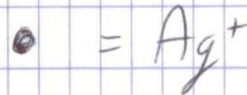
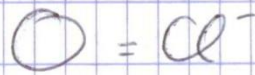
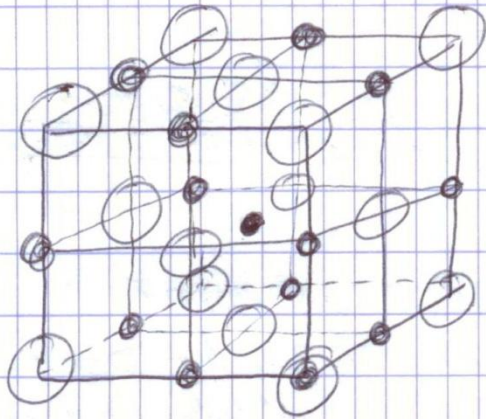


Antwoorden en normering Toets (eind)

Vaste Stof Chemie 31-1-2013

OpGAVE 1

a)



→ dichtste bolstapeling van Cl^- ionen met Ag^+ in octaëder holten

- AANTAL Cl^- per eenheidscel: $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$
- AANTAL Ag^+ per eenheidscel: $1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$

→ tekening eenheidscel goed = ③

→ $\frac{1}{8}$ eenheidscel = ①

→ AANTAL Cl^- goed (4) = ① ; AANTAL Ag^+ goed (4) = ①

→ AANTAL Cl^- en Ag^+ goed foute eenheidscel = ②

b) Madelung constante geeft de afstanden en aantallen gelijk en tegengesteld geladen buren, genormeerd voor roosterconstante. Een grotere M betekent dat de omringing gunstiger is (meer tegengesteld geladen buren op kortere afstanden) en geeft daardoor een hogere roosterenergie. M is gelijk voor een zelfde kristalstructuur (bijv. steenzoutstructuur)

vervolg 1 b)

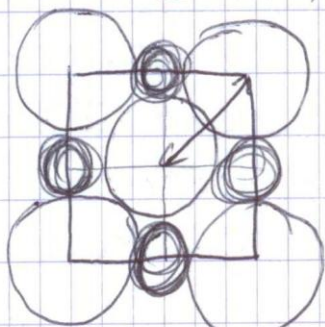
- Een grotere rooster afstand betekent dat de electrostatistische aantrekkings kleiner wordt door grotere afstanden tussen tegen gestelde ladingen
→ roosterenergie kleiner voor grotere d_0
- Hogere lading van de ionen geeft een hogere roosterenergie - Coulomb energie $\propto Z^+ \cdot Z^-$
→ sterke verhoging roosterenergie voor grotere ladingen Z

$$(E_{\text{Coulomb}}, U_c = - N M \left(\frac{Z^+ \cdot Z^- \cdot e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot d_0} \right))$$

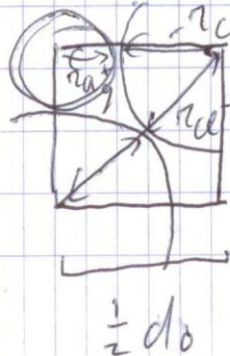
Het grote verschil in roosterenergie tussen NaCl en BaO wordt veroorzaakt door het verschil in lading. M is gelijk (zelfde structuur), d_0 zal iets verschillen, maar een fors verschil wordt veroorzaakt door $Z^+ Z^-$ wat 4x zo groot is voor $\text{Ba}^{2+}\text{O}^{2-}$ als voor Na^+Cl^-

- Goede kwalitatieve verklaring M , d_0 en Z^+/Z^- (3)
- (1 punt per verklaring)
- Goede verklaring verschil roosterenergie (2)

c) Beschouw Bovenvlak: Bij perfecte pakking (voor OCTAëder) raken de Cl^- ionen elkaar langs de diagonaal en Cl^- en Ag^+ langs de zijde



perfecte pakking



$$2 r_{\text{Cl}^-} = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} d_0$$

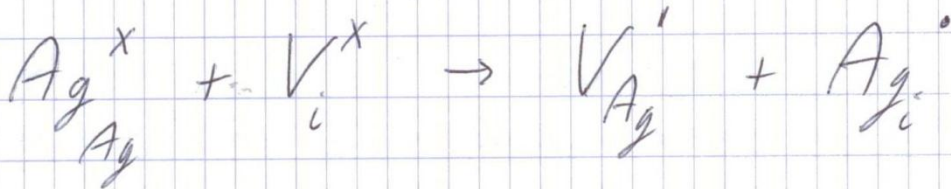
$$r_{\text{Cl}^-} + r_{\text{Ag}^+} = \frac{1}{2} d_0$$

$$\Rightarrow \left. \begin{aligned} r_{Ag^+} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} d_0 &= \frac{1}{2} d_0 \Rightarrow r_{Ag^+} = \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \frac{d_0}{2} \\ r_{Cl^-} &= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} d_0 \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$\frac{r_{Ag^+}}{r_{Cl^-}} = \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) \frac{1}{2} d_0}{\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{2} d_0} = \frac{1 - 0.707}{0.707} = 0.414$$

