



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

EKSAMEN I: (MSK200 Materialteknologi)

DATO: 02.03.2016

TID FOR EKSAMEN: 4 timer

TILLATTE HJELPEMIDDEL: Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler.
Kalkulator: godkjent kalkulator.

OPPGAVESETTET BESTÅR AV 4 OPPGAVER PÅ 3 SIDER + 3 SIDER VEDLEGG

MERKNADER: Vedlegg 1 består av nyttig informasjon, bl.a. formler og konstanter.

Vedlegg 2 inneholder 4 figurer.

Ved bedømmelsen vil hver av deloppgavene telle likt.

Totalt vil oppgave 1 telle ca. 28,6%, oppgave 2 telle ca. 23,8%, oppgave 3 ca. 19,0% og oppgave 4 ca. 28,6%.

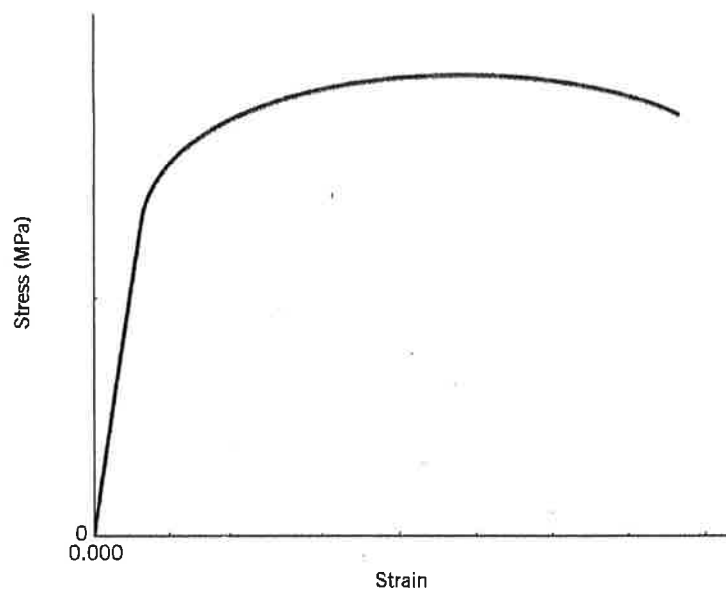
Oppgave 1

- Hydrogen (H), som har atomnummer 1, har i grunntilstanden elektronkonfigurasjonen: $1s^1$. Skriv elektronkonfigurasjonen til natrium (Na) i grunntilstanden og til Na^+ ionet.
- Tegn to kubiske enhetsceller uten atomer. Aksene x, y og z må være avmerka på begge figurene. I den ene enhetscella tegnes inn planet med Miller indekser $(\frac{3}{2} \frac{2}{2} \frac{2}{2})$, i den andre enhetscella tegnes inn retningsvektoren $[1 \ 2 \ 3]$. Vis utregninger.
- Vi har mistanke om at to ulike atomer danner en kovalent binding med hverandre. Det er en størrelse/parameter vi har lest om i pensum som kan fortelle noe om sannsynligheten for at ulike typer bindinger mellom atomer dannes. Hva heter denne størrelsen og hvordan bør den være for at det skal være stor sannsynlighet for at bindingen er kovalent?
- NaCl strukturen kan beskrives ved hjelp av en FCC enhetscelle hvor alle gitterpunktene er besatt med klor (Cl) atomer. I tillegg er det også natrium (Na) atomer i posisjonene: $\frac{1}{2}00$; $0\frac{1}{2}0$; $1\frac{1}{2}0$; $\frac{1}{2}10$; $00\frac{1}{2}$; $10\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2}$; $11\frac{1}{2}$; $01\frac{1}{2}$; $\frac{1}{2}01$; $0\frac{1}{2}1$; $1\frac{1}{2}1$; $\frac{1}{2}11$ i enhetscella. Tegn enhetscella til NaCl og tell opp antall atomer per enhetscelle av hvert slag. Vis hvordan du har kommet fram til antall atomer av hvert slag i enhetscella.

