

# PRÜFUNGSVORBEREITUNG PHYSIK: DRUCK, WÄRMELEHRE, ELEKTRIZITÄT

Alle Grundlagen aus den vorhergehenden Prüfungen werden vorausgesetzt (Theoriefragen, physikalische Grössen, Fähigkeiten). Das heisst: **Gut repetieren!**

SoL-Projekt: Zum Thema «Druck» üben Sie bitte folgendes:

Aufgabenblätter A1, A2 und A3

Aus den *Lernzielen*: Theoriefragen a) bis und mit r)  
Aufgaben 1. bis und mit 12.

Theoriefragen: Diese Begriffe müssen Sie auswendig in ein bis zwei Sätzen erklären können.

- a) Spezifische Schmelzwärme
- b) Wovon hängt der Siedepunkt ab?
- c) Verdampfen/Sieden/Verdunsten
- d) Spezifische Verdampfungswärme
- e) Wie funktioniert ein Kühlschrank? (Erklärung anhand einer vorgegebenen Skizze)
- f) Nennen Sie drei Arten von Wärmeausbreitung
- g) Was versteht man unter Wärmeleitung/Konvektion/Wärmestrahlung?
- h) Nennen Sie je ein Beispiel für einen guten und einen schlechten Wärmeleiter
- i) Emission/Absorption/Reflexion
- j) Ladung
- k) Eigenschaften von Ladungen
- l) Elementarladung
- m) Elektrischer Strom
- n) Stromstärke

Formeln: An der Prüfung erhalten Sie ein Formelblatt. Auf dem Formelblatt finden Sie alle Formeln, die Sie brauchen, sowie Tabellenwerte und ein paar wichtige Formeln aus der Mathematik. Das Formelblatt können Sie auf [ga.perihel.ch](http://ga.perihel.ch) anschauen und herunterladen.

Fähigkeiten: Diese Fähigkeiten müssen Sie beherrschen.

- ☛ Die Welt aus verschiedenen Bezugssystemen betrachten
- ☛ 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
- ☛ Diagramme zeichnen und interpretieren
- ☛ Aufgaben mit vektoriellen Grössen zeichnerisch und rechnerisch lösen
- ☛ Alle Kräfte, die an einem Körper angreifen, in einem Kräfteplan aufzeichnen
- ☛ Die Einheit bar in Pascal umrechnen und umgekehrt

Physikalische Grössen: Für diese physikalischen Grössen müssen Sie Symbol und Einheit kennen.

	Symbol	Einheit		Symbol	Einheit
Kraft			Fläche		
Volumen			Masse		
Druck			Dichte		
Temperatur in der Kelvin-Skala			Temperatur in der Celsius-Skala		
Energie			Leistung		
Arbeit			Wärme		
innere Energie			(spezifische Wärmekapazität)		
(spezifische Schmelzwärme)			Schmelzpunkt		
(spezifische Verdampfungswärme)			Siedepunkt		
Ladung			Stromstärke		

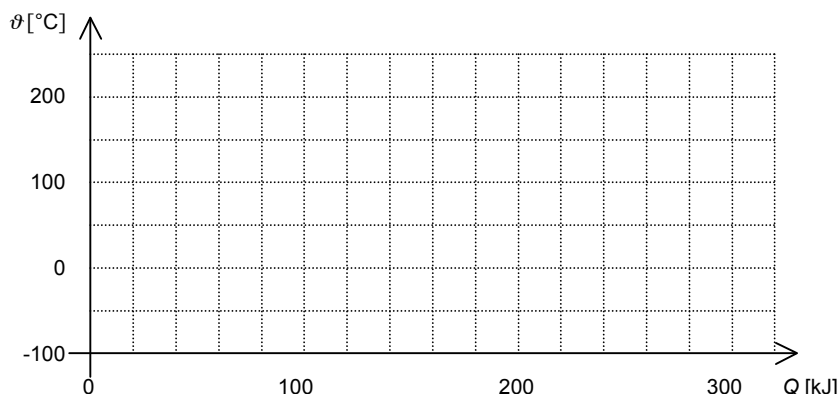
Übungsaufgaben: Bei allen Aufgaben muss der Lösungsweg klar ersichtlich sein (d.h. die Formel, mit der gerechnet wurde, gehört auch dazu).  
Resultate müssen unterstrichen sein (Einheiten nicht vergessen!).

