

1. a) «Wenn die Masse der Gasteilchen doppelt so gross ist, dann ist der Druck *doppelt so gross*».
- b) «Wenn die Anzahl der Gasteilchen doppelt so gross ist, dann ist der Druck *doppelt so gross*».
- c) «Wenn die Geschwindigkeit der Gasteilchen doppelt so gross ist, dann ist der Druck *viermal so gross*».

$$2. \quad a) \quad m_{\text{Teilchen}} = \frac{m_{\text{alle Teilchen}}}{N} = \frac{1.744 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{3.75 \cdot 10^{22}} = \underline{\underline{4.65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}}$$

$$b) \quad v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{kin(alle Teilchen)}}}{m_{\text{alle Teilchen}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 228 \text{ J}}{1.744 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}} = \underline{\underline{511 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

$$c) \quad p = \frac{2 \cdot E_{\text{kin(alle Teilchen)}}}{3 \cdot V} = \frac{2 \cdot 228 \text{ J}}{3 \cdot 1.50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = 101'333 \text{ Pa} = \underline{\underline{1.01 \text{ bar}}}$$

$$d) \quad T = \frac{p \cdot V}{N \cdot k} = \frac{101'333 \text{ Pa} \cdot 1.50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{3.75 \cdot 10^{22} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} = \underline{\underline{294 \text{ K}}} = \underline{\underline{21^\circ \text{C}}}$$

$$\text{oder: } T = \frac{2 \cdot E_{\text{kin(ein Teilchen)}}}{3 \cdot k} = \frac{2 \cdot E_{\text{kin(alle Teilchen)}}}{3 \cdot k \cdot N} = \frac{2 \cdot 228 \text{ J}}{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 3.75 \cdot 10^{22}} = \underline{\underline{294 \text{ K}}}$$

$$3. \quad p \cdot V = \frac{1}{3} \cdot N \cdot m_{\text{ein Teilchen}} \cdot v^2 \quad \text{und} \quad \rho = \frac{N \cdot m_{\text{ein Teilchen}}}{V} \quad \text{kombiniert man zu}$$

$$p = \frac{1}{3} \cdot \frac{N \cdot m_{\text{ein Teilchen}}}{V} \cdot v^2 = \frac{1}{3} \cdot \rho \cdot v^2 \quad \text{nach } v \text{ auflösen ergibt}$$

$$v = \sqrt{\frac{3 \cdot p}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.0 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1.293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = \underline{\underline{482 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

4. a) Die Anzahl Helium-Atome in der Flasche ist

$$N = \frac{p \cdot V}{k \cdot T} = \frac{1.0 \cdot 10^7 \text{ Pa} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293 \text{ K}} = 4.95 \cdot 10^{25} \text{ Gasteilchen}$$

Die gesamte Masse beträgt

$$m = N \cdot m_{\text{ein Teilchen}} = 4.95 \cdot 10^{25} \cdot 6.6 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = \underline{\underline{0.33 \text{ kg}}}$$

- b) Der Druck ändert sich, die Temperatur bleibt konstant. Das ergibt für das Volumen

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot p_1}{p_2} = \frac{20 \text{ l} \cdot 100 \text{ bar}}{1.2 \text{ bar}} = 1667 \text{ l}$$

davon bleiben 20 l in der Flasche, das heisst zum Aufblasen bleiben 1647 l

$$\text{Damit lassen sich } \frac{1647 \text{ l}}{5 \text{ l}} = \underline{\underline{329 \text{ Ballone}}} \text{ aufblasen}$$

5. $N = \frac{p \cdot V}{k \cdot T} = \frac{1.0 \cdot 10^{-9} \text{ Pa} \cdot 1.0 \text{ m}^3}{1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293 \text{ K}} = \underline{\underline{2.5 \cdot 10^{11} \text{ Gasteilchen}}}$

6. a) $E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{3}{2} \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 288 \text{ K} = \underline{\underline{5.96 \cdot 10^{-21} \text{ J}}}$

b) $E_{\text{Lage}} = m \cdot g \cdot h = 4.6 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1.0 \text{ m} = \underline{\underline{4.5 \cdot 10^{-25} \text{ J}}}$

Bemerkung: Die mittlere kinetische Energie ist ca 10'000 mal grösser! Wenn sich das Molekül aufgrund der thermischen Bewegung nach oben bewegt, wird praktisch keine kinetische Energie in Lageenergie umgewandelt.

c) $E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{ein Teilchen}} \cdot v^2$ nach v auflösen:

$$v = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m_{\text{ein Teilchen}}}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 288 \text{ K}}{4.65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}} = \underline{\underline{506 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

d) $\frac{v_{\text{Stickstoff}}}{v_{\text{Sauerstoff}}} = \frac{\sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m_{\text{Stickstoff}}}}}{\sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m_{\text{Sauerstoff}}}}} = \sqrt{\frac{m_{\text{Sauerstoff}}}{m_{\text{Stickstoff}}}} = \sqrt{\frac{5.32 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}{4.65 \cdot 10^{-26} \text{ kg}}} = \underline{\underline{1.07}}$

Die Stickstoffmoleküle sind ca 7% schneller als die Sauerstoffmoleküle.

7. $E_{\text{kin(ein Teilchen)}} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T = \frac{1}{2} \cdot m_{\text{ein Teilchen}} \cdot v^2$ nach T auflösen:

$$T = \frac{m_{\text{ein Teilchen}} \cdot v^2}{3 \cdot k} = \frac{4.65 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \cdot \left(700 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{3 \cdot 1.38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} = \underline{\underline{550 \text{ K}}} = \underline{\underline{277 \text{ °C}}}$$