

Teil A (Kurzfragen)

Name:

Organisation: Teil A der Prüfung dauert maximal 15 min und ist ohne Hilfsmittel zu lösen. Schreiben Sie direkt auf dieses Blatt. Geben Sie die Resultate dezimal mit mindestens 10% Genauigkeit an. Viel Erfolg!

A.1. Geben Sie die Einheiten der folgenden Grössen (SI oder abgeleitet): (3 pt)

Leistung P : W, J/sWärmemenge Q : JSpez. Wärmekapazität c : J/(K kg)Temperatur T : KDruck p : N/m²Längenausdehnungskoeffizient α : 1/K

A.2. Wie gross ist die Auftriebskraft auf eine volle 1.0 L PET-Flasche, die unter Wasser getaucht wird? (2 pt)

$$F_a = \rho_{\text{medium}} \cdot V_{\text{Körper}} \cdot g = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10^{-3} \text{m}^3 = \underline{\underline{9.8 \text{ N}}}$$

A.3. (a) Wie gross ist der Druck auf Meereshöhe in bar? **(b)** Wie gross ist der (absolute) Druck 10 m unter dem Meeresspiegel? (3 pt)

(a) $p_n = 1 \text{ bar}$

(b) $p = p_n + \rho \cdot g \cdot h = 1 \text{ bar} + 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m} = \underline{\underline{2 \text{ bar}}}$

A.4. Die *Milchwaage* ist ein Aräometer (Dichtemessgerät), mit dem der Fettgehalt von Milch bestimmt werden kann. Warum steht in der Anleitung, dass die Messung bei einer Milchttemperatur von 15 °C erfolgen soll? (2 pt)

Die Milchwaage verwendet die Auftriebskraft, um die Dichte der Milch zu messen. Wegen der Volumenausdehnung ist die Dichte eines Stoffs (z.B. der Milch) Temperaturabhängig. Die Milchwaage hat aber nicht den gleichen Volumenausdehnungskoeffizienten wie die Milch. Also muss die Milchwaage bei einer bestimmten Temperatur (hier 15 °C) geeicht werden.

A.5. Erläutern Sie, warum sich ein *Bimetallstreifen* bei Erhitzung krümmt. (2 pt)

Ein Bimetallstreifen besteht aus zwei aufeinandergeklebten Metallstreifen. Die Metalle haben unterschiedliche Längenausdehnungskoeffizienten. Bei Temperaturerhöhung dehnen sich die Streifen darum unterschiedlich stark aus und der Bimetallstreifen krümmt sich.

A.6. (a) Bei welcher Temperatur ist Wasser am dichtesten? **(b)** Erklären Sie anhand eines Beispiels, wieso dies relevant für unser Ökosystem ist. **(c)** Welches Vorzeichen hat der Volumenausdehnungskoeffizient von Wasser bei 1 °C? (3 pt)

(a) Wasser ist bei 4 °C am dichtesten.

(b) Aus diesem Grund ist die Temperatur in Seen am Grund immer 4 °C. Im Winter frieren die Seen von oben her zu und das Eis bildet eine isolierende Schicht. Fische und andere Tiere können so am Seegrund überwintern.

(c) Bei 1 °C verringert sich das Volumen von 1 kg Wasser bei Temperaturerhöhung. Bei dieser Temperatur ist der Volumenausdehnungskoeffizient γ von Wasser darum *negativ*.

A 15 pt

Teil B

Name:

Organisation: Teil B der Prüfung dauert bis zum Ende der Lektion. Sie dürfen einen Taschenrechner ohne Solver, die «FoTa» und einen A6-Spick verwenden. Der Lösungsweg muss dem geübten Schema entsprechen. Die Prüfung enthält mehr Aufgaben als nötig für eine Sechs. Viel Erfolg!

B.1-2. Bei einer hydraulischen Fahrradbremse wird Öl beim Bremshebel mit einem Druckkolben vom Durchmesser 1.2 cm in den Ölschlauch gepresst. Bei den Rädern wird der Druck über einen Arbeitskolben vom Durchmesser 2.4 cm auf die Bremsscheibe übertragen. Bei einer Vollbremsung drückt der Bremshebel mit 45 N auf den Druckkolben.

