

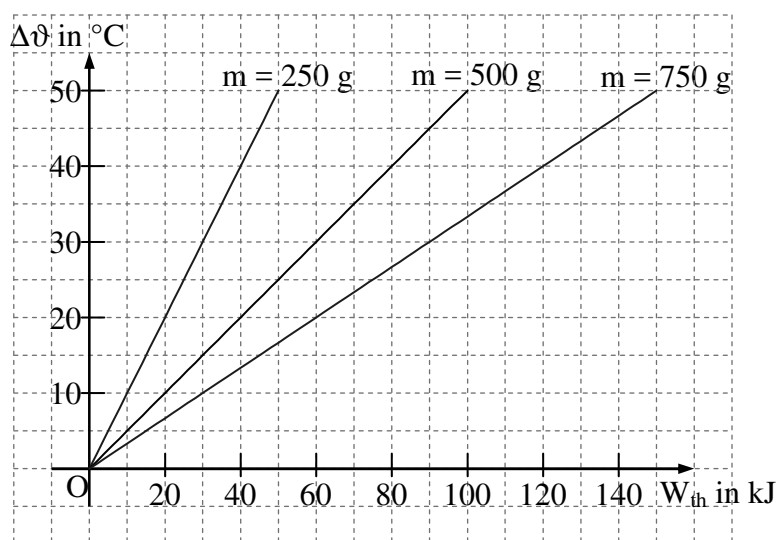
## Anwendungsaufgaben - Erwärmungsgesetz

- 1 Ein Wohnhaus mit einer Sonnenkollektoranlage kann die im Sommer gewonnene Wärmeenergie in einem gut isolierten Wassertank für die Nutzung im Winter speichern. Wie viel Energie nimmt das Wasser im Tank (30000 l) auf, wenn es im Sommer von 20 °C auf 90 °C erwärmt wird?
- 2 Wie viel Liter Wasser könnte man mit dem Energiegehalt einer Tafel Schokolade ( $2,3 \cdot 10^3$  kJ) von 18 °C auf 100 °C erwärmen?
- 3.0 Auf einer Kochplatte mit einer Leistung von 1,5 kW wurden 0,90 kg Olivenöl erwärmt. Dabei ergaben sich folgende Messwerte:

t in s	0	20	40	60	80	100
$\vartheta$ in °C	20,0	33,8	48,7	63,9	78,1	91,1

- 3.1 Berechne jeweils die von der Kochplatte abgegebene thermische Energie  $W_{th}$  und stelle in einer neuen Tabelle die Abhängigkeit der Temperaturänderung von der thermischen Energie dar.
- 3.2 Stelle die Abhängigkeit der Temperaturänderung von der thermischen Energie in einem Diagramm grafisch dar (x-Achse:  $W_{th}$ ; y-Achse:  $\Delta\vartheta$ ). Formuliere das Ergebnis des Versuchs.
- 3.3 Berechne anhand eines Messwertpaares die spezifische Wärmekapazität von Olivenöl.

- 4.0 In einem Versuch wurde die Erwärmung von Milch untersucht. Die Ergebnisse sind im nebenstehenden Diagramm dargestellt.



- 4.1 Welcher Zusammenhang wurde untersucht?
- 4.2 Begründe anhand der Messwerte, dass  $W_{th} \sim m$  gilt.
- 4.3 Berechne anhand eines Messwertpaares die spezifische Wärmekapazität von Milch.

- 5.1 Vergleiche die spezifischen Wärmekapazitäten verschiedener Flüssigkeiten. Warum ist Wasser als Kühlmittel (z. B. für Fahrzeugmotoren) besonders gut geeignet?
- 5.2 Zur Kühlung von Fahrzeugmotoren wird meist eine Wasser-Glykol-Mischung verwendet.

