

PRÜFUNGSVORBEREITUNG PHYSIK: WÄRME UND ARBEIT, ELEKTRIZITÄT

Theoriefragen: Diese Begriffe musst du auswendig in maximal ein bis zwei Sätzen erklären können.

- 1) Vektor/Skalar
- 2) Absoluter Nullpunkt
- 3) Innere Energie
- 4) Wärme
- 5) Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Siedepunkt einer Flüssigkeit und dem Luftdruck? Formuliere einen «je... desto... »-Satz.
- 6) Verdampfen/Sieden/Verdunsten
- 7) Wie funktioniert ein Kühlschrank? (Erklärung anhand einer vorgegebenen Skizze)
- 8) Wie funktioniert eine Wärmepumpe? (Erklärung anhand einer vorgegebenen Skizze)
- 9) Skizziere (qualitativ) ein Energieflussdiagramm für eine Wärmepumpe.
- 10) Leistungszahl einer Wärmepumpe
- 11) Leistungszahl einer Kältemaschine
- 12) Skizziere (qualitativ) ein Energieflussdiagramm für eine Wärmearbeitsmaschine.
- 13) Carnotscher Wirkungsgrad
- 14) Was strömt beim Benzinmotor beim Ansaugtakt in den Zylinder ein?
- 15) Was strömt beim Dieselmotor beim Ansaugtakt in den Zylinder ein?
- 16) Wie wird bei einem Benzinmotor die Zündung ausgelöst?
- 17) Wie wird beim Dieselmotor die Zündung ausgelöst?
- 18) Ladung
- 19) Eigenschaften von Ladungen
- 20) Elementarladung
- 21) Elektrischer Strom
- 22) Stromstärke
- 23) Isolator: Nenne Materialien, die Isolatoren sind
Warum leiten Isolatoren nicht?
Wie werden Isolatoren geladen und wie verteilen sich die Ladungen?
- 24) Polarisation
- 25) Elektrischer Leiter: Nenne Materialien, die elektrische Leiter sind
Warum leiten elektrische Leiter?
Wie verteilen sich die Ladungen auf einem geladenen elektrischen Leiter?
- 26) Influenz

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten musst du beherrschen:

- ☞ Winkel vom Gradmass ins Bogenmass umrechnen und umgekehrt
- ☞ Formeln umformen
- ☞ Gleichungen für physikalische Situationen aufstellen und lösen
- ☞ Zahlenwerte mit Einheiten einsetzen und richtig ausrechnen
- ☞ Resultate auf die richtige Anzahl Ziffern runden
- ☞ Die Einheit bar in Pascal umrechnen und umgekehrt
- ☞ Verschiedene Einheiten für Volumina und Flächen ineinander umrechnen
- ☞ Die Einheit °C in K umwandeln und umgekehrt
- ☞ Diagramme zeichnen und interpretieren
- ☞ Vektoren zeichnerisch (in der Pfeildarstellung) zusammensetzen und zerlegen
- ☞ Alle Kräfte, die an einem Körper angreifen, in einem Kräfteplan aufzeichnen
- ☞ Energieflussdiagramme zeichnen und interpretieren
- ☞ Die Funktionsweise einer Wärmepumpe, Kühlschrank, Klimaanlage und einer Wärmearbeitsmaschine erklären können
- ☞ Die Funktionsweisen des Viertakt-Benzinmotor, Viertakt-Dieselmotor, Zweitakt-Benzinmotor beschreiben und erklären

Physikalische Grössen: Diese physikalischen Grössen musst du kennen, mit Symbolen und Einheiten.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Weg, Strecke			Beschleunigung		
Zeit			Geschwindigkeit		
Masse			Kraft		
Druck			Arbeit		
Temperatur in der Kelvin-Skala			Temperatur in der Celsius-Skala		
Längenausdehnungszahl			Volumenausdehnungszahl		
Wärme			innere Energie		
spezifische Wärmekapazität			spezifische Schmelzwärme		
spezifische Verdampfungswärme			Leistung		
Leistungszahl einer Kältemaschine			Leistungszahl einer Wärmepumpe		
Ladung			Stromstärke		

Formeln: An der Prüfung erhältst du ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt findest du alle Formeln, die du brauchst, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt kannst du auf massenpunkt.ch anschauen und herunterladen.

Übungsaufgaben:

Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein.

