

Examen Thermodynamica

Pavlik

Juni 2018

1 Fysische thermodynamica

1.1 Verdampingsnelheid

Water verdampt al bij kamertemperatuur. De verdampingsnelheid van water wordt gegeven door:

$$g = \frac{P}{P_0} A \Theta \quad [\text{kg/s}],$$

waar P_{atm} ... is (in Pa), P_{sat} ... (in Pa) en A de oppervlakte is (in m^2). Θ is de empirische verdampingscoëfficiënt $\Theta = 12v + 16$, waar v de windsnelheid loodrecht op het oppervlak is.

1. Bereken de verdamppte massa water in een uur bij $v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (windstil) en $v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (orkaankracht).
2. Bereken het enthalpie -en entropieverschil bij 1 uur lange verdamping bij snelheden $v = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ en $v = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
3. Herinner je de relatie van Clausius-Clapeyron. Wat kan je hiermee zeggen over de verhouding van de verdampingsnelheden bij temperaturen van 0°C en 40°C ?
4. Leg uit met een tekening waar het water het vlugste verdampt bij gelijke bries: op zee of in een meer.

1.2 Motor

Een orkaan kan is een kringproces dat bestaat uit de volgende stappen: (A-B) isotherme expansie op zeeniveau bij temperatuur T_l , (B-C) adiabatische expansie bij opstijgen tot de stratosfeer, (C-D) isotherme compressie bij temperatuur T_h , en tenslotte weer adiabatische compressie bij afdalen.

1. Teken een P-V diagram. Aan welke motor doet deze cyclus je denken?
2. Wat is de efficiëntie van de cyclus

3. Bij (A-B) wordt er arbeid geleverd die volledig gedissipeerd wordt als warmte. Deze is van de vorm $av + bv^3$ (bij windsnelheid v). Bereken de maximaal mogelijke windsnelheid v in functie van a , b , T_l en T_h .
4. Hoe heeft dit proces geleid tot een van de eerste formuleringen van de eerste wet van de thermodynamica?
5. Volgens mij was hier nog een deelvraag

1.3 Differentialen

Een toestandsvergelijking en een uitdrukking voor de energie is gegeven.

$$P = \frac{AT^n}{V}$$

$$E = BT^3 \log \frac{V}{V_0} + f(T),$$

waar A, B en n constanten zijn en f een functie is die enkel van temperatuur afhangt. Gebruik de eerste wet van de thermodynamica en het feit dat de entropie een toestandsgrrootheid is om n te bepalen en A in functie van B te schrijven.

2 Statistische achtergrond

2.1 1D-polymeer

Een 1D-keten bestaat uit N stappen met een lengte d . Een schakel is ofwel naar rechts (positieve richting) of naar links (negatieve richting) georiënteerd. De totale lengte van de op zichzelf geplooid keten is L . Dan is het aantal stappen naar rechts $N_+ = \frac{N+L/d}{2}$ en die naar links $N_- = \frac{N+L/d}{2}$. Bewijs dat de totale multipliciteit gegeven wordt door:

$$\Omega = \frac{N!}{N_+!N_-!}$$

Je kreeg nu een waarschijnlijkheidsverdeling en je moest een formule uitrekenen voor de kracht om de gemiddelde L te verschuiven met l .

2.2 Spinmodel

Beschouw een spinmodel met de volgende energie, met $\{\sigma\} = (\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N)$, waar elke σ_i de waarden $-s, -s+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, s-1, s$ kan aannemen:

$$E(\{\sigma\}) = \mu H \sum_{i=1}^N \sigma_i$$

1. Definieer de magnetisatie als $M = \mu \sum_{i=1}^N \sigma_i$. Bewijs dat $\langle M \rangle = \frac{1}{\beta} \frac{\partial Z}{\partial H}$, waar Z de canonische partitiefunctie is.
2. Bereken $\langle M \rangle$ met het canonisch ensemble.
3. De magnetische susceptibiliteit wordt gedefinieerd als $\chi = \frac{\partial M}{\partial H} |_{H=0}$. Toon aan dat $\chi = c\beta$, waar c een constante is die nog van N en s kan afhangen, en bepaal c expliciet. De volgende formules kunnen van pas komen:

$$\sum_{j=-s}^s j^2 = \frac{1}{3} s(s+1)(2s+1)$$

$$\sum_{j=-s}^s 1 = 2s+1$$