

**Querschnittsprüfung Wärme****Freitag 29. August 2014**

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. Eine Kupferkugel mit dem Durchmesser von 20.00 mm liegt auf einem Aluminiumring mit dem Innendurchmesser von 19.90 mm. Beide Körper haben eine Anfangstemperatur von 20.5 °C. Bei welcher (gemeinsamen) Temperatur rutscht die Kugel durch den Ring? 5
- 
2. Der Schmelzofen in einer Giesserei kann pro Stunde 250 kg Aluminium von 20 °C (fest) auf 660 °C (flüssig) erhitzen. Berechnen Sie die Heizleistung des Ofens. 5
- 
3. Ein heisser Kochtopf aus Stahl (870 g) wird mit 2.5 kg kaltem Wasser gefüllt. Die Wassertemperatur steigt dadurch von 17.2 °C auf 19.6 °C. Schreiben Sie die formalen Ausdrücke für die auf- und abgenommenen Wärmemengen auf (mit aussagekräftigen Bezeichnungen) und berechnen Sie die Anfangstemperatur des Topfs. 5
- 
4. Ein ideales Gas hat im Zustand A (Abb. 1) die Temperatur 20 °C.
- Bestimmen Sie die Stoffmenge des Gases. 4
  - Bestimmen Sie die Temperatur im Zustand C. 5
  - Welche Arbeit wird in diesem Kreisprozess pro Umlauf verrichtet? 4
- 
5. Ein Kupfertopf hat einen 8.0 mm dicken Boden mit einer Fläche von 1.5 dm<sup>2</sup>. Er ist mit siedendem Wasser gefüllt und steht auf einer Herdplatte mit Temperatur 150 °C, die 3.0 kW über den Topfboden ans Wasser abgibt. Berechnen Sie die Wärmeleitfähigkeit des Topfbodens. Warum ist dieser Wert deutlich kleiner als der Literaturwert für Kupfer? 6
- 
6. Ein BlackLight™ Heizstrahler für die Terrasse hat eine Leistung von 2400 W und strahlende Fläche 0.252 m<sup>2</sup>. Berechnen Sie die Temperatur der strahlenden Fläche. 5
- 
7. Ihr Schlafzimmer habe 68 % relative Luftfeuchtigkeit bei 26 °C. Bestimmen Sie die Taupunkttemperatur. (Zwischen ... und ..., ohne Interpolation). 5
- 
8. Das Steinkohlekraftwerk Rostock hat laut Eigentümer einen maximalen Wirkungsgrad von 43.2 %. Die Wärmeleistung der Feuerung beträgt 1370 MW. Der den Turbinen zugeführte Frischdampf hat eine Temperatur von 580 °C (Wikipedia).
- Wie viele Tonnen Steinkohle (Koks) werden pro Stunde verheizt? 5
  - Schätzen Sie die Temperatur des Dampfes nach den Turbinen ab (4P). Diskutieren Sie das Ergebnis (2P). 6
- 

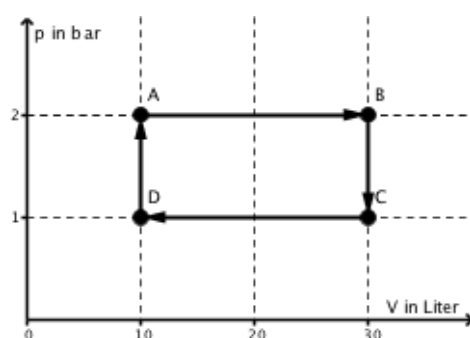


Abbildung 1: Diagramm zu Aufgabe 4

MNG  
Rämibühl

$$1. d_A + \alpha_A d_A \Delta \vartheta = d_K + \alpha_L \alpha_K \Delta \vartheta \rightarrow \vartheta = \vartheta_0 + \Delta \vartheta = \vartheta_0 + \frac{d_K - d_A}{\alpha_A d_A - \alpha_K d_K}$$

