

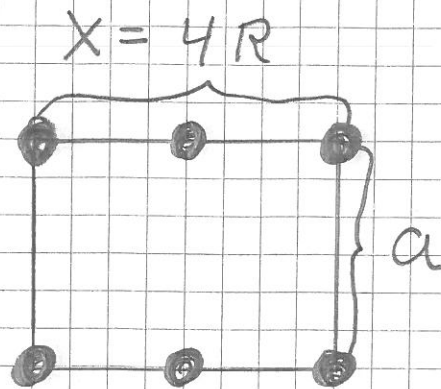
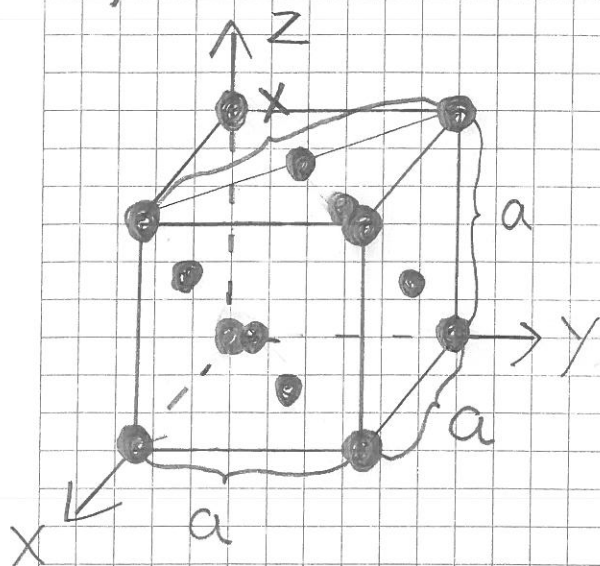
# EKSAMEN MSK-200

Høst 2014

①

## Oppgave 1

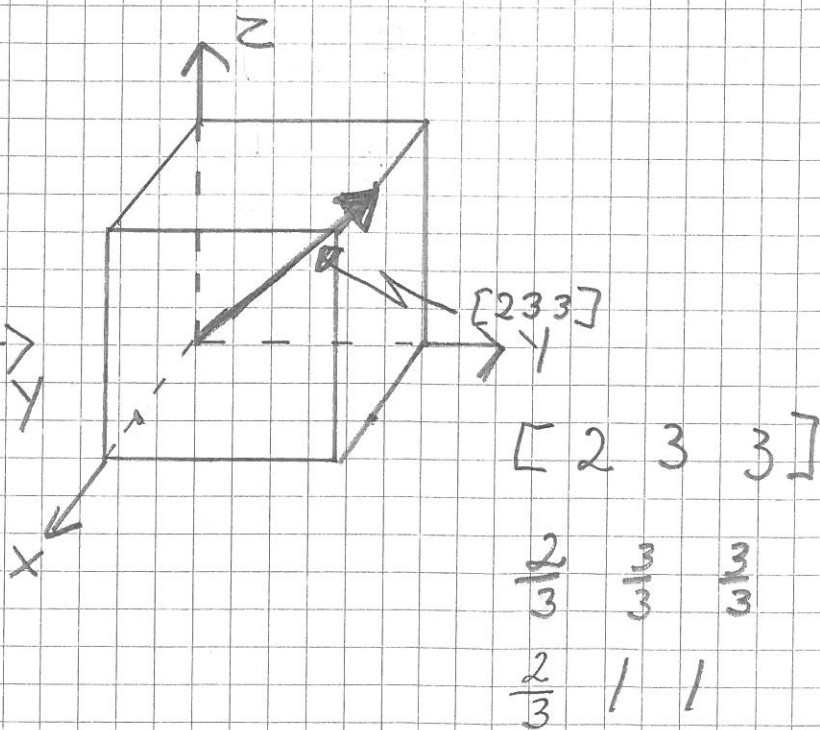
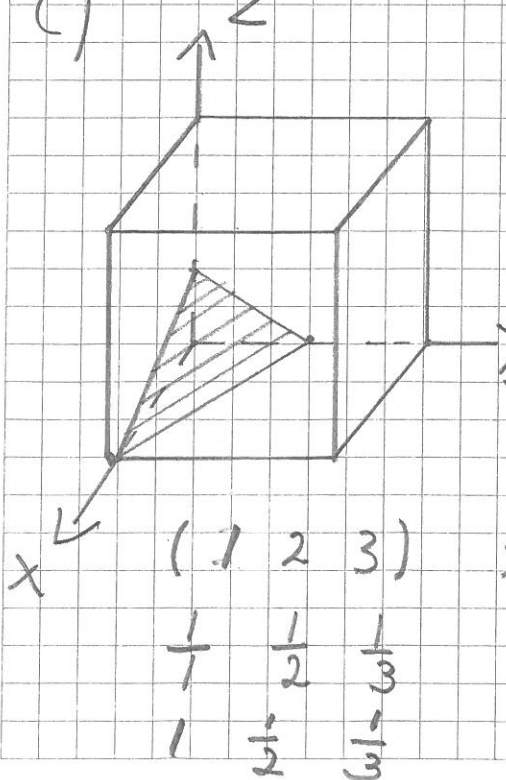
a)



