

Oppgave 1.1

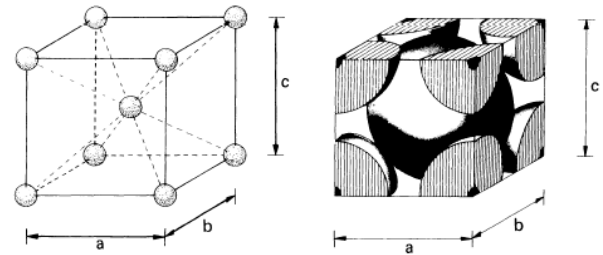
Hva karakteriserer en krystall? Hvilke typer enhetsceller er vanligst hos metallene? Tegn.

Et krystall er bygd opp av aggregat av atomer ordnet etter et regelmessig tredimensjonalt mønster.

De vanligste enhetscellene hos metallene:

Kubisk romsentrert struktur

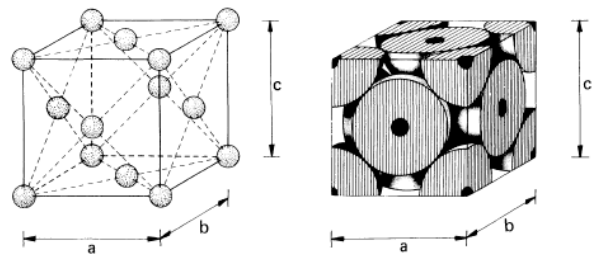
Sidekantene $a = b = c$



Figur

Kubisk flatesentrert struktur

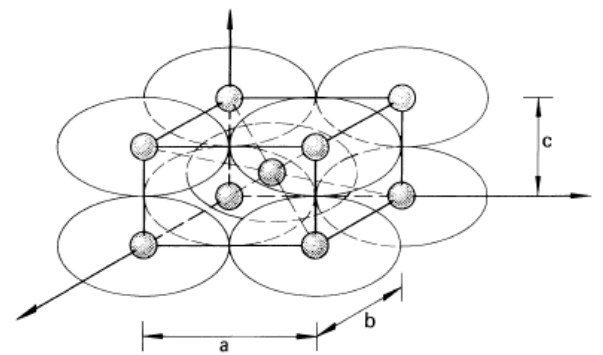
Sidekantene $a = b = c$



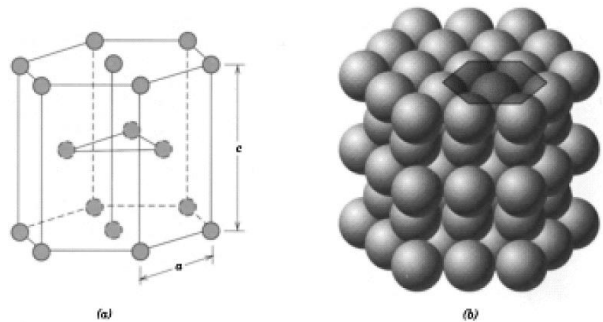
Figur

Tetragonal romsentrert struktur

Sidekantene $a = b \neq c$



Figur

Tettpakket heksagonal struktur

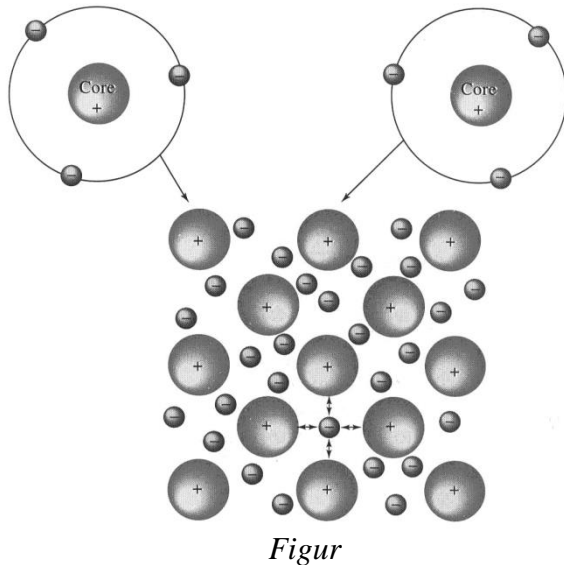
Figur

Oppgave 1.2

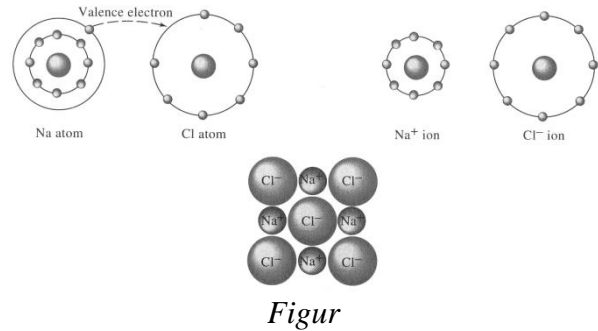
Gjør kort rede for begrepene metallbinding og ionebinding.