$$\vartheta = 20.5 \text{ }^\circ\text{C} + \frac{20.00 \text{ mm} - 19.90 \text{ mm}}{23.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 19.90 \text{ mm} - 16.8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 20.00 \text{ mm}} = 747.1 \text{ }^\circ\text{C} = \underline{\underline{7.5 \cdot 10^2 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$2. P = \frac{cm(\vartheta_f - \vartheta_0) + mL_f}{\Delta t} = \frac{250 \text{ kg} \cdot (896 \text{ J/(kgK)} \cdot (660 - 20) \text{ }^\circ\text{C} + 3.97 \cdot 10^5 \text{ J/kg})}{3600 \text{ s}} = \underline{\underline{67.4 \text{ kW}}}$$

$$3. c_S m_S (\vartheta_M - \vartheta_S) + c_W m_W (\vartheta_M - \vartheta_W) = 0 \Rightarrow \vartheta_S = \vartheta_M + \frac{c_W m_W (\vartheta_M - \vartheta_W)}{c_S m_S}$$

$$\vartheta_S = 19.6 \text{ K} + \frac{4182 \text{ J/(kgK)} \cdot 2.5 \text{ kg} \cdot (19.6 - 17.2) \text{ }^\circ\text{C}}{452 \text{ J/(kgK)} \cdot 0.870 \text{ kg}} = 83.41 \text{ }^\circ\text{C} = \underline{\underline{83.4 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$4. \text{ a) } n = \frac{pV}{RT} = \frac{2.0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ J/(kgK)} \cdot (273.15 + 20) \text{ K}} = \underline{\underline{0.82 \text{ mol}}}$$

$$\text{ b) } T_C = T_A \cdot \frac{p_C V_C}{p_A V_A} = (273.15 + 20) \text{ K} \cdot \frac{1.0 \text{ bar} \cdot 30.0 \text{ L}}{2.0 \text{ bar} \cdot 10.0 \text{ L}} = 439.725 \text{ K} \rightarrow \underline{\underline{1.7 \cdot 10^2 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

$$\text{ c) } W = p_A (V_B - V_A) - p_C (V_C - V_D) =$$

$$2.0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (30 - 10) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 1.0 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (30 - 10) \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = \underline{\underline{2.0 \text{ kJ}}}$$

$$5. P = -A\lambda \frac{\Delta \vartheta}{\Delta x} \rightarrow \lambda = \frac{P \Delta x}{A(\vartheta_H - \vartheta_S)} = \frac{3.0 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 8.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{1.5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot (150 - 100) \text{ }^\circ\text{C}} = \underline{\underline{32 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}}}$$

Der Übergang Herdplatte-Kupfer (Luftspalt) und Kupfer-Wasser ist vernachlässigt worden.

$$6. P = JA = \sigma T^4 A \Rightarrow T = \left( \frac{P}{A\sigma} \right)^{1/4} = \left( \frac{2400 \text{ W}}{0.252 \text{ m}^2 \cdot 5.670 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)} \right)^{1/4} = \underline{\underline{640 \text{ K}}} \rightarrow 367 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$7. \rho_{\text{absolut}} = f_r \rho_{26} = 0.68 \cdot 24.40 \text{ g/m}^3 = 16.59 \text{ g/m}^3 \rightarrow \rho_{18} = 15.39 \text{ g/m}^3 < \rho_{\text{absolut}} < \rho_{20} = 17.32 \text{ g/m}^3$$

$$8. \text{ a) } P = \frac{\Delta m H}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{P}{H} = \frac{1370 \text{ MW}}{29 \text{ MJ/kg}} = 47.24 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \frac{3600 \text{ s/h}}{1000 \text{ kg/t}} = 170 \text{ t/h} = \underline{\underline{1.7 \cdot 10^2 \text{ t/h}}}$$

$$\text{ b) } \eta = \frac{T_w - T_k}{T_w} \Rightarrow T_k = T_w (1 - \eta) = (273.15 + 580) \text{ K} \cdot (1 - 0.432) = 484.59 \text{ K} \rightarrow \underline{\underline{211 \text{ }^\circ\text{C}}}$$

Es muss über 100 °C sein und es gibt weitere Verluste (Wärme­kraft­ma­chine nicht ideal).

# Laufzettel zur Querschnittsprüfung Wärme

29. August 2014

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.