



1: Atombau und Periodensystem der Elemente

Lösungen der Übungen

Übung 8.1



Ein Atomkern enthält 13 p⁺. Wie viele Elektronen enthält das neutrale Atom?
Ein Fluor Atom wiegt 19 u. Berechne die Masse des Fluoratoms in Gramm.

$$13p^+ \rightarrow 13e^-$$

$$\text{Fluor-Atom: } 19u \cdot 1,66054 \cdot 10^{-24} = \underline{\underline{3,155 \cdot 10^{-23} \text{ g}}}$$

Übung 9.1



Ergänze die Tabelle:

	p ⁺	e ⁻	n
¹ ₁ H	1	1	0
³² ₁₆ S	16	16	16
¹⁹⁷ ₇₉ Au	79	79	118
²³⁸ ₉₂ U	92	92	146

Übung 9.2



Berechne die Atommasse von Magnesium:

²⁴Mg 79% ²⁵Mg 10% ²⁶Mg 11%

$$M(\text{Mg}) = \frac{79 \cdot 24 + 10 \cdot 25 + 11 \cdot 26}{100} = \underline{\underline{24,32 \text{ u}}}$$

Übung 11.1



Bestimme die Molmassen folgender Substanzen:

M(S₈) = M(CH₄) = M(H₂SO₄) = M(HNO₃) =

$$M(\text{S}_8) = 8 \cdot 32,1 = \underline{\underline{256,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

$$M(\text{CH}_4) = 1 \cdot 12,0 + 4 \cdot 1,0 = \underline{\underline{16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1,0 + 1 \cdot 32,1 + 4 \cdot 16,0 = \underline{\underline{98,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 1 \cdot 1,0 + 1 \cdot 14,0 + 3 \cdot 16,0 = \underline{\underline{63,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}}$$



Übung 11.2



Berechne die Masse von 1,7 mol Essigsäure (CH₃COOH)

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,7 \text{ mol} \quad M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$\rightarrow m = n \cdot M = 1,7 \text{ mol} \cdot 60 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{102 \text{ g}}}$$

Übung 11.3



Wieviel Mol Kohlenstoffdioxid sind in einer CO₂-Patrone mit 10 g Inhalt enthalten?

$$m(\text{CO}_2) = 10 \text{ g} \quad M(\text{CO}_2) = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ g}}{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \underline{\underline{0,23 \text{ mol}}}$$

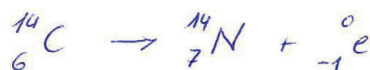
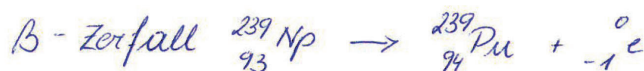
Übung 13.1



Stelle die Zerfallsgleichung für den α-Zerfall von ²³⁸U auf.

Stelle die Zerfallsgleichung für den β-Zerfall von ²³⁹Np auf.

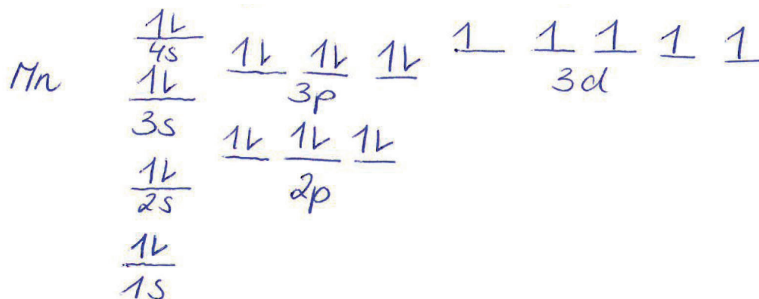
¹⁴C zerfällt zu ¹⁴N. Stelle die Zerfallsgleichung auf.



Übung 23.1



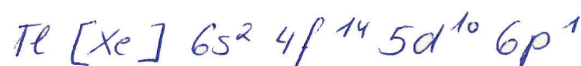
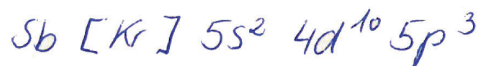
Füll das folgende Orbitalbesetzungsschema für das Element Mangan aus und nimm die Abbildungen auf Seite 20 als Hilfe.



Übung 23.2



Bestimme die verkürzte Elektronenkonfiguration von: Mn - Ba - Sb - Tl - Sn - S



Übung 27.1



Sammele alle aus dem PSE ablesbaren Informationen für die Elemente Fluor, Aluminium, Antimon und Cäsium.

St.1.	Fluor	Aluminium	Antimon	Cäsium
Element-symbole	F	Al	Sb	Cs
Z	9 (9p ⁺)	13 (13p ⁺)	51 (51p ⁺)	55 (55p ⁺)
M	19 $\frac{g}{mol}$	27 $\frac{g}{mol}$	121,7 $\frac{g}{mol}$	132,9 $\frac{g}{mol}$
EN	4,1	1,5	1,8	0,9
	Nichtmetall	Metall	Metall	Metall
Aggregat-zustand	gasförmig	fest	fest	fest
Valenz-e-	7	3	5	1
e ⁻ -Konfigur.	[He] 2s ² 2p ⁵	[Ne] 3s ² 3p ¹	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ³	[Xe] 6s ¹
Ionisierungs-energie	} hoch	} eher gering		} gering
Elektronen-affinität				
Tendenz zur e ⁻ -Aufnahme oder Abgabe	e ⁻ -Aufnahme ($\rightarrow F^{-}$)	e ⁻ -Abgabe ($\rightarrow Al^{3+}$)	e ⁻ -Abgabe (Sb³⁺ /Sb ⁵⁺)	e ⁻ -Abgabe ($\rightarrow Cs^{+}$)

Übung 29.1



Gib die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Natrium mit Wasser an.





2: Die chemische Bindung

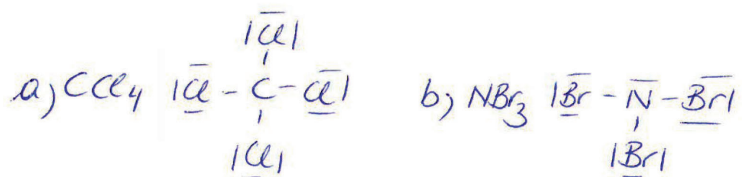
Lösungen der Übungen

Übung 41.1



Bestimme Summen- und Strukturformel der einfachsten Moleküle (dh. 1 C-Atom bzw. ein N-Atom) von

- a) C-Cl-Verbindung
b) N-Br-Verbindung

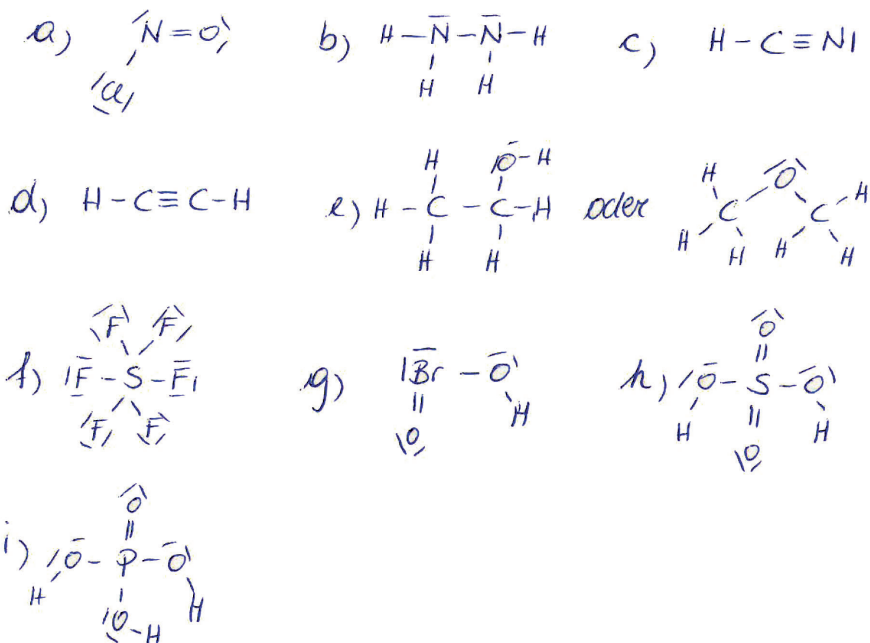


Übung 41.2



Bestimme die Strukturformeln von:

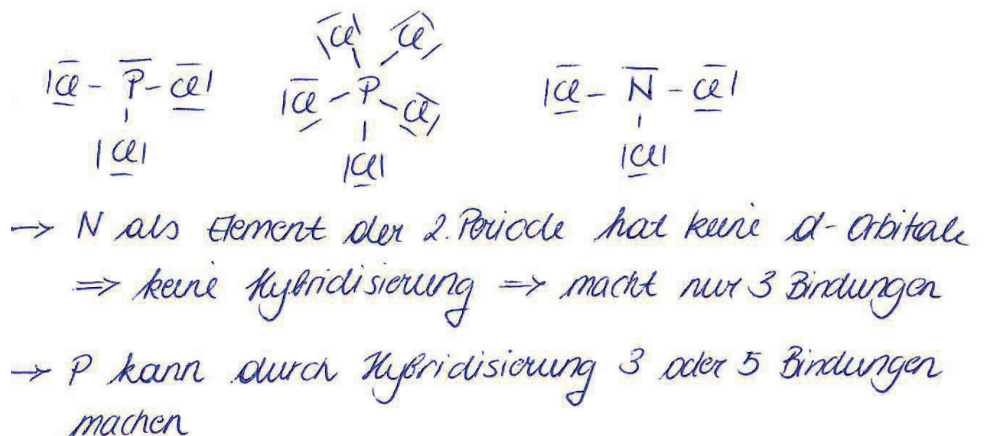
- a) NOCl b) N_2H_4 c) HCN d) C_2H_2
e) C_2H_6O (2 Möglichkeiten)
f) SF_6 g) $HBrO_2$ h) H_2SO_4
i) H_3PO_4



Übung 41.3



Es existieren 2 Verbindungen zwischen Phosphor und Chlor (PCl_3 und PCl_5) aber nur eine zwischen Stickstoff und Chlor (NCl_3). Zeichne die Strukturformeln und begründe dieses unterschiedliche Vorkommen.



