



Serie 52, Musterlösung

Brückenkurs Physik

Datum: 10. September 2018

1. Geschlossener Behälter

HRHYE5

In einem geschlossenen Behälter befindet sich ein Gas bei 20°C unter einem absoluten Druck von $p_1=1.0$ bar. Bei welcher Temperatur T_2 übt das Gas den doppelten Druck aus?

Lösung:

Es gibt zwei Zustände

- Zustand 1: Gas kalt (p_1, V_1, T_1)
- Zustand 2: Gas warm (p_2, V_2, T_2)

Wir lösen das ideale Gasgesetz nach der gesuchten Grösse auf, hier also nach T_2 .

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2 \cdot V_2}{p_1 \cdot V_1}$$

oder

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

Wir wissen, dass sich das Volumen nicht ändert, also $\frac{V_2}{V_1} = 1$. Ausserdem erhöht sich der Druck auf das Doppelte, also $\frac{p_2}{p_1} = 2$. Die Endtemperatur ist dann

$$T_2 = T_1 \cdot 2 = (20 + 273.15) \cdot 2 \text{ K} = 586.3 \text{ K}$$

oder 313.15 °C.

2. Stahlflasche

GDSZ4J

In einer Stahlflasche befindet sich Stickstoff (N_2 , 78% von "Luft" bestehen aus N_2) unter einem absoluten Druck von 100 bar bei einer Temperatur von 10°C. Durch Temperaturerhöhung erhöhte sich bei konstant bleibendem Volumen der Druck um 5 000 hPa. Wie gross ist die Temperaturerhöhung?

Lösung:

Es gibt zwei Zustände

- Zustand 1: Gas kalt (p_1, V_1, T_1)
- Zustand 2: Gas warm (p_2, V_2, T_2)

Wir lösen das ideale Gasgesetz nach der gesuchten Grösse auf, hier also nach T_2 .

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1}$$

Wir wissen, dass sich das Volumen nicht ändert, also $\frac{V_2}{V_1} = 1$. Die Drücke sind $p_1 = 100 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ und $p_2 = p_1 + 5000 \cdot 10^2 \text{ Pa}$, und die Temperatur $T_1 = 10 + 273.15 \text{ K}$. Es ergibt sich

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot p_2}{p_1} \cdot 1 = 297.307 \text{ K}$$

d.h. $24.16 \text{ }^\circ\text{C}$ und $\Delta T = 24.16 - 10 = 14.16 \text{ K}$.

3. Zylinder

CLR2S9

Eine Luftmenge von 15 dm^3 ist bei 17°C in einem Zylinder eingeschlossen. Der reibungsfrei bewegliche Kolben hat eine Fläche von 150 cm^2 . Um wie viele cm wird er verschoben, wenn die Luft auf 127°C erwärmt wird?

Tip : Überlegen Sie, was die Bezeichnung "reibungsfrei beweglicher Kolben" für die Druckverhältnisse links und rechts des Kolbens bedeutet.

Lösung:

Es gibt zwei Zustände

- Zustand 1: Gas kalt (p_1, V_1, T_1)
- Zustand 2: Gas warm (p_2, V_2, T_2)

Wir lösen das ideale Gasgesetz nach der gesuchten Grösse auf, hier also nach V_2 .

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{p_1}{p_2}$$

Wir wissen, dass sich der Druck nicht ändert (Hinweis: reibungsfrei), also $\frac{p_1}{p_2} = 1$. Die Temperaturen sind $T_1 = 17 + 273.15 \text{ K}$ und $T_2 = 127 + 273.15 \text{ K}$, das Volumen am Anfang $V_1 = 15 \cdot (10^{-1})^3 \text{ m}^3 = 0.015 \text{ m}^3$. Also

$$V_2 = 0.0206867 \text{ m}^3.$$

Die Volumenänderung ist $\Delta V = V_2 - V_1 = 0.00568671 \text{ m}^3$. In einem Zylinder mit Querschnitt $A = 0.015 \text{ m}^2$ ergibt sich die Verschiebung zu

$$h = \frac{\Delta V}{A} = \frac{0.00568671 \text{ m}^3}{0.015 \text{ m}^2} = 0.379114 \text{ m}$$

