

Tentamen i FYSIK del B för D2 (FFY 171)

Lärare: Åke Fältdt, tel 772 3349

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

Rättning: Protokollet anslås senast 2004-08-31.

Granskning: 2004-08-31 kl 12.00-12.30 i HC4.

Betyg: 3:a 10-14 p, 4:a 15-19 p, 5:a 20p -

**FÖRKLARA ALLTID INFÖRDA STORHETER OCH MOTIVERA
EKVATIONER OCH SLUTSATSER. RITA TYDLIGA FIGURER.
KONTROLLERA SVARENS RIMLIGHET OCH DIMENSION.**

1. a. Om du befinner dig i ett kallt rum och tar i ett föremål som är gjort av metall eller sten så känns detta kallare än ett föremål som är gjort av trä. Förklara hur detta kommer sig. (2 p)
- b. Antag att is bildas på en stor sjö och att lufttemperaturen håller sig konstant samt att vattentemperaturen omedelbart under isen även den håller sig konstant. Uppskatta kvoten mellan den tid det tar att öka isens tjocklek infinitesimalt när isens totala tjocklek är 5 cm med en lika stor ökning när istjockleken har hunnit bli 10 cm. Motivera ditt svar. (2 p)

2. En 2,4 m hög cylinder är fylld med 0,1 mol av en ideal gas som håller temperaturen 293 K och normalt atmosfärstryck. Toppen av cylindern stängs sedan med hjälp av en pistong med massan 1,4 kg som nätt och jämt passar i cylindern så att ingen gas kan läcka ut eller in. Pistongen tillåts röra sig nedåt tills jämvikt uppnåtts. Bestäm hur högt över cylinderns botten som pistongen kommer att stanna om man antar att gasens temperatur inte ändras under kompressionen. (4p)

3. Ett grundämne med någon form av kubisk struktur undersöktes med hjälp av Debye-Scherrer-metoden. Den våglängd som användes var 1,54 Å. Vid följande vinklar i grader hade intensiteten maximum: 18,3 21,3 30,9 37,0 38,9 46,5 52,3 54,2
Bestäm gitterkonstant samt packningsgrad (= kvoten mellan den atom som atomerna upptar och den totala volymen) för ämnet i fråga. I den senare uppgiften antar man att atomerna utgörs av hårda sfärer. (4 p)

VG VÄND!

4

I ett experiment används en vätelampa (som producerar ett väldefinierat linjespektrum) för att fotoemittera elektroner från ett något förorenat bariumprov

Beräkna med hjälp av nedanstående uppgifter

a) provets utträdesarbete (uttryckt i eV) och

b) den procentuella ändringen i maximal hastighet hos de från Ba-provet emitterade elektronerna då våglängden på ljuset från lampan ändras från den längsta till den näst längsta i Lymanserien.

(våglängdsändringen ombesörjs med en gitterspektrometer). Man har observerat att det nätt och jämnt emitteras elektroner om den kortaste våglängden i Balmer-serien används.

(Lymanserien: övergångar från $n > 1$ till grundtillståndet ($n = 1$))

Balmer-serien: övergångar från $n > 2$ till $n = 2$) (4p)

5. InSb är en halvledare med mycket litet bandgap och stor skillnad i effektiv massa för elektroner och hål. Beräkna hur stor skillnaden är mellan ferminivån och bandgapets mitt vid rumstemperatur. Beräkna sedan den intrinsiska ledningsförmågan för InSb vid rumstemperatur. Nödvändiga data hämtas ur tabell. (4 p)

6. Antag att $3,0 \cdot 10^{10}$ st elektroner är fria att röra sig längs en sträcka som har längden 3,0 m.

Beräkna ett numeriskt värde på medelvärdet av elektronernas kinetiska energi (uttryckt i eV) om temperaturen är 0 K. (4 p)

7. Sätt ett kryss i den ruta som tillhör uppgift 7 på tentamensomslaget och skriv din namnteckning bredvid om du godkänner att ditt resultat läggs ut på kursens hemsida (skyddat av kod) eller att du får resultatet med hjälp av e-mail.

