Brückenkurs Physik
donat.adams@fhnw.ch
www.adams-science.org

Test 1 Musterlösung

Name, Nummer: Datum: 22. Mai 2017

1. SI-Einheiten, und Si-Vorsätze 460453

Die Fahrradpumpe zeigt für den Reifendruck eines Renn-Velo-Pneus den Druck p an.

$$p = 11 \text{ bar}$$

(a) Berechnen Sie p in Pa.

(b) Geben Sie den Druck in SI-Einheiten und mit SI-Vorsätzen an (maximal einer Stelle vor dem Komma).

(c) Geben Sie den absoluten Druck im Pneu an.

Lösung:

(a) Der Druck ist $11 \cdot 10^5$ Pa.

(b) $p = 11 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1.1 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 1.1 \text{ MPa}$

(c) Der absoluten Druck ist $p' = p + 1$ bar=12 bar.

2. Druck im Erdmantel 149175

Im Erd-Mantel bei einer Tiefe von 2000 km unter der Erd-Oberfläche herrscht ein Druck von $p = 150 \cdot 10^9$ Pa.
Wir stellen Elefanten (1700 kg) auf eine 1 CHF Münze (Fläche 1 cm^2).

(a) Welchen Druck erzeugt ein Elefant auf der Münze?

(b) Wieviele Elefanten braucht es mindestens, um den oben angegebenen Druck p zu erzeugen?

Lösung:

(a) Druck ein Elefant auf der Münze:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{1700 \cdot 9.81}{(1/100)^2} \frac{\text{kg} \cdot \text{N}}{\text{m}^2 \cdot \text{kg}} \\ &= 1.6677 \cdot 10^8 \text{ Pa} = 166.77 \text{ MPa} \end{aligned}$$

(b) Anzahl n Elefanten

$$\begin{aligned} n \cdot p_1 &= p \\ \Rightarrow \quad n &= \frac{p}{p_1} = \frac{150 \cdot 10^9}{1.6677 \cdot 10^8} \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} = 899.44 \end{aligned}$$

Es braucht also mindestens 900 Elefanten um diesen Druck zu erzeugen.

3. Ballon **017842**

An einen Ballon wird eine Grusskarte gehängt. Wie schwer darf Grusskarte maximal sein, damit der Ballon noch schwebt?
Der Ballon ist mit Wasserstoff gefüllt und die Ballonhülle wiegt 5 g.

$$\rho_{\text{Luft}} = 1.2\text{kg/m}^3;\ \text{V}_{\text{Ballon}} = 15.314\ \text{l}$$

Lösung:
Der Ballon schwebt, wenn die Auftriebskraft gleich gross ist wie die Gravitationskraft:

$$g \cdot m_K + V_B \cdot \rho_W \cdot g + g \cdot m_B = g \cdot \rho_L \cdot V_B$$

dabei sind g der Ortsfaktor der Gravitation, m_K die Masse der Karte, V_B das Volumen des Ballons, ρ_W die Dichte des Wasserstoffs, ρ_L die Dichte der Luft und V_B das Volumen des Ballons.
Wir lösen nach der Masse der Karte auf

$$m_K = \rho_L \cdot V_B - \rho_W \cdot V_B - m_B$$

und setzen ein

$$m_K = 1.2{\cdot}15.314{\cdot}10^{-3}\text{kg/m}^3 \cdot \text{m}^3 - 0.0899{\cdot}15.314{\cdot}10^{-3}\text{kg/m}^3 \cdot \text{m}^3 - 0.005\text{kg} = 0.012\ \text{kg}$$

4. Joghurt **899010**

Der Aludeckel eines Joghurt-Bechers ist hart und ausgestülpt, wenn man ihn in die Berge auf eine Wanderung mitnimmt.
Um wie viel nimmt das Volumen 0.02 l des Gases im Becher *zu*, wenn er von Baden (p =1.013 bar) auf den Zugerberg (p =0.943 bar) gebracht wird. Wir nehmen an, dass die Temperatur auf dem Berg gleich gross ist wie unten.

Lösung:
z.B. auf den Tee pusten (schnelle Atome entfernen), an einen kühlen Ort stellen (Wärme ableiten), warten und Wärme abstrahlen lassen (Wärmestrahlung entweichen lassen).
Mit der idealen Gasgleichung gilt

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

Wir lösen nach V_2 auf

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

Der zweite Schritt ist möglich, da $T_1 = T_2$. Einsetzen ergibt

$$V_2 = \frac{1.013}{0.943} \cdot 0.02\ \frac{\text{bar}}{\text{bar}} \cdot l = 0.0214\ \text{l}$$

Das Volumen nimmt also um $V_2 - V_1 = 0.0014$ l zu.

5. Tee süssen **908709**

Wir wollen einen heissen Tee abkühlen. Welche Möglichkeiten kennen Sie dafür (Mindestens 3 Vorschläge)?
Jetzt süssen wir den Tee (2.5 dl bei $\vartheta = 70°\mathrm{C}$) mit Honig. Wie viel Honig muss beigemischt werden, damit sich der Tee auf 50°C abkühlt?

$$c_{\text{Honig}} = 3168 \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}},\ \vartheta_{\text{Honig}} = 6\,°\mathrm{C}$$

Lösung:
Energieerhaltung:

$$Q_{\text{Tee}} + Q_{\text{Honig}} = 0$$

also

$$c_W \cdot m_{\mathrm{T}}(70°\mathrm{C} - 50°\mathrm{C}) + c_H \cdot m_{\mathrm{H}}(6°\mathrm{C} - 50°\mathrm{C}) = 0\ ,$$

dabei sind c_W die spezifische Wärmekapazität des Tees (=Wasser), m_{T} die Masse des Tees, c_H die spezifische Wärmekapazität des Honigs, m_{H} die Masse des Honigs. Wir lösen nach m_{Honig} auf und erhalten

$$m_H = -\frac{c_W \cdot m_T \cdot (70 - 50)}{c_h \cdot (6 - 50)}$$

Jetzt setzen wir ein:

$$m_H = -\frac{4182 \cdot 0.25 \cdot 20}{3168 \cdot 44} \cdot \frac{\mathrm{J}/(\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}) \cdot \mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}}{\mathrm{J}/(\mathrm{kg} \cdot \mathrm{K}) \cdot \mathrm{K}} = 0.15\ \mathrm{kg}$$