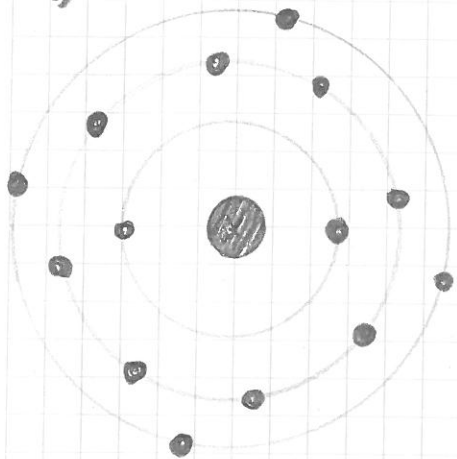


Våren 2013

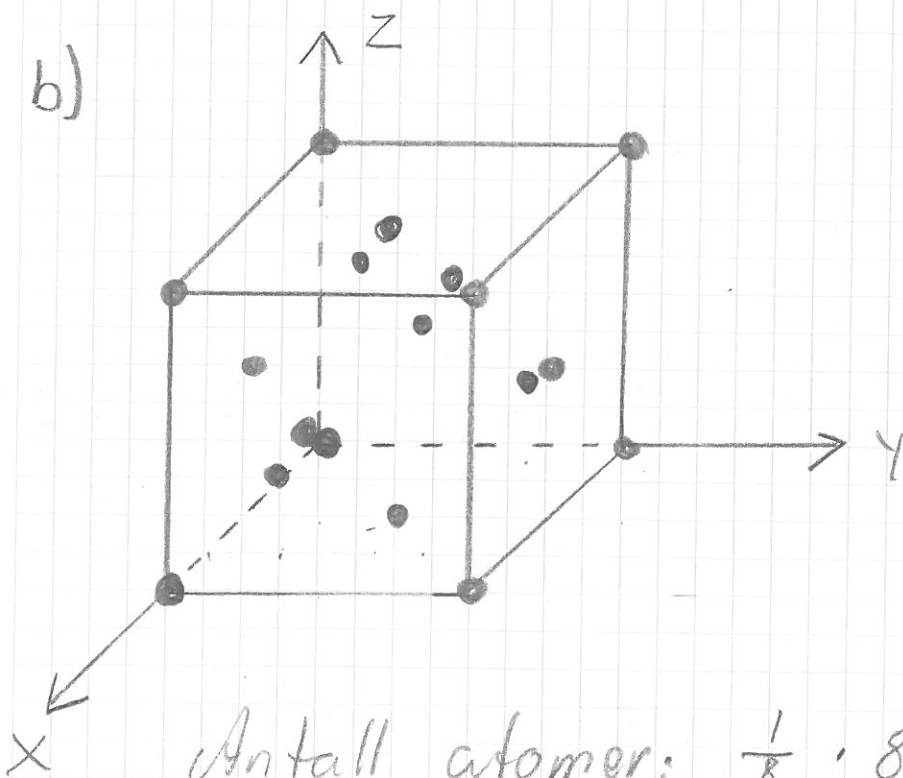
Oppgave 1

a)



Grunntilstanden:
 alle elektronene
 befinner seg i de
 lavest tilgjengelige
 orbitaler (Energetisk
 laveste tilstanden for
 atomet som er mulig.)

b)



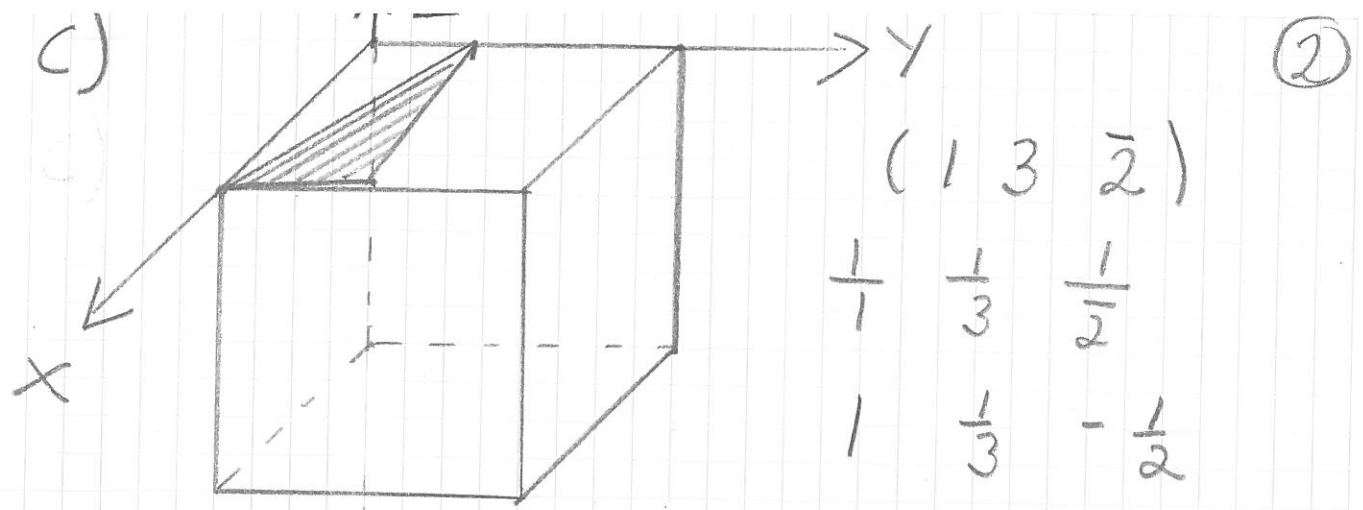
$$\text{Antall atomer: } \frac{1}{8} \cdot 8 \text{ atomer} = 1 \text{ atom}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 6 \text{ atomer} = 3 \text{ atomer}$$

