

**Aufgaben zu Salzen und zur Ionenbindung****TG/TO****1. Nomenklatur, Verhältnisformel und Redox-Reaktionen zu Salzen**

**1.1** Stellen Sie die Summenformeln (Verhältnisformeln) folgender Salze auf.

- |  |   |
|--|---|
| a) Natriumbromid   | g) Silber(I)-oxid (Silberionen mit der Ladung $\text{Ag}^+$ ) |
| b) Natriumfluorid  | h) Rhenium(VII)-oxid (Elementsymbol Rhenium: Re)              |
| c) Silber(I)-bromid (Silberionen mit der Ladung: $\text{Ag}^+$ ) | i) Eisen(III)-chlorid (Elementsymbol Eisen: Fe)               |
| d) Aluminiumoxid   | j) Platin(IV)-oxid (Elementsymbol Platin: Pt)                 |
| e) Blei(II)-oxid (Bleiionen mit der Ladung: $\text{Pb}^{2+}$ )   | k) Mangan(IV)-oxid (Elementsymbol Mangan: Mn)                 |
| f) Blei(IV)-oxid (Bleiionen mit der Ladung: $\text{Pb}^{4+}$ )   | l) Berylliumsulfid (Elementsymbol Beryllium: Be)              |

**1.2** Bei einigen Verbindungen wird im systematischen Namen in Klammern eine Römische Zahl angegeben (siehe diverse Beispiele oben) und **Oxidationszahl** genannt. Welche Angabe kann aus der Oxidationszahl entnommen werden? Weshalb ist die Angabe bei der Benennung einiger Verbindungen wichtig (*siehe Beispiel Bleioxide*)? Weshalb wird bei anderen Verbindungen (z.B. Natriumchlorid) auf die Angabe verzichtet?

**1.3 Information:** Neben einatomigen Ionen gibt es auch solche, die aus mehreren Atomen zusammengesetzt sind. Folgende zusammengesetzte Ionen (Molekülionen) gehören zu den wichtigsten:

Carbonat-Anion:  $\text{CO}_3^{2-}$ Sulfat-Anion:  $\text{SO}_4^{2-}$ Hydrogensulfat-Anion:  $\text{HSO}_4^-$ Nitrat-Anion:  $\text{NO}_3^-$ Phosphat-Anion:  $\text{PO}_4^{3-}$ Ammonium-Kation:  $\text{NH}_4^+$ **Beispiele für Salze mit Molekülionen:**Bariumphosphat:  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ Ammoniumcarbonat:  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 

Stellen Sie die Verhältnisformel folgender Salze mit zusammengesetzten Ionen auf (*siehe Spickzettel oben!*)

- |  |                        |
|--|------------------------|
| a) Bariumsulfat (Elementsymbol Barium: Ba) | e) Ammoniumsulfat      |
| b) Calciumcarbonat                         | f) Silber(I)-nitrat    |
| c) Calciumphosphat                         | g) Blei(II)-carbonat   |
| d) Ammoniumchlorid                         | h) Eisen(III)-phosphat |

**1.4** Richten Sie folgende Redox-Reaktionen ein. Geben Sie dabei mit Pfeilen Oxidation und Reduktion an. Notieren Sie auch, wie viel Elektronen übertragen werden.

- |  |   |
|--|---|
| a) Kupfer (Cu) + Schwefel (Es entsteht ein Cu(II)-salz)  | d) Eisen + Sauerstoff (Hinweis: Es entsteht ein Fe(III)-Salz) |
| b) Eisen + Chlor (Hinweis: Es entsteht ein Fe(III)-Salz) | e) Beryllium + Kohlenstoff                                    |
| c) Lithium (Li) + Sauerstoff                             | f) Aluminium + Kohlenstoff                                    |

**1.5** Mit wie viel Gramm Sauerstoff müssen 15,0 g Aluminium umgesetzt werden, um daraus Aluminiumoxid zu bilden. Berechnen Sie auch die Masse des entstehenden Aluminiumoxids und das Volumen des benötigten Sauerstoffgas. Hinweis: Bei den gegebenen Bedingungen, nimmt ein mol eines beliebigen Gases das Volumen von 22,4 L ein. => molares Volumen:  $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$ .