### **Alle Arbeitsblätter und Aufgabenblätter**

#### **Weitere Aufgaben**

- Durch die Glühlampe einer Taschenlampe fliesst während 0.079300800 min ein Strom der Stärke 0.0067800 A.
  - Wie viele signifikante Ziffern besitzen die beiden Zahlenwerte? Wie viele Ziffern sollte das Resultat besitzen?
  - Rechnen Sie aus, wie viel Ladung durch die Lampe fliesst und runden Sie das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
  - Rechnen Sie aus, wie viele Elektronen durch die Lampe fliessen und runden Sie das Resultat auf die richtige Anzahl signifikanter Ziffern.
  - Notieren Sie die Resultate mit einer Zehnerpotenz in der üblichen Form.
- Drei elektrisch geladene Kugeln A, B und C hängen je einzeln an einem dünnen Perlonfaden. Überprüfen Sie, ob die folgende Situation möglich ist: A und B stossen sich ab, A und C ziehen sich an, B und C stossen sich ab.  
Wie müssten die Kugeln geladen sein? Begründen Sie Ihre Antwort anhand eines Beispiels.

3. Drei gleich grosse Metallkugeln hängen je einzeln an einem dünnen Perlonfaden. Kugel A ist mit  $-3.0 \text{ mC}$  geladen, Kugel B mit  $5.0 \text{ mC}$ , Kugel C mit  $-1.0 \text{ mC}$ . Kugeln A und B berühren sich kurz, und werden wieder auseinandergenommen. Dann berühren sich Kugeln A und C kurz, und werden wieder auseinandergenommen.
  - a) Wie gross ist die Ladung auf den Kugeln A, B und C?
  - b) In welcher Reihenfolge müssen sich die Kugeln berühren, so dass am Schluss Kugel A mit  $-2.0 \text{ mC}$ , Kugel B mit  $1.5 \text{ mC}$  und Kugel C mit  $1.5 \text{ mC}$  geladen sind?
4. Durch eine Glühlampe fliesst die Stromstärke  $0.430 \text{ mA}$ .
  - a) Wieviel Ladung wird dabei in einer halben Stunde transportiert?
  - b) Wie lange dauert es, bis sich eine Million Elektronen durch die Lampe gequetscht haben?
5. Wasser, das in einer flachen Schale in einem warmen Zimmer steht, verdunstet allmählich. Dabei kühlt es sich auch ab. Warum gefriert es nicht schliesslich?
6. Die Windrichtung kann man bestimmen, indem man einen Finger anfeuchtet und dann hochhält. Wie funktioniert das?
7. Wenn man sich zu stark erhitzt (durch Sonne oder Sport oder Sauna), schwitzt man. Das Schwitzen bewirkt eine Abkühlung des Körpers. Wie «funktioniert» diese Abkühlung?
8.  $2.50 \text{ l}$  Alkohol werden von Zimmertemperatur ( $\vartheta = 19.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ) zum Sieden gebracht und anschliessend vollständig verdampft ( $p = 1'013 \text{ mbar}$ ).  
Wie viel Wärme muss dem Alkohol insgesamt zugeführt werden?
9. Sie haben  $80 \text{ g}$  Wasser, das sich zuerst bei  $-100 \text{ }^\circ\text{C}$  im festen Zustand befindet. Dem «festen Wasser» (= Eis) wird Wärme zugeführt und dabei wird ständig die Temperatur gemessen, bis die Temperatur  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  erreicht.  
Berechnen Sie den Temperaturverlauf in Abhängigkeit von der zugeführten Wärme und zeichnen Sie diesen ins untenstehende Diagramm ein. Die notwendigen Daten entnehmen Sie bitte der Tabelle.



