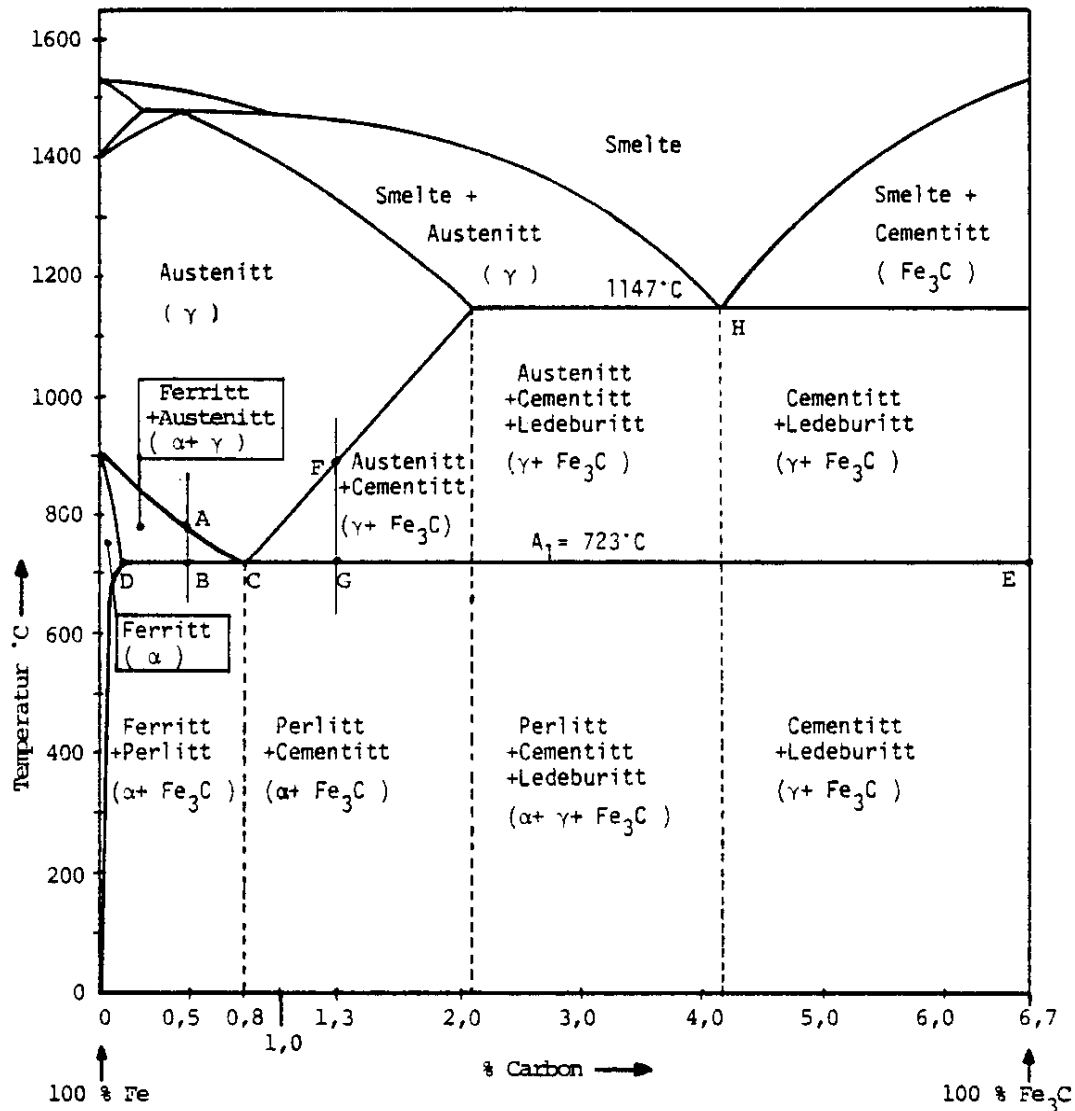


Oppgave 5.1

- a) Figuren viser et forenklet tilstandsdiagram for det metastabile system jern-karbon, Fe-C. Skriv på diagrammet strukturelementene og fasene som tilhører de enkelte flater. Merk av eutektisk og eutektoidisk reaksjon



Figur L-5. 1

Den eutektoidiske reaksjonen er markert med bokstaven C.

