

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: MENA3100

Eksamensdag: 30. mai 2011

Tid for eksamen: 14:30 (4 timer)

Oppgavesettet er på 6 sider inkludert 2 sider vedlegg

Vedlegg: 2 sider

Tillatte hjelpemidler: Lommekalkulator

Kontroller at oppgavesettet er komplett

før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

Vi har ei tynn, konveks linse med brennvidde (fokallengde) $f = 40$ mm. Et objekt plasseres 60 mm fra linsa.

- Hvor langt fra linsa får vi det skarpe bildet?
- Hva blir forstørrelsen?
- Tegn strålegang. Bruk ikke flere stråler enn nødvendig for å finne fram til hvor det skarpe bildet er plassert.
- Forklar hvorfor vi har et diffraksjonsbilde i bakre brennplan (fokalplan). Vis også dette på en tegning.

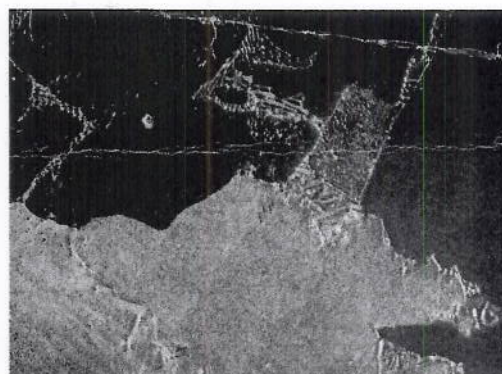
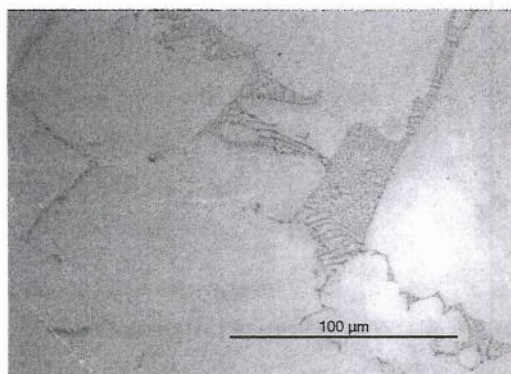
Oppgave 2

- Hva er sfærisk avvik (aberrasjon)?
- Hva er kromatisk avvik (aberrasjon)?

Oppgave 3

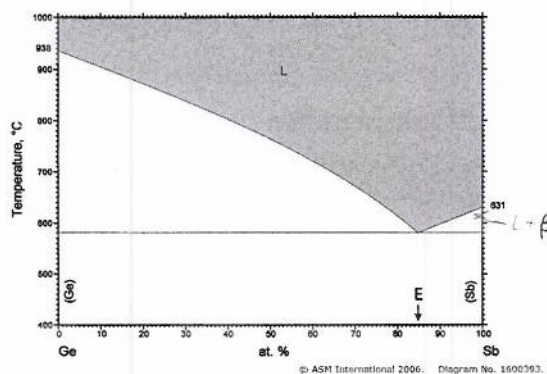
En legering er laget ved å avkjøle en smelte av germanium (Ge) og antimon (Sb). En slipt og polert prøve av denne er avbildet med reflektert lys i et mikroskop. Figur A er tatt med upolarisert lys. Figur B er tatt med kryssede polarisasjonsfiltre. Figur C viser fasediagrammet for Ge–Sb. Germanium krystalliserer i det kubiske systemet. (Større figurer i vedlegg 2.)

- Ligger prøvens sammensetning på høyre eller venstre side av eutektisk sammensetning (E i figur C)? Begrunn svaret.
- Dersom avbildningen var gjort i en SEM med tilbakespredte elektroner, hvordan ville kontrasten mellom fasene ha vært?
- EDS-analyse av den lyse fasen i figur A viser at den bare består av den ene komponenten (dvs. analysen gir 100 % av den komponenten). Analyse av den mørke fasen gir ikke 100 % av den andre komponenten. Analysen gir i tillegg flere atom-% av den første komponenten. Tyder det på at fasediagrammet i figur C er feil, eller har du en annen forklaring?



