

Übungsaufgaben zur Wiederholung und Ergänzung der Inhalte der 11. Klasse

Zu 1: Atombau und PSE

1.1 Erklären Sie den Begriff Isotop.

1.2 Geben Sie die Anzahl an Elementarteilen in ^{35}Cl -Atomen an.

Zu 2. Bindungslehre

2.1. Stellen Sie die Summenformeln folgender Salze auf.

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

2.2. Stellen Sie die Verhältnisformel folgender Salze mit zusammengesetzten Ionen auf (siehe Spickzettel unten!)

- | | |
|--------------------------------------------|------------------------|
| 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 |

+++ Spickzettel +++ Spickzettel +++ Spickzettel +++ Spickzettel +++ Spickzettel +++ Spickzettel +++ Spickzettel ++

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

Carbonat-Anion: CO_3^{2-}	Sulfat-Anion: SO_4^{2-}	Hydrosulfat-Anion: HSO_4^-
Nitrat-Anion: NO_3^-	Phosphat-Anion: PO_4^{3-}	Ammonium-Kation: NH_4^+

Bsp für Salze mit Molekülionen: Bariumphosphat: $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ Ammoniumcarbonat: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

2.3 Erklären Sie das Zustandekommen und die Natur der Bindungen in Natriumchlorid (NaCl) und Chlorwasserstoff (HCl).

Zu 3.: Quantitative Chemie

3.1. Berechnen Sie die Molare Masse (auf 2 Nachkommastellen gerundet) von unten stehenden Stoffen anhand der Atommassen (bzw. Molaren Massen) der Atome.

- a) Tetrachlorkohlenstoff CCl_4 b) Calciumacetat $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ c) Salicylsäure $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$

3.2. Rechnen Sie in die in Eckigen Klammern angegebene Größe um.

a) 1 mol NaCl [g]

b) 2 mg $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ [mol]

3.3. Wie viel Protonen, Elektronen und Neutronen sind in 5 g Fluorgas enthalten? Wie viel Fluormoleküle (F_2) sind dieser Gasportion enthalten?

3.4. Aus 7 g MgCl_2 werden mit Wasser 500 mL Magnesiumchloridlösung hergestellt. Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentrationen (in mol/L) und Massenkonzentrationen aller Ionen (in g/L).

3.5 Ein Auto verbraucht auf 100 Kilometer 7,8 Liter Benzin (angenähert durch die Formel C_8H_{18} ; $\rho = 0,7 \text{ g/cm}^3$). Im Verbrennungsmotor entsteht durch die Verbrennung näherungsweise ausschließlich CO_2 und H_2O . Berechnen Sie den Sauerstoffverbrauch in Litern und die CO_2 -Bildung in Gramm. Hinweis: 1 mol eines Gases nicht bei den gegebenen Bedingungen 22,4 Liter ein.

Zu 4. Weitere einfache Umsatzberechnungen

- 4.1** Wie viel Gramm Cl_2 wird zur Synthese von 60 g NaCl benötigt?
- 4.2** Wie viel Gramm Cl_2 wird zur Synthese von 0,5 mol MgCl_2 benötigt?
- 4.3** Aluminium reagiert mit Sauerstoff zu Aluminiumoxid (Al_2O_3). Wie viel Liter Sauerstoff (Normaldruck, 20 °C) müssen zur Bildung von 34 kg Aluminiumoxid eingesetzt werden? Hinweis: 1 mol Gas entspricht 24,06 L
- 4.4** 10 Gramm Aluminium werden in einem Reaktionsgefäß mit 5 g Br_2 zu AlBr_3 umgesetzt. Wie viel Gramm sind von diesen drei Stoffen nach Reaktionsende noch vorhanden?
- 4.5** 10 Liter Methan werden mit 5 Liter Sauerstoff in einem Reaktionsgefäß zu CO_2 und H_2O (g) umgesetzt. Welche Massen und welche Volumina der beteiligten Stoffe sind nach Reaktionsende im Reaktionsgefäß enthalten? Hinweis: 1 mol Gas entspricht bei den gegebenen Bedingungen einem Volumen von 22,4 L
- 4.6** Ethan (C_2H_6) verbrennt mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser. Welches Volumen Ethan (Normaldruck, 20 °C) wird benötigt um 25 g Wasser zu erhalten? 1 mol des Gases nimmt bei den gegebenen Bedingungen 24,6 L Volumen ein.
- 4.7** Zink reagiert mit Salzsäure (HCl_{aq}) zu Wasserstoff und Zinkchlorid (ZnCl_2). Welche Masse Zink muss zur Bildung von 5 g Wasserstoff eingesetzt werden.