Übung 41.4



Im Unterschied zu den Chlorverbindungen des Phosphors gibt es nur eine Wasserstoffverbindung mit Phosphor (PH_3). Begründe dies!

H hat die geringste EN aller Nichtmetalle \Rightarrow kann daher andere Bindungspartner nicht zum Teilen von mehr e^- als im nicht hybridisierten Zustand zwingen.

Übung 41.5



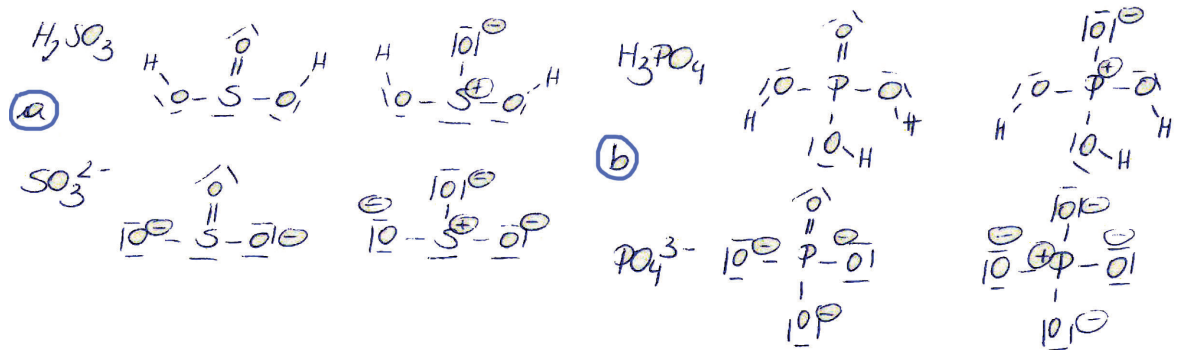
Erläutere, warum es kein SO Molekül geben kann!

*SO_4 : O macht 2 Bindungen $\rightarrow 2 \cdot 4 = 8$
 \Rightarrow S macht 2, 4 oder 6 Bindungen*

Übung 43.1



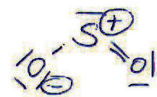
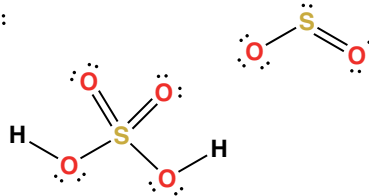
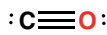
Zeichne die Strukturformeln nach dem Modell der koordinativen Bindung und nach dem Hybridisierungsmodell. a) H_2SO_3 und SO_3^{2-} b) H_3PO_4 und PO_4^{3-}



Übung 43.2



Ergänze folgende Strukturformeln durch Angabe der Formalladungen.

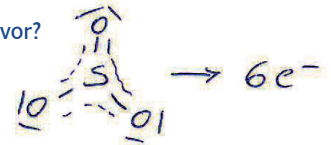


$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ keine Formalladungen

Übung 43.3



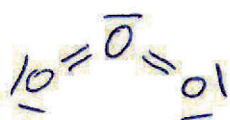
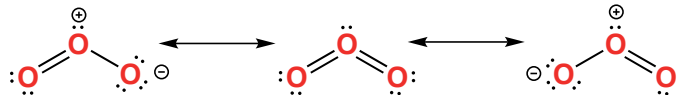
Wieviele Elektronen liegen laut Mesomeriemodell beim SO_3 delokalisiert vor?



Übung 43.4



Für das Molekül Ozon sind 3 Grenzstrukturen angegeben. Welche Formel ist falsch? Begründe deine Antwort!



O : 2. Periode \rightarrow keine d-Orbitale \rightarrow keine Oktettregelüberschreitung

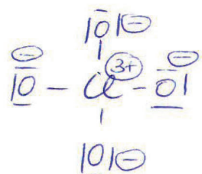


Übung 43.5

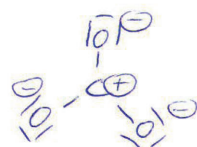


Erstelle die Strukturformeln für folgende Teilchen und gib das dafür notwendige Modell (Lewis-einfach, Hybridisierung, Delokalisierung oder koordinative Bindung) an.

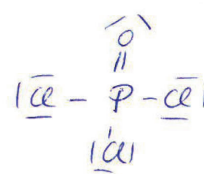
ClO_4^- , CO_3^{2-} , POCl_3 (O ist an P gebunden), SCl_2 , PBr_5 , SeO_3



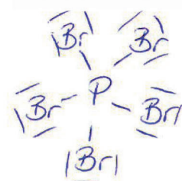
koordinativ



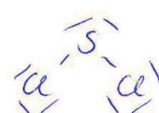
koordinativ



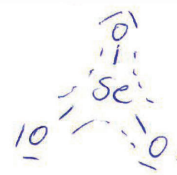
hybridisiert



hybridisiert



Lewis einfach



delokalisiert

Übung 43.6



Welche der folgenden Moleküle existieren nicht? PH_5 , NCl_5 , PCl_5 , NCl_3 , CO_3 , H_2SO_4 , SF_5

nicht möglich: PH_5 (mit H keine Hybridisierung)
 NCl_5 (N kann nicht hybridisieren)
 CO_3 (C kann keine 6 Bindungen machen)
 SF_5 (S macht 2, 4, 6 Bindungen; nicht 5)

Übung 45.1

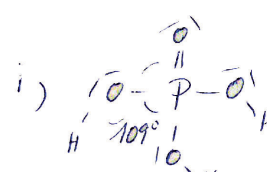
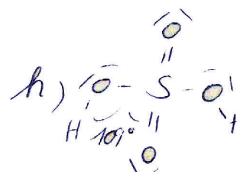
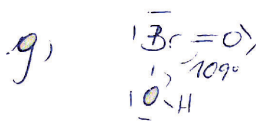
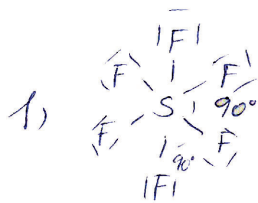
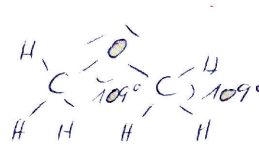
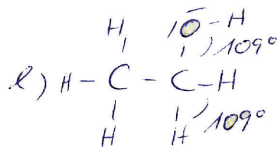
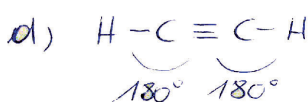
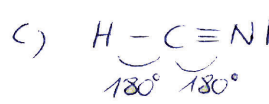
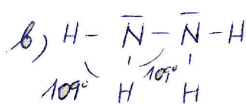
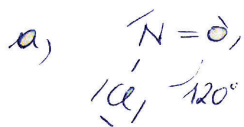


„Ten Questions“ (Prüfe deine Lehrerin/deinen Lehrer)

Überlege dir zu drei der auf dieser Seite angegebenen Moleküle, 10 Aussagen über Eigenschaften und Verwendung. Einige Aussagen sollten eindeutig sein, einige sollten den Stoff nicht so deutlich charakterisieren. (Du kannst dir natürlich auch zusätzliche Informationen über den Stoff beschaffen.)

Sortiere diese 10 Aussagen in beliebiger Reihenfolge. Deine Lehrerin/dein Lehrer sagt dann eine Zahl und du liest die Aussage vor.

Wie viele Aussagen braucht deine Lehrerin/dein Lehrer bis sie/er den Stoff erkennt?

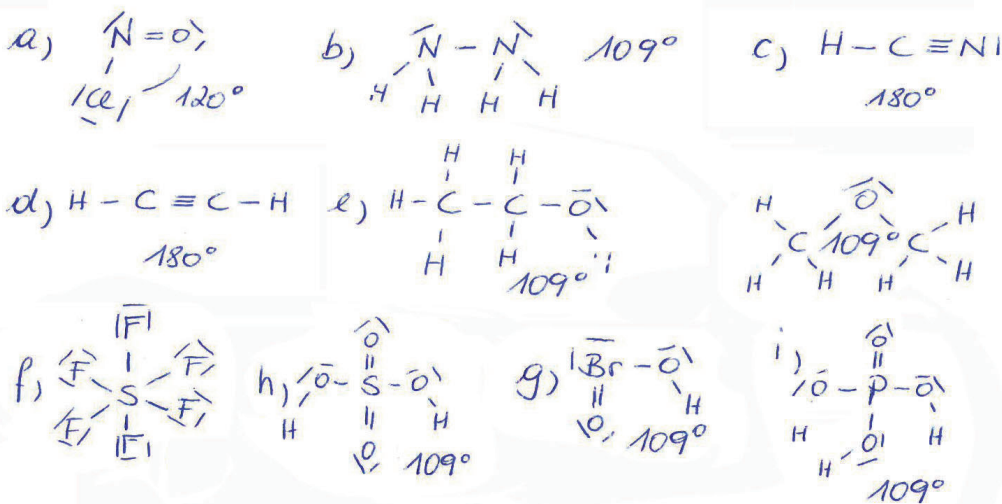


Übung 46.1



Gib alle Bindungswinkel in folgenden Molekülen an:

- a) NOCl
- b) N₂H₄
- c) HCN
- d) C₂H₂
- e) C₂H₆O (2 Möglichkeiten)
- f) SF₆
- g) HBrO₂
- h) H₂SO₄
- i) H₃PO₄



Übung 47.1



Welche der folgenden Moleküle sind Dipol-Moleküle?

