

## Lernziele Probe Wärme

Die Schülerinnen und Schüler kennen

- Die Begriffe innere Energie, thermische Bewegung, chemische Energie, Wärme, Arbeit, Temperatur, Wärmekapazität, Heizwert, Brennwert, Kalorimeter und Phasendiagramme und können Aufgaben dazu lösen.
- Die drei verschiedenen Wärmetransportmechanismen und können jeweils deren Bezug zur Materie beschreiben und für jede Art des Wärmetransports Beispiele aus dem Alltag, der Natur oder der Technik aufzählen.

Die Schülerinnen und Schüler können

- Aufgaben zur Stoffmenge und dem Atomgewicht lösen.
- Aufgaben zu Wärme, Wärmekapazität und Mischtemperaturen lösen.
- Den Unterschied zwischen dem U-Wert und der Wärmeleitfähigkeit erklären und Aufgaben zu dem Thema lösen.
- Experimente anhand von Bildern erkennen, das Vorgehen beschreiben und das Resultat interpretieren: (Reibungswärme (S.4-5), spez. Wärmekapazität Wasser (S.6-7), Wärmeleitung, Konvektion und Kalorimeter)
- Berechnungen zur Aggregatzustandsänderungen durchführen. (Phasenübergänge und Mischtemperaturen)

## Gemischte Aufgaben:

- 1) **Arbeit zu Wärme:** Ein 1 m langes Rohr enthält eine kleine Menge Bleischrott. Das Rohr wird 25-mal gekippt. Das Blei fällt jeweils dem Rohr entlang nach unten und trifft auf dem Rohrboden auf, wobei die kinetische Energie in innere Energie umgewandelt wird, was zu einer messbaren Temperaturerhöhung führt.
  - a) Berechnen Sie, welche Temperaturerhöhung maximal zu erwarten ist? (Sie dürfen annehmen, dass die ganze Wärmeenergie in den Bleischrott geht)
  - b) Welche Temperaturerhöhung erwarten Sie, wenn das Bleischrott mit Eisenkugeln ausgewechselt wird?
  
- 2) **Badewasser:**
  - a) Wie viel Wasser (Masse  $m_1$ ) der Temperatur  $\vartheta_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  muss man mit Wasser der Temperatur  $\vartheta_2 = 14 \text{ }^\circ\text{C}$  mischen, um eine Badewanne mit 200 l Badewasser mit einer angenehmen Temperatur von  $\vartheta_2 = 38 \text{ }^\circ\text{C}$  zu erhalten?
  - b) Um eine kleinere Badewanne mit 150 l Badewasser mit der Temperatur von  $\vartheta_2 = 37 \text{ }^\circ\text{C}$  zu füllen, mischen wir Wasser mit der Temperatur von  $\vartheta_1 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$  mit Leitungswasser der Temperatur  $\vartheta_2 = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ . Wie viel Leitungswasser benötigen wir hier?
  
- 3) **Warmwasserleitung:** Im Keller entdecken Sie, dass ein 70 cm langes Eisenrohr der Warmwasserleitung nicht isoliert ist. Das Rohr hat einen mittleren Durchmesser 50 mm und 4.0 mm Wanddicke. Das Wasser im Inneren des Rohrs hat eine Temperatur von 65 °C. Sie messen an der Aussenwand der Leitung eine Temperatur von 61 °C.
  - a) Berechnen Sie die Wärmeleistung, welche durch die Rohrwand an die Umgebung abgegeben wird.
  - b) Sie ummanteln das Eisenrohr mit 10 mm Isolierstoff (Polystyrolschaum) und messen an der Aussenfläche neu 45 °C. Wie gross ist die Wärmeleistung in diesem Fall? (Für diese Abschätzung darf das Eisenrohr vernachlässigt werden.)