$$1 \cdot 4 \text{ atomer} = 4 \text{ atomer}$$

 Det er totalt

8 atomer



d) Det må være selvdiffusjon
Siden det bare finnes en
type atomer i rent silisium

e) Diffusjonen er uavhengig
av temperaturen av to
grunner. Vakans konsentrasjonen
er uavhengig av temperaturen.
Høyere temp \Rightarrow høyere vakans-
konsentrasjon \Rightarrow større sann-
synlighet for ledig naboplass
for atomet \Rightarrow Høyere diffusjons-
hastighet.

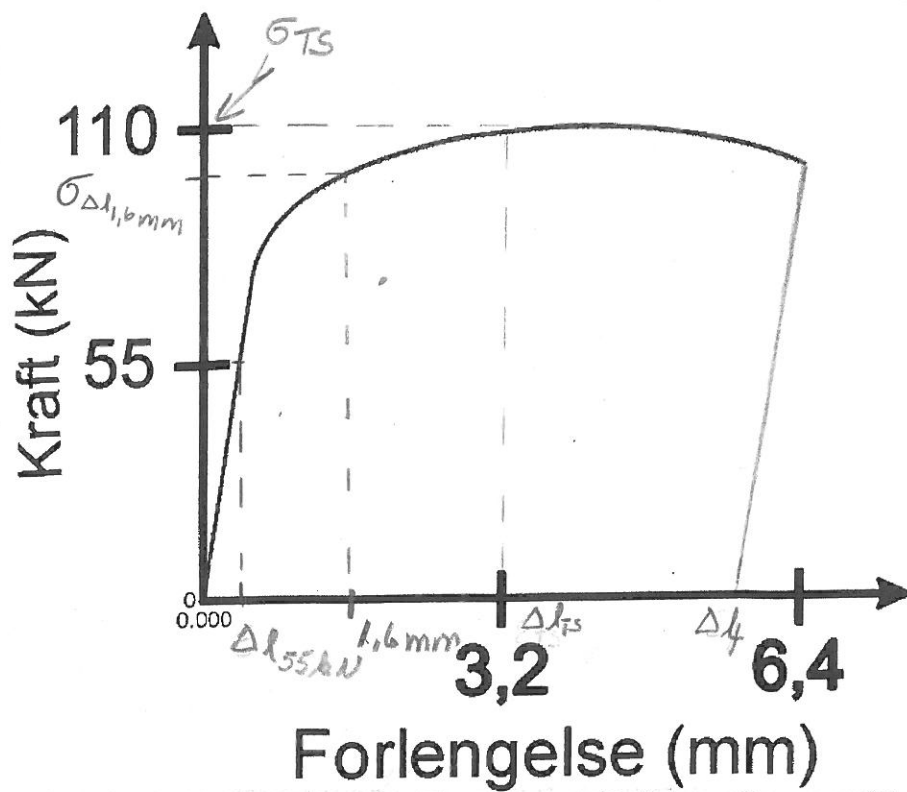
Høyere temp \Rightarrow mer vibrasjons-
energi og svakere bindinger \Rightarrow
høyere diffusjons hastighet.

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q_d}{RT}\right)$$

(For symbolene les i læreboka.)

