

Mustertösung Physik, 31 C, 24.3.2009

$$\textcircled{1} \quad p = \frac{F}{A}; \quad F = 1N, \quad A = (0.1\text{mm})^2$$

$$\Rightarrow p = \frac{1N}{(0.1\text{mm})^2} = 100 \text{ MPa} \quad (\text{Mega-Pascal})$$

$$F_G = 100 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$F_G = m \cdot g \Rightarrow m = 10 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

$$m_{\text{Lok}} = 84'000 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow \frac{m}{m_{\text{Lok}}} \cong \underline{\underline{119 \text{ Loks à } 84 \text{ t}}}$$

$$\textcircled{2} \quad L_0 = 1\text{m}, \quad L' = 1.012\text{m}, \quad \Delta T = 50^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = L' - L_0 = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} = \frac{L' - L_0}{L_0 \Delta T} = \frac{0.012\text{m}}{1\text{m} \cdot 50\text{K}} = \underline{\underline{240 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}}}$$

$$\underline{\underline{\alpha = 240 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}}}$$

$$\textcircled{3} \quad V_0 = 5000 \text{ l}, \quad T_0 = 0^\circ\text{C}, \quad T = 40^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta T = 40^\circ\text{C} \text{ (K)}$$

$$\gamma_{\text{Öl}} = 9.6 \cdot 10^{-4} \text{K}^{-1}, \quad \alpha_{\text{Stahl}} = 11 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

Vorgehen: berechne das Fassungsvermögen des Tanks bei 40°C .
Dann wird dieses Volumen (Öl) von 40° auf 0° "geschlumpft"

$$V_{40^\circ} = V_0 (1 + \gamma_{\text{Stahl}} \Delta T) = V_0 (1 + 3\alpha_{\text{Stahl}} \Delta T)$$

$$V_{40^\circ} = V' (1 + \gamma_{\text{Öl}} \Delta T) \quad V' = \text{gesüchtes Ölvolumen bei } 0^\circ\text{C}$$

$$V' = \frac{V_{40^\circ}}{1 + \gamma_{\text{Öl}} \Delta T} = \frac{V_0 (1 + \gamma_{\text{Stahl}} \Delta T)}{1 + \gamma_{\text{Öl}} \Delta T}$$

$$= V_0 \frac{1 + \gamma_{\text{Stahl}} \Delta T}{1 + \gamma_{\text{Öl}} \Delta T} = V_0 \frac{1 + 3\alpha_{\text{Stahl}} \Delta T}{1 + \gamma_{\text{Öl}} \Delta T} \cong \underline{\underline{4821.46 \text{ l}}}$$

④ $V_0 = 150 \text{ l}$; $O_2: 32 \text{ g/mol}$, $p_{\text{max}} = 300 \text{ bar}$, $T = 80^\circ \text{C}$

a) $p_{\text{max}} V_0 = n R T \Rightarrow n = \frac{p_{\text{max}} V_0}{R T}$

Masse $m = n \cdot \frac{32 \text{ g}}{\text{mol}} = \frac{p_{\text{max}} V_0}{R T} \cdot \frac{32 \text{ g}}{\text{mol}} \approx \underline{\underline{49.042 \text{ kg}}}$

b) $n = \frac{p_{\text{max}} V_0}{R T} = \text{Anz. Mole, pro Mol} \sim 22.4 \text{ l}$
oder:

$$p_{\text{max}} V_0 = n R T_{80}$$

$$p_{\text{atm}} V = n R T_{20}$$

$$\frac{p_{\text{max}} V_0}{p_{\text{atm}} V} = \frac{T_{80}}{T_{20}} \Rightarrow V = \sqrt[6]{\frac{p_{\text{max}} T_{20}}{p_{\text{atm}} T_{80}}} \approx \underline{\underline{36.866 \text{ m}^3}}$$

⑤ $T_1 = 25^\circ \text{C}$, $T_2 = 4^\circ \text{C}$, $V_1 = 1 \text{ l}$

$p_1 = 1 \text{ atm}$, $p_2 = \rho g h$, $V_2 = ?$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = n R T_1 \\ p_2 V_2 = n R T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_2 = \sqrt[6]{\frac{p_1 T_2}{p_2 T_1}}$$

$$V_2 = V_1 \frac{p_1 T_2}{\rho g h T_1} \approx \underline{\underline{8.7 \cdot 10^{-4} \text{ l} \approx 0.87 \text{ Mikroliter}}}$$

(Mikroliter)

⑥ $pV = nRT \rightarrow 10pV = x \cdot nR \cdot 2T$
 \uparrow
 $x = 5$

Um die Gleichheit zu behalten, muss n verfünffacht werden

$$\underline{\underline{n' = 5n}}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_1 V_1 = n_1 R T_1 \\ p_2 V_2 = n_2 R T_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{n_1 T_1}{n_2 T_2} \Leftrightarrow \frac{p_1 V_1}{10 p_1} = \frac{n_1 T_1}{n_2 2 T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \underline{\underline{n_2 = 5n_1}}$$

7

$$1.) \quad \beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$$

$$2.) \quad p \cdot \Delta V = n R \Delta T$$

$$3.) \quad p = \frac{n R \cdot 273.15 \text{ K}}{V_0}$$

3.) in 2.) einsetzen:

$$p \cdot \Delta V = n R \cdot \Delta T$$

$$\frac{n R \cdot 273.15 \text{ K}}{V_0} \Delta V = n R \Delta T \quad /: n, R$$

$$\frac{273.15 \text{ K} \cdot \Delta V}{V_0} = \Delta T \quad /: \Delta T : 273.15 \text{ K}$$

$$\frac{\Delta V}{V_0 \Delta T} = \frac{1}{273.15 \text{ K}} = (273.15 \text{ K})^{-1}$$

Interpretation: $V' = V_0 (1 + \beta_{\text{id. Gas}} \Delta T)$

$$V' = V_0 \left(1 + \frac{1}{273.15 \text{ K}} \cdot \Delta T \right)$$

$$\Delta T = -273.15 \text{ K} : \Rightarrow V' = 0$$

d.h. Vol. bei abs. Nullpunkt ist Null!

Beim Erwärmen nimmt das Volumen proportional zur absoluten Temperatur zu, und erreicht bei $\Delta T = 273.15 \text{ K}$ V_0 ,

$$\text{d.h. } V' = V_0$$

Bei verdopp. der Temp. verdoppelt sich auch das Volumen!