(110)-planet

$$b) \quad X = \sqrt{2} \cdot a = 4R \Rightarrow a = \frac{4R}{\sqrt{2}} \cdot \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\right) \\ = \frac{4R\sqrt{2}}{2} = 2R\sqrt{2}$$

c)



$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 1/2 & 1/3 \\ 1 & 1/2 & 1/3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 3 \\ 2/3 & 3/3 & 3/3 \\ 2/3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$d) \quad \rho = \frac{n A}{V_c N_A}$$

Fe (BCC)

$$a = 0,2866 \text{ nm} \\ = 2,866 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$A = 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atom}}{\text{mol}}$$

$$n = 2 \text{ atomer}$$

$$\rho = \frac{n A}{V_c N_A} =$$

$$\frac{2 \text{ atomer} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(2,866 \cdot 10^{-8} \text{ cm})^3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atomer}}{\text{mol}}} \\ = 7,88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Fe (FCC)

$$a = 0,3510 \text{ nm} = \\ 3,510 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$$

$$A = 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atomer}}{\text{mol}}$$

$$n = 4 \text{ atomer}$$

$$\rho = \frac{n A}{V_c N_A} =$$

$$\frac{4 \text{ atomer} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(3,510 \cdot 10^{-8} \text{ cm})^3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atomer}}{\text{mol}}} \\ = 8,58 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

FCC er tetteste kulepakning.

BCC er ikke tetteste kulepakning.

Jern FCC vil derfor ha større masse tetthet enn BCC jern

d)

②

$$\rho = \frac{n A}{V_c N_A}$$

Fe (BCC)

$$a = 0,286 \text{ nm}$$

$$n = 2 \text{ atomer}$$

$$A = 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Fe (FCC)

$$a = 0,3510 \text{ nm}$$

$$n = 4 \text{ atomer}$$

$$A = 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\rho = \frac{n A}{V_c N_A} =$$

$$\frac{2 \text{ atomer} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(0,286 \text{ nm})^3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atom}}{\text{mol}}}$$

$$= 7,93 \cdot 10^{-21} \frac{\text{g}}{\text{nm}^3}$$

$$\rho = \frac{n A}{V_c N_A}$$

$$\rho = \frac{4 \text{ atomer} \cdot 55,85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{(0,3510 \text{ nm})^3 \cdot 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{atom}}{\text{mol}}}$$

$$= 8,58 \cdot 10^{-21} \frac{\text{g}}{\text{nm}^3}$$

$$1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ cm}$$

$$(1 \text{ nm})^3 = (1 \cdot 10^{-7} \text{ cm})^3 = 1 \cdot 10^{-21}$$

$$\rho_{\text{Fe, BCC}} = 7,93 \cdot 10^{-21} \frac{\text{g}}{\text{nm}^3} \cdot 1 \cdot 10^{21} \frac{\text{nm}^3}{\text{cm}^3} =$$

$$7,93 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad \left( 7,88 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \text{ også OK} \right)$$

$$\rho_{\text{Fe FCC}} = 8,58 \cdot 10^{-21} \frac{\text{g}}{\text{nm}^3} \cdot 1 \cdot 10^{21} \frac{\text{nm}^3}{\text{cm}^3} =$$

$$8,58 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

FCC er tetteste kulepakning

BCC har ikke tetteste kulepakning.

Jern FCC vil derfor ha større masse tetthet en BCC jern.

e) Den teknologiske prosessen som skjer ved høy temperatur kalles karburisering eller oppkulling event. settharding

Mekanismen som får karbonatomene til å forflytte seg innover i jernet kalles diffusjon