Musterlösungen unter www.laborberufe.de

Musterlösungen ohne Gewähr

1.1 und 1.2

siehe Unterrichtsunterlagen

2.1

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| a) NaBr | g) K ₂ O |
| b) NaF | h) Re ₂ O ₇ |
| c) CaCl ₂ | i) FeCl ₃ |
| d) Al ₂ O ₃ | j) PtO ₂ |
| e) PbO | k) MnO ₂ |
| f) PbO ₂ | l) BeS |

2.2

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

Zu 3.: Quantitative Chemie

3.1. Je nach verwendetem PSE können auch andere Nachkommastellen resultieren.

a) $M(\text{CCl}_4) = M(\text{C}) + 4 \cdot M(\text{Cl}) = 153,82 \text{ g/mol}$ $M = 158,17 \text{ g/mol}$ c) $138,12 \text{ g/mol}$

3.2.

- a) $m(\text{NaCl}) = M(\text{NaCl}) \cdot n(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol} \cdot 1 \text{ mol} \approx 58,44 \text{ g}$ b) Eine gängige Abkürzung für das Acetat-Ion (CH₃COO⁻) ist Ac⁻

$$n(\text{CaAc}_2) = \frac{m(\text{CaAc}_2)}{M(\text{CaAc}_2)} = \frac{0,002 \text{ g}}{158,17 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 1,264 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

3.3. $n(\text{F}_2) = \frac{m(\text{F}_2)}{M(\text{F}_2)} = \frac{5 \text{ g}}{38,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,13158 \text{ mol}$

$$N(\text{F}_2) = n(\text{F}_2) \cdot N_A \approx 0,13158 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}} \approx 7,924 \cdot 10^{22} \text{ F}_2 \text{ - Moleküle}$$

Da jedes F₂-Molekül aus 18 p⁺, 18 e⁻ und 20 n⁰ besteht (man beachte: F₂ besteht aus 2 F-Atomen!) folgt:

$$N(\text{p}^+) = N(\text{e}^-) \approx 1,43 \cdot 10^{24} \text{ und } N(\text{n}^0) \approx 1,58 \cdot 10^{24}$$

3.4

Zuerst wird berechnet welche Stoffmenge MgCl₂ das ist:

$$n(\text{MgCl}_2) = \frac{m(\text{MgCl}_2)}{M(\text{MgCl}_2)} = \frac{7 \text{ g}}{95,21 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,0735 \text{ mol}$$

Dann wird berechnet welche Stoffmengen Mg²⁺ und Cl⁻ vorliegen (z.B. mit Reaktionsgleichung):

Pro Formeleinheit $MgCl_2$ geht ein Mg^{2+} und $2 Cl^-$ in Lösung: $MgCl_2 \xrightarrow{\text{Lösen}} Mg^{2+} + 2Cl^-$

Wenn man also $0,0735 \text{ mol } MgCl_2$ löst, so sind in der Lösung $0,0735 \text{ mol } Mg^{2+}$ und $2 \cdot 0,0735 \text{ mol} \approx 0,1470 \text{ mol } Cl^-$ enthalten.

