

Ansv.faglærer: P.C.Hemmer
Tlf.: 3648

EKSAMEN I FAG 72031 FASTE STOFFERS FYSIKK I

Lørdag 14.juni 1986

kl.0900-1600

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator
Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

Oppgave 1

I denne oppgave ser vi på elastisk røntgenspredning på krystaller. Bølgevektoren for den innfallende stråle er \vec{k}_i og for den spredte stråle \vec{k}_s .

- a) For et enkelt kubisk gitter med gitterkonstant a tar betingelsen for å få konstruktiv interferens formen

$$\vec{k}_s - \vec{k}_i = \frac{2\pi}{a} (\hat{h}\vec{e}_x + \hat{k}\vec{e}_y + \hat{l}\vec{e}_z),$$

der \hat{h} , \hat{k} og \hat{l} er heltall. Vis dette.

- b) Med s atomer i enhetscella er spredningsintensiteten proporsjonal med $|S(\vec{k}_s - \vec{k}_i)|^2$, der

$$S(\vec{k}) = \sum_{m=1}^s f_m(\vec{k}) e^{i\vec{k}\vec{r}_m}$$

er strukturfaktoren og f_m atomformfaktoren (spredningsamplituden) for atom nr. m i posisjon \vec{r}_m . Begrunn dette uttrykket for strukturfaktoren.

- c) Galliumarsenid (GaAs) danner en krystall i det kubiske system. Atomene har følgende posisjoner i enhetscella

Ga: 000 , $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$, $\frac{1}{2}0\frac{1}{2}$ og $0\frac{1}{2}\frac{1}{2}$

As: $\frac{1}{4}\frac{1}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{3}{4}\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}\frac{1}{4}\frac{3}{4}$, $\frac{1}{4}\frac{3}{4}\frac{3}{4}$,

alle koordinater målt med sidekanten a i den kubiske enhetscella som enhet.

Hvilken romgittertype danner Ga-atomene og As-atomene hver for seg, og hvilket romgitter har krystallen ?

- d) Beregn strukturfaktoren for GaAs for en generell refleks $\hat{h}\hat{k}\hat{l}$.
- e) Hvilke reflekser er systematisk utslukket ? I et visst vinkelområde er atomformfaktorene f_{Ga} og f_{As} nesten like, og noen reflekser vil derfor bli svært svake. Hvilke ?

Oppgave 2

Et éndimensjonalt Bravaisgitter av identiske atomer med masse m har harmonisk vekselvirkning med kraftkonstant α mellom nærmeste naboer. Gitteravstanden er a .

- a) Vis at bevegelseslikningene er

$$m\ddot{u}_n = \alpha(u_{n-1} + u_{n+1} - 2u_n), \text{ alle } n, \text{ og finn dispersjonsrelasjonen og gruppehastighet for bølgeforplantning i gitteret.}$$

- b) Vis sammenhengen mellom ovenstående atomære dynamikk og den makroskopiske svingelikning (bølgelikning)

$$\frac{\partial^2 s}{\partial t^2} - c^2 \frac{\partial^2 s}{\partial x^2} = 0.$$

Oppgave 3

Et metall (volum V) betraktes i denne oppgaven som et system av frie og uavhengige elektroner i grunntilstanden, med elektrontetthet n .

- a) Vis at Fermienergien ϵ_F er gitt ved

$$\epsilon_F = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{\frac{2}{3}}$$

- b) Metallet påvirkes av et svakt magnetfelt H . Vis at den paramagnetiske susceptibilitet χ kan uttrykkes som

$$\chi = \mu_B^2 \mu_0 g(\epsilon_F)/V.$$

- c) Denne susceptibiliteten er en funksjon av tettheten n , og kan skrives slik:

$$\chi = \gamma (a_0^3 n)^x.$$

Bestem både eksponenten x og den numeriske konstanten γ . Hvilken størrelsesorden har χ ?