Oppgave 2

③



a)

$$F_{TS} = 110 \text{ kN}$$

$$\sigma_{TS} = \frac{F_{TS}}{A_0} = \frac{110\,000 \text{ N}}{\pi \left(\frac{0,0085 \text{ m}}{2}\right)^2} = \frac{110\,000 \text{ N}}{5,67 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$\sigma_{TS} = 19\,384\,961,93 \text{ Pa} \approx 1,94 \text{ GPa}$$

$$b) \quad \epsilon_{TS} = \frac{\Delta l_{\sigma_{TS}}}{80,0 \text{ mm}} = \frac{3,2 \text{ mm}}{80,0 \text{ mm}} = 0,04$$

Nominell foryning ved strekkfastheten er 5,1%

$$c) \quad \Delta l_f = \frac{F_{cm}}{7,9 \text{ cm}} = 6,4 \text{ mm} \approx 5,7 \text{ mm}$$

$$\text{Målområdet av staven er } 80,0 \text{ mm} + 5,7 \text{ mm} = 85,7 \text{ mm}$$

(4)

$$d) \quad \nu = -\frac{\epsilon_x}{\epsilon_z} = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_z} \Rightarrow \epsilon_y = -\nu \epsilon_z$$

$$\epsilon_{z, 155 \text{ kN}} = \frac{\Delta l_{z, 155 \text{ kN}}}{l_0}$$

$$\epsilon_{z, 155 \text{ kN}} = \frac{0,5 \text{ cm} \cdot 6,4 \text{ mm}}{7,9 \text{ cm} \cdot 80,0 \text{ mm}} = 0,00506$$

$$\epsilon_y = -\nu \epsilon_{z, 155 \text{ kN}} = -0,30 \cdot 0,00506 = -$$

$$-0,001518987$$

Tverrsnitts diameter, $d_0 = 8,5 \text{ mm}$

$$8,5 \text{ mm} \cdot -0,001518987 \approx 0,0129 \text{ mm}$$

Tverrsnitts diameter när staven er utsatt för en kraft på 55 kN:

$$8,5 \text{ mm} - 0,013 = \underline{\underline{8,487 \text{ mm}}}$$

e)

$$\text{Från a)}: A_0 = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

Kraft när förändringen är 1,6 mm

$$\sigma_{\Delta l, 1,6 \text{ mm}} = \frac{F_{\Delta l, 1,6 \text{ mm}}}{A_0} = \frac{5,6 \text{ cm} \cdot 110\,000 \text{ N}}{6,2 \text{ cm} \cdot 5,67 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} =$$

$$\frac{99354 \text{ N}}{5,67 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2} \approx 17\,508\,850 \text{ N} \approx 17,51 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{\Delta l, 1,6 \text{ mm}} = \frac{\Delta l_{1,6 \text{ mm}}}{l_0} = \frac{1,6 \text{ mm}}{80,0 \text{ mm}} = 0,02$$

$$\sigma_T = \sigma (1 + \epsilon) = 17,51 \text{ MPa} (1 + 0,02) \approx 17,86 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_T = \ln(1 + \epsilon) = \ln(1 + 0,02) \approx 0,0198$$

f) Malcs hardhet finner du så nærme bruddflaten som mulig (det innsnevra området) I dette området har det vært størst plastisk deformert, dvs mest arbeids hardt \Rightarrow størst tetthet av dislokasjonene som hindrer hverandres mobilitet. (5)

g) Etter rekrystallasjon intrer kornvekst, dvs at gjennomsnittlig korn diameter vokser.

Dette fører til at den indre energien i materiale avtar da totale korngrensearealet blir mindre. Reduksjon i Gibbs fri energi er drivkraften for kornveksten.

