

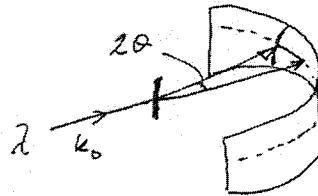
FASTE STOFFER 1 - V98

①

Oppg 1

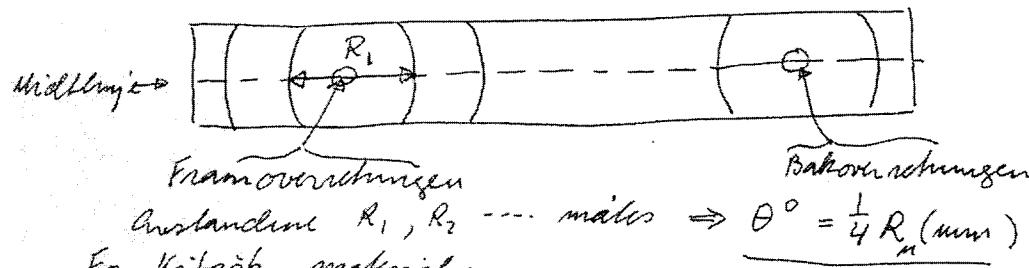
- a) Proben er et pulver som er plassert i sentret av en sylinderisk film. Innsendt rentgenskåle vil ved en -stilling ha $\lambda = 1.542 \text{ \AA}$ (som middelverdi for en $k_{11} - k_{22}$ dubbelt). Stålen går langs en diameter og treffer prosen. Brasess lov

$$2d \sin \theta = \lambda$$



for planavstandene kan
gi sprengning i alle refleksene
 2θ med den direkte stålen.
Pulverproben settes opp for
å bedre orienteringsstatistikkken
til krysstellittene (ikke metode-
mengs modnendig.)

Filmen ser slik ut:



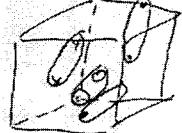
$$\text{Avstanden } R_1, R_2, \dots \text{ måles} \Rightarrow \theta^{\circ} = \frac{1}{4} \frac{R}{n} (\text{mm})$$

For kubisk materiale:

$$\sin \theta_i = \sin^2 \theta_{i+1} \rightarrow hkl \rightarrow \underline{a}. \text{ Sterkt}$$

noyaktighet for a ved høye vinkler.

- b) Flatesentert, d.v.s. krysstellittag på de chiralente
punktene i origo og platesenterte. I forhold til
disse ligger Mg og O forstørret henholdsvis
om og $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$. Disse to posisjonene sammen
representerer basis.



Basis plassert i de fire posisjonene
for F-gitter: $000, \frac{1}{2} \frac{1}{2} 0, 0 \frac{1}{2} \frac{1}{2}, \frac{1}{2} 0, \frac{1}{2}$

c) Shunkfaktor $S_{hk\ell} = \sum_{i,j} f_j e^{-2\pi i(hx_i + ky_j + lz_j)}$ ②

$$\sum \text{ over basis} \rightarrow f_{hk\ell} = f_{Mg} + f_O e^{h+k+\ell}$$

\sum over F posisjoner: 0 for blanda (like/ulike) indeks
4 " ublonda "

Totelt: $S_{hk\ell} = (f_{Mg} + f_O e^{h+k+\ell}) \cdot$

$$\left[\frac{-f_O(h+k)}{1+e} + \frac{-f_O(h+\ell)}{1+e} + \frac{-f_O(k+\ell)}{1+e} \right]$$

d.v.s.

$S_{hk\ell} = 0$ for blanda like/ulike indeks.

$$4(f_{Mg} + f_O) h+k+\ell = 2n : \text{Sterk}$$

$$4(f_{Mg} - f_O) h+k+\ell = 2n+1 : \text{Svake.}$$

- d) Et atomslag, harmonisk, isotrope utsles.

