

Tentamen Milieufysica
30 juni 2008, 14.00-17.00 uur

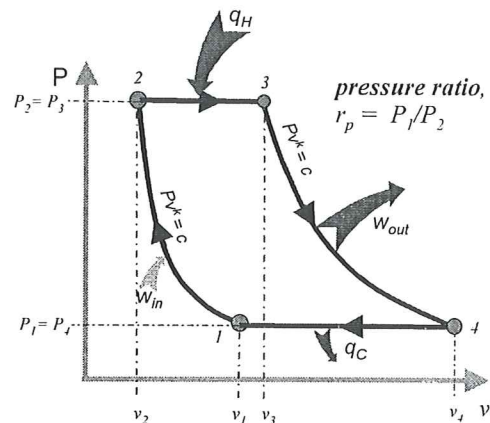
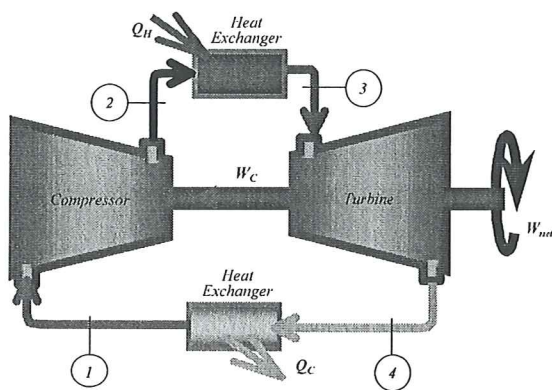
Vermeld (duidelijk!) naam, adres, geboortedatum, studienummer en studierichting op het 1^e vel papier; op ieder volgend vel uw naam.

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

Gebruik voor ieder vraagstuk een apart vel papier!

Opgave 1. Gebruik voor ieder vraagstuk een apart vel papier!

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 de 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 $TV^{\kappa-1} = \text{constant}$, met $\kappa = C_p/C_v$. Voor het ideale gas "lucht" is $\kappa = 1,4$

(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_C en $T_4 - T_1$?

(c) Druk de verhouding tussen T_1 en T_2 uit in de drukken P_1 en P_2 ; netzo voor T_3 en T_4 .

(d) Laat zien dat het rendement van deze ideale Brayton cyclus is:

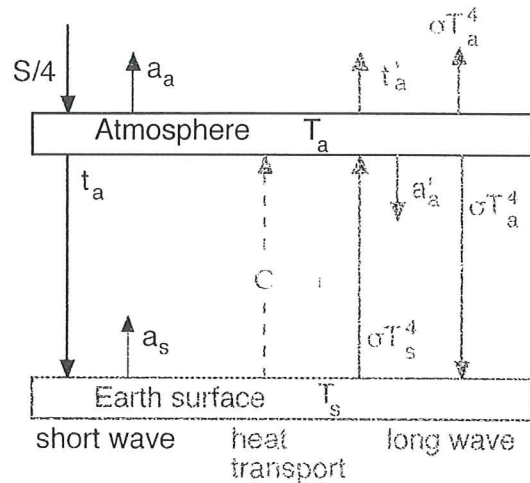
$$\eta = 1 - \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

(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?

(f) Welke temperaturen moet u als " T_H " en " T_C " kiezen zodat het antwoord bij (e) gelijk is aan het Carnot-rendement? Wat levert het Carnot-rendement met de hoogste en laagste temperatuur in de cyclus op?

Opgave 2. Gebruik voor ieder vraagstuk een apart vel papier!

Beschouw een zeer eenvoudig energiebalans-model. Bijgaand schema geeft de energie per m^2 zoals die door de inkomende zonnestraling, de uitgaande thermische IR-straling, en de voelbare en latente warmte, over aardoppervlak en atmosfeer wordt verdeeld. De voelbare en latente warmte is hier als een constante aangenomen. WE nemen aan dat alle zichtbare straling die door het aardoppervlak wordt gereflecteerd (met albedo a_s) door de atmosfeer wordt geabsorbeerd.