Diese Stoffmengen können jetzt in Massen umgerechnet werden:

$$m(Mg^{2+}) = n(Mg^{2+}) \cdot M(Mg^{2+}) = 0,0735 \text{ mol} \cdot 24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 1,787 \text{ g}$$

und

$$m(Cl^-) = n(Cl^-) \cdot M(Cl^-) = 0,1470 \text{ mol} \cdot 35,45 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 5,211 \text{ g}$$

Mithilfe der Stoffmengen und der Massen lassen sich die Stoffmengenkonzentrationen in mol/L und die Massenkonzentrationen in Gramm pro Liter berechnen.

$$\beta(Mg^{2+}) = \frac{m(Mg^{2+})}{V(Lsg)} \approx \frac{1,787 \text{ g}}{0,5 \text{ L}} \approx 3,57 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Man könnte hier auch mit dem Dreisatz rechnen: Wenn in $0,5 \text{ L}$ Lösung (siehe Aufgabenstellung) $1,787 \text{ g } Mg^{2+}$ enthalten sind, wie viel sind es dann pro Liter? => doppelt so viel, d.h. $1,787 \text{ g} \cdot 2 \approx 3,57 \text{ g} \Rightarrow \beta = 3,57 \text{ g/L}$

$$\beta(Cl^-) = \frac{m(Cl^-)}{V(Cl^-)} \approx \frac{5,21 \text{ g}}{0,5 \text{ L}} \approx 10,42 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

auch mit Dreisatz berechenbar

Für die Stoffmengenkonzentrationen folgt:

$$c(Mg^{2+}) = \frac{n(Mg^{2+})}{V(Lsg)} \approx \frac{0,0735 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} \approx 0,147 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Man könnte hier auch mit dem Dreisatz rechnen: Wenn in $0,5 \text{ L}$ Lösung (siehe Aufgabenstellung) $0,0735 \text{ mol } Mg^{2+}$ enthalten sind, wie viel sind es dann pro Liter? => doppelt so viel, d.h. $0,0735 \text{ g} \cdot 2 \approx 0,147 \text{ mol} \Rightarrow c = 0,147 \text{ mol/L}$

$$c(Cl^-) = \frac{n(Cl^-)}{V(Cl^-)} \approx \frac{0,1470 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} \approx 0,294 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

auch mit Dreisatz berechenbar

3.5

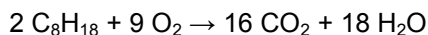
Benzin ist ein komplexes Gemisch vieler Stoffe, so dass keine chemische Formel angegeben werden kann. Ein wichtiger Bestandteil ist jedoch n-Octan (C_8H_{18}).

Berechnung der Stoffmenge von „Benzin“

$$m(C_8H_{18}) = \rho(C_8H_{18}) \cdot V(Lsg) = 0,7 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 7800 \text{ mL} \approx 5460 \text{ g}$$

$$n(C_8H_{18}) = \frac{m(C_8H_{18})}{M(C_8H_{18})} = \frac{5460 \text{ g}}{114,23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 47,798 \text{ mol}$$

Berechnung der Stoffmengen CO_2 und O_2 (mithilfe der Reaktionsgleichung)



Berechnung der Stoffmengen über das Koeffizientenverhältnis:

$$\text{Koeffizient } 2 \triangleq 47,798 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow x = 215,09 \text{ mol } O_2$$

$$\text{Koeffizient } 9 \triangleq x$$

$$\text{Koeffizient } 2 \triangleq 47,798 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow x = 382,384 \text{ mol } CO_2$$

$$\text{Koeffizient } 16 \triangleq x$$

Berechnung des Volumens und der Masse

$$1 \text{ mol} \triangleq 22,4 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow x \approx 4800 \text{ L } O_2$$

$$215,09 \text{ mol} \triangleq x$$

$$m(CO_2) = n(CO_2) \cdot M(CO_2) \approx 382,384 \text{ mol} \cdot 44,01 \text{ g/mol}$$

$$\approx 16829 \text{ g (pro 100 km)}$$

Massenerhalt. Die Summe der Massen ergibt wieder 60,000 g.