4. Kühlschränkür

A1WI8R

Es gibt zwei Zustände

- Zustand 1: Gas **warm** (p_1, V_1, T_1)
- Zustand 2: Gas kalt (p_2, V_2, T_2)

Sie öffnen die Kühlschranktür relativ lange, weil Sie etwas suchen. Dann schliessen Sie die Türe wieder. Nach einiger Zeit hat das Gerät wieder seine Normaltemperatur von 5°C erreicht.

- (a) Schätze den Unterdruck ab. Rauminhalt 175 Liter, Raumtemperatur 20° .
 (b) Welche Kraft brauchen Sie zum Öffnen der Türe, wenn der Kühlschrank absolut dicht ist? Türe : $50\text{ cm} \times 80\text{ cm}$.

Lösung:

Wir lösen das ideale Gasgesetz nach der gesuchten Grösse auf, hier also nach p_2 .

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

Das Volumen des Kühlschranks bleibt konstant also $\frac{V_1}{V_2} = 1$. Die Temperaturen sind $T_1 = (20 + 273.15)\text{ K}$ und $T_2 = (5 + 273.15)\text{ K}$ und der Druck $p_1 = 1013.25 \cdot 10^2\text{ Pa}$. Also

- (a) $p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot 1 = 96140.4\text{ Pa}$. Der Überdruck ist $\Delta p = p_1 - p_2 = 5184.63\text{ Pa}$.
 (b) Der Druck wirkt auf die ganze Fläche $A = 0.5 \cdot 0.8\text{ m}^2$. Die Kraft ist also

$$p = \frac{F}{A} \quad \Rightarrow \quad F = \frac{\Delta p}{A} = 2073.85\text{ N}$$

5. Kupferwürfel

JGGPSL

Ein Kupferwürfel von 200 g wird auf 100°C erwärmt. In einem Kalorimetergefäss (Wärmekapazität 58 J/K) ist eine unbekannte Flüssigkeit von 500 g . Wie gross ist die spezifische Wärmekapazität der Flüssigkeit, wenn sie sich mit dem Würfel von 20.0°C auf 25.0°C erwärmt?

Lösung:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_k \cdot c_K \cdot \underbrace{(100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})}_{\Delta T_1} + m_F \cdot c_F \cdot \underbrace{(20^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})}_{\Delta T_2} = 0$$

Wir suchen c_F , also lösen wir nach dieser Variablen auf:

$$c_F = \frac{m_k \cdot c_K \cdot \Delta T_1}{m_F \cdot c_F \cdot \Delta T_2}$$

6. Kalorimeter

4RQFAE

Bei der Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von festen und flüssigen Körpern muss die Wärmekapazität des Gefässes (Kalorimeter) berücksichtigt werden. Sie wird durch einen Mischungsversuch ermittelt: 80 g Wasser von 18°C werden

im Kalorimeter mit 100 g Wasser von 80°C gemischt. Die Mischungstemperatur beträgt 49.0°C. Berechnen Sie die Wärmekapazität des Kalorimeters.

Lösung:

$$Q_1 + Q_2 + Q_K = 0$$
$$m_1 \cdot c_W \cdot \underbrace{(49^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})}_{\Delta T_1} + m_2 \cdot c_W \cdot \underbrace{(49^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C})}_{\Delta T_2} + C_K \cdot \underbrace{(49^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C})}_{\Delta T_1} = 0$$

Alle größen Sind bekannt ($c_w = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$). Wir lösen also nach c_K auf:

$$C_K = -\frac{c_W \Delta T_1 m_1 + c_W \Delta T_2 m_2}{\Delta T_1} = 83.64 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$