

DUGGA i Fasta tillståndets fysik för F3  
 Tid: 10 februari 2003 kl 15:15-17:00  
 Lokaler: FL71-74, FL10-11

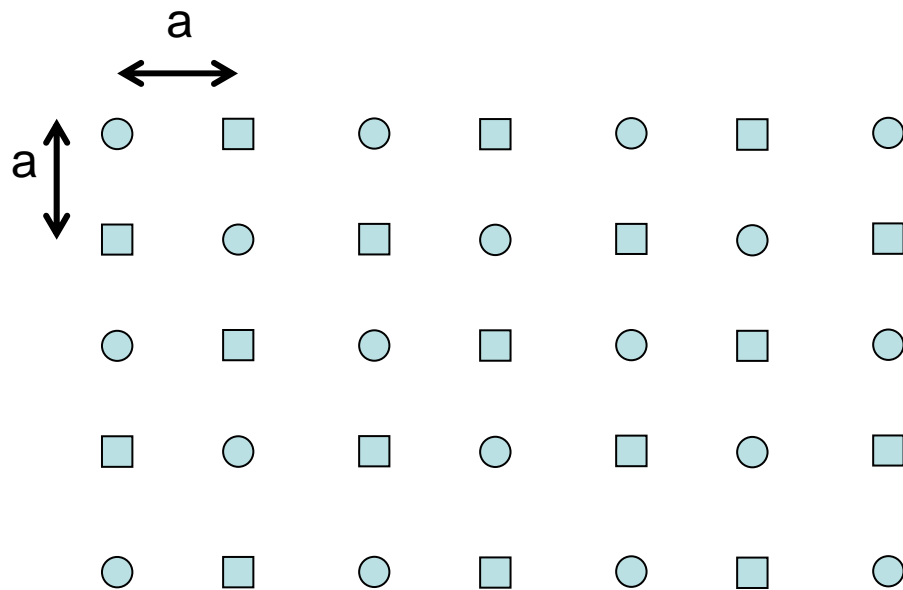
Hjälpmedel: Matematiska tabeller, Physics Handbook, TEFYMA, bifogad formelsamling, typgodkänd räknare eller annan räknare i fickformat dock utan inprogrammerad text eller ekvationer av intresse för tentamen. Däremot är det i sin ordning att i räknarens minne ha lagt värden på naturkonstanter som t ex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

Examinator: Lars Walldén (772 3347)

1. Hur stor volym har Wigner-Seitzcellen för ett bcc-gitter vars kubiska enhetscell har gitterparametern  $a$ .

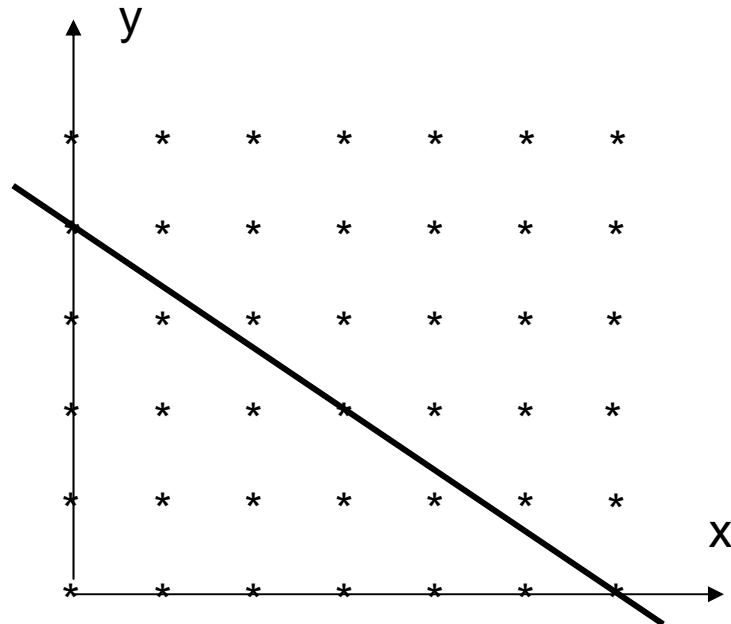
(0,5p) Svar: Det finns 2 atomer i den konventionella enhetscellen, som har volymen  $a^3$ . Wigner-Seitzcellen är en primitiv cell, dvs dess volym är  $a^3/2$ .

