

DUGGA i FFY011-Fasta tillståndets fysik för F3 och KF3

Tid: 14 februari 2013 kl 10:00-11:45

Lokaler: VV salar

Igor Zoric (772 3371, 0708 30 47 25)

Hjälpmedel: Kursbok (Kittel, Introduction to Solid State Physics), Physics Handbook, föreläsninganteckningar, miniräknare och ingen mobil. Lösningar finns på kursens hemsida efter kl 15.

1. Diffractionsexperiment med röntgenstrålning visar att i en natriumhydrid kristall (NaH) är Na-atomerna arrangerade inom en ytcentrerad kubisk struktur. Atomlägena för H-atomerna i kristallen gick inte att bestämma exakt från dessa diffractionsexperiment. Man fick indikationer på att H-atomerna är förskjutna från Na-atomernas läge med $a(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4})$ alternativt $a(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, vilket resulterar i en ZnS- (zinkblend) respektive en NaCl- (natriumklorid) struktur. För att bestämma de exakta atomlägena för H-atomerna i kristallen använder man neutroner som infallande strålning och observerar att Braggdiffractionstoppen med index (111) har mycket starkare intensitet än (200) Braggtoppen.
 - a) Beräkna basens strukturfaktor, S_{hkl} , för neutrodiffraction med antagandena att NaH har i) NaCl-struktur och ii) ZnS-struktur. (4p)
 - b) Baserat på dessa resultat bestäm vilken strukturmodell som är rätt för NaH-ämnet. (2p)
 - c) Förklara varför det är svårt att ta reda på H-atomernas läge i basen i ett diffractionsexperiment med röntgenstrålning. (1p)

Neutronspridningsformfaktorer f_{Na} och f_H för Na respektive H-kärnor är $0.363 \times 10^5 \text{nm}$ och $-0,374 \times 10^5 \text{nm}$. (Obs f_H har negativt värde pga resonansspridning)

2. Ett fast ämne har kubisk kristallstruktur med en atom i basen. Gitterparametern $a=3\text{\AA}$ och ljudhastigheten i ämnet är $v=1000\text{m/s}$. Du siktar på att göra experiment där du mäter värmekapacitiveteten i ditt ämne inom den så kallade "kvantregimen", dvs temperaturområdet där bara den akustiska vågen (fonon) som har den lägsta energin ovanför grundtillståndet är exciterad. Den lägsta temperatur du kan åstadkomma i din experimentella utrustning är 4 K. Hur stort skall ditt prov vara för att du ska kunna genomföra ett sådant experiment? Hur många atomer består provet av? (3)

Obs: Tänk på att tillåtna vågtal för vibrationsvågor i kristallen är diskreta och beror på provets dimensioner. Leta efter det minsta vågtalet som ger vibrationsvågen med den lägsta energin i kristallen. Tänk på att vågen skall exciteras termiskt.

Lycka till! Igor

