

FYS2160. FRIVILLIG INNLEVERING H05

Oppgave 1

Oppgave 5.36 fra læreboka.

Hint for (a): Her skal dere bruke damptrykk-ligningen gjengitt i oppgave 5.35 (forelesning 17/10). Bruk data for $T=100\text{ }^\circ\text{C}$ fra tabellen i fig. 5.11 til å bestemme konstanten som inngår. I (b) og (c) behøver du også barometerformelen

$$P(z) = P(0)e^{-mgz/kT}$$

(se også oppgavene 1.16 og 3.37). Vi kan i denne oppgaven anta at luft består av N_2 molekyler, slik at massen i barometerformelen er massen for N_2 . Bestem lufttrykket på toppen av Galdhøpiggen ($z=2500\text{m}$), anta lufttemperatur på 283K . Bestem videre kokepunktet på Galdhøpiggen, og sammenlign med det du leser av grafen under (a). Du kan se bort fra de andre stedene (høydene) som er nevnt i (b) i oppgaven.

Oppgave 2

Vi skal i denne oppgaven se på en enkel modell som kan beskrive likevekten mellom et stoff i den faste fasen og gassfasen (damp). Gassen (dampen) antar vi er en monoatomisk ideell gass. For den faste fasen skal vi benytte en Einstein-modell (Einstein solid), men vi skal anta at hvert atom er bundet til krystallen med en konstant energi $-e_0$ ($e_0 > 0$). Hvert atom i krystallen har da forsvingninger i en dimensjon en energi gitt ved

$$e_n = ne - e_0, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

(a) Vis at partisjonsfunksjonen for ett atom er gitt ved

$$Z_{1d} = \frac{e^{\frac{e_0}{kT}}}{1 - e^{-\frac{e}{kT}}}.$$

Gjør rede for at partisjonsfunksjonen for ett atom som svinger i tre dimensjoner blir

$$Z_1 = \frac{e^{\frac{e_0}{kT}}}{\left(1 - e^{-\frac{e}{kT}}\right)^3}.$$

Bestem også høytemperaturgrensen for Z_1 , dvs. grenseverdien for $kT \gg \epsilon$ (NB! ϵ , ikke e_0).

(b) Finn Helmholtz fri energi F for krystallen når den består av N atomer som svinger i tre dimensjoner, uttrykt ved Z_1 .

Vi lar v_f være volumet pr. atom i den faste fasen, og tilsvarende er v_g volumet pr. atom i gassfasen. Vi benytter at $v_g \gg v_f$ og neglisjerer v_f i resten av oppgaven.

- (c) Bestem det kjemiske potensialet μ_f for den faste fasen, uttrykt ved Z_1 .
- (d) Sett opp betingelsen for likevekt fast/gass (Hint: husk at gassen er en monoatomisk ideell gass, se lign. (6.93) i læreboka).
- (e) Bestem trykket for gassen (dampen) ved likevekt. Vis at høytemperaturgrensen ($kT \gg \epsilon$) for trykket er

$$P = \left(\frac{e\sqrt{2pm}}{h} \right)^3 \frac{1}{\sqrt{kT}} e^{-\frac{\epsilon_0}{kT}}$$

Sammenlign dette resultatet med damptrykkformelen.

Fordampningsvarmen (pr. mol) for overgangen fast \rightarrow gass er gitt ved

$$L = N_A T (s_g - s_f),$$

der s_g og s_f er entropien pr. atom for h.h.v. gass og fast stoff.

- (f) Finn fordampningsvarmen L uttrykt ved ϵ_0 og T for høytemperaturgrensen. Kommenter avhengigheten av T .
- (g) Vi prøver å se på vanddampen som en en-atomig gass (ser bort fra rotasjon). Benytt verdiene fra tabell 5.11 (fig. 5.11) til å bestemme forandringen i L fra $T = -20^\circ\text{C}$ til $T = 0^\circ\text{C}$. Sammenlign med ditt resultat fra f). Benytt videre verdien for L ved $T = 0^\circ\text{C}$ til å bestemme ϵ_0 . Kommentar!

Oppgave 3

Her skal du gjøre oppgave 6.26 i læreboka.