

FFY 011 - Lösningsar JUSGA 090212

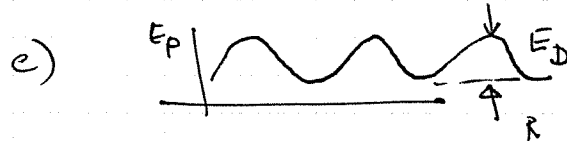
①

a) Kollektiv atomär rörelse i kristallen ~~de~~ med 2 atomer i basen där basatomerna svänger i mottfas

b) W-S cell: Den volym runt en gitterpunkt som avgränsas av mittpunktnormalen till förbindelselederna till omgivande närmaste g-punkter.

c) 1: BZ \equiv W-S cell i reziproka rummet

d) Cl^- vakans i alkalihalidkristaller



f) 1000 - 5000 m/s

g) 1 - 5 eV

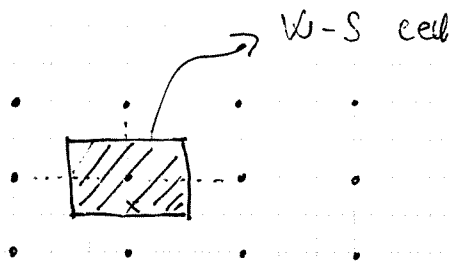
h) ~ 1 eV

i) ~ 1 eV

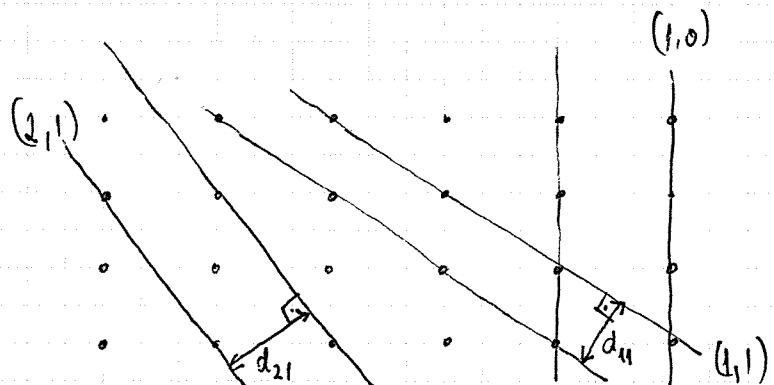
j) $10^{12} - 10^{13} s^{-1}$

2)

a)



b)



$$c) d_{hk} = \frac{1}{\sqrt{\frac{h^2}{a^2} + \frac{k^2}{b^2}}} \Rightarrow$$

$$d_{10} = a$$

$$d_{11} = \frac{ab}{\sqrt{a^2+b^2}}$$

$$d_{21} = \frac{ab}{\sqrt{4b^2+a^2}}$$

$$3) S = f \left(1 + e^{-i \vec{G}_{hkl} \cdot \frac{a}{3} (1,1,1)} \right)$$

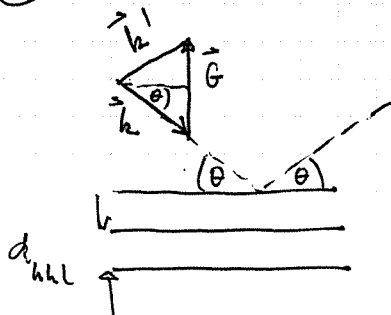
$$\vec{G}_{hkl} = \frac{2\pi}{a} (h, k, l)$$

$$S = f \left(1 + e^{-i \frac{2\pi}{3} (h+k+l)} \right)$$

släcks om $\frac{2}{3} (h+k+l) = 2m+1$ där $m = 0, 1, 2, 3, \dots$

eller $\underbrace{2(h+k+l)}_{\text{jämt}} = \underbrace{3(2m+1)}_{\text{udda}} \Rightarrow$ går ej.

4) Bragg från lave!



$$\text{Lave: } \begin{aligned} \vec{k}' &= \vec{k} + \vec{G} \\ k &= k' \end{aligned}$$

Från figuren:

$$k \sin \theta = \frac{1}{2} G$$

$$\text{pga } G_{hkl} = \frac{2\pi}{d_{hkl}} \Rightarrow$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \sin \theta = \frac{1}{2} \frac{2\pi}{d_{hkl}}$$

$$2 d \sin \theta = \lambda \quad (\text{Bragg})$$

$$5) I \propto |GS|^2 / |S|^2$$

$$GS \neq 0 \text{ bara om } \Delta \vec{k} = \vec{G}_{hkl} = \frac{2\pi}{a} (h, k, l)$$

$$S = f \left(1 + e^{-i \frac{2\pi}{a} (h, k, l) \cdot \frac{a}{4} (1,1,1)} \right) = f \left(1 + e^{-i \frac{\pi}{2} (h+k+l)} \right)$$

$$S = 0 \text{ då } (h, k, l) = (2, 0, 0)$$

$I = 0$ pga destruktiv interferens från vågor som utgår från 2 atomer i basen.

