

Übungsaufgaben zur Vorlesung Grundlagen der Materialwissenschaften

1) Definieren Sie die folgenden Begriffe!

- a) Metall
- b) Halbleiter
- c) Keramik
- d) Legierung
- e) Polymer
- f) Verbundwerkstoff
- g) Phase
- h) Phasenübergang
- i) Polymorphie
- j) Realkristall
- k) Idealkristall
- l) Einlagerungsmischkristall
- m) Substitutionsmischkristall
- n) Isotropie
- o) Anisotropie
- p) Elementarzelle
- q) Einkristall
- r) Fehlordnung

2) Mit welchen Methoden lassen sich amorphe von kristallinen Festkörpern unterscheiden? Nennen Sie zwei Beispiele für amorphe Festkörper!

3) Nennen Sie zu den allgemeinen Zusammensetzungen aus der folgenden Tabelle jeweils ein selbstgewählte Verbindung!

	Halogenide	Oxide	Nitride	Sulfide
Binär	MX	M ₂ O MO	M ₃ N	M ₂ S MS
	MX ₂	M ₂ O ₃ MO ₂	M ₃ N ₂	M ₂ S ₃ MS ₂
	MX ₃	M ₂ O ₅ MO ₃	MN	M ₂ S ₅
	MX ₄	M ₂ O ₇ MO ₄	M ₃ N ₄	
Ternär	M ¹ M ² X ₃	M ¹ ₂ M ² O ₂	M ¹ M ² N ₂	M ¹ ₂ M ² S ₂
	M ¹ M ² X ₄	M ¹ M ² O ₃	M ¹ M ² ₂ N ₅	M ¹ M ² S ₃
	M ¹ M ² X ₅	M ¹ M ² ₂ O ₄	M ¹ M ² ₇ N ₁₀	M ¹ M ² ₂ S ₄
	M ¹ M ² X ₆	M ¹ M ² ₄ O ₇	M ¹ ₂ M ² ₅ N ₈	M ¹ ₂ M ² ₄ S ₆
Quaternär	M ¹ M ² M ³ X ₆	M ¹ M ² ₂ M ³ O ₆	M ¹ M ² M ³ N ₃	M ¹ ₂ M ² M ³ S ₄

		$M^1M^2M^3_5O_{10}$	$M^1M^2M^3_4N_7$	$M^1M^2_3M^3_2S_5$
		$M^1M^2M^3_{10}O_{17}$	$M^1_3M^2M^3_6N_{11}$	
		$M^1M^2M^3_{11}O_{19}$	$M^1_5M^2_5M^3_{11}N_{23}$	

4) Nennen Sie unter Berücksichtigung der Ionenradien jeweils zwei Verbindungen, die mit den folgenden Verbindungen lückenlose Mischkristalle bilden sollten!

- a) Al_2O_3
- b) GaN
- c) $LaPO_4$
- d) YBO_3
- e) $Y_3Al_5O_{12}$
- f) $SrWO_4$

5) Geben Sie unter Berücksichtigung der Ionenradien und der notwendigen Elektroneutralität für folgende Verbindungen allgemeine Formeln an, wenn die nachstehenden Ionen eingebaut werden!

- a) $Y_3Al_5O_{12}$ Ca^{2+} und Si^{4+}
- b) Sr_2SiO_4 Pr^{3+} und K^+
- c) $CaAlSiN_3$ Ce^{3+} und Na^+
- d) TiO_2 Cr^{3+} und Nb^{5+}

6) Berechnen Sie die Raumerfüllung in einem Gitter mit einer kubisch-primitiven Packung ($Z = 1$)!

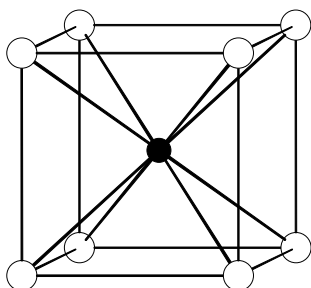
7) Berechnen Sie die Raumerfüllung in einem Gitter mit einer kubisch-dichten(flächenzentrierten) Packung ($Z = 4$) und einer kubisch-raumzentrierten Packung ($Z = 2$)!

8) Die Dichte eines Metalls ergibt sich aus dem Strukturtyp, der Molmasse M und der Gitterkonstanten a . Berechnen Sie die Dichte von Strontium ($M = 87.62 \text{ g/mol}$, $a = 608.49 \text{ pm}$, $Z = 4$)!

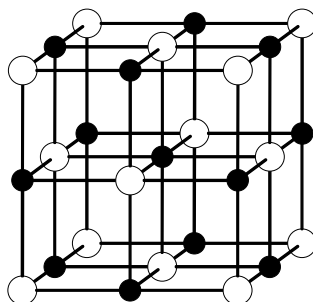
$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{Z \cdot M}{N_A a^3}$$

9) Berechnen Sie die Zahl der Formeleinheiten pro Elementarzelle Z für die unten stehenden Verbindungen!

