

Musterlösung zu CP 14 Gasvolumen und WertigkeitVersuch 1: Mg (einfache Menge)

$$\text{Mg: } m = 15 \text{ mg} \quad 0.015 \text{ g} / 24.31 \text{ g/mol} = 0.00062 \text{ mol Mg}$$

$$\text{H}_2: \quad V = 18 \text{ ml} = 0.018 \text{ Liter} \quad T = 296.4 \text{ K} \quad p = 980 \text{ mbar} = 98'000 \text{ Pa}$$

$$pV = nRT \quad \Rightarrow \quad n = pV/RT = 0.00072 \text{ mol H}_2 = 0.00144 \text{ mol H-Atome}$$

$$\text{Wertigkeit} = n(\text{H}) / n(\text{Mg}) = 0.00144 \text{ mol} / 0.00062 \text{ mol} = 2.3 \approx \underline{2} \quad (\text{stimmt hier nicht sehr genau!})$$

In diesem Falle ist Magnesium 2-wertig, da pro Mol Mg-Atome ca. 2 mol H-Atome (1 mol H₂-Moleküle) entstehen.

Berechnungen sind durchgeführt worden von: Eiholzer Matthias 5e, Willi Flavio 5e (EFCH KSS 2005/2006)

Versuch 2: Mg (eineinhalbfache Menge)Versuchsbedingungen:

$$p = 980 \text{ mbar} \quad T = 296.8 \text{ K} \quad V(\text{H}_2) = 36 \text{ ml} \quad 0.034 \text{ g Mg}$$

$$pV = nRT \quad \Rightarrow \quad n = pV/RT$$

$$n = 98'000 \text{ Pa} \cdot 0.036 \text{ Liter} / (8314 \text{ Pa} \cdot \text{Liter} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 296.8 \text{ K})$$

$$n = 0.00143 \text{ mol}$$

$$x \text{ mol H}_2 = 2x \text{ H-Atome}$$

$$0.00143 \text{ mol H}_2 = 0.00286 \text{ mol H}$$

$$\text{2-wertig: } \quad x \text{ mol Mg} = 2x \text{ mol H}$$

$$m_{\text{Mg}} = ? \text{ mol Mg}$$

$$\text{Mit } M_{\text{Mg}} = 24.31 \text{ g/mol folgt: } \quad 0.034 \text{ g Mg-Metall} = 0.00140 \text{ mol Mg-Atome}$$

$$\text{Wertigkeit} = n(\text{H}) / n(\text{Mg}) = 0.00286 \text{ mol H} / 0.00140 \text{ mol Mg} = 2.04 \approx \underline{2} \quad \text{D. h., Mg ist zweiwertig.}$$

Berechnungen sind durchgeführt worden von: Pascal Burkhard 5e, Benjamin von Matt 5f (EFCH KSS 2005/2006)

Musterlösung zu CP 14

Versuch 3: Alu

Experimentelle Daten:

$$m = 15 \text{ mg} = 0.015 \text{ g} \quad T = 22.6 \text{ }^\circ\text{C} = 295.6 \text{ K}$$

$$V = 21 \text{ ml} = 0.021 \text{ Liter} \quad p = 985 \text{ hPa} = 98'500 \text{ Pa}$$

Bestimmung der Wertigkeit:

$$pV = nRT \Rightarrow n = pV / RT = 98'500 \text{ Pa} \cdot 0.021 \text{ Liter} / (8314 \text{ Pa} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 295.6 \text{ K}) = 0.00084 \text{ mol H}_2$$

$$= 0.00168 \text{ mol H}$$

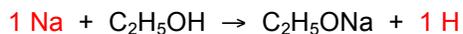
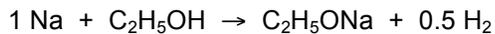
Mit $M_{\text{Al}} = 26.98 \text{ g mol}^{-1}$ folgt: 0.015 g Al-Metall = 0.000556 mol Al-Atome

$$\frac{\text{mol H}}{\text{mol Al}} = \frac{0.001683 \text{ mol}}{0.000556 \text{ mol}} = 3.03 \approx \underline{3} \quad \text{D.h., Alu ist dreiwertig.}$$

Berechnungen sind durchgeführt worden von: Baumann Simon 5f, Kaufmann Sebastian 5f (EFCH KSS 2005/2006)

Versuch 4: Natrium

Das Verhältnis von H-Atomen zu Na-Atomen sollte 1 ergeben, da Natrium einwertig ist:



Versuch 5: Unbekanntes zweiwertiges Metall

Allgemeines Vorgehen

Man bestimmt wie bei den vorherigen Versuchen aus dem experimentell ermittelten Wasserstoffvolumen mit der Zustandsgleichung für ideale Gase die Stoffmenge H_2 respektive die Stoffmenge H-Atome.