Metallisk binding

- Valenselektronene svever fritt mellom atomene.
Dette gir god ledningsevne.
- Bindingene er ikke retningsbestemte.
Dette gir god deformasjonsevne.

**Ionebindinger**

- Typisk hos salter, mineraler og keramer
- Typisk (hvis full oktett):
 - høyt smeltepunkt
 - harde
 - dårlige ledere (ingen frie elektroner)

**Oppgave 1.3**

Hvilke forutsetninger må oppfylles for at størkning skal begynne.

Tilstrekkelig (underkjøling) senking av temperatur under smeltepunktet.
At det er stabile kime, eller ferdige krystaller i smelten.

Oppgave 1.4

Hva forstås med et kime? Stabilt – ustabilt?

Atomer slår seg sammen ved størkning og danner begynnelsen til et krystall.
Stabilt ved temperatur flere grader under smeltepunktet.
Ustabilt ved temperatur flere grader like oppunder smeltepunktet.

Oppgave 1.5

Hva er underkjøling?

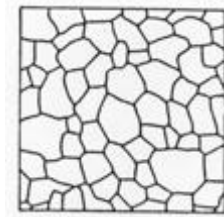
Temperatursenking under smeltepunktet. (Temperatur differansen mellom liquidus og legeringens temperatur.)

Oppgave 1.6

Nevn tre typer karakteristiske kornstrukturer.

Polyedrisk struktur

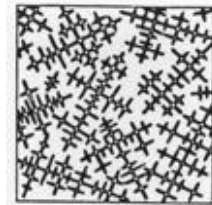
Består av mangekantede krystaller eller korn av forskjellig størrelse.



Figur

Dendrittisk struktur

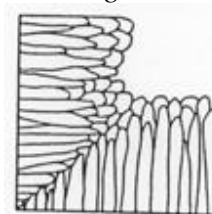
Kan dannes som "slutt-struktur" i bestemte metaller og under bestemte forhold.



Figur

Søyleformet struktur

Fremkommer ofte når en metallsmelte helles ned i en forholdsvis kald kokille (metallform).



Figur

Oppgave 1.7

Hva er termisk analyse? Hva kan termisk analyse brukes til?

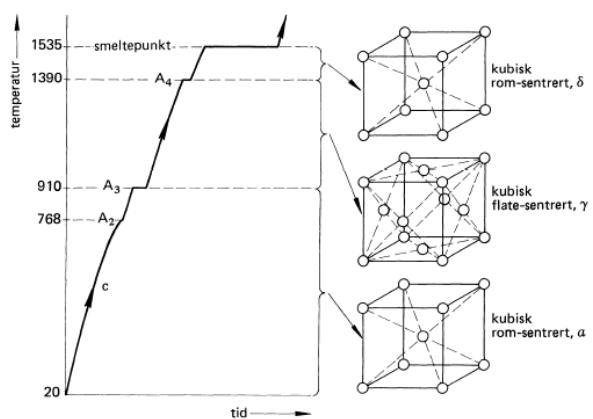
Ved Termisk analyse undersøker vi hva som skjer med et metall eller en legering når det varmes opp fra fast tilstand til smelte eller omvendt.

Kan brukes til å måle fysiske egenskaper som er direkte knyttet til gitterstrukturen og endring i gitterstruktur (Allotrope/polymorfe metaller som for eksempel Fe).

En endring av gitterstrukturen betyr også en endring av kornstrukturen.

Feil i gitterstrukturen kan også avsløres.

Termisk analyse er også grunnlaget for å tegne fasediagrammer.



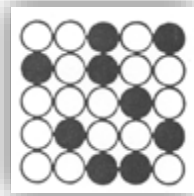
Figur

Eksempel. Termisk analyse av rent jern.

Oppgave 1.8

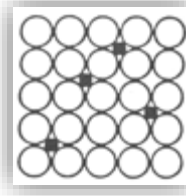
Blandkrystaller kan dannes på to prinsipielt forskjellige måter. Hva kalles de, og hvordan er krystallene bygd opp?

