



1. Schulaufgabe aus der Physik, Kl. 10b/c (ns), 13.01.2005

1. Druck im Reifen

Ein Autoreifen enthält $0,15\text{m}^3$ Luft der Temperatur 18°C . Dabei herrscht im Reifen ein Druck von 3500 hPa . Nach rasanter Fahrt hat sich die Lufttemperatur des Reifens um 20°C auf 38°C erhöht.

- Wie groß ist der Druck nun im Reifen, wenn man annimmt, dass sich das Reifenvolumen nicht verändert hat?
- Wie viel Luft müsste abgelassen werden, um bei der Temperatur von 38°C den ursprünglichen Reifenluftdruck von 3500 hPa wiederherzustellen?

2. Entspannung im Vollbad

Peter freut sich schon darauf, nach der Schulaufgabe ein schönes heißes Bad zu nehmen. 200 Liter Wasser der Temperatur 40°C wird er dabei in die Wanne einfüllen. Das Wasser wird in einer Gasheizung erwärmt und strömt mit 12°C in die Heizanlage. Benötigte Konstanten: Siehe Anhang unten!

- Wie viel Energie benötigt man für das Erwärmen des Wassers?
(Ergebnis: 23 MJ)
- Wie teuer kommt Paul dieses Vollbad?
Eine kWh Heizgas kostet $4,0\text{Cent}$ und für einen Kubikmeter Wasser (incl. Abwasser) müssen $4,50\text{€}$ bezahlt werden. Ferner ist zu berücksichtigen, dass der Wirkungsgrad der Anlage nur 80% beträgt, d.h. 20% der Energie des Heizgases gehen „verloren“ und dienen somit nicht zum Erwärmen des Wassers.

3. Eis im Tee

Paul macht Eistee, indem er 500g Eis der Temperatur 0°C in $0,50\text{ Liter}$ heißen Tee (d.h. Wasser) der Temperatur 65°C gibt. Benötigte Konstanten: Siehe Anhang unten! Wärmeaustausch mit der Umgebung soll im Folgenden vernachlässigt werden.

- Prüfen Sie mit einer Rechnung, ob das gesamte Eis schmilzt oder am Ende Eis übrig bleibt? (Von Ihrem Ergebnis hängt die Bearbeitung der Aufgabe 3b) ab!)
- Falls Eis übrig bleibt:
Geben Sie die Temperatur es Eistees an und bestimmen Sie die Masse des Eises im Tee!
Falls das gesamte Eis schmilzt:
Bestimmen Sie die Mischtemperatur des Eistees!

4. Kolben im Zylinder

Otto- und Dieselmotor gehören beide zu den Viertakt-Motoren, weisen aber trotzdem einige wesentliche Unterschiede auf. Bearbeiten Sie die folgende Aufgabe in Stichpunkten!

Worin unterscheiden sich Otto- und Dieselmotor?

Gehen Sie dabei insbesondere ein auf Treibstoff, Zündung, Druck und Temperatur, Wirkungsgrad, Verwendung und Schadstoffe.

Anhang: Wasser bzw. Tee: Dichte $\rho = 1,0\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$; spez. Wärmekapazität $c = 4,19\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

Eis: spez. Schmelzwärme $334\frac{\text{J}}{\text{g}}$; spez. Wärmekapazität $2,10\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

Aufgabe	1a	b	2a	b	3a	b	4	Σ
Punkte	4	5	4	5	5	4	6	33

Musterlösung

1. a)

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \text{mit } V_1 = V_2 \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 3500 \text{ hPa} \cdot \frac{311 \text{ K}}{291 \text{ K}} = 3740,5 \dots \text{ hPa} = 3,7 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{b) } T_2 = T_3 \Rightarrow p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 \Rightarrow V_3 = V_2 \cdot \frac{p_2}{p_3} = 0,15 \text{ m}^3 \cdot \frac{3741 \text{ hPa}}{3500 \text{ hPa}} = 0,1603 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = V_3 - V_2 = 0,0103 \text{ m}^3 = 10 \text{ dm}^3$$

Es müssten 10 Liter Luft (mit dem Druck 3500 hPa und der Temperatur 38°C) abgelassen werden.

$$\text{Dies entspricht } 10 \text{ dm}^3 \cdot \frac{3500 \text{ hPa}}{1000 \text{ hPa}} = 35 \text{ dm}^3 \text{ Luft des Normaldrucks } 1,0 \text{ bar (bei } 38^\circ\text{C)}.$$

$$2. \text{ a) } \Delta E_i = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot 200 \text{ kg} \cdot (40 - 12) \text{ K} = 4,19 \cdot 200000 \cdot 28 \text{ J} = 23 \text{ MJ}$$

$$\text{b) } 1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3,6 \text{ MJ}$$

$$E_{\text{erforderlich}} = \frac{23 \text{ MJ}}{80\%} = \frac{23 \text{ MJ}}{0,80} = 28,8 \text{ MJ} = \frac{28,8}{3,6} \text{ kWh} = 8,0 \text{ kWh} \hat{=} 8,0 \cdot 4,0 \text{ Cent} = 32 \text{ Cent}$$

$$200 \text{ Liter} = \frac{1}{5} \text{ m}^3 \hat{=} \frac{1}{5} \cdot 4,50 \text{ €} = 90 \text{ Cent}$$

$$\text{Gesamtkosten: } 32 \text{ Cent} + 90 \text{ Cent} = 1,22 \text{ €}$$

$$3. \text{ a) } \text{Schmelzenergie } E_s = 500 \text{ g} \cdot 334 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 167 \text{ kJ}$$

$$Q \text{ um Tee auf } 0^\circ\text{C abzukühlen: } Q = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot 500 \text{ g} \cdot 65 \text{ K} = 136 \text{ kJ}$$

$Q < E_s$, d.h. des bleibt Eis übrig.

$$\text{b) Der Eistee hat damit die Temperatur } 0^\circ\text{C} \text{ und es schmelzen } \frac{136 \text{ kJ}}{167 \text{ kJ}} \cdot 500 \text{ g} = 407 \text{ g Eis.}$$

Im Eistee verbleiben damit noch 93g Eis.

4. Ottomotor

Benzin-Luft-Gemisch wird (über den Vergaser) angesaugt;

Zündung mit Zündkerze

im Arbeitstakt: 1500 °C, 40 bar

leichter Motor, insbesondere PKW

Wirkungsgrad ca. 20%

Abgase: CO, NO_x, C_xH_y, (CO₂)

Dieselmotor

Luft wird (über Luftfilter) angesaugt,

Diesel wird eingespritzt (Einspritzpumpe);

Selbstentzündung

im Arbeitstakt: 2000 °C, 80 bar

schwerer Motor, insbesondere LKW

Wirkungsgrad ca. 40%

Abgase: CO, NO_x, C_xH_y, (CO₂) und zusätzlich SO₂ und Ruß