

examen thermo van Enrico Carlon en onze favo assistent Midas Seghers

De Grote MacHerbie, halftijds fysicastudent, halftijds ridder

Den eersten dag na de zomerzonnewende, ab urbe condita
MMDCCCLXXVII

1 theorie (3p)

De Kelvin statement van de tweede wet van de thermodynamica is:

"Het is onmogelijk een machine te maken wiens enige effect is dat het warmte uit een reservoir volledig omzet in arbeid."

De Clausius statement van de tweede wet is:

"Het is onmogelijk om een machine te maken die geen arbeid vraagt en die warmte uit een koud bad dumpst in een warm bad."

Toon aan dat als Clausius aan het cappen is dat dan ook Kelvin een zieke leugenaar is.¹

2 easy-peasy (3p)

Gegeven is de Clausius-Clayperon relatie:

$$\frac{dP}{dT_{coex}} = \frac{s_2 - s_1}{v_2 - v_1}$$

Leg uit wat de symbolen betekenen. Waarom geldt bij water dat de vriestemperatuur daalt wanneer we de druk opdrijven?

3 de eerste echte vraag (5p)

We gebruiken een motor met een fancy naam². Dit bestaat uit twee adiabaten verbonden met twee isobaren. De lage resp. hoge druk is P_1 resp P_2 , er zijn N deeltjes, en we gebruiken een mono-atomisch ideaal gas.

¹Kelvin was ook effectief een zieke leugenaar met zijn 'Fysica is bijna af'.

²De motor is genoemd naar zijn uitvinder, maar ingenieurs zijn het niet waard herinnerd te worden

- a) Maak een schets van zowel de motor als de koelkast in het pV-vlak.
 b) Toon aan dat voor de adiabaten geldt:

$$p * V^{5/3} = \text{const}$$

- c) Bereken de efficiëntie van deze motor.
 d) We hangen deze motor aan een kraan en gebruiken ze om een massa m omhoog te tillen. De motor doet 5 cycli, en bij elke cyclus absorbeert ze een warmte Q^* . Hoe hoog kan ze het blok tillen?
 e) **Bonusvraag: +1p** Stel dat we de motor in onze kraan vervangen door een Carnot motor die als warmte resp. koude bad het warmste resp. koudste punt uit onze cyclus gebruikt. Hoe hoog kunnen we het blok nu tillen?

4 waarom de helft van de aula achteraf van een brug sprong (5p)³

Beschouw twee mono-atomische ideale gassen A en B waarvan de deeltjes dezelfde massa hebben.

- a) Toon aan dat:

$$Z_{TOT} = Z_A Z_B$$

met Z_{TOT} de canonische partitiefunctie en Z_A en Z_B de partitiefuncties van A en B respectievelijk.

- b) Toon aan dat:

$$S = \frac{3}{2} N k_b + N k_b \ln \left(\frac{\alpha V E^{3/2}}{N^{5/2}} \right) - T \Delta S_{mix}$$

, en bepaal α . *Als je eerst een lelijke uitdrukking hebt, gwn mee verder gaan, het wordt wel mooier, trust. Een ketter die hier veele lentes te jong voor is c)*

We hebben een doos met daarin N_1 deeltjes gas 1 bij volume V_1 en temperatuur T_1 en aan de andere kant van een adiabatistische wand N_2 deeltjes van gas 2 bij volume V_2 en temperatuur T_2 . We vervangen de adiabatistische wand door een wand die temperatuur en deeltjes van type 1 doorlaat.

Wat is de temperatuur van het volledige systeem bij evenwicht? Wat is het aantal deeltjes in elk van de subsystemen?

- d) Is de druk in beide sybsystemen gelijk? Zo nee, wat is het temperatuursverschil?

5 allee dan omdat de vorige zo'n rotberekening was volgt hier nog wat ontspanning (5p)

We hebben een $T(x)$ - diagram van de overgang van vloeibaar naar gas van een mengsel van stoffen A en B $x = N_A/N$. Er geldt dat de bovenste grafiek gegeven

³weet dat er altijd mensen voor je klaar staan op het gratis nummer 1813

is door $\nu(x) = (-3x^2 + 4)T_1$ en de onderste door $\lambda(x) = (3x^2 - 6x + 4)T_1$. Puur A verdampt bij temperatuur $4T_1$ en puur B bij temperatuur T_1 .

a) We beginnen met een mengsel van 50% A en 50% B en brengen het naar een temperatuur $2T_1$. Wat is de fractie van A in de vloeibare component? Wat is het aantal deeltjes in vloeibare toestand?

b) We halen het gas uit ons reactievat en brengen de vloeistof naar een temperatuur van $3T_1$. Wat is de fractie van A in de vloeibare component? Wat is het aantal deeltjes in vloeibare toestand?

6 Vermoedelijke oplossingen

Deze sectie is neergepend door de nederige schildknaap van de Grote MacHerbie. Hij kan dus fouten bevatten. Mocht u er een aantreffen, wees geen NPC en klik op 'Bewerken' en zet het dan bij de beschrijving van dit document.

Vraag 1) Zoals eenen ketter die hier veele lentes te jong voor is zei: Ge pompt gewoon die warmte terug en dan hihhiha.

Vraag 2) Als je dit oud-examen maakt de dag voor het examen thermodynamica in juni en je hebt moeite met deze vraag zou ik mijn agenda in september alvast vrijplannen.

Vraag 3) a) motor: wijzerzin; koelkast: tegenwijzerzin

b) Merk dat voor de adiabaat $\frac{dE}{dV} = -p$; gooi dit op $E = \frac{3}{2}Nk_bT$, en let vooral goed op dat je de productregel toepast (immers is p niet constant!) Los daarna de differentiaalvergelijking op.

c) Volgens Alberik van de Koude Berghe is de efficiëntie $\eta = \frac{3}{4}$.

d) $h = \frac{5\eta Q}{mg}$, vul de efficiëntie in.

e) Nog steeds volgens Alberik van de Koude Berghe is de efficiëntie $\eta = \frac{7}{8}$, de hoogte: gooi het gewoon in de formule van hierboven.

vraag 4) euhm α was iets met een e (want $\ln e = 1$), en dan nog een hoop random termen tot de $3/2$ of zo, dus bij deze warme een oproep aan zij die het antwoord weten (of een goeie gok willen wagen) om het bij de file beschrijving op deze pagina te zetten.

vraag 5) Volgens Lady Noémia van Aquitania en Gallia was het:

a) $x_l = 1 - \frac{\sqrt{3}}{3}, x_g = \sqrt{\frac{2}{3}}$

b) $x_l = 1 - \frac{\sqrt{6}}{3}, x_g = \frac{\sqrt{3}}{3}$

Er geldt in beide gevallen dat $y_l = \frac{x - x_g}{x_l - x_g}$.