Blandkrystaller kan oppstå på 2 måter, som:

Substitusjonsløsning

Figur

Begge atomkomponentene erstatter hverandre i gitteret og inntar likeverdige plasser. Metallene har samme gitterstruktur og ganske lik atomstørrelse.

Addisjonsløsning (mellomromsløsning)

Figur

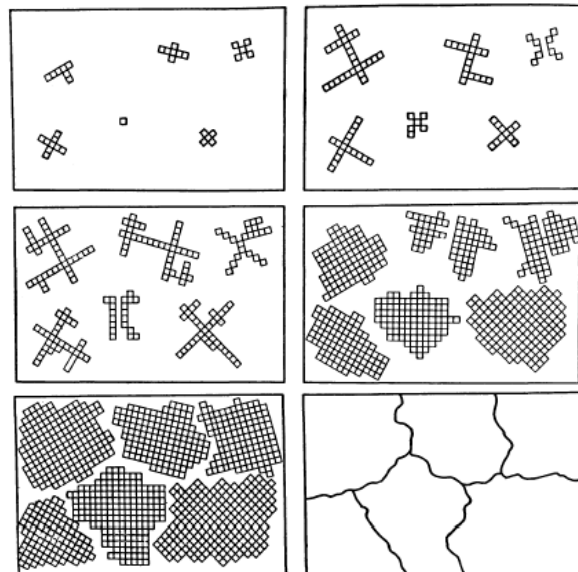
Atomene fra den ene komponenten er betydelig mindre enn atomene tilhørende den andre og inntar plasser i mellomrommene.

Oppgave 1.9

Hva er et kim? Hva er det som avgjør om et kim skal vokse eller ikke?

Når et metall størkner fra smeltet tilstand, innledes størkningen samtidig på mange steder der homogeniteten av forskjellige grunner er brutt i smelta. Disse stedene kalles kim.

For at kimene skal vokse og danne korn, må smelta avkjøles.



Figur

Oppgave 1.10

Hvilke faktorer er det som avgjør om kornstrukturen blir finkornet eller ikke ved størkning?

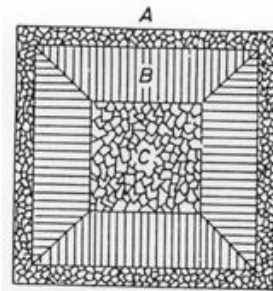
Finkornet struktur (som gir høyere styrke, σ_F) avgjøres av om størkningen skjer hurtig. Det dannes da mange kim samtidig i smelta som igjen er utgangspunktet for dannelsen av de endelige korn.

Kornstørrelsen kan også påvirkes ved tilsetning av spesielle legeringselementer til smelta.

Oppgave 1.11

Hvilke to krystallstrukturer fås ved størkning av rent metall i en kokille?

Polyedrisk- og søylestruktur.

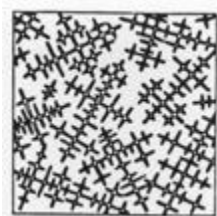


Figur

Oppgave 1.12

Hvordan ser en dendrittkrystall ut?

Grantrestruktur.



Figur

Oppgave 1.13

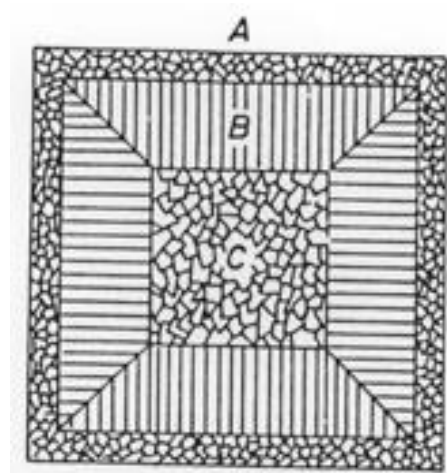
Redegjør for størkning av et metall eller en legering i en kokille (støpeform).

Skjematisk fremstilling av 3 primære krystallisasjonsformer i en støpeform:

A: Ytre finkornete polyedriske krystaller p.g.a. hurtig varmebortledning og dannelse av mange kim.

B: Søylekrystaller. På grunn av dannelse av mange kim vil krystallene bare kunne vokse innover i smelta hvor temperaturen er lavere.

C: Indre grovkornete polyedriske krystaller. Her har størkningen foregått så langsomt at det har vært langt imellom kimene som ble dannet med resultat store/groe korn.