**1.6** Berechnen Sie die einzusetzenden Stoffmassen, um 10 Gramm des Salzes aus den Elementen herzustellen. Bei gasförmigen Elementen ( $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ): Berechnen Sie zusätzlich das Gasvolumen! Hinweis: Bei den gegebenen Bedingungen, nimmt ein mol eines beliebigen Gases das Volumen von 22,4 L ein. => molares Volumen:  $V_m = 22,4 \text{ L/mol}$ . **a)** Kaliumoxid      **b)** Aluminiumsulfid      **c)** Kupfer(I)-chlorid      **d)** Kupfer(II)-chlorid

**2. Eigenschaften von Salzen**

**2.1** a) Wie ist die Gitterenergie definiert und von welchen Faktoren hängt sie ab?

b) Sortieren Sie folgende Verbindungen nach steigendem Betrag der Gitterenergie: LiF, AlN, MgS, NaBr

**2.2** Die Verbrennung von Magnesium in Chlor verläuft stark exotherm.

- Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf und benennen Sie das Reaktionsprodukt.
- Berechnen Sie die Stoffmengen und die Massen der Ausgangsstoffe, um 1 mol des Salzes herzustellen.
- Geben Sie die Reaktionsgleichungen der gedanklichen Einzelschritte an. Geben Sie rechts neben den Einzelschritten die entsprechenden Energiebezeichnungen und die Energien mit dem richtigen Vorzeichen an! Die Energiebeträge (!) finden sie in der Liste und der Teilaufgabe d)
- Berechnen Sie Energiebilanz der Reaktion (Standardbildungsenergie).

Daten (Achtung: ohne Vorzeichen!): Sublimationsenergie Mg: 167,2 kJ/mol, Summe aus erste und zweiter Ionisierungsenergie des Mg: 2188 kJ/mol, Elektronenaffinität Cl-Atom: 364 kJ/mol, Gitterenergie  $\text{MgCl}_2$ : 2502 kJ/mol, Dissoziationsenergie  $\text{Cl}_2$ : 242 kJ/mol. (Literaturwert der Standardbildungsenergie von  $\text{MgCl}_2$ :  $\Delta_f H^\circ = -641 \text{ kJ/mol}$ )

## Lösungen

### Aufgabe 1.1

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| a) NaBr                           | g) Ag <sub>2</sub> O              |
| b) NaF                            | h) Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub> |
| c) AgBr                           | i) FeCl <sub>3</sub>              |
| d) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | j) PtO <sub>2</sub>               |
| e) PbO                            | k) MnO <sub>2</sub>               |
| f) PbO <sub>2</sub>               | l) BeS                            |

### Aufgabe 1.2

Die Oxidationszahl gibt die Ladungszahl der Metallionen im Salz an. Die Angabe ist wichtig, weil von einem Metall-Nichtmetall-Paar mehrere Verbindungen existieren. Beispiel: Es gibt mehrere Bleioxide die aus Sauerstoff und Blei aufgebaut sind. Um die einzelnen Salze voneinander zu unterscheiden, gibt man die Oxidationszahlen an. Existiert nur eine mögliche Ladungszahl, ist auch ohne Angabe der Oxidationszahl die Benennung eindeutig. Sie wird dann nicht angegeben. So gibt es nur eine Verbindung aus Natrium und Chlor, nämlich das Natriumchlorid, bei dem das Natrium die Oxidationszahl +I besitzt. Man schreibt deshalb nicht *Natrium(I)-chlorid*, sondern *Natriumchlorid*.