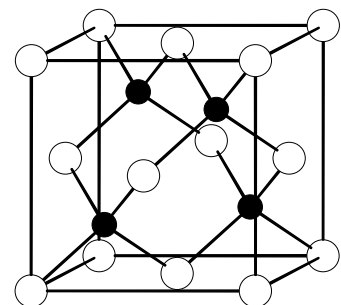
a) CsCl



b) NaCl



c) ZnS



10) In drei Dimensionen gibt es 14 Bravais-Gitter. Wie viele zweidimensionale Gitter kann es geben? Zeichnen Sie diese Gitter!

11) Welche Bravais-Gitter sind für die folgenden Kristallsysteme möglich?

- a) orthorhombisch
- b) kubisch
- c) monoklin
- d) tetragonal

12) Zu welchem Kristallsystem gehören Verbindungen mit den folgenden Gitterkonstanten?

- a) $a = b \neq c$ $\alpha = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$
- b) $a = b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- c) $a \neq b \neq c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- d) $a \neq b = c$ $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

13) Geben Sie die Symmetrieelemente für folgende Moleküle an!

- a) H_2O
- b) CH_4
- c) NH_3
- d) BCl_3
- e) WF_6
- f) BrF_5
- g) ClF_3
- h) PCl_5
- i) SF_4

14) Berechnen Sie die Zahl der Elementarzellen in einem Kristall (1 cm^3) aus kubischem NaCl ($a = 563.1 \text{ pm}$) mit der Dichte $\rho = 2170 \text{ kgm}^{-3}$!

15) Die Beugung von Röntgenstrahlen wird durch die Wechselwirkung mit den Elektronen der Atome verursacht. Welche Schwierigkeit kann bei der Bestimmung der Atomlagen in der Struktur von bestimmten Verbindungen wie z.B. NaF oder KCl auftreten?

16) Calciumoxid kristallisiert in einem kubisch-flächenzentrierten Gitter mit $a = 481 \text{ pm}$ und einer Dichte $\rho = 3350 \text{ kgm}^{-3}$. Berechnen Sie die Zahl der Formeleinheiten Z in der Elementarzelle!

17) Thoriumdiselenid ThSe_2 kristallisiert im orthorhombischen System mit den Gitterkonstanten $a = 442.0 \text{ pm}$, $b = 761.0 \text{ pm}$, $c = 906.4 \text{ pm}$ und einer Dichte $\rho = 8500 \text{ kgm}^{-3}$. Berechnen Sie die Zahl der Formeleinheiten Z in der Elementarzelle!

18) Ordnen Sie die folgenden Elemente nach ihrem Streuvermögen für Röntgenstrahlung!

Na, Co, Cd, H, Tl, Pt, Cl, F, O

- 19) Palladium liegt im festen Zustand in der kubisch-flächenzentrierten Struktur vor. Die Dichte von Pd beträgt 12.0 g/cm^3 . Berechnen Sie die Gitterkonstante a_0 für Pd! Nehmen Sie an, dass alle Gitterplätze belegt sind ($N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $M_{\text{Pd}} = 106.42 \text{ g/mol}$)!
- 20) Welche Arten von n-dimensionalen Defekten kennen Sie?
a) 0-dim
b) 1-dim
c) 2-dim
d) 3-dim
- 21) Wie ändert sich Ihrer Meinung nach die Konzentration von Leerstellen in einem idealen Metallkristall mit zunehmender Temperatur?
- 22) Welche atomaren Effekte lassen sich mit atomaren Fehlstellen erreichen?
- 23) Erläutern Sie die Bildung von Defekten in einem Ionenkristall mit Hilfe eines Energiediagramms! Wie lässt sich mathematisch die Abhängigkeit der Defektdichte N von der Temperatur beschreiben?
- 24) Definieren Sie folgende Begriffe!
a) elastische Verformung
b) plastische Verformung
- 25) Welche Arten von atomaren Defekten erwarten Sie in Oxiden wie FeO oder MnO?
- 26) Wie lässt sich die Ionenleitfähigkeit eines Kristalls erhöhen?
- 27) Geben Sie Defektgleichung für den Einbau von MnCl_2 in NaCl an!
- 28) Geben Sie Defektgleichung für den Einbau von AlF_3 in Al_2O_3 an!
- 29) Können perfekte Einkristalle flächenhafte Defekt aufweisen?
- 30) Was versteht man unter einem Volumendefekt? Geben Sie zwei konkrete Beispiele für einen derartigen Defekt an!
- 31) Wie entstehen Ausscheidungen?
- 32) Definieren Sie die Begriffe Phasengrenze, Korngrenze und Stapelfehler!