2. Nedanstående figur visar jonernas positioner i ett visst plan för ett salt med NaCl-struktur. De två jonslagen är i figuren representerade av fyrkanter resp. cirklar. Beskriv den tvådimensionella strukturen i figuren med gitter och bas.



(0,5p) Svar: Olika lösningar är möjliga t. ex. a) kvadratisk gitter med kantlängden  $a\sqrt{2}$  vridet  $45^\circ$  i förhållande till det gitter som erhålles om man sätter en punkt i varje atom markerad i figuren. Bas: ena atomslaget i  $(0,0)$  och det andra mitt i den kvadratiske cellen. b) kvadratisk gitter med kantlängden  $2a$  och 4 atomer i basen: det ena atomslaget i  $(0,0)$  och  $(a,a)$  och det andra atomslaget i  $(a,0)$  och  $(0,a)$ .

3. I diagrammet nedan visas skärningen med planet  $z=0$  för ett gitterplan som inte skär  $z$ -axeln. Gittret är enkelt kubiskt med gitterparametern  $3\text{\AA}$ . Beräkna avståndet från det i figuren visade planet till närbelägna plan med samma Miller-index.



- (0,5p) Svar: Skärningar med axlarna:  $x=6$ ,  $y=4$ ,  $z=\infty$ , De inverterade värdena är  $1/6$ ,  $1/4$ ,  $0$ . Multiplicera med 12 för att få alla till heltal:  $2, 3, 0$ , dvs  $(hkl)=(230)$  och  $d^2=a^2/13$ ,  $d=0,83\text{\AA}$
4. En röntgenstråle infaller mot en enkristall av koppar så att strålen bildar vinkeln  $30^\circ$  med normalen till  $(200)$ -plan. Vilken våglängd skall strålningen ha för att ge upphov till en  $200$ -reflex? Cu har fcc-struktur med gitterparametern  $3,60\text{\AA}$ .
- (1,5p) Svar: Braggs lag,  $2 d_{200} \sin 60^\circ = \lambda$ , leder till att  $\lambda = 3,11\text{\AA}$ .
5. Förklara i detalj varför Si inte ger upphov till någon  $200$ -reflex. Du kan utgå från att gittersumman för ett fcc-gitter är skild från noll endast om ändringen i vågvektor är  $2\pi/a(h,k,l)$  där  $h, k, l$  alla är jämna eller alla är udda tal.
- (1,5p) Svar:  $I \sim |GS|^2|S|^2$  där  $GS \neq 0$  om och endast om  $\Delta\mathbf{k}=\mathbf{G}_{hkl}=2\pi/a(h,k,l)$  där  $h, k, l$  alla är jämna eller alla är udda tal för fcc-gitter. Bas för Si:  $(0,0,0)$  och  $a/4(1,1,1)$ . Sätt in dessa lägen i basens strukturfaktor för ovan givna  $\Delta\mathbf{k}$ .
- $$S=f [1+\exp(-i 2\pi/a(h,k,l) a/4(1,1,1))] = f [1+\exp(-i \pi/2(h+k+l))] = 0 \text{ då } h,k,l=2,0,0.$$
6. Beskriv kortfattat någon metod att experimentellt bestämma halten vakanser i ett fast ämne.
- (0,5p) Svar: Se boken.

- 7a. Ange vilka materialrelaterade storheter som är av betydelse för diffusionsprocessen.
- (0,5p) Svar: vibrationsfrekvensen  $\nu$ , aktiveringsenergin  $E$
- 7b. Ställ upp (med motivering) ett uttryck för hur många gånger per sekund en atom, t.ex. en kolatom i Fe, byter plats.
- (0,5p) Svar:  $\nu \exp(-E/k_B T)$
- 7c. Beskriv kortfattat hur självdiffusion sker.
- (0,5p) Svar: via vakansers förlyttningar
- 8a. Gör en enkel uppskattning av hur stor skjuvspänning en perfekt enkristall bör tåla utan att deformeras plastiskt. Gör antagandet att atomerna i ett betraktat atomplan förskjuts uniformt vid skjuvningen.
- (1,0p) Svar: Se boken
- 8b. Förklara varför plastisk deformation inträder vid en mycket lägre belastning än enligt den uppskattning Du just gjort.
- (0,5p) Svar: se boken