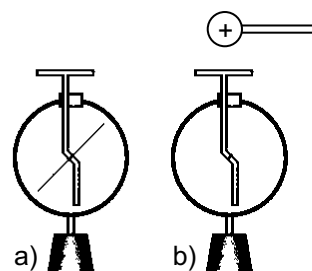
Bei Berechnungen werden für die volle Punktzahl eine algebraische Lösung (das heisst die Formel, umgeformt nach der gesuchten Grösse) und die vollständig eingesetzte Rechnung (das heisst Zahlenwerte mit Einheiten) verlangt.

Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

Alle Arbeits- und Theorieblätter sowie Aufgabenblätter A42 bis A45

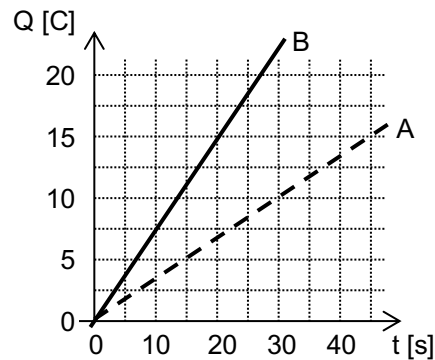
Weitere Aufgaben

1. Vor dir steht ein negativ geladenes Elektroskop.
 - a) Zeichne die Ladungsverteilung ein.
 - b) Was geschieht, wenn man eine positiv geladene Kugel in die Nähe des Kopfes bringt? Zeichne die Stellung des Zeigers sowie die Ladungsverteilung im Elektroskop ein.

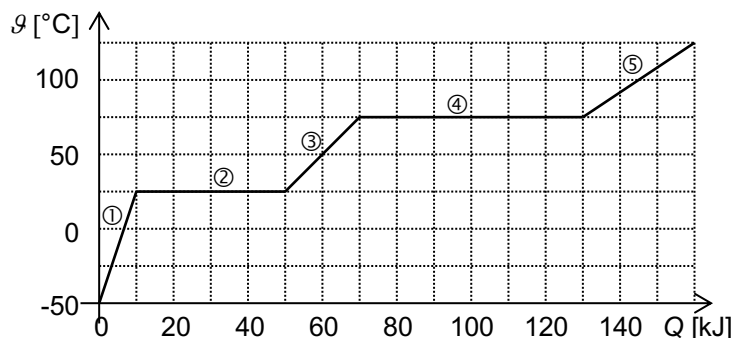


2. Durch die Glühlampe einer Taschenlampe fliesst während 0.079300800 min ein Strom der Stärke 0.0067800 A.
 - a) Setze bei den benötigten Zahlenwerten einen Punkt über die signifikanten Ziffern. Wie viele signifikante Ziffern besitzen die beiden Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
 - b) Rechne aus, wie viel Ladung durch die Lampe fliesst und runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
 - c) Rechne aus, wie viele Elektronen durch die Lampe fliessen und runde das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
 - d) Notiere die Resultate mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise.

3. Zwei Leiter A und B werden von einem Strom durchflossen. Hier siehst du ein Diagramm für den Zusammenhang zwischen geflossener Ladung und Zeit.
 - a) Wo ist die Stromstärke grösser: im Leiter A oder im Leiter B?
 - b) Wie viel Ladung ist im Leiter B nach 75 s geflossen?
 - c) Zeichne im Diagramm den Graphen für eine Stromstärke von 125 mA ein (Leiter C).



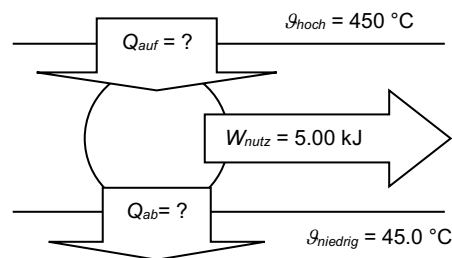
4. Du hast drei gleich grosse, isolierte, geladene Kugeln: Kugel A ist mit + 6.0 mC geladen, Kugel B mit - 3.0 mC, Kugel C ist elektrisch neutral. Kugeln A und C berühren sich kurz, und werden wieder auseinandergenommen. Dann berühren sich Kugeln B und C kurz, und werden wieder auseinandergenommen. Wie gross ist die Ladung auf den Kugeln A, B und C?
5. Ergänze die folgenden Sätze mit den Begriffen *Wärme*, *innere Energie* und *Temperatur*.
 - a) Ein heisser Stein, der viel hat, gibt an die (kältere) Umgebung ab. Dabei sinkt die des Steins.
 - b) Zwei heisse Steine zusammen besitzen mehr als nur einer allein.
6. Dieses Diagramm zeigt, wie die Temperatur einer gewissen Menge des Stoffs A ($m = 210.5 \text{ g}$) von der zugeführten Wärme, die ihm zugeführt wird, abhängt. Bei -50°C befindet sich der Stoff im festen Zustand.