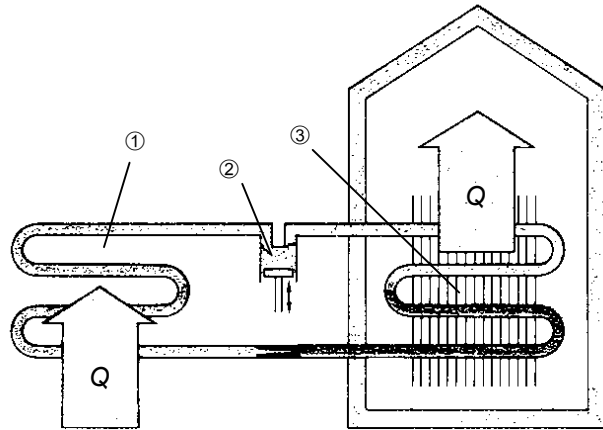
10. Wasserdampf von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  ruft weit schlimmere Verbrennungen hervor als die gleiche Menge Wasser von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Warum?
11.  $2.6 \text{ dL}$  Milch (= Wasser) von  $8.0 \text{ }^\circ\text{C}$  werden mit dem Dampferhitzer einer espressomaschine von  $8.0 \text{ }^\circ\text{C}$  auf  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  erhitzt. Dazu leitet man Wasserdampf von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  in die Milch ein.
  - a) Welche zwei Vorgänge geschehen mit dem Wasserdampf?
  - b) Wie viele g Wasserdampf braucht man dazu?
  - c) Wie gross ist die Endtemperatur, wenn man  $16.5 \text{ g}$  Wasserdampf in die Milch einleitet?
12. In einem geschlossenen Behälter befinden sich  $98.0 \text{ g}$  Wasserdampf. Wie viele Gramm Eis muss man dazugeben, so dass man als Endprodukt des «Gemisches» Wasser von  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  erhält?

13. Wärmepumpen funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie ein Kühlschrank. Die Wärmepumpe kühlt die Umgebung und erwärmt dabei das Haus; sie «pumpt» Wärme von einem kälteren Ort zu einem wärmeren Ort.

a) Vervollständigen Sie: «Der ..... (Verdampfer/Verflüssiger) befindet sich ausserhalb des Hauses und ..... dort Wärme ..... (nimmt auf/gibt ab). Der ..... (Verdampfer/Verflüssiger) befindet sich im Haus und ..... dort Wärme ..... (nimmt auf/gibt ab).

b) Beschreiben Sie anhand der Zeichnung, wie eine Wärmepumpe funktioniert. Ihre Erklärung sollte die folgenden Punkte enthalten:

- ★ Wo nimmt das Kältemittel Wärme auf, wo gibt es sie ab?
- ★ Wo wird das Kältemittel gasförmig, wo wird es flüssig?
- ★ Wie wird es zum Verdampfen, wie zum Kondensieren gebracht?
- ★ Wo ist der Druck hoch, wo niedrig?
- ★ Wo befinden sich Verdampfer, Verflüssiger, Kompressor?



14. Eine Klimaanlage funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie ein Kühlschrank.

a) Vervollständigen Sie: «Um einen Raum zu kühlen, muss Wärme von ..... (innen/aussen) nach ..... (innen/aussen) transportiert werden. Die Wärme wird mit Hilfe eines Kältemittels transportiert, welches im Raum drin Wärme ..... (aufnimmt/abgibt) und draussen ..... (aufnimmt/abgibt). Das Kältemittel wird im Raum drin zum ..... (verdampfen/kondensieren) gebracht und an der Aussenseite zum ..... (verdampfen/kondensieren) gebracht. Dazu wird im Raum drin der Druck auf das Kältemittel ..... (erhöht/erniedrigt) und an der Aussenseite ..... (erhöht/erniedrigt). Die Erhöhung der Drucks erreicht man mit Hilfe eines ..... (Kompressors/Komitees).»

b) Warum blasen Klimaanlagen warme Luft nach draussen?

