

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8
Punkte (je 10)								

Studiengang: _____ Ich bin damit einverstanden, dass mein Klausurergebnis unter
BSc Chemie RegioCh. Polyv. BSc Angabe der Matrikelnummer im Web bekanntgegeben wird:

Abschlußklausur zur Vorlesung Chemie der Metalle (AC-II)

02.08.2024

Name: _____ Vorname: _____ Matrikel-Nr. _____

Hinweis: Verwenden Sie für die Antworten den hinter den Fragen freigelassenen Raum. Falls dieser nicht ausreichen sollte, benutzen Sie die Blattrückseiten und machen Sie bei der Frage einen entsprechenden Verweis.

- ❶ Beschreiben Sie in Stichworten die **Eigenschaften** und **Anwendungen** der folgenden praktisch wichtigen Materialklassen und nennen Sie ein typisches **Beispiel** einer Metallverbindung (!! Summenformel) mit diesen Eigenschaften.

(a) Permanent(Hart-)-Magnet

(b) Hartstoff

(c) Halbleiter

(d) Supraleiter

- ② Im ersten Schritt des in der Vorlesung (diesmal nur im Film, aber trotzdem ausführlich) vorgestellten Experiments „**Eisen-Kaskade**“ reagiert Fe^{3+} in wässriger Lösung mit Thiocyanat zu einem intensiv rot gefärbten Komplex, welcher ein SCN^- pro Fe^{3+} enthält.
- (a) Geben Sie für die rote Verbindung Summenformel und Namen an.
- (b) Zeichnen Sie eine „Lewis-Formel“ für den roten Komplex und benennen Sie die Molekülgeometrie.
- (c) Was für Isomere sind für diesen Komplex denkbar? Zeichnen Sie jeweils weitere „Lewis-Formel“ und benennen Sie den Isomerie-Typ.
- (d) Welche magnetische Eigenschaft hat der Komplex und wie kann man dies erklären? Wie viele ungepaarte Elektronen erwarten Sie pro Komplex-Molekül?
- (e) Formulieren Sie den mathematischen Ausdruck für die Komplexbildungskonstante K des roten Komplexes.

③ **Aluminium und Magnesium** sind Hauptbestandteile wichtiger metallischer Werkstoffe.

(a) Nennen Sie zwei praktisch wichtige Vorteile der beiden Elemente für die Verwendung als Werkstoffe (z.B. gegenüber Eisen und Stahl)?

i.

ii.

(b) Ein Nachteil der reinen Elemente ist ihre Duktilität, die man durch Legierungsbildung (hier der beiden Elemente miteinander) aber verringern kann.

i. Skizzieren Sie die Elementarzellen der Elementstrukturen.

Al:

Mg:

ii. Warum bilden Al und Mg miteinander keine lückenlose Mischkristallreihe?
(nur jeweils ca. 5% Randlöslichkeit: Dural bzw. Dow-Metall)

iii. Warum ist Al deutlich duktiler als Mg?

iv. Warum ist die elektrische Leitfähigkeit von Al besser als die von Mg?

(c) Zeigen Sie am Beispiel der Reaktionen von Aluminium die Grenzen der chemischen Stabilität (Bitte Reaktionsgleichungen angeben):

• in konz. HNO_3 :

• in verd. HCl :

• in verd. NaOH :

(d) Beschreiben Sie (mit Reaktionsgleichungen, Skizze des Apparats, Bedingungen: U , I , T) die Herstellung von Aluminium nach dem fast 150 Jahre alten Hall-Héroult-Prozess.

5 Na und NaCl kristallisieren in **kubischen Strukturen**.

- (a) Skizzieren Sie die Elementarzellen der beiden Festkörper und geben Sie für alle Teilchen die Koordinations-Zahlen und -Polyeder an.

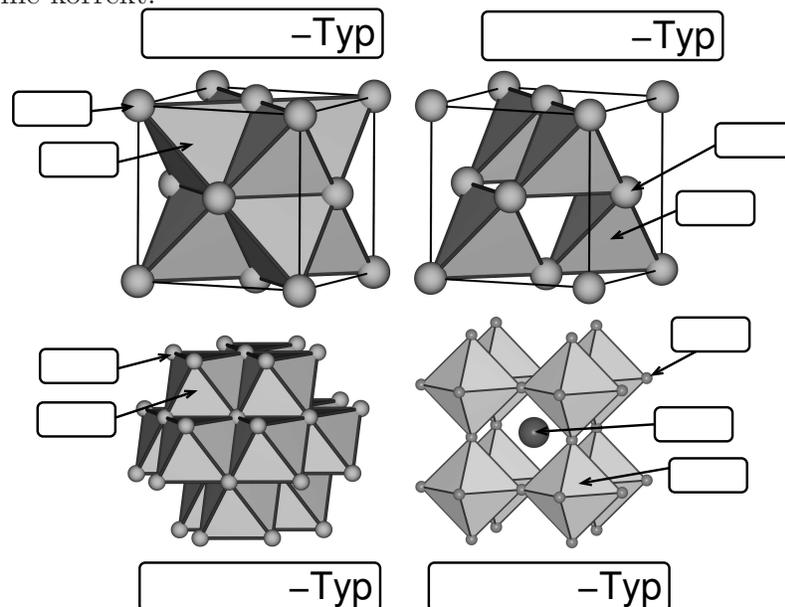
Na:

NaCl:

- (b) Warum unterscheiden sich die Koordinationszahlen von Natrium in den beiden Feststoffen? Wie lassen sich die Koordinationszahlen jeweils begründen?

