

Herexamen thermodynamica

27 augustus 2021

1 Fysische thermodynamica

1. Een blokje goud van 7.9g, $M_{\text{Au}} = 197\text{g mol}^{-1}$, met smelttemperatuur van $T_{\text{smelt}} = 1336\text{K}$ en $c_P = 0.126$ wordt in contact gebracht met een blokje zilver van 4.3g, $M_{\text{Ag}} = 109\text{g mol}^{-1}$, met smelttemperatuur 1234K en $c_P = 0.233\text{J g}^{-1}\text{K}^{-1}$.
 - (a) Welke temperatuur heeft het systeem bij het nieuwe thermische evenwicht?
 - (b) Bereken het entropieverschil.
 - (c) Er wordt nu constant warmte aan het systeem toegevoegd tot het zilver begint te smelten. Schets kwalitatief het verloop van de temperatuur per toegevoegde warmte.
 - (d) Beide gesmolten mengen het goud en het zilver. Bereken de hierdoor toegenomen entropie. Tip: *ga lenen bij de statistische mechanica.*
2. De Braytoncyclus verbindt twee isobaren met twee adiabaten en wordt toegepast in kernreactoren. Heliumgas wordt vanaf 30°C en 20 atm adiabatisch gecomprimeerd tot 50 atm.
3. Joule-Thomsonexpansie met $P_1 > P_2$.
 - (a) Welke thermodynamische potentiaal gebruiken we hier best.
 - (b) Toon aan met behulp van een thermodynamische identiteit dat

$$\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = -\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\beta V$$

- (c) Herschrijf de Joule-Thomsoncoëfficiënt $\mu_{\text{JT}} \equiv \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_H$ in functie van V , C_P en β .
- (d) Wanneer stijgt of daalt de temperatuur van het systeem.

2 Statistische thermodynamica

4. De Maxwellsnelheidsverdeling.
 - (a) In de Maxwellsnelheidsverdeling worden twee bijdragen in functie van v met elkaar vermenigvuldigd. Bespreek waarom de Maxwellsnelheidsverdelingsfunctie naar nul gaat als $v \rightarrow 0$ en $v \rightarrow \infty$.
 - (b) Schets deze verdeling kwalitatief voor grote en kleine m . En verklaar waarom lichte deeltjes uit de atmosfeer kunnen ontsnappen.
5. Bekijk een systeem van N geïsoleerde, onafhankelijke ononderscheidbare atomen die in aangeslagen toestand energie $\epsilon/2$ en in niet-aangeslagen toestand energie $-\epsilon/2$.
 - (a) Welke ensemble gebruiken we hier en wat is de bijhorende thermodynamische potentiaal?
 - (b) Stel dat van de N atomen er m aangeslagen zijn. Toon aan dat

$$S \approx k_B [N \ln N - m \ln m - (N - m) \ln(N - m)].$$

- (c) Gebruik b om de temperatuur van het systeem te vinden. Is deze positief of negatief bij $E > 0$?
- (d) Stel nu dat het systeem in contact met een warmtebad wordt gebracht en dat $\beta = \frac{1}{k_B T}$. Leid de gemiddelde energie af met behulp van de partitiefunctie.