(a) Geef de balansvergelijking voor aardoppervlak en atmosfeer, voor een klimaat in equilibrium.

(b) Los de T_s en T_a op, met als gegevens:

$t_a=0,53$, $a_a=0,30$, $a_s=0,11$, $t'_a=0,06$, $a'_a=0,31$ en $C = 100 \text{ W/m}^2$

De constante van Stefan-Boltzmann $\sigma=5,67 \times 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$,

en $S = 1353 \text{ W/m}^2$ (Reken zorgvuldig! Schrijf zolang mogelijk alles symbolisch op, en vul pas in de laatste stap waarden in).

(c) Wat is Radiative Forcing?

(d) Geef de verandering(en) in de parameters van het model als het een radiative forcing van 1 W/m^2 moet weergeven. Argumenteer uw keuze.

(e) Bereken het verschil in T_s ten gevolge van deze radiative forcing (voorkom grote afrondingsfouten!).

Als u het antwoord bij (d) niet hebt kunnen vinden, berekent u het verschil in T_s ten gevolge van een verandering in C van -1 W/m^2 (dit is overigens niet het juiste antwoord bij (d))

Opgave 3. Gebruik voor ieder vraagstuk een apart vel papier!

Beschouw een silicium zonnecel. Silicium heeft een "band gap" E_g van $1,07 \text{ eV}$. Deze energie komt overeen met die van licht-fotonen met een golflengte van $1,16 \mu\text{m}$.

(a) Beschrijf de principiële verlies-factoren die invloed hebben op het rendement van een Si-zonnecel voor zonlicht.

(b) Als we een monochromatische lichtbron zouden gebruiken, met een golflengte net onder de $1,16 \mu\text{m}$, zou dan het rendement -in principe- gelijk aan 100% kunnen worden? Motiveer uw antwoord.

Opgave 4. Gebruik voor ieder vraagstuk een apart vel papier!

Een eenvoudige, homogene kernreactor heeft een beperkte afmeting a in de x -richting. Alle neutronen in de kernreactor hebben dezelfde energie die bovendien constant is. De reactorvergelijking in de x -richting wordt gegeven door (vgl. 1).

$$\frac{\partial n_x}{\partial t} = k_\infty \Sigma_f n_x u - \Sigma_f n_x u + D \frac{\partial^2}{\partial x^2} (n_x u) \quad (\text{vgl. 1})$$

I II III IV

Hierin is:
 n_x = neutronendichtheid
 u = snelheid van de neutronen
 Σ_f = macroscopische splijtings cross-sectie
 D = diffusiecoëfficiënt
 $k_\infty = \epsilon * \eta * p * f$ (4 factoren formule)

- Wat wordt beschreven door term I t/m IV in de reactorvergelijking?
- Wanneer is de kernreactor kritisch? Laat zien dat in dat geval de oplossing van de reactorvergelijking kan worden gegeven door:

$$n_x(x) = n_x(0) \cos\left(\frac{\pi}{a} x\right) \quad \text{met :} \quad \left(\frac{\pi}{a}\right)^2 = (k_\infty - 1) \frac{\Sigma_f}{D}$$

Stel dat puur ^{235}U (100%) met een dichtheid van $4.9 \cdot 10^{28}$ deeltjes/m³ wordt gebruikt om een kernbom te maken. Bij kernsplijting van ^{235}U komen snelle neutronen vrij. Er wordt geen moderator gebruikt om deze neutronen te vertragen. Voor snelle neutronen geldt: de microscopische splijtings cross-sectie van ^{235}U is 2.1 barn en de diffusiecoëfficiënt is $1.72 \cdot 10^{-2}$ m.

- Bereken in dit geval de macroscopische splijtings cross-sectie.
- Maak een reële schatting van de parameters in de 4 factoren formule. Licht de schatting toe.
- Bereken de afmeting a van de kritische kernbom.

NB: De tentamenopdracht (zie Nestor) is deel van dit tentamen (in feite deel van dit vraagstuk). Zonder voldoende opdracht volgt geen eindcijfer voor dit vak.