

Vorname Name: _____ neue Klasse: _____ FoTa Jahr: _____
Physik-Lehrkraft der zweiten Klasse: _____ alte Klasse: _____ Viel Erfolg!

Querschnittsprüfung Wärme

Freitag 28. August 2015

Regeln wie per Email angekündigt (Taschenrechner ohne CAS, FoTaBe, ein A4-Blatt Spick, formale Lösung herleiten - einsetzen mit Einheiten - ausrechnen, runden, Einheit dazu)

frei lassen

-
1. Ein Aluminiummassstab zeigt bei 20 °C die Länge 550.8 mm an. Was zeigt er bei unveränderter Messstrecke an, wenn sich der Massstab auf 43 °C erhitzt hat? a) in Worten 2
b) in Zahlen? 6
-
2. Der englische Wasserkocher des Typs Standardmodell Prestige hat eine Leistung von 2.2 kW und ein maximales Füllvolumen von 2.0 Liter. Wie lange geht es, bis das Wasser (Anfangstemperatur: 23 °C) des voll gefüllten Kochers den Siedepunkt erreicht? 5
-
3. Sie werfen Eis (0 °C, 4.8 g) in wässrigen Sirup (0.30 kg, 28 °C). Welche Mischtemperatur stellt sich ein? 7
-
4. Der geflickte Schlauch eines Mountainbikes wird mit einer CO₂-Patrone aufgepumpt. Der Inhalt des vollgepumpten Schlauchs beträgt 2.2 Liter. Durch das Pumpen des Pneus soll ein Überdruck von mindestens 2.7 bar erreicht werden.
a) Wie viel Gramm CO₂ muss die Patrone mindestens enthalten, falls der Schlauch vorher komplett leer war? Die Aussentemperatur liege bei -10 °C. 5
b) Wie gross ist die mittlere quadratische Geschwindigkeit der CO₂-Moleküle bei 20 °C? 4
-
5. Tritt ein Meteorit in die Erdatmosphäre ein, so wird seine Oberfläche durch Reibung aufgeschmolzen. Nehmen Sie einen kugelrunden Eisenmeteoriten von 8.7 mm Radius an, dessen Oberfläche Schmelztemperatur hat. Wie viel Wärme strahlt er ab? (Antwort in Watt) 5
-
6. Ein Gartenhäuschen besteht aus 20 cm dicken Massivholzwänden mit einer Gesamtfläche von 17.5 m². Nach Sonnenuntergang beträgt die Temperatur im Innern noch 18 °C, während die Aussentemperatur auf 11 °C gesunken ist.
a) Wie viel Wärme entweicht durch Wärmeleitung innerhalb von fünf Minuten aus dem Innenraum? 4
b) Skizzieren Sie in einem Temperatur-Zeit-Diagramm, wie sich die Innentemperatur bei konstanter Aussentemperatur weiter entwickelt (ohne Rechnung). Begründen Sie Ihre Lösung kurz. 4
-
7. Die Sonde eines Wetterballons stellt fest, dass der Siedepunkt von Wasser bei 97.3 °C liegt. Bestimmen Sie den Luftdruck a) grob zwischen ... und ... 2
b) genauer mit linearer Interpolation. 3
-
8. Die Containerschiffe der Emma-Maersk-Klasse werden von Motoren mit einer mechanischen Leistung von bis zu 80 MW angetrieben. Der Wirkungsgrad beträgt 49 %. Bei maximaler Leistung verbraucht ein solcher Motor rund 14.5 Tonnen Treibstoff (Schweröl) pro Stunde.
a) Berechnen Sie den Heizwert von Schweröl aus der bei maximaler Leistung von einem Motor in einer Stunde aufgenommenen Wärmemenge. Vergleichen Sie das Resultat mit dem Heizwert von Heizöl. 6
b) Wie gross wäre die Verbrennungstemperatur bei einem idealen Motor (Carnot-Prozess) mit dem gleichen Wirkungsgrad und einer Kühltemperatur von 80 °C? 5

1. a) Da sich der Massstab ausdehnt, sind die Skalenstriche weiter auseinander. Die Einheit e wird grösser. Es braucht dann weniger Einheiten, um dieselbe Messstrecke auszudrücken.

$$b) s = x_2 e_2 = x_4 e_4 \Rightarrow x_4 = \frac{x_2 e_2}{e_4} = \frac{x_2 e_2}{e_2 + \alpha_2 e_2 (\vartheta_4 - \vartheta_2)}$$

$$x_4 = \frac{x_2}{1 + \alpha_2 (\vartheta_4 - \vartheta_2)} = \frac{550.8}{1 + 23.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot (43 - 20) \text{ K}} = 550.5 \rightarrow \underline{\underline{550.5 \text{ mm}}}$$

$$2. \Delta Q = cm\Delta\vartheta = P\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{c\rho V\Delta\vartheta}{P} = \frac{4182 \text{ J}/(\text{kg K}) \cdot 998 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 2.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot (100 - 23) \text{ }^\circ\text{C}}{2.2 \cdot 10^3 \text{ W}} =$$

$$\Delta t = 292 \text{ s} = \underline{\underline{4.9 \text{ min}}}$$

$$3. m_E L_f + c_W m_E (\vartheta_M - \vartheta_f) + c_W m_W (\vartheta_M - \vartheta_W) = 0$$

$$\vartheta_M = \frac{c_W m_W \vartheta_W + c_W m_E \vartheta_f - m_E L_f}{c_W m_W + c_W m_E} = \frac{4182 \text{ J}/(\text{kg K}) \cdot 0.30 \text{ kg} \cdot 28 \text{ }^\circ\text{C} + 0 - 0.0048 \text{ kg} \cdot 3.338 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}}{4182 \text{ J}/(\text{kg K}) \cdot (0.30 + 0.0048) \text{ kg}}$$

$$\vartheta_M = 26.3 \text{ }^\circ\text{C} = \underline{\underline{26 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$4. a) m = Mn = \frac{MpV}{RT} = \frac{(12.01 + 2 \cdot 16.00) \text{ g}/\text{mol} \cdot (1.013 + 2.7) \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 2.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J}/(\text{mol K}) \cdot (273.15 - 10) \text{ K}} = \underline{\underline{16 \text{ g}}}$$

$$b) \bar{v} = \sqrt{\frac{3kT}{m_a}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8.314 \text{ J}/(\text{kg K}) \cdot (273.15 + 20) \text{ K}}{(12.01 + 2 \cdot 16.00) \cdot 10^{-3} \text{ kg}/\text{mol}}} = \underline{\underline{408 \text{ m/s}}}$$

$$5. P = JA = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2 = 5.670 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4) \cdot ((273.15 + 1535) \text{ K})^4 \cdot 4\pi \cdot (8.7 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = \underline{\underline{0.58 \text{ kW}}}$$

$$6. a) \frac{\Delta Q}{\Delta t} = UA\Delta T \Rightarrow \Delta Q = UA\Delta T\Delta t = 0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}) \cdot 17.5 \text{ m}^2 \cdot (18 - 11) \text{ }^\circ\text{C} \cdot 5 \cdot 60 \text{ s} = \underline{\underline{18 \text{ kJ}}}$$

b) Die Temperatur im Innern sinkt aufgrund der Wärmeabgabe an die Aussenluft. Dadurch nimmt die Temperaturdifferenz und als Folge davon die Wärmeleitung ab, d.h. die Temperatur sinkt immer langsamer. Letztlich nähert sich die Temperatur asymptotisch der Aussentemperatur an.

$$7. a) \text{Dampfdrucktabelle: } p_1(97 \text{ }^\circ\text{C}) = 90.94 \text{ kPa} < p < p_2(98 \text{ }^\circ\text{C}) = 94.30 \text{ kPa}$$

$$b) p \approx \frac{97.3 \text{ }^\circ\text{C} - 97 \text{ }^\circ\text{C}}{98 \text{ }^\circ\text{C} - 97 \text{ }^\circ\text{C}} \cdot (94.30 - 90.94) \text{ kPa} + 90.94 \text{ kPa} = \underline{\underline{91.9 \text{ kPa}}}$$

Solche Sonden wurden tatsächlich eingesetzt!

$$8. a) H = \frac{Q}{m} = \frac{W}{\eta m} = \frac{P\Delta t}{\eta m} = \frac{80 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}}{0.49 \cdot 14.5 \cdot 10^3 \text{ kg}} = 40.5 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg} = \underline{\underline{41 \text{ MJ}/\text{kg}}} \quad \text{Heizöl: } 42.7 \text{ MJ}/\text{kg}$$

$$b) \eta = 1 - \frac{T_k}{T_w} \Rightarrow T_w = \frac{T_k}{1 - \eta} = \frac{(273.15 + 80) \text{ K}}{1 - 0.49} = \underline{\underline{692 \text{ K}}} \hat{=} 419 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{zwei sign. Stellen})$$