

QUERSCHNITTPRÜFUNG PHYSIK 07

HINWEISE:

- erlaubte Hilfsmittel: Taschenrechner, FoTa, Formelblatt (zwei Seiten A4, handgeschrieben)
- Berechnungen mit Herleitung (formale Lösung, dann Werte mit Einheiten einsetzen)
- numerische Resultate korrekt runden

1. Ein Reagenzglas mit 150 ml Inhalt wird randvoll mit Glycerin der Temperatur 25 °C gefüllt und anschliessend über einer Flamme erhitzt. Wie viel Glycerin läuft über, bevor die Flüssigkeit zu sieden beginnt? Die Ausdehnung des Glases kann vernachlässigt werden. (3 P)
2. Der Wolfram-Glühfaden einer Glühlampe mit 100 W Leistungsaufnahme erreicht nach dem Einschalten in ca. 100 ms seine Betriebstemperatur von 2700 °C. Bestimmen Sie aus diesen Angaben die Masse des Glühfadens. Welche vereinfachenden Annahmen treffen Sie dabei? (6 P)
3. Eine der schönsten Zahnrad-Bergbahnen führt auf das Briener Rothorn. Teilweise werden mit Heizöl beheizte Dampflokomotiven mit einer Leistung von 300 kW eingesetzt. Auf der 40 Minuten dauernden Bergfahrt werden 150 l Heizöl verbraucht. Der Druck im Dampfkessel beträgt dabei rund 16 bar.
 - a) Berechnen Sie die bei der vollständigen Verbrennung des Heizöls freigesetzte Energie. Wie gross ist der Wirkungsgrad der Dampfmaschine? (7 P)
 - b) Wie hoch ist die Temperatur des Dampfs im Heizkessel? Bestimmen Sie damit den theoretisch erreichbaren Wirkungsgrad. Schätzen Sie fehlende Grössen sinnvoll ab. (6 P)
4. Die Luftfeuchtigkeit in einer finnischen Sauna mit Volumen 25 m³ beträgt 24 % bei einer Temperatur von 85 °C. Nach einem Aufguss gelangen zusätzlich 2,5 dl Wasser in die Luft. Bestimmen Sie die relative Luftfeuchtigkeit nach dem Aufguss. Sie dürfen annehmen, dass sich die Temperatur nicht geändert hat. (5 P)
5. Ein Übungsfeuer der Feuerwehr im simulierten Kellerbrand hat eine Leistung von rund 2,5 MW.
 - a) Wie heiss werden die durchschnittlich 3,1 m entfernten, total vom Russ geschwärzten Kellerwände im Strahlungsgleichgewicht? (6 P)
 - b) Ein im Feuer erhitzter Nagel glüht hellrot, woraus man auf eine Temperatur von rund 1500 °C schliessen kann. Bei welcher Wellenlänge strahlt er am meisten Energie ab? Ist diese Strahlung für uns sichtbar? (4 P)
6. Alkohol eine kühlende Wirkung auf der Haut hat.
 - a) Erklären Sie in Worten, wie dieser Effekt zustande kommt. (2 P)
 - b) Wie viel Energie ist zum Verdunsten von 3,4 g Ethanol erforderlich? (4 P)
7. Das $p(V)$ -Diagramm auf der Rückseite des Blattes beschreibt einen Kreisprozess für Sauerstoffgas. Im Zustand A beträgt die Temperatur des Gases 720 K.
 - a) Bestimmen sie die Temperatur des Gases in den Zuständen B, C und D. Um welchen Faktor ändert sich die mittlere Schnelligkeit der Gasmoleküle zwischen B und C? (10 P)
 - b) Bestimmen Sie die Stoffmenge (Anzahl Mol). (4 P)

TOTAL

(57 P)

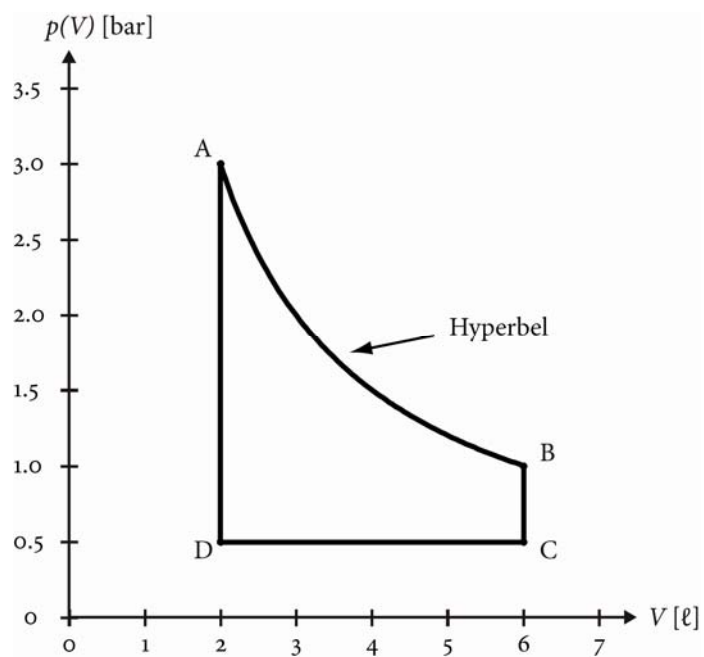


ABBILDUNG 1: Diagramm zu Aufgabe 7

Gasdruckprüfung 07

$$1. \Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \vartheta^{(1)} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1} \cdot 150 \text{ ml} \cdot (290,5 - 25) \text{ K}^{(1/2)}$$

