

Kurskod	MTF072
Tentamensdatum	2001-08-22
Skrivtid	09.00–14.00

Tentamen i: **STATISTISK MEKANIK OCH TERMODYNAMIK**

Totala antalet uppgifter: 5

Jourhavande lärare: Hans Weber

Tel: 72088, Rum E111

Examinator: Hans Weber

Tel: 72088, Rum E111

Resultaten anslås : Onsdagen den 12 september 2001 i korridoren, E-huset

Tentamensrättningen får granskas: Tid meddelas senare

Tillåtna hjälpmedel: FYSIKALIA, BETA, Räknedosa, Formelblad för Statistisk Mekanik.

Definiera beteckningar samt motivera antaganden och approximationer. Presentera lösningarna så att de blir lätta att följa.

Maximalt antal poäng: 25 p. För godkänt krävs 11 p.

1. Entropi

Använd ett enkelt resonemang kring värmekapacitiveteten C_v för att komma fram till svar på följande frågor.

- Med vilken faktor förändras entropin för ledningselektronerna i en metall då temperaturen ändras från $200K$ till $400K$?
- Med vilken faktor förändras entropin för det elektromagnetiska strålningsfältet i en kavitet då temperaturen ändras från $1000K$ till $2000K$?

(5p)

2. Gas-solid jämvikt

I en behållare av volym V är ett ämnes fasta fas i jämvikt med gasfasen. Låt $-\epsilon_0$ vara bindnings energin för en atom till den fasta fasen. Utgå ifrån följande approximationer: Gasen är enatomig och ideal, att gasfasen har volymen V till förfogande oberoende av mängd fast fas och att entropibidraget från den fasta fasen är försumbar. Dela in det totala antalet atomer $N = N_f + N_g$ där N_f och N_g är antalet atomer i fast respektive gas fas.

- Ställ upp ett uttryck för systemets fria energi F . (Ledning skriv $F = F_f + F_g$.)

- b) Minimera F med avseende på N_g och ta fram ett uttryck för N_g .
- c) Uppskatta ϵ_0 för H_2O med utgångspunkt från följande data för mättnadstrycket p_g som funktion av temperaturen T , ge svaret i elektronvolt. (Antag att gasen beskrivs av en ideal gas, dvs bortse ifrån att H_2O har utsträckning.) Ledning: Temperatur intervallet är litet så en temperatur beroende term i uttrycket för p_g kan approximativt sättas till en konstant.)

T ($^{\circ}C$)	mättnadstryck (kPa)
-2	0.5176
-6	0.3689
-10	0.2602
-14	0.1815
-20	0.1035
-30	0.0381
-40	0.0129

(5p)

3. Schottky anomali

Ett system bestående av en partikel är kopplad till ett värmebad vid temperatur τ . Partikeln kan vara i ett av två tillstånd med energier 0 och ϵ_0 .

- a) Vad är energin för systemet $U \equiv \langle \epsilon \rangle$?
- b) Tag fram ett uttryck för värmekapacititeten vid konstant volym C_v .
- c) Har C_v ett maximum och isåfall vid vilken temperatur τ_m ?

(5p)

4. Den två-dimensionella Ising-modellen i Medelfällts approximationen

Den två-dimensionella Ising modellen på ett kvadratisk gitter av sidlängd L ges av följande Hamiltonian:

$$H = -J \sum_{\langle i,j \rangle} s_i s_j,$$

där de klassiska spinnen s kan ha tillstånden $+1$ och -1 . Spinnen s_i växelverkar med sina närmsta grannar. Vi sätter $J = 1$ och har därigenom ett ferromagnetiskt grundtillsånd, det vill säga att magnetiseringen $\langle m \rangle = \frac{1}{L^2} \sum_i s_i = 1$ vid temperaturen $\tau = 0$.

Då temperaturen höjs försvinner magnetiseringen vid en viss temperatur, Curie temperaturen τ_c .

Visa detta i medelfälltsapproximationen, och beräkna den exponent β med vilken magnetiseringen går mot noll nära Curie temperaturen τ_c , om $m \propto (\tau_c - \tau)^\beta$ ($\tanh(x) \approx x - x^3/3$ för små x).

(5p)

5. Trippel punkten för ammoniak

Gasttrycket p_g (i N/m^2) för fast ammoniak ges av $\ln p_s = 27.923 - 3754/T$ och motsvarande gasttryck för flytande ammoniak är $\ln p_l = 24.383 - 3063/T$. Temperaturen T är i Kelvin. Ledning: Antag att allmänna gaslagen gäller för gasfasen och försumma volymen för molekyler i den fasta fasen.

- a) Vad är temperaturen för trippelpunkten?
- b) Vad är latent värmen för sublimation respektive förångning vid trippelpunkten?
- c) Vad är latent värmen för smältning vid trippelpunkten?

(5p)

LYCKA TILL !