

DUGGA i Fasta tillståndets fysik för F3

Tid: 14 februari 2008 kl 08:00-09:45

Lokaler: FL 52, 62, 63, 71, 72, 73, 74

Hjälpmedel: Matematiska tabeller, Physics Handbook, TEFYMA, bifogad formelsamling, typgodkänd räknare eller annan räknare i fickformat dock utan inprogrammerad text eller ekvationer av intresse för duggan. Däremot är det i sin ordning att i räknarens minne ha lagt värden på naturkonstanter som t ex Plancks konstant och elektronmassan.

1. Beskriv med gitter och bas den 2D strukturen i ett (110)-plan för
 - a) ett ämne med fcc- struktur dvs fcc-gitter med 1 atom per gitterpunkt. (0.5 p)
 - b) ett ämne med diamant- struktur dvs fcc gitter med 2 atomer i basen, en i (0, 0, 0) och en i $a/4(1, 1, 1)$, där a är den kubiska enhetscellens gitterparameter. (0.5 p)
2. Vilket gitter beskrivs av $\mathbf{r}_{mnp} = a/2(m, n, p)$ där $m+n+p =$ jämnt tal? (0.5 p)
3. När temperaturen höjs över 910 °C övergår Fe från bcc-struktur till fcc- struktur. Uppskatta kvoten mellan densiteten över och under övergångstemperaturen om man förutsätter att atomradien är densamma över och under övergångstemperaturen. (1 p)
4. Hur stor är Wigner-Seitz-cellens volym för ett bcc-gitter med gitterparametern a ? (1 p)
5. Förklara med ord eller genom insättning i lämplig storhet varför ett ämne med fcc-struktur inte ger någon 110- reflex vid röntgendiffraktion. Du kan utgå från att det reciproka gittret för ett sc gitter är känt. (1 p)
6. Vad menas med ett Brillouin-zonplan? En enkel figur räcker som svar. (1 p)
7. Hur påverkas ett röntgendiffraktionsmönster av den ökade termiska rörelsen när temperaturen höjs? Kvalitativt svar räcker. (0.5 p)
8. Vilken är den största Bragg-vinkel som kan erhållas för Cu vid röntgendiffraktion om strålning med våglängden 1.54 Å utnyttjas? Cu har fcc-struktur med gitterparametern 3.60 Å. (1 p)
9. Hur märker man om det i koksalt finns Cl^- vakanser? (0.5 p)
10. Uppskatta hur ofta en C atom i Fe byter plats vid 900 °C med utnyttjande av rimliga värden på de storheter som behövs för uppskattningen. (1 p)
11. Beskriv med ord eller figur de två huvudtyperna av dislokationer och ange riktningen på Burgers vektor i förhållande till dislokationslinjen. (1p)
12. a) Härled dispersionsrelationen, $\omega(k)$, för vibrationsvågor på en linjär kedja av ekvidistanta och lika atomer under förutsättning att endast närmsta grannar växelverkar. (1.5 p)
b) Rita ett diagram som visar hur dispersionsrelationens kvalitativa utseende om det

finns två olika atomslag på kedjan där varannan atom är av samma slag. (0.5p)

Formelsamling vid dugga i fasta tillståndets fysik, F3-2008

Struktur och diffraktion

Gitter $\mathbf{R} = m\mathbf{a} + n\mathbf{b} + p\mathbf{c}$

Bas \mathbf{R}_j

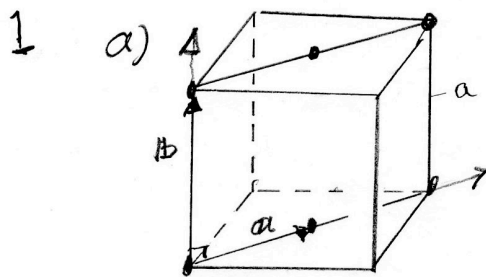
Cellvolym $|\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} \times \mathbf{c}|$