- $r_{Ag^+}/r_{Cl^-} = 0.70 \Rightarrow$ Niet goed voor pakking, niet perfect
- plaatje pakking goed ②
- verhouding goed uit getekende geometrie ②
- $\frac{r_{Ag}}{r_{Cl}} = 0.7 \Rightarrow$ geen perfecte pakking ①

d) Frenkel wanorde is een KATION VACATURE + KATION INTERSTITIEEL. IN Kroger-Vink notatie voor $AgCl$:



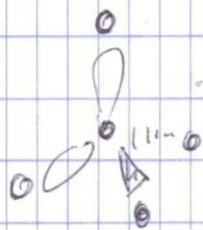
Het geleidingsvermogen neemt toe met de temperatuur door de vorming van meer defecten (met activeringsenergie ΔH_f - vormingsenthalpie defect) en door toenemende beweeglijkheid van de defecten (met activeringsenergie ΔH_m - de energie barrière voor een stap voor een defect) $\Rightarrow$



- Krögen-Vink notatie goed + Frenkel defect ③
- Krögen-Vink goed voor vacuüm defect ②
- Plot goed + zowel ΔH_f als ΔU_h ②
- Plot goed ①

OpGAVE 2

- a) De chemische binding is een covalente binding tussen de sp^3 gehybridiseerde orbitalen op de C, Si of Ge Atomen. In de bindende sp^3 orbitalen brengt ieder atoom 4 elektronen in $\Rightarrow$ Bij 4-omringing in tetraëden totale opvulling bindende sp^3 orbitalen



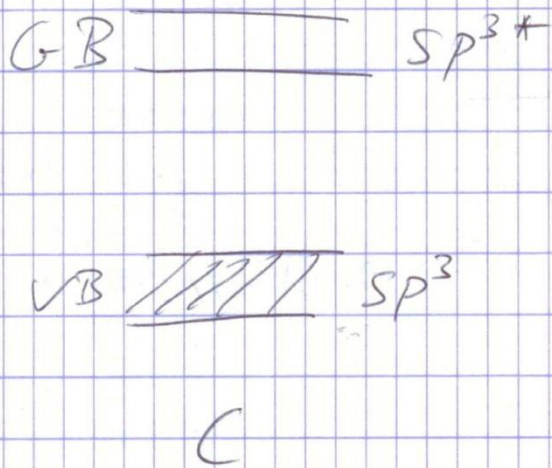
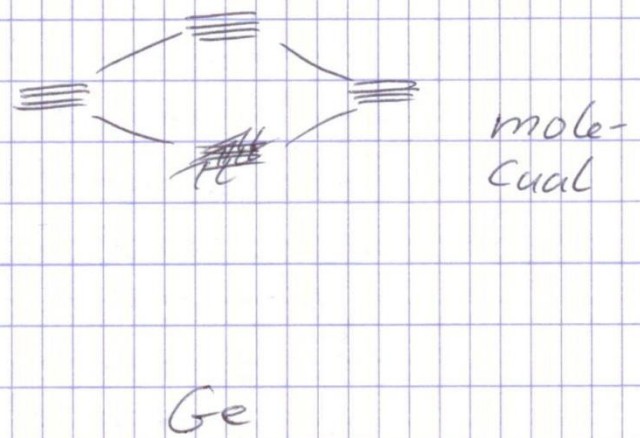
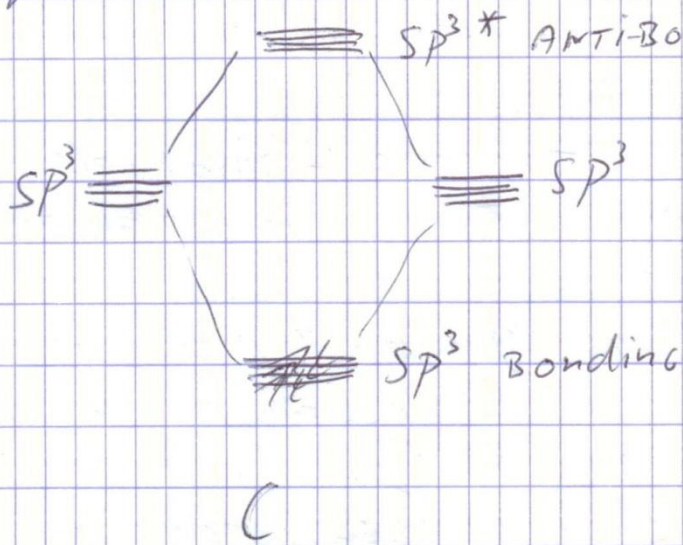
$\Rightarrow$ 3D netwerk van tetraëdrisch omringde C, Si of Ge Atomen door directionele binding in richting sp^3 -orbitalen