- a) Was geschieht bei ①, ②, ③, ④ und ⑤ (ändert sich der Aggregatzustand und / oder die Temperatur? Wenn ja, wie?)
- b) Bei welcher Temperatur schmilzt der Stoff?
- c) Bestimme die spezifische Verdampfungswärme des Stoffs.
- d) Stoff B schmilzt bei $+125^\circ\text{C}$. Im festen Zustand ist die spezifische Wärmekapazität von Stoff B dreimal so gross wie die spezifische Wärmekapazität von Stoff A. Zeichne den Graphen für den Stoff B ins Diagramm ein (beginnend am gleichen Punkt wie Stoff A).

7. Eine gewisse Menge Olivenöl ($V_0 = 0.0000750 \text{ m}^3$, $m = 0.06900 \text{ kg}$, $\vartheta_0 = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$) wird erwärmt. Dabei nimmt das Volumen um 0.0107900 l zu. Die Temperaturzunahme soll berechnet werden.
- a) Markiere bei den benötigten Zahlenwerten die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele signifikante Ziffern besitzen diese? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
- b) Berechne die Temperaturzunahme.
- c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
8. Ein heisser Löffel ($m = 34.8 \text{ g}$) der Temperatur $75.3 \text{ }^\circ\text{C}$ wird in Alkohol ($m = 166 \text{ g}$) von $4.8 \text{ }^\circ\text{C}$ eingetaucht. Nach einer Weile gleicht sich die Temperatur aus und beträgt $6.2 \text{ }^\circ\text{C}$. Annahme: Kein Austausch von Energie mit der Umgebung. Bestimme die Wärmekapazität des Löffels.
9. Fritzli hat einen Eimer, in dem sich 3.32 kg Wasser von $+14.0 \text{ }^\circ\text{C}$ befindet. Er nimmt Eiswürfel der Temperatur $-18.0 \text{ }^\circ\text{C}$ und gibt sie ihn ins Wasser. Nach einer Weile ist alles Eis geschmolzen und eine Gleichgewichtstemperatur von $0.00 \text{ }^\circ\text{C}$ stellt sich ein. Annahme: Kein Austausch von Energie mit der Umgebung. Berechne die Masse der Eiswürfel.
10. Welche der folgenden Geräte sind Wärmearbeitsmaschinen, welche sind Wärmepumpen? Kühlschrank, Kohlekraftwerk, Kernkraftwerk, Klimaanlage
11. Bei einem Benzinmotor beträgt die Temperatur der Verbrennungsgase $600 \text{ }^\circ\text{C}$, und die Temperatur beim Auspuff beträgt $320 \text{ }^\circ\text{C}$. Wie gross ist der maximal erreichbare Wirkungsgrad?

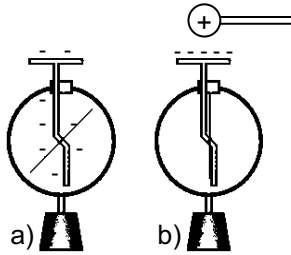
12. Vervollständige das nebenstehende Energieflussdiagramm für eine Wärmearbeitsmaschine. Wie gross ist der Carnotsche Wirkungsgrad?



