Übungen zur Physikalischen Chemie für Mikrosystemtechnik WS2007/2008

<u>Übungsblatt 1 – Lösungen</u>

A1.1:.

A1:

$$I = I_0 \cdot e^{-\varepsilon(\lambda) \cdot c_m \cdot d}$$

Transmission $T = \frac{I}{I_0} = 0.9$ $\qquad c = 10\,g/L \quad M = 100\,g\,mol^{-1}$

$$c_m = \frac{10g\ mol}{L \cdot 100g} = 0.1\ mol\,L^{-1}$$

4.)

$$\Rightarrow \ln\frac{I}{I_0} = -\varepsilon(\lambda) \cdot c_m \cdot d$$

$$\varepsilon(\lambda) = -\ln\frac{I}{I_0} / (c_m \cdot d) =$$

$$= \frac{0.1054}{0.1 \cdot 1}\ \frac{L}{mol\ cm} = 1.054\ L\,mol^{-1}\,cm^{-1}$$

$$\frac{I}{I_0} = 0.5 \qquad \Rightarrow \qquad c_m = \frac{-\ln(I/I_0)}{\varepsilon(\lambda) \cdot d} =$$

$$= \frac{0.693}{1.054 \cdot 1}\ \frac{mol\ cm}{L\ cm} = 0.66\ mol\,L^{-1}$$

A1.2:.

Der Gasdruck berechnen wir als Kraft pro Flächeneinheit, die eine Wassersäule der Höhe 206.402 cm aufgrund ihrer Gewichtskraft auf das Gas ausübt. Wir nehmen an, das Manometer habe die überall gleiche Querschnittsfläche A.

Die Kraft ist $F = mg$. Dabei ist m die Masse der Wassersäule und g die Gravitationsbeschleunigung. Wie in Beispiel 1.2 ist $m = \varrho V = \varrho hA$, mit $h = 206.402\,\mathrm{m}$, und A ist die Querschnittsfläche. Es folgt

$$p = \frac{F}{A} = \frac{\varrho h A g}{A} = \varrho h g$$

$$p = (0.99707\,\mathrm{g\,cm^{-3}}) \cdot \left(\frac{1\,\mathrm{kg}}{10^3\,\mathrm{g}}\right) \cdot \left(\frac{10^6\,\mathrm{cm^3}}{1\,\mathrm{m^3}}\right) \cdot (206.402\,\mathrm{cm}) \cdot \left(\frac{1\,\mathrm{m}}{10^2\,\mathrm{cm}}\right) \cdot (9.8067\,\mathrm{m\,s^{-2}})$$

$$= 2.0182 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$$

$$V = (20.000\,\mathrm{L}) \cdot \left(\frac{1\,\mathrm{m^3}}{10^3\,\mathrm{L}}\right) = 2.0000 \times 10^{-2}\,\mathrm{m^3}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{0.25132\,\mathrm{g}}{4.00260\,\mathrm{g\,mol^{-1}}} = 0.062789\,\mathrm{mol}$$

Wir stellen das ideale Gasgesetz (Gl. 1–7) um: $R = \dfrac{pV}{nT}$

$$R = \frac{(2.0182 \times 10^4\,\mathrm{Pa}) \cdot (2.0000 \times 10^{-2}\,\mathrm{m^3})}{(0.062789\,\mathrm{mol}) \cdot (773.15\,\mathrm{K})} = \boxed{8.3147\,\mathrm{J\,K^{-1}\,mol^{-1}}}$$

Der richtige Wert ist $R = 8.3145\,\mathrm{J\,K^{-1}\,mol^{-1}}$.

Die Gasvolumina sollten auf den Druck $p = 0$ extrapoliert werden, damit man den bestmöglichen Wert für R erhält. Jedoch verhält sich bei den gegebenen Bedingungen das Helium nahezu wie ein ideales Gas, so daß der für R ermittelte Wert recht nahe beim exakten Wert liegt.

A1.4:

Wegen $p < 1\,\mathrm{atm}$ darf der Dampf näherungsweise als ideales Gas angesehen werden.