Kühlflüssigkeit	Erstarrungstemperatur in °C	spezifische Wärmekapazität in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$
Wasser	0	4,2
Gefrierschutzmittel (Glykol)	$\approx -10$	2,4
40% Gefrierschutzmittel in Mischung mit Wasser	-30	3,5

Welchen Einfluss hat das Gefrierschutzmittel auf die spezifische Wärmekapazität der Kühlflüssigkeit, wenn es mit Wasser gemischt wird?

- 5.3 Warum sollte man im Winter kein reines Gefrierschutzmittel als Kühlmittel zu verwenden?

6.0 In der nebenstehenden Tabelle sind die spezifische Wärmekapazität und die Dichte von Wasser und Erdreich angegeben. Bei den Werten für Erdreich handelt es sich um Mittelwerte.

Stoff	$c$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$	$\rho$ in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Erdreich	1,0	$2,0 \cdot 10^3$
Wasser	4,2	$1,0 \cdot 10^3$

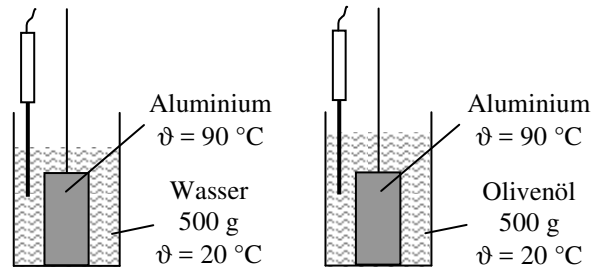
6.1 Gib jeweils an, welche Masse  $1,0 \text{ m}^3$  Wasser und  $1,0 \text{ m}^3$  Erdreich haben.

6.2 Berechne, um wie viel Grad Celsius sich  $1,0 \text{ m}^3$  Erdreich und  $1,0 \text{ m}^3$  Wasser erwärmen, wenn man jeweils eine Energie von  $1,0 \text{ MJ}$  zuführt.

6.3 Erwärmt sich im Sommer ein See oder das umliegende Festland schneller?

6.4 Welche Auswirkungen hat die unterschiedliche spezifische Wärmekapazität von Wasser und Erdreich auf das Klima am Meer?

7 Zwei Aluminiumkörper werden in einem Wasserbad auf ca.  $90^\circ\text{C}$  erwärmt. Einer der beiden Aluminiumkörper wird anschließend in ein Glas mit kaltem Wasser und der andere Aluminiumkörper in ein Glas mit kaltem Olivenöl gestellt (siehe nebenstehende Skizze). Was kann man nach einiger Zeit beobachten?



a) Das Wasser hat eine höhere Endtemperatur als das Olivenöl.

b) Wasser und Olivenöl haben die gleiche Endtemperatur.

c) Olivenöl hat eine höhere Endtemperatur als Wasser.

Begründe.

8 Die Heizleistung eines Menschen beträgt etwa  $80 \text{ W}$ . Um wie viel  $^\circ\text{C}$  würde sich die Luft in einem Klassenzimmer ( $l = 7,5 \text{ m}$ ;  $b = 6,5 \text{ m}$ ;  $h = 3,2 \text{ m}$ ) mit 25 Personen in  $40 \text{ min}$  erwärmen, wenn kein Energieaustausch mit der Umgebung stattfindet?

(Tabellenwerte für Luft:  $\rho = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ;  $c_{\text{Luft}} = 1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ )

9.0 Eine Heizplatte benötigt  $136 \text{ s}$ , um  $0,50 \text{ kg}$  Wasser von  $16^\circ\text{C}$  auf  $53^\circ\text{C}$  zu erwärmen.

9.1 Wie viel thermische Energie hat das Wasser dabei aufgenommen?

9.2 Berechne die von der Heizplatte abgegebene Leistung. Energieverluste sollen dabei vernachlässigt werden.

9.3 Die Heizplatte hat eine Leistungsaufnahme von  $750 \text{ W}$ . Berechne den Wirkungsgrad der Heizplatte.

10 Beschreibe, wie man den Wirkungsgrad eines Wasserkochers experimentell bestimmen kann. (Skizze des Versuchsaufbaus; zu messende Größen; Berechnung des Wirkungsgrades)

11.0 Ein Solarkocher mit einem Parabolspiegel (siehe Foto) erwärmt  $1,5 \text{ l}$  Wasser in  $18 \text{ min}$  von  $21^\circ\text{C}$  auf  $98^\circ\text{C}$ .

