

Oppgave 1

- a) Akse 3 viker (f.eks.) ved at figuren dreies 120° og 240° i planet. Skiveaksen 3, har i tillegg en translasjon $1/3$ langs skiveaksen for hver dreining 120° (tilsvarende for m_0, m_1).
- b) Nei. Sett enkelt av at 3_2 er en undergruppe av symmetrigruppen for et homogent elektrisk felt. (Polar gruppe.)
- c) Strukturen er chiral. $P3_21$ er den ene halvdel av et enantionomorf par $P3_21$ drevet polariseringsplanet i motsett retning.
- d) Gyrasjonene er like

$$G = g_{ij} n_i n_j$$

der $\vec{n} = (n_1, n_2, n_3)$ er retningssveinene til forplantningsretningen for bølgen. På lengde-enhet dennes plane

$$p = \pi G / (\lambda_0 n)$$

Her er λ_0 vakuum-bølglengden mens n er en middelbrytningsindeks ($n = \sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2}$ der n_1, n_2, n_3 er indelene uten optisk aktivitet.)

Hvis elementcellen har inversjonssymmetri betyr dette at

$$x_1 \rightarrow -x_1, x_2 \rightarrow -x_2, x_3 \rightarrow -x_3$$

Siden g_{ij} er en pseudo-tensor vil $g_{ij} \rightarrow -g_{ij}$ ved inversjon. På den annen side transformeres g_{ij} som et produkt av 4 koordinater, dvs. at $g_{ij} \rightarrow g_{ij}$. Dette betyr at $g_{ij} = -g_{ij} = 0$, og ingen optisk aktivitet er mulig.

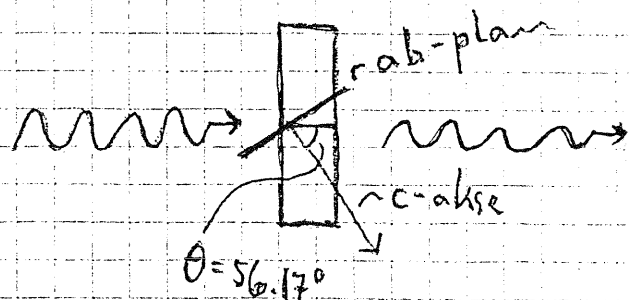
- e) Bruker at $G = g_{ij} n_i n_j = g_{11}(n_1^2 + n_2^2) + g_{33} n_3^2 = g_{11} \sin^2 \theta + g_{33} \cos^2 \theta$ når polar vinkel er θ . Krævet $p = 0$ gir $G = 0$:

$$g_{11} \sin^2 \theta + g_{33} \cos^2 \theta = 0$$

$$\tan \theta = \pm (-g_{33} / g_{11})^{1/2}$$

$$\tan \theta = \pm 1.492$$

Dette gir en vinkel $\theta = \pm 56.17^\circ$. (Se figur.)



Oppgave 2.

a) Tabellen viser at $Cu-O_2$ avstanden blir 1.83 \AA , Cu_p-O_2 er 2.46 \AA . Dette betyr at strukturen kan oppfattes som lineære $O_2-Cu_c-O_2$ "stenger" som er parallelle med c-aksen. Dessuten er den korte Cu_p-O_p avstanden (1.95 \AA) en indikasjon på at vi har (i første approksimasjon) selvstendige kopperoksyd-planer.

b) En undergruppe G har elementer som alle er i modergruppen G_0 . G er videre en maksimal undergruppe hvis det ikke er noen andre undergrupper "mellom" G og G_0 . Dvs. at G ikke er noen undergruppe av en annen undergruppe H . Når Pumm er en 4-undergruppe betyr dette at symmetrioperasjonene er bevart. Vi ser her bort fra isomorfe undergrupper.

c) Strukturen er nå ortorombisk, vi har anisotropi i ab-planet. Dette skyldes at en av de to ledige 2f-plassene er blitt besatt av oksygen. Dette tilsvarer O_c i $1e$ -posisjonene for Pumm. En følge er at vi får Cu_c-O_c avstander langs b-retningen som er lik $b/2$, dvs. 1.94 \AA . Dette er så kort at vi må oppfatte $Cu_c-O_c-Cu_c$ som ledd i en kjede.

d) Siden σ_p er omtrent uforandret når vi går fra $YBa_2Cu_3O_6$ til $YBa_2Cu_3O_7$ må vi gå ut fra at den er isotrop i planet. Den diagonaliserte, triaksiale konduktivitetstensoren må se slik ut

$$\underline{\underline{\sigma}} = \begin{pmatrix} \sigma_p & 0 & 0 \\ 0 & (\sigma_p + \sigma_k) & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_c \end{pmatrix}$$

e) Diagonalisering gir

$$(2.45 - \lambda)^2 - 0.85^2 = 0$$

$$\lambda = 2.45 \pm 0.85 = \begin{cases} 3.3 \\ 1.6 \end{cases}$$

Dette betyr at $\sigma_p = 1.6 \cdot 10^3 (\Omega \text{cm})^{-1}$ og $\sigma_k = 1.7 \cdot 10^3 (\Omega \text{cm})^{-1}$

Oppgave 3.

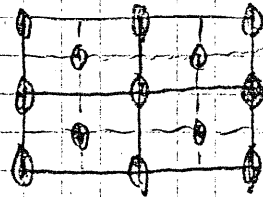
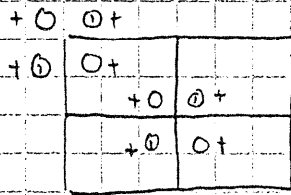
(3)

a) Generalisert versjon lyder

$$\epsilon_{jk} = d_{ijk} E_i + \gamma_{iljk} E_i E_l$$

Villeggeleget representerer elektrio-statisjon i krystallen.

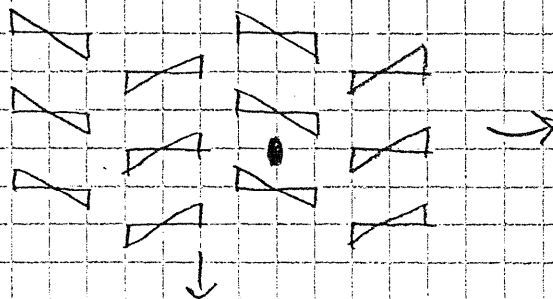
b) Symmetrielementer og generelle ekvivalente posisjoner:



Symmetri gruppe
fordi: Ingen skruvaksel/
glideplan i
romgrupper symbolet.

Speselle posisjoner: Overalt, unntatt der hvor risik er tykk linje.

c) Mønsteret blir f.eks.



Operasjonene σ og g til sammen genererer en do-foldig
akse, og utgjør den lokale symmetrien for mønsteret.
Akse med do-foldig symmetri er vist i figuren.