$$= \underline{20 \text{ ml}^{(1)}}$$

$$2. Q^{\dot{}} = P \cdot \Delta t^{(1)} = c \cdot m \cdot \Delta \vartheta^{(1)} \rightarrow m = \frac{P \cdot \Delta t^{(1)}}{c \cdot \Delta \vartheta^{(1)}}$$

$$= \frac{100 \text{ W} \cdot 0,1 \text{ s}}{84 \text{ J/kg} \cdot \text{K} \cdot 2675 \text{ K}^{(1)}}$$

Annahme: keine Wärmestrahlung, etc. ⁽¹⁾

$$= \underline{28 \text{ mg}^{(1)}}$$

$$3. a) Q^{\dot{}} = m \cdot H = \rho \cdot V \cdot H^{(1)}$$

$$= 0,86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 150 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 4,27 \cdot 10^7 \text{ J/kg} = \underline{5,5 \text{ GJ}^{(1)}}$$

$$\eta = \frac{W}{Q^{\dot{}}} = \frac{P \cdot \Delta t^{(1)}}{Q^{\dot{}}} = \frac{300 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 40 \cdot 60 \text{ s}^{(1)}}{5,5 \cdot 10^9 \text{ J}} = \underline{13\%^{(1)}}$$

$$b) p = 16 \text{ bar} = 16 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1'600 \text{ kPa}^{(1)}$$

$$\rightarrow \vartheta_h \cong 200^\circ \text{C}^{(1)}$$

$$\eta_c = 1 - \frac{T_k}{T_h}^{(1)} = 1 - \frac{40 + 273^{(1)}}{200 + 273^{(1)}} = \underline{25\%^{(1)}}$$

$$4. \rho' = \rho \cdot \rho_s^{(1)} + \frac{m}{V}^{(1)} \Rightarrow \rho' = \rho + \frac{m}{\rho_s \cdot V}^{(1)}$$

$$= 0,24 + \frac{0,25 \text{ kg}}{0,353 \text{ kg/m}^3 \cdot 25 \text{ m}^3} = \underline{27\%^{(1)}}$$

$$5. a) \text{ Annahme: abstrahlende Fläche} \hat{=} \text{Wandfläche (strahlung?)}$$

$$\rightarrow j = \frac{P}{A}^{(1)} = \frac{P}{4\pi \cdot r^2}^{(1)} = \sigma \cdot T^4^{(1)}$$

$$\rightarrow T = \left(\frac{P}{4\pi \cdot r^2 \cdot \sigma} \right)^{1/4}^{(1)} = \left(\frac{2,5 \cdot 10^6 \text{ W}}{4\pi (3,14) 2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)} \right)^{1/4}^{(1)}$$

$$= \underline{780 \text{ K}^{(1)}}$$

$$b) \lambda_{\text{max}} \cdot T = b \rightarrow \lambda_{\text{max}} = \frac{b}{T}^{(1)} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ K m}^{(1)}}{(1500 + 273) \text{ K}}$$

$$= \underline{1,6 \mu\text{m}^{(1)}}$$

\rightarrow nicht im sichtbaren Bereich (infrarot) ⁽¹⁾

6. a) Alkohol ergießt die Haut die zum Verdunsten erforderliche Wärme ⁽¹⁾ \rightarrow Haut kühlt sich ab ⁽¹⁾

$$b) Q = m \cdot L_v^{(1)} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 6,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = \underline{2,2 \text{ kJ}^{(1)}}$$

$$7. a) A \rightarrow B: \text{isotherm} \text{ Prozess}^{(1)} \rightarrow T_B = T_A = 720 \text{ K}^{(1)}$$

$$B \rightarrow C: \text{isochor} \rightarrow T_C : T_B = p_C : p_B = 1:2^{(1)}$$

$$\Rightarrow T_C = \underline{360 \text{ K}^{(1)}}$$

$$C \rightarrow D: \text{isobar} \rightarrow T_D \cdot T_C = V_D \cdot V_C = 1:3^{(1)}$$

$$\Rightarrow T_D = \underline{120 \text{ K}^{(1)}}$$

(diverse andere Lösungswege möglich)

$$\overline{E_{\text{kin}}} = \frac{3}{2} k \cdot T^{(1)} = \frac{1}{2} m \cdot \overline{v^2}^{(1)} \rightarrow \frac{\overline{v_C}}{\overline{v_B}} = \sqrt{\frac{T_C}{T_B}}^{(1)} = \underline{\frac{\sqrt{2}}{2}}^{(1)}$$

$$b) p \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}^{(1)} = \frac{p_A \cdot V_A}{R \cdot T_A} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,3145 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)} \cdot 720 \text{ K}^{(1)}}$$

$$= \underline{0,1 \text{ mol}^{(1)}}$$