6) kyl provet snabbt till 40K. $\Rightarrow R_S$
 kyl provet långsamt till 40K $\Rightarrow R_L$

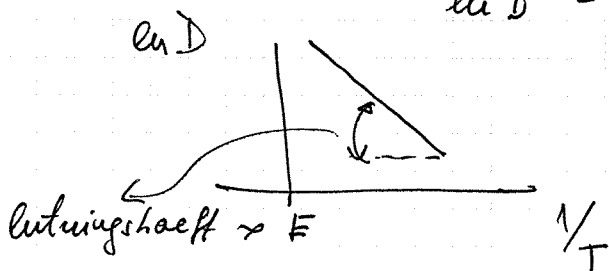
Mät $\Delta R = R_S - R_L \propto \frac{n}{N}$ vid starttemp.
 resistans

7) Man skapar vakanser genom tillförlägg av termisk energi. Mere energi i kristallen ökar när vakanser bildas. Men samtidigt skapar man oordningen i kristallen dvs entropin ökar. I jämvikten är det fria energin $F = U - TS$ som minimeras. Entropi ökningen dominerar förändringen i frie energi.

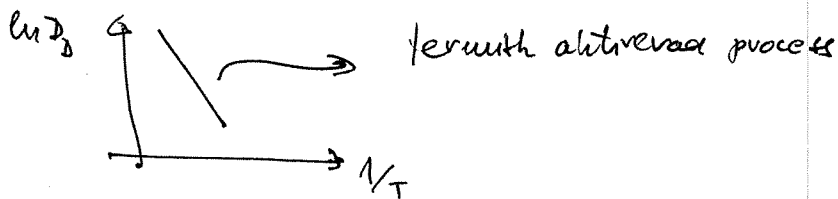
8) a) Termisk aktiverad diffusion

$$D = D_0 e^{-E/k_B T}$$

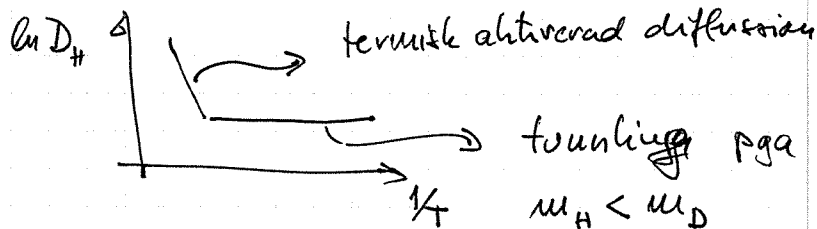
$$\ln D = \ln D_0 - \frac{E}{k_B T}$$



för D-atomer



för H-atomer



b) Uppskatta E?

D vid 80°K

$$\Rightarrow D_{80} \approx 5 \cdot 10^{-16}$$

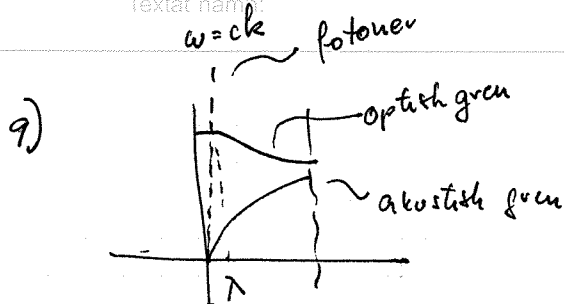
D vid 20°K

$$\Rightarrow D_{20} \approx 10^{-22}$$

$$D_{80} = D_0 e^{-E/k_B \cdot 80}$$

$$D_{20} = D_0 e^{-E/k_B \cdot 20}$$

$$\Rightarrow E \sim 1 \cdot 10^{-21} \text{ J} \approx \underline{\underline{33 \text{ meV}}}$$



$$\lambda = 4.8 \cdot 10^{-4} \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ mycket liten} \Rightarrow k \approx 0$$

$$\text{fotoner} \Rightarrow \omega = ck = \omega_{\text{optisk foton}} (k=0)$$

$$\omega_{\text{optisk foton}} (k=0) = \sqrt{2c} \sqrt{\left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}\right)} = \sqrt{\frac{2c}{\mu}}$$

$$\omega_{\text{of}} (k=0) = c \cdot k = \frac{2\pi c}{\lambda} = 1.2 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$\mu = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2}$$

$$M_1 = 19 \text{ massenhet}$$

$$M_2 = 74 \text{ massenhet}$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2c}{\mu}} \Rightarrow c \sim 69 \frac{\text{hN}}{\text{m}}$$

"Dippen" i reflektiviteten finns pga att foton absorberas och en optisk foton skapas.