13. Eine ideale Wärmearbeitsmaschine hat einen Carnotschen Wirkungsgrad von 26.08700% und wird mit $\vartheta_{hoch} = 495.00 \text{ }^\circ\text{C}$ betrieben. Der Maschine wird die Wärmemenge $Q_{auf} = 0.0660 \text{ MJ}$ zugeführt. Die abgegebene Nutzarbeit W_{nutz} soll berechnet werden.
- a) Markiere bei den benötigten Zahlenwerten die signifikanten Ziffern mit einem Punkt über der Ziffer. Wie viele sind dies? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
- b) Rechne aus, wie gross die abgegebene Nutzarbeit.
- c) Notiere das Resultat mit einer Zehnerpotenz in der wissenschaftlichen Schreibweise und runde auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
14. Bei einem Kühlschrank mit einer Leistungszahl von 3.5 nimmt der Kompressor eine Leistung von 0.20 kW auf.
- a) Wie viel Wärme wird pro Stunde aus dem Innern des Kühlschranks aufgenommen?
- b) Wie lange dauert es, wenn man 5.48 kg Wasser von $15.7 \text{ }^\circ\text{C}$ in den Kühlschrank stellt, bis es zu Eis von $0 \text{ }^\circ\text{C}$ wird?
15. Eine ideale Klimaanlage hält die Innentemperatur eines Zimmers auf $21 \text{ }^\circ\text{C}$ bei einer Aussentemperatur von $32 \text{ }^\circ\text{C}$. Durch direkte Sonneneinstrahlung tritt durch die Fenster eine Wärmeleistung von 4.8 kW ein. Wie viele Watt an elektrischer Leistung könnte eingespart werden, wenn die Fensterläden geschlossen wären und nur 0.50 kW Wärmeleistung ins Zimmer eintreten würden?

Lösungen:

1.



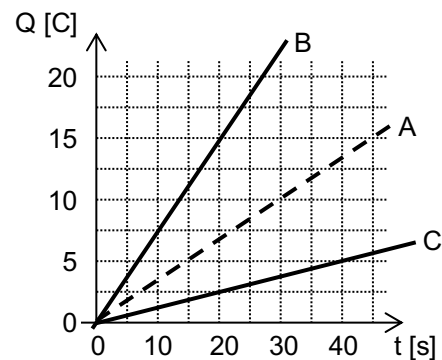
2. a) $t = 0.079300800 \text{ min} : 8; I = 0.0067800 \text{ A} : 5; e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, 4, \text{ Resultat: } 5 \text{ für b) } 4 \text{ für c)}$
 b) $Q = I \cdot t = 0.0067800 \text{ A} \cdot 0.079300800 \cdot 60 \text{ s} = 0.03225956554 \text{ C} = \underline{0.032260 \text{ C}}$
 c) $\frac{0.03225956554 \text{ C}}{1.602 \cdot 10^{-19} \frac{\text{C}}{\text{Elektron}}} = 2.013705 \cdot 10^{17} \text{ Elektronen} = \underline{2.014 \cdot 10^{17} \text{ Elektronen}}$
 d) $\underline{3.2260 \cdot 10^{-2} \text{ C}}$ und $\underline{2.014 \cdot 10^{17} \text{ Elektronen}}$

3. a) B (während der gleichen Zeit fließt im Leiter B mehr Ladung als im Leiter A)
 b) Die Stromstärke im Leiter B ist

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{15 \text{ C}}{20 \text{ s}} = 0.75 \text{ A}, \text{ d.h. nach } 75 \text{ s ist die}$$

Ladung $\Delta Q = I \cdot \Delta t = 0.75 \text{ A} \cdot 75 \text{ s} = \underline{56.25 \text{ C}}$ geflossen.

- c) Bei einer Stromstärke von 0.125 A fließt in 40 s eine Ladung von $\Delta Q = I \cdot \Delta t = 0.125 \text{ A} \cdot 40 \text{ s} = 5.0 \text{ C}$.
 Wir zeichnen im Diagramm eine Nullpunktsgerade durch den Punkt $Q = 5 \text{ C} / t = 40 \text{ s}$

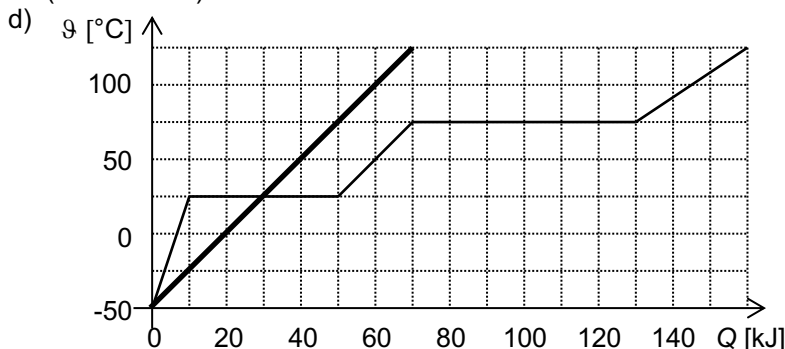


4. 1. Berührung: A: $+ 3.0 \text{ mC}$, B: $- 3.0 \text{ mC}$, C: $+ 3.0 \text{ mC}$
 2. Berührung: A: $+ 3.0 \text{ mC}$, B: 0 mC , C: 0 mC

