

Aufgaben zur Theorie der Wärme * LK Physik * K13

1. Wie viele Moleküle sind in einem Liter Äthylalkohol (C_2H_5OH) bei $20^\circ C$ enthalten?
Die Dichte von Äthylalkohol bei $20^\circ C$ beträgt $0,789 \text{ gcm}^{-3}$.

2. Die Dichte von Ammoniak bei Normalbedingungen ($0^\circ C$ und 1013 hPa) beträgt $0,771 \text{ kgm}^{-3}$.
 - a) Wie viele Moleküle befinden sich in einem Liter?
 - b) Welche mittlere Geschwindigkeit haben diese Moleküle?
 - c) Wie verändert sich diese mittlere Geschwindigkeit der Moleküle, wenn man bei konstantem Volumen durch Erwärmen den Druck um 450 hPa erhöht?

3. Luft besteht im Wesentlichen aus O_2 und N_2 mit den Massenanteilen $23,1\%$ und $76,9\%$.
 - a) Wie viele Moleküle O_2 bzw. N_2 befinden sich in $1,00$ Liter Luft bei Normalbedingungen?
 - b) Welche mittlere Geschwindigkeit haben die O_2 - bzw. N_2 - Moleküle bei Normalbedingungen?
 - c) Die O_2 - bzw. N_2 - Moleküle tragen zum Gesamtdruck des Gases mit jeweils so genannten Partialdrücken bei. Berechnen Sie diese Partialdrücke für Luft bei Normaldruck (d.h. bei $p_0 = 1013 \text{ mbar}$).
 - d) Wie viele Luftmoleküle befinden sich in einer evakuierten Röntgenröhre vom Volumen $4,0$ Liter, wenn in dieser bei $20^\circ C$ ein Restdruck von $1,0 \text{ Pa}$ herrscht?
Wie viele Sauerstoffmoleküle sind das?
 - e) Welche Temperatur muss Luft bei einem Druck von 2500 hPa haben, damit die Sauerstoffmoleküle eine mittlere Geschwindigkeit von 750 Meter pro Sekunde haben?
Wie lautet die entsprechende Antwort bei einem Druck von 1013 hPa ?



Lösungen:

1. $46 \text{ g} \hat{=} 1 \text{ mol}$; $1 \text{ Liter} \hat{=} 789 \text{ g} \hat{=} 1,0 \cdot 10^{25} \text{ Teilchen}$

2. a) NH_3 : $1 \text{ mol} \hat{=} 17 \text{ g}$; $1 \text{ Liter} \hat{=} 0,771 \text{ g} \hat{=} 0,0454 \text{ mol} \hat{=} 2,73 \cdot 10^{22} \text{ Teilchen}$

b) $\bar{v} = 0,92 \cdot \sqrt{v^2} = 0,92 \cdot \sqrt{\frac{3p}{\rho}} = 578 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

c) $p \sim T$ und $p_1 = 1,444 p_o \Rightarrow T_1 = 1,444 T_o$

wegen $\sqrt{T} \sim \bar{v} \Rightarrow \bar{v}_1 = \sqrt{1,444} \bar{v}_o = 695 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, d.h. \bar{v} nimmt um 20% zu.

3. a) $\frac{N_{O_2}}{N_{N_2}} = \frac{0,231}{\frac{32}{0,769}} = 0,263 \Rightarrow N_{O_2} = 0,208 N$ und $N_{N_2} = 0,792 N$

$$N = \frac{pV}{kT} = \frac{101300 \text{ Pa} \cdot 0,001 \text{ m}^3}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 273 \text{ K}} = 2,69 \cdot 10^{22}$$

$$\Rightarrow N_{O_2} = 5,60 \cdot 10^{21} \text{ und } N_{N_2} = 21,3 \cdot 10^{21}$$

b) $\overline{v_{O_2}} = 0,92 \cdot \sqrt{\frac{3kT \cdot 6,022 \cdot 10^{26}}{32 \text{ kg}}} = 424 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ und $\overline{v_{N_2}} = \sqrt{\frac{32}{28}} \cdot \overline{v_{O_2}} = 454 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

c) $p_{O_2} = \frac{N_{O_2} \cdot kT}{V} = 0,21 \text{ bar}$ und $p_{N_2} = \frac{N_{N_2} \cdot kT}{V} = 0,80 \text{ bar}$

d) $N = \frac{1,0 \text{ Pa} \cdot 0,004 \text{ m}^3}{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293 \text{ K}} = 9,9 \cdot 10^{17}$ und $N_{O_2} = 0,208 N = 2,6 \cdot 10^{17}$

e) $T = \frac{\overline{v}^2 \cdot m_{O_2}}{0,92^2 \cdot 3k} = \frac{(750 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 \cdot \frac{32 \text{ kg}}{6,022 \cdot 10^{26}}}{0,92^2 \cdot 3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}} = 853 \text{ K}$; T hängt nicht vom Druck ab!