SO₂, SO₃, CO₂, HCN, H₂SO₄, H₂S, CF₄, H₂CO₃, HNO₂

SO₂, HCN, H₂SO₄, H₂CO₃, HNO₂

Übung 49.1



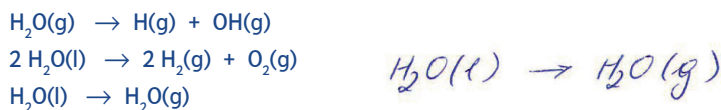
Ordne die folgenden Siedepunkte den Wasserstoffverbindungen der 15. Gruppe (NH₃, PH₃, AsH₃) zu: -33 °C, -62,5 °C, -87,7 °C

NH₃ : -33°C PH₃ : -87,7°C AsH₃ : -62,5°C

Übung 49.2



Bei welcher der folgenden Reaktionen werden Wasserstoffbrücken gelöst?



Übung 55.1



Bilde alle möglichen binären (Binär = aus 2 Ionensorten aufgebaut) Ionenverbindungen (Formel und Name) aus folgenden Atomen:

Ba, Cl, P, K, S, Sn, Bi

Metalle: Ba²⁺, K⁺, Sn²⁺, Sn⁴⁺, Bi³⁺, Bi⁵⁺
 Nichtmetalle: Cl⁻, P³⁻, S²⁻

BaCl₂ Bariumchlorid KCl Kaliumchlorid
 Ba₃P₂ Bariumphosphid K₃P Kaliumphosphid
 BaS Bariumsulfid K₂S Kaliumsulfid

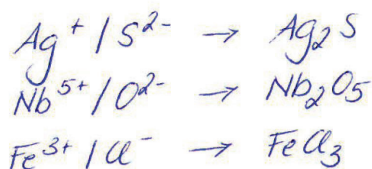
SnCl₂ Zinn (II)chlorid BiCl₃ Bismut (III)chlorid
 SnCl₄ Zinn (IV)chlorid BiCl₅ Bismut (V)chlorid
 Sn₃P₂ Zinn (II)phosphid BiP Bismut (III)phosphid
 Sn₃P₄ Zinn (IV)phosphid Bi₃P₅ Bismut (V)phosphid
 SnS Zinn (II)sulfid Bi₂S₃ Bismut (III)sulfid
 SnS₂ Zinn (IV)sulfid P₁₂S₅ Bismut (V)sulfid



Übung 55.2



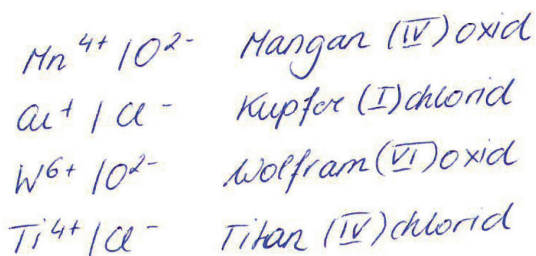
Bestimme die Formeln von Silber(I)-sulfid, Niob(V)-oxid, Eisen(III)-chlorid



Übung 55.3



Benenne folgende Ionenverbindungen: MnO_2 , $CuCl$, WO_3 , $TiCl_4$



Übung 56.1



Bestimme die Formel von:

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| a) Magnesiumnitrat | b) Blei(II)-nitrat |
| c) Eisen(III)-phosphat | d) Eisen(II)-phosphat |
| e) Nickel(II)-bromid | f) Kupfer(II)-sulfat |
| g) Calciumcarbonat | h) Bariumhydroxid |
| i) Natriumhydrogencarbonat | j) Kaliumhydrogenphosphat |
| k) Kupfer(II)-sulfid | l) Kaliumdichromat |
| m) Eisen(III)-cyanid | n) Kupfer(I)-sulfid |

- | | |
|-------------------|-----------------|
| a) $Mg(NO_3)_2$ | h) $Ba(OH)_2$ |
| b) $Pb(NO_3)_2$ | i) $NaHCO_3$ |
| c) $FePO_4$ | j) K_2HPO_4 |
| d) $Fe_3(PO_4)_2$ | k) As_2S_3 |
| e) $NiBr_2$ | l) $K_2Cr_2O_7$ |
| f) $CuSO_4$ | m) $Fe(CN)_3$ |
| g) $CaCO_3$ | n) Cu_2SO_3 |

Übung 56.2



Bestimme die Namen von:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| a) $Ti(SO_4)_2$ | b) $Au(NO_3)_3$ |
| c) $Al(OH)_3$ | d) $Co(H_2PO_4)_2$ |
| e) $KMnO_4$ | f) $Ca(HCO_3)_2$ |
| g) $Al_2(HPO_4)_3$ | |

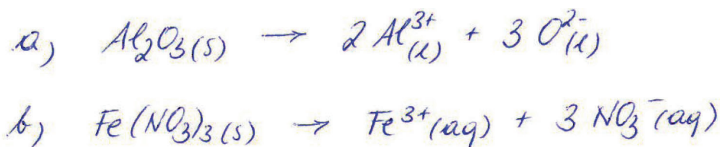
- a) Ti^{4+} / SO_4^{2-} Titan (IV)sulfat
 b) Au^{3+} / NO_3^- Gold (III)nitrat
 c) Al^{3+} / OH^- Aluminiumhydroxid
 d) $Co^{2+} / H_2PO_4^-$ Kobalt (II)dihydrogenphosphat
 e) K^+ / MnO_4^- Kaliumpermanganat
 f) Ca^{2+} / HCO_3^{2-} Calciumhydrogencarbonat
 g) Al^{3+} / HPO_4^- Aluminiumhydrogenphosphat

Übung 63.1



Stelle in Form einer Reaktionsgleichung mit den passenden Indices dar:

- a) Schmelzen von Aluminiumoxid
 b) Lösen von Eisen(III)-nitrat

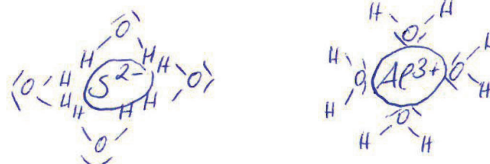


Übung 63.2



Zeichne eine Hydrathülle mit vier Wassermolekülen

- a) um ein Sulfidion. b) um ein Aluminiumion.



Übung 63.3



Beim Erhitzen von 10 g kristallwasserhaltigen Magnesiumsulfat vermindert sich die Masse um 5,1 g. Berechne den Wasseranteil und formuliere die Formel für kristallwasserhaltiges Magnesiumsulfat.

$$\text{MgSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O} \quad m(\text{wasserfrei}) = 10 - 5,1 = 4,9 \text{ g}$$

$$M(\text{MgSO}_4) = 120,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad n = \frac{m}{M} = \frac{4,9 \text{ g}}{120,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,04 \text{ mol}$$

$$\frac{m(\text{wasserhaltig})}{n} = M(\text{MgSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}) = \frac{10 \text{ g}}{0,04 \text{ mol}} = 250 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M(\text{MgSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}) - M(\text{MgSO}_4) = 250 - 120,4 = 129,6$$

$$\frac{129,6}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 7,2 \sim 7 \rightarrow \underline{\underline{\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}}}$$





3: Die chemische Reaktion

Lösungen der Übungen

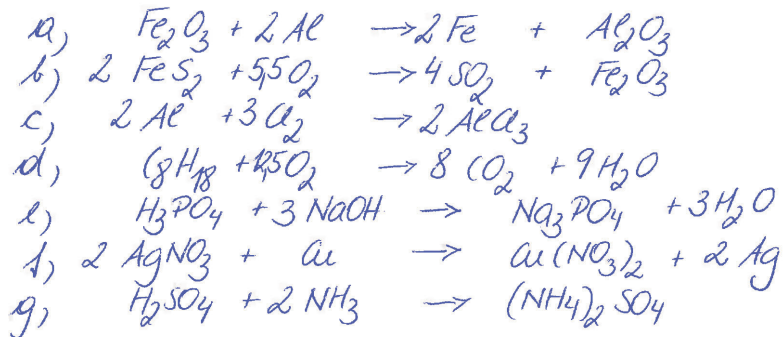
Übung 80.1



Stelle folgende RGL richtig:

- a) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
 b) $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3$
 c) $\text{Al} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{AlCl}_3$

- d) $\text{C}_8\text{H}_{18} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 e) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 f) $\text{AgNO}_3 + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ag}$
 g) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

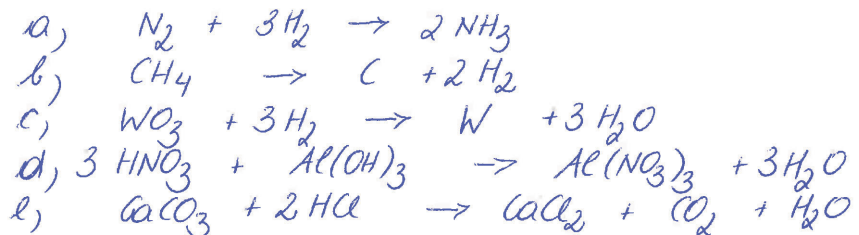


Übung 80.2



Erstelle die RGL für folgende Reaktionen:

- a) Bildung von Ammoniak aus den Elementen
 b) Zersetzung von Methan in die Elemente
 c) Reaktion von Wolfram(VI)-oxid mit Wasserstoff zu Wolfram und Wasserdampf
 d) Reaktion von Salpetersäure mit Aluminiumhydroxid zu Aluminiumnitrat und Wasser
 e) Calciumcarbonat und Salzsäure zu Calciumchlorid, Kohlenstoffdioxid und Wasser



Übung 83.1



Wie viel Mol Methanol (CH_3OH) kann man aus 15 mol Wasserstoff erzeugen?