Lösungen: 1a) 2°C, 2a) 104 kg, 3a) 8.8kW



$$\begin{aligned} \Delta E_{pot} &= mgh \\ \omega &= \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \\ s(t) &= \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0 \\ W &= F_s \cdot s \end{aligned}$$

**Physik**

## Abgabeblatt: Gemischte Aufgaben

Name:

Aufgabe 1a:



Aufgabe 2a:

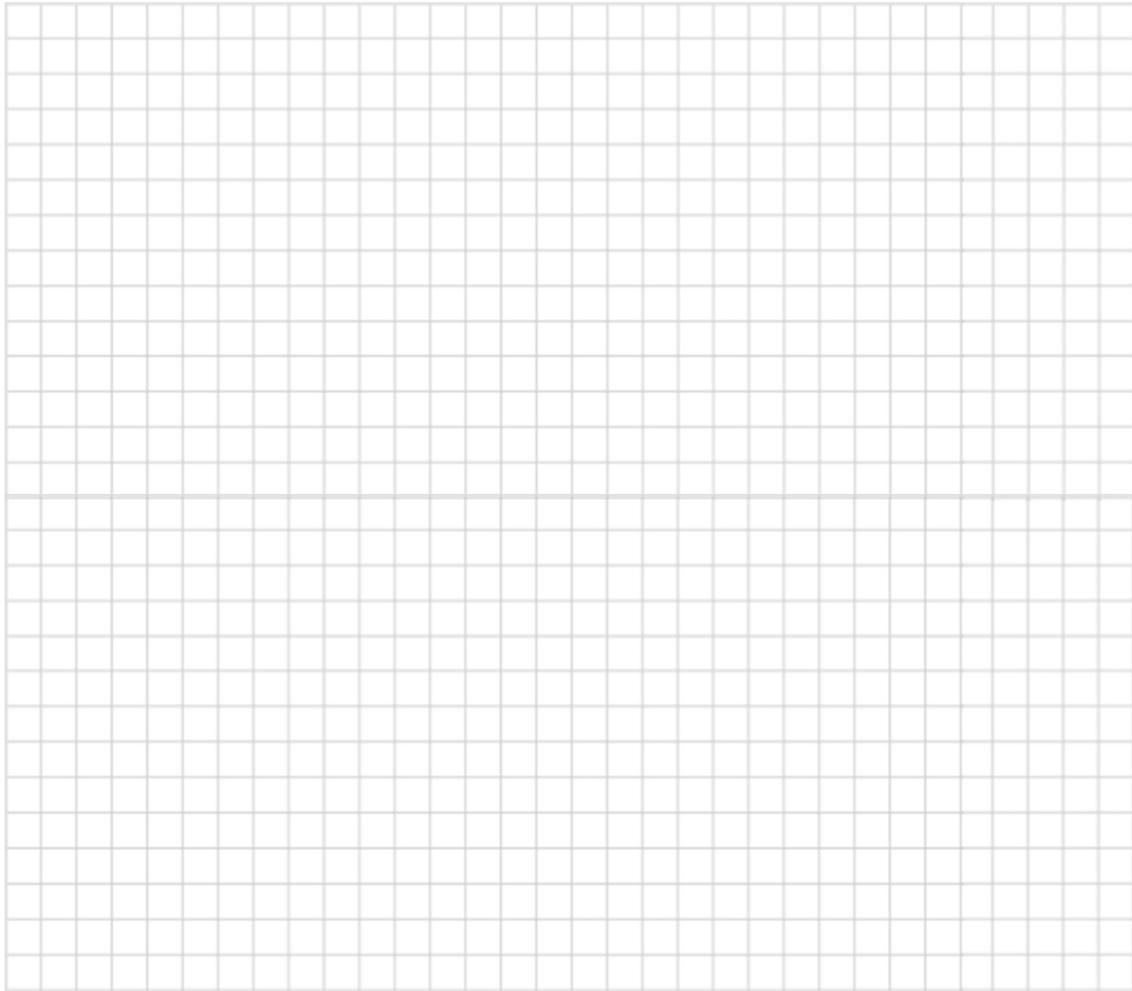




Aufgabe 3a:

$$\begin{aligned} \Delta E_{pot} &= mgh \\ \omega &= \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \\ s(t) &= \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0 \\ W &= F_s \cdot s \end{aligned}$$

