

Kurskod	MTF072
Tentamensdatum	2002-04-25
Skrivtid	09.00–14.00

Tentamen i: **STATISTISK MEKANIK OCH TERMODYNAMIK**

Totala antalet uppgifter: 5

Jourhavande lärare: Hans Weber

Tel: 492088, Rum E111

Examinator: Hans Weber

Tel: 492088, Rum E111

Resultaten anslås : Onsdagen den 8 maj 2002 i korridoren, E-huset

Tentamensrättningen får granskas: Tid meddelas senare

Tillåtna hjälpmedel: FYSIKALIA, BETA, Physics handbook, 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. Den endimensionella harmoniska oscillatoren

För den endimensionella harmoniska oscillatoren ges energinivåerna av följande samband:

$$\epsilon_n = (n + \frac{1}{2})\hbar\omega$$

där n är ett heltal $n = 0, 1, 2, \dots$. Multipliciteten för varje nivå ges av: $g(n) = 1$.

- Räkna ut ett uttryck för partitionsfunktionen $Z_{osc}(\tau)$ och Helmholtz fria energi $F_{osc}(\tau)$ för en endimensionell harmonisk oscillator.
- Beräkna specifika värmen C_v för oscillatoren, och ta speciellt fram gänserna $\tau \rightarrow \infty$ och $\tau \rightarrow 0$ för C_v . Rita en figur för C_v som funktion av τ . Ledning räkna ut entropin σ först.

(5p)

2. Helium 3He

Helium 3He har spin $= \frac{1}{2}$. Vid låga temperaturer kan man behandla det som en ideal Fermi gas. Vid dessa låga temperaturer är 3He en vätska. Bestäm Fermi temperaturen T_F och värmekapacitiveteten C_v för 3He vid $T=0.5$ K.

(5p)

3. 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)

4. Trycket i en ideal fermigas

Bestäm trycket i en ideal fermigas (partiklarnas spinn = $\frac{1}{2}$) vid temperaturen $T = 0$ K om partikeltätheten är N/V och partiklarnas massa är m . Bestäm trycket numeriskt för ledningselektroner i en metall, där $N/V = 10^{28} m^{-3}$.

(5p)

5. Identiska partiklar

Ett system består av två partiklar. Varje partikel kan befinna sig i ett av tre tillstånd, med följande energier: 0 , ϵ och 3ϵ . Systemet befinner sig i kontakt med en värmereservoar vid temperatur τ .

- Härled ett uttryck för tillståndssumman Z om vi kan betrakta partiklarna som klassiska (dvs det går att skilja på partikel 1 och partikel 2) !
- Vad är Z om partiklarna är bosoner?
- Vad är Z om partiklarna är fermioner?

(5p)

LYCKA TILL !