B.1. Wie gross ist der Druck im Öl bei einer Vollbremsung? Geben Sie das Resultat in bar an. (3 pt)

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_1}{\pi(d_1/2)^2} = \frac{45 \text{ N}}{\pi(0.0012 \text{ m}/2)^2} = \underline{\underline{4.0 \text{ bar}}}$$

B.2. Berechnen Sie die Kraft, welche bei einer Vollbremsung auf die Bremsscheibe wirkt. (3 pt)

$$F_2 = pA_2 = p\pi(d_2/2)^2 = \frac{F_1}{\pi(d_1/2)^2}\pi(d_2/2)^2 = F_1 \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = 45 \text{ N} \cdot 4 = \underline{\underline{0.18 \text{ kN}}}$$

B.3. Bei einem U-förmigen Manometer mit Quecksilber liegt der Stand im einen Rohr (bei Normdruck) um 50.0 mm höher als der Stand im anderen Rohr. Welcher Druck herrscht beim tieferen Stand? (3 pt)

$$\begin{aligned} p &= p_n + \rho gh = 1.013 \text{ bar} + 13545.9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0.05 \text{ m} \\ &= 1.013 \text{ bar} + 0.0664 \text{ bar} = 108 \text{ kPa} = \underline{\underline{1.08 \text{ bar}}} \end{aligned}$$

B.4. Ein kreisförmiger Saugnapf mit einem Durchmesser von 8 cm wird bei Normalbedingungen an einer Decke angebracht. Wie gross ist die Masse, die man maximal anhängen kann, ohne dass sich der Saugnapf von der Decke löst?

Annahmen: Der Saugnapf reisst nicht und schliesst vollkommen luftdicht. Zwischen Decke und Saugnapf fällt der Druck nicht unter 20 % des Luftdrucks. (3 pt)

$$\begin{aligned} m &= F/g = (p_n - p_1)\pi(d/2)^2 \\ &= 0.8 p_n \pi d^2 / (4g) = 0.2 p_n \pi d^2 / g \\ &= 0.2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 3.14 \cdot (0.08 \text{ m})^2 / (9.81 \text{ m/s}^2) = \underline{\underline{4 \cdot 10^1 \text{ kg}}} \end{aligned}$$

B.5. Ein Korkzapfen schwimmt in Heizöl. Wie viele Prozent des Korks befinden sich über dem Heizöl? (3 pt)

$$\begin{aligned} F_g &= F_a \Rightarrow \rho_{\text{krk}} V g = \rho_{\text{Hz}} V_{\text{unter}} g \Rightarrow V_{\text{unter}}/V = \rho_{\text{krk}}/\rho_{\text{Hz}} \\ \Rightarrow V_{\text{oben}}/V &= 1 - V_{\text{unter}}/V = (\rho_{\text{Hz}} - \rho_{\text{krk}})/\rho_{\text{Hz}} = (.86 - .3)/.86 = \underline{\underline{65 \%}} \end{aligned}$$

B.6-7. Ein Massstab aus Aluminium hat bei 15.00 °C eine Länge von 3000 mm.

B.6. Welche Länge hat der Massstab bei einer Temperatur von 65.00 °C? (3 pt)

$$l' = l + \Delta l = l(1 + \alpha \Delta T) = 3000 \text{ mm} (1 + 23.8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1} 50 \text{ K}) = \underline{\underline{3004 \text{ mm}}}$$

B.7. Welche Länge zeigt die Markierung auf dem Massstab an, wenn wir damit ein 3000 mm langes Objekt messen? (Massstab bei 65.00 °C) (3 pt)

$$a/a_0 = l/l' \Rightarrow a = a_0 l/l' = a_0/(1 + \alpha \Delta T) = 3000 \text{ mm}/(1 + 23.8 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1} 50 \text{ K}) = \underline{\underline{2996 \text{ mm}}}$$

B.8. Eine Messingwanne ist randvoll mit 100 mL Glycerin bei 20.0 °C. Wie viel Glycerin läuft aus, wenn die Wanne samt Inhalt auf 290.0 °C erwärmt wird? (3 pt)

$$\Delta V = (\gamma_{\text{Gl}} - 3\alpha_{\text{Me}})V\Delta T = (0.5 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1} - 3 \cdot 18 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}) 270 \text{ K} \cdot 100 \text{ mL} = \underline{\underline{12.0 \text{ mL}}}$$

B.9. Wie gross ist die Dichte von Blei bei 300 °C? (3 pt)

FoTa s. 187: $\rho_{\text{Pb}} = 11340 \text{ kg/m}^3$ bei $\theta = 20^\circ \text{C}$.

$$\begin{aligned} \rho'_{\text{Pb}} &= \frac{m}{V'} = \frac{m}{V[1 + \gamma(T' - T)]} = \frac{\rho_0}{1 + 3\alpha(T' - T)} \\ &= \frac{11340 \text{ kg/m}^3}{1 + 3 \cdot 31.3 \cdot 10^{-6} \text{K} \cdot 280 \text{ K}} = 11050 \text{ kg/m}^3 = \underline{\underline{1.11 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3}} \end{aligned}$$

B.10. Wie viel Energie ist notwendig, um die Temperatur von 6.5 g Gold von 24 °C auf $\theta_f = 1063^\circ \text{C}$ zu erhöhen? (3 pt)

$$\Delta Q = cm\Delta T = 129 \text{ J/(kg K)} \cdot 6.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} (1063 - 24) \text{ K} = \underline{\underline{0.87 \text{ kJ}}}$$