

$$10. \quad V = 1 \text{ m}^3; \quad T_1 = 20^\circ\text{C} = 293.15 \text{ K}, \quad T_2 = 90^\circ\text{C} = 363.15 \text{ K}$$

$$p = 1 \text{ bar}, \quad \rho_{\text{Luft}} = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

Druck im Ballon = Druck aussen = 1 bar

$$\text{aus No. 6 gilt: } \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} \quad \text{mit } p_1 = p_2$$

$$\text{also gilt: } \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{\rho_{\text{Luft}, 90^\circ}}{\rho_{\text{Luft}, 20^\circ}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \rho_{\text{Luft}, 90^\circ} = \rho_{\text{Luft}, 20^\circ} \cdot \frac{293.15}{363.15}$$
$$\cong 0.969 \text{ kg/m}^3$$

Tragkraft netto, also Auftrieb minus Gewicht der warmen Luft im Ballon, ist:

$$\text{max. Masse} = (\rho_{\text{Luft}, 20^\circ} - \rho_{\text{Luft}, 90^\circ}) \cdot 1 \text{ m}^3$$
$$\cong 231.3 \text{ Gramm}$$

$$11. \quad p = 4 \text{ bar} = 400'000 \text{ Pa}; \quad T = 100^\circ\text{C} = 373.15 \text{ K}$$

$$V = 5 \text{ L} = 0.005 \text{ m}^3$$

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} \cong 0.645 \text{ mol}$$

$$\cong 11.6 \text{ Gramm Wasser}$$

12.  $at\ddot{u}$  = Atmosphäre Überdruck

$$1 at\ddot{u} = 2 atm$$

$$2 at\ddot{u} = 3 atm$$

$$3 at\ddot{u} = 4 atm$$

⋮

$$T_1 = -12^\circ C = 261.15 K$$

$$p_1 = 1.5 at\ddot{u} = 2.5 atm = 2.5 \cdot 101325 Pa = 253'312.5 Pa$$

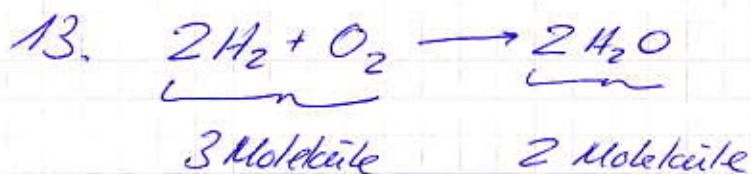
$$T_2 = ? ; p_2 = 2.5 at\ddot{u} = 3.5 atm = 354'637.5 Pa$$

Annahme: Verändert sich nicht

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V = n R T_1 \\ p_2 V = n R T_2 \end{array} \right\} \frac{p_1 V}{p_2 V} = \frac{n R T_1}{n R T_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 p_2}{p_1} = \frac{261.15 \cdot 354637.5}{253312.5}$$

$$T_2 = 352.1 K = \underline{\underline{78.95^\circ C}}$$



↳ aus 3 Molekülen werden 2 Moleküle, d.h. die Anzahl der Moleküle nimmt um  $\frac{1}{3}$  ab.

Bei konstantem Volumen und Temp. gilt nach

$$\begin{aligned} pV &= nRT : \\ p &= \frac{nR}{V} \cdot T = n \cdot \underbrace{\frac{RT}{V}}_{= \text{konst.}} \end{aligned}$$

$p$  ist proportional zu Teilchenzahl  $n$ , nehmen Teilchen um  $\frac{1}{3}$  ab, so auch  $p$ .!  $\Rightarrow p = \frac{2}{3} atm = 67'550 Pa$

14.  $p_1 = 1.2 \text{ bar} = 120'000 \text{ Pa}$ ;  $V_1 = 125 \text{ L} = 0.125 \text{ m}^3$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} = 293.15 \text{ K}$$

$$V_2 = 25 \text{ L} = 0.025 \text{ m}^3, T_2 = 300^\circ\text{C} = 573.15 \text{ K}$$

Gasmenge:  $p_1 V_1 = n R T_1$

$$\Rightarrow n = \frac{p_1 V_1}{R T_1} \approx \underline{\underline{6.154 \text{ mol}}}$$

$$\underline{\underline{p_2}}: \left. \begin{array}{l} p_2 V_2 = n R T_2 \\ p_1 V_1 = n R T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1} \approx \underline{\underline{11.731 \text{ bar}}}$$

15.  $\text{O}_2$ -Flaschen:

