

Vorname Name: \_\_\_\_\_ neue Klasse: \_\_\_\_\_ FoTa Jahr: \_\_\_\_\_  
Physik-Lehrkraft der zweiten Klasse: \_\_\_\_\_ alte Klasse: \_\_\_\_\_ Viel Erfolg!

## Querschnittsprüfung Wärme

Freitag 31. August 2018

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. Der Durchmesser der Kapillare eines Quecksilberthermometers beträgt 0.25 mm.  
Pro 10 °C steigt die Quecksilbersäule gemäss Skala um 1.5 cm.
- a) Wie viele Milli-Liter Quecksilber werden im Falle eines Thermometer-Bruchs maximal freigesetzt? 5
- b) Nennen Sie einen Vorteil und einen Nachteil der Verwendung von Quecksilber für die Temperaturmessung. 2
- 
2. Sie möchten zu Hause eigene Kerzen ziehen und haben dafür 3010 g Paraffinwachs gekauft. Sie erhitzen das Paraffin von anfangs 21 °C in einem Wärmebad bis es vollständig geschmolzen ist. Die durchschnittliche Heizleistung betrage 360 W. Wie lange müssen Sie warten bis Sie mit dem Kerzenziehen beginnen können? Paraffinwachs hat spez. Wärmekapazität 2.094 kJ/(kg K), spez. Schmelzwärme  $2.20 \cdot 10^5$  J/kg und Schmelzpunkt 45 °C. 5
- 
3. Sie werfen Eis ( $m_E$ ) aus dem Tiefkühler ( $\vartheta_E < 0$  °C) in heisses Olivenöl ( $\vartheta_O$ ), worauf sich eine Mischtemperatur  $\vartheta_M > 0$  °C einstellt. Berechnen Sie die Masse des Öls rein formal. 6
- 
4. Eine Wandergruppe leert auf einem Berggipfel (Luftdruck 706 mbar) eine Flasche Wein und verkorkt sie wieder luftdicht. Zurück in Zürich (Luft 23 °C, 960 mbar) herrscht in der Flasche ein Druck von 754 mbar.
- a) Bestimmen Sie die Lufttemperatur auf dem Gipfel. 5
- b) Die Flasche wird in Zürich entkorkt. Berechnen Sie die prozentuale Veränderung der Luftmenge in der Flasche. 5
- 
5. Ein alter Tiefkühler enthält das Kältemittel Freon 22. Der Kühlraum ist -25 °C kalt.
- a) Beschreiben Sie mit einer Skizze das Prinzip eines Kompressorkühlschranks. 4
- b) Bestimmen Sie durch Interpolation den Sättigungsdampfdruck des Freons bei -25 °C. In welchem Bereich des Tiefkühlers muss der Druck höher, in welchem tiefer sein? 4
- 
6. Ein Kupfer- und ein Aluminiumstab gleicher Länge und Querschnittsfläche berühren sich an jeweils einem Ende. Das freie Ende des Kupferstabs werde auf 250 °C geheizt, das freie Ende des Aluminiumstabs in einem Eisbad auf 0.0 °C gehalten. Wie gross ist die Temperatur des Kontaktpunkts? 5
- 
7. a) Welche Strahlungsleistung emittiert die 2500 K heisse Wolframwendel (strahlende Oberfläche 20 mm<sup>2</sup>, Emissionszahl 0.3) einer Glühlampe? 3
- b) Bei welcher Wellenlänge liegt das Intensitätsmaximum des emittierten Lichts? 3
- 
8. Eine Uhr soll durch den Wärmestrom (45 mW) vom Handgelenk angetrieben werden. Die Haut habe 32 °C, die Luft 19 °C. Welche Leistung generiert das Thermoelement maximal? 4
- 
9. Eine Getränkedose enthalte etwas gasförmiges Kohlendioxid bei 4 °C und 117 kPa. Beim Öffnen sinke der Druck adiabatisch auf 96 kPa. Auf welchen Wert sinkt die Temperatur? 5

# Lösungen zur Querschnittsprüfung Wärme 31. August 2018

Lie.

$$1. \Delta V = \gamma V \Delta \vartheta = \frac{\pi}{4} d^2 \Delta h \Rightarrow V = \frac{\pi d^2 \Delta h}{4 \gamma \Delta \vartheta} = \frac{\pi \cdot (0.025 \text{ cm})^2 \cdot 1.5 \text{ cm}}{4 \cdot 0.182 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1} \cdot 10^\circ \text{C}} = \underline{\underline{0.40 \text{ cm}^3}}$$

b) Vorteil: Linearität, Hg ist flüssig wo Wasser auch flüssig ist. Nachteil: leicht giftig.

$$2. t = (cm \Delta \vartheta + mL_f) / P = 3.010 \text{ kg} \cdot (2094 \text{ J}/(\text{kg K}) \cdot (45 - 21) \text{ K} + 2.20 \cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}) / (360 \text{ W}) = \underline{\underline{38 \text{ min}}}$$

$$3. c_{EM} m_E (\vartheta_f - \vartheta_E) + m_E L_f + c_w m_E (\vartheta_M - \vartheta_f) + c_O m_O (\vartheta_M - \vartheta_O) = 0$$

$$\Rightarrow m_O = \frac{c_{EM} m_E (\vartheta_f - \vartheta_E) + m_E L_f + c_w m_E (\vartheta_M - \vartheta_f)}{c_O (\vartheta_O - \vartheta_M)}$$

$$4. \text{ a) } pV = nRT \Rightarrow T_1 = T_2 \frac{p_1}{p_2} = \frac{(23 + 273.15) \text{ K} \cdot 706 \text{ mbar}}{754 \text{ mbar}} = 277 \text{ K} \rightarrow \underline{\underline{4^\circ \text{C}}}$$

$$\text{ b) } p \propto n \Rightarrow \frac{n_3}{n_2} - 1 = \frac{p_3}{p_2} - 1 = \frac{960 \text{ mbar}}{754 \text{ mbar}} - 1 = \underline{\underline{+27\%}}$$

