

Ämneskod	MTF064
Tentamensdatum	2003-06-05
Skrivtid	9.00 - 14.00

Tentamen i: FASTA TILLSTÅNDETS FYSIK

Totala antalet uppgifter: 5

Jourhavande lärare: Hans Weber

Tel: 49 2088, Rum E111

Examinator: Hans Weber

Tel: 49 2088, Rum E111

Resultaten anslås : senast den 12 juni 2003

i korridoren, E-huset

Tentamensrättningen får granskas: närhelst efter att resultatet anslagits

Tillåtna hjälpmedel: FYSIKALIA, BETA, räknedosa, Physics handbook,
formelsamling: COLLECTION OF FORMULAE

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

Maximalt antal poäng: 18 p. För godkänt krävs: 8,5 p ordinarie tenta (inklusive bonuspoäng) andra tillfällen 7,5 p (omtenta augusti och december).

1. Fria elektronmodellen

Beräkna antalet elektroner per atom som behövs för att Fermisfären skall precis nå ut till 1 Brillouin zonens yta i en fcc respektive bcc struktur. En atom per primitiv cell.

(3p)

2. Bragg spridning

Kisel (Si) och Galliumarsenid (GaAs) har samma primitiva kristallstruktur, fcc, med följande baser:

Si	(000), $(\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4})$
GaAs	Ga (000), As $(\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4})$

Bestäm Miller indexen för de tillåtna reflexionerna för dessa två ämnen och vilka blir Miller indexen för de 4 första (minst glansvinkel) reflexionerna. (De atomära formfaktorerna är inte lika för något av atomslagen.)

(4p)

3. Gouy's balansvåg

Vid laborationen Gouy's balansvåg i kursen MTF064 har du mätt den paramagnetiska responsen för bland annat kopparjonen i saltet $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Det har visat sig att susceptibiliteten χ numera har ett lägre värde än vad den hade för 4 år sedan då jag gjorde referensmätningen. Din uppgift kommer att bli att analysera min nya mätning.

Den paramagnetiska responsen kommer från elektronerna i det inte helt fyllda 3d skalet i kopparjonen Cu^{2+} . Dessa 3d elektroner har konfigurationen $3d^9$. I tabellen nedan finns en mätserie gjord på $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Redovisade mätdata är strömmen (I) i spolarna och det motsvarande magnetfältet ($B=B_1$) mellan polskorna, Δm är den till magnetfältet svarande dragkraften (här mätt i gram) som registreras av vågen.

Densiteten för $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ är $\rho = 1.18 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, vidare avläses på burken att molvikten är 170.48 g/mol . Innerdiametern på glasröret som innehåller provet är 7.5 mm .

I	(A)	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.75
B	(Tesla)	0.226	0.442	0.542	0.628	0.710	0.745
Δm	(gram)	0.011	0.047	0.072	0.100	0.126	0.140

Nedan finns ett utdrag ur laborationshandledningen. Bidraget från glasröret liksom fältet B_2 kan försummas.

- Bestäm med hjälp av Hund's regler kvanttalen J , L och S för kopparjonen Cu^{2+} .
- Bestäm det teoretiska värdet på p (effektiva antalet Bohr magnetoner) för kopparjonen Cu^{2+} både fritt och fruset (quenched).
- Bestäm susceptibiliteten χ och ett experimentellt värde på p från ovanstående data.

(4p)

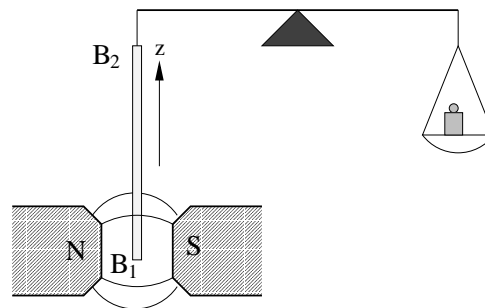


Figure 1: Gouy's method to determine the susceptibility

Where A is the cross sectional area of the sample. Integrating along the sample in the z direction will give the total force F_z in the z direction

$$F_z = -\frac{A \chi (B_1^2 - B_2^2)}{2\mu_0} \quad (1)$$

where B_1 and B_2 are the magnetic fields at the lower and upper end of the sample. (Often B_2 can be neglected in comparison with B_1 .)

4. Värmekapacitiveteten

Vid en mätning av värmekapacitiveteten för kalium vid låga temperaturer erhöles följande resultat: (Kalium har en valenselektron, $E_F = k_B T_F$.)

T (K)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
C_v (mJ/mol K)	1.38	5.00	13.1	28.0	52.09	87.0	136

- Bestäm med hjälp av dessa mätvärden debytetemperaturen θ_D samt fermi-energin E_F .
- Bestäm med hjälp av de experimentella resultaten (E_F) och kristalldata värdet på elektronernas effektiva massa uttryckt i fri-elektron massan m_0 .

(4p)

5. Halvledare

- Beräkna den intrinsiska konduktiviteten (σ_i) för kisel (Si) vid rumstemperatur $T = 300\text{K}$.
- Om Kisel provet dopas med 10^{20} Fosfor atomer per kubikmeter vad blir då de nya laddningsbärar koncentrationerna n och p och vad ändras den kemiska potentialen μ till? (Nollnivån för energier sätts till valensbandets övre kant.)

Kisel data: $E_g = 1.14\text{eV}$, mobiliteter $\mu_e = 0.16$, $\mu_h = 0.05$ m²/Vs, effektiva massor $m_e = 0.26m_0$, $m_h = 0.50m_0$.

(3p)

LYCKA TILL !