

Lösungen zum Übungsblatt 1

zur Vorlesung Physikalische Chemie

WS 2009/2010 Prof. Dr. Bartsch

1.1 L (7 Punkte)

Wie groß ist die Molmasse von Methanol, CH₃OH?

Wie viel Gramm Wasserstoff sind in 50 g Methanol enthalten?

Lösung:

Die Molmasse ergibt sich aus der Stöchiometrie der Verbindung und den Molmassen der Elemente:

$$M = \sum_i v_i M_i \quad v_i = \text{stöchiometrischer Faktor}$$

$$M_i = \text{Molmasse des Elements}$$

Formel: CH₃OH

$$\begin{aligned} M &= M(\text{C}) + 4 M(\text{H}) + M(\text{O}) \\ &= 12 \text{ g mol}^{-1} + 4 \cdot 1 \text{ g mol}^{-1} + 1 \cdot 16 \text{ g mol}^{-1} \\ &= (12+4+16) \text{ g mol}^{-1} = 32 \text{ g mol}^{-1} \end{aligned}$$

Aus der Formel ergibt sich das Verhältnis der stöchiometrischen Faktoren und der Stoffmengen (CH₃OH = C + 4 H + 1 O):

$$\frac{v(\text{H})}{v(\text{Methanol})} = \frac{n(\text{H})}{n(\text{Methanol})} = \frac{4}{1}$$

$$n = \frac{m}{M}, \quad n(\text{Methanol}) = \frac{50 \text{ g}}{32 \text{ g mol}^{-1}} = 1,56 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 4 n(\text{Meth}) = 4 \cdot 1,56 \text{ mol}^{-1} = 6,25 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 6,25 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g mol}^{-1} = 6,25 \text{ g}$$

In 50 g Methanol sind 6,24 g Wasserstoff enthalten.

1.2 L (6 Punkte)

Man hat eine äquimolare Mischung (d.h. gleiche Molzahlen) von Ethanol und Wasser.

Wie groß ist der Massenanteil von Ethanol?

Lösung:

Äquimolare Mischung

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{Eth})} = 1, \quad n = \frac{m}{M}$$

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) \\ &= 1 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g mol}^{-1} = 18 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Eth}) &= n(\text{Eth}) \cdot M(\text{Eth}) \\ &= 1 \text{ mol} \cdot 46 \text{ g mol}^{-1} = 46 \text{ g} \end{aligned}$$

Massenanteil Ethanol:

$$y(\text{Eth}) = \frac{m(\text{Eth})}{m(\text{Eth}) + m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{46 \text{ g}}{46 \text{ g} + 18 \text{ g}} = 0,719$$

1.3 L (6 Punkte)

Wie viel feste NaOH benötigen Sie, um 500 mL einer 0,04 M Lösung herzustellen?

Lösung:

$$n = \frac{m}{M}, \quad c = \frac{n}{V} \quad \rightarrow m = c \cdot V \cdot M$$

$$\begin{aligned} m(\text{NaOH}) &= n(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{Lösung}) \cdot M(\text{NaOH}) \\ &= 0,04 \text{ molL}^{-1} \cdot 500 \text{ mL} \cdot 40 \text{ g mol}^{-1} \\ &\quad [\text{molL}^{-1} \cdot \text{mL} \cdot \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 10^{-3} \text{ L} = 10^{-3} \text{ g}] \\ &= 0,04 \cdot 500 \cdot 40 \cdot 10^{-3} \text{ g} \\ &= 0,8 \text{ g} \end{aligned}$$

1.4 L (6 Punkte)

Sie haben 1,3 g Glukose eingewogen. Wie viel Wasser müssen Sie zufügen, um eine 10^{-3} M Lösung zu erhalten? Was ist bei dieser Berechnung vernachlässigt worden?

Lösung:

$$\begin{aligned} c &= \frac{n}{V}, \quad n = \frac{m}{M} \\ \rightarrow V &= \frac{n}{c} = \frac{m}{Mc} \\ &= \frac{1,3 \text{ g}}{10^{-3} \text{ molL}^{-1} \cdot 180 \text{ g mol}^{-1}}, \quad \left[\frac{\text{g}}{\text{molL}^{-1} \text{ g mol}^{-1}} = \text{L} \right] \\ &= 7,2 \text{ L} \end{aligned}$$

Das Volumen der Glukose in der Lösung ist vernachlässigt.

1.5 L (6 Punkte)

Sie haben 0,25 L einer $2 \cdot 10^{-3}$ M NaCl-Lösung. Wie viel Wasser muss zugefügt werden, um eine Konzentration von $3 \cdot 10^{-5}$ M zu erhalten?