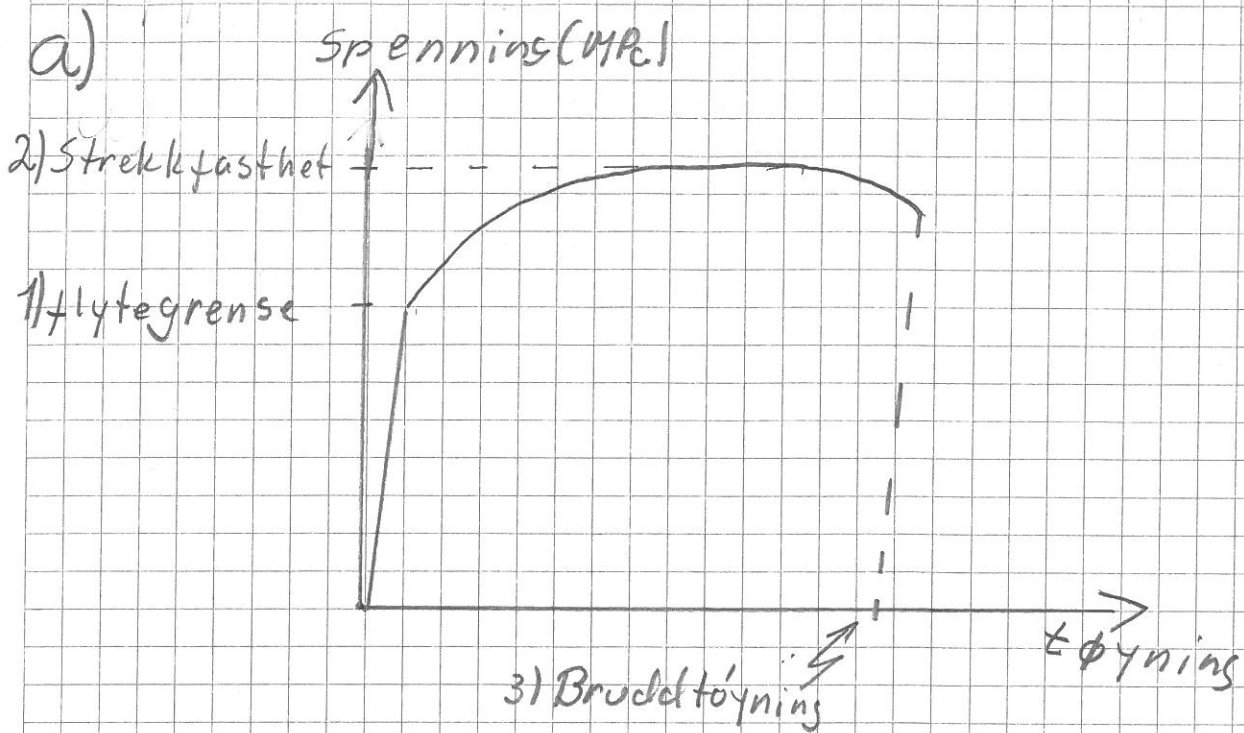
f) Karbonatomer i jern vil være på interstitielle atom-plasser fordi karbonatomene har mye mindre atomradius enn jernatomene og kan derfor gå inn på interstitielle atomposisjoner.

g) De gir spenninger i gitteret som hindrer dislokasjonsbevegelse.  
Energetisk gunstige plasser med tanke på spenninger fra dislokasjoner etc.

Fast løsning: oppløsningsmiddel er i fast form. Krysallstrukturen til det oppløsningsmiddelet må ikke endres.

# Oppgave 2

4



b) Gyldighetsområdet for  
likningene  $\sigma_T = \sigma(1+\epsilon)$  og  $\epsilon_T = \ln(1+\epsilon)$   
er fra flytegrense til strekk-  
fasthet

$\sigma_T$ : sann spenning

$\epsilon_T$ : sann foryning

$\sigma$ : nominell spenning

$\epsilon$ : nominell foryning

$$c) \sigma = E \cdot \epsilon \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Tverrsnittets diameteren er  $5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 3,14 \cdot \left(\frac{0,005 \text{ m}}{2}\right)^2$$

$$A = 1,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_0} = \frac{200 \text{ N}}{1,96 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} \approx 10,19 \text{ MPa}$$

Stanga er 30 m lang og blir  
tøyd 3 mm elastisk

$$3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{0,003 \text{ m}}{30 \text{ m}} = 1 \cdot 10^{-4}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{10,19 \text{ MPa}}{1 \cdot 10^{-4}} \approx 102 \text{ GPa}$$

d) Sykliske spennings tilstander  
hvor spenningsene er  
under flytegrensa.

e) Beachmark  
Striasjoner.

f) I forbindelse med sprekker  
i et materialet får en  
store spennings konsentrasjoner.

$$\sigma_m = 2\sigma_0 \sqrt{\frac{a}{\rho_t}}$$

Har også godtatt:  $\sigma_m = \sigma \left(1 + 2 \frac{a}{b}\right)$

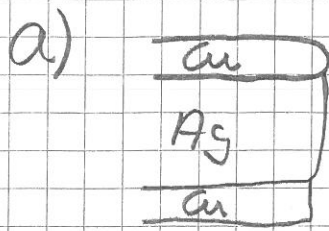
$$\sigma_c = \frac{K_{IC}}{Y \sqrt{\pi a}}$$

$$\sigma_c = \frac{2 E \gamma_s}{\pi a}$$

# Oppgave 3

6

se Fig. 11.12



$$W_{Cu} = \frac{C_{Ag} - C_0}{C_{Ag} - C_{Cu}}$$

$$W_{Cu} = \frac{(91,2 - 71,9) \text{ wt}\%}{(91,2 - 7,9) \text{ wt}\%} = 0,23$$

$$W_{Ag} = 1 - W_{Cu} = 1 - 0,23 = 0,77$$

Fase andel Kobber er 0,23, mens  
fase andel sølv er 0,77.