15. Bei starker Kälte plustern sich Vögel auf. Was ist der Grund dafür?

16. Warum verwendet man Fenster mit Doppelverglasung?

17. Was ist kälter: Der Hammerkopf oder der Hammerstiel?

18. Warum kühlt es in sternklaren Nächten besonders stark ab und weniger stark, wenn der Himmel bedeckt ist?

19. Wenn eine Heizung in Betrieb ist, erwärmt sich das Zimmer nicht nur an der Stelle, an der geheizt wird (Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter). Warum?

### Lösungen:

1. a)  $t: 8; I: 5$   
 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)  $\frac{0.032260 \text{ C}}{1.6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{C}}{\text{El.}}} = 2.016222 \cdot 10^{17} \text{ El.} = \underline{2.0162 \cdot 10^{17} \text{ Elektronen}}$   
 d)  $\underline{3.2260 \cdot 10^{-2} \text{ C}}$  und  $\underline{2.0162 \cdot 10^{17} \text{ Elektronen}}$
2. Nein, wenn z.B.: A +, B +, C -  $\Rightarrow$  B und C ziehen sich an! Falsch!
3. a) 1. Berührung:  $5.0 \text{ mC} - 3.0 \text{ mC} = 2.0 \text{ mC}$ . Das ergibt für jede Kugel je  $1.0 \text{ mC}$   
 2. Berührung:  $1.0 \text{ mC} - 1.0 \text{ mC} = 0$ . Beide Kugeln sind elektrisch neutral:  
A und C neutral, B:  $1.0 \text{ mC}$   
 b) Durch probieren findet man: zuerst A und C, dann B und C
4. a)  $Q = I \cdot t = 0.430 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 1'800 \text{ s} = \underline{0.774 \text{ C}}$   
 b)  $10^6 \text{ El.} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{C}}{\text{El.}} = 1.6 \cdot 10^{-13} \text{ C}$   $t = \frac{Q}{I} = \frac{1.6 \cdot 10^{-13} \text{ C}}{0.430 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = \underline{3.72 \cdot 10^{-10} \text{ s}}$
5. Weil die Temperatur nicht tiefer als die der Umgebung werden kann.
6. An der Stelle, wo der Wind hinbläst, verdunstet das Wasser auf dem Finger schneller als auf der anderen Seite. Die benötigte Wärme wird von dieser Stelle auf dem Finger geliefert. Dadurch kühlt sich der Finger dort, wo der Wind hinbläst, ab; es fühlt sich «kalt» an.
7. Beim Schwitzen tritt Flüssigkeit an die Körperoberfläche, die anschliessend verdunstet. Die Wärme, die es zum Verdunsten braucht, wird vom Körper geliefert. Der Körper gibt Wärme ab und kühlt sich ab.
8. Siedepunkt von Alkohol:  $78.3 \text{ }^\circ\text{C}$

Masse des Alkohol:  $m = \rho_{\text{Alkohol}} \cdot V_{\text{Alkohol}} = 0.789 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2.50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 1.97 \text{ kg}$

$Q_{\text{Erwärmen}} = \Delta U = c \cdot m \cdot \Delta T = 2430 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 1.97 \text{ kg} \cdot 59.3 \text{ K} = 283'875 \text{ J} = 284 \text{ kJ}$

$Q_{\text{Verdampfen}} = L_v \cdot m = 0.840 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 1.97 \text{ kg} = 1'654'800 \text{ J} = 1'655 \text{ kJ}$

$Q_{\text{gesamt}} = Q_{\text{Erwärmen}} + Q_{\text{Verdampfen}} = 284 \text{ kJ} + 1'655 \text{ kJ} = \underline{1'939 \text{ kJ}}$