Also ist (vgl. Aufgabe A 1.9):

$$M = \varrho\left(\frac{RT}{p}\right) = (3.71\,\mathrm{g\,L^{-1}}) \cdot \frac{(0.0821\,\mathrm{L\,atm\,mol^{-1}\,K^{-1}}) \cdot (773\,\mathrm{K})}{(699\,\mathrm{Torr}) \cdot \left(\dfrac{1\,\mathrm{atm}}{760\,\mathrm{Torr}}\right)} = 256\,\mathrm{g\,mol^{-1}}$$

Diese molare Masse muß ein ganzzahliges Vielfaches der molaren Masse des atomaren Schwefels sein.

Daher ist die Anzahl der S-Atome $\dfrac{256\,\mathrm{g\,mol^{-1}}}{32.0\,\mathrm{g\,mol^{-1}}} = 8$ Die Formel des Dampfes ist also $\boxed{S_8}$

A1.3:

Berechnung des Molvolumens eines ideale Gases

a) 0°C ; 1atm

$R = 0.0821 \ L \cdot atm \ mol^{-1} \ K^{-1}$

$\frac{V}{n} = V_m = \frac{R \cdot T}{p} = \frac{0.0821 \ L \cdot atm \ mol^{-1} \ K^{-1} \cdot 273.15 K}{1 atm} =$

$= 22{,}42 \ L \ mol^{-1}$

b) 298.15 K ; 1 bar

$R = 0.08314 \ L \cdot bar \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$

$V_m = \frac{0.08314 \cdot 298.15}{1} \frac{mol}{L} = 24{,}79 \ mol \ L^{-1}$

c) 273.15 K ; 1 bar

$V_m = \frac{0.08314 \cdot 273.15}{1} \frac{mol}{L} = 22{,}71 \ mol \ L^{-1}$

A1.5:

Nach Gl. 1–1 ist

$$n = \frac{pV}{RT} \qquad \text{und} \qquad V = \frac{4\,\pi}{3}\,r^3 = \frac{4\,\pi}{3}\cdot(3.0\ \mathrm{m})^3 = 11\overline{3}\ \mathrm{m}^3$$

$$p = 1.0\ \mathrm{atm} \qquad T = 298\ \mathrm{K}$$

a) $$n = \frac{(1.0\ \mathrm{atm})\cdot(11\overline{3}\times 10^3\ \mathrm{L})}{(8.206\times 10^{-2}\ \mathrm{L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}})\cdot(298\ \mathrm{K})} = \boxed{4.6\overline{2}\times 10^3\ \mathrm{mol}}$$

b) Die Masse, die der Ballon anheben kann, ist gleich der Differenz der Massen der verdrängten Luft und des Ballons. Wir nehmen an, daß die Masse des Ballons im wesentlichen derjenigen des Gases in ihm entspricht.

Also ist $m(H_2) = nM(H_2) = (4.6\overline{2}\times 10^3\ \mathrm{mol})\cdot(2.02\ \mathrm{g\ mol^{-1}}) = 9.3\overline{3}\times 10^3\ \mathrm{g}$

Die Masse der verdrängten Luft ist $(11\overline{3}\ \mathrm{m}^3)\cdot(1.22\ \mathrm{kg\ m^{-3}}) = 1.3\overline{8}\times 10^2\ \mathrm{kg}$

Somit ist die Nutzlast $(138\ \mathrm{kg}) - (9.3\overline{3}\ \mathrm{kg}) = \boxed{12\overline{9}\ \mathrm{kg}}$

c) Für Helium erhalten wir $m = n\,M(\mathrm{He}) = (4.6\overline{2}\times 10^3\ \mathrm{mol})\cdot(4.00\ \mathrm{g\ mol^{-1}}) = 18\ \mathrm{kg}$

Die Nutzlast ist $(13\overline{8}\ \mathrm{kg}) - (18\ \mathrm{kg}) = \boxed{120\ \mathrm{kg}}$