

Aufgaben zur Grundgleichung der Wärmelehre

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$$

1. Mit einem Tauchsieder wird 1 Liter Wasser bei konstantem Druck erwärmt. Dabei werden aber nur 80% der dem Netz entnommenen Energie zur Energiezufuhr an das Wasser genutzt.
Welche elektrische Leistung muss der Tauchsieder haben, wenn innerhalb von 15 Minuten das Wasser von 10°C auf die Siedetemperatur 99,63°C gebracht werden soll?
2. Welche Wärme ist notwendig, um 400 ml Wasser auf einem Spirituskocher von 20°C auf 95°C zu erwärmen?
In dem Kocher befinden sich noch 10 ml Spiritus. Reicht diese Menge zum Erwärmen des Wassers aus?
(Heizwert Spiritus 32 MJ/l)
3. Durch eine elektrische Kochplatte werden 500 ml Wasser von 18°C in 5,0 min zum Sieden gebracht. Durch Erwärmung der Kochplatte und durch Wärmeabgabe an die Umgebung gehen 2/3 der Leistung "verloren", d.h. der Wirkungsgrad η beträgt also 33,3%. Welche Leistung muss die Kochplatte haben?
4. Wenn an wolkenlosen Sommertagen die Sonne zehn Stunden lang scheint, dann ist insgesamt eine Energie von 18 MJ pro m² eingestrahlt worden. Um wie viel erhöht sich dadurch die Temperatur im Schwimmbecken mit einer Tiefe von 2,5 m und im Planschbecken mit einer Wassertiefe von 40 cm?
5. In einem Gefäß befindet sich eine Mischung aus 50g Eis und 1,00 kg Wasser mit der Temperatur 0,0 °C. Mittels eines Tauchsieders, dessen Leistung 500 W beträgt, wird Wärme so zugeführt, dass Wasser mit der Temperatur 20 °C entsteht.
Wie lange dauert dieser Vorgang, wenn 80 % der elektrischen Energie in Wärme umgesetzt werden und der Einfluss des Gefäßes vernachlässigt werden kann?

Lösungen:**1.**

geg.:	$V = 1 \ell$ $m = 1 \text{ kg}$ $\eta = 0,8$ $t = 15 \text{ min} = 900 \text{ s}$ $\vartheta_1 = 10^\circ \text{ C}$ $\vartheta_2 = 99,63^\circ \text{ C}$	ges.:	P
Lösung:	<p>Die Leistung ist die zugeführte Wärme durch die dazu benötigte Zeit.</p> $P = \frac{Q}{t}$ $P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{t}$ $P = \frac{1 \text{ kg} \cdot 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 89,63 \text{ K}}{900 \text{ s}}$ $P = 0,42 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$ $P = 420 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 420 \frac{\text{Ws}}{\text{s}}$ $P = 420 \text{ W}$ <p>Das wäre die notwendige Leistung bei einem Wirkungsgrad von 100%. Da aber nur 80% der Leistung genutzt werden, muss die Leistung des Tauchsieders 522 W betragen.</p>		
Antwort:	Die Leistung des Tauchsieders muss 522 W groß sein.		

2.

geg.:	$m = 0,4 \text{ kg}$ $\vartheta_1 = 20^\circ \text{ C}$ $\vartheta_2 = 95^\circ \text{ C}$ $V = 10 \cdot 10^{-3} \text{ l}$ $H = 32 \frac{\text{MJ}}{\text{l}}$	ges.:	Q
Lösung:	<p>a)</p> $Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$ $Q = 0,4 \text{ kg} \cdot 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 75 \text{ K}$ $Q = 125,7 \text{ kJ}$ <p>b) Wieviel Wärme kann der Spiritus abgeben?</p> $Q_s = H \cdot V$ $Q_s = 32 \text{ MJ} \cdot \text{l}^{-1} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ l}$ $Q_s = 0,32 \text{ MJ}$ $Q_s = 320 \text{ kJ}$ <p>Da zum Erwärmen des Wassers nur 126 kJ benötigt werden, reicht die Spiritusmenge aus. Dabei wird aber ein Wirkungsgrad von 100% vorausgesetzt. Ist der Wirkungsgrad kleiner als 40%, reicht es nicht mehr.</p>		
Antwort:	Es ist zum Erwärmen des Wassers eine Wärme von 126 kJ notwendig. Die Spiritusmenge reicht aus.		

