

Kurskod	MTF072/MTF115
Tentamensdatum	2004-05-04
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 : Tisdagen den 25 maj 2004 i korridoren, E-huset

Tentamensrättningen får granskas: Tid meddelas senare

Tillåtna hjälpmedel: FYSIKALIA, BETA, Physics handbook, Räknedosa (pocket calculator),
Formelblad för Statistisk Mekanik (collection of formulae in Statistical mechanics).

Define notations and motivate assumptions and approximations. Present the solutions so that they are easy to follow.

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.

Maximum number of point is 25 p. 11 points are required to pass the examination.

1. Harmoniska oscillatorn

En tredimensionell harmonisk oscillator har energinivåerna

$$\epsilon_{n_1, n_2, n_3} = (n_1 + n_2 + n_3 + \frac{3}{2}) \hbar\omega$$

där n_1, n_2, n_3 är heltal från 0 till ∞ .

- Vid vilken temperatur är sannolikheten att oscillatorn har energin $\frac{3}{2}\hbar\omega$ och $\frac{5}{2}\hbar\omega$ lika.
- Hur stor är denna sannolikhet?

(5p)

2. Schottky anomali

Ett system har två energinivåer varav den övre är tvåfaldigt degenererad medan den undre är odegnererad. Man har mätt upp värmekapaciteten vid konstant volym som funktion av temperaturen och hittat ett maximum hos denna vid 450 K. Bestäm energiskillnaden (i elektronvolt) mellan de tvånivåerna. (Om du får en ekvation som du inte kan lösa analytiskt, lös den med minräknare eller grafiskt.)

(5p)

3. Vattnets fryspunkt

Smältvärmets för vatten är 334 J/g. Nollgradig is har densiteten 0,9168 g/cm³ medan nollgradigt vätskeformigt vatten har densiteten 0,9998 g/cm³. Hur ändras vattnets fryspunkt (tecken och belopp) om trycket ökas från 1 till 10 atm?

(5p)

4. Doppler effekten i en gas

En metod att bestämma en stjärnas temperatur är att studera den så kallade Doppler breddningen av spektrallinjer. En klassisk gas, som består av atomer med massan m , är innesluten i en behållare vid temperatur T . Atomerna utsänder ljus, som passerar (i x -riktningen) genom ett hål i behållaren och som sedan kan observeras i ett spektroskop. En stationär atom skulle utsända ljus med frekvensen ν_0 . P.g.a. Dopplereffekten är emellertid frekvensen från en atom med hastigheten v_x i x -riktningen inte lika med ν_0 utan ges approximativt av

$$\nu = \nu_0(1 + v_x/c)$$

där c är ljushastigheten. Detta innebär att inte allt ljus, som träffar spektroskopet, har frekvensen ν_0 utan karaktäriseras av en spridning i frekvensen.

Beräkna

- Medelfrekvensen $\langle \nu \rangle$ hos ljuset observerat i spektroskopet.
- Spridningen $\sqrt{\langle (\nu - \langle \nu \rangle)^2 \rangle}$ hos ljuset observerat i spektroskopet.

(5p)

5. Paramagnetiskt system

Ett paramagnetiskt system består av partiklar med spinn 1 och magnetiskt moment m . Varje spinnkan peka i tre riktningar: parallellt, antiparallellt eller vinkelrät mot det yttre magnetiska fältet B . De motsvarande energierna är $-mB$, $+mB$ och 0. Bestäm entropiminuskningen per molekyl då magnetfältet ändras från 0 till ett värde B_0 vid konstant temperatur. Visa att för $1 \ll \frac{\tau}{mB_0}$ beror entropiminuskningen av T som $\frac{A}{T^2}$ och bestäm A . (5p)

LYCKA TILL !