

Aufgabe 1

$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$, $1 \text{ Torr} = 133,32 \text{ Pa}$

a) $50 \text{ Pa} = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,5 \text{ mbar} = 6666 \text{ Torr}$

b) $10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^3 \text{ Pa} = 10 \text{ mbar} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Torr}$

c) $10 \text{ bar} = 10^6 \text{ Pa} = 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1,3 \cdot 10^8 \text{ Torr}$

d) $0,5 \text{ Torr} = 66,66 \text{ Pa} = 66,66 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,67 \text{ mbar}$

Aufgabe 2

verdoppelt sich die Teilchenzahl bei konstantem T und p, verdoppelt sich das Volumen usw.

$\rightarrow V \sim n$, $V \sim T$, $V \sim \frac{1}{p}$

Zustandsgleichung $V \sim \frac{nT}{p}$, $V = R \cdot \frac{nT}{p}$

Aufgabe 3

a) $35^\circ\text{C} = 308,15 \text{ K}$; $298 \text{ K} = 25^\circ\text{C}$

b) $V = 3 \text{ l} = 0,003 \text{ m}^3$

$p = 1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$T = 298 \text{ K}$

$R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$

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

$n = \frac{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,003 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 298 \text{ K}}$

$\approx 0,12 \text{ mol}$

Einheiten:

$\frac{\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^3}{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol K}} \cdot \text{K}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol}}} = \text{mol}$

3 c)

$$n = \frac{pV}{RT} \quad V = \text{const} \Rightarrow n \sim p$$

$$T = \text{const}$$

p verringert sich um Faktor 0,1
 ⇒ n verringert sich um Faktor 0,1: $0,12 \text{ mol} \cdot 0,1 = \underline{\underline{0,012 \text{ mol}}}$

d) $p = \frac{nRT}{V} \quad V = \text{const} \Rightarrow p \sim T$
 $n = \text{const}$

T wird um den Faktor $373 / 298 = 1,25$ erhöht
 ⇒ p erhöht sich um 1,25: $0,1 \text{ bar} \cdot 1,25 = \underline{\underline{0,125 \text{ bar}}}$

Aufgabe 4

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

$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M}$$

$$\mu = 74,12 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V = 750 \text{ cm}^3, \quad \rho = 0,71 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

chem. Standardbed.: $T = 273 \text{ K}, \quad p = 1 \text{ bar}$

$$n = \frac{0,71 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 750 \text{ cm}^3}{74,12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 7,184 \text{ mol}$$

$$V = \frac{7,184 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 273 \text{ K}}{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \approx 0,163 \text{ m}^3$$

$$\approx \underline{\underline{163 \text{ l}}}$$

Einheiten: $\frac{\text{mol} \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot \text{K}}{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = \frac{\text{Nm}}{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = \text{m}^3$

Aufgabe 5

$$\Delta W = - \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV = - nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV = - nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_2 = 3V_1$$

$$\Rightarrow \Delta W = - nRT \ln 3 = - 15 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 300 \text{ K} \cdot \ln 3$$

$$= - 41,1 \text{ kJ}$$

Fortsetzung Aufgabe 5

-3-

$$du = \delta w + \delta q$$

außerdem gilt allgemein: $du = \frac{\partial u}{\partial v} dv + \frac{\partial u}{\partial T} dT$

da isothermer Prozess: $dT = 0$

da innere Energie des idealen Gas nicht von v abhängt

$u_{\text{ideales Gas}} = u(T)$ gilt $\frac{\partial u}{\partial v} = 0$

$$\Rightarrow du = 0$$

$$\Rightarrow du = 0 = \delta w + \delta q \quad \Rightarrow \quad \delta q = -\delta w$$

Damit ergibt sich für die zugeführte Wärmemenge

$$\delta q = 41,1 \text{ kJ}$$

Aufgabe 6

gesucht: Wärmekapazität

$$C_v = \left(\frac{\delta Q}{dT} \right)_v = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_v$$

isochorer Prozess, d.h. gesamte Energie wird in Wärme umgewandelt.

Oben hat das Wasser potentielle Energie $E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$

Diese wird beim Fall vollständig in Wärme umgewandelt

$$\Delta u = C_v \cdot \Delta T = m \cdot \underset{\substack{\uparrow \\ \text{spez.} \\ \text{Wärmekap.}}}{C_v} \cdot \Delta T$$

$$\Delta u = E_{\text{pot}}$$

$$m \cdot g \cdot h = m \cdot C_v \cdot \Delta T \quad \Rightarrow \quad C_v = \frac{g \cdot h}{\Delta T} = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 110 \text{ m}}{0,25 \text{ K}} = 4316,4 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\text{Einheiten: } \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{K}} = \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{K}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \frac{\text{Nm}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$