$$\begin{array}{l}
 2\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \\
 n = 15 \text{ mol} \quad \quad \quad \rightarrow \quad \quad \quad \frac{7,5 \text{ mol}}{2} \\
 \frac{n_{\text{CH}_3\text{OH}}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{1}{2} \quad \quad \quad n_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{n_{\text{H}_2}}{2} \quad \uparrow
 \end{array}$$



Übung 83.2



Wie viel Mol Sauerstoff benötigt man für die Verbrennung von 10 mol Butan?



$$n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 10 \text{ mol} \quad \frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_4\text{H}_{10})} = \frac{6,5}{1} \quad n(\text{O}_2) = 6,5 \cdot n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \underline{65 \text{ mol}}$$

Übung 83.3



Wie viel mol HCl benötigt man zum Umsatz von 8,5 mol Eisen(II)-chlorid?



$$n(\text{FeCl}_3) = 8,5 \text{ mol} \quad \frac{n(\text{HCl})}{n(\text{FeCl}_3)} = \frac{8}{5} \quad n(\text{HCl}) = \frac{8}{5} \cdot n(\text{FeCl}_3) = \underline{13,6 \text{ mol}}$$

Übung 83.4



Wie viel kg SO₂ entstehen bei der Verbrennung von 10 t Kohle mit einem Schwefelgehalt von 3 %?

$$3\% \text{ von } 1 \text{ t} \hat{=} 300 \text{ kg S}$$



$$n_{\text{S}} = \frac{m_{\text{S}}}{M_{\text{S}}} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ g}}{32,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 9345,8 \text{ mol} = n_{\text{SO}_2}$$

$$m_{\text{SO}_2} = n_{\text{SO}_2} \cdot M_{\text{SO}_2} = 9345,8 \text{ mol} \cdot 64,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 599065 \text{ g} \approx \underline{600 \text{ kg}}$$

Übung 83.5



Wie viel kg reines Aluminiumoxid benötigt man zur Herstellung von 1 t Aluminium?



$$n_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}} = \frac{10^6 \text{ g}}{27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 37037 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{\text{Al}_2\text{O}_3}}{n_{\text{Al}}} = \frac{1}{2} \rightarrow n_{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{n_{\text{Al}}}{2} = \frac{37037 \text{ mol}}{2} = 18518,5 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = n_{\text{Al}_2\text{O}_3} \cdot M_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 18518,5 \text{ mol} \cdot 102 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,89 \cdot 10^6 \text{ g} \approx \underline{1,89 \text{ t}}$$



Übung 83.6



Wie viel g Aluminium benötigt man zur Herstellung von 10 g Wasserstoff durch Reaktion mit überschüssiger Salzsäure?



$$n_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} = \frac{10 \text{ g}}{2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5 \text{ mol}$$

$$\frac{n_{\text{Al}}}{n_{\text{H}_2}} = \frac{1}{1,5} \rightarrow n_{\text{Al}} = \frac{n_{\text{H}_2}}{1,5} = \frac{5 \text{ mol}}{1,5} = 3,33 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Al}} = n_{\text{Al}} \cdot M_{\text{Al}} = 3,33 \text{ mol} \cdot 27 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 89,9 \text{ g} \sim \underline{90 \text{ g}}$$

Übung 83.7

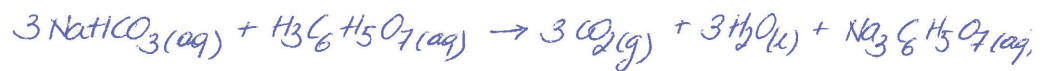


Die Bläschen, die beim Auflösen einer Brausetablette in Wasser entstehen, werden durch die Reaktion von Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) mit Citronensäure ($\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) erzeugt:



In einem Experiment reagieren 2,00 g Natriumhydrogencarbonat und 2,00 g Citronensäure.

- Welcher Ausgangsstoff begrenzt die Reaktion?
- Wie viel Gramm Kohlenstoffdioxid werden gebildet?
- Wie viel Gramm des zweiten Ausgangsstoffes bleiben über, wenn der andere Stoff vollständig reagiert hat?



$$a) \quad n_{(\text{NaHCO}_3)} = \frac{m_{(\text{NaHCO}_3)}}{M_{(\text{NaHCO}_3)}} = \frac{2 \text{ g}}{84 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,02 \text{ mol} \quad n_{(\text{HGt})} = \frac{m_{(\text{HGt})}}{M_{(\text{HGt})}} = \frac{2 \text{ g}}{192 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,01 \text{ mol}$$

→ laut Reaktionsgleichung:

$$n_{(\text{NaHCO}_3)} : n_{(\text{HGt})} = 3 : 1$$

⇒ bei 0,01 mol HGt müssten 0,03 mol NaHCO_3 reagieren

⇒ NaHCO_3 = der limitierende Stoff

$$b) \quad \frac{n_{(\text{CO}_2)}}{n_{(\text{NaHCO}_3)}} = \frac{3}{3} = \frac{1}{1} \Rightarrow n_{(\text{CO}_2)} = 0,02 \text{ mol}$$

$$m_{(\text{CO}_2)} = n_{(\text{CO}_2)} \cdot M_{(\text{CO}_2)} = 0,02 \text{ mol} \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{0,88 \text{ g}}}$$

$$c) \quad \frac{n_{(\text{HGt})}}{n_{(\text{NaHCO}_3)}} = \frac{1}{3} = \frac{x}{0,02 \text{ mol}} \rightarrow x = \frac{0,02 \text{ mol}}{3} = 0,006 \text{ mol}$$

→ 0,006 mol HGt haben reagiert

→ 0,01 mol - 0,006 mol = 0,003 mol bleiben übrig

$$m_{(\text{HGt})} = n_{(\text{HGt})} \cdot M_{(\text{HGt})} = 0,003 \text{ mol} \cdot 192 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{0,64 \text{ g}}}$$



Übung 85.1



Verdünte Kalilauge

Wie viel Gramm festes KOH benötigt man zur Herstellung von 2 L Kalilauge mit $c = 0,01 \text{ mol/L}$?

$$n = c \cdot V = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 \text{ L} = 0,02 \text{ mol}$$

$$m_{(\text{KOH})} = n \cdot M = 0,02 \text{ mol} \cdot 56,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{1,122 \text{ g}}}$$

Übung 85.2



Verdünte Schwefelsäure

Wie viel Gramm Schwefelsäure befinden sich in 1 L einer Lösung mit $c = 0,02 \text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$?

$$n = c \cdot V = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L} = 0,02 \text{ mol}$$

$$m_{(\text{H}_2\text{SO}_4)} = 0,02 \text{ mol} \cdot 98,079 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{1,96 \text{ g}}}$$

Übung 85.3



Verdünte Ammoniaklösung

Wie viele Milliliter Ammoniaklösung (mit $c = 13 \text{ mol/L}$) werden benötigt, um 200 mL Ammoniaklösung der Konzentration $0,2 \text{ mol/L}$ herzustellen?

$$c_{\text{konz}} \cdot V_{\text{konz}} = c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}$$

$$V_{\text{konz}} = \frac{c_{\text{verd}} \cdot V_{\text{verd}}}{c_{\text{konz}}} = \frac{0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,2 \text{ L}}{13 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,003 \text{ L} = \underline{\underline{3 \text{ mL}}}$$

Übung 85.4



Verdünte Salpetersäure

Wie viel 65%ige Salpetersäure (Dichte = 1400 g/L) benötigt man zur Herstellung von 1 Liter Salpetersäure mit $c = 2 \text{ mol/L}$?

$$c_{(\text{HNO}_3)} = \frac{\% \cdot \rho_{(\text{HNO}_3)}}{M_{(\text{HNO}_3)} \cdot 100} = \frac{65 \% \cdot 1400}{63,01 \cdot 100} = 14,442 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$V_{\text{konz}} = \frac{c_{\text{ver}} \cdot V_{\text{ver}}}{c_{\text{konz}}} = \frac{2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 1 \text{ L}}{14,442 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,1385 \text{ L} = \underline{\underline{138,5 \text{ mL}}}$$

Übung 86.1



10 mL Salpetersäure werden mit Kalilauge ($c = 0,2 \text{ mol/L}$) titriert. Der Verbrauch an KOH beträgt 13,4 mL. Berechne die Konzentration der Salpetersäure.



$$c_{\text{Probe}} \cdot V_{\text{Probe}} = c_{\text{Titer}} \cdot V_{\text{Titer}}$$

$$c_{\text{Probe}} = \frac{c_{\text{Titer}} \cdot V_{\text{Titer}}}{V_{\text{Probe}}} = \frac{0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 13,4 \cdot 10^{-3} \text{ L}}{10 \cdot 10^{-3} \text{ L}} = \underline{\underline{0,268 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}}$$

Übung 88.1



Gasdichte

Reihe die folgenden Gase nach ihrer Gasdichte (gleiche Bedingungen):

HCl, Luft, CH_4 , CO, N_2 , O_2 , CO_2 , SO_2 und N_2O

$$M_{\text{HCl}} = 36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{CO}} = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{Luft}} = 28,89 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{N}_2} = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{SO}_2} = 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{CH}_4} = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{O}_2} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{\text{N}_2\text{O}} = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$



Übung 89.1



18 mL Wasser (entspricht 18 g), eine sehr geringe Wassermenge, werden verdampft. Welches Volumen nimmt der Wasserdampf bei 100 °C und 1 bar ein?

$$p \cdot V = n \cdot R^* \cdot T \quad n = \frac{m}{M} = \frac{18 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1 \text{ mol}$$

$$V = \frac{n \cdot R^* \cdot T}{p} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,08314 \frac{\text{L} \cdot \text{bar}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 373 \text{ K}}{1 \text{ bar}} = \underline{\underline{31 \text{ L}}}$$

Übung 89.2



Wie viel Gramm Zink sind erforderlich, um durch Reaktion mit überschüssiger Salzsäure 10 Liter Wasserstoff zu erzeugen?