5. a) Kompressor, Verflüssigung/Wärmeabgabe ausserhalb, Kapillare, Expansion/Verdampfung innerhalb

$$\text{ b) } p = \frac{\vartheta - \vartheta_1}{\vartheta_2 - \vartheta_1} \cdot (p_2 - p_1) + p_1 = \frac{-25^\circ \text{C} - (-20^\circ \text{C})}{-30^\circ \text{C} - (-20^\circ \text{C})} \cdot (1.65 \text{ bar} - 2.46 \text{ bar}) + 2.46 \text{ bar} = \underline{\underline{2.06 \text{ bar}}}$$

Im Innenraum ist der Dampfdruck tiefer als ausserhalb des Kühlraums.

$$6. \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda_K A \frac{\vartheta_K - \vartheta_M}{\Delta x} = \lambda_A \frac{\vartheta_M - \vartheta_A}{\Delta x} = \text{const} \Rightarrow \lambda_K (\vartheta_K - \vartheta_M) = \lambda_A (\vartheta_M - \vartheta_A) \Rightarrow$$

$$\vartheta_M = \frac{\lambda_K \vartheta_K + \lambda_A \vartheta_A}{\lambda_K + \lambda_A} = \frac{390 \text{ W}/(\text{m K}) \cdot 250^\circ \text{C} + 239 \text{ W}/(\text{m K}) \cdot 0.0^\circ \text{C}}{390 \text{ W}/(\text{m K}) + 239 \text{ W}/(\text{m K})} = \underline{\underline{155^\circ \text{C}}}$$

$$7. \text{ a) } P = A \varepsilon \sigma T^4 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot 0.3 \cdot 5.670 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4) \cdot (2500 \text{ K})^4 = 13 \text{ W} = \underline{\underline{0.01 \text{ kW}}}$$

$$\text{ b) } \lambda_{\max} = \frac{b}{T} = \frac{2.89777 \cdot 10^{-3} \text{ K m}}{2500 \text{ K}} = \underline{\underline{1.159 \mu\text{m}}}$$

$$8. P_2 = P_1 \eta = P_1 \cdot \frac{T_w - T_k}{T_w} = 45 \text{ mW} \cdot \frac{(32 - 19) \text{ K}}{(273.15 + 32) \text{ K}} = \underline{\underline{1.9 \text{ mW}}}$$

$$9. p_1^{1-\alpha} T_1^\alpha = p_2^{1-\alpha} T_2^\alpha \Rightarrow T_2 = T_1 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{(\alpha-1)/\alpha} = (273.15 + 4) \text{ K} \cdot \left( \frac{96 \text{ kPa}}{117 \text{ kPa}} \right)^{(1.293-1)/1.293} = 265.0 \text{ K} \rightarrow \underline{\underline{-8^\circ \text{C}}}$$

# Laufzettel zur Querschnittsprüfung Wärme

31. August 2018

Klasse 3 \_\_\_\_\_

Prüfungszimmer: \_\_\_\_\_ Aufsicht: \_\_\_\_\_ aktuelle Lehrkraft: \_\_\_\_\_

## Aufsicht

Die Prüfung beginnt mit dem Einläuten der Lektion, sie endet mit dem Ausläuten nach 45 Minuten. Die Aufsichtsperson kontrolliert, ob alle Schülerinnen und Schüler anwesend sind. Sie beantwortet keine Fragen. Spätestens zwei Minuten (120.0 s) nach dem Ausläuten müssen die Prüfungen mit dem Aufgabenblatt vorne bei der Aufsicht auf dem Tisch liegen. Falls zu spät oder viel zu früh abgegeben wird, soll das auf dem Aufgabenblatt notiert werden.

## Korrektur

Eine Lehrkraft korrigiert dieselbe Aufgabe über alle Klassen (Visum auf dem Laufzettel). Die Punktzahlen sind auf das Aufgabenblatt des jeweiligen Schülers zu übertragen. Falls eine Aufgabe nicht angefangen wurde, muss statt der Punktzahl ein Strich notiert werden, damit es von einer komplett falschen Lösung (0 Punkte) unterschieden werden kann. Es gibt nur ganze Punkte. Leere Seiten bitte durchstreichen sowie Richtiges und Falsches in den Schülerlösungen bezeichnen.

Aufgabe	Korrektor/-in	erledigt (Visum)
1	Ke	
2	Sc	
3	Mü	
4	Th	
5	By	
6	Kr	
7	Kr	
8	Th	
9	Lie	
10	–	

## Notengebung

Nach der Korrekturphase überträgt die Lehrperson, bei welcher die Klasse aktuell Unterricht hat, die Punktzahlen aller Aufgaben sowie die Lehrerkürzel in das bereitgestellte Tabellenkalkulationsblatt. Bitte unterscheiden, ob eine Aufgabe falsch gelöst (Null Punkte) oder gar nicht angefangen wurde (kein Eintrag). In einer gemeinsamen Sitzung wird der Notenmassstab festgesetzt. Danach dürfen den Klassen die Noten mitgeteilt werden. Die Prüfungen selbst bleiben unter Verschluss, bis alle Nachprüfungen erledigt sind.