- e) Vi antar at ionene er stive kuler med ionisk radius. De stive kulene er tettest pakket langs $\langle 100 \rangle$. Beregn det atomære pakningstettheten (APF) til NaCl cella. Vis utregninger.
- f) Vi har en kubisk enhetscelle som enten er BCC eller FCC som vi har tatt opp et røntgen diffraksjonsdiagram fra. Hvordan kan man avgjøre om enhetscella var BCC eller FCC?

Oppgave 2

- a) Tegn på svararket et skjematisk spenning tøyingsdiagram, mest mulig likt Figur 2. Marker på den tegna figuren hvor du ville lest av: 1) flytegrense (yield strenght) svarende til 0,2% plastisk deformasjon; 2) strekkfasthet (tensile strenght) og 3) bruddtøyningen (failure strain) etter brudd.



Figur 2. Skjematisk diagram som viser nominell spenning som funksjon av nominell tøyning.

Vi skal nå se på kaldvalsing av ei metallisk plate.

- b) Skriv opp navnet på tre ulike metoder/teknikker for å måle hardhet og forklar hva som menes man måler når en måler hardhet?
- c) Figur 3 viser hardhetsprofilen i tykkelsesretningen for ei plate som har vært kaldvalsa. Hardheten er størst i overflata nær der valsene har berørt plata, minst lengst borte fra der hvor valsene har berørt plata. Hva kalles den måten å styrke materialet på som skjer under kaldvalsing og hva er forskjellen i mikrostruktur nær overflata og nærmere sentrum hvor hardheten er mindre?
- d) Vi antar at plata rekrystaliserer etter en gitt tid under varmebehandling nær overflata hvor hardheten var størst og ved en annen gitt tid lengre inne hvor hardheten var mindre. Hvor av de to stedene rekrystalliserer først? Begrunn svaret.
- e) Den rekrystalliserte kornstrukturen blir annerledes rett etter overstått rekrystallisasjon der hardheten er størst. Hvordan er forskjellen i mikrostruktur på de to stedene.

Oppgave 3

Utmattning er ofte grunnen til brudd i metalliske konstruksjonsmaterialer.

- a) Hva er karakteristisk for spenningstilstanden som gir utmattingsbrudd?
- b) Hvis det er en liten overflatesprekk i materialet kan dette ofte være initieringspunktet for sprekkvekst. Hva er grunnen til at en slik sprekk kan være startpunktet for en bruddutvikling?
- c) Hvordan bekreftes at et brudd er et utmattingsbrudd etter at bruddet har oppstått?
- d) En maskindel som har gått til utmattingsbrudd var av en stållegering. En ny maskindel skal lages av samme legering og samme geometri som den som har gått til brudd. Hva kan vi gjøre med den nye maskindelen for å øke utmattingsfastheten? Kom med to forslag.

Oppgave 4

Jern-karbon systemet er et av de viktigste legeringssystemer teknologisk sett. Vi vil nå se på en legering som består av jern legeret med 1,40 wt% karbon, se Figur 4.

- a) Hvor mange at% karbon består legeringen av? Vis utregning.
- b) Hvilke faser og hvor stor faseandel av de to fasene består legeringen av ved 800°C? Angi også kjemisk sammensetning for fasene ved denne temperaturen og vis utregning for faseandelen av de to fasene.
- c) Figur 5 viser et optisk bilde av legeringen. Hvilken fase/faser består område (I) og område (II) av på figuren.
- d) De lyse områdene er en fase. Hvis temperaturen hadde vært 1100°C, hva hadde vi sett i de samme områdene i mikrostrukturen da? Tegn en skisse og forklar.
- e) En viktig teknologisk fase i jern karbonsystemet er martensitt. Hvilken krystallstruktur har martensitt fra legeringen med 1,4 wt% karbon og hvorfor er ikke martensittfasen avmerket i fasediagrammet for jern-karbon systemet, Figur 4?
- f) Avramilikningen kan brukes til å gjøre beregninger for å få frem en type diagram. Skriv Avramilikningen hva de ulike symbolene i likningen står for. Skriv også hva diagrammet som kan beregnes ved hjelp av Avramilikningen kalles, og hva det brukes til.