Rec.gittret $\mathbf{G}_{hkl} = h\mathbf{A} + k\mathbf{B} + l\mathbf{C}$

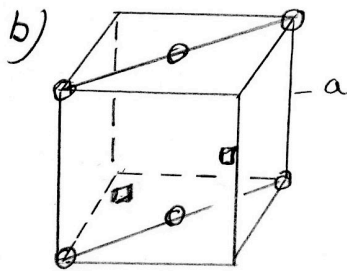
$\mathbf{G}_{hkl} \perp (hkl)$; $d_{hkl} =$

Diff. villkor : $\Delta\mathbf{k} = \mathbf{G}_{hkl}$;

Basens strukturfaktor : $S = \sum_j f_j \exp(-i\Delta\mathbf{k} \cdot \mathbf{R}_j)$



Gitter: $m a + n b$
 $a = a(\frac{1}{a}, 0)$; $b = a(0, 1)$
 En atom i basen



Gitter: samma som i 1a
 Bas: En atom i $(0, 0)$ och en i
 $\frac{1}{2}(2a + b) = \frac{a}{2}(\sqrt{2}, 1)$

2. Rita upp \Rightarrow fcc-gitter med gitterp. = a

3. $\rho_{fcc} = \frac{4m}{a_{fcc}^3}$; $\rho_{bcc} = \frac{2m}{a_{bcc}^3} \Rightarrow \frac{\rho_{fcc}}{\rho_{bcc}} = 2 \cdot \frac{a_{bcc}^3}{a_{fcc}^3}$

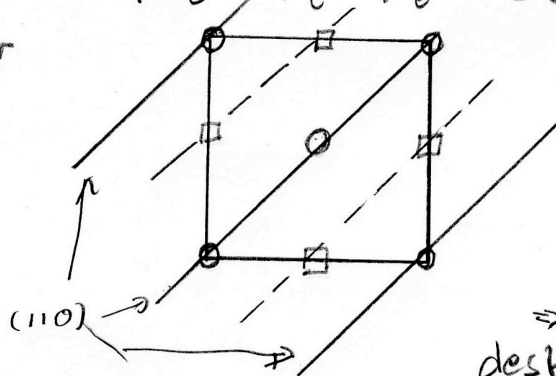
$R =$ atomradien $4R = a_{fcc}\sqrt{2}$; $4R = a_{bcc}\sqrt{3}$

$\Rightarrow \frac{\rho_{fcc}}{\rho_{bcc}} = 2 \left(\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}\right)^3 = 1,09$

4. Enhetscellen för bcc innehåller 2 pletter och har volymen a^3
 W-S-cellen är en primitivcell, dvs volymen = $\frac{a^3}{2}$.

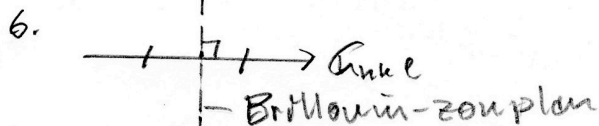
5. $S_{110}/f = \sum e^{-i \frac{2\pi}{a}(1,1,0) \cdot R_j} = [R_1 = (0,0); R_2 = \frac{a}{2}(1,1,0); R_3 = \frac{a}{2}(1,0,1); R_4 = \frac{a}{2}(0,1,1)]$
 $= 1 + e^{-i2\pi} + e^{-i\pi} + e^{-i\pi} = 0$

eller



- atomer i papperets plan
- atomer över och under papperetsplan
- (110) - plan
- - - atomplan mitt emellan (110)-planen

\Rightarrow 110-reflexen slås ut av destruktiv interferens mellan de heldragna och streckade planen.



7. Bragg-vinklarna lika väldefinierade men reflexernas int. avtar med ökad θ

8. $2d_{hkl} \sin \theta = \lambda$ eller $\sin^2 \theta = \frac{\lambda^2}{4a^2} (h^2 + k^2 + l^2) < 1$
 h, k, l alla udda eller jämna tal. störst θ för 420-reflexen
 $\Rightarrow \theta = 73^\circ$

9. saltet får färg

10. hopp/sek $\approx \nu \cdot e^{-E_F/kT}$ $\nu \approx 10^{13} s^{-1}$; $E_F = 1eV \Rightarrow \approx 10^9$ hopp/sek

11. $b \perp D$ -linjen får kont. drögl., $b \parallel D$ -linjen får skruvdrögl.

12. se bohen