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ L mit } 65.4 \text{ bar} \\ 25 \text{ L mit } 12.2 \text{ bar} \end{array} \right\} T = 21^\circ\text{C}$$

$$\text{Es gilt: } \left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = n_1 R T \\ p_2 V_2 = n_2 R T \end{array} \right\} \begin{array}{l} T \text{ bleibt bei } 21^\circ\text{C} \\ = 294.15 \text{ K} \end{array}$$

Addition der Gleichungen ergibt

$$p_1 V_1 + p_2 V_2 = n_1 R T + n_2 R T = (n_1 + n_2) R T$$

$n_1 + n_2$  ist dabei die gesamte Stoffmenge in Mol.

also muss auch gelten:

$$(n_1 + n_2) R T = p \cdot V, \text{ wobei } V \text{ das Gesamt-} \\ \text{volumen oder } 0.125 \text{ m}^3 \text{ ist.}$$

also gilt:

$$p_1 V_1 + p_2 V_2 = (n_1 + n_2) R T = p V$$

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V} \approx \underline{\underline{54.76 \text{ bar}}}$$

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$$

$$n_1 = 12.471 \text{ mol}$$

$$n_2 = 267.408 \text{ mol}$$

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 12.471 \text{ mol} \\ n_2 = 267.408 \text{ mol} \end{array} \right\} n_{\text{tot}} = 279.879 \text{ mol}$$

$$O_2: M = 32 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{tot}} = nM = \underline{\underline{8.956 \text{ kg}}}$$

$$16. \quad V = 100 \text{ l} = 0.1 \text{ m}^3, \quad T = 180^\circ \text{C} = 453.15 \text{ K}$$

$$1 \text{ kg } H_2O: \quad M_{H_2O} = 18 \text{ g/mol}$$

(1 x Sauerstoff à 16 g/mol plus 2 x H-Atome zu je 1 g/mol)

$$n = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g}} = 55.5 \text{ mol}$$

$$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$$

$$= \frac{55.5 \cdot R \cdot 453.15}{0.100} \approx 20.932 \text{ bar.}$$

17.: Taucher

$$V_1 = 20\text{L} = 0.02\text{m}^3, T_1 = 20^\circ\text{C} = 293.15\text{K}$$

$$p_1 = 100\text{bar} = 10'000'000\text{Pa}$$

$$h = 50\text{m}, T_2 = 4^\circ\text{C} = 277.15\text{K}$$

30 Liter/Minute

$$p_0 = 0.98\text{bar} = 98'000\text{Pa}$$

a) Wie lange könnte man am Land mit der Flasche atmen? (bei  $20^\circ\text{C}$  und  $0.98\text{bar}$ )

$$\left. \begin{array}{l} p_0 \cdot V = nR T_1 \\ p_1 V_1 = nR T_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_0 V}{p_1 V_1} = 1$$

$$\Rightarrow V = \frac{p_1 V_1}{p_0} = 2.041\text{m}^3$$

bei 30 L/min 1.13 Std. Tauchzeit

b) In 50m Tiefe:

$$p_2 = p_0 + \rho g h; \rho = 1000\text{kg/m}^3, g = 9.81\text{N/kg}$$

$$= 98'000\text{Pa} + 1000 \cdot 9.81 \cdot 50\text{Pa}$$

$$= 588'500\text{Pa}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = nR T_1 \\ p_2 V_2 = nR T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{p_1 T_2}{p_2 T_1} \approx 0.321\text{m}^3$$

bei 30 L/min 10.71 min. Tauchzeit

$$18. \quad \begin{array}{l} T_1 = 25^\circ\text{C} = 298.15\text{K} \\ T_2 = 85^\circ\text{C} = 358.15\text{K} \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} T_0 = 273.15\text{K} \\ \rho_0 = 1.293\text{kg/m}^3 \end{array} \right.$$

$$\rho_{\text{Luft}, 0^\circ\text{C}} = 1.293\text{kg/m}^3$$

Noch Aufgabe 6 gilt:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{T_1} \quad \text{resp.} \quad \frac{\rho_0}{\rho_1} = \frac{T_1}{T_0}$$

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{T_0}{T_1} = 1.293 \cdot \frac{273.15}{298.15} \approx 1.185\text{kg/m}^3$$

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{T_0}{T_2} = 1.293 \cdot \frac{273.15}{358.15} \approx 0.986\text{kg/m}^3$$

Auftrieb = Abtrieb

$$\rho_1 g V = mg + \rho_2 g V \quad | :g$$

$$\rho_1 V = m + \rho_2 V$$

$$\rho_1 V - \rho_2 V = m$$

$$V(\rho_1 - \rho_2) = m$$

$$V = \frac{m}{\rho_1 - \rho_2} \approx \underline{\underline{2015.621\text{m}^3}}$$