

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE
UNIVERSITET
Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen
Frode Mo, tlf. 73 593585

EKSAMEN I FAG TFY4175 MATERIALFYSIKK OG KARAKTERISERING

Mandag 23. mai, 2005

Tid: 0900 – 1300

Tillatte hjelpemidler: C – godkjent lommekalkulator med tomt minne
K. Rottmann: Matematisk formelsamling
Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

Oppgave 1

- a) I. Beskriv prinsippet for den stereografiske projeksjon.
II. Vis i stereografisk projeksjon disse punktgruppene: $2/m$, 222 og $\bar{4}2m$.
III. Har noen av dem symmetrisentrum?
- b) Den monokline romgruppen $P2_1/c$ er den mest effektive for å pakke molekyler av lav symmetri tettest mulig i rommet. Med \mathbf{b} som den unike aksene er det fullt utskrevne romgruppensymbol $P1\ 2_1/c\ 1$.
- I. Forklar betydningen av symbolene i romgruppenavnet.
II. Hvordan kan denne romgruppen identifiseres fra diffraksjonsopptak?
III. En projeksjon av $P2_1/c$ langs $[0\ 0\ 1]$ er vist i fig. 1. Vis i en tilsvarende skisse de generelle, ekvivalente posisjonene og gi koordinatene.
- c) I. Hvilken plangruppesymmetri har projeksjonen i fig. 1?
II. Figuren på s. 2 illustrerer en annen plangruppe. Vis i figuren (legg den ved besvarelsen) ditt valg av enhetscelle og gi plangruppen.

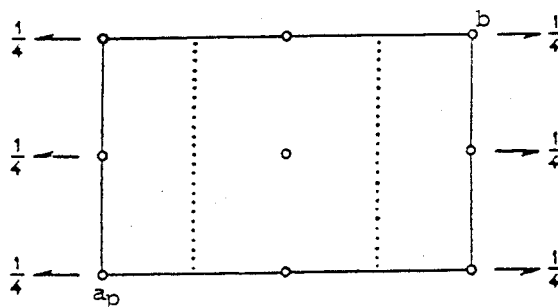


Fig. 1



Oppgave 2

- a) En generell resiprokt gittervektor kan skrives $\mathbf{S}_{hkl} = h\mathbf{a}^* + k\mathbf{b}^* + l\mathbf{c}^*$
- Uttrykk lengden av vektoren $|\mathbf{S}_{hkl}|$ ved enheter i dette gitteret.
 - Vis at $|\mathbf{S}_{hkl}| = 1/d_{hkl}$
- b) Kalium jern pyrofosfat KFeP_2O_7 krystalliserer i monoklin celle med $a = 8.212 \text{ \AA}$, $b = 10.015 \text{ \AA}$, $c = 7.365 \text{ \AA}$ og $\beta = 106.48^\circ$.
- Vis i en projeksjon i ac -planet aksene x og z og de tilhørende resiprokt gitteraksene x^* og z^* .
 - Beregn alle størrelsene som definerer det resiproke gitteret.
 - Utled et uttrykk for beregning av enhetscellevolumet V og finn dette volumet (\AA^3).
- c) Tettheten av krystallene er bestemt ved flotasjon til 3.075 g/cm^3 .
- Hvor mange formelenheter KFeP_2O_7 er det i cella?
 - Beregn den lineære absorpsjonskoeffisienten μ (mm^{-1}) for $\text{MoK}\bar{\alpha}$ stråling.
 - Hva er halvverditykkelsen av KFeP_2O_7 for $\text{MoK}\bar{\alpha}$ stråling? (Halvering av intensiteten etter gjennomgang).
- d) En en-krystall av forbindelsen skal undersøkes ved røntgendiffraksjon. En har tilgjengelig røntgenrør med anodemateriale både av Mo og Cu ($\lambda_{\text{CuK}\bar{\alpha}} = 1.5418 \text{ \AA}$).
- Forklar ut fra data i tabellen nedenfor hvorfor Cu-stråling egner seg dårlig for dette tilfellet.
 - Beregn nettplanavstanden d_{101} og avbøyingsvinkelen 2θ for refleksen (1 0 1) med $\lambda = 0.7107 \text{ \AA}$ ($\text{MoK}\bar{\alpha}$).
 - Hva er den maksimalt observerbare refleksen av type $h 0 h$ for denne bølgelengden?

