

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!

1. Geben Sie die SI-Einheiten der folgenden Grössen. (3 pt)

Dampfdruck $p_s$	Pa	Spez. Schmelzwärme $L_f$	J/kg
Spez. Wärmekapazität $c_p$	J/(kg K)	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$	W/(m K)
Wärmestromdichte $J$	W/m <sup>2</sup>	Volumenausdehnungskoeff. $\gamma$	K <sup>-1</sup>

2. Wie viel Energie ist nötig, um das Wasser für ein Vollbad zu erhitzen? (4 pt)

$$Q = c_p m \Delta T = 4182 \text{ J/(kg K)} \cdot 100 \text{ kg} \cdot 20 \text{ K} = 8.4 \text{ MJ}$$

3. 100 g Eis (bei 0 °C) wird vollständig in 800 g Wasser geschmolzen ( $L_f/c_p = 80 \text{ K}$ ). Das Gemisch hat dann eine Temperatur von 0 °C. Wie hoch war die Ausgangstemperatur des Wassers? (4 pt)

$$\begin{aligned} \Delta Q &= L_f m_E + c_p m_W (0^\circ\text{C} - \theta) = 0 \\ \Rightarrow \theta &= 0^\circ\text{C} + (L_f/c_p)(m_E/m_W) = 0^\circ\text{C} + 80 \text{ K} \cdot 100/800 = 10^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

4. Erläutern Sie den Begriff *Temperatur* aus mikroskopischer Sicht. (3 pt)

Die Temperatur eines Stoffs ist ein Mass für die mittlere/durchschnittliche kinetische Energie/Geschwindigkeit seiner Teilchen.

5. Nimmt die spezifische Verdampfungswärme  $L_v$  einer Flüssigkeit (Wasser) mit ihrer Temperatur zu, nimmt sie ab, oder bleibt sie konstant? (2 pt)

Die spezifische Verdampfungswärme einer Flüssigkeit nimmt mit der Temperatur ab.

*Begründung:* Beim Verdampfen entziehen die Teilchen der Flüssigkeit Wärmeenergie, welche zum Aufbrechen ihrer Bindung im Verband verwendet wird. Hat ein Teilchen in der Flüssigkeit bereits eine hohe kinetische Energie, so muss dazu weniger Energie aufgewendet werden. Bei höherer Temperatur und somit höherer mittleren kinetischen Energie entziehen die verdampfenden Teilchen der Flüssigkeit also weniger Wärmeenergie.

A 16 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!

6. Welche Nutzleistung muss ein Tauchsieder aufweisen, damit ein Liter Wasser in 90 Sekunden von 20 auf 100 °C erhitzt werden kann? (4 pt)

$$P = \Delta Q / \Delta t = c_p V \rho \Delta T / \Delta t = 4182 \text{ J}/(\text{kg K}) 1 \text{ kg } 80 \text{ K} / 90 \text{ s} = 3.7 \text{ kW}.$$

7. 800 g Glycerin bei 20.0 °C wird mit 200 g Benzol bei 80.0 °C gemischt. Welche Mischtemperatur stellt sich ein?

(Leiten Sie nur das formale Resultat her, ohne Einsetzen!) (3 pt)

$$\Delta Q = c_p^1 m_1 (\theta - \theta_1) + c_p^2 m_2 (\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow \theta = \frac{c_p^1 m_1 \theta_1 + c_p^2 m_2 \theta_2}{c_p^1 m_1 + c_p^2 m_2}$$

8. Wie viel Energie ist notwendig, um 0.06 kg Silber (20.0 °C) zu schmelzen? (4 pt)

$$Q = cm(\theta_f - \theta) + L_f m = (235 \text{ J}/(\text{kgK}) 940.8 \text{ K} + 104500 \text{ J}/\text{kg}) 0.06 \text{ kg} = 19.5 \text{ kJ}$$

9. Ein Sportler produziert 900 Watt Abwärme. Wie viel Wasser muss er in einer Minute schwitzen, damit seine Körpertemperatur konstant bei ca. 37 °C bleibt?