11.1 Berechne die vom Wasser aufgenommene thermische Energie.

11.2 Berechne die Leistung des Solarkochers.

11.3 Der Parabolspiegel des Solarkochers nimmt bei klarem Himmel durch die Sonnenstrahlung eine Leistung von  $950 \text{ W}$  auf.

Berechne den Wirkungsgrad der Energieumwandlung.



12 Ein Wasserkocher hat eine Leistung von  $1500 \text{ W}$  und einen Wirkungsgrad von  $90\%$ . Wie lange dauert es, bis man mit ihm  $0,75 \text{ l}$  Wasser von  $18^\circ\text{C}$  auf  $98^\circ\text{C}$  erwärmt hat?

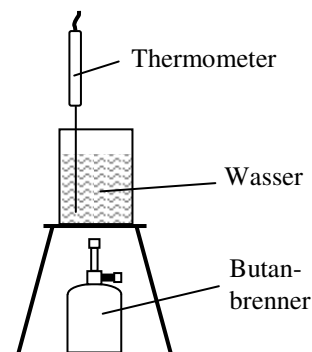
13 In einem Müllheizkraftwerk werden pro Stunde  $12 \text{ t}$  Restmüll verbrannt. Dabei wird eine thermische Energie von  $13 \cdot 10^4 \text{ MJ}$  freigesetzt. Berechne den Heizwert des Restmülls.

- 14 In einem Versuch entsprechend nebenstehender Skizze wurde der Wirkungsgrad eines Butanbrenners bestimmt. Dabei ergaben sich folgende Messwerte:

Masse des Wassers: 500 g  
 Anfangstemperatur des Wassers: 19 °C  
 Endtemperatur des Wassers: 79 °C  
 Massendifferenz des Butangases: 6,5 g

Berechne den Wirkungsgrad der Energieübertragung.

(Tabellenwert für Butan: spezifischer Heizwert  $H = 46 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ )



- 15 Trockenes Holz hat einen Heizwert von  $15 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ . Wie viel Liter Wasser (Anfangstemperatur 15 °C) kann man durch die Verbrennung von 3,0 kg Holz zum Sieden bringen, wenn der Wirkungsgrad der Wärmeübertragung 20 % beträgt?

16.0 Ein Stahltank ( $m = 180 \text{ kg}$ ) zur Warmwasserversorgung einer Berghütte enthält 1400 l Wasser. Durch die Sonneneinstrahlung erwärmen sich Tank und Wasser von 15 °C auf 38 °C.

16.1 Berechne die durch die Sonneneinstrahlung vom Wasser aufgenommene Energie. Die Erwärmung des Tanks kann dabei vernachlässigt werden.

16.2 Wie viel Liter Heizöl hätte man zum Erwärmen des Wassers benötigt?

(Tabellenwert für Heizöl: spezifischer Heizwert  $H = 40 \frac{\text{MJ}}{\text{l}}$ )

17.0 Ein Einfamilienhaus besitzt eine Sonnenkollektoranlage zur Warmwasseraufbereitung. Der Absorber hat eine Fläche von  $8,0 \text{ m}^2$  und der Wassertank ein Fassungsvermögen von 300 l.

