

Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität

(nach dem Mischungsverfahren)

Klasse : _____

Name : _____

Datum : _____

Theorie:

Die spezifische Wärmekapazität ist eine materialabhängige Konstante und gibt an, wie viel Energie (Wärmemenge in kJ) man pro kg Material benötigt um das Material um 1 Kelvin zu erwärmen.

Wasser hat eine spezifische Wärmekapazität von $c_w = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$. Man benötigt also 4,19 kJ um 1 kg Wasser um 1 Kelvin zu erhöhen.

Vermischt man zwei Körper unterschiedlicher Temperatur, so gibt der wärmere Körper die Wärmemenge ΔQ_{ab} an den kälteren Körper ab und der kältere Körper nimmt die Wärmemenge ΔQ_{auf} auf. Als Endtemperatur dieses Vorgangs stellt sich die sogenannte Mischtemperatur ϑ_M ein. Für die Wärmemengen gilt:

$$|\Delta Q_{\text{ab}}| = |\Delta Q_{\text{auf}}|$$

Da $\Delta Q_{\text{ab}} = c_{\text{warm}} \cdot m_{\text{warm}} \cdot \Delta\vartheta_{\text{warm}} = c_{\text{warm}} \cdot m_{\text{warm}} \cdot (\vartheta_M - \vartheta_{\text{warm}}) < 0$ (da $\vartheta_M < \vartheta_{\text{warm}}$)

und $\Delta Q_{\text{auf}} = c_{\text{kalt}} \cdot m_{\text{kalt}} \cdot \Delta\vartheta_{\text{kalt}} = c_{\text{kalt}} \cdot m_{\text{kalt}} \cdot (\vartheta_M - \vartheta_{\text{kalt}}) > 0$ (da $\vartheta_M > \vartheta_{\text{kalt}}$)

schreibt man besser:

$$-\Delta Q_{\text{ab}} = \Delta Q_{\text{auf}}$$

Versuch 1: Mischtemperatur

In ein Kalorimeter (Schale aus Styropor) wird eine bestimmte Menge Wasser mit Zimmertemperatur eingefüllt. Heißes Wasser wird dazugegossen und die Mischtemperatur gemessen.

Aufgabe: Nach dem Energieerhaltungssatz gilt:

$$-\Delta Q_{\text{ab}} = \Delta Q_{\text{auf}}$$

$$-c_w \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta_w = c_w \cdot m_k \cdot \Delta\vartheta_k$$

$$-c_w \cdot m_w \cdot (\vartheta_M - \vartheta_w) = c_w \cdot m_k \cdot (\vartheta_M - \vartheta_k)$$

Lösen Sie obige Formel nach der Mischtemperatur ϑ_M auf.

Versuchsdurchführung:

1. Bestimmen Sie zunächst die Masse m_s des Kalorimeters.
2. Füllen Sie in das Kalorimeter nun ca. 2 cm kaltes Wasser (aus der Leitung).
3. Bestimmen Sie die Masse des Kalorimeters incl. Wasser und berechnen Sie daraus die Masse m_k des kalten Wassers.
4. Messen Sie die Temperatur ϑ_k des kalten Wassers.

5. Am Pult steht warmes Wasser zur Verfügung. Bestimmen Sie die Temperatur ϑ_w des warmen Wassers und füllen Sie eine bestimmte Menge in Ihr Kalorimeter ab.
6. Messen Sie sofort die sich einstellende Mischtemperatur ϑ_M .
7. Bestimmen Sie erneut die Masse des Kalorimeters incl. Wasser und berechnen Sie daraus die Masse m_w des warmen Wassers.

m_s	m_k	ϑ_k	m_w	ϑ_w	ϑ_M

Bestimmen Sie mit Hilfe Ihrer oben hergeleiteten Endformel die rechnerische Mischtemperatur.

Welcher Wert ist kleiner?

Nennen Sie Gründe für die Abweichung.