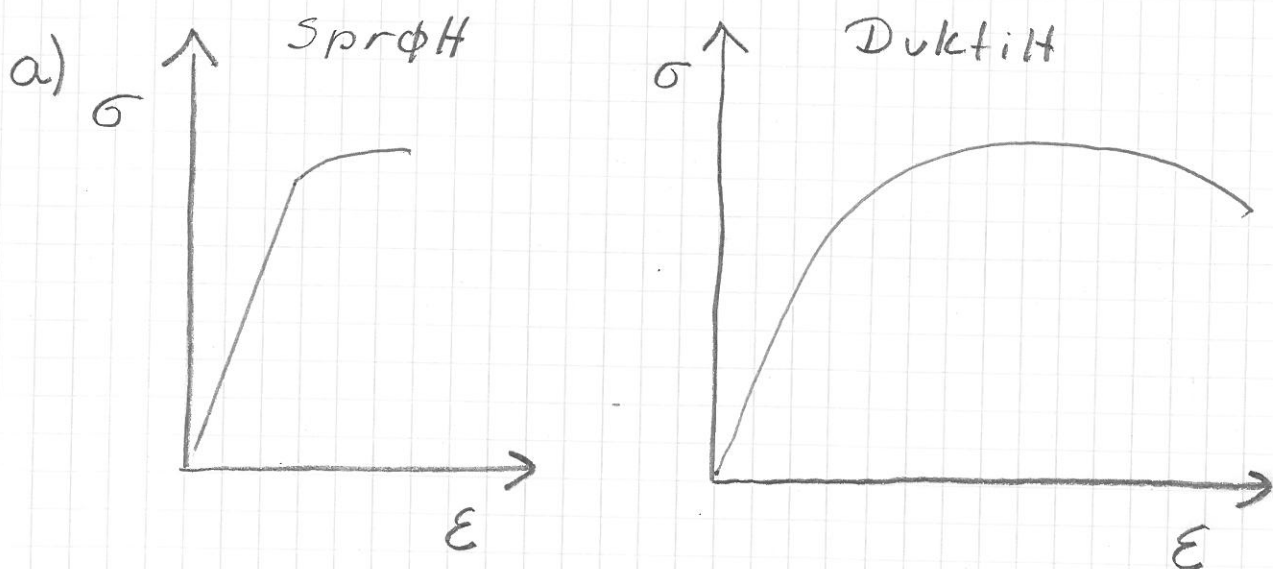
h) Hall-Petch likningen

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

NB: For symboler se i læreboka

Flytesressen avtar når kornstørrelsen øker.

Oppgave 3.



Sprøtt: lite eller ingen plastisk deformasjon, dvs liten forskyll i tøyning fra der flyt starter og fram til brudd tøyningen

Duktilt: mye plastisk deformasjon stor forskyll i tøyning fra der flyt starter og fram til brudd tøyning

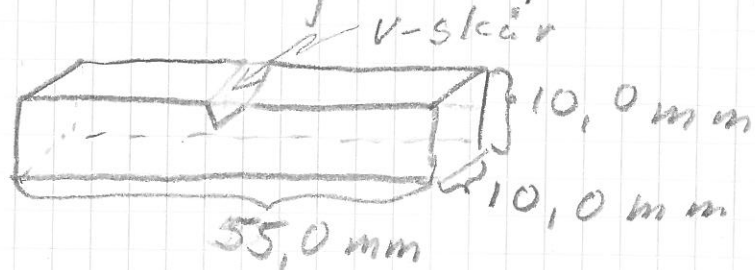
b) Int er krystallinsk brudd:
 Brudd over flaten går langs koringrensene

Trans krystallinsk brudd:
 brudd over flata går tuors i gjennom kornene, følger krystallografiske plan

c) Vi bruker skårslags prøving med pendelhammer og Charpy stav med V-skår

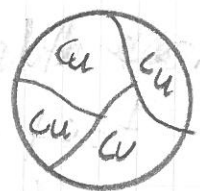
Vi bruker standard prøvestav med dimensjonene 10,0 x 10,0 x 55,0 mm

Vinklene mellom sideflatene er alle 90°. Det er frøst inn et V-skår med bestemte dimensjoner, se fig.



Oppgave 4

a) Ved 800°C er det kobber i fast fase. Sølvatomene er i fast løsnings i kobber strukturen



microstruktur

b) Ved 500°C vil det være hovedsakelig kobber, men noe sølv vil også være felt ut på kjerne, søg ut fra korn grensene



microstruktur
Tykke streker Ag.

8

Fase andel Kobber Ved 500°C

$$C_0 = 7,0 \text{ wt}\%$$

$$C_{Cu} = 2,0 \text{ wt}\% \text{ (lest av fase diagram)}$$

$$C_{Ag} = 98,0 \text{ wt}\% \text{ (— — — — —)}$$

$$W_{Cu} = \frac{C_{Ag} - C_0}{C_{Ag} - C_{Cu}} = \frac{98,0 \text{ wt}\% - 7,0 \text{ wt}\%}{98,0 \text{ wt}\% - 2,0 \text{ wt}\%} \approx 0,95$$

Masse fraksjon kobber er 95%

Masse fraksjon sølv er 5%

Oppgave 5

a) Vi må varme materialet opp til over 912°C og deretter brå avkjøle materialet.

b) Hardheten til martensitt er relatert til karboninnholdet.

Vi antar at karbonatomene er interstitielt løst i BCT - krystallstrukturen.

Karbonatomene vil da effektivt hindre dislokasjonsbevegelse. Høyere karboninnhold fører til hardere materiale.

c) Som bråauljølet er martensitt
 veldig hard og sprø.
 Det har ikke mekaniske egen-
 skaper som gjør at det kan
 brukes for de fleste konstru-
 sjonsformål.

Anløping av martensitt
 er en varmebehandling ved
 en temperatur som er
 lavere enn den eutektoidiske
 temperaturen.

Transformasjon ved anløping:
 martensitt (BCT) \rightarrow ånløpt marten-
 sitt ($\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$)

Anløpt martensitt er ikke
 på langt nær så hard
 som martensitt, men har mye
 bedre duktilitet og seighet