DUGGA i Fasta tillståndets fysik för F3
Tid: 22 februari 2002 kl 08:15-10:00
Lokaler: FL71, FL73, FL74

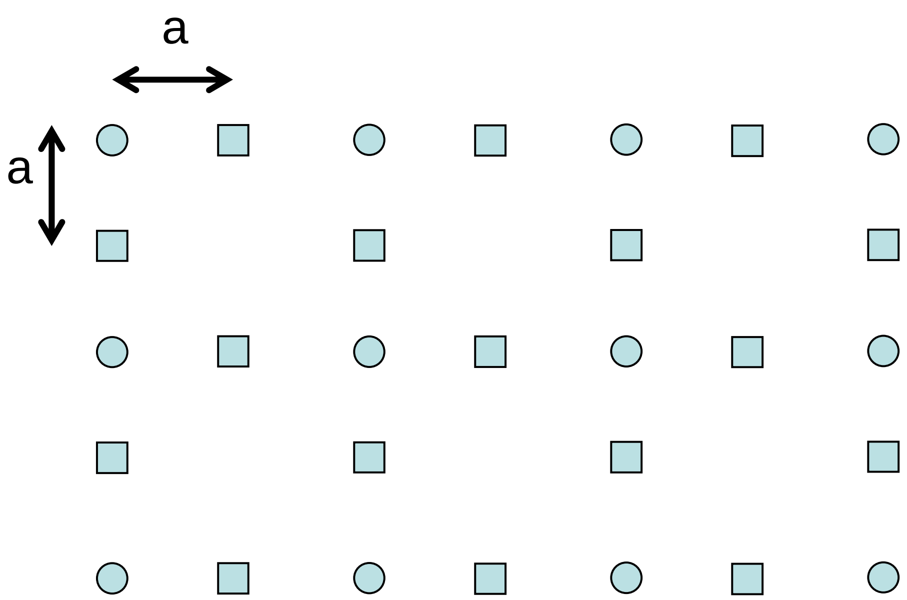
Hjälpmedel: Matematiska tabeller, Physics Handbook, TEFYMA, bifogad formelsamling, typgodkänd räknare eller annan räknare i fickformat dock utan inprogrammerad text eller ekvationer av intresse för tentamen. Däremot är det i sin ordning att i räknarens minne ha lagt värden på naturkonstanter som t ex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

Examinator: Lars Walldén (772 3347)

1. Hur stor volym har den primitiva cellen för ett fcc-gitter vars konventionella enhetscell har kantlängden a.

(0,5p) Svar: 4 atomer i konventionella enhetscellen med volymen a^3. Primitivcellens volym är alltså $a^3/4$.

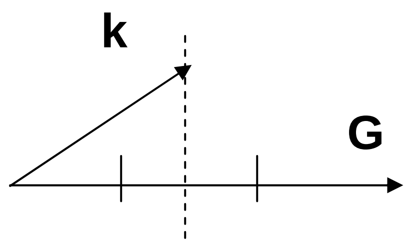
2. Beskriv nedanstående tvådimensionella mönster med gitter och bas.



(0,5p) Svar: Kvadratiskt gitter. Bas: t. ex. punkter i (0,0) fyrkanter i (a/2,0) och (0,a/2).

3. Förklara vad som menas med ett Brillouinzonplan. Figur och kort text räcker som svar.

(0,5p) Svar: **k** satisfierar $\mathbf{k}\cdot\mathbf{G} = G^2/2$ där **G** är en reciprok gittervektor.



4. Hur kan man observera att det fattas Cl joner i NaCl?

(0,5p) Svar: Saltet får färg

5. Uppskatta den sammanlagda volymen av vakanser i 1 m^3 aluminium vid rumstemperatur. Al har fcc-struktur med gitterparametern 4,05 Å. Du får själv välja värde på den eller de storheter som bestämmer vakanstätheten.

(0,5p) Svar: $V_{vak}/V = N_{vak}/N_{at} \sim \exp(-E_v/k_BT)$. Med $E_v \sim 1$ eV, $k_BT \sim 0{,}025$ eV får man svaret ca 5 10^{-18} m^3

6. Beräkna de två minsta diffraktionsvinklarna för Si vid infall av röntgenstrålning med våglängden 1,54 Å. Si har fcc gitter med gitterparametern 5,43 Å och två atomer per gitterpunkt, en i (0,0,0) och en i a/4(1,1,1)..

(1,5p) Svar: fcc gitter, därför $\mathbf{G}_{hkl}=2\pi/a(h,k,l)$ där h, k, l alla är jämna eller alla är udda tal. 111, 200, 220, 311 osv. Bas: (0,0,0) och a/4(1,1,1):

$S = f\,[1+\exp(-i\ 2\pi/a(h,k,l)\ a/4(1,1,1))] = f\,[1+\exp(-i\ \pi/2(h+k+l))] = 0$ för $h+k+l = 2+m4$, där m är 0, 1, 2, dvs S = 0 för 200.

Minsta diffraktionsvinklarna fås för 111 och 220 reflexerna. $2d_{hkl} \sin \Theta_{hkl} = \lambda$ ger $\sin \Theta_{111} = 1{,}54\sqrt{3}/5{,}43 \cdot 2$, dvs $\Theta_{111} = 14{,}2^\circ$ och $2\Theta_{111} = 28{,}4^\circ$
$\sin \Theta_{220} = 1{,}54\sqrt{6}/5{,}43 \cdot 2$, dvs $\Theta_{220} = 23{,}6^\circ$ och $2\Theta_{220} = 47{,}3^\circ$

7. En röntgenstråle infaller mot en Ag enkristall längs (1,0,0)-riktningen. Vilken våglängd skall strålningen ha för att ge upphov till en $\bar{1}\,\bar{1}\,\bar{1}$-reflex? Erhålles samtidigt andra reflexer? Ange i så fall index för dessa. Ag har fcc-struktur med gitterparametern 4,09 Å.

(2p) Svar: $\mathbf{k}' = \mathbf{k} + (2\pi/a)(h,k,l) = 2\pi/a\ (1,0,0) + 2\pi/a\ (h,k,l)$, k'=k medför att $2\pi/\lambda = 2\pi\sqrt{((1/\lambda+h/a)^2 + (k/a)^2 + (l/a)^2)}$; h,k,l = $\bar{1}\,\bar{1}\,\bar{1}$ (dvs -1,-1,-1) betyder att $\lambda=2a/3$. Högra ledet i likheten är oberoende av tecknet på k och l, dvs vi får reflexerna $\bar{1}\,\bar{1}\,\bar{1}$, $\bar{1}\,1 1$, $\bar{1}\,\bar{1}\,1$ och $\bar{1}1\bar{1}$

8. Ange de två huvudtyperna av dislokationer och redogör sedan kortfattat för hur man utnyttjar kunskaper om dislokationer för att utveckla material med hög hållfasthet.

(2p) Svar: se boken

7c. Beskriv kortfattat hur självdiffusion sker.

(0,5p) Svar: via vakansers förflyttningar

8a. Gör en enkel uppskattning av hur stor skjuvspänning en perfekt enkristall bör tåla utan att deformeras plastiskt. Gör antagandet att atomerna i ett betrakta atomplan förskjuts uniformt vid skjuvningen.

(1,0p) Svar: Se boken

8b. Förklara varför plastisk deformation inträder vid en mycket lägre belsatning än enligt den uppskatning Du just gjort.

(0,5p) Svar: se boken