Nr. 4.2

Rkt. Gleichung (Schritt 1)	Mg	+	Cl ₂	→	MgCl ₂	
Molare Massen – aus Tabellenbuch (für Schritt 4)	24,305 g/mol		70,906 g/mol		95,211 g/mol	
Stoffmenge (hier schon angegeben) (Schritt 2)					0,5 mol	
Mit Koeffizientenverhältnis berechnete n(X) (Schritt 3)	0,5 mol		0,5 mol			Aus dem Koeff.verhältnis (1:1:1, 1 Mg + 1 Cl ₂ → 1 MgCl ₂) ist zu sehen, dass die dieselben Stoffmengen an Mg und an Cl ₂ benötigt werden.
Umrechnung in die Massen (Schritt 4)	12,153 g m(Mg)		35,453 g m(Cl₂)		(47,606 g)	Die MgCl ₂ -Masse wurde nur zur Kontrolle des Massenerhalts berechnet.

Nr. 4.3

Rkt. Gleichung (Schritt 1)	4 Al	+	3 O ₂	→	2 Al ₂ O ₃	
In Aufgabenstellung gegebene Stoffportion	?		?		34000 g	
Molare Massen – aus Tabellenbuch (für Schritt 2 und 4)	26,9815 g/mol		31,9988 g/mol		101,961 g/mol	Warum entspricht die Summe der molaren Massen der Ausgangsstoffe im Allgemeinen nicht der Summe der molaren Massen der Produkte? – Das können Sie sich selbst erklären!
Berechnete Stoffmenge (Schritt 2)					333,4608 mol	
Mit Koeff.verhältnis berechnete n(X) (Schritt 3)			500,1912 mol			Die 500,1912 mol lassen sich z.B. mit dem Dreisatz berechnen: 2 \triangleq 333,4608 3 \triangleq x => x = ...
Umrechnung in Volumen (Schritt 4)			12035 L			Das Volumen lässt sich mit dem Dreisatz berechnen: 1 mol \triangleq 24,06 L, 500,1912 mol \triangleq x => x = 12035 L (runden!)

Nr. 4.4

Rkt. Gleichung (Schritt 1)	2 Al	+	3 Br ₂	→	2 AlBr ₃	
In Aufgabenstellung gegebene Stoffportion	10 g		5 g		?	Hier sind 2 Stoffportionen gegeben, sie müssen aber nicht unbedingt beide vollständig abreagieren, einer der beiden Ausgangsstoffe kann im Überschuss vorliegen!
Molare Massen – aus Tabellenbuch	26,9815 g/mol		159,808 g/mol		266,694 g/mol	
Vorgelegte Stoffmengen	0,370624 mol		0,0312875 mol			
Als nächstes muss überprüft werden, ob und wenn ja, welcher der Ausgangsstoffe im Überschuss vorliegt.						
benötigte Stoffmenge wenn vollständig abreagieren soll (mit Koeffizientenverhältnis der Rkt.gl. berechnet)	Br ₂ - 0,370624 mol		0,555936 mol			Zum vollständigen Umsatz von 0,370624 mol Al würden 0,555936 mol Br ₂ benötigt. Soviel steht jedoch nicht zur Verfügung! => Al ist also im Überschuss vorhanden!
benötigte Stoffmenge wenn vollständig abreagiert (mit Koeffizientenverhältnis	Al- 0,020858 mol		0,0312875 mol			Br ₂ kann vollständig (0,0312875 mol) abreagieren. Dazu werden 0,020858 mol Al benötigt. Nach vollständiger Abreaktion von Br ₂ ist noch eine Restportion an Al

der Rkt.gl. berechnet)

Umrechnung in die Massen	0,5628 g	5,0000 g	5,5628 g (Summe der reag. Ausgangsstoffe)	vorhanden. Mit dem Massenerhaltungssatz lässt sich leicht die Masse an AlBr_3 ausrechnen, wenn man weiß, welche Massen der Ausgangsstoffe reagieren.
--------------------------	----------	----------	----------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Die Restmasse an Al entspricht der Differenz zwischen Anfangsmasse und abreagierter Masse:

$$m(\text{Al}) = 10 \text{ g} - 0,5628 \text{ g} = 9,4372 \text{ g}.$$

Im Gefäß sind nach Reaktionsende enthalten: 0 g Br_2 (vollständig abreagiert), 9,437 g Al und 5,563 g AlBr_3 .