**Physik**



## Aufgaben: Aggregatzustandsänderungen (Teil 3)

1) Bilden Sie Zweiergruppen. Jeder von Ihnen löst eine Aufgabe:

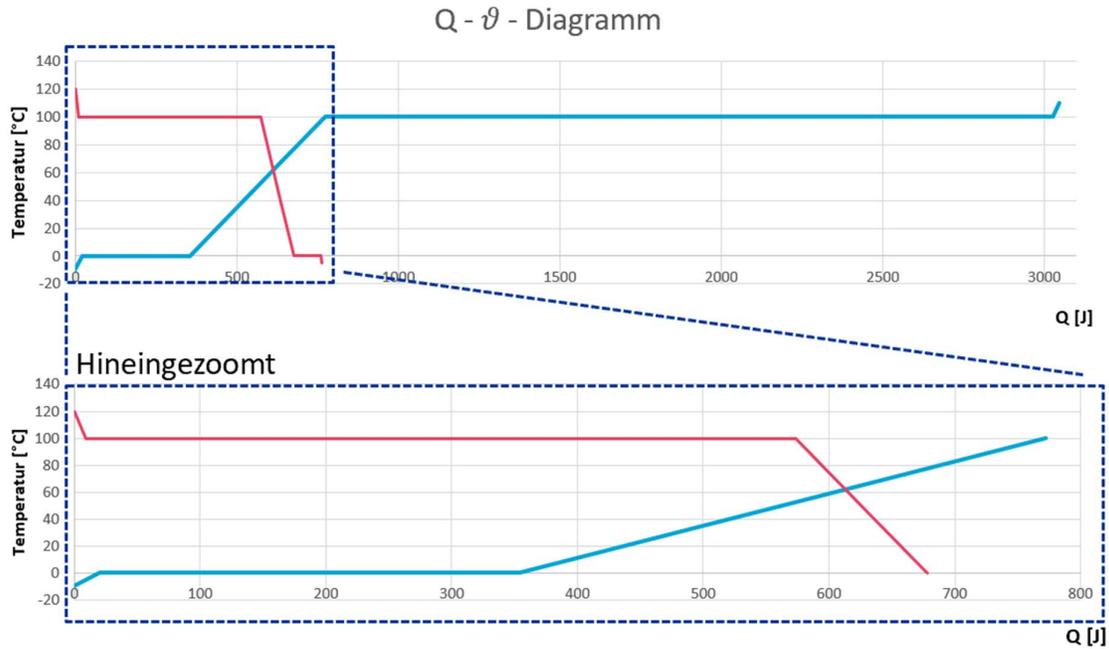
a) Sie starten mit einem Eisblock von  $-10^\circ\text{C}$  und einer Masse von  $1.0\text{ kg}$ . Berechnen Sie, wie viel Wärmenergie für jeden Schritt benötigt wird und jeweils die verwendete Wärmeenergie total.

Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]		Zustand		Berechnung	Benötigte Energie Q [kJ]	$Q_{\text{total}}$ [kJ]
$\vartheta_{\text{vor}}$	$\vartheta$	vorher				
$-10^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C}$	fest	fest	Eis: $Q = c_{\text{Eis}} \cdot m \cdot (\vartheta - \vartheta_{\text{vorher}}) = 2060 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 1.0\text{kg} \cdot (0^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) = 20600\text{ J}$	$Q_{\text{Eis}} = 20.6\text{ kJ}$	$20.6\text{ kJ}$
$0^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C}$	fest	flüssig	Schmelzen: $Q = L_f \cdot m = 3.338 \cdot 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 1.0\text{ kg} = 333800\text{ J}$	$Q_{\text{schmelz}} = 334\text{ kJ}$	$Q_{\text{Eis}} + Q_{\text{schmelz}} = 355\text{ kJ}$
$0^\circ\text{C}$	$70^\circ\text{C}$	flüssig	flüssig		$Q_{\text{auf}_1} =$	
$20^\circ\text{C}$	$100^\circ\text{C}$	flüssig	flüssig		$Q_{\text{auf}_2} =$	
$100^\circ\text{C}$	$100^\circ\text{C}$	flüssig	gasförmig		$Q_{\text{verdampf}} =$	
$100^\circ\text{C}$	$110^\circ\text{C}$	gasförmig	gasförmig		$Q_{\text{dampf}} =$	