⇒ Man erhält n mol H-Atome.

Für das unbekannte Metall gilt: $M_{\text{Me}} = m_{\text{Me}}/n_{\text{Me}}$, wobei nur m bekannt ist.

Es gilt jedoch:

$$\begin{array}{lll} \text{1-wertig:} & n_{\text{H}} : n_{\text{Me}} = 1 & \Rightarrow n_{\text{Me}} = n_{\text{H}} \\ \text{2-wertig:} & n_{\text{H}} : n_{\text{Me}} = 2 & \Rightarrow n_{\text{Me}} = 0.5 n_{\text{H}} \\ \text{3-wertig:} & n_{\text{H}} : n_{\text{Me}} = 3 & \Rightarrow n_{\text{Me}} = 0.333 n_{\text{H}} \\ \text{usw.} & & \end{array}$$

Also ausprobieren:

In der Gleichung $M_{\text{Me}} = m_{\text{Me}}/n_{\text{Me}}$ zuerst $n_{\text{Me}} = n_{\text{H}}$, dann $n_{\text{Me}} = 0.5 n_{\text{H}}$ und zuletzt $n_{\text{Me}} = 0.333 n_{\text{H}}$ einsetzen. Die erhaltene molare Masse M wird mit dem PSE verglichen. Findet man die gleiche Zahl bei einem bestimmten Element, so ist dieses das unbekannte Metall.

Bsp.: Kommt bei der Berechnung für ein bestimmtes x für M die Zahl 65 g/mol heraus, so wäre das unbekannte Metall wohl Zink.

Es ist nicht auszuschliessen, dass mit dieser Versuchsanordnung 2 Metalle in Frage kommen könnten, das heisst, weitere Untersuchungen, z. B. nach Dichte, wären notwendig.

Musterlösung zu CP 14

Auswertung der experimentellen Daten

Druck: $p = 98000 \text{ Pa}$ Temperatur: $T = 291.1 \text{ K}$ Masse des Metalls: $m_M = 0.137 \text{ g}$ Volumen H_2 : $V_{\text{H}_2} = 0.058 \text{ l}$ Wertigkeit des Metalls: w_M

(nur mit $w_M = 2$ kommt ein Resultat heraus, das nicht im Widerspruch zur angenommenen Wertigkeit steht: Mit $w_M = 1$ erhält man 29 g/mol , was ungefähr der molaren Masse von Silicium entspricht – dieses ist jedoch gemäss PSE 4-wertig. Mit $w_M = 3$ erhält man 87 g/mol , was ungefähr der molaren Masse von Strontium entspricht – dieses ist jedoch gemäss PSE 2-wertig.)

$$V_{\text{H}_2} \cdot p = n_{\text{H}_2} \cdot R \cdot T$$

$$\Rightarrow n_{\text{H}_2} = \frac{V_{\text{H}_2} \cdot p}{R \cdot T}$$

$$n_M = \frac{2 \cdot n_{\text{H}_2}}{w_M}$$

$$M = \frac{m_M}{n_M} = \frac{m_M \cdot R \cdot T \cdot w_M}{V_{\text{H}_2} \cdot p \cdot 2} = 58.3 \text{ g/mol}$$

Das unbekannte Metall mit der ungefähren molaren Masse von 58.3 g/mol müsste Eisen, Nickel, Kobalt oder ein ähnlich schweres Element sein, die als Nebengruppenelemente nach Faustregel alle 2-wertig sind. Die experimentellen Daten weichen hier von den erwarteten theoretischen Werten ab. Beim gesuchten Metall handelt es sich um Mangan ($M = 55 \text{ g/mol}$).

Berechnungen sind durchgeführt worden von: Kunz Markus 5g, Trüssel Jonas 5g (EFCH KSS 2006/2007)