

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 dm². 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 m². 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
-

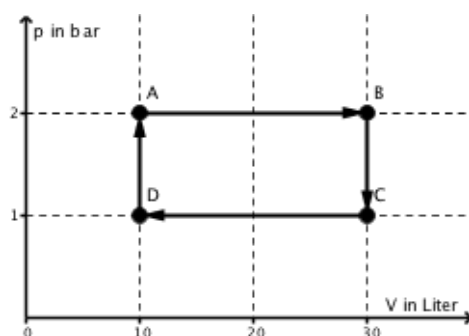


Abbildung 1: Diagramm zu Aufgabe 4

MNG
Rämibühl

Lösungen zur Querschnittsprüfung Wärme 29. August 2014

Lie.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 (Wärme­kraft­ma­schine nicht ideal).