

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 W/(m²K). Ein darin schlafender Mensch mit einer Körpertemperatur von 34 °C und einer Körperoberfläche von 1.73 m² 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 $6.0 \cdot 10^6$ 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)

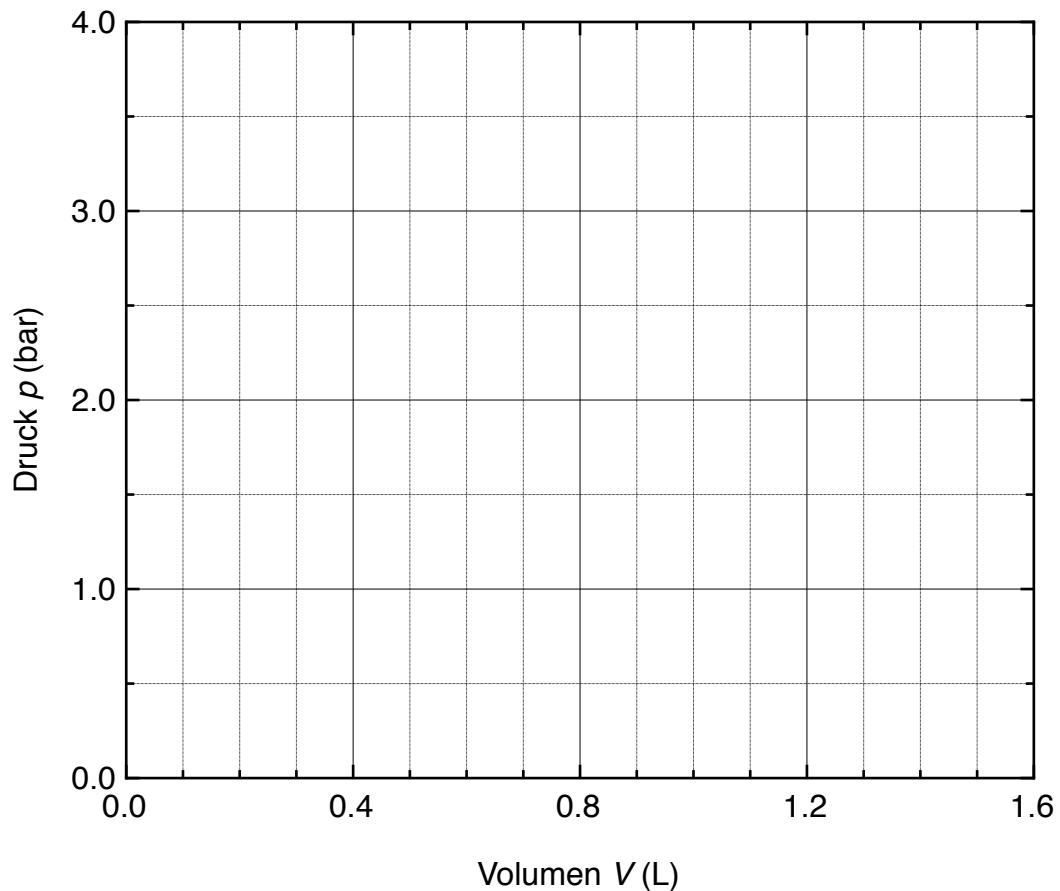
Zeichnen Sie den Kreisprozess in das pV-Diagramm unten.

(keine formale Lösung verlangt)

7

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Laufzettel zur Querschnittsprüfung Wärme

2. September 2016

Klasse 3 _____

Prüfungszimmer: _____ Aufsicht: _____ aktuelle Lehrkraft: _____

Aufsicht

Die Prüfung beginnt mit dem Einläuten der Lektion, sie endet mit dem Ausläuten nach 45 Minuten. Die Aufsichtsperson kontrolliert, ob alle Schülerinnen und Schüler anwesend sind. Sie beantwortet keine Fragen. Spätestens zwei Minuten (120.0 s) nach dem Ausläuten müssen die Prüfungen mit dem Aufgabenblatt vorne bei der Aufsicht auf dem Tisch liegen. Falls zu spät oder viel zu früh abgegeben wird, soll das auf dem Aufgabenblatt notiert werden.

Korrektur

Eine Lehrkraft korrigiert dieselbe Aufgabe über alle Klassen (Visum auf dem Laufzettel). Die Punktzahlen sind auf das Aufgabenblatt des jeweiligen Schülers zu übertragen. Falls eine Aufgabe nicht angefangen wurde, muss statt der Punktzahl ein Strich notiert werden, damit es von einer komplett falschen Lösung (0 Punkte) unterschieden werden kann. Es gibt nur ganze Punkte. Leere Seiten bitte durchstreichen sowie Richtiges und Falsches in den Schülerlösungen bezeichnen.

Aufgabe	Korrektor/-in	erledigt (Visum)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Notengebung

Nach der Korrekturphase überträgt die Lehrperson, bei welcher die Klasse aktuell Unterricht hat, die Punktzahlen aller Aufgaben sowie die Lehrerkürzel in das bereitgestellte Tabellenkalkulationsblatt. Bitte unterscheiden, ob eine Aufgabe falsch gelöst (Null Punkte) oder gar nicht angefangen wurde (kein Eintrag). In einer gemeinsamen Sitzung wird der Notenmassstab festgesetzt. Danach dürfen den Klassen die Noten mitgeteilt werden. Die Prüfungen selbst bleiben unter Verschluss, bis alle Nachprüfungen erledigt sind.