

Lösungen zur Übung 1:

①

de Broglie Wellenlänge:

→ Welleneigenschaft des Elektrons
Beobachtung von Streuung von
Elektronen an Kristallebenen führt
zu Beugungsbildern.

(Welle - Teilchen - Dualismus)

Verknüpfung Wellenlänge → Impuls

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{2\pi\hbar}{p} \quad \text{mit } p = m \cdot v$$

$$\#1: \quad p = 9,112 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ = 1,8224 \cdot 10^{-29} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{ J s}^2}{1,8224 \cdot 10^{-29} \text{ kg m}}$$

$$\text{mit } 1 \text{ J} = 1 \frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} : \quad \underline{\underline{\lambda = 36 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 36 \mu\text{m}}}$$

#2

$$\rho = 1500 \text{ kg} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ \approx 30 \cdot 10^3 \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \underline{\underline{22 \cdot 10^{-39} \text{ m}}}$$

Bei großen Massen ist die de Broglie Wellenlänge extrem klein!

⇒ keine Wellenerscheinungen beobachtbar!

(bzw. nur an extrem kleinen Gittern)

② Energie hängt vom Bohr'schen Radius ab.

$$E_n = -\frac{1}{2} \cdot \frac{e^2}{4\pi \epsilon_0 a_n}$$

a_n : erlaubte Radien, für die gilt:

$$a_n = n^2 \cdot \hbar^2 \cdot \frac{4\pi \epsilon_0}{m_0 \cdot e^2}$$

Aufnahme / Abgabe Licht (Photon)
bei Übergängen dieser diskreten Energie-
niveaus.

Vereinfacht: $E_n - E_m = h \cdot \nu_{n,m}$

$$\Delta E = E_{n=3} - E_{n=2} = E_{n=1} \cdot \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$= -13,6 \text{ eV} \cdot \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{4} \right) = 1,89 \text{ eV}$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E}$$

$$\lambda = \frac{4,136 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,89 \text{ eV}} = \underline{656,5 \text{ nm}}$$

(sichtbarer Be-
reich)

Anzahl der Energiezustände $\hat{=} 2n^2$

$$\text{für } n=3 \rightarrow 2 \cdot 3^2 = \underline{18}$$

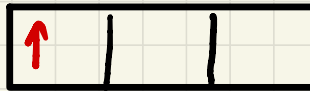
③

Mit den Besetzungsregeln, dem Pauli-Prinzip und den Hund'schen Regeln ergibt sich:

Bor : Ordnungszahl 5, d.h. $5e^-$



2s



2p



1s

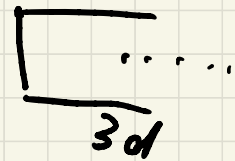
Cl : Ordnungszahl 17, d.h. $17e^-$



3s



3p



3d



2s



2p



1s

4

- o Van der Waals Bindung
Bindung zwischen neutralen Atomen und Molekülen mit einer Edelgaskonfiguration der Elektronenhülle
- o ionische Bindung
Bindung zwischen positiven und negativen Ionen, wobei die Elektronenkonfiguration der Ionen einer Edelgaskonfiguration entspricht.
- o kovalente Bindung
Bindung zwischen neutralen Atomen, deren Elektronenhülle keine Edelgaskonfiguration hat. Die Elektronenhüllen der beteiligten Atome überlappen

teilweise, sodass sich die an der Bindung beteiligten Elektronen auf mehrere Atome verteilen können.

- Metallische Bindung

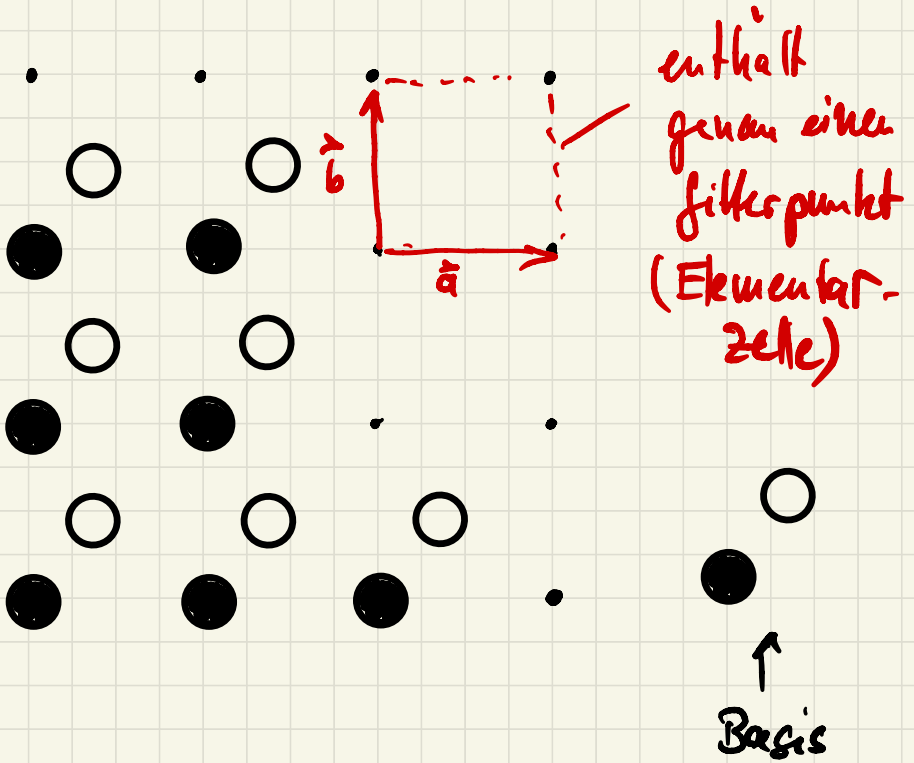
Atome geben einen Teil ihrer Elektronen ab. Diese bilden einen „See“ von Elektronen, in dem die positiven Ionen verteilt sind.