(Vernachlässigen Sie andere Verluste, wie Wärmestrahlung etc.) (4 pt)

$$P = Q/t = L_v^{37^\circ\text{C}} m/t \Rightarrow m = tP/L_v^{37^\circ\text{C}} = 60 \text{ s } 900 \text{ W} / (2.4064 \cdot 10^6 \text{ J}/\text{kg}) = 22 \text{ g}$$

10. Im Basecamp vom K2 im Karakorum Gebirge siedet Wasser bei 80 °C. Wie gross ist der Umgebungsdruck? (2 pt)

$$p_0 = 47 \text{ kPa}$$

11. In Gersau am Vierwaldstättersee (521 m ü. M.) beträgt die relative Feuchte 83 % und die Temperatur liegt bei 16 °C. Bestimmen Sie den Taupunkt

(a) zwischen ... und ...; (b) durch lineare Interpolation. (3 + 4 pt)

$$\rho = r \rho_s(16^\circ\text{C}) = 0.83 \cdot 13.65 \text{ g}/\text{m}^3 = 11.33 \text{ g}/\text{m}^3 = \rho_s(\theta_{\text{TP}}) \Rightarrow \text{zwischen } 12 \text{ und } 14^\circ\text{C}.$$

$$\begin{aligned} \theta_{\text{TP}} &= \theta_1 + \frac{\theta_2 - \theta_1}{\rho_2 - \rho_1} (\rho - \rho_1) \\ &= 12^\circ\text{C} + \frac{2^\circ\text{C}}{(12.08 - 10.67) \text{ g}/\text{m}^3} (11.33 - 10.67) \text{ g}/\text{m}^3 = 12.92^\circ\text{C} = 13^\circ\text{C} \end{aligned}$$

12. Ein langer Schlauch wird mit Wasser (20.0 °C) gefüllt, am einen Ende luftdicht verschlossen, und dann zu einem U-förmigen Manometer geformt. Das geschlossene Ende vom Schlauch wird so hoch gehoben, bis darin ein "Vakuum" mit Dampfdruck  $p_s$  entsteht. Das offene Ende ist bei Normaldruck. Wie hoch ist die Wassersäule im Manometer (Höhenunterschied tiefer/hoher Wasserstand)? (4 pt)

$$p_n = p_s + \rho gh \Rightarrow h = (p_n - p_s) / (\rho g)$$

$$h = (101.325 - 2.337) \text{ kPa} / (998.206 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 9.81 \text{ m}/\text{s}^2) = 10.0 \text{ m}$$

13. Berechnen Sie die Dichte von Gold bei 63.0 K unter dem Schmelzpunkt. (4 pt)

$$\rho' = \frac{m}{V'} = \frac{m}{V(1 + 3\alpha\Delta T)} = \frac{\rho}{1 + 3\alpha\Delta T}$$

$$\rho^{1000^\circ\text{C}} = \frac{\rho^{20^\circ\text{C}}}{1 + 3\alpha\Delta T} = \frac{19290 \text{ kg/m}^3}{1 + 3 \cdot 14.3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1} \cdot 980 \text{ K}} = 18.5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

14. Unten sehen Sie das Temperatur-Wärme Diagramm eines Stoffs ( $m = 300 \text{ g}$ ). Bestimmen Sie daraus

(a) Schmelz- und Siedepunkt des Stoffs, (1 pt)

$$\theta_f = 50^\circ\text{C}; \theta_v = 150^\circ\text{C}$$

(b) die Spezifische Schmelzwärme, (3 pt)

$$L_f = \Delta Q_f / m = 100 \text{ kJ} / 0.3 \text{ kg} = 333 \text{ kJ/kg}$$

(c) die Spezifische Wärmekapazität im flüssigen Zustand. (3 pt)

$$c_p = \Delta Q / (m\Delta T) = 50 \text{ kJ} / (0.3 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K}) = 1.67 \text{ kJ/(kgK)}$$