($p = 1 \text{ bar}$, $T = 298 \text{ K}$) Reaktionsgleichung: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$



$$p \cdot V = n \cdot R^* \cdot T \quad n = \frac{p \cdot V}{R^* \cdot T} = \frac{1 \text{ bar} \cdot 10 \text{ L}}{0,08314 \frac{\text{L} \cdot \text{bar}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 298 \text{ K}} = 0,4 \text{ mol H}_2$$

$$n_{\text{H}_2} = n_{\text{Zn}} \rightarrow m_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} \cdot M_{\text{Zn}} = 0,4 \text{ mol} \cdot 65,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \underline{\underline{26,14 \text{ g}}}$$

Übung 89.3



Wie viel Liter Wasserstoff kann man aus 10 g Aluminium durch Reaktion mit überschüssiger Salzsäure bei 25 °C und 1,01 bar gewinnen?



$$n_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{M_{\text{Al}}} = \frac{10 \text{ g}}{27 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,37 \text{ mol} \quad \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{Al}}} = \frac{1,5}{1} \rightarrow n_{\text{H}_2} = 1,5 \cdot n_{\text{Al}} = 1,5 \cdot 0,37 \text{ mol} = 0,56 \text{ mol}$$

$$p \cdot V = n \cdot R^* \cdot T \quad V = \frac{n \cdot R^* \cdot T}{p} = \frac{0,56 \text{ mol} \cdot 0,08314 \frac{\text{L} \cdot \text{bar}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 298 \text{ K}}{1,01 \text{ bar}} = \underline{\underline{13,6 \text{ L}}}$$

Übung 90.1



Berechne die Reaktionsenthalpie ΔH_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis: Erdgasspaltung von Methan mit Wasserdampf. RGL: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$

$$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g})$$

$$\Delta H_R^\ominus = -110,5 + 3 \cdot 0 - [-74,9 + (-241,8)] = \underline{\underline{206,2 \text{ kJ/mol}}}$$

Übung 90.2



Berechne die Reaktionsenthalpie ΔH_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis: Bildung von Hydrogenchlorid (alt: Chlorwasserstoff) aus den Elementen. RGL: $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \text{HCl}_{(\text{g})}$

$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$$

$$\Delta H_R^\ominus = 2 \cdot (-92,3) = \underline{\underline{-184,6 \text{ kJ/mol}}}$$



Übung 90.3



Berechne die Reaktionsenthalpie ΔH_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis:

Zersetzung von Distickstoffpentoxid. RGL: $2 \text{N}_2\text{O}_5(\text{s}) \rightarrow 4 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$



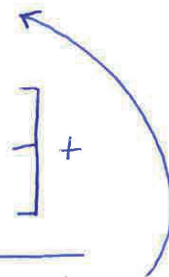
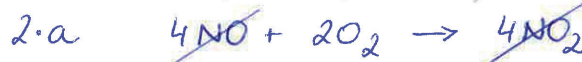
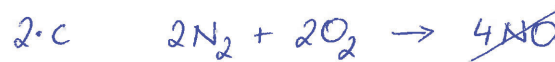
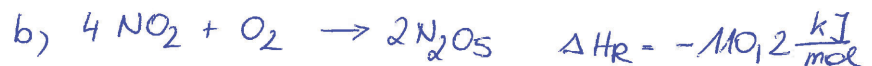
$$\Delta H_R^\ominus = 4 \cdot 33,8 + 0 - 2 \cdot (-10) = \underline{\underline{155,2 \text{ kJ/mol}}}$$

Übung 91.1



Der Satz von Heß

Berechne die Standardbildungsenthalpie von N_2O_5 aus folgenden Angaben:



1:2 um 1 mol N_2O_5 zu berechnen

$$\rightarrow \Delta H_B = \frac{2 \cdot \text{c) } + 2 \cdot \text{a) } + \text{b) }}{2} = \frac{2 \cdot 180,5 + 2 \cdot (-114,1) + (-110,2)}{2} = \underline{\underline{11,3 \text{ kJ/mol}}}$$

Übung 91.2



Der Heizwert: Berechne den Heizwert von Ethanol.



$$\Delta H_R^\ominus = [2 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-241,8)] - (-277,6) = -1234,8 \text{ kJ/mol}$$

$$n = \frac{1000 \text{ g}}{46 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 21,74 \text{ mol} \rightarrow H = 21,74 \text{ mol} \cdot 1234,8 \text{ kJ/mol} = \underline{\underline{26844,55 \text{ kJ pro kg}}}$$



Übung 91.3



Der Heizwert: Berechne den Heizwert und den Brennwert von Benzen (C_6H_6)! Um wieviel % lässt sich die Energieausbeute bei Benützung eines Brennwertgerätes steigern?



$$\begin{aligned} \text{Heizwert: } \Delta H_R^\ominus &= 6 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-241,8) - 83 = \\ &= -3169,4 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000g}{84 \frac{g}{mol}} = 11,9 \text{ mol} & H &= 11,9 \text{ mol} \cdot 3169,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = \\ & & &= \underline{\underline{37730,95 \text{ kJ pro kg}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Brennwert: } \Delta H_R^\ominus &= 6 \cdot (-393,5) + 3 \cdot (-285,8) - 83 = \\ &= -3301,4 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$H = 11,9 \text{ mol} \cdot 3301,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = \underline{\underline{39286,66 \text{ kJ pro kg}}}$$

$$39287 \text{ — } 100\%$$

$$37731 \text{ — } 96\% \rightarrow \text{um } 4\%$$

Übung 96.1



Berechne die Reaktionsentropie ΔS_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis: Erdgasspaltung von Methan mit Wasserdampf. RGL: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3 H_2$



$$\begin{aligned} \Delta S_R^\ominus &= (0,198 + 3 \cdot 0,131) - (0,186 + 0,189) = \\ &= \underline{\underline{0,216 \text{ kJ/K}}} \end{aligned}$$

Übung 96.2



Berechne die Reaktionsentropie ΔS_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis: Bildung von Hydrogenchlorid (alt: Chlorwasserstoff) aus den Elementen. RGL: $H_2(g) + Cl_{2(g)} \rightarrow 2 HCl_{(g)}$



$$\begin{aligned} \Delta S_R^\ominus &= 2 \cdot 0,187 - (0,131 + 0,223) = \underline{\underline{0,02 \text{ kJ/K}}} \\ &\text{(für 2 mol HCl)} \end{aligned}$$

Übung 96.3



Berechne die Reaktionsentropie ΔS_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis: Zersetzung von Distickstoffpentoxid. RGL: $2 N_2O_{5(s)} \rightarrow 4 NO_{2(g)} + O_{2(g)}$



$$\begin{aligned} \Delta S_R^\ominus &= (4 \cdot 0,24 + 0,205) - 2 \cdot 0,153 = \underline{\underline{0,859 \text{ kJ/K}}} \\ &\text{(für 2 mol } N_2O_5) \end{aligned}$$



Übung 97.1



Berechne die freie Reaktionsenthalpie ΔG_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis:
Erdgasspaltung von Methan mit Wasserdampf. RGL: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$

$$\Delta G_R^\ominus = 206,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 298\text{K} \cdot 0,216 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} = \underline{\underline{141,83 \text{ kJ/mol}}}$$

→ endergon

Übung 97.2



Berechne die freie Reaktionsenthalpie ΔG_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis:
Bildung von Hydrogenchlorid (alt: Chlorwasserstoff) aus den Elementen. RGL: $\text{H}_{2(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})} \rightarrow 2 \text{HCl}_{(\text{g})}$

$$\Delta G_R^\ominus = -184,6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 298\text{K} \cdot 0,02 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} = \underline{\underline{-190,56 \text{ kJ/mol}}}$$

→ exergon

Übung 97.3



Berechne die freie Reaktionsenthalpie ΔG_R^\ominus für die folgenden Reaktionen und interpretiere das Ergebnis:
Zersetzung von Distickstoffpentoxid. RGL: $2 \text{N}_2\text{O}_{5(\text{s})} \rightarrow 4 \text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$

$$\Delta G_R^\ominus = 155,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 298\text{K} \cdot 0,859 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} = \underline{\underline{-100,78 \text{ kJ/mol}}}$$

→ exergon

Übung 99.1



„Die Chloratmer“

In einem Science-Fiction-Roman wollten Außerirdische die Erde erobern.

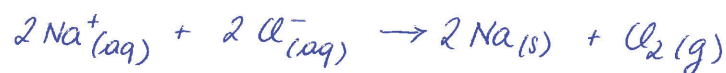
Ihr Stoffwechsel funktioniert mit Chlor statt mit Sauerstoff als Oxidationsmittel.

Die „Chloratmer“ entwickelten daher einen Katalysator, der das Natriumchlorid des Meerwassers in Natrium und Chlor zerlegt. Dieser sollte, in großen Mengen ins Meer geworfen, unsere Atmosphäre zu einer Chloratmosphäre umwandeln.

Untersuche, ob dieses Unterfangen vom chemischen Aspekt her möglich ist.