	v.d.W	ionisch	kovalent	metallisch
Ar	X			
Ge			X	
Graphit	X ³		X ⁴	
GaAs		X		
Na				X
Poly- ethylen	X ¹		X ²	

- ¹ Moleküle untereinander
- ² innerhalb der Moleküle
- ³ zwischen den Ebenen
- ⁴ in der Ebene

} Beispiel
Bleistift

6



7

Diamantgitter
(jedes Si-Atom hat 4 Nachbarn)

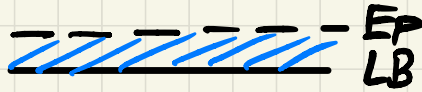
Raumdiagonale Würfel : $\sqrt{3} \cdot a_0$
↑
Kantenlänge

mit $a_0 = 0,5431 \text{ nm}$

$$\Rightarrow d_0 = \sqrt{3} \cdot a_0 = \sqrt{3} \cdot 0,5431 \text{ nm} \\ = 0,9407 \text{ nm}$$

$$\text{Abstand nachster Nachbarn} = \frac{d_0}{4} \\ = 0,2353 \text{ nm} \\ \approx \underline{\underline{1/4 \text{ nm}}}$$

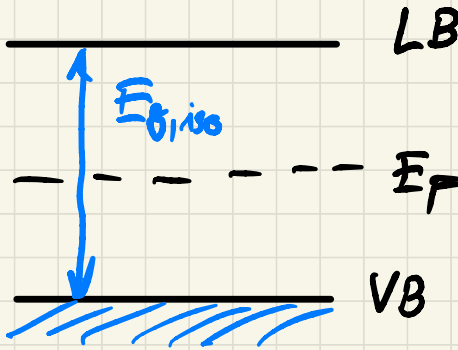
8



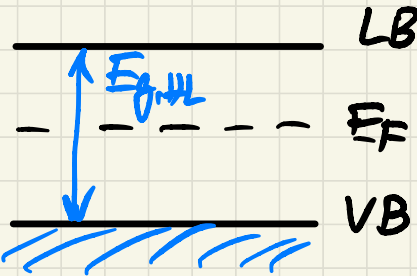
Metall



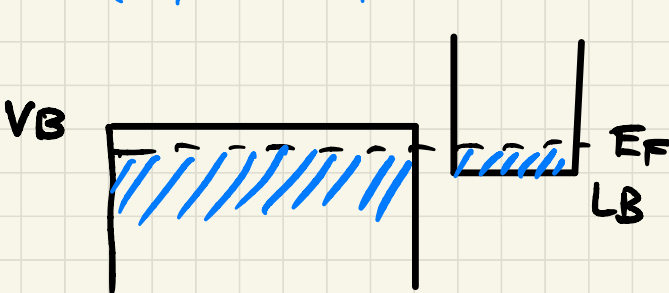
Isolator



Halbleiter



$E_{g,iso}$
 $\gg$
 $E_{g,HL}$



Halbmetall
(teilweise
Überlappung
LB & VB)

9

Diamagnetismus

$$\mu_r < 1 \quad | \quad \chi_m < 0$$

Supraleitung
 $\chi_m = -1$
idealer Diam.

magnetisch neutrale Stoffe

$$\mu_r = 1 \quad | \quad \chi_m = 0$$

Para- und Antiferromagnetismus

$$\mu_r > 1 \quad | \quad \chi_m > 0$$

Ferri- und Ferromagnetismus

$$\mu_r \gg 1 \quad | \quad \chi_m \gg 0$$

μ_r : Permeabilitätszahl

$$\chi_m : \frac{M}{H}$$

⑩

Erbium $\rightarrow$ Elektronenkonfiguration
 $[Xe] 4f^{12} 6s^2$

Dreiwertig: $3e^-$ weg $\rightarrow [Xe] 4f^n$

f-orbital $\leftrightarrow L=3$ Nebenquantenzahl

$m_l = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3$

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$

$$S = \sum_i s_i = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$$
$$= \underline{\underline{\frac{3}{2}}}$$

$$L = \sum m_l = +3 + 2 + 1 + 0 - 1 - 2 - 3 = \underline{\underline{6}}$$

$$\Rightarrow J = L + S = 6 + \frac{3}{2} = \underline{\underline{\frac{15}{2}}}$$