Små termiske utsles n_j fra atomer

tilsvarende posisjon R_j . $iG(R_j + n_j(t))$

Ledd av typen $f_j e^{-iG(R_j + n_j(t))}$

Søker et kretsmedal og rekkevirksom n_j -ledd

$$\frac{1}{2} G n_j = 1 - \langle iG n_j \rangle + \langle \frac{(iG n_j)^2}{2!} + \dots \rangle$$

$$\langle n_j^{2n+1} \rangle = 0 \text{ p.s.a. like samspillige utsles} + \text{og} \frac{1}{2} \langle G \cdot n_j \rangle^2$$

Søker njen med 2. ordens ledd $\frac{1}{2} \langle G \cdot n_j \rangle^2$

$$d.v.s. \frac{1}{2} G^2 n_j^2 \cos^2 \theta = \frac{1}{6} G^2 \langle n^2 \rangle$$

$\frac{1}{3}$ av middel over krets.

Før typisk

$$\text{Shke} = \sum_{r_j} f_j e^{-i\vec{G} \cdot \vec{R}_j} - \frac{1}{6} \langle G \rangle \langle m^2 \rangle$$

"Bokstørs" på t

$$f_j \rightarrow f_j e^{-\alpha}, \text{ der } \alpha = \frac{1}{6} G^2 \langle m^2 \rangle$$

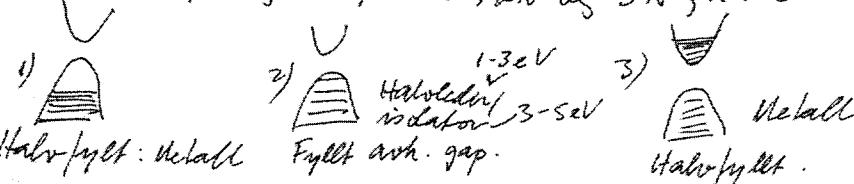
Debye-Waller faktoren

Dempningsledd, øker med økende $|G|$
og $\langle m^2 \rangle$.

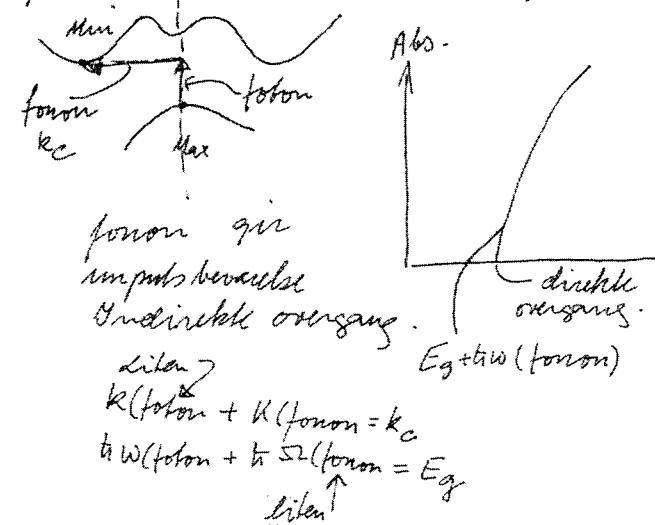
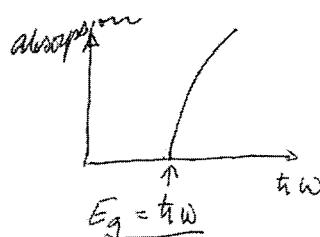
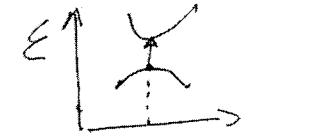
Oppgave 2

a) Pr bånd N orbitaler; 14 spinn $2N$ tilstander

Valens 1, 2 og 3 gir $N, 2N$ og $3N$; d.v.s.



b) Optisk absorpsjon som funksjon av frekvens.

