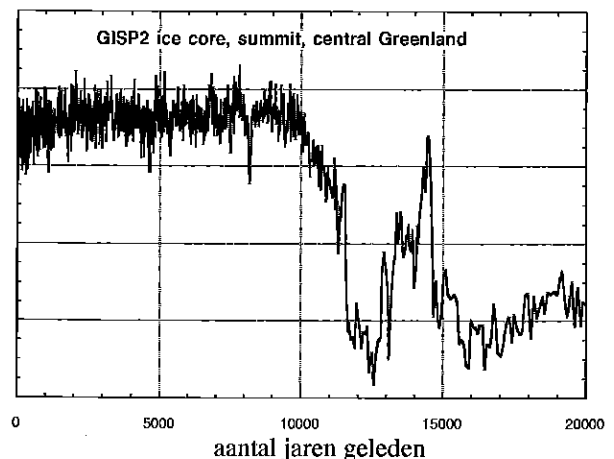
Opgave 3. klimaatgeschiedenis (relatieve gewing: 2)

Bijgaand een figuur met gegevens uit een diepe ijskernboring op Groenland.

(a) Wat is hier uitgezet als functie van de tijd?

(b) Wat zien we hier gebeuren?

(c) Hoe komt deze informatie in het ijs terecht?



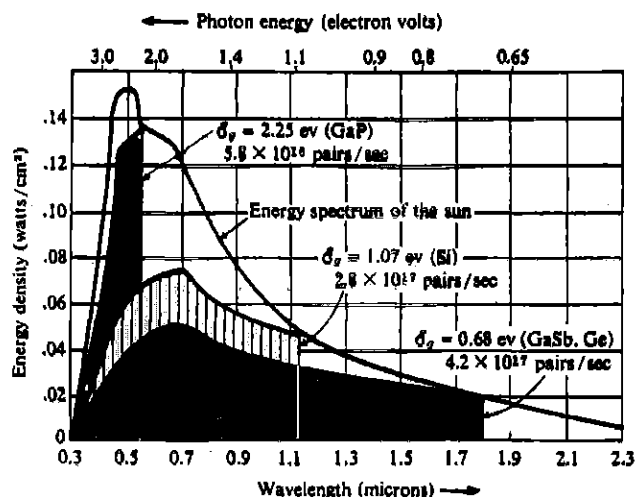
Opgave 4 Zonnecellen (relatieve gewing: 3)

In de afbeelding hiernaast staat schematisch het zonnenspectrum afgebeeld, samen met de fracties die 3 (4) types zonnecellen (GaP, Si en Ge (of GaSb)) hier uit kunnen gebruiken

(a) In de figuur is voor de typen zonnecellen de waarde van " ϵ_g " aangegeven. Wat wordt met deze grootheid bedoeld?

(b) Ter hoogte van ϵ_g raakt de curve van de betreffende zonnecel die van het zonnenspectrum. Naar links in de grafiek vanaf dat punt daalt deze curve ten opzichte van het zonnenspectrum. Leg uit hoe dat komt.

(c) Als we in plaats van de zon een monochromatische lichtbron zouden gebruiken, met een golflengte net onder ϵ_g , zou dan het rendement van de betreffende zonnecel -in principe- gelijk aan 100% kunnen worden?



Opgave 5. (relatieve gewing: 3)

Bij het afwegen van brandstofsoorten voor transport/mobiliteit worden de begrippen well-to-tank, tank-to-wheel en well-to-wheel (WTW) veel gebruikt.

a) Leg deze begrippen uit

b) Vergelijk kwalitatief de WTW-keten voor benzine-auto's met die voor elektrische auto's en waterstof-auto's (meerdere deel-ketens denkbaar). Bespreek daartoe de schakels in de verschillende ketens en geef kort commentaar.