

L

TBM 8B, 5.4.2017

1. 10 L Öl,  $16^\circ\text{C}$ ,  $\rho = 920 \text{ kg/m}^3$ ,  $c_{\text{Öl}} = 2070 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$   
 750 g Fe;  $500^\circ\text{C}$ ;  $c_{\text{Fe}} = 450 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$

10 L Öl  $\hat{=} 9.2 \text{ kg Öl}$

$T = \text{Endtemperatur}$

$$c_{\text{Öl}} \cdot m_{\text{Öl}} \cdot (T - 16^\circ\text{C}) = c_{\text{Fe}} \cdot m_{\text{Fe}} \cdot (500^\circ\text{C} - T)$$

$$2070 \cdot 9.2 (T - 16) = 450 \cdot 0.75 \cdot (500 - T)$$

$$T = 24.428'140'2 \dots$$

$$T \hat{=} \underline{\underline{24.43^\circ\text{C} \hat{=} 24.4^\circ\text{C}}}$$

②

1 L Wasser bei  $7^\circ\text{C}$

0.5 kg Dampf bei  $140^\circ\text{C}$

a) Energie, um Dampf von  $140^\circ\text{C}$  auf  $100^\circ\text{C}$  abzukühlen:

$$E = c_{\text{Dampf}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot \Delta T; \Delta T = 40^\circ\text{C}$$

$$E = 1863 \cdot 0.5 \cdot 40 = 37'260 \text{ Joule}$$

b) Erwärmung Wasser durch  $E = 37'260 \text{ J}$ :

$$E = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Wasser}} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{E}{c \cdot m}$$

$$\Delta T = \frac{37260}{1 \cdot 4182} = 8.909'612'63 \dots$$

$$7^\circ\text{C} + 8.91^\circ\text{C} = 15.91^\circ\text{C}$$

L

L

c) neue Situation:

1l Wasser mit  $15.91^{\circ}\text{C}$ 500g Dampf mit  $100^{\circ}\text{C}$ d) Energie, um Wasser auf  $100^{\circ}\text{C}$  zu erwärmen:

$$E = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{W}} \cdot (100 - 15.91)$$

$$= 351'666 \text{ Joule}$$

e) Jetzt kondensiert so viel Dampf, bis Wasser  $100^{\circ}\text{C}$  erreicht.

$$E = L_v \cdot m \Rightarrow \frac{E}{L_v} = m = \frac{351'666}{2'256'000} =$$

$$m = 0.155'886'319 \approx 156 \text{ Gramm}$$

1'155.88g Wasser bei  $100^{\circ}\text{C}$ 344.12g Dampf bei  $100^{\circ}\text{C}$ Dampf  $140^{\circ}\text{C} \rightarrow 100^{\circ}\text{C}$ : 37'260 Joule↳ erwärmt Wasser um  $8.91^{\circ}\text{C}$ :  $7^{\circ}\text{C} + 8.91^{\circ}\text{C} = 15.91^{\circ}\text{C}$ 

L

L

3

$$p_1 = 1.2 \text{ bar}$$

$$V_1 = 125 \text{ L}$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$p_2 = ?$$

$$V_2 = 25 \text{ L}$$

$$T_2 = 300^\circ\text{C} = 573 \text{ K}$$

$$\frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = \frac{n R T_2}{n R T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{V_2 T_1}$$

$$p_2 = \frac{1.2 \cdot 125 \cdot 573}{25 \cdot 293} = 11.733'788'4 \dots$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \underline{\underline{6.157 \text{ Mol}}}$$

$$\begin{aligned} &\approx 11.734 \text{ bar} \\ &\approx \underline{\underline{1'173'378.84 \text{ Pa}}} \end{aligned}$$

4

$$V = 100 \text{ L} = 0.1 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ kg } \text{H}_2\text{O}: \quad M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$$

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

$$R = 8.314'510 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow p = \frac{nRT}{V}$$

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{55.5 \cdot R \cdot 453 \text{ K}}{0.1} =$$

$$p = 2'092'485.02 \text{ Pa}$$

$$\approx 20.925 \text{ bar}$$

L

L

$$5. \quad V_1 = 20 \text{ L}$$

$$P_1 = 100 \text{ bar}$$

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

$$V_2 = ? = X$$

$$P_2 = P_0 + \rho g h; P_0 = 0.98 \text{ bar}$$

$$T_2 = 4^\circ \text{C}$$

$P_2 = \text{hydrostatischer Druck}$

$$= P_0 + \rho g h = 98'000 \text{ Pa} + 1000 \cdot 9.81 \cdot 50$$

$$= 588'500 \text{ Pa} (= 5.885 \text{ bar})$$

$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{n R T_2}{n R T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1}$$

$$V_2 = \frac{100 \cdot 20 \cdot 277}{5.885 \cdot 293} = 371.288'867. \text{ L}$$

30 L/min. Atmung: 10.71 Minuten  
(10.709'629)

L

7

6. Umgebung:  $25^\circ\text{C} = 298\text{K}$ Ballon:  $85^\circ\text{C} = 358\text{K}$  $\rho_{\text{Luft}} = 1.293 \text{ kg/m}^3$  bei  $0^\circ\text{C}$ Dichte der Luft bei  $25^\circ\text{C}$  resp.  $85^\circ\text{C}$ :

$$\frac{pV_2}{pV_1} = \frac{nRT_2}{nRT_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1}$$

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

$$\rho_{\text{Luft}}(25^\circ\text{C}) = 1.184'527 \text{ kg/m}^3 = \rho_1$$

$$\rho_{\text{Luft}}(85^\circ\text{C}) = 0.986'603 \text{ kg/m}^3 = \rho_2$$

$$F_{\text{Auftrieb}} = \rho_0 \bar{V}_0 + m_{\text{Luft}} \cdot g$$

$$\rho_1 \cdot V \cdot g = 400 \cdot g + \rho_2 \cdot V \cdot g$$

$$\rho_1 V - \rho_2 V = 400$$

$$V(\rho_1 - \rho_2) = 400$$

$$V = \frac{400}{\rho_1 - \rho_2} \hat{=} 2'014.86921 \text{ m}^3$$

$$\hat{=} 2'014.87 \text{ m}^3$$

$$2014.9$$

$$2'015 \text{ m}^3$$

$$1.184 \cdot V \cdot g = 400g + 0.986 \cdot V \cdot g$$

$$V_{0^\circ\text{C}} = 1 \text{ m}^3$$

$$V_{25^\circ\text{C}} = 1.091'575 \dots \text{ m}^3$$

$$V_{85^\circ\text{C}} = 1.311'355 \dots \text{ m}^3$$

7

