

NTNU
Institutt for Fysikk

Faglig kontakt under eksamen:
Bård Tøtdal, tlf 73593594 eller 91512786

Eksamen i SIF4026 Materialfysikk og Karakterisering

Onsdag 3. mai 2000

Tid: 5 timer (kl 0900 – kl 1400)

(Sensur ferdig 24.mai 2000)

Tillatte hjelpemidler:

Godkjent kalkulator, **med tomt minne**, i henhold til liste fra NTNU.

Barnett & Cronin: Mathematical Formulae.

Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

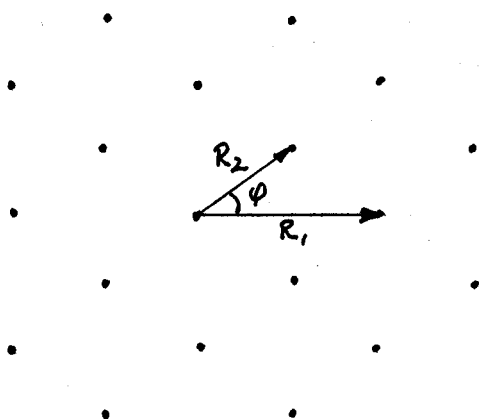
Jahren & Knutsen: Formelsamling i Matematikk.

Oppgave 1

Mg_2Sn har såkalt antiferroittstruktur, og kan tenkes sammensatt av tre kongruente, kubisk flatesentrerte gittere som er stilt parallelt inn i hverandre. Vi velger origo i et Sn-atom, og det ene gitteret er et Sn-gitter. Det andre gitteret er et Mg-gitter som er forskjøvet en kvart romdiagonal ($\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}$) i forhold til Sn-gitteret, og det tredje er et Mg-gitter som er forskjøvet trekvart romdiagonal ($\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4}$) i forhold til Sn-gitteret.

- Hvilken romgittertype har Mg_2Sn ? Begrunn svaret.
- Finn strukturfaktoren for Mg_2Sn for vilkårlige verdier av indeksene hkl, uttrykt ved atomformfaktorene f_{Sn} og f_{Mg} for henholdsvis Sn og Mg.
- Bestem eventuelle utslukningsregler, og finn om noen indeksskombinasjoner gir systematisk sterke eller systematisk svake reflekser.

- Et elektrondiffraksjonsbilde av Mg_2Sn i et transmisjonselektronmikroskop ser ut som i figuren. Vi måler $R_1 = 25,0$ mm, $R_2 = 15,3$ mm og $\angle\varphi = 35^\circ$. Indiser bildet og finn soneaksen.



Oppgave 2

- Forklar, støttet av en skisse, virkemåten av et sekundærionemassespektrometer (SIMS), og nevnt noen eksempler på anvendelser av denne teknikken.
- Forklar, støttet av en skisse, virkemåten av et sveipelektronmikroskop (SEM), og angi hva slags informasjon vi kan hente ut av et slikt instrument.

- c) Forklar, støttet av en skisse, prinsippet for et røntgenfluorescensspektrometer.
- d) Forklar, gjerne også ved hjelp av en skisse, årsaken til de karakteristiske røntgenemisjonslinjene og røntgenabsorpsjonskantene hos et element. Hvordan er bølgelengdene for emisjonslinjene sammenlignet med bølgelengdene for de tilsvarende absorpsjonskantene, og hva er årsaken til forskjellene?
- e) Hva er sekundær fluorescens? Forklar hvordan elementene Ni, Co, Mn og Cr er årsak til sekundære fluorescenseffekter ved røntgenfluorescensanalyse av Fe i en legering med disse elementene. Bølgelengdene $\lambda_{K\alpha}$ og $\lambda_{K\beta}$ for emisjonslinjer og λ_{AK} for absorpsjonskanter er gitt i nedenstående tabell, og vi kan gå ut fra at for alle elementene er intensiteten av $K\alpha$ -strålingen ca 8 ganger større enn intensiteten av $K\beta$ -strålingen:

	Ni	Co	Fe	Mn	Cr
$\lambda_{K\alpha}$ (Å)	1,6592	1,7903	1,9374	2,1031	2,2910
$\lambda_{K\beta}$ (Å)	1,5001	1,6208	1,7566	1,9102	2,0849
λ_{AK} (Å)	1,4881	1,6082	1,7435	1,8964	2,0702

Oppgave 3

- a) En krystall har romgruppesymbol $P\frac{2}{m}$ (eller fullt utskrevet: $P1\frac{2}{m}$). Hvilke opplysninger om krystallen får vi av romgruppesymbolet?
- b) Tegn to projeksjoner langs c-aksen av cellen for $P\frac{2}{m}$ - en som viser plasseringen av symmetrielementene, og en som viser de generelle, ekvivalente posisjoner. Angi koordinatene for de generelle, ekvivalente posisjonene.
- c) Hva er en punktgruppe? Hvor mange punktgrupper finnes, og hvordan utledes de i prinsippet?
- d) Hvor mange krystallografiske punktgrupper finnes? Utled de mulige tallighetene for krystallografiske rotasjonsakser.
- e) Illustrer og forklar den stereografiske projeksjon. Forklar hvordan denne projeksjonen kan anvendes for å representere symmetrielementene i en punktgruppe.

Oppgave 4

- a) Intensitetsforholdet mellom $CuK\alpha$ - og $CuK\beta$ -stråling fra et røntgenrør er $I_{0CuK\alpha}/I_{0CuK\beta} = 150/20$. Vi ønsker å filtrere bort $CuK\beta$ -strålingen ved hjelp av en Ni-folie slik at forholdet $I_{CuK\alpha}/I_{CuK\beta}$ etter filtreringen blir ca 450/1. Nikkels masseabsorpsjonskoeffisient for $CuK\alpha$ - og $CuK\beta$ -stråling er henholdsvis $4,57 \text{ m}^2/\text{kg}$ og $27,5 \text{ m}^2/\text{kg}$. Tettheten av Ni er $\rho_{Ni} = 8,9 \text{ g/cm}^3$ og atomvekten er 58,7. Hvor tykk bør Ni-folien være?
- b) Bestem hvor stor fraksjon av intensiteten av $CuK\alpha$ -strålingen som slipper gjennom en $10 \mu\text{m}$ tykk polykrystallinsk prøve av LaNi_4Si med tetthet $\rho = 7,6 \text{ g/cm}^3$. La og Si har masseabsorpsjonskoeffisienter henholdsvis $34,1 \text{ m}^2/\text{kg}$ og $6,06 \text{ m}^2/\text{kg}$ og atomvekter henholdsvis 138,9 og 28,1. Tilsvarende opplysninger om Ni er gitt i pkt a).