Figur

Oppgave 1.14

- a) Hvor mange atomer inneholder enhetscellen i det kubisk rom-sentrerte system?
Hvor mange atomer inneholder enhetscellen i det kubisk flate-sentrerte system?

Antall atomer i enhetscellen.

Kubisk romsentrert system:

Hvert av de 8 hjørneatomene deles mellom	
8 enhetsceller, dvs. $8 \times 1/8$: 1
Enhetscellen har 1 atom i midten	: <u>+1</u>
Sum	<u>=2</u>

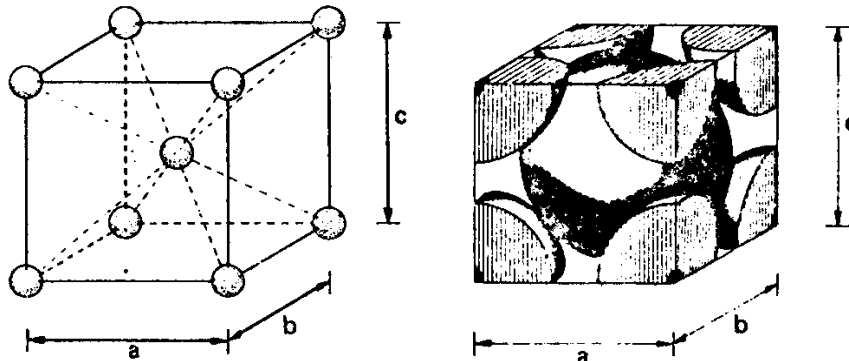
Kubisk flatesentrert system:

Hvert av de 8 hjørneatomene deles mellom	
8 enhetsceller, dvs. $8 \times 1/8$: 1
Hvert av de 6 sideflateatomene deles mellom	
2 enhetsceller, dvs. $6 \times 1/2$: <u>+3</u>
Sum	<u>=4</u>

- b) Atomradien for jern er $1,25 \text{ \AA}$. Finn sidekanten i enhetscellen i:
1) kubisk romsentrert ferritt (Jern under 910°C og over 1390°C)
2) kubisk flatesentrert austenitt (Jern over 910°C og under 1390°C)

Lengden av sidekanten i enhetscellen.

1. Ferritt, kubisk romsentrert system:



Figur
Enhetscellen i kubisk romsentrert struktur.

I en kubisk romsentrert enhetscelle "berører" hjørneatomene sentrum-atomer, se figuren over.

Diagonalen i enhetscellen blir da: $1,25 \text{ \AA} + 2 \times 1,25 \text{ \AA} + 1,25 \text{ \AA} = 5,0 \text{ \AA}$

Vi vet at i enhetscellen er $a = b = c$, lengden av sidekanten blir da:

$$(a^2 + b^2) + c^2 = (5,0 \text{ \AA})^2$$

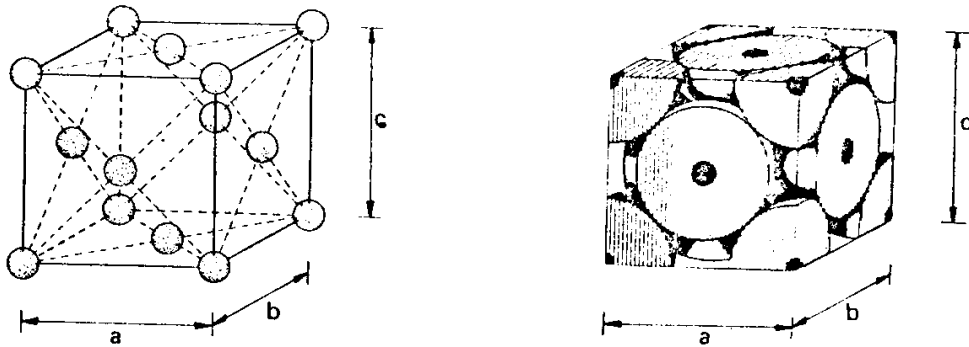
$$3a^2 = (5 \text{ \AA})^2$$

$$a = \frac{5,0 \text{ \AA}}{\sqrt{3}}$$

$$\underline{\underline{a = 2,9 \text{ \AA}}}$$

Oppgave 1.14b forts.

2. Austenitt, kubisk flatesentrert system:



Figur
Enhetscellen i kubisk flatesentrert struktur.

I en kubisk flatesentrert enhetscelle "berører" hjørneatomene atomene i sideflatene, se figuren over.