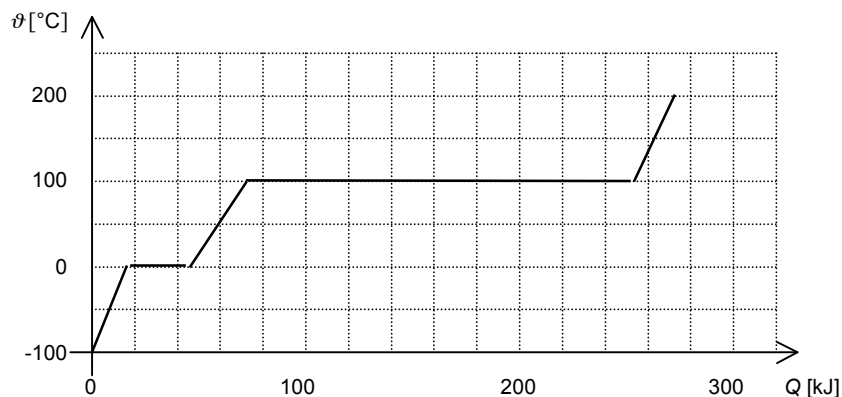
9. Eis erwärmen:  $Q_{\text{Eis}} = c_{\text{Eis}} \cdot m \cdot \Delta T_{\text{Eis}} = 2.09 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.080 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} = 16'720 \text{ J} = \underline{17 \text{ kJ}}$

Eis schmelzen:  $Q_{\text{Schmelzen}} = L_f \cdot m = 3.34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0.080 \text{ kg} = 26'720 \text{ J} = \underline{27 \text{ kJ}}$

Wasser erwärmen:  $Q_{\text{Wasser}} = c_{\text{Wasser}} \cdot m \cdot \Delta T_{\text{Wasser}} = 4.182 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.080 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} = 33'456 \text{ J} = \underline{33 \text{ kJ}}$

Wasser verdampfen:  $Q_{\text{Verdampfen}} = L_v \cdot m = 2.257 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0.080 \text{ kg} = 180'560 \text{ J} = \underline{181 \text{ kJ}}$

Dampf erwärmen:  $Q_{\text{Dampf}} = c_{\text{Dampf}} \cdot m \cdot \Delta T_{\text{Dampf}} = 1.863 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.080 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} = 14'904 \text{ J} = \underline{15 \text{ kJ}}$



10. Wasserdampf von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  enthält viel mehr Energie als Wasser von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Wenn Wasserdampf auf die Haut kommt gibt er beim Kondensieren sehr viel Wärme ab, während die Temperatur bei  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  bleibt. Anschliessend gibt das kondensierte Wasser weiterhin Wärme ab (beim Abkühlen).  
 Wasser von  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  hingegen gibt «nur» während dem Abkühlen Wärme ab.

11. a) ① Kondensieren des Wasserdampfs bei 100 °C  
 ② Abkühlen des kondensierten Wassers (aus dem Wasserdampf) von 100 °C auf 35 °C

$$b) Q_{\text{Milch}} = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Milch}} \cdot \Delta T_{\text{Milch}} = 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.26 \text{ kg} \cdot 27 \text{ K} = 29'358 \text{ J} = 29 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{Milch}} = Q_{\text{Wasserdampf}} = Q_{\text{kondensieren}} + Q_{\text{abkühlen}} = L_v(\text{Wasser}) \cdot m_{\text{Dampf}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot \Delta T_{\text{Dampf}}$$

$$m_{\text{Dampf}} = \frac{Q_{\text{Milch}}}{L_v(\text{Wasser}) + c_{\text{Wasser}} \cdot \Delta T_{\text{Dampf}}} = \frac{29'358 \text{ J}}{2.257 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} + 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 65 \text{ K}} = 0.0116 \text{ kg} = \underline{11.6 \text{ g}}$$

$$c) Q_{\text{Milch}} = Q_{\text{Wasserdampf}} = Q_{\text{kondensieren}} + Q_{\text{abkühlen}}$$

$$c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Milch}} \cdot \Delta T_{\text{Milch}} = L_v(\text{Wasser}) \cdot m_{\text{Dampf}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot \Delta T_{\text{Dampf}}$$

$$c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Milch}} \cdot (\vartheta_{\text{End}} - \vartheta_{\text{Anfang(Milch)}}) = L_v(\text{Wasser}) \cdot m_{\text{Dampf}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot (\vartheta_{\text{Anfang(Dampf)}} - \vartheta_{\text{End}})$$