Nr. 4.5

ergänzender Hinweis zur Aufgabenstellung: Auch H_2O soll nach Reaktion gasförmig vorliegen (H_2O -Dampf).

Rkt. Gleichung	CH_4	+	2O_2	→	1CO_2	+	$2 \text{H}_2\text{O}$	
In Aufgabenstellung gegebene Stoffportion	10 L		5 L		?		?	
Vorgelegte Stoffmengen	0,446429 mol		0,223214 mol					Mit Dreisatz berechnet. z.B. für CH_4 $1 \text{ mol} \triangleq 22,4 \text{ L}$ $x \triangleq 10 \text{ L}$
Als nächstes muss überprüft werden, ob und wenn ja, welche der Ausgangsstoffe im Überschuss vorliegen. Da die Ausgangsstoffe im Stoffmengenverhältnis 1:2 reagieren (Koeffizientenverhältnis der Rkt.gleichung), sieht man das ein Überschuss an CH_4 enthalten ist. Die O_2 -Portion hingegen kann vollständig abreagieren. =>								
tatsächlich reagierende Stoffmengen und Stoffmengen der sich bildenden Produkte.	0,111607 mol		0,223214 mol		0,111607 mol		0,223214 mol	
nach Rkt. vorhandene Stoffmengen	0,33482 mol		0,00 mol		0,111607 mol		0,223214 mol	
Umrechnung in Volumina	7,50 L		0,00 L		2,50 L		5,00 L	Mit Dreisatz berechnet. z.B. für CH_4 $1 \text{ mol} \triangleq 22,4 \text{ L}$ Mit Dreisatz berechnet. z.B. für CH_4 : $1 \text{ mol} \triangleq 22,4 \text{ L}$ $0,33482 \text{ mol} \triangleq x$
Molare Massen – aus Tabellenbuch	16,043 g/mol		31,9998 g/mol		44,010 g/mol		18,0152 g/mol	
Nach Rkt. vorhandene Massen (mit $m = n \cdot M$ berechnet)	5,37 g		0,00 g		4,91 g		4,02 g	

Nr. 4.6

Rkt. Gleichung (Schritt 1)	$2 \text{C}_2\text{H}_6$	+	7O_2	→	4CO_2	+	$6 \text{H}_2\text{O}$	
In Aufgabenstellung gegebene Stoffportion	?		?		?		25 g	
Molare Massen – aus Tabellenbuch	30,069 g/mol		31,9998 g/mol		44,010 g/mol		18,0152 g/mol	
Berechnete Stoffmenge (Schritt 2)							1,387717 mol	
Mit Koeff.verhältnis berechnete n(X)	0,462572 mol		unnötig		unnötig			

(Schritt 3)					
Umrechnung	in	11,38 L			1 mol $\hat{=}$ 24,6 L
Volumen					
(Schritt 4)					0,462572 mol $\hat{=}$ x
Nr. 4.7					
Ergänzung zur Aufgabenstellung: Summenformel von Zinkchlorid: ZnCl ₂					
Rkt. Gleichung	Zn (s)	+	2 HCl (aq)	→	H ₂ (g) + ZnCl ₂ (aq)
(Schritt 1)					
In Aufgabenstellung	?		?		5 g
gegebene Stoffportion					?
Molare Massen – aus	65,39		36,461		2,0158 g/mol
Tabellenbuch	g/mol		g/mol		136,30 g/mol
Berechnete					2,48040 mol
Stoffmenge					
(Schritt 2)					
Mit Koeff.verhältnis	2,48040		unnötig		unnötig
berechnete n(X)	mol				
(Schritt 3)					
Umrechnung in Masse	162,2 g				
(Schritt 4)					