b) Sie starten mit  $0.25\text{ kg}$  Wasserdampf von  $120^\circ\text{C}$ . Berechnen Sie, wie viel Energie Sie dem System pro Schritt entziehen müssen und die gesamte entzogene Energie.

Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]		Zustand		Berechnung	Entzogene Energie Q [kJ]	$Q_{\text{total}}$ [kJ]
$\vartheta_{\text{vor}}$	$\vartheta$	vorher				
$120^\circ\text{C}$	$100^\circ\text{C}$	gasförmig	gasförmig	Dampf: $Q = c_{\text{Dampf}} \cdot m \cdot (\vartheta - \vartheta_{\text{vorher}}) = 1863 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \cdot 0.25\text{kg} \cdot (100^\circ\text{C} - 120^\circ\text{C}) = -9315\text{ J}$	$Q_{\text{dampf}} = -9.32\text{ kJ}$	$-9.32\text{ kJ}$
$100^\circ\text{C}$	$100^\circ\text{C}$	Gasförmig	flüssig	Kondensation: (Q negativ) $Q = -L_v \cdot m = -22.56 \cdot 10^5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0.25\text{ kg} = -564000\text{ J}$	$Q_{\text{kondens}} = -564\text{ kJ}$	$Q_{\text{dampf}} + Q_{\text{kondens}} = -573\text{ kJ}$
$100^\circ\text{C}$	$40^\circ\text{C}$	flüssig	flüssig		$Q_{\text{ab}_1} =$	
$40^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C}$	flüssig	flüssig		$Q_{\text{ab}_2} =$	
$0^\circ\text{C}$	$0^\circ\text{C}$	flüssig	fest		$Q_{\text{erstarren}} =$	
$0^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C}$	fest	fest		$Q_{\text{Eis}} =$	

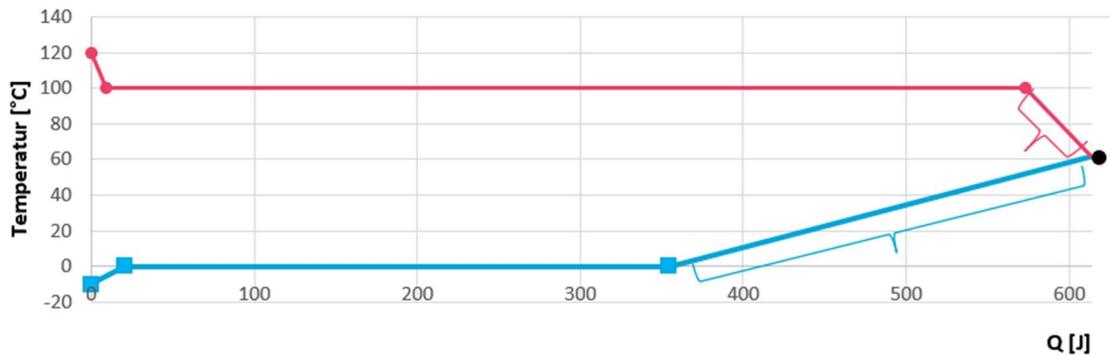
c) Zeichnen Sie die einzelnen Punkte ins Q- $\vartheta$ -Diagramm ein.



d) Wo haben die beiden Materialien dieselbe Temperatur?

e) Was passiert, wenn wir Dampf und Eis mischen?