Thermodynamische Daten:

	Enthalpie (kJ/mol)	Entropie (kJ/mol·K)
$\text{Cl}_{2(\text{g})}$	0	0,223
$\text{Na}_{(\text{s})}$	0	0,051
$\text{Na}^+_{(\text{aq})}$	-240,3	0,058
$\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$	-167,1	0,057



$$\Delta H_R^\ominus = 0 - [2 \cdot (-240,3) + 2 \cdot (-167,1)] = 814,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S_R^\ominus = (2 \cdot 0,051 + 0,223) - (2 \cdot 0,058 + 2 \cdot 0,057) = 0,095 \text{ kJ/K}$$

$$\Delta G_R^\ominus = 814,8 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 298\text{K} \cdot 0,095 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} = 786,49 \text{ kJ/mol}$$

→ endergone Reaktion: nicht möglich





4: Das chemische Gleichgewicht

Lösungen der Übungen

Übung 110.1



Notiere das MWG folgender Reaktionen:



$$a) K = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]}$$

$$b) K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 \cdot [\text{O}_2]}$$

Übung 113.1



Verschiebung des Gleichgewichtes

Bestimme die Richtung der Gleichgewichtsverschiebung durch Druckerhöhung bei der Spaltung von Methan mit Wasserdampf: RGL: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$

\uparrow Druck \Rightarrow Verschiebung in Richtung Ausgangsstoffe

Übung 113.2



Verschiebung des Gleichgewichtes

Bestimme die Richtung der Gleichgewichtsverschiebung durch Temperaturerhöhung bei der Verbrennung von Methan! (Exotherme Reaktion)

\uparrow Temperatur \Rightarrow Verschiebung in Richtung Ausgangsstoffe

Übung 113.3



Verschiebung des Gleichgewichtes

Methanol - CH_3OH - wird durch Reaktion zwischen CO und H_2 hergestellt. Die Reaktion ist schwach exotherm und benötigt hohe Aktivierungsenthalpie. Welche Reaktionsbedingungen sind notwendig?

niedrige (mittlere) Temperatur, Katalysator, hoher Druck

Übung 113.4



Fragen zur Gleichgewichtslage

Die Reaktion $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ befindet sich bei einer Temperatur, bei der alle beteiligten Stoffe gasförmig sind, im Gleichgewicht. Das Gefäß ist durch den violetten Ioddampf charakteristisch gefärbt (alle anderen Stoffe sind farblos). Man gibt nun Wasserstoff zu und wartet auf die Neueinstellung des Gleichgewichts. Hat sich die violette Farbe verstärkt oder verringert?

\uparrow Konzentration eines Ausgangsstoffes \Rightarrow Verschiebung in Richtung der Endstoffe \rightarrow Entfärbung

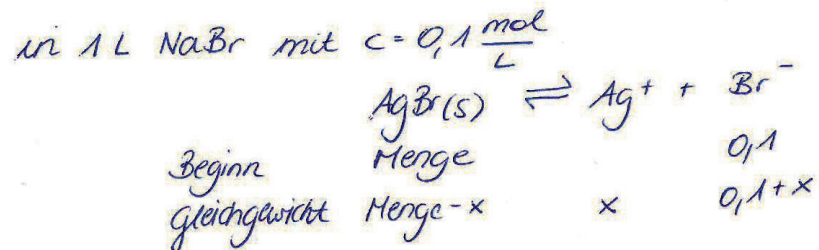
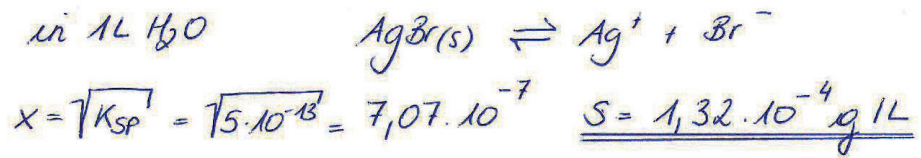


Übung 119.1



Löslichkeit

Berechne die Löslichkeit von Silberbromid in 1 Liter Wasser bzw. in 1 Liter NaBr-Lösung $c = 0,1 \text{ mol/Liter!}$



$$K_{sp} = x \cdot (x + 0,1) \quad \text{da } 0,1 \gg x \Rightarrow 0,1 + x \sim 0,1$$

$$K_{sp} = x \cdot 0,1 \Rightarrow x = 5 \cdot 10^{-12} \quad \underline{\underline{S = 9 \cdot 10^{-10} \text{ g/L}}}$$





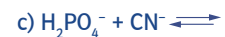
5: Säure-Base-Reaktion

Lösungen der Übungen

Übung 129.1



Ergänze folgende Protolysenreaktionen (Säure immer links):

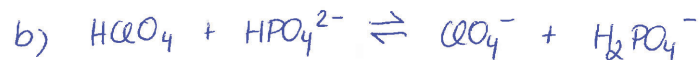


Übung 129.2



Formuliere die folgenden Protolysenreaktionen:

- Flusssäure reagiert mit Ammoniak
- Perchlorsäure reagiert mit Hydrogenphosphat
- Salzsäure reagiert mit Hydrogencarbonat



Übung 130.1



Formuliere K_A bzw. K_B für folgende Stoffe:

a) CN^- b) HF c) HCO_3^-

a) $K_B = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{HCN}]}{[\text{CN}^-]}$

b) $K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{F}^-]}{[\text{HF}]}$

c) $K_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$

$K_B = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]}$

Übung 130.2



Berechne:

a) $\text{p}K_A$ aus $K_A = 4,23 \cdot 10^{-10}$

b) K_B aus $\text{p}K_B = 10,25$

a) $K_A = 4,23 \cdot 10^{-10} \rightarrow \text{p}K_A = -\lg 4,23 \cdot 10^{-10} = 9,37$

b) $\text{p}K_B = 10,25 \rightarrow K_B = 10^{-10,25} = 5,62 \cdot 10^{-11}$

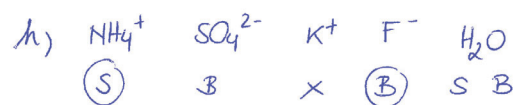
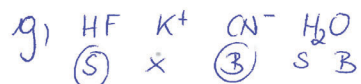
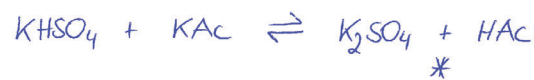
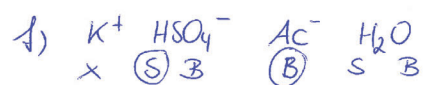
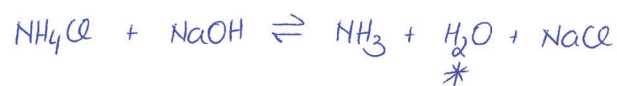
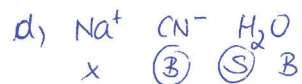
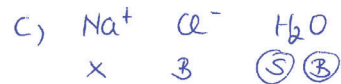
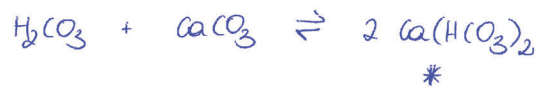
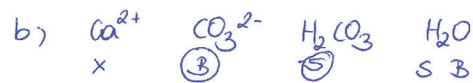
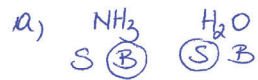


Übung 132.1



Erstelle die Säure-Base-Reaktion und die vollständige Gleichung (= Ergänzung der an der Reaktion unbeteiligten Gegenionen), markiere die Gleichgewichtslage und berechne pK.

- a) Ammoniak reagiert mit Wasser.
 b) Kalk (Calciumcarbonat), Kohlensäure, Wasser (Kalkverwitterung!)
 c) Natriumchlorid und Wasser
 d) Natriumcyanid und Wasser
 e) Natronlauge (Natriumhydroxid), Ammoniumchlorid, Wasser
 f) Kaliumhydrogensulfat, Kaliumacetat, Wasser
 g) Flusssäure, Kaliumcyanid, Wasser
 h) Ammoniumsulfat, Kaliumfluorid, Wasser



Übung 134.1



Die folgenden Fragen sind nur mit Hilfe der Abbildung 114-3 lösbar:

- Welche Farbe hat die Indikatorbase von Phenolphthalein?
- Welche Farbe hat die Indikatorsäure von Methylrot?
- Welche Besonderheit hat der Indikator Thymolblau? Hast du eine Erklärung dafür?
- Mit welchem Indikator kann man am ehesten zwischen sauer und basisch unterscheiden?
- Welcher Indikator ist die schwächste Säure?

a), pink

b), rot

c), 2 Umschlagspunkte \rightarrow 2x Möglichkeit H^+ abzugeben



rot gelb blau

d), Bromthymolblau \rightarrow Umschlagsbereich bei $\text{pH} = 7 (\pm 1)$

e), Phenolphthalein

Übung 137.1



Berechne den pH-Wert von folgenden Lösungen:

- Salpetersäure $c = 0,05 \text{ mol/L}$
- Blausäure $c = 0,75 \text{ mol/L}$
- Perchlorsäure $c = 0,002 \text{ mol/L}$
- Natriumcyanid $c = 0,3 \text{ mol/L}$
- Kaliumhydroxid $c = 0,01 \text{ mol/L}$
- Ammoniumbromid $c = 2 \text{ g/L}$
- Calciumsulfid $c = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$
- Salzsäure 2%ig ($\rho = 1,01 \text{ g/mL}$)
- Natronlauge $c = 3 \text{ g/100 mL}$

a), HNO_3 : starke Säure

$$\text{pH} = -\lg c_0 = -\lg 0,05 = \underline{\underline{1,3}}$$

b), HCN : schwache Säure

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_A - \lg c_0) = \frac{1}{2} (9,40 - \lg 0,75) = \underline{\underline{4,76}}$$

c), HClO_4 : starke Säure

$$\text{pH} = -\lg c_0 = -\lg 0,002 = \underline{\underline{2,7}}$$

d), NaCN : (Na^+), CN^- : schwache Base

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_B - \lg c_0) = \frac{1}{2} (4,6 - \lg 0,3) = 2,56$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2,56 = \underline{\underline{11,44}}$$

e), KOH : (K^+), OH^- : starke Base

$$\text{pOH} = -\lg c_0 = -\lg 0,01 = 2 \quad \text{pH} = 14 - 2 = \underline{\underline{12}}$$

f), NH_4Br : NH_4^+ : schwache Säure, (Br^-)

$$c^* = \frac{2 \text{ g}}{\text{L}} \quad M = 97,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad c = \frac{c^*}{M} = \frac{2 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{97,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_A - \lg c_0) = \frac{1}{2} (9,21 - \lg 0,02) = \underline{\underline{5,45}}$$



