

Übungsblatt 9

Aufgabe 1 - *

Bei 20°C hat ein Messingwürfel eine Kantenlänge von 30 cm. Um wie viel nimmt seine Oberfläche zu, wenn er von 20°C auf 75°C erhitzt wird?

Aufgabe 2 - **

Ein kreisförmiger Loch in einer Aluminiumplatte habe bei 0°C einen Durchmesser von 2,725 cm. Welchen Durchmesser hat das Loch, wenn die Platte auf eine Temperatur von 100°C erwärmt wird?

Lösung 2- **

$$D = 2,731 \text{ cm}$$

Aufgabe 3 - *

Eine Pendeluhr mit einem Messingpendel soll die Zeit bei 23°C angeben. Nehmen Sie an, dass die Uhr sich als einfaches Pendel beschreiben lässt, mit einem Pendelgewicht am Ende eines massefreien Stabs, der reibungsfrei um sein anderes Ende schwingen kann.

- a) Läuft die Uhr zu schnell oder zu langsam, wenn sie bei 0°C betrieben wird?
- b) Wie groß ist der Betrag des Fehlers, angegeben in Sekunden pro Stunde?

Aufgabe 4 - *

Ein mit Sonnenenergie beheiztes Haus besteht u. a. aus $1,00 \cdot 10^5 \text{ kg}$ Beton (spezifische Wärmekapazität $1,00 \frac{\text{kJ}}{\text{K} \cdot \text{kg}}$). Wie viel Wärme gibt diese Betonmenge ab, wenn sie von 25°C auf 20°C abkühlt?

Aufgabe 5 - *

Eine Autofahrerin pumpt die Reifen ihres Autos auf einen Druck von 180 kPa auf, während die Temperatur bei -8°C liegt. Als sie ihr Fahrtziel erreicht hat, ist der Reifendruck auf 245 kPa angestiegen. Wie hoch ist dann die Temperatur der Reifen, wenn

- a) angenommen wird, dass sie sich nicht ausdehnen,
- b) angenommen wird, dass sie sich so ausdehnen, dass das Volumen der Luft darin um 7 % zunimmt?

Aufgabe 6 - *

Ein Zimmer hat eine Größe von 6,0 m mal 5,0 m mal 3,0 m.

- a) Wie viele Mole Luft befinden sich im Zimmer, wenn der Luftdruck bei 1,0 bar liegt und eine Temperatur von 300 K herrscht?

- b) Wie viele Mole Luft entweichen aus dem Zimmer, wenn die Temperatur um 5,0 K ansteigt, während der Luftdruck gleich bleibt?

Aufgabe 7 - **

10,0 g flüssiges Helium (Molmasse von Helium = $4,003 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$) mit einer Anfangstemperatur von 4,20 K verdampfen in einen leeren Ballon, der auf einem Druck von 1,00 bar gehalten wird. Wie groß ist das Volumen des Ballons

- a) bei 25,0 K bzw.
b) bei 293 K?

Lösung 7- **

$$V_{25} = 5,2 \text{ liter}$$

$$V_{293} = 60,9 \text{ liter}$$

Aufgabe 8 - *

Ein Taucher befindet sich in einem See 40 m tief, wo die Temperatur bei 5°C liegt. Aus seinem Atemgerät entweicht eine Luftblase mit einem Volumen von 15 cm^3 . Die Blase steigt an die Oberfläche, wo eine Temperatur von 25°C herrscht. Nehmen Sie an, dass sich die Luft in der Blase stets in thermischem Gleichgewicht mit dem umgebenden Wasser befindet und dass zwischen Luft und Wasser kein Austausch von Molekülen stattfindet. Wie groß ist das Volumen der Luftblase unmittelbar vor dem Erreichen der Wasseroberfläche? (Hinweis: Beachten Sie, dass sich nach oben hin auch der Druck ändert.)

Aufgabe 9 - *

Berechnen Sie die quadratisch gemittelte Geschwindigkeit und die mittlere kinetische Energie von Wasserstoffatomen ($m_{\text{mol}} = 1,0079 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$) bei einer Temperatur von $1,0 \cdot 10^7 \text{ K}$. (Bei dieser Temperatur, die in der Größenordnung der Temperatur im Inneren von Sternen liegt, sind die Wasserstoffatome ionisiert, bestehen also nur aus einem einzelnen Proton.)

Aufgabe 10 - *

Zeigen Sie, dass die Verteilungsfunktion $p(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi k_B T}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2k_B T}}$ maximal ist, wenn $v = \sqrt{2k_B T/m}$ ist. (Hinweis: Setzen Sie $\frac{dp}{dv} = 0$ und lösen Sie nach v auf.)

Aufgabe 11 - *

Berechnen Sie

- a) das Volumen von 1,00 mol eines idealen Gases bei einer Temperatur von 100°C und einem Druck von 1,00 bar,
b) das Volumen von 1,00 mol Wasserdampf bei denselben Bedingungen. Verwenden Sie hierzu die Van-der-Waals-Koeffizienten $a = 5,50 \text{ l}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-2}$ und $b = 30,0 \text{ cm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$.

Aufgabe 12 - *

Für Helium betragen die Van-der-Waals-Koeffizienten $a = 0,03501 \text{ l}^2 \cdot \text{bar} \cdot \text{mol}^{-2}$ und $b =$

$0,0238 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1}$. Berechnen Sie damit das Volumen in Kubikzentimeter, das ein Heliumatom besetzt, und schätzen Sie dessen Radius ab.

Aufgabe 13 - *

Ein Zylinder mit konstantem Volumen enthält eine Mischung von Stickstoffgas (N_2) ($m_{\text{mol}} = 28,013 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$) und Wasserstoffgas (H_2) ($m_{\text{mol}} = 2,016 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$). Bei der Temperatur T_1 seien sämtliche Stickstoffmoleküle dissoziiert, jedoch keines der Wasserstoffmoleküle. Der Druck sei dabei P_1 . Wenn die Temperatur auf $T_2 = 2 \cdot T_1$ verdoppelt wird, dann verdreifacht sich der Druck, weil nun auch alle Wasserstoffmoleküle dissoziiert sind. In welchem Massenverhältnis liegen die beiden Gase im Zylinder vor?