

- 1) Nach der Korrektur dieser Prüfung braucht Ihr Lehrer dringend ein Bier (50 cL, 4.8%vol) aus dem Kühlschrank (6.0 °C). Schätzen Sie durch eine Rechnung ab, was grösser ist:
 - a) der Energieverlust, weil das Bier im Bauch erwärmt werden muss.
 - b) der Energiegewinn, weil der Alkohol (Ethanol) verbrannt ("verdaut") wird.

- 2) Eine Messung hat ergeben, dass mein Wäschekorb vor dem Waschen 7.2 kg wiegt und nachher mit feuchter Wäsche 11.5 kg. Der leere Korb hat 1.5 kg.
 - a) Wie viel Energie wäre nötig um diese Wäsche im Tumbler zu trocknen?
 - b) Könnte die Luftfeuchtigkeit auf 100 % steigen, wenn ich die nasse Wäsche in der Stube aufhänge? (20 °C, 50 m³)

- 3) Eine Flasche (1.0 Liter, 20 °C) enthält nur noch wenige Tropfen Sprit (= Ethanol).
 - a) Wie gross ist der Druck des Alkoholdampfs?
 - b) Wie gross ist die Stoffmenge des Dampfs? ("Anzahl Mol")
 - c) In Worten: Was passiert mit dem Dampfdruck, wenn Sie die Flasche auf das halbe Volumen zusammendrücken?

- 4) Der Emissionsgrenzwert von PKWs beträgt 170 g CO₂ pro km (im Jahr 2004). Welches Volumen nimmt diese Gasmenge bei 17 °C und 947 mbar ein?
Tipp: Die Dichte von CO₂ bei Normbedingungen steht in der FoTa.

- 5) Die Erdoberfläche hat eine mittlere Temperatur von 288 K.
 - a) Mit welcher Leistung strahlt die ganze Erdoberfläche Wärme ab?
 - b) Welche Leistung strahlt die Sonne auf die Erde ein?

- 6) Im Reaktor vom KKW Gösgen herrscht eine Temperatur von 350 °C. Der Wirkungsgrad der Elektrizitätsproduktion beträgt 34%. Wie ist die Temperatur im Kühlturm, wenn man das KKW als ideale Wärmekraftmaschine betrachtet?

- 7) Sie werfen einen Eiswürfel aus dem Tiefkühlfach in ein Glas mit lauwarmem Orangensaft.
 - a) Stellen Sie eine formale Wärmebilanzgleichung auf, die es gestatten würde, die sich einstellende Mischtemperatur zu berechnen.
 - b) Welche Terme könnte man allenfalls noch vernachlässigen? Welche Näherungen haben Sie bereits benützt?

- 8) Erklären Sie, wie man auf mikroskopischer Ebene den Druck eines Gases gegen die Gefässwände erklären kann. Begründen Sie in Worten, warum dieser von der Teilchengeschwindigkeit, der Gasdichte und der Gassorte abhängt.

Lösungen Querschnittsprüfung Wärme 3.9.04 Lie.

1) a) $\Delta Q = cm\Delta\vartheta = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \cdot 0.50 \text{ kg} \cdot (36 \text{ }^\circ\text{C} - 6 \text{ }^\circ\text{C}) = \underline{\underline{63 \text{ kJ}}}$
 b) $Q = mH = \rho VH = 789 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.048 \cdot 50 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot 2.67 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = \underline{\underline{0.51 \text{ MJ}}}$
 (Auf der Dose: 100 mL enthalten 3.4 g Kohlenhydrate, 0.7 g Eiweiss, 180 kJ)

2) a) $Q = (m_{\text{nass}} - m_{\text{trocken}}) \cdot L_v = (11.5 \text{ kg} - 7.2 \text{ kg}) \cdot 2.256 \text{ MJ/kg} = \underline{\underline{9.7 \text{ MJ}}}$
 b) $m_{\text{sätt}} = \rho_s V = 0.01732 \text{ kg/m}^3 \cdot 50 \text{ m}^3 = 0.866 \text{ kg} < 11.5 \text{ kg} - 7.2 \text{ kg} = 4.3 \text{ kg}$
 Die Luftfeuchtigkeit kann auf 100% steigen.

3) a) 5.87 kPa (FoTa)
 b) $n = \frac{pV}{RT} = \frac{5.87 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot 1.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot (273.16 + 20) \text{ K}} = \underline{\underline{2.4 \text{ mmol}}}$
 c) Es wird die Hälfte des Dampfes kondensieren. Der Druck bleibt konstant.

4) $\frac{pV}{T} = nR = \text{const} \Rightarrow \frac{p_9 V_{17}}{T_{17}} = \frac{p_n V_n}{T_n} = \frac{p_n m}{\rho_n T_0}$
 $\Rightarrow V_{17} = \frac{p_n m T_{17}}{p_9 \rho_0 T_0} = \frac{1013 \text{ mbar} \cdot 0.170 \text{ kg} \cdot (273.16 + 17) \text{ K}}{947 \text{ mbar} \cdot 1.977 \text{ kg/m}^3 \cdot 273.16 \text{ K}} = \underline{\underline{98.7 \text{ L}}}$

5) a) $P = JA = \sigma T^4 4\pi r^2 = 5.670 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4} \cdot (288 \text{ K})^4 \cdot 5.1007 \cdot 10^{14} \text{ m}^2 = \underline{\underline{1.99 \cdot 10^{17} \text{ W}}}$
 b) $P_s = J_s A = J_s \pi r^2 = 1.38 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot \pi \cdot (6.371 \cdot 10^6 \text{ m})^2 = \underline{\underline{1.76 \cdot 10^{17} \text{ W}}}$

6) $\eta = \frac{T_w - T_k}{T_w} \Rightarrow T_k = (1 - \eta) \cdot T_w = (1 - 0.34) \cdot (273 + 350) \text{ K} = 411 \text{ K} = 138 \text{ }^\circ\text{C}$

7) a) $c_E m_E (\vartheta_0 - \vartheta_E) + m_E L_f + c_W m_E (\vartheta_M - \vartheta_0) + c_W m_{OS} (\vartheta_M - \vartheta_{OS}) = 0$

Eis erwärmen
Eis schmelzen
Schmelzwasser erwärmen
Orangensaft abkühlen

b) Den ersten Term (Eis erwärmen) und dritten Term (Schmelzwasser erwärmen) könnte man noch weglassen. Die Abkühlung des Glases wurde ignoriert, ebenso Wärmezufüsse aus der Umgebung. Die spez. Wärmekapazität von Orangensaft wurde gleich jener von Wasser gesetzt.

8) Die Teilchen prallen zufällig und in schneller Folge gegen die Wände. Die mittlere Impulsänderung pro Zeiteinheit und pro Fläche ergibt den Druck. Je schneller die Teilchen sind, desto grösser ist die Impulsänderung pro Stoss. Je mehr Teilchen pro Volumen vorhanden sind, desto rascher erfolgen die Stösse. Die Gassorte bestimmt die Masse der Teilchen und damit die Impulsänderung.