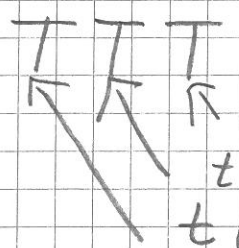
b) Det første faste stoffet dannes ved ca 930°C. Det dannes kobber med sammensetning nær 7 wt% Ag

c) Se figur 11.15 i læreboka.

# Oppgave 4

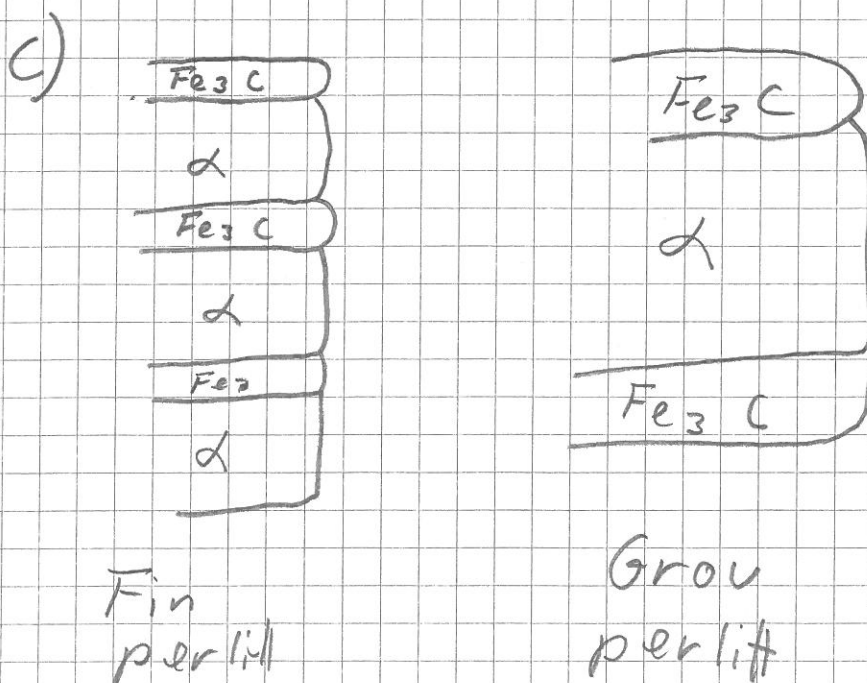
7

a) To-fase strukturen kalles perlit og den består av feritt ( $\alpha$ -jern) og sementitt ( $\text{Fe}_3\text{C}$ )

b)  transformasjon  
temperatur  
tid.

Fase diagram er et likevektsdiagram og består kun av likevektsfasene.

TTT-diagram er ikke et likevektsdiagram og har derfor også med metastabile faser.





Fin perlitt dannet ved "lav temperatur", grov perlitt dannet ved "høy temperatur".

Høy temperatur, diffusjons-hastighet stor, men drivende kraft for transformasjonen liten => Vanskelig å kindeanne, men når først kindeanna kan legerings element diffundere over "store" avstander => grov perlitt

Lav temperatur, diffusjons-hastigheten lav, men drivende kraft for transformasjon "stor" => "lett" å kindeanne, men diffusjon går langsomt => fin perlitt.

- d) Stå I bit I  
ca 50% perlitt og 50% martensitt
  - Stå I bit II  
ca 50% bainitt og 50% martensitt
- tiden ved 165°C i sine rolle?

e)

9

Avarami likningen:

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

$$k = 1 \cdot 10^{-9}, n = 3,4, Y: \text{andel transform}$$

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

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

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

$$\ln[\exp(-kt^n)] = \ln[1 - Y]$$

$$-kt^n = \ln(1 - Y)$$

$$t^n = \frac{-\ln(1 - Y)}{k}$$

$$t = \left[ \frac{\ln(1 - Y)}{k} \right]^{1/n}$$

$$t = \left[ \frac{\ln(1 - 0,5)}{1 \cdot 10^{-9}} \right]^{1/3,4}$$

$$t = 693147180,6^{\frac{1}{3,4}}$$

$$t = 398,33$$

$$t = 398,33 \text{ sek} \approx 6,6 \text{ min.}$$

Det vil ta 6,6 min å oppne  
50% omvandling.