

Spezifische Wärmekapazität von Metallen mit Cobra SMARTsense



Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Kalorimetrie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5fc35fb6a0bcfd00038d2002>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Dieser Versuch behandelt die Wärmekapazitäten von Metallen. Es wird warmes Wasser in das Kalorimeter mit Wasser bei Zimmertemperatur hinzugefügt.

Die Kalorimetrie kann dazu verwendet werden, den Wärmeinhalt eines Metallstückes zu bestimmen.

Aus der Mischungstemperatur, die sich im Kalorimeter einstellt, lässt sich der Wärmeinhalt berechnen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit grundlegenden Begriffen der Thermodynamik, wie der Temperatur und dem Konzept der Energieübertragung, vertraut sein.

Prinzip



In diesem Versuch werden erhitze Metallproben mit Wasser in einem Kalorimeter miteinander vermischt.

Daraufhin wird die Temperaturentwicklung des Systems beobachtet und darüber Aussagen über die Mischungstemperatur und die Wärmekapazität des Kalorimeters getroffen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler lernen die spezifischen Wärmekapazitäten von unterschiedlichen Metallen kennen.

Aufgaben



Erwärmte Metallklötze gleicher Masse aber verschiedener Metallsorte in einem Wasserbad auf die gleiche Temperatur.

Bringe sie dann einzeln in ein wassergefülltes Kalorimeter mit bekannter Ausgangstemperatur und miss die Mischungstemperatur, die erreicht wird.

Errechne daraus die spezifische Wärmekapazität der einzelnen Metallproben.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Metallkörper sollen beim Aufheizen den Boden des Erlenmeyerkolbens nicht berühren, da dieser heißer als das restliche Wasserbad sein könnte.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Achtung!

Beim Erwärmen des Wassers werden der Stativring und das Drahtnetz sehr heiß!
Vorsicht! Das Kabel des Sensors darf das Drahtnetz nicht berühren!



Schülerinformationen

Motivation



Eine Wärmeflasche

Warum sind Wärmeflaschen nicht mit Metall gefüllt sondern mit Wasser?

Abgesehen vom Gewicht und den höheren Kosten gibt es dafür noch einen wichtigeren physikalischen Grund im Zusammenhang mit seiner Wärmekapazität, der hier im Experiment deutlich gemacht wird.

Aufgaben (1/2)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



Android



Windows

Aufgaben (2/2)

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Wie viel Wärme kann in Metallen gespeichert werden?

Erwärme Metallklötze gleicher Masse aber verschiedener Metallsorte in einem Wasserbad auf die gleiche Temperatur. Bringe sie dann einzeln in ein wassergefülltes Kalorimeter mit bekannter Ausgangstemperatur und miss die Mischungstemperatur, die erreicht wird.

Errechne daraus die spezifische Wärmekapazität der einzelnen Metallproben.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Temperatur, - 40 ... 120 °C (Bluetooth)	12903-00	1
2	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Stativring, mit Muffe, $d = 100$ mm	37701-01	1
6	Drahtnetz mit Keramik, 160 x 160 mm	33287-01	1
7	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
8	Metallkörper, Satz von 3 Stück	04406-00	1
9	Deckel für Schülerkalorimeter	04404-01	1
10	Rührstab	04404-10	1
11	Filzplatte, 100 x 100 mm	04404-20	2
12	Erlenmeyerkolben, Boro, Weithals, 250 ml	46152-00	1
13	Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml	36011-01	1
14	Becherglas, Boro, niedrige Form, 250 ml	46054-00	1
15	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
16	Messzylinder, Kunststoff (PP), hohe Form, 100 ml	36629-01	1
17	Angelschnur, auf Röllchen, $d = 0,7$ mm, 20 m	02089-00	1
18	Pipette mit Gummikappe, $l = 100$ mm	64701-00	1
19	Butanbrenner Labogaz 206	32178-00	1
20	Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g	47535-01	1
21	Siedesteinchen, 200 g	36937-20	1
22	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

Aufbau (1/2)

PHYWE



Abbildung 1

1. Baue das Stativ nach Abb. 1 auf.
2. Fülle den Erlenmeyerkolben mit wenigstens 250 ml Wasser und gib zwei Siedesteinchen hinein.
3. Ziehe durch die drei Metallkörper jeweils ein Stück Angelschnur von 40 cm Länge und knoten diese zu einer Schlaufe.
4. Hänge alle Metallkörper an die Universalklemme. Sie sollen den Boden des Erlenmeyerkolbens nicht berühren und einzeln abnehmbar sein.

Aufbau (2/2)

PHYWE

5. Setze aus zwei Bechergläsern (250 ml und 400 ml) und zwei Filzplatten ein wärmeisolierendes Gefäß (Kalorimeter) zusammen.
6. Fülle das Kalorimeter mit 150 ml Wasser, kalt oder von Zimmertemperatur. Genaues Abmessen mit Messzylinder und Pipette aus dem Plastikbecher.
7. Schiebe den Rührstab von unten durch die entsprechende Bohrung im Deckel und setze den Deckel auf das Kalorimeter.

Durchführung (1/4)

PHYWE

1. Bringe das Wasser im Erlenmeyerkolben zum Sieden. Wenn das Wasser siedet, stelle die Flamme so klein, dass das Wasser gerade weitersiedet.
2. Schalte deinen Cobra SMARTsense-Temperature Sensor an. Öffne die "measure" App  und wähle den Temperatur-Sensor aus.
3. Stelle die Abtastrate auf 1 Hz.
4. Stecke den Temperatursensor durch ein Loch im Deckel des Kalorimeters, so dass er in das Wasser eintaucht, aber nicht den Boden berührt.
5. Starte die Messwertaufnahme in der measureApp  , es wird dann jede Sekunde ein Temperaturmesswert aufgenommen.