Lösningar till tentamen i FYSIK B för D2

A

- ① a) metall o sten har högt λ
 $\Rightarrow$ den del som har kontakt med handen kyls av snabbt
 trä: litet $\lambda \Rightarrow$ den del som har kontakt med handen avkyls långsammare.
 Trä har dessutom lägre värmekapacitet, vilket också förstärker effekten.

b) $\frac{dQ}{dt} = -\lambda \delta \frac{dT}{dx} =$ 
 $= -\lambda \delta \frac{T_v - T_l}{x} \sim \frac{1}{x}$

$\therefore$ tiden fördubblas när isen blivit dubbelt så tjock.

②

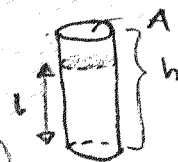
$$pV = p'V' = n'RT$$

$$V = hA \Rightarrow A = \frac{n'RT}{ph}$$

$$p' = p + \frac{mg}{A} = p \left(1 + \frac{mgh}{n'RT} \right)$$

$$V' = l \cdot A \quad \therefore p' \cdot l \cdot A = n'RT$$

$$\Rightarrow l = \frac{n'RT}{p' \cdot A} = \underline{\underline{2,12 \text{ m}}}$$



- ③ Braggs lag: $2d_{hkl} \sin \theta_{hkl} = \lambda$

kubisk struktur: $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$

$$\Rightarrow \sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{(2a)^2} \cdot (h^2 + k^2 + l^2)$$

sc.: alla komb. av h, k, l är tillåtna

bcc: h+k+l jämnt tal

fcc: h, k, l alla udda eller alla jämna

studie av $\sin^2 \theta \Rightarrow$ fcc-strukturer

$$a = 4,12 \text{ Å}$$

R = atomradie

packningsgrad: $a\sqrt{2} = 4R \quad R = \frac{a\sqrt{2}}{4}$

$$P = \frac{4 \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{a^3} = \frac{16}{3} \pi \frac{a^3 (\sqrt{2})^3}{4^3} =$$

$$= \underline{\underline{0,74}}$$

⑤

ur tabell: $E_g = 0,18 \text{ eV}$

$$m_e^* = 0,016 m_e$$

$$m_h^* = 0,4 m_e$$

$$\mu_e = 8 \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$\mu_h = 0,14 \text{ m}^2/\text{Vs}$$

$$p = \frac{E_g}{2} + \frac{3}{4} kT \ln \frac{m_h^*}{m_e^*} = 0,09 + 0,0627 = 0,1527 \text{ eV}$$

$$\Delta E = 0,0627 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow n_i = 1,75 \cdot 10^{12} \text{ m}^{-3} = p_i$$

$$\Rightarrow \sigma_i = n_i e \mu_e + p_i e \mu_h = 1,75 \cdot 10^{12} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (8 + 0,4) = \underline{\underline{2,27 \cdot 10^{-4} (\Omega \text{ m})^{-1}}}$$

⑥

tillet. för elektr. 1 dim

$$D(E) = 2 \cdot (2m)^{1/2} \frac{L_x}{h} E^{-1/2}$$

Totala antalet elektr.

$$N = \int_0^{\infty} D(E) f(E) \cdot dE = [T=0K] =$$

$$= \int_0^{E_F} D(E) \cdot dE = 2 \cdot (2m)^{1/2} \frac{L_x}{h} \int_0^{E_F} E^{-1/2} dE =$$

$$= 2 \cdot (2m)^{1/2} \frac{L_x}{h} 2 E_F^{1/2}$$

$$\Rightarrow E_F = \left(\frac{N \cdot h}{4 \sqrt{2m} \cdot L_x} \right)^2 \Rightarrow \underline{\underline{E_F = 9,34 \text{ eV}}}$$

Medelvärdet

$$\langle E \rangle = \frac{\int_0^{E_F} D(E) \cdot E \cdot dE}{\int_0^{E_F} D(E) \cdot dE} = \frac{\frac{2}{3} E_F^{3/2}}{2 E_F^{1/2}} = \frac{2}{6} E_F = \underline{\underline{3,11 \text{ eV}}}$$