Figur A: En germanium–antimon-legering avbildet med upolarisert lys i et mikroskop som benytter reflektert lys.

Figur B: Samme prøve som i figur A, men avbildet med krysset polarisert lys. Utsnittet er litt forskjøvet.



Figur C: Fasediagram for germanium–antimon. E angir eutektisk sammensetning.

Oppgave 4

- a) Utled Braggs lov.
- b) Hvilke reflekser er tillatt (ikke utslokt) for en flatesentrert kubisk krystall (fcc)?

Oppgave 5

Vi tenker oss at vi har et TEM lysfelt- og et TEM mørkfeltbilde fra det samme tynne området på en prøve. Seleksjonsblenda (selected area aperture) er slik plassert at et område i hullet utenfor prøven er del av de to bildene.

- a) Hvordan ser vi fra bildene hvilket av dem som er mørkfelt? Begrunn svaret.
- b) For en sterk refleks er Bragg-betingelsen oppfylt. Bildene viser da sterk kontrast fra en dislokasjon i det tynneste området av prøven. I hvilket av de to bildene er det høyere intensitet fra dislokasjonslinja enn fra krystallen for øvrig? Begrunn svaret.

Oppgave 6

Vi har ei polert skive av silisium. Vi har mistanke om at det er et oksidlag på omtrent én nanometer på overflata.

- a) Hvilken metode ville du velge for å undersøke dette?
- b) Begrunn valg av metode.

Oppgave 7

Vi sender monokromatisk røntgenstråling mot en prøve:

- a) Beskriv de uelastiske spredningsprosessene som finner sted, både primær- og sekundærprosesser.
- b) Hva kan vi lære om prøven ved deteksjon av signalene som kommer fra den?

Oppgave 8

Vi gjør et pulverdiffraksjonseksperiment ved bruk av røntgenstråling med bølglengde lik 0,1541 nm. De fire diffraksjonstoppene ved laveste vinkler er ved 2θ på henholdsvis $22,71^\circ$; $32,33^\circ$; $39,88^\circ$ og $46,38^\circ$.

- a) Hva er de korresponderende planavstandene.
- b) Dette er en kubisk krystall. Er den enkelt (primitiv) kubisk, fcc eller bcc? Begrunn svaret.

Oppgave 9.

Vi har to prøver av CuZn. Vi gjør røtgendiffraksjon på disse to prøvene:

- a) Den ene er avkjølt langsomt. Dette fører til at prøven får CsCl-type struktur med Cu på hjørnene i den kubiske enhetscella og Zn midt inne i cella. Til hvilke reflekser sprer Cu og Zn i fase, og til hvilke reflekser sprer de i motfase?
- b) Den andre prøven er avkjølt hurtig. Dette fører til at Cu og Zn er tilfeldig fordelt på de to posisjonene. Altså er det 50 % sjanse for at Cu-atomene er på hjørnene av enhetscella og 50 % sjanse for at de er i romsentret, og tilsvarende for Zn. Blir det nå forandringer i strukturfaktorene og intensitetene til 100-refleksen og til 200-refleksen?

Oppgave 10.

Vi gjør diffraksjonseksperimenter med røntgenstråler og nøytroner på en enkrystall av Cu som er flatesentrert kubisk (fcc). Nøytronene spres av atomkjernene, mens røntgenstrålene spres av elektronskya rundt atomene. Eksperimentene er gjort ved lav temperatur.

- a) Vi observerer at forholdet mellom intensiteten til 600-refleksen og 200-refleksen er litt mindre enn én ved bruk av nøytroner, men betydelig lavere ved bruk av røntgenstråler. Hvorfor?
- b) I nøytrondiffraksjonseksperimentet er altså dette forholdet litt i underkant av én ved lav temperatur. Ved 500 °C er imidlertid forholdet mellom intensiteten til 600-refleksen og 200-refleksen betydelig redusert. Hvorfor?