Durchführung (2/4)

PHYWE

6. Rühre und warte, bis die Temperaturanzeige konstant bleibt, mindestens 100 s.
7. Nimm einen Metallkörper und überführe ihn zügig in das Kalorimeter, das Du gleich wieder verschließt.
8. Rühre das Wasser im Kalorimeter sorgfältig um, damit sich die Wärme gleichmäßig verteilt.
9. Beende die Messung, wenn die Temperatur konstant bleibt oder langsam sinkt. Speichere sie ab 
10. Schütte das Wasser aus dem Kalorimeter weg, trockne den Becher des Kalorimeters, fülle es erneut mit 150 ml Wasser.
11. Wiederhole den Versuch auf die gleiche Weise mit den beiden restlichen Metallkörpern. Speichere auch diese Messungen ab .

Durchführung (3/4)



12. Es gelten nun folgende Aussagen:

- Alle Metallkörper haben die gleiche Masse $m_{Metall} = 60 \text{ g}$.
- Alle Metallkörper haben im kochenden Wasser die gleiche Ausgangstemperatur $\vartheta_{Metall, 1}$.
- Die Masse des Wassers im Kalorimeter beträgt bei jedem Versuch $m_{Metall} = 150 \text{ g}$.
- Die spezifische Wärmekapazität des Wassers beträgt $c_{Wasser} = 4,2 \text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$.
- Nach dem Überführen eines Metallkörpers in das Kalorimeter gleichen sich die Temperaturen des Wassers im Kalorimeter und des Metallkörpers zu der gemeinsamen Temperatur $\vartheta_{Kal, 2}$ an.

Durchführung (4/4)



13. Wähle in der measureApp das „Vermessen“-Werkzeug mit der, um die Anfangstemperatur im Kalorimeter $\vartheta_{Kal, 1}$ und die Mischungstemperatur im Kalorimeter $\vartheta_{Kal, 2}$ bei allen drei Messkurven zu bestimmen. Ergänze die Tabelle im Protokoll in Aufgabe 1.

14. Rechne die Temperaturdifferenzen der Temperatur der Metallprobe $\Delta\vartheta_{Metall} = \vartheta_{Metall, 1} - \vartheta_{Metall, 2}$ und des Wassers im Kalorimeter $\Delta\vartheta_{Wasser} = \vartheta_{Kal, 1} - \vartheta_{Kal, 2}$ vor und nach dem Überführen der Metallprobe ins Kalorimeter aus und ergänze die Tabelle.



Protokoll

Aufgabe 1

Trage deine Messwerte in diese Tabelle ein.

Messing	$\vartheta_{\text{Kal}, 1} / ^\circ\text{C}$ $\vartheta_{\text{Kal}, 2} / ^\circ\text{C}$	$\Delta\vartheta_{\text{Wasser}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>	$\Delta\vartheta_{\text{Messing}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
Eisen	$\vartheta_{\text{Kal}, 1} / ^\circ\text{C}$ $\vartheta_{\text{Kal}, 2} / ^\circ\text{C}$	$\Delta\vartheta_{\text{Wasser}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>	$\Delta\vartheta_{\text{Eisen}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
Aluminium	$\vartheta_{\text{Kal}, 1} / ^\circ\text{C}$ $\vartheta_{\text{Kal}, 2} / ^\circ\text{C}$	$\Delta\vartheta_{\text{Wasser}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>	$\Delta\vartheta_{\text{Aluminium}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>

Aufgabe 2

Berechne die spezifischen Wärmekapazitäten c unter der Verwendung der Formel:

$$c_{\text{Metall}} = c_{\text{Wasser}} \cdot \frac{m_{\text{Wasser}}}{m_{\text{Metall}}} \cdot \frac{\Delta\vartheta_{\text{Wasser}}}{\Delta\vartheta_{\text{Metall}}}$$

Messing	$c_{\text{Messing}} / \text{J}/(\text{°C}\cdot\text{g})$	
Eisen	$c_{\text{Eisen}} / \text{J}/(\text{°C}\cdot\text{g})$	
Aluminium	$c_{\text{Aluminium}} / \text{J}/(\text{°C}\cdot\text{g})$	

Aufgabe 3

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Würde man die berechneten Werte mit vergleichen, so würde eine Differenz vorliegen. Dieser lässt sich auf die Vernachlässigung der des Kalorimeters zurückführen, welche die beeinflusst. Solche , welche unvermeidbar im Versuchsaufbau vorkommen, nennen sich systematische Fehler.

Fehlerquellen

Literaturwerten

Wärmekapazität

Temperaturrentwicklung

Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Welche dieser Metalle hat eine höhrere Wärmekapazität als Blei?

- Eisen
- Kupfer
- Aluminium
- Messing

 Überprüfen

Aufgabe 5

PHYWE

Wenn es man nur die Wärmeleitkapazität in Betracht zieht, dann handelt es sich bei Aluminium um eine bessere Wärmeisolation als Eisen.

- Wahr
- Falsch

 Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 21: Unbenannt: Drag Text	0/4
Folie 22: Metalle	0/4
Folie 23: Kochen	0/1

Gesamtsumme

 0/9

Lösungen



Wiederholen



Text exportieren

14/14