

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: MEF 3000 / MEF 4000

Eksamensdag: 8.12.04

Tid for eksamen: 9:00-12:00 (3 timer)

Oppgavesettet er på 3 sider, videre er det vedlagt 2 kopier hver av tre stk. rutenett til bruk i oppgavene: 1b, 2a og 2d. Samt alternativt fasediagram som grunnlag i oppgave 2b-d.

Tillatte hjelpemidler: Kalkulator.

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1: (33 %)

For strukturen Pyrolusitt (β -MnO₂), er følgende informasjon gitt:

Romgruppe: $P4_2/mnm$

Enhetscelledimensjoner: $a = 4.40 \text{ \AA}$, $c = 2.88 \text{ \AA}$.

Mn i 2(a) posisjon (0,0,0)

O i 4(f) posisjon (0.3046, 0.3046, 0)

I tabellverk (International Tables of Crystallography) finner vi følgende symmetrirelasjoner. Disse gjelder for begge typer atomer:

$$x, x, 0 \quad \bar{x}, \bar{x}, 0 \quad \bar{x} + \frac{1}{2}, x + \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \quad x + \frac{1}{2}, \bar{x} + \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$$

a) Hva slags Bravais gitter og hvilket krystallsystem er dette?

Hvor mange formelenheter inneholder cellen?

Gi det korresponderende punktgruppesympolet til denne romgruppen.

b) Tegn opp strukturen som projeksjon på ab planet. Bruk gjerne det vedlagte arket.

c) Hva er avstanden mellom Mn og O?

d) Hva er koordinasjonen til Mn?

Hvor mange Mn atomer er hvert O bundet til?

e) Hvilke sammenknytninger av polyedre viser strukturen?

Oppgave 2: (33 %)

Gitt følgende informasjon for fasediagrammet med komponentene A og B:

Fasen α inneholder maksimalt 5 wt. % av komponenten B og smelter ved 500 °C. Den gjennomgår en faseomvandling ($\alpha \rightarrow \alpha'$) i temperaturintervallet 270 – 280 °C der 280 °C gjelder for en sammensetning på 0 % wt. B og 270 °C for en sammensetning på 5% wt. B.

Fasen δ inneholder 17 wt. % B, har neglisjerbar fast stoff oppløselighet, og er kun stabil over 250 °C. Fasen kan dannes gjennom en peritektisk reaksjon med α og smelten ved 430 °C.

I sammensetningsområdet mellom δ - og γ -fasen er den lavest mulige smeltetemperaturen 362 °C og smelten har en sammensetning på 33% wt. B.

Fasen γ inneholder 40 wt. % B og har neglisjerbar faststoff-oppløselighet. Den gjennomgår en førsteordens faseomvandling ved 300 °C og smelter kongruent ved 470 °C.

Fasen ε inneholder 55 wt. % B og er stabil opp til 340 °C. Ved denne temperaturen gjennomgår den en peritektisk reaksjon med smelten og høytemperatur-modifikasjonen av γ -fasen.

Det er forøvrig en eutektisk reaksjon ved temperaturen 320 °C fra smelter med en sammensetning på 72 wt. % B.

Fasen β smelter ved 490 °C og har en maksimal faststoff-oppløsning av komponent A på 7 wt. % A.

- a) Skisser fasediagrammet ut fra opplysningene du har over. Bruk gjerne det vedlagte rutenettet.

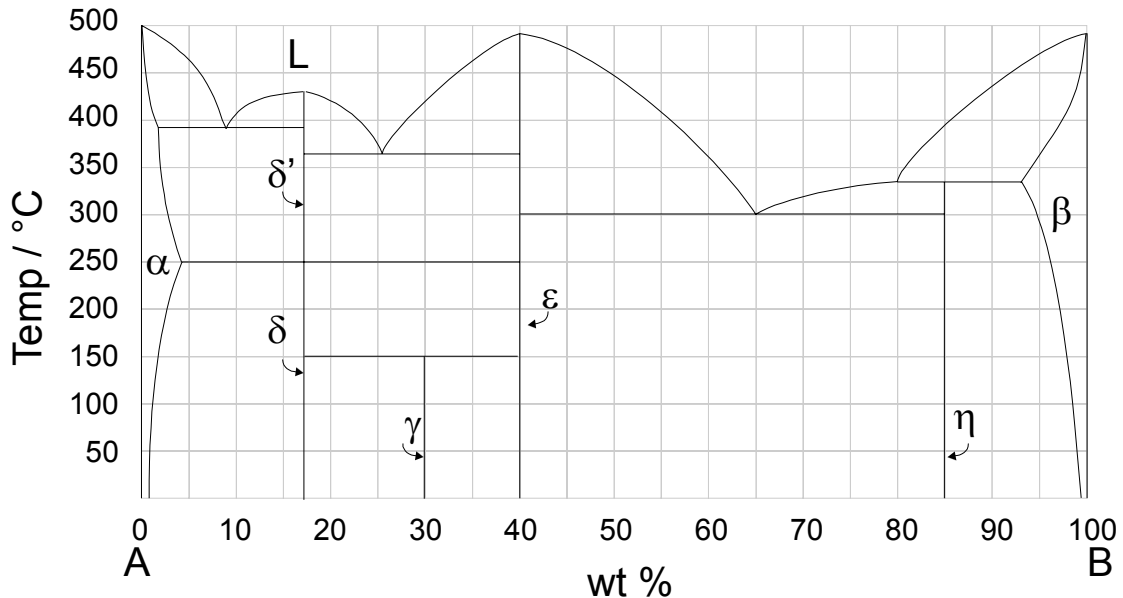
Merk! Dersom du har hatt problemer med delspørsmål a), så ta under delspørsmålene b-d) utgangspunkt i følgende fasediagrammet vist under.

- b) Marker liquidus og solidus kurvene (benytt forskjellige farger eller mønster/tykkelse).
- c) Beskriv de invariante reaksjonene.
($P + F = C + 1$)
- d) Tegn og kommenter avkjølingskurven for en prøve med sammensetning 35 % B fra 490 °C. Anta kjemisk likevekt under hele forløpet.

Merk!

Dersom du har hatt problemer med delspørsmål a) tidligere, så ta under delspørsmålene b-d) utgangspunkt i følgende fasediagram:

Dette finner du også vedlagt i større format.



Oppgave 3: (34 %)

- Forklar forskjellen mellom isolator, halvleder og metall ved å bruke band strukturer.
- Hva er de karakteristiske trekkene til en superleder? Forklar forskjellen mellom type I og type II superleder.
- I AgCl har de interstitielle Ag^+ ionene to mulige mekanismer for migrering. Illustrer disse. Hvilken er den dominerende? Vis ionisk ledningsevne som funksjon av temperatur. Hvordan vil forurensninger/doping påvirke den ioniske ledningsevnen i AgCl? Sammenlign med dopet NaCl.
- Hva er de karakteristiske trekkene til ferroelektriske materialer? Beskriv en typisk hystereseløyfe for et ferroelektrika. Vis sammenhengen mellom den relative permittivitet ϵ' og temperatur over Curie-temperaturen for et ferroelektrisk materiale.
- Beskriv Curies og Curie-Weiss' lov for paramagnetisk, ferromagnetisk og anti-ferromagnetisk materialer. Gi ligningene og tegn graf. Forklar forskjellene.