

Tentamen i **FYSIK E del II** för E2

Lärare: Stig-Åke Lindgren, tel 7723346

Hjälpmedel: Valfri kalkylator och ett A4-blad med egenhändigt framställda anteckningar, Beta, Physics Handbook, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell

Rättningsprotokollet anslås senast 2000-01-07

Granskning: 2000-01-12 kl. 12-13 i rum 3017, Kurshuset, Fysik.

- 
1. För ett kopparprov i pulverform uppmäts vid en Debye-Scherrer upptagning med neutroner (en källa producerar neutroner med väldefinierad hastighet som får träffa provet) den minsta avböjningsvinkeln,  $2\theta$ , till  $48,0^\circ$ . ( $\theta$  = Braggvinkeln) Vilken hastighet har neutronerna och vilken är den högsta avböjningsvinkel som kan observeras vid denna hastighet? OBS! Två frågor att besvara. (tillåtna reflexer: se sista sidan. Nödvändiga Cu-data: från tabellverk). (4p)
  2. En partikel med vilomassa  $m_0$  rör sig med hastigheten 60 % av ljushastigheten och kolliderar med en identisk partikel som ursprungligen befinner sig i vila. Efter kollisionen häftar de två partiklarna i varandra (helt oelastisk stöt) och bildar en sammansatt partikel. Beräkna dels den sammansatta partikelns hastighet (uttryckt i procent av ljushastigheten) och dels den sammansatta partikelns vilomassa (uttryckt i  $m_0$ ). (se figur på nästa sida) (4p)
  3. I en behållare innesluts en viss liten mängd av den radioaktiva polonium-isotopen  $^{210}\text{Po}$  som sönderfaller med  $\alpha$ -sönderfall till den stabila bly-isotopen  $^{206}\text{Pb}$ . Vid tidpunkten för inneslutningen emitteras totalt 750 miljoner  $\alpha$ -partiklar per sekund från poloniumpreparatet. Efter 100 dygn har emissionsfrekvensen gått ner till 455 miljoner  $\alpha$ -partiklar per sekund.
    - a) Hur stor är poloniummassan (uttryckt i kg) vid tidpunkten för inneslutningen?
    - b) Hur stor är den heliummassa (uttryckt i kg) som bildats under de första 100 dygnen efter inneslutningen? (4p)
  4.
    - a) Rita först en figur som kvalitativt visar hur energifördelningen ser ut för elektronerna i en intrinsisk halvledares ledningsband. Beräkna sedan kvoten mellan elektrontätheterna i ett mycket litet energiintervall vid  $E_m$  och ett lika litet energiintervall vid  $E_m + 5 \text{ kT}$ .  $E_m$  betecknar den energi räknat från botten av ledningsbandet där elektrontätheten per energienhet är maximal. (Ledning:  $E_m = 1/2 \text{ kT}$ ) ( $k$  står för Boltzmanns konstant och  $T$ = temperaturen)
    - b) Visa att  $E_m = 1/2 \text{ kT}$ . (3p+1p)

5. a) I bandteori inom fasta tillståndets fysik ägnas Brillouin-zongränser särskilt stor uppmärksamhet. Hur kommer det sig? (Ett par meningar bör räcka som svar).

b) Hur många ledningselektroner per atom skulle krävas i en tänkt frielektronliknande metall (strukturen = ytcentrerat kubisk gitter (fcc) med en atom per gitterpunkt och gitterkonstant  $a$ ) för att Fermisfären precis skall nå fram till den mest avlägsna punkten (från zoncentrum räknat) i 1:a Brillouin-zonen?

Beräkningarna (där svaret alltså inte behöver vara ett heltal) göres under antagandet att den periodiska potentialen är mycket svag (dvs att Fermisfären är rund). I figuren nedan (från sid 110 i Ph. Handbook) som visar 1:a Brillouin-zonen framgår att  $W$  är den mest avlägsna punkten från zoncentrum ( ).

c) Med en en kraftig periodisk potential blir som bekant energigapen stora vid zongränserna. Hur många elektroner per atom behövs för att helt fylla 1:a Brillouin-zonen med elektroner om energigapet vid zongränserna är mycket stort? (1p+2p+1p)

6. Ett Si-prov är dopat med  $1,0 \cdot 10^{20}$  As-atomer per  $m^3$ . Beräkna elektriska ledningsförmågan vid temperaturerna a) 300 K och b) 470 K.

I beräkningarna skall Du använda dig av följande Si-data:

$n \cdot p = 1,0 \cdot 10^{32} m^{-6}$  vid  $T = 300$  K och  $n \cdot p = 1,0 \cdot 10^{40} m^{-6}$  vid  $T = 470$  K. Mobiliteterna för elektroner och hål varierar med temperaturen. För elektroner gäller: 0,16  $m^2/Vs$  vid 300 K och 0,05  $m^2/Vs$  vid 470 K. För hål gäller: 0,05  $m^2/Vs$  vid 300 K och 0,02  $m^2/Vs$  vid 470 K. (4p)

7. Sätt ett x i ruta 7 på omslaget om Du blivit godkänd på minst 5 inlämningsuppgifter. Sätt ett y om du är godkänd på 4 inlämningsuppgifter.

8. Sätt ett x i ruta 8 på omslaget och skriv din namnteckning på raden till höger om krysset om Du godkänner att ditt tentamensresultat och din CTH-kod publiceras på kursens hemsida (<http://fy.chalmers.se/~stigake>). Anm. Ambitionen är att ha resultatet klart före jul.

Fig. till uppgift 1.

Fig. till uppgift 5.

Fig. till uppgift 2.