

DUGGA Fasta tillståndets fysik för F3

Tid: 17 februari 2005 kl 8-10

Lokaler: FL51, 52, 62, 63, 72, 73

Hjälpmedel Matematiska tabeller, Physics handbook, TEFYMA, bifogad formelsamling (endast sid 1 på duggan), typgodkänd räknare eller annan räknare i fickformat dock utan inprogrammerad text eller ekvationer av intresse för tentamen. Däremot är det i sin ordning att i räknarens minne ha lagrat värden på naturkonstanter som t ex Plancks konstant och elektronmassan.

Examinator: Lars Walldén (7723347)

1. Ange koordinationstalet för ett ämne med fcc gitter och en atom i basen. (0.5 p)
2. Rita upp en enhetscell med atomernas positioner markerade för en 2D kristall som beskrivs av ett kvadratisk gitter med gitterparametern  $a$  och en bas av två olika atomer, en i  $(0,0)$  och en i  $(a/2, 0)$ . (0.5 p)
3. Figuren på nästa blad visar två intill-liggande enhetsceller för ett bascentrerat ortorombiskt gitter (rätvinkligt, med  $a \neq b \neq c$ , en gitterpunkt mitt på enhetscellens övre och undre sidor och punkter i hörnen. Diagonalerna i den vänstra cellen är inritade för att markera att det finns gitterpunkter mitt på enhetscellens övre och undre sidor).
  - a) Hur stor är en primitivcells volym? (0.5 p)
  - b) Rita upp en möjlig primitivcell. Använd gärna figuren på nästa blad (0.5 p)
  - c) Bestäm det reciproka gittret. (1 p)
4. Hur stor volym har 1:a Brillouin-zonen för ett sc gitter med gitterparametern  $a$ ? (0.5 p)
5. Visa att  $100$ -reflexen saknas i diffraktionsmönstret för ett ämne med bcc-struktur, dvs bcc-gitter och en atom per gitterpunkt. Du kan utgå från att alla reflexer, dvs alla  $hkl$ -värden, är tillåtna för ett ämne med sc-struktur. (1 p)
6. Ange möjliga orsaker till att uppvärmning kan ge försämrade egenskaper för ett material framställt för att ge hög hållfasthet. (1 p)
7. Beskriv kortfattat ett par metoder att experimentellt bestämma vakansbildningsenergin. Utgå från känt uttryck för vakanstätheten. (1 p)
8. Röntgenstrålning med våglängden  $1.5 \text{ \AA}$  infaller mot ett Cu-prov. Beräkna vinkeln mellan  $311$ -reflexen och provets  $(311)$  plan. Cu har fcc struktur med gitterparametern  $3.60 \text{ \AA}$ . (1 p)
9. Den atomära svängningsrörelsen för en linjär kedja av ekvidistanta atomer kan beskrivas med vågor. Visa att det är tillräckligt att utnyttja ett  $2\pi/a$  långt intervall utefter  $k$ -axeln för att beskriva alla möjliga svängningar. (1 p)
10. Hur kan man experimentellt bestämma  $\omega(k)$  för fononer? (0.5 p)

Lösningar Dugga Fasta tillståndets fysik 17/2 05

1. Varje atom har 12 närmsta grannar
2. Kvadratisk enhetscell med  $a = b$  med ena atomslaget i hörnen och andra mitt på två motstående sidor.
3. a) Två punkter i den primitiva cellen ( $8 \text{ hörn} \times 1/8 + 2 \text{ sidor} \times 1/2$ ). Primitivcellens volym  $abc/2$ . B) Figuren nedan ger exempel på en möjlig primitivcell c) Betrakta gittret som två enkla ortorombiska gitter förskjutna med  $(a/2, b/2, 0)$ . För det enkla ortorombiska gittret  $G_{hkl} = 2\pi (h/a, k/b, l/c)$ . Om det enkla ortorombiska gittret har gittersumman  $GS_{eo}$  erhålls för det bascentrerade gittret gittersumman  $GS = GS_{eo} (1 + \exp[-i G_{hkl} (a/2, b/2, 0)])$ . Detta ger att  $GS \neq 0$  om  $h+k$  är ett jämnt tal, dvs  $G_{hkl} = 2\pi (h/a, k/b, l/c)$  där endast sådana  $h$  och  $k$  värden medtas som gör  $h+k$  till ett jämnt tal. Ritar man upp det reciproka gittret ser man att det är ett bascentrerat ortorombiskt gitter.
4.  $(2\pi/a)^3$
5. Svar i ord: Det finns i bcc-strukturen atomplan mitt emellan 100 – planen som ger destruktiv interferens och släcker ut 100- reflexen. Med räkning:  $GS_{bcc} = GS_{sc} [1 + \exp(-i 2\pi/a (h, k, l) \cdot (a/2, a/2, a/2))]$  där parentesen är noll för  $h=1, k=0, l=0$ .
6. Korn växer, utfällningar och dislokationshävvar löses upp.
7. A) Mät volym och gitterparameter för olika temperaturer. B) Mät resistansen efter upphettning till olika temperaturer följt av snabb avkylning och jämför med resistansen vid den låga temperaturen för ett prov som fått svalna långsamt.
8.  $2 d_{hkl} \sin \Theta = \lambda$  där  $\Theta$  är den sökta vinkeln.  $d_{hkl} = a / (h^2 + k^2 + l^2)^{1/2}$  ger  $\sin \Theta = 1.5 (11)^{1/2} / 7.2$  och  $\theta = 43.7^\circ$ .
9.  $u_{s, k + 2\pi/a} = u_0 \exp i [(k + 2\pi/a) sa - wt] = u_0 (\exp i 2\pi sa) \exp i (ksa - wt) = u_0 \exp i (ksa - wt) = u_{s,k}$ .
10. Inelastisk neutronspridning: ställ upp de samband som utnyttjas.