5. a) innere Energie – Wärme – Temperatur
 b) innere Energie

6. a) ①: Erwärmen im festen Zustand – ②: Schmelzen – ③: Erwärmen im flüssigen Zustand – ④: Verdampfen – ⑤: Erwärmen im gasförmigen Zustand
 b) 25°C

c) $Q_{\text{Verdampfen}} = 60 \text{ kJ} \quad L_v = \frac{Q_{\text{Verdampfen}}}{m} = \frac{60'000 \text{ J}}{0.2105 \text{ kg}} = 285'036 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = \underline{0.285 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}$
 (Quecksilber)



7. a) $V_0 = 0.0000750 \text{ m}^3$: 3 signifikante Ziffern, $m = 0.06900 \text{ kg}$: 4 signifikante Ziffern (nicht benötigt), $\vartheta_0 = 20.0^\circ \text{C}$: 3 signifikante Ziffern (nicht benötigt), $\Delta V = 0.0107900 \text{ l}$: 6 signifikante Ziffern, $\gamma = 0.72 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}}$: 2 signifikante Ziffern, Resultat: 2 Ziffern

b) $\Delta T = \frac{\Delta V}{\gamma \cdot V_0} = \frac{0.0107900 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{0.72 \cdot 10^{-3} \frac{1}{\text{K}} \cdot 0.00007500 \text{ m}^3} = \underline{199.8148 \text{ K}} = 1.998148 \cdot 10^2 \text{ K}$
 c) $\Delta T = \underline{2.0 \cdot 10^2 \text{ K}}$

8. $Q = \Delta U_{\text{Alkohol}} = c_{\text{Alkohol}} \cdot m_{\text{Alkohol}} \cdot \Delta T_{\text{Alkohol}} = 2'430 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0.166 \text{ kg} \cdot 1.4 \text{ K} = 564.7 \text{ J}$
 $\Delta U_{\text{Löffel}} = c_{\text{Löffel}} \cdot m_{\text{Löffel}} \cdot \Delta T_{\text{Löffel}} = Q = \Delta U_{\text{Alkohol}}$

$$c_{\text{Löffel}} = \frac{Q}{m_{\text{Löffel}} \cdot \Delta T_{\text{Löffel}}} = \frac{c_{\text{Alkohol}} \cdot m_{\text{Alkohol}} \cdot \Delta T_{\text{Alkohol}}}{m_{\text{Löffel}} \cdot \Delta T_{\text{Löffel}}} = \frac{2'430 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0.166 \text{ kg} \cdot 1.4 \text{ K}}{0.0348 \text{ kg} \cdot 69.1 \text{ K}} = \underline{\underline{235 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}}$$
(Silber)
9. $Q_{\text{Wasser}} = \Delta U_{\text{Wasser}} = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Wasser}} \cdot \Delta T_{\text{Wasser}} = 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 3.32 \text{ kg} \cdot 14 \text{ K} = 194'286 \text{ J}$
 $= \underline{\underline{194 \text{ kJ}}}$
 $Q_{\text{Wasser}} = Q_{\text{Eis}} = \Delta U_{\text{Eis}} + Q_{\text{Schmelzen(Eis)}}$
 $= c_{\text{Eis}} \cdot m_{\text{Eis}} \cdot \Delta T_{\text{Eis}} + L_f(\text{Eis}) \cdot m_{\text{Eis}} = m_{\text{Eis}} \cdot (c_{\text{Eis}} \cdot \Delta T_{\text{Eis}} + L_f(\text{Eis}))$