- (c) Die ZINTL-Phase NaTl hat ebenfalls eine kubische Struktur. Beschreiben Sie den Aufbau dieser intermetallischen Phase in Worten (keine Skizze der Elementarzelle erforderlich!).

- (d) Auch die unten in Polyederdarstellung (Kationen-Koordinationspolyeder) gezeigten Salze haben kubische Strukturen. Ordnen Sie die Strukturtypen zu und bezeichnen Sie die Atome korrekt.



⑥ **Europium** ($Z=63$) und **Erbium** ($Z=68$) sind zwei wichtige Lanthanoid-Elemente.

(a) Nennen Sie ein Mineral (Name und Summenformel) in dem die Elemente jeweils vorkommen.

Eu:

Er:

(b) Begründen Sie aus der Elektronenkonfiguration, warum die beiden Elemente Kationen mit unterschiedlicher Ladung bilden.

Eu:

Er:

(c) Nennen Sie (mit Reaktionsgleichung) einen einfachen Weg, um die beiden Ionen voneinander abzutrennen.

(d) Europium ist ein wichtiger Dotierstoff in roten und blauen Leuchtstoffen. Welche der Kationenpositionen sind jeweils partiell mit Eu-Ionen besetzt? Welche elektronischen Übergänge sind für die Farben verantwortlich?

rot: $(Y/Gd)BO_3$ (YGB)

blau: $BaMgAl_{10}O_{17}$ (BAM)

(e) Der klassische gelbe Leuchtstoff ist Cer-dotierter YAG. Geben Sie die Summenformel des Wirtsgitters an und stellen Sie einen Bezug zum eigentlichen Granat, z.B. 'Grosular' ($Ca_3Al_2[SiO_4]_3$), her. Welche Position besetzen die Ce-Ionen im YAG?

(f) Beschreiben Sie in Stichworten und mit einer Prinzipskizze die Anwendung des gelben Leuchtstoffs aus (e) in einfachen weissen LEDs.

(g) Nennen Sie zwei weitere Einsatzbereiche für Leuchtstoffe.

(h) Erbium wird generell nur selten verwendet. Warum und wofür?

⑦ **Mangan-Knollen** in der Tiefsee werden schon lange als interessante Rohstoffquelle angesehen. Aktuell wird ihre Fähigkeit zur Wasserspaltung ('dunkler Sauerstoff') heiss diskutiert. Die Knollen enthalten, als Reinstoffe formuliert, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, MnOOH , Mn_3O_4 und MnO_2 .

(a) Nennen und begründen Sie (unter Berücksichtigung der Elektronenkonfiguration und der Festkörperstrukturen) die Oxidationsstufen von Mangan in:

$\text{Mn}(\text{OH})_2$: (Brucit/ CdCl_2 -Typ)

MnO_2 :

(b) Begründen Sie, warum Mn_3O_4 (Hausmannit) eine Normal- (und keine Invers-) Spinell-Struktur ausbildet. Welche magnetischen Eigenschaften hat Hausmannit?

(c) Welchen Aufbau und welche Eigenschaften erwarten Sie für das Oxid Mn_2O_7 ? Warum kommt es in den Mangan-Knollen nicht vor? Geben Sie eine Reaktionsgleichung zur Herstellung dieses Oxids (aus einer gängigen Laborchemikalie) an.

- ⑧ Eine wichtige Anwendung der kritischen Metalle Lithium und Cobalt sind **LIB** (Li-Ionenbatterien). Die Umstellung auf Natrium und Eisen (**SIBs**) ist daher ein aktuelles Problem.
- (a) Beschreiben Sie in Stichworten (Reaktionsgleichung, Elektrolyt, Leitsalz, Spannung) die Funktion eines klassischen *Lithium-Ionenakkus*. Skizzieren Sie schematisch die Festkörperstrukturen der beiden Elektrodenmaterialien.
- (b) Formulieren Sie die Entladereaktion eines sog. LFP-Akkus. Hier besteht die Kathode aus LiFePO_4 , das Anodenmaterial ist identisch mit dem eines Li-Ionenakkus [s. (a)]. Beschreiben Sie (ohne Skizze!) auch hier die Struktur des Kathodenmaterials.
- (c) Welches grundlegende Problem ergibt sich bei der Umstellung auf entsprechende SIBs?
- (d) Für stationäre Anwendungen sind auch sog. Redox-Flow-Batterien im Einsatz. Die bekannteste Variante ist die *Vanadium-Redox-Flow-Batterie*, bei der Anoden-seitig die $\text{V}^{\text{II}}\text{-V}^{\text{III}}$ -, Kathoden-seitig die $\text{V}^{\text{IV}}\text{-V}^{\text{V}}$ -Chemie (jeweils in saurer Lösung) ausgenutzt wird. Formulieren Sie stöchiometrisch genau und mit den korrekten V-Spezies die Reaktionen beim Entladen einer solchen Batterie.
- Anode:
 - Kathode: