

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

Querschnittsprüfung Wärme Freitag 2. September 2016

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 Fussballtor, wie es an der EM 2016 verwendet wurde, besteht aus einem Aluminiumrahmen mit Netz. Laut FIFA muss der Abstand zwischen den Innenkanten der Pfosten "genau" 7.32 m betragen. Nehmen Sie an, dass das Tor bei 10 °C hergestellt wurde. Berechnen Sie die neue Breite, wenn sich das Tor auf 35 °C erhitzt hat. Kommentieren Sie das Resultat. 5
-
2. Wie viele Kilowattstunden sind nötig, um die kalten Wände eines Haus (≈ 210 Tonnen Beton mit $c_B \approx 879 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$) von 5.0 °C auf 23 °C aufzuheizen? 4
-
3. Zu 310 g Orangensaft ($c_O \approx c_{\text{Wasser}}$) von 29 °C werden 55 g Eis von -15 °C gegeben. Auf welche Endtemperatur wird der Orangensaft dadurch im günstigsten Fall abgekühlt? 8
-
4. Ein Schlafsack habe einen Wärmedurchgangskoeffizienten von $2.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Ein darin schlafender Mensch mit einer Körpertemperatur von 34 °C und einer Körperoberfläche von 1.73 m^2 verliere 2.3 MJ Wärme in einer Nacht (8.0 h). Berechnen Sie die Aussentemperatur. 4
-
5. Der "weisse Zwerg" Sirius B hat einen Radius von $6.0 \cdot 10^6 \text{ m}$, eine Oberflächentemperatur von 25 193 K und 97.8 % der Sonnenmasse.
a) Wie viel Wärme strahlt er ab? (Antwort in Watt) 5
b) Bei welcher Wellenlänge liegt das Strahlungsmaximum? 3
-
6. An einem heissen Tag herrschen draussen 28 °C und 45 % relative Luftfeuchtigkeit. Wie gross ist die absolute und die relative Luftfeuchtigkeit im offenen Keller bei 18 °C? 8
-
7. Die Motorspritze Typ 4 „Armee“ der Feuerwehr wird von einem Saurer 6-Zylinder Reihenmotor angetrieben. Sie erbringt im Normalbetrieb eine Leistung von 120 kW bei einem Treibstoffverbrauch von 25 l Diesel pro Stunde (Diesel darf wie Heizöl behandelt werden). Wie gross ist der Wirkungsgrad dieser Motorspritze? 6

Bitte wenden!

(Fortsetzung)

frei lassen

8. Ein Stirlingmotor arbeite mit Helium. Der Anfangszustand (A) sei 3.0 bar, 0.50 L und 200 °C.

a) Berechnen Sie die Masse des eingeschlossenen Heliums.

5

b) Von dort durchlaufe das Gas nacheinander folgende Zustandsänderungen:

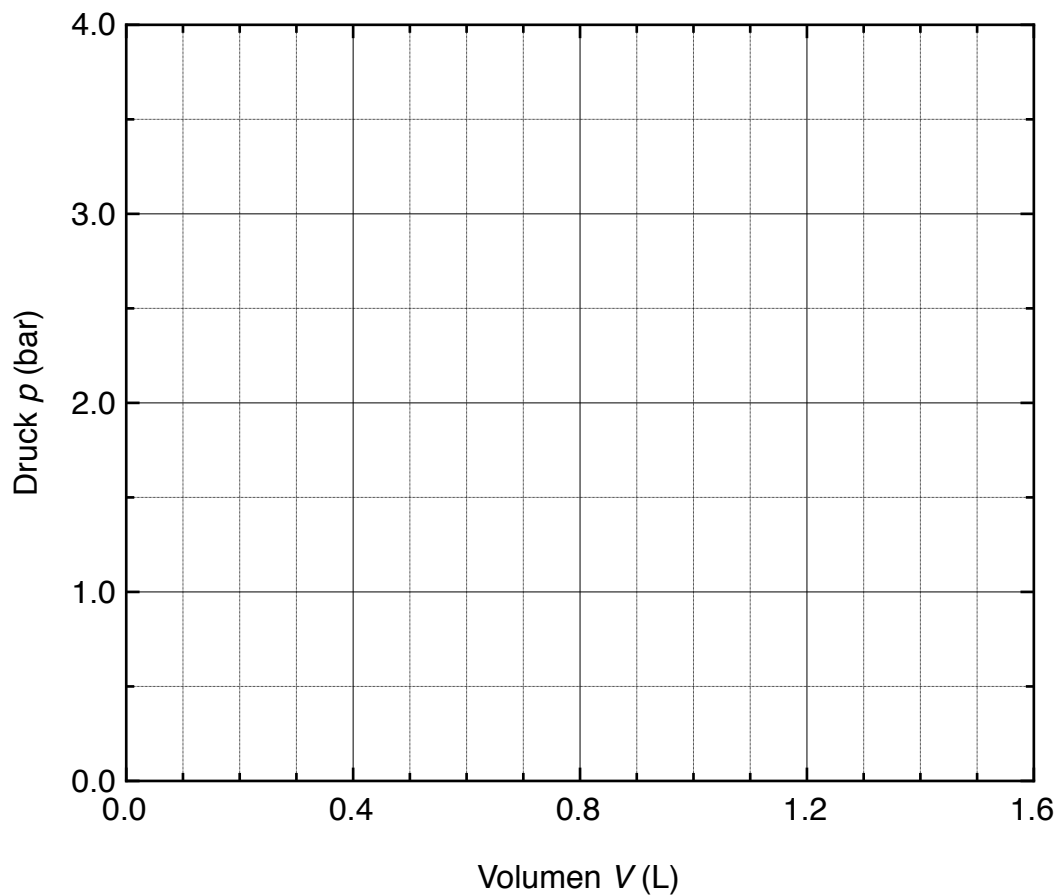
- isotherme Expansion auf das doppelte Volumen (B)
- isochore Abkühlung auf 40 °C (C)
- isotherme Kompression auf das Anfangsvolumen (D)
- Isochore Erwärmung auf den Anfangszustand (A)

Zeichnen Sie den Kreisprozess in das pV-Diagramm unten.

8

c) Wie gross ist der maximale Wirkungsgrad dieses Motors?

3



Lösungen zur Querschnittsprüfung Wärme 2. September 2016

Lie.

$$1. b_2 = b_1(1 + \alpha(\vartheta_2 - \vartheta_1)) = 7.32 \text{ m} \cdot (1 + 23.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot (35 - 10) \text{ }^\circ\text{C}) = 7.3244 \text{ m} = \underline{\underline{7.32 \text{ m}}}$$

Im Rahmen der Rundung spielt die Wärmeausdehnung keine Rolle.

$$2. \Delta Q = c_{BM}(\vartheta_2 - \vartheta_1) = 879 \text{ J}/(\text{kg K}) \cdot 210 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot (23 \text{ }^\circ\text{C} - 5.0 \text{ }^\circ\text{C}) = \frac{3323 \text{ MJ}}{3.6 \text{ MJ/kWh}} = \underline{\underline{9.2 \cdot 10^2 \text{ kWh}}}$$

$$3. c_{OMO}(\vartheta_2 - \vartheta_O) + c_{EM}(\vartheta_f - \vartheta_E) + m_E L_f + c_W m_E(\vartheta_2 - \vartheta_f) = 0$$

$$\vartheta_2 = \frac{c_{OMO}\vartheta_O + c_W m_E \vartheta_f - c_{EM}(\vartheta_f - \vartheta_E) - m_E L_f}{c_{OMO} + c_W m_E} = \dots \downarrow \dots = 11.47 \text{ }^\circ\text{C} = \underline{\underline{11 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$= \frac{4182 \text{ J}/(\text{kgK}) \cdot 310 \text{ g} \cdot 29 \text{ }^\circ\text{C} + 0 - 2100 \text{ J}/(\text{kgK}) \cdot 55 \text{ g} \cdot (0 - (-15 \text{ }^\circ\text{C})) - 55 \text{ g} \cdot 3.338 \cdot 10^5 \text{ J/kg}}{4182 \text{ J}/(\text{kgK}) \cdot 310 \text{ g} + 4182 \text{ J}/(\text{kgK}) \cdot 55 \text{ g}}$$

$$4. \frac{\Delta Q}{\Delta t} = UA(\vartheta_i - \vartheta_a) \Rightarrow \vartheta_a = \vartheta_i - \frac{\Delta Q}{UA\Delta t} = 34 \text{ }^\circ\text{C} - \frac{2.3 \cdot 10^6 \text{ J}}{2.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot 1.73 \text{ m}^2 \cdot 8.0 \cdot 3600 \text{ s}} = \underline{\underline{16 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$5. \text{ a) } P = JA = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2 = 5.670 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4) \cdot (25193 \text{ K})^4 \cdot 4\pi \cdot (6.0 \cdot 10^6 \text{ m})^2 = \underline{\underline{1.0 \cdot 10^{25} \text{ W}}}$$

$$\text{ b) } \lambda_{\max} = \frac{b}{T} = \frac{2.8977685 \cdot 10^{-3} \text{ K m}}{25193 \text{ K}} = \underline{\underline{115.02 \text{ nm}}}$$

$$6. \rho_a = \rho_{28} f_{45} = 0.02726 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.45 = 0.01227 \text{ kg/m}^3 = \underline{\underline{0.012 \text{ kg/m}^3}}$$

$$f_r = \frac{\rho_a}{\rho_{18}} = \frac{\rho_{28} f_{45}}{\rho_{18}} = \frac{0.02726 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.45}{0.01539 \text{ kg/m}^3} = 0.797 = \underline{\underline{80 \%}}$$

$$7. \eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2 \Delta t}{mH} = \frac{P_2 \Delta t}{\rho \Delta V H} = \frac{120 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s}}{0.86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 42.7 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} = 0.4706 = \underline{\underline{47 \%}}$$

$$8. \text{ a) } pV = nRT \Rightarrow m = Mn = M \frac{pV}{RT} = \frac{4.00 \text{ g/mol} \cdot 3.0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 5.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J}/(\text{mol K}) \cdot (273.15 + 200) \text{ K}} = \underline{\underline{0.15 \text{ g}}}$$

b) A: 3.0 bar 0.50 L 473 K B: 1.5 bar 1.00 L 473 K
 C: 0.99 bar 1.00 L 313 K D: 2.0 bar 0.50 L 313 K

$$\text{ c) } \eta = \frac{T_w - T_k}{T_w} = \frac{(200 - 40) \text{ K}}{(273.15 + 200) \text{ K}} = 0.33816 = \underline{\underline{33.8 \%}}$$