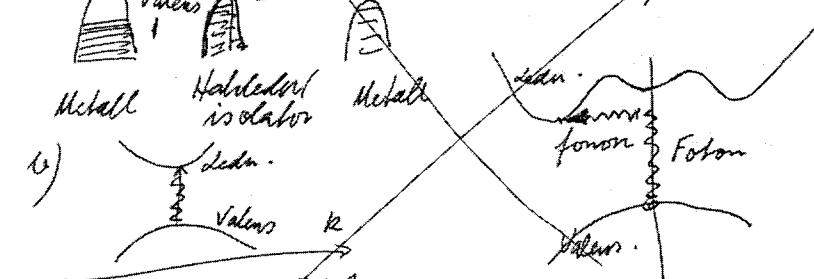


Oppgave 3

N orbitaler, n spin 2N tilstander (Se bort fra semi-metaller)

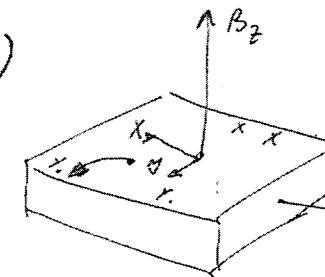
a) Pr bånd

Valens 1, 2 og 3 ledige tilstander for los 3
Elektronen over gap for 2



Foton viktig for impul
+ nestisjonerbar for energi

c)



E -felt i x-retning, B -felt langs z.

Elektronen beveges av E_x til brevæts høyre side. Skjøntidset, E_y og B_z kan måles.

Lorentz kraft

$$F = m \frac{dE}{dt} = -e(E + v \times B)$$

$$N_x = -\frac{eE}{m}(E_x + v_y B_z)$$

$$N_y = -\frac{eE}{m}(E_y - v_x B_z) = 0 \text{ p.g.a. stasjonære forhold.}$$

$$N_z = -\frac{eE}{m} E_z = 0$$

$$\therefore \frac{eE}{m} E_y + \frac{eB_z}{m} E_x = 0$$

$$E_y = \frac{m}{eT} \frac{eB_2 E_N}{m} = N_x B_2 \frac{\mu_e}{me}$$

Tillförför $F_x = -meN_x$ och får

$$-meE_y = F_x B_2$$

$$R_H = \frac{E_y}{F_x B_2} = \frac{1}{me}$$

$$\text{Motibilitet: } n = \mu_e E$$

d)

$$F_y = -me^2 N_y$$

$$(F_y = -me^2(-\mu_e) [E_y - N_x B_2])$$

$$\text{neutralisering: } F_y = -me^2(-\mu_e) [E_y + (-\mu_e) E_x B_2]$$

$$+m_h e(\mu_h) [E_y + (\mu_h) E_x B_2] = 0 \quad \text{starjonaire motändan.}$$

$$E_y = \frac{-me^2 \mu_e^2 + m_h^2 e \mu_h^2}{m_e^2 \mu_e + m_h^2 \mu_h} \cdot E_x B$$

$$\frac{E_y}{F_x B_2} = \frac{(m_h^2 \mu_h^2 - m_e^2 \mu_e^2)}{(m_e^2 \mu_e + m_h^2 \mu_h)} \frac{E_x B_2}{(m_e^2 \mu_e + m_h^2 \mu_h) E_x}$$

$$R_H = \frac{(m_h^2 \mu_h^2 - m_e^2 \mu_e^2)}{e(m_e^2 \mu_e + m_h^2 \mu_h)^2} \Rightarrow \frac{1}{me}$$

(5)

VIPPsvar

4 av b spørsmål besvares.

