

Institutt for fysikk, NTNU  
TFY4165 og FY1005 Termisk fysikk, våren 2006.

### Regneøving 9.

(Veiledning: Onsdag 29. mars kl. 12.15 - 14.00.)

#### Oppgave 1

Damptrykket for vann ved  $0^\circ\text{C}$  er 4,58 mm Hg. Anta at vandampnen er ideell gass med volum som er mye større enn volumet til samme mengde vann. Anta videre at fordampingsvarmen (ved  $100^\circ\text{C}$ )  $L = 40,7 \text{ kJ/mol}$  kan benyttes for alle temperaturer. Beregn ut fra dette kokepunktet til vann ved 1 atm (760 mm Hg).

#### Oppgave 2

Ved temperaturene  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  og  $T_2 = 20^\circ\text{C}$  er damptrykket for  $\text{CCl}_4$  (karbontetraklorid) henholdsvis 4402 Pa og 12139 Pa. Bestem fordampingsvarmen, og estimer damptrykket ved  $T = 30^\circ\text{C}$ .

#### Oppgave 3

a) Metaller som gløder, sender ut elektroner (termisk emisjon). Dette kan betraktes som en fordampingsprosess der elektronene i den ene fasen er bundet til metallet mens i den andre fasen er elektronene en ideell gass i vakuum. For å komme ut i vakuum må hvert elektron først overvinne en energibarriere eller tilføres en energi  $\phi$  (bindingsenergi) og i tillegg tilføres nødvendig kinetisk energi pluss energi for å gi plass ved konstant trykk (arbeid mot ytre trykk). Den kinetiske energien er i middel  $\frac{3}{2}kT$  pr. partikkel mens arbeidet mot det ytre trykket er  $kT$ . (Dette er i samsvar med at for en énatomig ideell gass er  $C_V = \frac{3}{2}NkT$  og  $pV = NkT$ .) På grunn av kvantemekaniske effekter (degenerert fermiongass ved lav  $T$ ) kan den spesifikke varmen til elektronene i metallet negliseres (dvs. settes lik null). Hvilken energi (enthalpi eller fordampingsvarme) pr. partikkel  $l$  må tilføres elektronet for at det skal bevege seg ut i vakuum der det opptrer som en énatomig ideell gass?

b) Anta at netto elektrisk ladning fra elektronene kan negliseres eller at den er nøytralisert av ladninger med motsatt fortegn. Bestem med denne forutsetningen sammenhengen mellom trykk  $p$  (damptrykk) og temperatur  $T$  for elektronene i vakuum utenfor metallet. (Svar:  $p = \text{konst} \cdot T^{5/2} \exp(-\phi/(kT))$ .)

## Oppgave 4

La  $C_p$  og  $C_V$  være spesifikk varme ved henholdsvis konstant trykk og konstant volum. Vis at differensen  $C_p - C_V$  for et mol av en Van der Waals gass med tilstandslikning

$$p = \frac{RT}{V-b} - \frac{a}{V^2}$$

er gitt ved

$$C_p - C_V = \frac{R}{1 - \frac{2a(V-b)^2}{RTV^3}}$$

[Hint: Benytt resultatet for  $C_p - C_V$  utledet i forelesningene. Relasjonen mellom deriverte ved syklisk ombytte av variable kan også benyttes.]

Hva blir  $C_p - C_V$  på kritisk punkt?