Den eutektiske reaksjonen er markert med bokstaven H.

- b) To stål med henholdsvis 0,5% C og 1,3% C avkjøles sakte fra austenittområdet og ned til værelsetemperatur, slik at det hele tiden følger likevektsdiagrammet. Forklar nøye hva som skjer med strukturen under avkjølingen.

Vi ser først på nedkjøling av stål med 0,5% C. Ved ca. 1450°C har all smelten størknet til en fase med flatesentrert struktur, γ -fasen, også kalt austenitt. Ved videre nedkjøling er austenitten stabil helt ned til like under 800°C, se Figur 5.1 punkt A. Her blir austenitten mettet på Fe og den spaltes opp i to faser, α -jern med et lite C-innhold og γ -jern. Det er vanlig å se bort fra det lille C-innholdet i α -jern, og regne fasen som rent jern. α -jern kalles også ferritt.

Oppgave 5.1b, forts.

Etter hvert som temperaturen synker og det utskilles C fattig α -jern, øker γ -fasens andel av C. Sammensetningen av γ -fasen er gitt av linjen A-C. Vi ser α -jern får en noe større andel av C etter som temperaturen synker. Ved temperaturen $A_1 = 723^\circ\text{C}$ har både α - og γ -fasene sin største oppløselighet av C, henholdsvis 0,05% C og 0,8% C, se Figur 5.1 punkt D og C. Legeringens totale sammensetning er selvfølgelig uforandret, og gitt av punktet B.

Ved denne temperaturen kan austenitten, γ -fasen, oppfattes som mettet både på Fe (ferritt) og karbon, punkt C. Ved ytterligere varmebortledning spaltes austenitten til eutektoidet perlitt som er en finfordelt mekanisk blanding av ferritt og cementitt (Fe_3C).

Vi har altså nå to strukturelementer, ferritt og perlitt. Ferritten inneholder bare en fase α -jern, mens perlitten inneholder begge fasene som er til stede, α -jern og cementitt (Fe_3C). α -jernets sammensetning er gitt av punkt D, cementittens sammensetning av punktet E og perlittens sammensetning av punktet C, se Figur L-5.1.

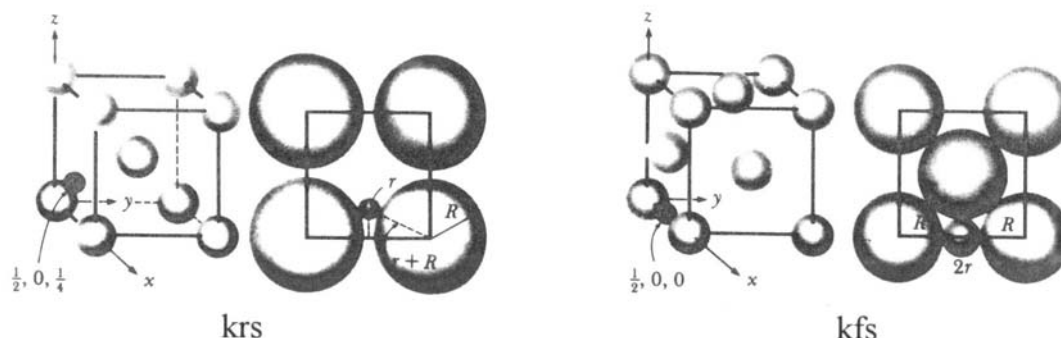
Ved den videre nedkjøling til normaltemperatur forblir disse strukturbestanddelene uforandret. Den eneste forandringen som finner sted, er at ferrittens oppløselighet av C avtar, slik at C diffunderer ut av ferritten og inn i cementitten.

c) Forklar hvorfor oppløseligheten av C i α -jern er mye mindre enn i γ -jern.