Vedlegg 1

hydrogen 1 H 1.0079																	helium 2 He 4.0026						
litium 3 Li 6.941	beryllium 4 Be 9.0122																	boron 5 B 10.811	carbon 6 C 12.011	nitrogen 7 N 14.007	oxygen 8 O 15.999	fluorine 9 F 18.998	neon 10 Ne 20.180
sodium 11 Na 22.990	magnesium 12 Mg 24.305																	aluminium 13 Al 26.982	silicon 14 Si 28.086	phosphorus 15 P 30.974	sulfur 16 S 32.065	chlorine 17 Cl 35.453	argon 18 Ar 39.948
potassium 19 K 39.098	calcium 20 Ca 40.078	scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nikkel 28 Ni 58.693	copper 29 Cu 63.546	zink 30 Zn 65.39	gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.61	arsen 33 As 74.922	selenium 34 Se 78.96	bromin 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.80						
rubidium 37 Rb 85.468	strontium 38 Sr 87.62	yttrium 39 Y 88.906	zirkonium 40 Zr 91.224	niobium 41 Nb 92.906	molibdenum 42 Mo 95.94	technetium 43 Tc [98]	ruthenium 44 Ru 101.07	rhodium 45 Rh 102.91	paladium 46 Pd 106.42	silver 47 Ag 107.87	cadmium 48 Cd 112.41	indium 49 In 114.82	tin 50 Sn 118.71	antimon 51 Sb 121.76	tellurium 52 Te 127.60	iodin 53 I 126.90	xenon 54 Xe 131.29						
caesium 55 Cs 132.91	barium 56 Ba 137.33	lanthanum 57 La 138.91	hafnium 72 Hf 178.49	tantalum 73 Ta 180.95	wolfram 74 W 183.84	reinerium 75 Re 186.21	osmium 76 Os 190.23	iridium 77 Ir 192.22	platinaum 78 Pt 195.08	gull 79 Au 196.97	mercur 80 Hg 200.59	thallium 81 Tl 204.38	blead 82 Pb 207.2	bismutt 83 Bi 208.98	polonium 84 Po [209]	astatine 85 At [210]	radon 86 Rn [222]						
fransium 87 Fr [223]	radium 88 Ra [226]	actinidene 89-102 * * Lr [262]	rutherfordium 103 Rf [261]	dubnium 104 Db [262]	seaborgium 105 Sg [266]	bohrium 106 Bh [264]	hassium 107 Hs [265]	meitnerium 108 Mt [268]	unnilium 109 Uun [271]	ununium 110 Uuu [272]	unbinium 111 Uub [273]	untrium 112 Uuq [277]	unquadium 113 Uuq [289]										

* Lanthanide series

lanthanum 57 La 138.91	cerium 58 Ce 140.12	praseodymium 59 Pr 140.91	neodymium 60 Nd 144.24	promethium 61 Pm [145]	samarium 62 Sm 150.36	europium 63 Eu 151.96	gadolinium 64 Gd 157.25	terbium 65 Tb 158.93	dysprosium 66 Dy 162.50	holmium 67 Ho 164.93	erbium 68 Er 167.26	thulium 69 Tm 168.93	ytterbium 70 Yb 173.04
actinium 89 Ac [227]	thorium 90 Th 232.04	protactinium 91 Pa 231.04	uranium 92 U 238.03	neptunium 93 Np [237]	plutonium 94 Pu [244]	americium 95 Am [243]	curium 96 Cm [247]	berkelium 97 Bk [247]	californium 98 Cf [251]	einsteinium 99 Es [252]	fermium 100 Fm [257]	mendelevium 101 Md [258]	nobelium 102 No [259]

