

NPR TD, 22.9.2011

① Dampf-moleküle (H_2O) setzen sich nicht "zwischen" die vorhandenen Luft-moleküle, sondern verdrängen diese, d.h. einzelne N_2 resp. O_2 -Moleküle werden durch H_2O -Moleküle ersetzt. H_2O (18g/mol) ist leichter als N_2 resp. O_2 , also ist feuchte Luft leichter als trockene.

② $V_1 = 20m^3, T_1 = 20^\circ C = 293K, p_1 = 1bar$
 $T_2 = -50^\circ C = 223K, p_2 = 0.19bar$
m $n_1 : n_2 = 4 : 3 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{4}{3}$

$$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{n_1 R T_1}{n_2 R T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 V_1 T_2 n_2}{p_2 T_1 n_1}$$

$$V_2 = \frac{100'000 Pa \cdot 20m^3 \cdot 223K}{19'000 Pa \cdot 293K} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{4} \cdot 480.115m^3 = \underline{\underline{60.1m^3}}$$

③ $P = 2kW, \eta = 94\%, V = 22/m = 2kg$
 $\Delta T: 7^\circ C \rightarrow 95^\circ C$

$$\eta \cdot P \cdot t = C_W \cdot m_W \cdot \Delta T$$

$$t = \frac{C_W \cdot m_W \cdot \Delta T}{\eta \cdot P} \approx \underline{\underline{6.58min.}} \approx \underline{\underline{6'30''}}$$

④

$$m_{\text{Cola}} = 0.5 \text{ kg}, T_{\text{Cola}} = 26^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{Eis}} = 0.02 \text{ kg}, T_{\text{Eis}} = -25^\circ\text{C}$$

$$c_w = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}, c_{\text{Eis}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}, L_s = 0.335 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$c_w \cdot m_c \cdot (26^\circ\text{C} - T) = c_{\text{Eis}} \cdot m_{\text{Eis}} \cdot 25^\circ\text{C} + L_s \cdot m_{\text{Eis}} + c_w m_{\text{Eis}} (T - 0^\circ\text{C})$$

$$c_w m_c \cdot 26^\circ - c_w m_c T = c_{\text{Eis}} m_{\text{Eis}} \cdot 25^\circ + L_s m_{\text{Eis}} + c_w m_{\text{Eis}} \cdot T$$

$$c_w m_c \cdot 26^\circ - c_{\text{Eis}} m_{\text{Eis}} \cdot 25^\circ - L_s m_{\text{Eis}} = T (c_w m_c + c_w m_{\text{Eis}})$$

$$T = \frac{c_w m_c \cdot 26^\circ - c_{\text{Eis}} m_{\text{Eis}} \cdot 25^\circ - L_s m_{\text{Eis}}}{c_w (m_c + m_{\text{Eis}})}$$

$$= \frac{54366 - 1050 - 6700}{2174.64} =$$

$$= \underline{\underline{21.44^\circ\text{C}}}$$

⑤

$$V = 1 \text{ m}^3, T_B = 90^\circ\text{C}$$

$$T = 20^\circ\text{C}, p = 100'000 \text{ Pa}, \rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

Dichte warme Luft: ($p = \text{const.}$)

$$\frac{\rho_{H1}}{\rho_{K1}} = \frac{\frac{p_H - M}{R T_B}}{\frac{p_K - M}{R \cdot T}} = \frac{T}{T_B} \quad \text{für } p_H = p_K$$

$$\hookrightarrow \rho_{H1} : \rho_{K1} = T : T_B$$

$$\hookrightarrow \rho_{H1} = \rho_K \cdot \frac{T}{T_B} = 1.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{293.15 \text{ K}}{361.15 \text{ K}} \approx 0.9741 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Über molare Masse: } M = \frac{\rho R T}{p} = \frac{\rho R T}{p} = 0.02925$$

$$\rightarrow \rho = 0.9687 \text{ kg/m}^3$$

Σ, Forts.: KGG:

$$F_A = F_{G, \text{Ballon}} + F_{G, \text{heisse Luft}}$$

$$\rho_{KI} \cdot V \cdot g = m \cdot g + \rho_{HI} \cdot V \cdot g \quad ; \quad \rho_{HI} = \rho_{KI} \cdot \frac{T}{T_B}$$

$$V(\rho_{KI} - \rho_{HI}) = m$$

$$V\left(\rho_{KI} - \rho_{KI} \cdot \frac{T}{T_B}\right) = V \rho_{KI} \left(1 - \frac{T}{T_B}\right)$$

$$\hookrightarrow m = V \cdot \rho_{KI} \left(1 - \frac{T}{T_B}\right)$$

$$= 1 \text{ m}^3 \cdot 1.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left(1 - \frac{293.15 \text{ K}}{381.15 \text{ K}}\right)$$

$$= \underline{\underline{225.9 \text{ g}}}$$

⑥ $V = 6 \text{ L}, T = 100^\circ \text{C}, p = 4 \text{ bar}$

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

$$n = \frac{400'000 \text{ Pa} \cdot 0.006 \text{ m}^3}{R \cdot 373.15 \text{ K}} = 0.7736 \text{ Mol}$$

$$1 \text{ Mol } \text{H}_2\text{O} \approx 18 \text{ g}$$

$$\hookrightarrow \underline{\underline{13.92 \text{ g Wasser}}}$$

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

$$n = \frac{400'000 \text{ Pa} \cdot 0.005 \text{ m}^3}{R \cdot 373.15 \text{ K}} = 0.645 \text{ Mol}$$

$$1 \text{ Mol} \approx 18 \text{ g} \Rightarrow m = 0.645 \cdot 18 \text{ g} = \underline{\underline{11.6 \text{ g}}}$$

6

Version 29.9.11:

$$V = 1 \text{ m}^3, \quad p = 10 \text{ bar} = 1'000'000 \text{ Pa}$$

$$T = 120^\circ\text{C} = 393.15 \text{ K}$$

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1'000'000 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ m}^3}{8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot 393.15 \text{ K}}$$

$$= 305.918 \text{ Mol}$$

$$1 \text{ Mol} \hat{=} 18 \text{ g} \text{ (H}_2\text{O)}$$

$$\hookrightarrow m = 18 \text{ g} \cdot 305.918$$

$$= 5.507 \text{ kg}$$

5.507 kg

1

$$\text{Vakuum: } p=0, n=0$$

$$pV = nRT$$

$$0 \cdot V = 0 \cdot RT$$

Stimmt für jedes beliebige T !

Andererseits: T prop. zu Energie

keine Teilchen $\Rightarrow E=0$

$\Rightarrow T=0$