Auflösen nach  $\vartheta_{\text{End}}$  ergibt

$$\vartheta_{\text{End}} = \frac{L_v(\text{Wasser}) \cdot m_{\text{Dampf}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot \vartheta_{\text{Anfang(Dampf)}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Milch}} \cdot \vartheta_{\text{Anfang(Milch)}}}{c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Milch}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}}}$$

$$= \frac{2.257 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0.0165 \text{ kg} + 4.182 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.0165 \text{ kg} \cdot 100 \text{ °C} + 4.182 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.26 \text{ kg} \cdot 8.0 \text{ °C}}{4.182 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.26 \text{ kg} + 4.182 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.0165 \text{ kg}}$$

$$= \underline{46 \text{ °C}}$$

12. Vorgang Eis: Schmelzen bei 0 °C

Vorgänge Wasserdampf: ① Kondensieren des Wasserdampfs bei 100 °C, ② Abkühlen des kondensierten Wassers (aus dem Wasserdampf) von 100 °C auf 0 °C

Die Wärme, die vom Wasserdampf abgegeben wird (2 Vorgänge: Kondensieren und Abkühlen) wird vom Eis aufgenommen (1 Vorgang: Schmelzen)

$$Q_{\text{Schmelzen}} = Q_{\text{kondensieren}} + Q_{\text{abkühlen}}$$

$$L_f \cdot m_{\text{Eis}} = L_v \cdot m_{\text{Dampf}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot \Delta T_{\text{Dampf}}$$

Auflösen nach  $m_{\text{Dampf}}$  ergibt

$$m_{\text{Eis}} = \frac{L_v \cdot m_{\text{Dampf}} + c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Dampf}} \cdot \Delta T_{\text{Dampf}}}{L_f}$$

$$= \frac{2.257 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0.0980 \text{ kg} + 4'182 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.0980 \text{ kg} \cdot 100 \text{ K}}{3.34 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = 0.785 \text{ kg} = \underline{785 \text{ g}}$$

13. a) «Der **Verdampfer** befindet sich ausserhalb des Hauses und **nimmt** dort Wärme **auf**. Der **Verflüssiger** befindet sich im Haus und **gibt** dort Wärme **ab**.»

- b) Das Kältemittel nimmt bei ① Wärme auf und gibt sie bei ③ ab.

Das Kältemittel wird bei ① gasförmig und bei ③ flüssig.

Es wird zum Verdampfen gebracht, indem der Druck erniedrigt wird, und zum Kondensieren gebracht, indem der Druck erhöht wird.

Bei ③ ist der Druck hoch und bei ① ist der niedrig.

Verdampfer: ①, Verflüssiger: ③, Kompressor: ②

14. a) «Um einen Raum zu kühlen, muss Wärme von **innen** nach **ausen** transportiert werden.

Die Wärme wird mit Hilfe eines Kältemittels transportiert, welches im Raum drin Wärme **aufnimmt** und draussen **abgibt**. Das Kältemittel wird im Raum drin zum **verdampfen** gebracht und an der Aussenseite zum **kondensieren** gebracht. Dazu wird im Raum drin der Druck auf das Kältemittel **erniedrigt** und an der Aussenseite **erhöht**. Die Erhöhung der Drucks erreicht man mit Hilfe eines **Kompressors**.»

- b) Weil die Wärme ausserhalb des Raums, der gekühlt wird, abgegeben werden muss.

15. Damit es zwischen den Federn ein Luftpolster gibt. Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter und isoliert daher gut.

16. Zwischen den Fenstern befindet sich Luft, die sehr gut isoliert.

17. Beide gleich warm; der Hammerkopf scheint kälter, da er die Wärme der Hand, die ihn berührt, schneller weggleitet.

18. In der Nacht wird Wärme abgestrahlt, ohne dass gleichzeitig die Sonne Energie in Form von Strahlung «nachliefert». Wenn der Himmel bedeckt ist, wird diese Wärmestrahlung zum Teil an den Wolken reflektiert und wieder auf die Erde zurückgeworfen. Das ist in sternenklaren Nächten nicht der Fall.

19. Weil die Luft im Zimmer zirkuliert (Konvektion). Die warme Luft über dem Heizkörper steigt auf, sinkt hinten im Zimmer wieder nach unten, kühlt sich dabei ab, etc.