Karbon og jern danner addisjonsoppløsning. I kubisk romsentrert struktur (α -jern) gir mellomrommene mellom atomene mindre plass for fremmedatomer enn tilfellet er for kubisk flatesentrert struktur selv om kubisk flatesentrert struktur er mer tettpakket enn kubisk romsentrert struktur.

Oppgave 5.2

Figuren under viser enhetscellene til kubisk romsentrert struktur, krs, og kubisk flatesentrert struktur, kfs, inkludert mulige mellomromsposisjoner for C. I figuren er R radius av Fe og r er den største radius på en kule som naturlig får plass mellom Fe-atomene. For krs er forholdet $r/R = 0,291$.



Figur L-5.2
Enhetsceller i kubisk romsentrert struktur og kubisk flatesentrert struktur.

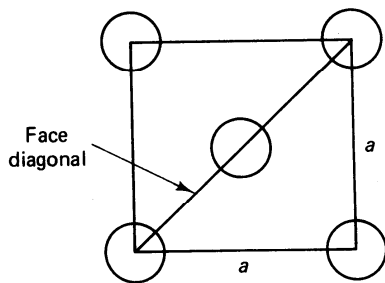
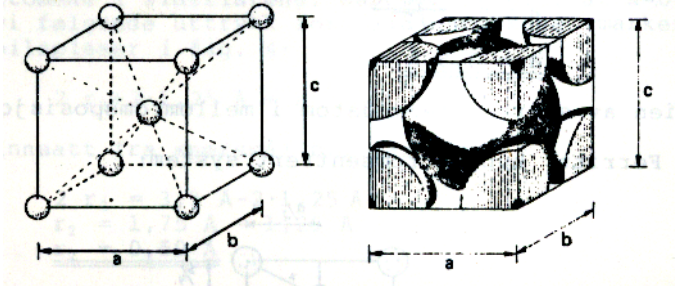
Størrelsen på atomene i stål avhengig av krystallstruktur er som følger:

ATOM:	KRYSTALLSTRUKTUR:	RADIUS (Å):
Fe	Ferritt, α	1,24
Fe	Austenitt, γ	1,29
C		0,71

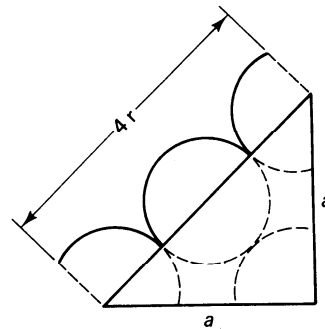
Oppgave 5.2, forts.

a) Beregn forholdet r/R for kubisk flatesentrert struktur, kfs.

Kubisk flatesentrert struktur, kfs ($a = b = c$):



(a)



(b)

$$(4r_{\text{Fe}})^2 = a^2 + a^2 = 2 \cdot a^2$$

$$16 \cdot r_{\text{Fe}}^2 = 2 \cdot a^2$$

$$8 \cdot r_{\text{Fe}}^2 = a^2 \Rightarrow a = \sqrt{8} \cdot r_{\text{Fe}} = 2\sqrt{2} \cdot r_{\text{Fe}}$$

Setter:

$$r_{\text{Fe}} = R$$

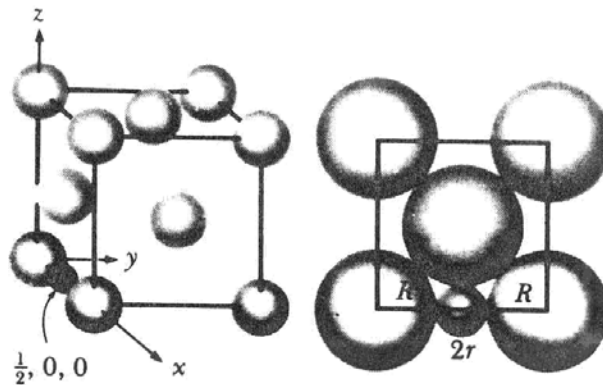
$$r_{\text{mellomrom}} = r$$

$$2R + 2r = a = 2 \cdot \sqrt{2} \cdot R$$

$$R + r = \sqrt{2}R$$

$$r = (\sqrt{2} - 1)R$$

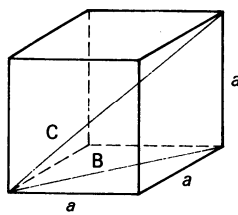
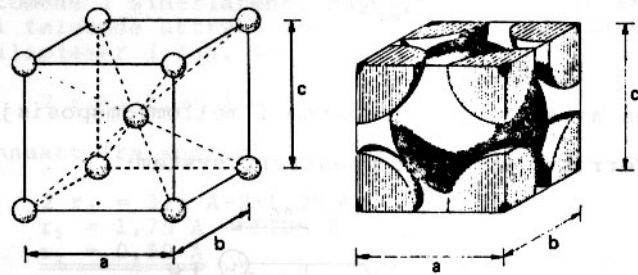
$$\underline{\underline{\frac{r}{R} = 0,414}}$$



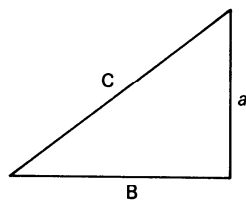
Derfor er:

$$\gamma_{\text{mellomrom}} = r = \frac{r}{R} \cdot R = 0,414 \cdot 1,24 = \underline{\underline{0,53 \text{ \AA}}}$$

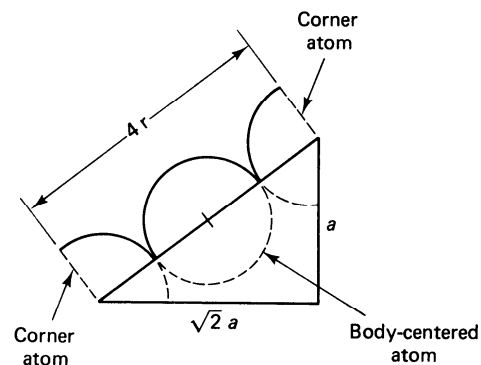
Oppgave 5.2a, forts. (ikke spørsmål i denne oppgaven!)

Kubisk romsentrert struktur, krs ($a = b = c$):

(a)



(b)



(c)

$$(4r_{\text{Fe}})^2 = a^2 + (a^2 + a^2) = a^2 + (\sqrt{2}a)^2 = 3a^2 \Rightarrow a = \frac{4}{\sqrt{3}} r_{\text{Fe}}$$

Setter:

$$r_{\text{Fe}} = R$$

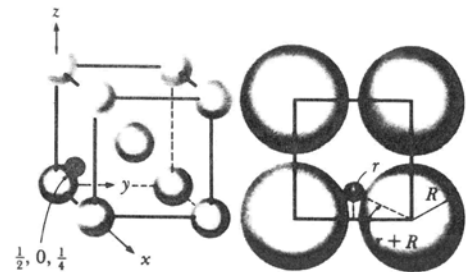
$$r_{\text{mellomrom}} = r$$

$$(R + r)^2 = \left(\frac{a}{4}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = \left(\frac{5}{16}\right)a^2 = \left(\frac{5}{16}\right)\left(\frac{4R}{\sqrt{3}}\right)^2 = \frac{5R^2}{3}$$

$$R + r = \frac{\sqrt{5}R}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{r}{R} = 0,291$$

$$\text{Derfor er: } \alpha_{\text{mellomrom}} = r = \frac{r}{R} \cdot R = 0,291 \cdot 1,24 = \underline{0,36\text{\AA}}$$



b) Forklar forskjellen i maksimum løselighet av C i de to fasene ferritt og austenitt.

Størrelsen på mellomrommene er mindre enn $r_C = 0,71\text{\AA}$. Dette fører til lav oppløselighet og god løsningsstyrking. Løseligheten er ca. 100 ganger større i austenitt enn i ferritt (α : $C_{\text{maks}} = 0,02\%$ og γ : $C_{\text{maks}} = 2,06\%$), p.g.a. større mellomrom i enhetscellen til kubisk flatesentrert struktur.