Lösung:

Stoffmengenbilanz:

$$n_A = n_E, \quad c = \frac{n}{V}$$

$$V_A c_A = V_E c_E$$

$$V_E = \frac{V_A c_A}{c_E} = \frac{0,25 \text{ L} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ molL}^{-1}}{3 \cdot 10^{-5} \text{ molL}^{-1}} = 16,67 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} V(\text{Zugabe}) &= V(\text{Ende}) - V(\text{Anfang}) \\ &= 16,67 \text{ L} - 0,25 \text{ L} = 16,42 \text{ L} \end{aligned}$$

1.6 L (6 Punkte)

Sie mischen 5 L einer Glukoselösung (10^{-3} M Glukose in Wasser) mit 3 L einer zweiten Glukoselösung ($2 \cdot 10^{-4}$ M Glukose in Wasser). Endkonzentration?

Lösung:

$$c = \frac{n}{V}$$

Stoffmengenbilanz:

$$n(\text{Anfang}) = n(\text{Ende}), \quad V_E = V_A(1) + V_A(2)$$

$$c_A(1) V_A(1) + c_A(2) V_A(2) = c_E V_E = c_E (V_A(1) + V_A(2))$$

$$c_E = \frac{c_A(1)V_A(1) + c_A(2)V_A(2)}{V_A(1) + V_A(2)} = \frac{10^{-3} \text{ molL}^{-1} \cdot 5L + 2 \cdot 10^{-4} \text{ molL}^{-1} \cdot 3L}{5L + 3L}$$

$$= \frac{(10^{-3} \cdot 5 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot 3) \text{ molL}^{-1} L}{(5 + 3)L} = 7 \cdot 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$$

1.7 L (7 Punkte)

Eine Verbindung enthält nur C, O und H. Man findet 13,04 Massen% für H und 52,18 Massen% für C. Wie lautet die einfachste Summenformel für diese Verbindung?

Lösung:

$$\text{Massenteil: } y_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i} = \frac{m_i}{m(\text{gesamt})} = \frac{v_i \cdot M_i}{\sum_i v_i M_i} = \frac{v_i \cdot M_i}{M}$$

M_i = Molmasse des Elements i

M = Molmasse der Verbindung

v_i = stöchiometrischer Faktor von i in Verbindung

Massenanteil von O:

$$\sum_i y_i = 1 = \frac{m(H)}{m(\text{gesamt})} + \frac{m(C)}{m(\text{gesamt})} + \frac{m(O)}{m(\text{gesamt})}$$

$$\frac{m(O)}{m(\text{gesamt})} = 1 - \frac{m(H)}{m(\text{gesamt})} - \frac{m(C)}{m(\text{gesamt})}$$

$$= 1 - 0,1304 - 0,5218 = 0,3478$$

Der stöchiometrische Faktor ergibt sich wie folgt:

$$\frac{v_i M_i}{M} = \frac{m_i}{m(\text{gesamt})} \rightarrow v_i = \frac{m_i}{m(\text{gesamt})} \cdot \frac{M}{M_i} = \frac{y_i}{M_i} M$$

$$v_{rel}(O) = \frac{v(O)}{v(O)} = 1$$

$$v_{rel}(C) = \frac{v(C)}{v(O)} = \frac{y_C}{y_O} \cdot \frac{\frac{M}{M_C}}{\frac{M}{M_O}} = \frac{y_C}{y_O} \cdot \frac{M_O}{M_C} = \frac{0,5218}{0,3478} = \frac{12 \text{ gmol}^{-1}}{0,3478} = \frac{0,0434(\text{gmol}^{-1})^{-1}}{0,0217(\text{gmol}^{-1})^{-1}} = 2$$

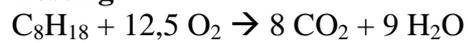
$$v_{rel}(H) = \frac{v(H)}{v(O)} = \frac{\frac{y_H}{M_H}}{\frac{y_O}{M_O}} = \frac{0,1304(\text{gmol}^{-1})^{-1}}{0,0217(\text{gmol}^{-1})^{-1}} = 6$$

Die Formel ist also C₂H₆O (Beispiel: C₂H₅OH, CH₃OCH₃) oder ganzzahlige Vielfache davon.

1.8 L (6 Punkte)

Wir verbrennen 1 kg Oktan. Wie viel Sauerstoff ist dafür nötig?

Lösung:



$$M(\text{Oktan}) = 114 \text{ g mol}^{-1}$$

Stoffmenge Oktan:
$$n(\text{Okt}) = \frac{m}{M} = \frac{1\text{kg} \cdot 1000\text{gkg}^{-1}}{114\text{gmol}^{-1}} = 8,77\text{mol}$$

Stoffmenge Sauerstoff:
$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{Okt})} = \frac{v(\text{O}_2)}{v(\text{Okt})} = \frac{12,5}{1}$$

$$\rightarrow n(\text{O}_2) = 12,5 n(\text{Okt}) = 12,5 \cdot 8,77 \text{ mol} = 109,6 \text{ mol}$$

$$\text{Masse O}_2: m = n \cdot M = 109,6 \text{ mol} \cdot 32 \text{ gmol}^{-1} = 3509 \text{ g}$$