- $\rightarrow$ covalente binding tussen gelijke atomen ①
- $\rightarrow$ 4-omringing door directionele binding ②
- $\rightarrow$ sp^3 hybridisatie ①

- b) De afstand tussen de atomen (C-Si-Ge) neemt af door de toenemende atoomstraal. Grotere afstand betekent minder orbital overlap en daardoor wordt het energieniveau tussen de valentieband (sp^3 bindende orbitalen)

vervolg 2b)

en de geleidingsband (sp^3 ANTI-Bindende orbitals)
kleinen GAANDE VAN het kleine C naar het grote Ge



→ afstand + orbital overlap + sp^3, sp^3^* → ⑤

→ Afstand + orbital overlap ③

→ Afstand, zonder uitleg ②

→ GAP relateneren aan $\sigma - \sigma^*$ ②

c) p-type Si : AL-dotering (of ANDene Groep III, B, Ga)
n-type Si : P-dotering (of andene Groep V, N, As)
p-type Ge : Ga-dotering (of andene Groep III)
n-type Ge : As-dotering (of ANDene Groep V)

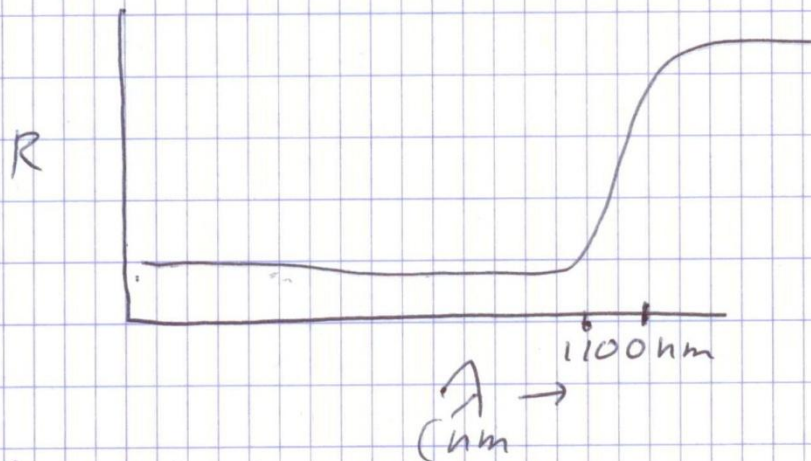
→ ① per goed, ⑤ ~~per goed~~



d) Fotogeleiding - Door excitatie van een electron uit de VB naar de GB ontstaan er twee vrije ladingdragende (e^- in GB en h^+ in VB) die voor geleiding zorgen.

Een toepassing is een lichtmeter - door geleidingsvermogen te meten kan lichtintensiteit gemeten worden

De weerstand R zal laag zijn onder belichting als de golflengte kort is en de energie van fotonen groter dan de bandgap E_g . Als λ te lang wordt en $h\nu < E_g$ worden fotonen niet geabsorbeerd en blijft de weerstand hoog



$$\text{C-Si} \rightarrow E_g = 1.1 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1100 \text{ nm}$$

→ Fotogeleiding goed (2)

→ Toepassing goed (1)

→ Schets (λ, R) goed (2) Bonus (+1) voor 1100 nm

e) Het geleidingsvermogen in metalen is veel hoger dan voor halfgeleiders omdat het aantal vrije ladingdragende veel hoger is. Per atoom brengt een metaal vaak meerdere ladingdragende bij (minst 1), terwijl in een halfgeleider de lading-

Dragers van een kleine fractie doteringsatomen komt (ppm, %). Daardoor is het aantal ladingsdragers minimaal 1000x hoger in een metaal.

De temperatuurafhankelijkheid is tegengesteld:

metaal: $T \uparrow \Rightarrow K \downarrow$ door trillingen van atomen, toenemend met T , neemt de botsingsfrequentie van elektronen toe en de vrije weglengte af

halfgeleiden: $T \uparrow \Rightarrow K \uparrow$ Bij hogere T worden er meer vrije ladingsdragers gecreëerd (activeringsenergie E_g) en neemt het geleidingsvermogen toe. De mobiliteit is hier sterker temperatuurafhankelijk.

BONUS

- K trend ⑤
- K verschil $M \leftrightarrow HG$ ①
- T -afh M ① verklaring ①
- T -afh HG ① verklaring ①

- Absorptie licht in i -laag, elektronen worden afgevoerd via n -type Si, Gaten via p -type Si