Formler og konstanter

Atomtype	Na (natrium)	Cl (klor)	C (karbon)	Fe (jern)
Atomnummer	11	17	6	26
Atom vekt (g/mol)	22,99	35,45	12,01	55,85
Ionisk radius (nm)	0,102	0,181	0,016	0,077

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

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

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

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

$$A = \pi r^2$$

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

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

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

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

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

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

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

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)

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

$$\tau = G\gamma$$

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

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

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

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

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

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

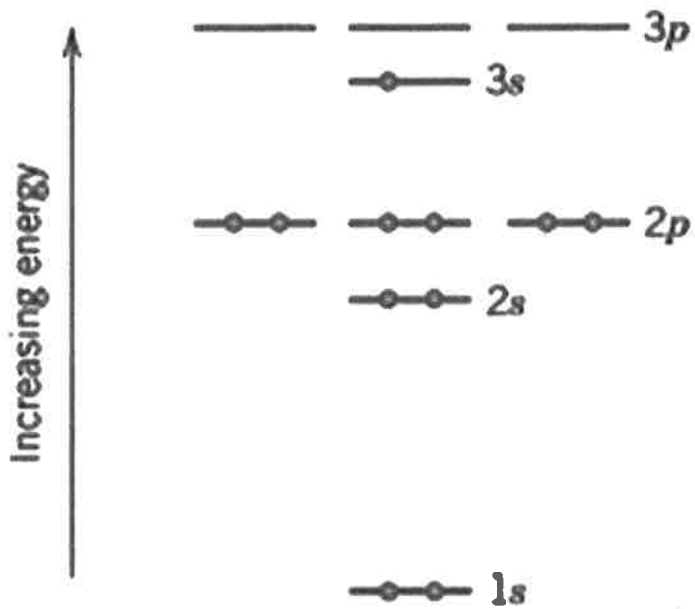
$$K_c = Y\sigma_c(\pi a)^{1/2}$$

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

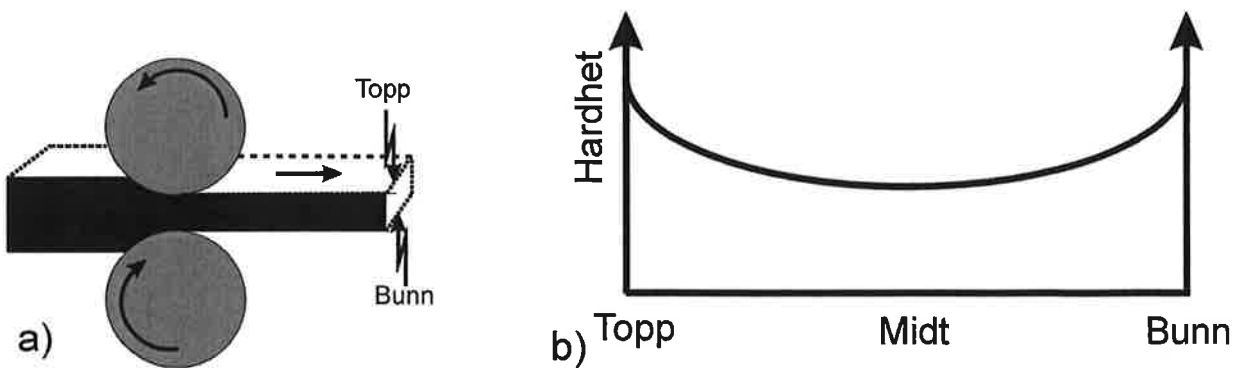
$$y = 1 - \exp(-kt^n)$$

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

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

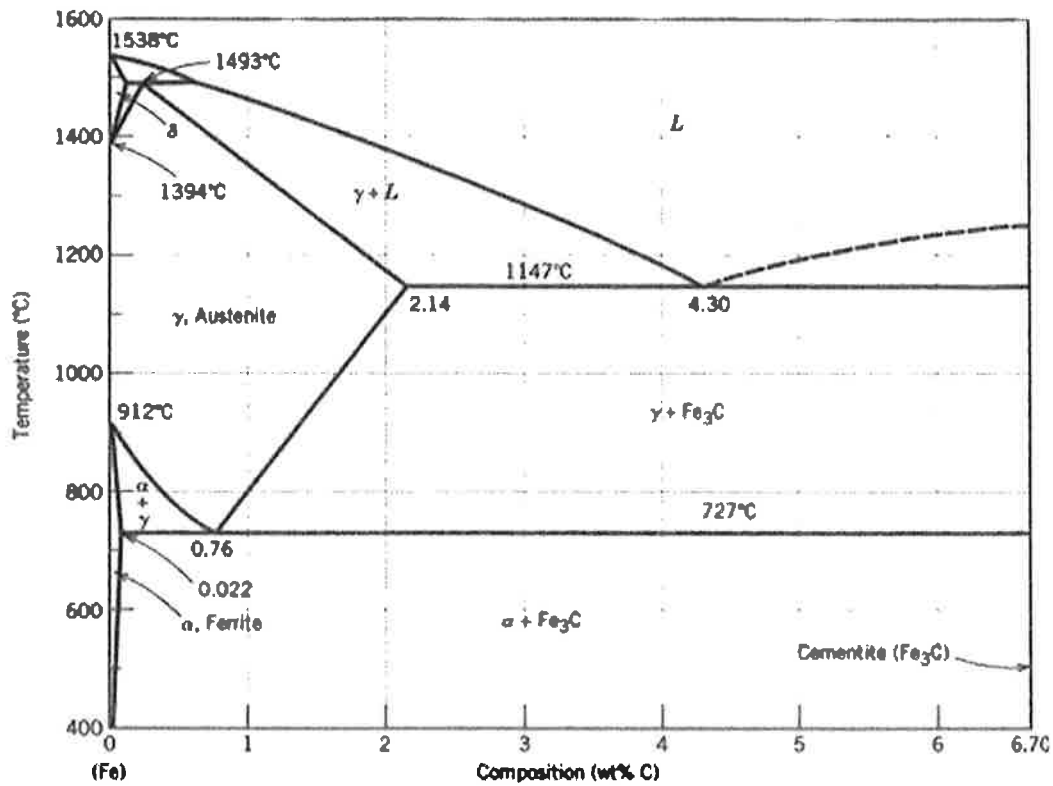


Figur 1. Skjematisk illustrasjon av relativ energi for elektroner i de forskjellige skall og underskall.

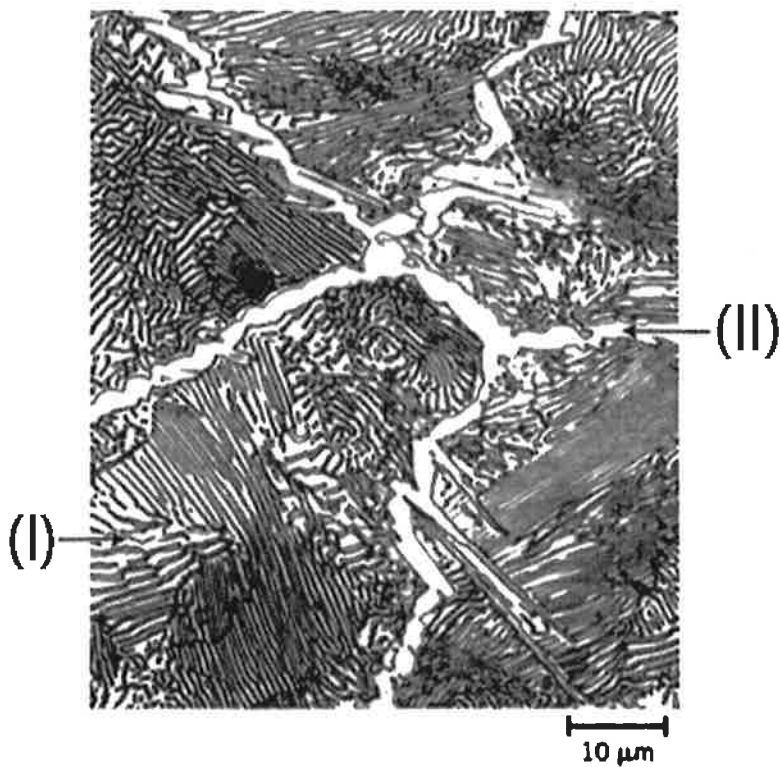


Figur 3. Kaldvalsing av plate.

- a) Prinsippskisse av kaldvalsing
- b) Hardhetsprofil gjennom plata



Figur 4. Fasediagrammet for jern-karbon systemet.



Figur 5. Lysoptisk bilde av en stållegering som inneholder 1,4 wt% C.