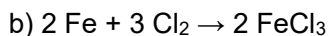
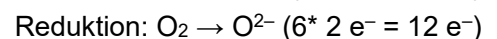
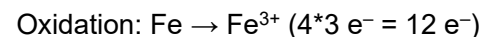
### Aufgabe 1.3

- |  |  |
|--|--|
| a) BaSO <sub>4</sub>                               | e) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| b) CaCO <sub>3</sub>                               | f) AgNO <sub>3</sub>                               |
| c) Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> | g) PbCO <sub>3</sub>                               |
| d) NH <sub>4</sub> Cl                              | h) FePO <sub>4</sub>                               |

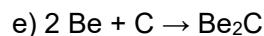
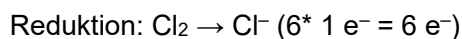
### Aufgabe 1.4

- |                 |   |
|-----------------|---|
| a) Cu + S → CuS | d) 4 Fe + 3 O <sub>2</sub> → 2 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|-----------------|---|

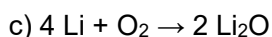
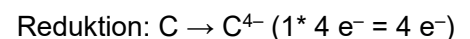
mit Pfeilen in der Rkt.gl. kennzeichnen:



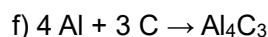
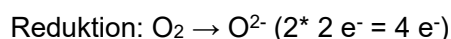
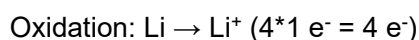
mit Pfeilen in der Rkt.gl. kennzeichnen:



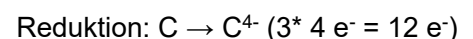
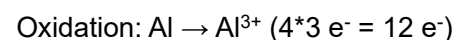
mit Pfeilen in der Rkt.gl. kennzeichnen:



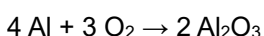
mit Pfeilen in der Rkt.gl. kennzeichnen:



mit Pfeilen in der Rkt.gl. kennzeichnen:



### Nr. 1.5 – Aluminiumoxid



15 g Al + 13,34 g O<sub>2</sub> (das sind 9,3 Liter) werden zu 28,34 g Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Nr. 1.6

a) 8,30 g K, 1,70 g O<sub>2</sub> (entsprechen 1,2 L O<sub>2</sub>)

c) 6,41 g Cu, 3,58 g Cl<sub>2</sub> (entsprechen 1,1 L Cl<sub>2</sub>)

b) 3,59 g Al, 6,41 g S

d) 4,73 g Cu, 5,27 g Cl<sub>2</sub> (entsprechen 1,7 L Cl<sub>2</sub>)

2.1

**Gitterenergie:** Energiebetrag, der bei Gitterbildung ausgehen von Ionen aus unendlicher Entfernung frei wird. Die Gitterenergie hängt ab von den Ionenladungen und der Größe der Ionen an

NaBr (enthält Na<sup>+</sup>, Br<sup>-</sup>) < LiF (enthält Li<sup>+</sup> und F<sup>-</sup>) < MgS (enthält Mg<sup>2+</sup> und S<sup>2-</sup>) < AlN (enthält Al<sup>3+</sup> und N<sup>3-</sup>)

Bgr: Je höher die Ionenladung, desto mehr Energie kann bei der Annäherung entgegengesetzt geladener Ionen frei werden. Je kleiner die Ionen bei gleich bleibender Ionenladung, desto mehr Gitterenergie kann abgegeben werden, weil sich die Ionen näher kommen können.

2.2

a)  $\text{Mg} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{MgCl}_2$  (Magnesiumchlorid)

b) Aufgrund der 1:1-Verhältnisse kann man schließen, dass zur Bildung von 1 mol MgCl<sub>2</sub>, 1 mol Mg und 1 mol Cl<sub>2</sub> nötig sind. 1 mol Mg wiegt 24,30 g. 1 mol Cl<sub>2</sub> wiegt 70,90 g.

c)

- |   |              |
|---|--------------|
| • 1 mol Mg (s) muss zu Mg (g) sublimiert werden:  | + 167,2 kJ   |
| • 1 mol Mg (g) muss zu Mg <sup>2+</sup> ionisiert werden:   | + 2188 kJ    |
| • 1 mol Cl <sub>2</sub> (g) muss in Chloratome gespalten werden:  | + 242 kJ     |
| • 2 (!) mol Cl-Atome nehmen je ein e <sup>-</sup> auf. Dabei wird E <b>frei! (⇒ neg. Vorzeichen):</b> 2 · -364 kJ = | -728 kJ      |
| • Bildung des Ionengitters  | - 2502 kJ    |
| • Bilanz:   | ca. - 633 kJ |

Die Energiebilanz entspricht damit ungefähr dem Literaturwert.