



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: (MSK200 Materialteknologi)
DATO: 23.02.2013

TID FOR EKSAMEN: 4 timer

TILLATTE HJELPEMIDDEL: Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler.
Kalkulator: HP30S, Casio FX82, TI-30

OPPGAVESETTET BESTÅR AV 5 OPPGAVER PÅ 4 SIDER + 2 SIDER VEDLEGG

MERKNADER: Vedlegg 1 består av nyttig informasjon, bl.a. formler og konstanter.
Vedlegg 2 består av to faseagrammer.
Ved bedømmelsen vil hver av deloppgavene telle likt.
Totalt vil oppgave 1 vil telle ca. 24%, oppgave 2 telle ca. 38%, oppgave 3 ca. 14%, oppgave 4 ca. 10% og oppgave 5 ca. 14%.

Oppgave 1

Silisium (Si) atomene har elektronkonfigurasjonen $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ i grunntilstand. Silisium i fast fase har kubisk krystallstruktur med gitterparameter, $a = 0,357$ nm.

a) Hva vil det si at atomet er i grunntilstand?

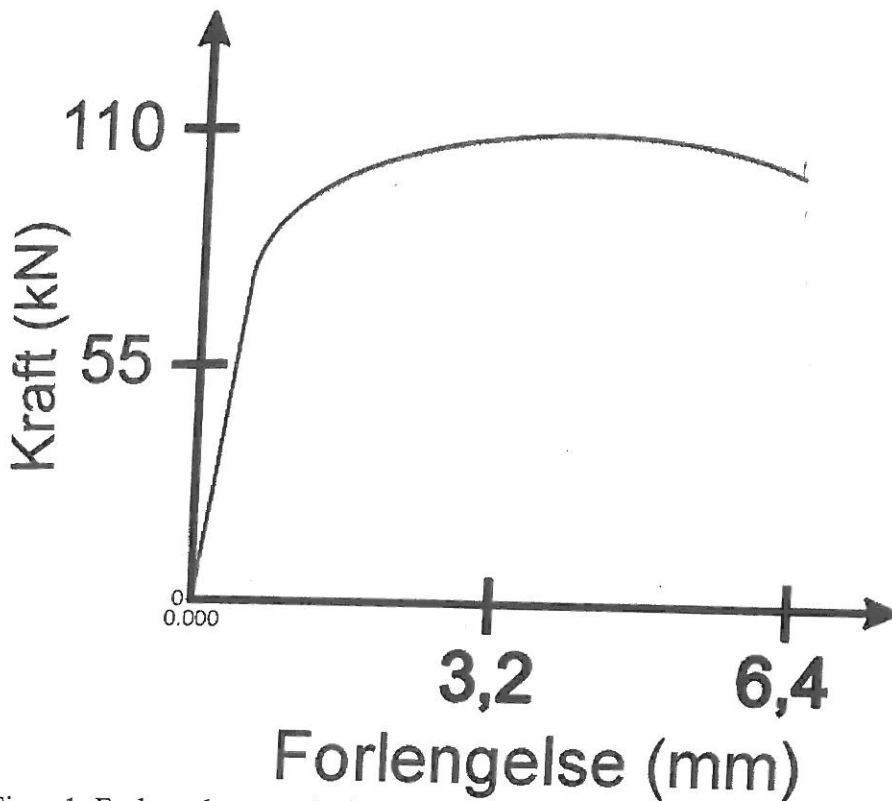
Tegn også Bohrs atommodell for silisium i grunntilstand.

b) Krystallstrukturen til silisium kan beskrives som en FCC enhetscelle. I tillegg til den enkle FCC enhetscella finnes det også silisiumatomer i posisjonene: $\frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}$; $\frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}$; $\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}$ og $\frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}$. Tegn enhetscella til silisium hvor aksene: x, y, z er avmerka. Atomene skal avmerkes som små runde kuler. Hvor mange atomer er det i den kubiske enhetscella?

- c) Tegn ei kubiske enhetscelle uten atomer, aksene x, y og z må være avmerka. Tegn inn planet med Miller indeks $(1\bar{3}2)$ i enhetscella. Vis beregningene for å finne skjæringspunktene til planet med aksene til enhetscella.
- d) Er det selvdifusjon eller er det interdiffusjon i rent silisium? Begrunn svaret.
- e) Diffusjonskoeffisienten for substitusjonell diffusjon er en funksjon av temperatur. Forklar hvorfor den er det. En likning som er pensum i kurset som beskriver diffusjonskoeffisienten hvor temperaturen er en av parameterne. Skriv opp likningen og forklar hva symbolene i likningen står for.

Oppgave 2

Figur 1 (Figur også i vedlegg 2) viser forlengelse som funksjon av kraft for et stål under enakset strekk. Prøvestaven ble maskinert til en sylindrisk stav med diameter 8,5 mm og en mållengde på 80,0 mm. Poissons tall, ν , for stålet er 0,30.



Figur 1. Forlengelse som funksjon av påført kraft (figuren finnes også i vedlegg 2).

Tegn en figur mest mulig lik, Figur 1. Bruk den tegna figuren til å vise hvor på diagrammet at verdier er avlest på i Figur 1. Vis beregninger for de deloppgavene som krever beregninger.

Les av / beregn følgende:

- Beregn strekkfastheten. (Svaret i MPa)
- Beregn nominell tøyning i staven ved strekkfastheten. (Svar i %)

- mållengden*
- Vi antar at all forlengelse har skjedd innenfor målområdet som var 80.0 mm i ubelasta tilstand. Hvor langt er dette målområdet på staven etter brudd?
 - Når staven utsettes for en kraft på 55 kN hvor stor er da tverrsnittsdiameteren?
 - Beregn sann spenning og sann tøying for staven når den har en forlengelse på 1,6 mm.
 - Du skal gjøre Vickers hardhetsmåling på strekkstaven etter brudd. Hvor vil du ta hardhetsmåling hvis du skal finne størst hardhet? Begrunn svaret.

Strekkstaven målingene, Figur 1, var gjort på var et rekrytallisert jern-karbon stål. Et annet stykke av det samme stålet ble varmebehandla lengre tid ved den samme temperaturen som stålet målingene, Figur 1, ble rekrytallisert ved.

- Hva skjedde med mikrostrukturen ved varmebehandlingen etter rekrytallisasjonen av stålet, og hva er den drivende kraft for denne reaksjonen?
- Det ble laget strekkstaver av begge de to ovenfor nevnte tilstandene. Du kjenner en likning fra dette kurset som beskriver en relasjon mellom kornstørrelse og flytegrense, hva heter likningen? Skriv også opp likningen og forklar hva symbolene i likningen står for.

Oppgave 3

Vi skal nå se litt på egenskapene til sprø materialer

- Hva er karakteristiske for et spenning tøyingsdiagram for et sprøtt materiale? Skisser diagram og forklar.
- Sprøbrudd kan deles inn i to typer ut i fra studie av bruddoverflate. Hva kalles de to typene sprøbrudd og hva er karakteristisk for hver av dem?
- Noen materialer er duktile ved en temperatur og sprø ved en lavere temperatur. Hvilken test er det vanlig å bruke for å bestemme om et materiale har slik oppførsel og hvordan utføres denne testen i praksis?

Oppgave 4

Sølv har kjemisk symbol Ag og kobber har Cu. Figur 2, vedlegg 2, viser fasediagrammet til sølv-kobber systemet.

Vi har en Ag-Cu legering som består av 7 wt% sølv.

- Vi antar likevekt. Hvilke fase/faser er tilstede i legeringen ved 800°C? Angi fasen/fasenes kjemiske sammensetning. Lag også en skisse av mikrostrukturen som består av flere korn.
- Vi senker temperaturen til 500°C og igjen antar likevekt. Eksakt det samme området blir nå studert som i deloppgave a). Skisser mikrostrukturen igjen, angi hvilke fase/faser vi har på figuren. Hvis det er flere enn en fase tilstede så skal også massefraksjon av hver av fasene beregnes. Vis beregninger hvis det er nødvendig for å besvare oppgaven.

Oppgave 5

Jern-karbon systemet er et av de viktigste legeringssystemer teknologisk sett. Flere ulike strukturer opptrer i systemet hvor martensitt er en av dem. Vi ønsker å studere to legeringer.

Legering (A) består av Fe-0,2 wt%C, legering (B) består av Fe- 0,6 wt%C.

- a) Du får utlevert to prøvestykker, ett fra legering (A) og ett av legering (B). Prøvestykkene har kubisk ytre form med dimensjonene: 2,0 cm x 2,0 cm x 2,0 cm. De utleverte prøvenstykkene består av ferritt og sementitt som eneste faser. Hva må du gjøre med de to prøvestykkene for at alt skal transformeres til martensittisk struktur?
- b) Vi antar at stykkene du fikk fra legering A og B var identiske i formen og at du har behandla dem identisk og fikk dannet martensittisk struktur. Hvordan vil det være med hardheten i de to legeringene? Begrunn svaret.
- c) Martensittiske materiale blir ofte anløpt (*tempering*). Hva er anløping og hva er hovedgrunnen for å anløpe martensittiske materiale?

Formler og konstanter

Atomtype	Mg (magnesium)	Al (aluminium)	Si (silisium)	Cu (kobber)
Atom vekt (g/mol)	24,31	26,98	28,09	63,55
Atomradius (nm)	0,160	0,143	0,118	0,128
Elektronegativitet	1,2	1,5	1,8	1,9

$$N_A = 6,023 \times 10^{23} \text{ atomer/mol}$$

$$R = 8,31441 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$$

$$D_0 \text{ (Cu i Al)} 0,000078 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$Q \text{ (Cu i Al)} 211 \text{ kJ/mol}$$

$$A = \pi r^2$$

$$V = (4/3)\pi r^3$$

$$1 \text{ kPa} = 10^3 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ GPa} = 10^9 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$\rho = \frac{nA}{V_C N_A}$$

LD = (number of atoms centered on direction vector)/(length of direction vector)

