

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 $750 \text{ Meter pro Sekunde}$ 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!