$$m_{\text{Eis}} = \frac{Q_{\text{Wasser}}}{c_{\text{Eis}} \cdot \Delta T_{\text{Eis}} + L_f(\text{Eis})} = \frac{194 \cdot 10^3 \text{ J}}{2.09 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 18.0 \text{ K} + 3.34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 0.522 \text{ kg} = \underline{\underline{522 \text{ g}}}$$
10. Wärmearbeitsmaschinen: Kohlekraftwerk, Kernkraftwerk
Wärmepumpen: Kühlschrank, Klimaanlage
11. $\eta_{\text{Carnot}} = \frac{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}}} = \frac{873 \text{ K} - 593 \text{ K}}{873 \text{ K}} = 0.321 = \underline{\underline{32\%}}$
12. $\eta = \frac{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}}} = \frac{723 \text{ K} - 318 \text{ K}}{723 \text{ K}} = 0.56 = \underline{\underline{56\%}}$ $Q_{\text{auf}} = \frac{W_{\text{nutz}}}{\eta} = \frac{5.00 \text{ kJ}}{0.56} = \underline{\underline{8.93 \text{ kJ}}}$
 $Q_{\text{ab}} = Q_{\text{auf}} - W_{\text{nutz}} = 8.93 \text{ kJ} - 5.00 \text{ kJ} = \underline{\underline{3.93 \text{ kJ}}}$
13. a) η_{hoch} : 5 signifikante Ziffern (nicht benötigt), η_{niedrig} : 4 signifikante Ziffern (nicht benötigt),
 $\eta_{\text{Carnot}} = 0.2608700$: 7 signifikante Ziffern, Q_{auf} : 0.0660 MJ : 3 signifikante Ziffern,
Resultat: 3 Ziffern
b) $W_{\text{nutz}} = \eta_{\text{Carnot}} \cdot Q_{\text{auf}} = 0.2608700 \cdot 0.0660 \cdot 10^6 \text{ J} = 17'217.42 \text{ J} = \underline{\underline{17.2 \text{ kJ}}}$
c) $W_{\text{nutz}} = \underline{\underline{1.72 \cdot 10^4 \text{ J}}}$
14. a) $W = P \cdot t = 200 \text{ W} \cdot 3'600 \text{ s} = 720'000 \text{ J} = 0.72 \text{ MJ}$
 $\varepsilon_K = \frac{Q_{\text{nutz(K)}}}{W} = \frac{Q_{\text{auf}}}{W}$ $Q_{\text{auf}} = \varepsilon_K \cdot W = 3.5 \cdot 0.72 \text{ MJ} = \underline{\underline{2.52 \text{ MJ}}}$
b) $Q_{\text{auf}} = \Delta U_{\text{Wasser}} + Q_{\text{gefrieren}} = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Wasser}} \cdot \Delta T_{\text{Wasser}} + L_f(\text{Wasser}) \cdot m_{\text{Wasser}} =$
 $= m_{\text{Wasser}} \cdot (c_{\text{Wasser}} \cdot \Delta T_{\text{Wasser}} + L_f(\text{Wasser})) = 5.48 \text{ kg} \cdot (4'182 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 15.7 \text{ K} + 3.34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}) =$
 $= 2'190'122 \text{ J} = 2.19 \text{ MJ}$
 $t = \frac{W}{P} = \frac{Q_{\text{auf}}}{P \cdot \varepsilon_K} = \frac{2'190'122 \text{ J}}{200 \text{ W} \cdot 3.5} = 3129 \text{ s} = \underline{\underline{52 \text{ min } 9 \text{ s}}}$
15. Um die Temperatur bei 21°C zu halten, muss jede Sekunde bei offenen Fensterläden
 $Q_{\text{auf}} = 4'800 \text{ J}$ und bei geschlossenen Fensterläden $Q_{\text{auf}} = 500 \text{ J}$ aus dem Zimmer
hinausgepumpt werden.
 $\varepsilon_K = \frac{T_{\text{niedrig}}}{T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}}} = \frac{294 \text{ K}}{305 \text{ K} - 294 \text{ K}} = 26.7$
offenen Fensterläden: $W = \frac{Q_{\text{auf}}}{\varepsilon_K} = \frac{4800 \text{ J}}{26.7} = 180 \text{ J}$
geschlossene Fensterläden: $W = \frac{Q_{\text{auf}}}{\varepsilon_K} = \frac{500 \text{ J}}{26.7} = 18.7 \text{ J}$
Gesparte Energie: $180 \text{ J} - 18.7 \text{ J} = 161 \text{ J}$ (pro Sekunde)
Gesparte Leistung: $P = \frac{W}{t} = \frac{161 \text{ J}}{1 \text{ s}} = \underline{\underline{161 \text{ W}}}$