Diagonalen i enhetscellens sideflater blir da:

$$1,25\text{\AA} + 2 \times 1,25\text{\AA} + 1,25\text{\AA} = 5,0\text{\AA}$$

Vi vet at i enhetscellen er $a = b = c$, lengden av sidekanten blir da:

$$a^2 + c^2 = (5,0\text{\AA})^2$$

$$2a^2 = (5\text{\AA})^2$$

$$a = \frac{5,0\text{\AA}}{\sqrt{2}}$$

$$\underline{\underline{a = 3,5\text{\AA}}}$$

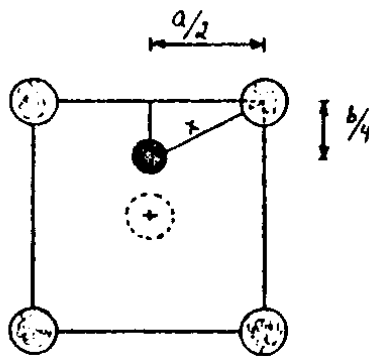
Oppgave 1.14 forts.

c) Fremmedatomer finner ofte sin plass i hulrommene mellom atomene i gitteret (i mellomromposisjon).

Finn radien på det største atom som kan plasseres i mellomromposisjon hos ferritt og hos austenitt. (Hulrommene hos den kubiske romsentrerte struktur ligger plassert slik som antydnet i figuren.) Tenk deg atomene som tennisballer som ligger tett inntil hverandre.

Radien av større fremmedatom i mellomromsposisjon:

1. Ferritt, kubisk romsentrert system:



Figur

Enhetscellen i kubisk romsentrert struktur med et fremmedatom sett rett fra siden.

Fremmedatom med størst mulig radius, r , vil "berøre" hjørneatomene.

Når det er gitt at $a = b = c$, får vi følgende uttrykk for linjestykket x , se figuren over.

$$r_1 + 1,25\text{\AA} = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{4}\right)^2}$$

$$r_1 + 1,25\text{\AA} = \sqrt{\frac{5 \cdot a^2}{16}}$$

$$r_1 = a \frac{\sqrt{5}}{4} - 1,25\text{\AA}$$

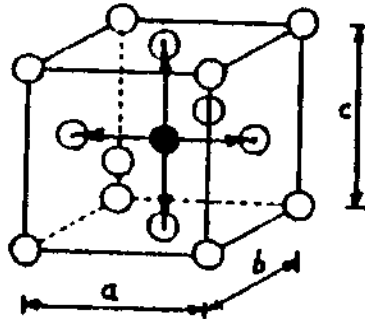
Innsatt fra spørsmål b) får vi:

$$r_1 = 2,9\text{\AA} \frac{\sqrt{5}}{4} - 1,25\text{\AA}$$

$$\underline{\underline{r_1 = 0,37\text{\AA}}}$$

Oppgave 1.14c forts.

2. Austenitt, kubisk flatesentrert system:



Figur

Enhetscellen i kubisk flatesentrert struktur med et fremmedatom.

Fremmedatom med størst mulig radius, r , vil "berøre" atomene i sideflatene. Når det er gitt at $a = b = c$, får vi følgende uttrykk for linjestykkene markert med pilspisser i figuren over.

$$2 r_2 + 2 \times 1,25 \text{ \AA} = a$$

Innsatt fra spørsmål b), får vi:

$$\begin{aligned} 2 r_2 &= 3,5 \text{ \AA} - 2 \times 1,25 \text{ \AA} \\ r_2 &= 1,75 \text{ \AA} - 1,25 \text{ \AA} \\ \underline{r_2} &= \underline{0,50 \text{ \AA}} \end{aligned}$$

Resultatene fra spørsmål a) og b) illustrerer forskjellen i graden av tettpakking ved kubisk romsentrert og kubisk flatesentrert struktur. Vi kan sette opp følgende to uttrykk for antall atomer pr. volumenhet i de to tilfellene.

$$\text{Romsentrert system: } \frac{2 \text{ atomer}}{(2,9 \text{ \AA})^3} = 0,082 \text{ atomer / \AA}^3$$

$$\text{Flatesentrert system: } \frac{4 \text{ atomer}}{(3,5 \text{ \AA})^3} = 0,093 \text{ atomer / \AA}^3$$

Konklusjon:

Ser at den flatesentrerte strukturen har den mest tettpakkede struktur. D.v.s. minst tomrom. Allikevel kan den flatesentrerte strukturen "huse" større fremmedatomer i mellomromsposisjon enn den romsentrerte. Dette skyldes helt og holdent forskjell i formen på hulrommene i de to strukturene.