http://www.bpc.edu/mathscience/chemistry/history_of_the_periodic_table.html

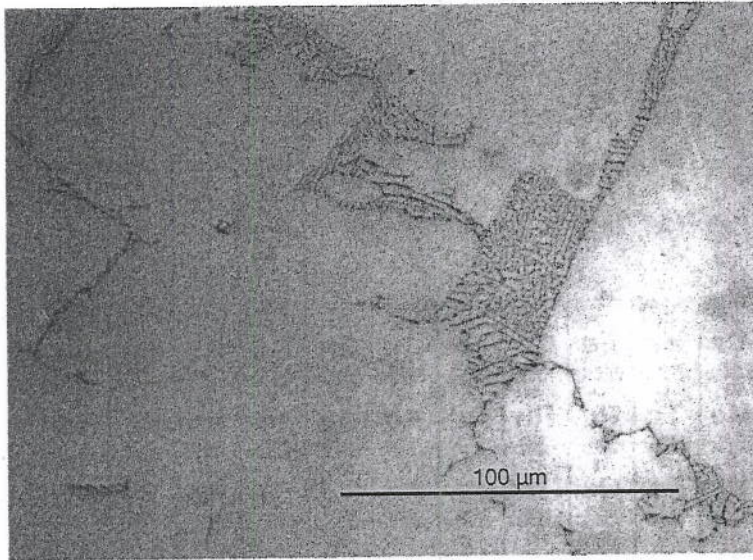
Formler du kanskje får bruk for:

Linseformelen: $\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$ (alternativt: $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ basert på notasjonen i læreboka)

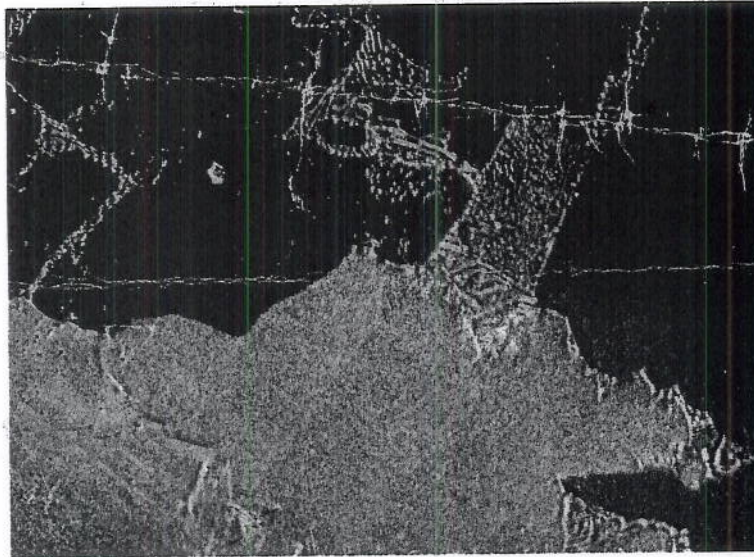
Braggs lov: $2d \sin \theta = n\lambda$

Planavstand i kubiske krystaller: $d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$

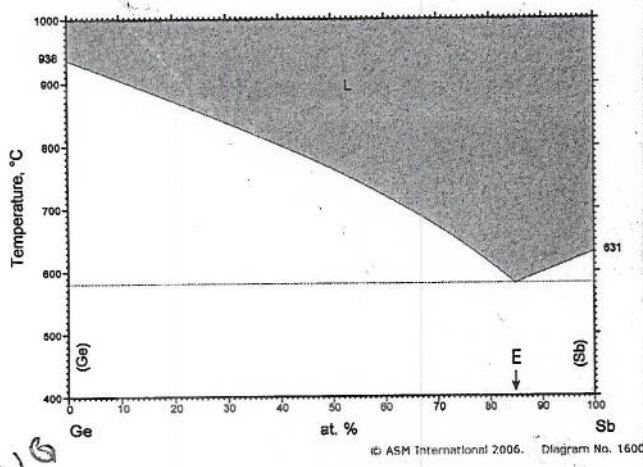
Vedlegg 2



Figur A



Figur B



Figur C

SPENNING