17.1 Wie viel Energie ist notwendig, um das Wasser im Tank von 17 °C auf 60 °C zu erwärmen?

17.2 Wie viel Liter Heizöl können dadurch täglich eingespart werden?

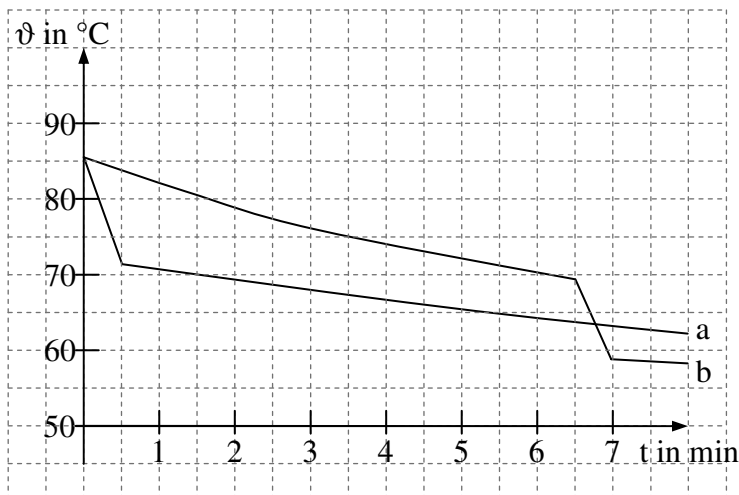
(Tabellenwerte für Heizöl: spezifischer Heizwert  $H = 42 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ ; Dichte  $\rho = 0,95 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ )

17.3 Die Strahlungsleistung der Sonne beträgt an einem klaren Sommertag durchschnittlich  $900 \text{ W pro m}^2$ . Wie lange dauert es, bis sich das Wasser von 17 °C auf 60 °C erwärmt, wenn die Anlage einen Wirkungsgrad von 38 % hat?

18 Mit einer Sonnenkollektoranlage auf dem Dach eines Einfamilienhauses sollen im Sommer täglich 250 l Wasser von 20 °C auf 60 °C erwärmt werden. Die Strahlungsenergie der Sonne beträgt an einem Sommertag durchschnittlich  $28 \text{ MJ pro m}^2$ . Berechne die dafür notwendige Kollektorfläche, wenn der Wirkungsgrad der Anlage 35 % beträgt.

19.0 Um herauszufinden, ob sich heißer Kaffee in einer Tasse schneller abkühlt, wenn man die kalte Milch sofort in den Kaffee schüttet oder erst kurz vor dem Trinken, wurde das nebenstehende Diagramm aufgenommen.

19.1 Welcher Graf gehört zu der Tasse, in die die Milch erst kurz vorm Trinken geschüttet wurde? Entnimm dem Diagramm, wann die Milch in diese Tasse geschüttet wurde und um wie viel Grad die Temperatur dadurch gesunken ist.



19.2 Wie groß war der Temperaturunterschied in den beiden Tassen am Ende der Messung?

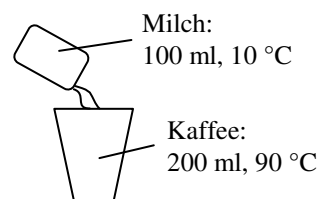
20.0 Die Sonnenkollektoren einer Solaranlage zur Warmwasseraufbereitung haben eine Fläche von  $6,0 \text{ m}^2$ . An einem bewölkten Sommertag beträgt die Strahlungsleistung der Sonne durchschnittlich  $400 \text{ W pro m}^2$ . Die Solaranlage hat einen Wirkungsgrad von  $35 \%$ .

20.1 Wie viel Energie gibt die Kollektoranlage in  $5,0 \text{ h}$  an das Wasser im Warmwasserspeicher ab? Gib das Ergebnis auch in der Einheit  $\text{kJ}$  an.

20.2 Um wie viel Grad erwärmt sich das Wasser im Warmwasserspeicher ( $280 \text{ l}$ ) in dieser Zeit?

21 Bei der Zubereitung eines Milchkaffees werden  $200 \text{ ml}$  heißer Kaffee ( $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ) und  $100 \text{ ml}$  kalte Milch ( $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) gemischt. Welche Temperatur hat der Milchkaffee?