3.

geg.:	$m = 0,5 \text{ kg}$ $\delta_1 = 18^\circ \text{ C}$ $\delta_2 = 100^\circ \text{ C}$ $t = 300 \text{ s}$ $\eta = 0,333$	ges.:	P
Lösung:	<p>Die Leistung ist definiert als die verrichtete Arbeit durch die dazu benötigte Zeit. Die Arbeit, die die Kochplatte verrichten muss, wird in thermische Energie des Wassers umgewandelt. Dieser Arbeitsprozess wird als Wärme bezeichnet.</p> $P = \frac{Q}{t}$ $P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \delta}{t}$ $P = \frac{0,5 \text{ kg} \cdot 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 82 \text{ K}}{300 \text{ s}}$ $P = 573 \text{ W}$ <p>Das ist die Leistung, die notwendig wäre, wenn die Wärme ohne Verluste übertragen würde. Nun ist aber ein Verlust von 2/3 angegeben. Die Berechnete Leistung muss also verdreifacht werden, um die Verluste auszugleichen.</p> $P = 573 \text{ W} \cdot 3$ $P = 1719 \text{ W}$		
Antwort:	Es muss ein Heizplatte mit 1,7 kW verwendet werden.		

4.

geg.:	$Q = 1,8 \text{ MJ}$ $A = 1 \text{ m}^2$ $h_S = 2,5 \text{ m}$ $h_P = 0,4 \text{ m}$	ges.:	$\Delta \vartheta_S$ $\Delta \vartheta_P$
Lösung:	<p>Auf einen Quadratmeter Wasseroberfläche fällt eine Energiemenge von 18 MJ. Diese Energie wird absorbiert (verschluckt) und erwärmt das Wasser. Die Temperaturänderung ist außer von der Menge der Energie auch noch von der Menge des Wasser abhängig, die erwärmt werden soll.</p> <p>Die Wassermasse kann aus dem Volumen bestimmt werden und das ist Grundfläche mal Höhe: $V = A \cdot h$ $V_S = 1 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \text{ m}$ $V_S = 2,5 \text{ m}^3$ $V_P = 1 \text{ m}^3$</p> <p>Da 1 m³ Wasser 1000 kg Masse hat, liegen unter dem Quadratmeter im Schwimmbecken 2500 kg Wasser und im Planschbecken 1000 kg. Damit kann nun die Temperaturerhöhung berechnet werden: $Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$ $\Delta \vartheta = \frac{Q}{m \cdot c}$ $\Delta \vartheta_S = \frac{18 \cdot 10^6 \text{ J}}{2500 \text{ kg} \cdot 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}$ $\Delta \vartheta_S = 1,7 \text{ K}$ $\Delta \vartheta_P = 4,3 \text{ K}$</p>		
Antwort:	Das Schwimmbecken erwärmt sich um 1,7 K und das Planschbecken um 4,3 K.		

5.

geg.:	$m_E = 50 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $m_W = 1,00 \text{ kg}$ $\vartheta_1 = 0^\circ \text{ C}$ $\vartheta_2 = 20^\circ \text{ C}$ $P = 500 \text{ W}$ $\eta = 0,8$ $c_W = 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ $q_{\text{SEis}} = 334 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$	ges.:	t
Lösung:	<p>Die Leistung ist die Energieabgabe je Zeit.</p> $P = \frac{E}{t}$ $t = \frac{E}{P}$ <p>Da der Tauchsieder einen Wirkungsgrad von 80% hat, muss dieser bei der Leistung beachtet werden.</p> $t = \frac{E}{P \cdot \eta}$ <p>Die Energie, die der Tauchsieder abgibt, wird verwendet, um</p> <ol style="list-style-type: none">1. das Eis zuschmelzen2. das geschmolzene Eis und das bereits vorhandenen Wasser zu erwärmen. <p>Wie groß ist die benötigte Energie?</p> <p>zu 1.</p> <p>Die Schmelzwärme q_s gibt an, wieviel Energie notwendig ist, um 1 kg Eis zu schmelzen, ohne dessen Temperatur zu erhöhen.</p> $E_1 = q_{\text{SEis}} \cdot m_E$ $E_1 = 334 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $E_1 = 16700 \text{ J}$ <p>zu 2.</p> <p>Es muss die gesamte Menge Wasser betrachtet werden.</p> $E_2 = (m_E + m_W) \cdot c_W \cdot \Delta T$ $E_2 = (50 \cdot 10^{-3} \text{ kg} + 1,00 \text{ kg}) \cdot 4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 20 \text{ K}$ $E_2 = 87990 \text{ J}$ <p>Damit ergibt sich eine Gesamtenergiemenge:</p> $E = E_1 + E_2$ $E = 104690 \text{ J}$ <p>und eine Zeit:</p> $t = \frac{104690 \text{ J}}{500 \text{ W} \cdot 0,8}$ $t = 262 \text{ s}$		
Antwort:	Es dauert 262 s = 4 min 22s bis Eis und Wasser auf 20°C erwärmt sind.		