Wir wollen nun die Temperatureaufnahme durch das Styropor berücksichtigen. Nach dem Energieerhaltungssatz folgt:

$$-\Delta Q_{ab} = \Delta Q_{auf}$$

$$-c_w \cdot m_w \cdot \Delta\vartheta_w = c_w \cdot m_k \cdot \Delta\vartheta_k + c_s \cdot m_s \cdot \Delta\vartheta_s$$

Lösen Sie diese Gleichung nach der Mischtemperatur auf und berechnen Sie deren Wert erneut. Dabei gilt für die spezifische Wärmekapazität von Styropor: $c_s = 1,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

Welche rechnerische Mischtemperatur kommt ihrer gemessenen Mischtemperatur am nächsten?

Versuch 2: Spezifische Wärmekapazität

Wir wollen nun die spezifische Wärmekapazität eines Festkörper bestimmen. Dazu wird erneut eine bestimmte Menge Wasser mit Zimmertemperatur in ein Kalorimeter eingefüllt. Nun wird ein Festkörper (mit höherer Temperatur) in das Kalorimeter gebracht und die Mischtemperatur gemessen.

Aufgabe: Nach dem Energieerhaltungssatz gilt:

$$\begin{aligned}
 -\Delta Q_{ab} &= \Delta Q_{auf} \\
 -c_F \cdot m_F \cdot \Delta\vartheta_F &= c_W \cdot m_W \cdot \Delta\vartheta_W \\
 -c_F \cdot m_F \cdot (\vartheta_M - \vartheta_F) &= c_W \cdot m_W \cdot (\vartheta_M - \vartheta_W)
 \end{aligned}$$

Lösen Sie obige Formel nach der spezifischen Wärmekapazität c_F des Festkörpers auf.

Versuchsdurchführung:

1. Bestimmen Sie zunächst die Masse m_s des Kalorimeters.
2. Füllen Sie in das Kalorimeter nun ca. 2cm kaltes Wasser (aus der Leitung).
3. Bestimmen Sie die Masse des Kalorimeters incl. Wasser und berechnen Sie daraus die Masse m_w des Wassers .
4. Messen Sie die Temperatur ϑ_w des Wassers.
5. Am Pult steht verschieden Festkörper, welche in warmen Wasser erwärmt wurden zur Verfügung. Bestimmen Sie die Temperatur ϑ_F des warmen Wassers und füllen Sie eine bestimmte Menge in Ihr Kalorimeter ab.
6. Die Mischtemperatur ϑ_M wird sich nicht sofort einstellen. Verfolgen Sie den Temperaturverlauf des Wassers. Die Wassertemperatur wird nun zunächst ansteigen und dann durch die allgemeinen Wärmeverluste langsam wieder kleiner werden. Das Temperaturmaximum nehmen wir nun als Mischtemperatur ϑ_M an.
7. Bestimmen Sie erneut die Masse des Kalorimeters incl. Wasser und berechnen Sie daraus die Masse m_F des Festkörpers.

Material des verwendeten Festkörpers:

m_s	m_w	ϑ_w	m_F	ϑ_F	ϑ_M

Bestimmen mit Hilfe Ihrer oben hergeleiteten Endformel die spezifische Wärmekapazität des Festkörpers.

Tabellenwerte:

Alu min ium	$c_{\text{Alu}} = 0,896 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
Messing	$c_{\text{Messing}} = 0,389 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
Eisen Legierung	$c_{\text{Legierung}} = 0,477 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$
Styropor	$c_{\text{Sty}} = 1,20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

Ermitteln Sie nun die relative Abweichung ihres Messwertes vom Tabellenwert.

$$\frac{|\Delta c|}{c} = \frac{|c_{\text{Messung}} - c_{\text{Tabelle}}|}{c_{\text{Tabelle}}} =$$

Berücksichtigen Sie nun auch hier die Wärmeaufnahme durch das Kalorimeter. Erstellen Sie dazu eine Formel in welcher die Wärmeaufnahme durch das Kalorimeter berücksichtigt wird und berechnen Sie die spezifische Wärmekapazität ihrer Festkörpers erneut.

Ermitteln Sie nun wiederum die relative Abweichung ihres korrigierten Messwertes vom Tabellenwert.

$$\frac{|\Delta c|}{c} = \frac{|c_{\text{Messung}} - c_{\text{Tabelle}}|}{c_{\text{Tabelle}}} =$$

Welcher Wert für die spezifische Wärmekapazität des Festkörpers ist der Bessere?