Übung 137.1



Fortsetzung: Berechne den pH-Wert von folgenden Lösungen:

- a) Salpetersäure $c = 0,05 \text{ mol/L}$ f) Ammoniumbromid $c = 2 \text{ g/L}$
 b) Blausäure $c = 0,75 \text{ mol/L}$ g) Calciumsulfid $c = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$
 c) Perchlorsäure $c = 0,002 \text{ mol/L}$ h) Salzsäure 2%ig ($\rho = 1,01 \text{ g/mL}$)
 d) Natriumcyanid $c = 0,3 \text{ mol/L}$ i) Natronlauge $c = 3 \text{ g/100 mL}$
 e) Kaliumhydroxid $c = 0,01 \text{ mol/L}$

g) $\text{CaSO}_3 : (\text{Ca}^{2+}), \text{SO}_3^{2-} : \text{schwache Base}$

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_B - \lg c_0) = \frac{1}{2} (7,01 - \lg 3,5 \cdot 10^{-5}) = 5,73$$

$$\text{pH} = 14 - 5,73 = \underline{\underline{8,27}}$$

h) HCl: starke Säure

$$\rho = 1,01 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 1010 \frac{\text{g}}{\text{L}} \quad c = \frac{2 \cdot 1010 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{36,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 100} = 0,55 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pH} = -\lg c_0 = -\lg 0,55 = \underline{\underline{0,26}}$$

i) NaOH: (Na^+), OH^- : starke Base

$$c = \frac{c^*}{M} = \frac{30 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{40 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,75 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \text{pOH} = -\lg c_0 = -\lg 0,75 = 0,12$$

$$\text{pH} = 14 - 0,12 = \underline{\underline{13,88}}$$

Übung 139.1



1 Liter einer Pufferlösung enthält Ammonium-Ionen mit $c = 0,2 \text{ mol/L}$ und Ammoniak mit $c = 0,1 \text{ mol/L}$.

- a) Berechne den pH-Wert dieser Pufferlösung.
 b) Berechne den pH-Wert dieser Pufferlösung nach der Zugabe von 2 mL Salpetersäure $c = 5 \text{ mol/L}$.
 c) Berechne den pH-Wert dieser Pufferlösungen nach der Zugabe von 1 g KOH.

a)
$$\text{pH} = \text{p}K_A - \lg \frac{n(\text{HPaH})}{n(\text{PaH}^-)} = 9,21 - \lg \frac{0,2}{0,1} = \underline{\underline{8,9}}$$

b)
$$n = c \cdot V = 5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 0,01 \text{ mol}$$

$$\text{pH} = 9,21 - \lg \frac{0,2 + 0,01}{0,1 - 0,01} = \underline{\underline{8,84}}$$

c)
$$n = \frac{m}{M} = \frac{1 \text{ g}}{56,1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,018 \text{ mol}$$

$$\text{pH} = 9,21 - \lg \frac{0,2 - 0,018}{0,1 + 0,018} = \underline{\underline{9,02}}$$

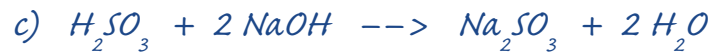
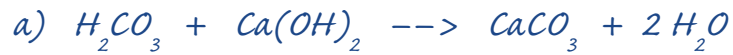


Übung 143.1



Stelle die Reaktionsgleichungen für die Bildung von einem Salz aus Säure und Base auf:

- Calciumhydrogencarbonat aus Kohlensäure und Calciumhydroxid-Lösung (Kalkwasser)
- Magnesiumdihydrogenphosphat aus Phosphorsäure und Magnesiumhydroxid-Lösung
- Natriumsulfit aus schwefliger Säure und Natronlauge
- Ammoniumsulfat aus Schwefelsäure und Ammoniumhydroxid-Lösung





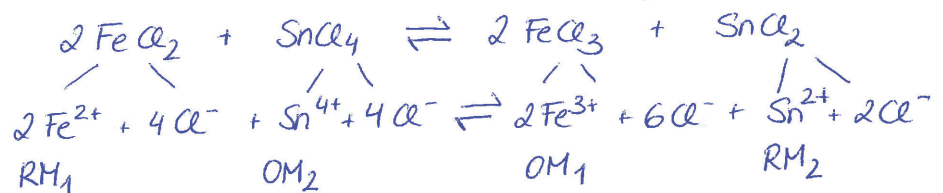
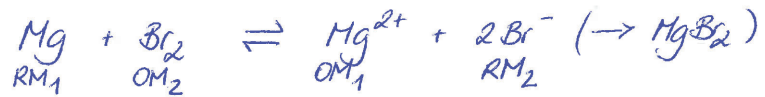
6: Redox-Reaktion

Lösungen der Übungen

Übung 160.1



Stelle Oxidations- und Reduktionsmittel für Hin- und Rückreaktion folgender Beispiele fest:

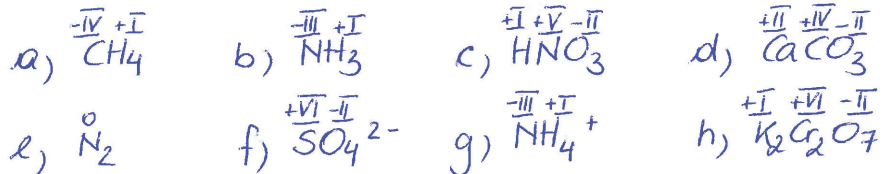


Übung 161.1



Bestimme die Oxidationszahlen der Atome folgender Teilchen:

a) CH_4 b) NH_3 c) HNO_3 d) CaCO_3 e) N_2 f) SO_4^{2-} g) NH_4^+ h) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



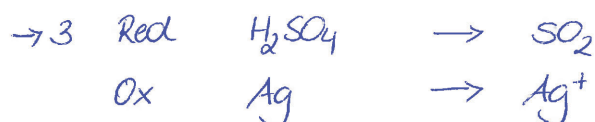
Übung 162.1



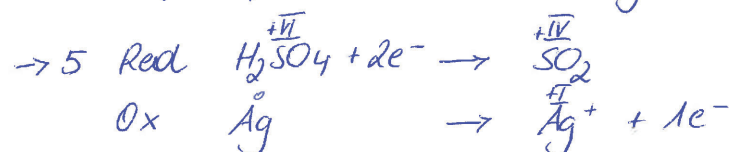
Schwefelsäure reagiert mit Silber zu Ag^+ und Schwefeldioxid.

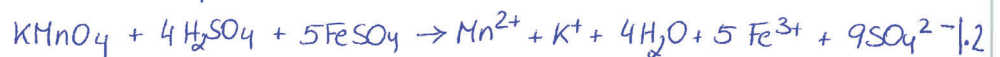
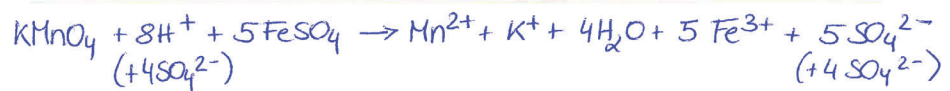
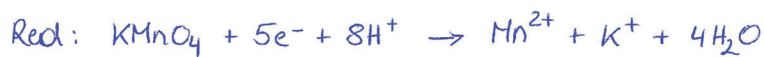
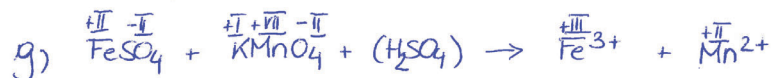
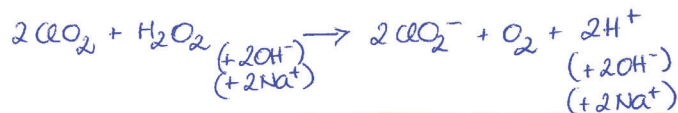
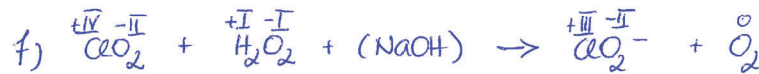
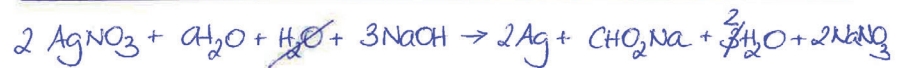
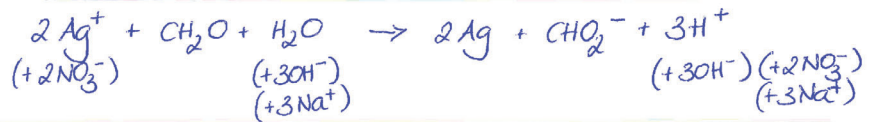
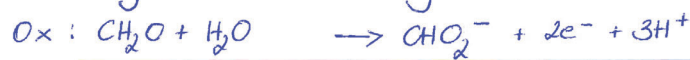
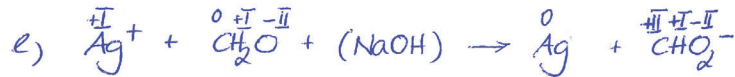
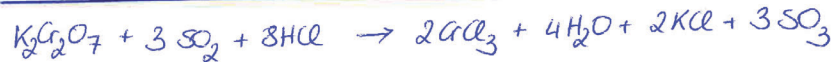
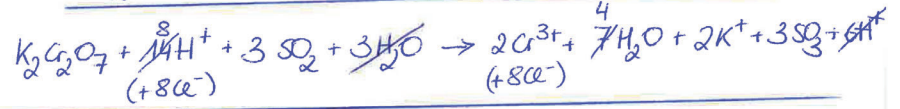
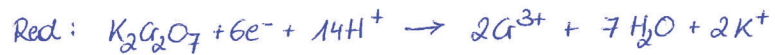
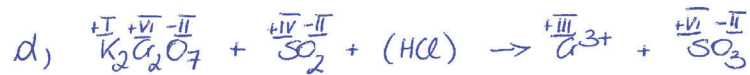


Erstelle die vollständige Redoxgleichung mit Hilfe des nebenstehenden Textes.

