

UNIVERSITETET I TRONDHEIM  
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:  
Navn: Johannes Bremer  
Tlf.: 3582/3586

### Eksamen i fag 74530 Struktur og egenskaper for krystaller

Fredag 12. juni, 1992  
Tid: kl. 0900 - 1300

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator tillatt.  
Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

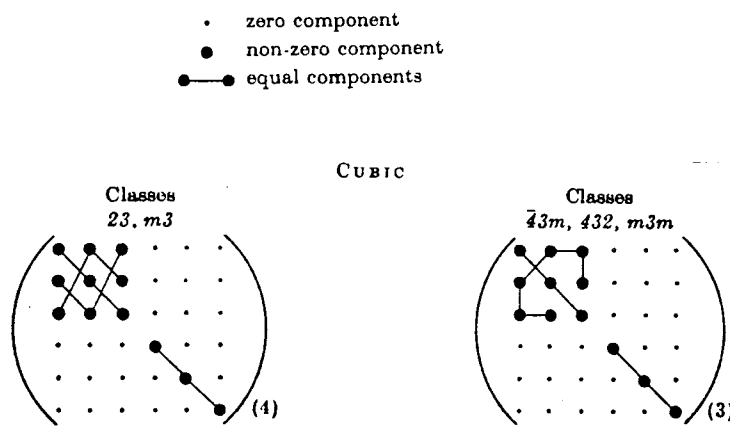
#### Oppgave 1.

En NaCl-krystall har form som en kube med sidekant 0.01 m. Det opplyses at NaCl tilhører romgruppen  $Fm\bar{3}m$ , og brytningsindeksen for lys med bølgelengde 5890 Å er  $n = 1.51$ .

- Vis ved hjelp av Neumanns prinsipp og undergruppe-begrepet at brytningsindeksen til NaCl må være isotrop.
- Forklar hva som skjer med brytningsindeksen hvis krystallen utsettes for en mekanisk strekkspenning  $\sigma_0$  langs [100] retningen. Hva blir det nye romgruppesymbolet?
- Definer tensorkomponentene  $\pi_{ijkl}$  for fotoelastisk effekt. Hvorfor gjelder relasjonene  $\pi_{ijkl} = \pi_{jikl}$  og  $\pi_{ijkl} = \pi_{ijlk}$ ?
- I tabell 1 på side 2 er det vist en oversikt over matriselementene  $\pi_{ij}$  for et kubisk system. Gjør kort rede for forskjellen mellom  $\pi_{ij}$  og  $\pi_{ijkl}$  og skriv opp en matriselikning for den fotoelastiske effekten.

- e) Lys (med bølglengde 5890 Å) går gjennom krystallen i [001] retningen. Veilengdeforskjellen mellom den ordinære og den ekstraordinære bølgen viser seg å være  $1.02 \cdot 10^{-6}$  m. Beregn spenningen  $\sigma_0$ . Det opplyses at  $\pi_{11} = 0.25 \cdot 10^{-12}$  m<sup>2</sup>/N og  $\pi_{12} = \pi_{13} = 1.46 \cdot 10^{-12}$  m<sup>2</sup>/N.

Tabell 1. Oversikt over fotoelastiske  $\pi$ -matriser for kubisk system.



### Oppgave 2.

- Definer det direkte produktet  $C = A \otimes B$  for to grupper A og B. Både A og B antas å være diskrete grupper.
- Forklar kort virkemåten til  $\{\bar{1}\}$ -,  $\{2\}$ -,  $\{2_1\}$ - og  $\{m\}$ -operasjonene. Skriv opp matrisene for disse fire operatorene.
- Vis at  $2/m = 2 \otimes \bar{1}$  og  $2mm = 2 \otimes m$ . (Bruk gjerne matriser fra spørsmål b) ovenfor under diskusjonen.) Lag også to enkle figurskisser (av molekyler e. l.) som illustrerer symmetriene for de to punktgruppene  $2/m$  og  $2mm$ .
- Beskriv Seitz-operatoren til en ikke-symmorf romgruppe. Hvilken del av denne operatoren er det som bestemmer de makroskopiske egenskapene til en krystall?

- e) Triglyserinsulfat ( $\text{TGS}; (\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH})_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ ) kan krystallisere i  $P2_1/m$  (over  $49^\circ$ ) og  $P2_1$  (under  $49^\circ\text{C}$ ). Diskuter kort hvorvidt TGS-krystaller kan være pyroelektriske?

### Oppgave 3.

Besvar kort 2 av de 3 følgende spørsmålene.

- a) Gi en beskrivelse av lamelle-strukturen til delvis krystallinsk polyetylen.
- b) Gjør rede for kolesteriske faser. Forklar hvordan Bragg-refleksjon av lys kan finne sted i slike faser.
- c) Diskuter krystallografiske forhold som har betydning for ionetransport i faststoff-elektrolytter. Ta utgangspunkt i figur 1 nedenfor som viser Wyckoff-symboler for noen spesielle posisjoner i enhetscella til den raske ionelederen AgI.

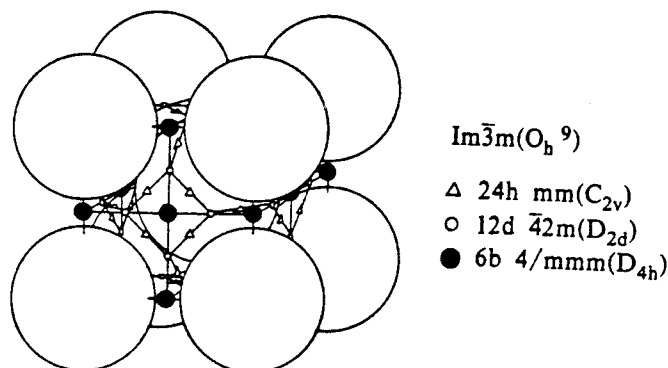


Fig. 1 Et utvalg spesielle posisjoner for  $Im\bar{3}m$ -romgruppa.