

1. Schulaufgabe aus der Physik, Klasse 10a (ns), 3.12.2003

1. Auf einem Jahrmarkt werden mit Helium gefüllte Ballons verkauft.
Beim Füllen eines Ballons besitzt das Helium im Ballon das Volumen 2,400 Liter, die Temperatur 18°C und den Druck 1023 hPa.
Durch die Sonneneinstrahlung nimmt die Temperatur um 11°C und das Volumen um 12 cm^3 zu. Um wie viel Prozent verändert sich der Druck im Ballon?

2. a) In einem Topf befinden sich 1,0 Liter Eiswasser und 180g Eiswürfel der einheitlichen Temperatur von $0,0^{\circ}\text{C}$.
Hans soll im Physikunterricht diesen "Cocktail" unter ständigem Umrühren mit einem Tauchsieder erwärmen und dabei die Temperatur messen.
Der Tauchsieder trägt die Aufschrift 230V, 500W.
Welche Temperatur stellt sich rechnerisch nach 5,0 Minuten ein?
- b) Zeichnen Sie ein $t - \vartheta$ - Diagramm dieses Vorgangs!
Wählen Sie geeignete Einheiten auf den beiden Achsen und verwenden Sie Ihre Ergebnisse aus 2a)!
- c) Welche vereinfachende Annahme haben Sie für Ihre Rechnung in 2a) gemacht?
Wird die tatsächlich gemessene Endtemperatur höher oder niedriger als die in 2a) berechnete sein? Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

(Angaben: $\rho_{\text{Wasser}} = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1,00 \frac{\text{kg}}{\text{Liter}}$; $c_{\text{Wasser}} = 4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$
spezifische Schmelzenergie von Eis: $335 \frac{\text{J}}{\text{g}}$)

3. Brownsche Bewegung von kleinen Teilchen
 - a) Was versteht man unter der brownischen Bewegung kleiner Teilchen?
Wo beobachtet man sie z.B.? Wie erklärt man sie?
 - b) Die brownische Bewegung kleiner Teilchen nimmt bei Temperaturerhöhung zu.
Welche Schlussfolgerung kann daraus für die innere Energie eines Gases oder einer Flüssigkeit gezogen werden?

4. Ottomotor und Dieselmotor sind Verbrennungsmotoren, bei denen komprimiertes Gas verbrannt und die dabei frei werdende Energie in mechanische Energie umgewandelt wird.
 - a) Die Funktionsweisen von Otto- und Dieselmotor unterscheiden sich in zwei wichtigen Punkten. Geben Sie diese an!
 - b) Welchen wesentlichen Vorteil aber auch welchen Nachteil hat der Dieselmotor gegenüber einem Ottomotor?

Lösung:

1. $T_1 = (18 + 273) \text{ K} = 291 \text{ K}$; $V_1 = 2,400 \text{ dm}^3$; $p_1 = 1023 \text{ hPa}$

$$T_2 = T_1 + 11 \text{ K} = 302 \text{ K} \quad ; \quad V_2 = V_1 + 12 \text{ cm}^3 = 2,412 \text{ dm}^3$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2} = \frac{1023 \text{ hPa} \cdot 2,400 \text{ dm}^3 \cdot 302 \text{ K}}{291 \text{ K} \cdot 2,412 \text{ dm}^3} = 1056 \text{ hPa}$$

$$\frac{p_2 - p_1}{p_1} = \frac{33 \text{ hPa}}{1023 \text{ hPa}} = 0,032 = 3,2\% \quad \text{Der Druck nimmt um } 3,2\% \text{ zu.}$$

2. a) Der Tauchsieder gibt in 5,0 min die Wärmearbeit Q_{TS} ab.

$$Q_{\text{TS}} = P \cdot t = 500 \text{ W} \cdot 5 \cdot 60 \text{ s} = 150 \text{ kJ}$$

Zum Schmelzen der Eiswürfel benötigt man die Wärmearbeit Q_{S} .

$$Q_{\text{S}} = 180 \text{ g} \cdot 335 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 60,3 \text{ kJ}$$

Für das Erwärmen des jetzt vorhandenen Eiswassers der Masse $m = 1000 \text{ g} + 180 \text{ g} = 1,18 \text{ kg}$ stehen also noch $Q_{\text{rest}} = 150 \text{ kJ} - 60,3 \text{ kJ} = 89,7 \text{ kJ}$ des Tauchsieders zur Verfügung.

$$Q_{\text{rest}} = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta \Rightarrow \Delta\vartheta = \frac{Q_{\text{rest}}}{c \cdot m} = \frac{89700 \text{ J}}{4,19 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1180 \text{ g}} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$$

$\vartheta = 0^\circ\text{C} + \Delta\vartheta = 18^\circ\text{C}$ Nach 5,0 Minuten stellt sich die Temperatur 18°C ein.

b) Das Schmelzen dauert

$$5,0 \text{ min} \cdot \frac{60,3 \text{ kJ}}{150 \text{ kJ}} = 2,0 \text{ min.}$$

Während dieser Zeit ändert sich die Temperatur nicht.

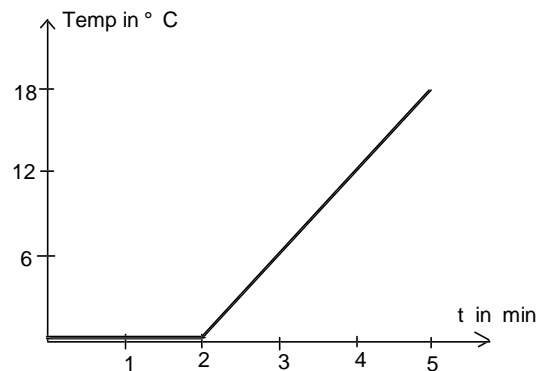
c) Vereinfachende Annahme: Es findet mit der Umgebung (Topf, Luft) kein Wärmeaustausch statt.

Da die Luft wärmer als das Wasser ist, wird die Luft das Wasser zusätzlich erwärmen.

Endtemperatur sollte höher sein!

Da auch der Topf erwärmt werden muss, sollte dagegen die Endtemperatur tiefer sein!

Welcher Effekt überwiegt, lässt sich aus den gegebenen Größen nicht erschließen.



3. a) Die regellose "Zitterbewegung" von z.B. kleinen Rauchteilchen wird brownische Bewegung genannt. Unter einem Mikroskop kann man bei seitlicher Beleuchtung diese Bewegung beobachten.

Erklärung: Die ungeordnete, regellose Bewegung der Moleküle, die die Rauchteilchen anstoßen, verursacht diese brownische Bewegung.

b) Schlussfolgerung: Die innere Energie entspricht der kinetischen Energie der Moleküle.

4. a) Beim Ottomotor wird ein Benzin-Luft-Gemisch (Vergaser) angesaugt, beim Dieselmotor dagegen nur Luft. Die Zündung erfolgt beim Ottomotor mit Hilfe einer Zündkerze, beim Dieselmotor entzündet sich der Dieseldraftstoff, der in den Zylinder eingespritzt wird, wegen der höheren Temperaturen von selbst.

b) Vorteil: Dieselmotor hat höheren Wirkungsgrad (ca. 40% gegenüber ca. 20% beim Ottomotor).

Nachteil: Dieselmotor ist bei gleicher Leistung deutlich schwerer als ein Ottomotor, da er höhere Temperaturen und höheren Druck aushalten muss.