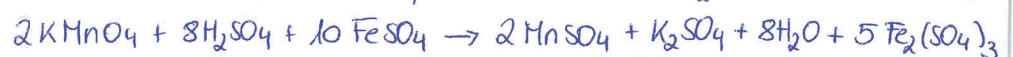
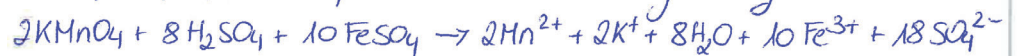


$\rightarrow 4$ entfällt, da die Atomsorten gleich oft vorhanden sind





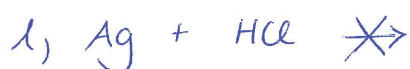
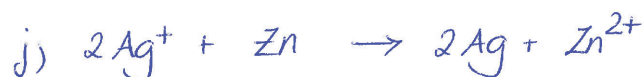
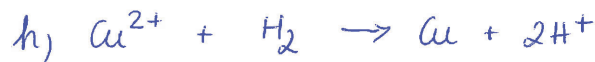
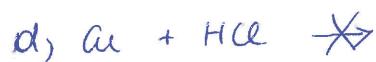
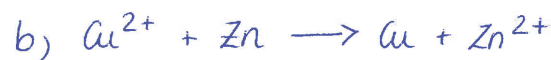
→ damit stoffformeln stimmen ⇒ Gleichung · 2



Übung 168.1



Ergänze die Reaktionsgleichungen, wenn sie ablaufen können bzw. streiche den Reaktionspfeil durch, wenn keine Reaktion möglich ist. (Beachte beim Richtigmachen auch die Ladungen – bei diesen Reaktionen werden Elektronen ausgetauscht!)

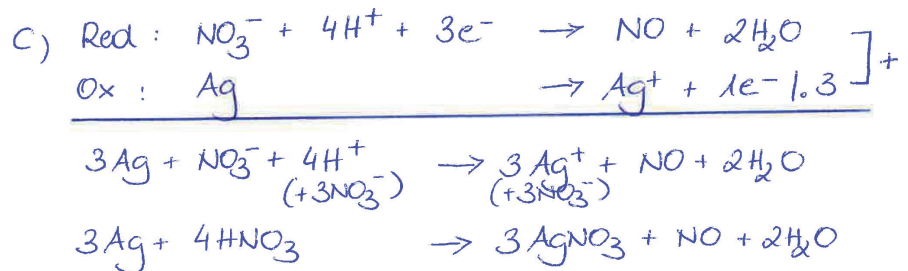
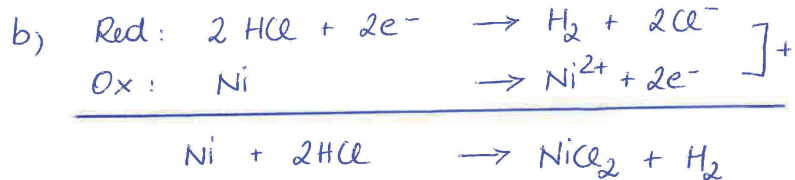
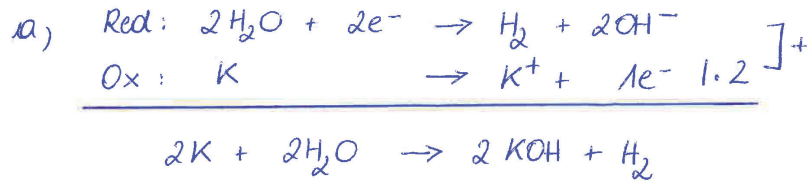


Übung 169.1



Erstelle folgende Reaktionsgleichungen:

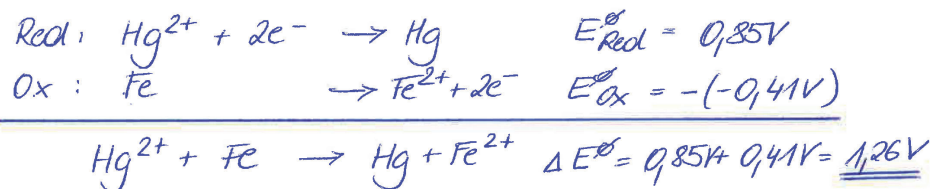
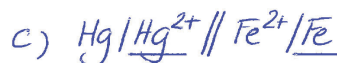
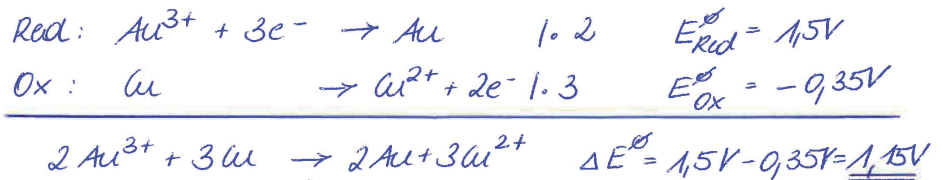
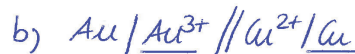
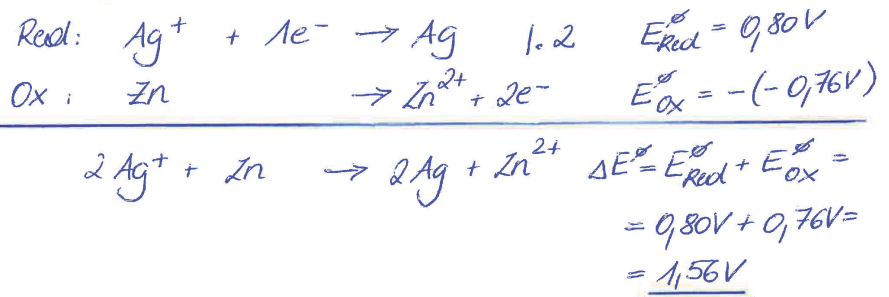
- a) Kalium reagiert mit Wasser
b) Nickel reagiert mit Salzsäure
c) Silber reagiert mit Salpetersäure



Übung 170.1

Berechne ΔE^0 für folgende Kombinationen:

- a) Ag/Ag⁺//Zn²⁺/Zn b) Au/Au³⁺//Cu²⁺/Cu c) Hg/Hg²⁺//Fe²⁺/Fe



Übung 172.1



Berechne folgende Potenziale:

- a) das „Silberpotenzial“ bei einer Ag^+ -Konzentration von 0,1 mol/L
 b) das „Chlorpotenzial“ bei einer Cl^- -Konzentration von 1,5 mol/L
 c) das „Nitratpotenzial“ bei $\text{pH} = 7$ (zB wässrige Kaliumnitrat-Lösung)



$$E = 0,80 - \frac{8,314 \cdot 298}{1 \cdot 96485} \cdot \ln \frac{1}{0,1} = \underline{\underline{0,74\text{V}}}$$



$$E = 1,36 - \frac{8,314 \cdot 298}{2 \cdot 96485} \cdot \ln \frac{(1,5)^2}{1} = \underline{\underline{1,35\text{V}}}$$



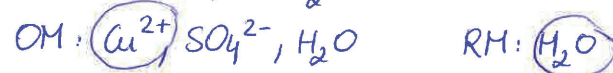
$$E = 0,96 - \frac{8,314 \cdot 298}{3 \cdot 96485} \cdot \ln \frac{1}{(10^{-7})^4} = \underline{\underline{0,41\text{V}}}$$

Übung 177.1



Gib die Reaktionen an Katode und Anode sowie die benötigte Zersetzungsspannung bei der Elektrolyse folgender wässriger Salzlösungen an inerten Elektroden an:

- a) Kupfer(II)-sulfat-Lösung b) Kaliumbromid-Lösung c) Lithiumnitrat-Lösung



$$U_Z \approx \underline{\underline{-1,55\text{V}}}$$



$$U_Z \approx \underline{\underline{-0,34\text{V}}}$$



$$U_Z \approx \underline{\underline{-3,3\text{V}}}$$



Übung 178.1



Berechne folgende Elektrolyseprobleme:

- a) Berechne die Stromstärke, wenn sich aus einer Silbernitratlösung (AgNO_3) nach 15 Minuten 0,872 g Silber abgeschieden haben.
- b) Aus einer Metallchloridschmelze MeCl_2 werden elektrolytisch in 80 Minuten bei einer Stromstärke von 10 A 6,05g des Metalls abgeschieden. Um welches Metall handelt es sich?

$$a) \quad m = \frac{I \cdot t \cdot M}{z \cdot F} \rightarrow I = \frac{m \cdot z \cdot F}{t \cdot M} = \frac{0,872 \text{ g} \cdot 1 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}}{900 \text{ s} \cdot 107,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \underline{\underline{0,866 \text{ A}}}$$

$$b) \quad m = \frac{I \cdot t \cdot M}{z \cdot F} \rightarrow M = \frac{m \cdot z \cdot F}{I \cdot t} = \frac{6,05 \text{ g} \cdot 2 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}}{10 \text{ A} \cdot 4800 \text{ s}}$$

$$\text{MeCl}_2 : \text{Me}^{2+} / \text{Cl}^{1-} \quad M = \underline{\underline{24,32 \text{ g}}} \rightarrow \text{Me} = \underline{\underline{\text{Mg}}}$$