Element	Atomvekt	$\mu/\rho[\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}]$ for $\text{MoK}\bar{\alpha}$	K-abs. kant (keV)
O	15.9994	1.22	0.5431
P	30.9738	7.97	2.1455
K	39.102	16.2	3.6084
Fe	55.847	37.6	7.112

Avogadros tall $N_A = 6.0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Oppgave 3

Svar kort på 4 av de 5 spørsmålene nedenfor:

- a) Forklar med tekst og skisse prinsippet for et røntgenfluorescens-spektrometer.
- b) Debye-Waller faktoren kan skrives e^{-2M} . Hva står M i eksponenten for, hva er årsaken til denne faktoren, og hvordan påvirker den de diffrakterte intensitetene?
- c) Forklar prinsippet for mørkefeltavbildning i TEM og gi noen eksempler på bruksområder.
- d) Nøytroner er en type partikkelstråling som brukes i spredningsforsøk for å studere materialer. Diskuter hvordan nøytroner vekselvirker med atomer og sammenlikn nøytronspredning med spredning av røntgenstråling.
- e) Forklar hvordan stråling oppstår i lagringsringen i et synkrotronanlegg, og vis i en skisse typisk utbytte fra en bøyemagnet som funksjon av strålingsenergi.

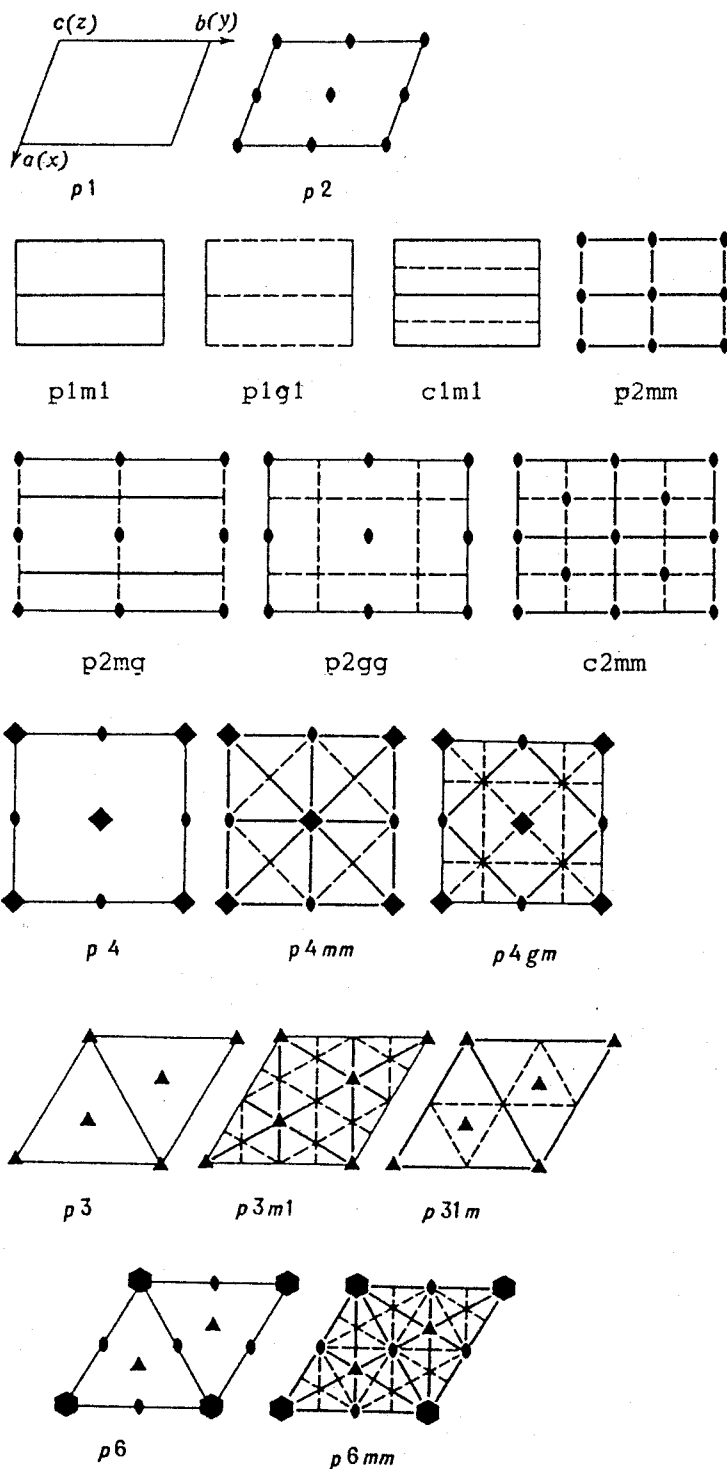


Fig. 4.21. Grafisk representasjon av de 17 plangruppene.