(Tabellenwert:  $c_{\text{Milch}} = 3,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ )

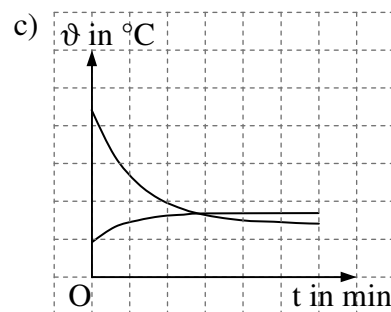
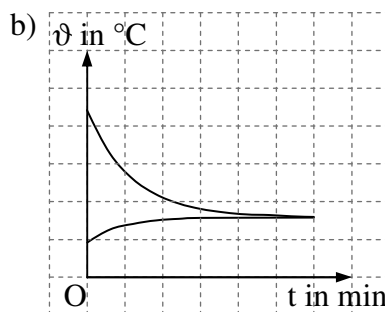
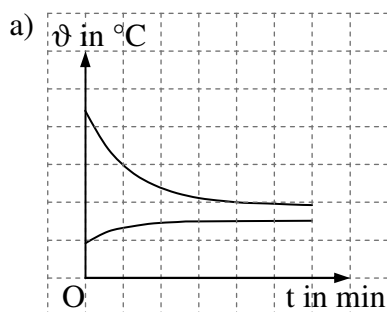
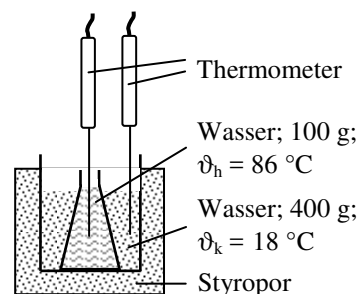


22 Für die Zubereitung von Grünem Tee wird empfohlen, den Tee mit ca.  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  heißem Wasser zu übergießen. Um Energie und Zeit zu sparen, werden  $0,60 \text{ l}$  kochendes Wasser ( $\vartheta = 98 \text{ }^\circ\text{C}$ ) mit  $0,15 \text{ l}$  kaltem Wasser ( $\vartheta = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ ) gemischt. Berechne, ob die Wassermischung ungefähr die gewünschte Temperatur erreicht.

23 In der Beschreibung einer Kaffeemaschine ist angegeben, dass man die Tassen vorwärmen sollte. Berechne, auf welche Temperatur sich der heiße Kaffee ( $m_K = 250 \text{ g}$ ;  $\vartheta_K = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ) aus der Maschine abkühlt, wenn er direkt in eine nicht vorgewärmte Tasse ( $m_T = 190 \text{ g}$ ;  $\vartheta_T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) fließt.

(Tabellenwert:  $c_{\text{Porzellan}} = 0,73 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ )

24 In einem Versuch entsprechend nebenstehender Skizze wurde ein kleines Glas mit heißem Wasser in ein größeres Glas mit kaltem Wasser gestellt. Anschließend wurde in beiden Gläsern die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit gemessen und das Ergebnis in einem Diagramm dargestellt. Entscheide jeweils, ob der Temperaturausgleich richtig dargestellt ist. Begründe deine Antwort.



25 Zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Eisen wird ein Eisenkörper ( $m = 650 \text{ g}$ ) in heißem Wasser auf  $90 \text{ }^\circ\text{C}$  erwärmt. Dann wird der Eisenkörper in ein Gefäß mit kaltem Wasser ( $m = 200 \text{ g}$ ,  $\vartheta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) gelegt. Nach einiger Zeit stellt sich eine Mischungstemperatur von  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  ein. Berechne anhand der Messwerte die spezifische Wärmekapazität von Eisen.

26.0 Wenn man in eine Porzellantasse mit einer Masse von  $240 \text{ g}$  und einer Temperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$   $250 \text{ g}$  heißes Wasser mit einer Temperatur von  $97 \text{ }^\circ\text{C}$  hineingießt, ergibt sich eine Endtemperatur von  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ .

26.1 Berechne die Wärmekapazität von Porzellan.

26.2 Erkläre die Abweichung vom Tabellenwert ( $c_{\text{Porzellan}} = 0,73 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$ ).