→ Solange die Temperatur unterschiedlich ist, gibt das wärmere Material Wärme ab, und das kältere Material nimmt die ganze Wärme auf.



Auf diesem Diagramm sehen wir:

---



---

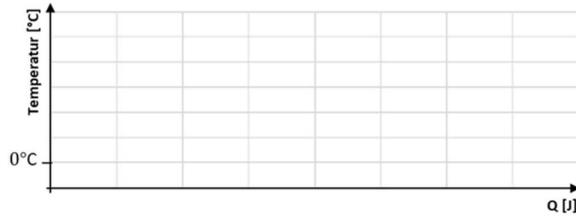
### Aufgabe 2

Erstellen Sie für a und b ein Q- $\vartheta$ -Diagramm und bestimmen Sie  $Q_{auf}$  und  $Q_{ab}$

a) In 3 l Wasser (100 °C) werden 50 g Eis (0 °C) gegeben.

$Q_{auf} =$

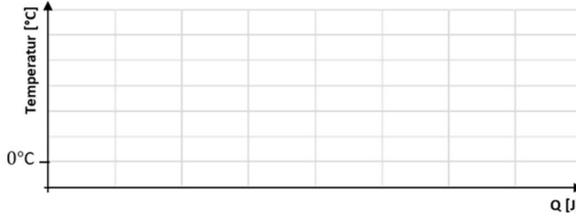
$Q_{ab} =$



b) 10 g Wasserdampf (120 °C) werden in 200 g Wasser (20°C) geblasen.

$Q_{auf} =$

$Q_{ab} =$



### Aufgabe 3:

In einer wärmeisolierenden Thermosflasche befindet sich  $m_W = 1\text{ kg}$  Wasser der Temperatur  $\vartheta_W = 20^\circ\text{C}$ . Berechnen Sie die Mischtemperatur (Gleichgewichtstemperatur), die sich einstellen sollte, wenn Sie  $m_E = 0.2\text{ kg}$  Eis der Temperatur  $\vartheta_E = -15^\circ\text{C}$  begeben und so lange warten, bis das Eis vollständig geschmolzen ist. Die Wärmekapazität der Thermosflasche wird vernachlässigt. (Tipp: Starten Sie mit:  $Q_{auf} + Q_{ab} = 0$ , das heisst mit:

$$Q_{Eis\ von\ -15\ bis\ 0} + Q_{Schmelzwärme} + Q_{Wasser\ von\ 0\ bis\ Mis} + Q_{Wasser\ von\ 20\ bis\ Misch} = 0$$

### Aufgabe 4:

Zur Herstellung einer heissen Ovo wird eine Tasse ( $4^\circ\text{C}$ ) mit  $0.2\text{ kg}$  kalter Milch ( $4^\circ\text{C}$ ) erwärmt, indem Wasserdampf der Temperatur  $98^\circ\text{C}$  (Siedepunkt) eingeleitet wird. Die Masse der Tasse beträgt  $200\text{ g}$ . (Milch: spezifische Wärmekapazität  $c_M = 3850 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ , Tasse: spezifische Wärmekapazität  $c_T = 730 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ ) Auf welche Temperatur werden Tasse und Milch gebracht, wenn  $30.6\text{ g}$  Dampf eingeleitet wird?

### Aufgabe 5:

Bestimmen Sie die Temperatur, die sich ergibt, wenn man 2 Eiswürfel (ein einzelner Eiswürfel hat eine Masse von  $15\text{ g}$  und eine Temperatur von  $0^\circ\text{C}$ ) in eine  $8^\circ\text{C}$  kalte,  $400\text{ ml}$  grosse Cola gibt. (Verwenden Sie für Cola die benötigten Tabellenwerte von Wasser)

Lösungen: 3)  $2.1^\circ\text{C}$ , 4)  $80^\circ\text{C}$ , 5)  $1.85^\circ\text{C}$