PD = (number of atoms centered on a plane)/(area of plane)

APF = (volume of atoms in the unit cell)/(total unit cell volume)

$$D = D_0 \exp[-Q_d/(RT)]$$

$$\tau = G\gamma$$

$$\nu = -(\epsilon_X/\epsilon_Z) = -(\epsilon_Y/\epsilon_Z)$$

$$E = 2G(1 + \nu)$$

$$\sigma_m = 2\sigma_0(a/\rho_t)^{1/2}$$

$$\sigma_T = \sigma(1 + \epsilon)$$

$$\sigma_c = [(2E\gamma_s)/(\pi a)]^{1/2}$$

$$\epsilon_T = \ln(1 + \epsilon)$$

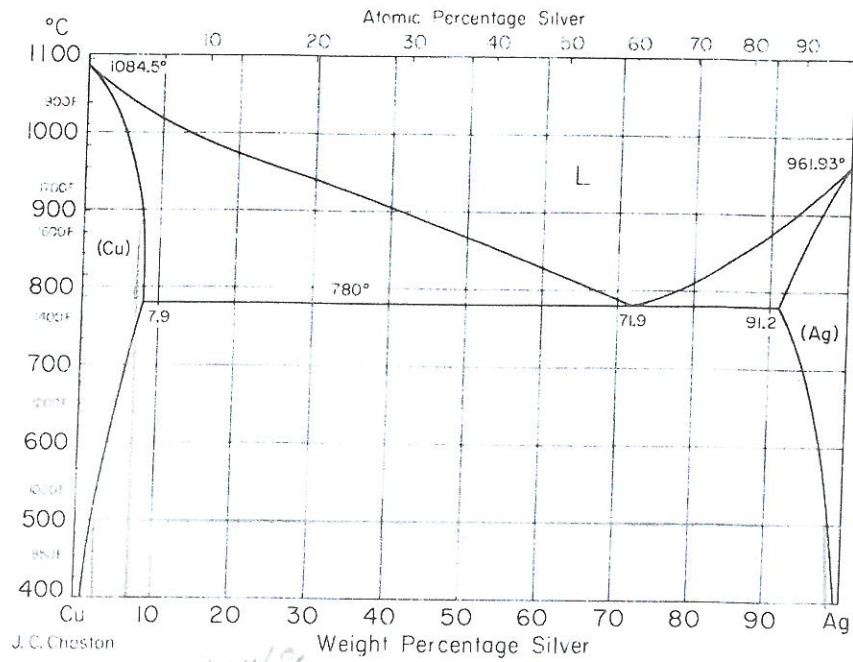
$$K_c = Y\sigma_c(\pi a)^{1/2}$$

$$\sigma_T = K\epsilon^n$$

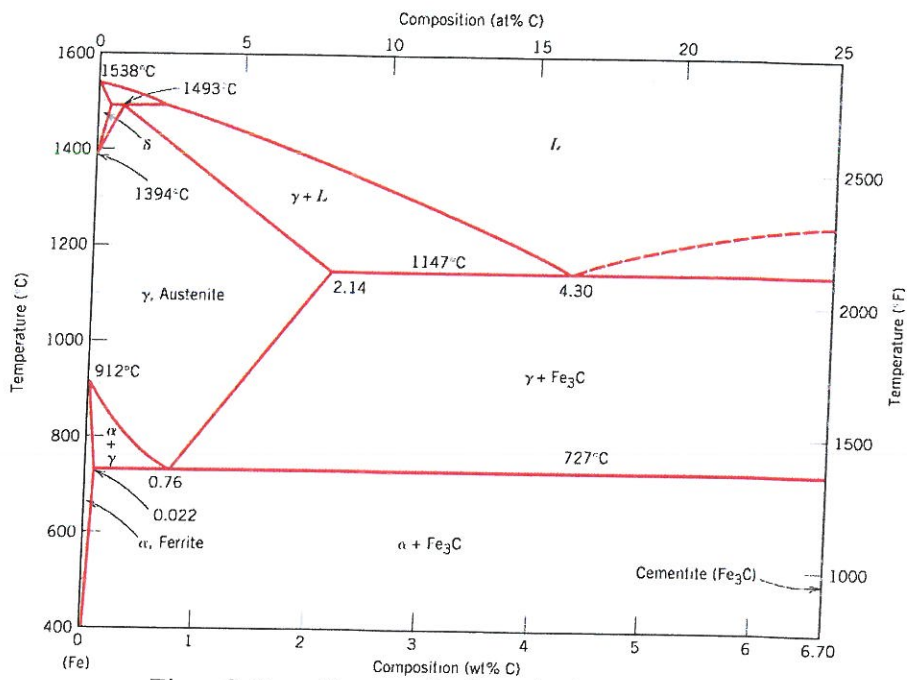
$$\sigma_y = \sigma_0 + k_y d^{-1/2}$$

$$d^n - d_0^n = Kt$$

Ag-Cu Silver-Copper



Figur 2. Fasediagram for sølv – kobber systemet



Figur 3. Fasediagram for jern- karbon systemet.