

DUGGA i Fasta tillståndets fysik för F3

Tid: 22 februari 2007 kl 08:00-09:45

Lokaler: FL 52, 62, 63, 64, 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.

Examinator: Lars Walldén (772 3347)

1. Rita upp positionerna för ett antal atomer (c:a 10 stycken, på fri hand dvs inte noga med att positionerna blir helt korrekta) för en 2D enatomig kristall, vars gitter ges av basvektorena  $\mathbf{a} = c/2 (3, -\sqrt{3})$  och  $\mathbf{b} = c/2 (3, \sqrt{3})$  och vars bas är  $c (1, 0)$  och  $2c (1, 0)$ . Beräkna avståndet mellan atomer som är näst närmsta grannar om  $c = 1.42 \text{ \AA}$ . (1 p)
2. Visa med en figur hur atomerna är ordnade i de mest tätpackade planen i ett ämne med fcc-struktur och ett ämne med bcc-struktur. (0.5 p)
3. Hur stor är Wigner-Seitz cellens volym för ett ämne med fcc-struktur om dess gitterparameter är  $a$ ? (1 p)
4. Ange koordinationsstalet för en Si kristall (fcc-gitter med basen  $(0, 0, 0)$  och  $a/4(1, 1, 1)$ ). (0.5 p)
5. Beskriv kortfattat någon metod att mäta halten vakanser i ett ämne. (1 p)
6. Hur förklarar man att mekanisk bearbetning kan ge ökad hållfasthet? (1 p)
7. Vilka storheter har betydelse för hur ofta en kolatom i järn byter plats vid en given temperatur? (1 p)
8. Givet att  $\mathbf{G}_{hkl}$  har viss storlek och riktning, hur skall en infallande röntgenstråles vågvektor,  $\mathbf{k}$ , väljas för att ge upphov till en  $hkl$ -reflex? Enkel figur räcker som svar. (1 p)
9. Härled dispersionsrelationen för longitudinella vibrationsvågor på en linjär kedja av ekvidistanta likadana atomer och visa att alla möjliga svängningar kan beskrivas med vågvektorer i ett  $2\pi/a$  långt intervall utefter  $k$ -axeln. (2 p)
10. Beräkna den minsta vinkeln mot normalen för bakåtdiffrakterade strålar då elektroner med energin 50 eV (som innebär att  $k = 3.62 \text{ \AA}^{-1}$ ) infaller vinkelrätt mot en Fe(110) kristall (dvs en enkristall skuren så att dess yta är parallell med (110) plan) och diffrakteras av det översta atomlagret. Fe har bcc-struktur med gitterparameter  $a = 2.87 \text{ \AA}$ .

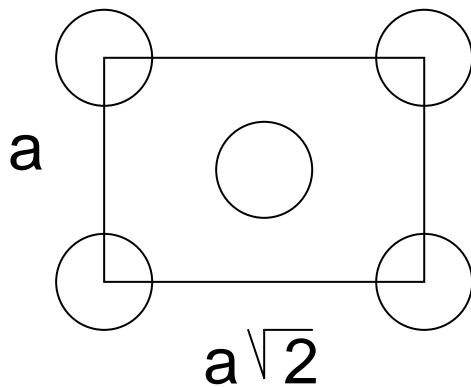
(3 p)

Du kan naturligtvis lösa uppgiften på vilket sätt Du vill men om Du gör det på följande sätt kan jag relativt enkelt ge poäng för de delar Du klarar av.

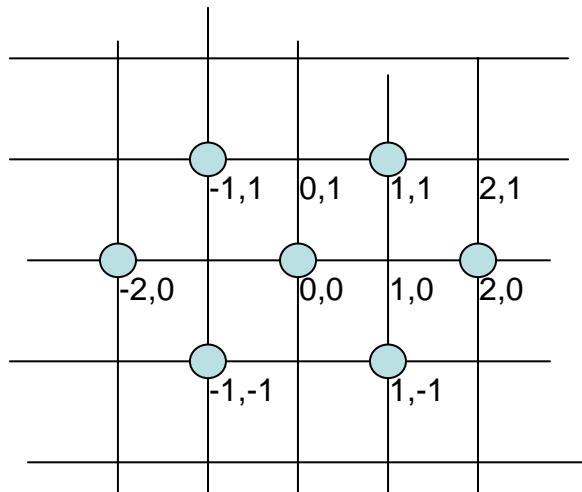
- a) Rita upp atomernas positioner i ytlagret.
- b) Beskriv den 2D strukturen med ett rektangulärt gitter och en bas av två atomer.
- c) Beskriv det reciproka gittret
- d) Ställ upp uttrycket för basens strukturfaktor,  $S$ , och kolla för vilka  $S \neq 0$  för de av gittret tillåtna reflexerna.
- e) Beräkna den efterfrågade vinkeln.

Lösningar och svar till Dugga 22/2 07

1. De givna uppgifterna ger atomernas positioner i ett atomlager i grafit (ett bikakemönster).
2. Mest tätpackade plan är (111) i fcc och (110) i bcc.
3. Wigner-seitz-cellen är en primitivcell. I den kubiska enhetscellen, med kantlängd  $a$ , för fcc finns 4 punkter(atomer) och en primitivcells volym är således en fjärdedel av enhetscellens.
4. Varje atom i Si har 4 närmsta grannar i tetraeder- symmetri.
5. Via  $R(T)$  för en tråd: Mät  $R$  efter snabb avsvälning efter att tråden hållits vid ett antal höga temperaturer och jämför med  $R$  efter långsam avsvälning. Snabb avkylning gör att atomerna inte hinner lagra om sig och halten vakanser ges därför av halten vid den högre temperaturen.  
Via mätning av volym- och gitterparameter vid olika temperaturer. Vakanserna gör ämnet ihåligt och bidrar till volymutvidgning vid ökande temperatur men till den bidrar också att gitterparametern typiskt ökar med ökande temperatur.
6. Bearbetningen introducerar en stor mängd dislokationer som låser varandras rörelse.
7. Vibrationsfrekvensen (antalet hoppförsök) och aktiveringsenergin (avgör sannolikheten att ett hopp lyckas).
8. Vågvektorn skall nå ett mittpktsnormalplan till någon reciprok gittervektor.
9. Se boken.
10. Atomernas positioner i (110)-planet



Planskarorna i k-rummet



Gitter: spänns av  $(a\sqrt{2}, 0)$  och  $(0, a)$

Basen:  $\mathbf{R}_1=(0, 0)$  och  $\mathbf{R}_2 = a (1/\sqrt{2}, 1/2)$

$$\mathbf{G}_{hk} = 2\pi/a (h/\sqrt{2}, k)$$

Basens strukturfaktor =  $S = f \sum \exp [-i \mathbf{G}_{hk} \cdot \mathbf{R}_j] = f (1 + \exp [-i \pi (h + k)])$

Dvs  $S \neq 0$  endast om  $h + k =$  jämnt tal

Några av de stavar som ger upphov till diffraktion har markerats med  $h, k$  -värden i figuren ovan. Kortaste  $G$ -vektorer är de fyra för vilka  $|h|=|k|=1$ . Ewald- cirkeln för dessa, med infallande strålen längs  $(0,0)$  – staven, ger att vinkeln med normalen är  $\arcsin(G_{11} / k) = 47.8^\circ$ .