

Vorname Name:..... Klasse: FoTa Auflage:

Physik-Lehrkraft in der 2. Klasse:

Viel Erfolg!

Querschnittsprüfung Wärme

2. September 2011

	Hilfsmittel: Taschenrechner, FoTa, ein A4-Blatt Spick formale Lösung herleiten - einsetzen mit Einheiten - ausrechnen, runden, Einheit dazu	Darstellung: frei lassen
1	Der eiserne Radreifen einer Bahn habe 90 cm Durchmesser. Wie viel nimmt der Durchmesser zu, wenn der Reifen um 500 °C erhitzt wird?	/3
2	Das Blut von Schweizer Kindern enthält 14.7 Mikrogramm Blei pro Liter.	
2a	Wie viele Bleiatome enthält ein Liter Blut?	/3
2b	Welchen Druck erzeugen diese Atome, wenn man sie wie ein ideales Gas behandelt? (sogenannter osmotischer Druck)	/5
3	Auf einer Party werden 3.0 kg Eistee von 20 °C mit einem 500 g schweren Eisbrocken von -10 °C gekühlt. Welche minimale Temperatur nimmt die Mischung an?	/8
4	Ein Marathonläufer habe eine Stoffwechselrate von 4 MJ/h. Wie viel Schweiß könnte der Läufer auf einem 2.5 h dauernden Lauf damit verdampfen?	/5
5	In der Feuerwehr wird die Typ 4 Motorspritze der Armee für Wassertransporte eingesetzt. Der 6-Zylinder Saurer-Dieselmotor verbraucht 25 Liter Treibstoff pro Stunde. Diesel hat einen Energieinhalt von 36 MJ pro Liter.	
5a	Welche Leistung wird der Motorspritze zugeführt?	/4
5b	Welche Leistung kann die Motorspritze bei einem Wirkungsgrad von 26 % abgeben?	/4
5c	Die Abgase haben eine Temperatur von ca. 800 °C, wenn sie den Zylinder verlassen. Welche minimale Temperatur herrscht im Brennraum?	/4
6	Ein Pferd habe eine Körpertemperatur von 38 °C und atme 12 mal pro Minute jeweils 10 Liter ein und aus. Die Ausatemluft ist mit Wasserdampf gesättigt. Wie viel Wasserdampf (kg) verliert es dadurch maximal in einer Stunde?	/5
7	Ein nackter Mensch (Körpertemperatur 37 °C, Hauttemperatur 33 °C, Körperoberfläche 1.5 m ² , Dicke des Unterhautfettgewebes 0.5 cm) befindet sich in einem Zimmer mit der Temperatur 17 °C. Die mittlere Wärmeleitfähigkeit des Fettes beträgt 0.2 W/(m·K). Die äussere Haut ist so dünn, dass ihre Isolierungswirkung vernachlässigt werden kann.	
7a	Wie viel Leistung geht durch Wärmeleitung verloren?	/4
7b	Wie viel Leistung geht durch Strahlung verloren?	/5
7c	Wie viel Energie verbraucht dieser Mensch dadurch in einer Stunde?	/4
8	Ein Dampfkochtopf wird irrtümlich leer (mit 7.2 g Luft bei Normdruck) erhitzt.	
8a	Wie viel Wärme ist ungefähr nötig, um diese Luft von 20 auf 120 °C zu erhitzen?	/3
8b	Auf welchen Wert stiege der Druck im Innern des Topfes bei luftdichtem Abschluss?	/4

Lösungen zur Querschnittsprüfung Wärme 2. September 2011

$$1) \Delta l = \alpha \Delta \vartheta = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 0.90 \text{ m} \cdot 500 \text{ }^\circ\text{C} = \underline{5.4 \text{ mm}}$$

$$2a) N = \frac{m}{m_a} = \frac{14.7 \cdot 10^{-9} \text{ kg}}{207.2 \text{ u} \cdot 1.6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg/u}} = \underline{4.27 \cdot 10^{16}} \quad \text{oder } N = \frac{m}{M} N_A$$

$$2b) pV = nRT \Rightarrow p = \frac{mRT}{MV} = \frac{14.7 \cdot 10^{-6} \text{ g} \cdot 8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot (273.15 + 37) \text{ K}}{207.2 \text{ g/mol} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} = \underline{0.183 \text{ Pa}}$$

$$3) \text{Hypothese: } \vartheta_{\text{End}} > 0 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow c_E m_E (\vartheta_f - \vartheta_E) + m_E L_f + c_W m_E (\vartheta_M - \vartheta_f) + c_W m_T (\vartheta_M - \vartheta_T) = 0$$

$$\vartheta_M = \frac{c_W m_E \vartheta_f + c_W m_T \vartheta_T - c_E m_E (\vartheta_f - \vartheta_E) - m_E L_f}{c_W m_E + c_W m_T} = \text{siehe unten} = \underline{5.0 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\frac{0 + 4182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 3.0 \text{ kg} \cdot 20^\circ\text{C} - 2100 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.50 \text{ kg} \cdot (0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) - 0.500 \text{ kg} \cdot 3.338 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{4182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.500 \text{ kg} + 4182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 3.0 \text{ kg}}$$

$$4) Q = mL_v = P \cdot \Delta t \Rightarrow m = \frac{P \cdot \Delta t}{L_v} \approx \frac{4.0 \text{ MJ/h} \cdot 2.5 \text{ h}}{2.4064 \text{ MJ/kg}} = \underline{4 \text{ kg}}$$

$$5a) P_1 = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{H \cdot \Delta V}{\Delta t} = 36 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{L}} \cdot 25 \frac{\text{L}}{3600 \text{ s}} = \underline{2.5 \cdot 10^5 \text{ W}}$$

$$5b) P_2 = \frac{H \cdot \Delta V}{\Delta t} \eta = 36 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{L}} \cdot 25 \frac{\text{L}}{3600 \text{ s}} \cdot 0.26 = \underline{65 \text{ kW}}$$

$$5c) \eta = \frac{T_w - T_k}{T_w} \Rightarrow T_w = \frac{T_k}{1 - \eta} = \frac{(800 + 273.15) \text{ K}}{1 - 0.26} = 1450 \text{ K} = \underline{1.2 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$6) m = \rho_D V = \rho_D \frac{\Delta V}{\Delta t} N t \approx 0.04595 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cdot 12 \cdot 60 \text{ min} = \underline{0.33 \text{ kg}}$$

$$7a) P_a = A J = A \lambda \frac{\Delta \vartheta}{\Delta x} = 1.5 \text{ m}^2 \cdot 0.2 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot \frac{(37 - 33) \text{ }^\circ\text{C}}{0.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 0.240 \text{ kW} = \underline{0.2 \text{ kW}}$$

$$7b) P = A \sigma T^4 = 1.5 \text{ m}^2 \cdot 5.670 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \cdot (273.15 + 33)^4 \text{ K}^4 = 747 \text{ W} \quad \text{oder besser}$$

$$P_b = A \sigma (T_K^4 - T_Z^4) = 1.5 \text{ m}^2 \cdot 5.670 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \cdot \{306.15^4 - 290.15^4\} \text{ K}^4 = 144 \text{ W} = \underline{0.14 \text{ kW}}$$

$$7c) E = (P_a + P_b) \cdot t = (240 \text{ W} + 144 \text{ W}) \cdot 3600 \text{ s} = 1.38 \text{ MJ} = \underline{1 \text{ MJ}}$$

$$8a) \Delta Q = cm \Delta \vartheta \approx 1005 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 7.2 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot (120 - 20) \text{ }^\circ\text{C} = \underline{0.72 \text{ kJ}}$$

$$8b) pV = nRT \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{const} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = \frac{1.013 \text{ bar} \cdot (273.15 + 120) \text{ K}}{(273.15 + 20) \text{ K}} = \underline{1.36 \text{ bar}}$$