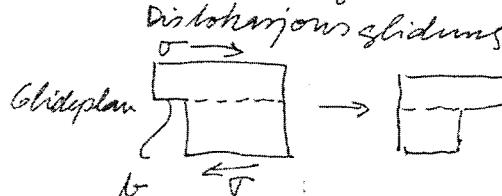
a) Likvektshantall foroner med bolgevektor k og polarisering p , $n_{K,p}$: Planckes fordelingslov

$$\langle n \rangle = \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} ; \text{ huv energi, } T = kT ; D_p(\nu) d\nu$$

moder i $d\nu$ mellom ν og $\nu + d\nu$; energi $\hbar\nu$.

$$U = \sum_p \int d\nu G_p(\nu) \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

b) Kunstdislokarjonen er en gitterfeil dannet p.g.s. et innskutt haloplan. Hovedhånds slyngfe minutt defekten gir feilvektoren b . V.S. Burgers vektor, b (Finish-start)



En binding brukes av gangen, deformasjonen skyler for spennin på

mange dekkade mindre enn elementær teori. Dislokarjoner viktige for å forstå deformasjonsmekanismer som utmarking f.eks.

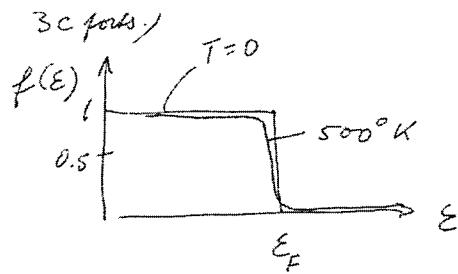
c) Fermi-Dirac fordelingen gir sannsynligheten for at en orbital med energi E er besatt

$$f(E) = \frac{1}{e^{(E-\mu)/kT} + 1} ; \text{ Kjemisk potensial } \mu(T) \text{ er lik}$$

E_F (Fermienergien) for $T = 0$

$$E > \mu \quad \frac{1}{e^{(E-\mu)/kT} + 1} \xrightarrow[T \rightarrow 0]{=} 0$$

$$E < \mu \quad \frac{1}{e^{(E-\mu)/kT} + 1} \xrightarrow[T \rightarrow 0]{=} 1$$



$f(E-\mu) = 0.5$
 $\sim \text{Romtemp. } kT \sim \frac{1}{100} E_F$
 Ved $\approx 500^\circ\text{K}$ avviker fordelingen fra $T=0$ bare svært mye
 E_F

For høye temperaturer $\frac{1}{e^{E/k_B T} \cdot e^{-\mu/k_B T} + 1} \rightarrow e^{-E/k_B T}$
 Dominerende ledd er klassisk Boltzmann faktor

d)

$\int_{m^* > 0} \text{Fritt elektron}$

$$\frac{1}{m^*} = \frac{1}{t^2} \frac{\partial^2 E}{\partial k^2} = \frac{1}{t^2} \frac{\partial^2 t^2 k^2}{\partial k^2 2m} = \frac{1}{m} > 0$$
 $E = E_c + A\delta^2$
 $A = t^2/2m$
 $\frac{\partial^2 E}{\partial \delta^2} > 0 \quad m^* > 0$
 $E = E_V - A\delta^2$
 $\frac{\partial^2 E}{\partial \delta^2} < 0 \quad m^* < 0$

e) Bravais-gitter: Primært, Flatesenhete,
 Romsenhete og basisenhete (Tot. 14 gittere)
Ikke-primitiv gitter har 2 eller flere krysstallografiske ekvidistante punkt per celle
Krysstall-myksterne (7 sth)

Delt opp etter symmetri, kombinasjon av
 akser (1, 2, 222, 322, 422, 622, 432 (i enkelt form))

f) Impuls $mV_F = \hbar k_F \rightarrow [V_F = \frac{\hbar k_F}{m}]$
 Tidstander fyldt opp til k_F . Ytterside spinn
 blir antall tidstander $N = 2 \frac{\text{volum}}{\text{volum/orbital}} = \frac{2 \frac{4}{3} \pi k^3}{(2\pi/L)^3} E$
 d.v.s. $k_F = \left(\frac{3\pi^2 N}{V}\right)^{1/3}$. Sette inn i $\frac{N}{V} = \frac{\hbar}{m} \left(\frac{3\pi^2 N}{V}\right)^{1/3}$