

# Kalorimetrische Temperaturmessung 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/5fc35fc3a0bcfd00038d2005>

PHYWE

# Lehrerinformationen



## Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Dieser Versuch behandelt die Methode der Temperaturbestimmung über die Kalometrie.

Explizit wird die Temperatur eines heißen Metallkörpers durch ein Mischungsexperiment bestimmt.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

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 erhitzte Metallproben mit Wasser in einem Kalorimeter miteinander vermischt.

Daraufhin wird die Temperaturentwicklung des Systems beobachtet und darüber Aussagen über die Anfangstemperatur der Metallprobe getroffen.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler lernen eine Methode der Temperaturbestimmung über Kalorimetrie kennen.

### Aufgaben



Erwärme einen Metallkörper über einer Flamme, bringe ihn dann in ein Kalorimeter mit kaltem Wasser und bestimme die Mischungstemperatur, die erreicht wird. Errechne daraus die Ausgangstemperatur des Metallklotzes.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- Wegen der hohen Temperaturen muss die Aufhängeschleife aus Draht und nicht aus Angelschnur bestehen.
- Der Draht soll mindestens 40 cm lang sein.
- Beim Eintauchen des Metallklotzes ins Wasser zischt es, da er deutlich heißer als 100 °C wird.
- Der Aluminiumklotz könnte in der Brennerflamme Schaden nehmen – diesen bitte nicht verwenden

## Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

### Hinweis zur Auswertung

- Die Temperaturen der beiden Körper sollten etwa gleich sein, wenn sie die gleiche Zeit an der gleichen Stelle in der Brennerflamme hängen.
- Die Temperatur der Metallkörper hängt davon ab, wie hoch sie über der Flamme hängen und wie lange. Wenn der Körper z.B. 5 min dicht über der Flamme hängt, wird eine Temperatur von 700 °C ermittelt.
- Da es sich hier um einen Schülerversuch handelt und das Prinzip der Temperaturmessung gezeigt werden soll, genügt eine Erwärmung des Körpers während 1 min über der Flamme.
- Die Messfehler werden zu hohen Temperaturen hin auch größer.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



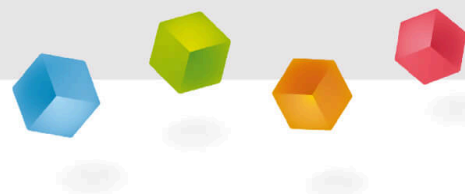
Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

**Achtung!**

1. Der Aufhängerdraht soll 40 cm lang sein, damit das obere Ende nicht zu heiß wird.
2. Der Metallkörper wird sehr heiß! Achte darauf, dass er nicht herunterfallen kann.

PHYWE

## Schülerinformationen



## Motivation

PHYWE



Glühende Kohle

Die Kalorimetrie kann dazu verwendet werden, die Temperatur eines Körpers zu bestimmen, die auf andere Art schwer zu messen wäre, z. B. weil er zu heiß für die verfügbaren Thermometer ist.

Aus der Mischungstemperatur, die sich im Kalorimeter einstellt, lässt sich der Wärmeinhalt des Körpers berechnen. Daraus ergibt sich bei bekannter Wärmekapazität des Körpers die gesuchte Temperatur.

Eine weitere gängige Anwendung des Kalorimeters ist die Bestimmung des Heizwertes verschiedener Stoffe wie Holz, Gas oder Kohle.

## 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 einen Metallkörper über einer Flamme, bringe ihn dann in ein Kalorimeter mit kaltem Wasser und bestimme die Mischungstemperatur, die erreicht wird.

Errechne daraus die Ausgangstemperatur des Metallklotzes.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	<a href="#">Cobra SMARTsense - Temperature, - 40 ... 120 °C (Bluetooth)</a>	12903-00	1
2	<a href="#">PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm</a>	02001-00	1
3	<a href="#">Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm</a>	02037-00	1
4	<a href="#">Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube</a>	37715-01	1
5	<a href="#">Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung</a>	02043-00	1
6	<a href="#">Metallkörper, Satz von 3 Stück</a>	04406-00	1
7	<a href="#">Deckel für Schülerkalorimeter</a>	04404-01	1
8	<a href="#">Rührstab</a>	04404-10	1
9	<a href="#">Filzplatte, 100 x 100 mm</a>	04404-20	2
10	<a href="#">Becherglas, Boro, niedrige Form, 250 ml</a>	46054-00	1
11	<a href="#">Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml</a>	46055-00	1
12	<a href="#">Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml</a>	36011-01	1
13	<a href="#">Pipette mit Gummikappe, l = 100 mm</a>	64701-00	1
14	<a href="#">Messzylinder, Kunststoff (PP), hohe Form, 100 ml</a>	36629-01	1
15	<a href="#">Eisendraht, d = 0,5 mm, l = 50 m</a>	06105-00	1
16	<a href="#">Butanbrenner Labogaz 206</a>	32178-00	1
17	<a href="#">Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g</a>	47535-01	1
18	<a href="#">measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte</a>	14581-61	1



## Aufbau

PHYWE





Abbildung 1

1. Baue das Stativ nach Abb. 1 auf.
2. Ziehe durch den Messingkörper ein Stück Draht von 40 cm Länge, biege diesen zu einer Schlaufe und hänge ihn an die Universalklemme.
3. Setze aus zwei Bechergläsern (250 ml und 400 ml) und zwei Filzplatten ein wärmeisolierendes Gefäß (Kalorimeter) zusammen.
4. Fülle das Kalorimeter mit 200 ml Wasser. Genaues Abmessen mit Messzylinder und Pipette aus dem Plastikbecher
5. Schiebe den Rührstab von unten durch die entsprechende Bohrung im Deckel und setze den Deckel auf das Kalorimeter.


## Durchführung (1/4)

PHYWE

1. Schalte deinen Cobra SMARTsense-Temperature Sensor an. Öffne die "measure" App  und wähle den Temperatur-Sensor aus.
2. Stelle die Abtastrate auf 1 Hz.
3. Stecke den Temperatursensor durch ein Loch im Deckel des Kalorimeters, so dass er in das Wasser eintaucht, aber nicht den Boden berührt.
4. Starte die Messwertaufnahme in der measureApp , es wird dann jede Sekunde ein Temperaturmesswert aufgenommen.
5. Hänge den Messingkörper etwa 5 cm über die Flamme des Brenners und erhitze ihn eine Minute lang.

## Durchführung (2/4)

PHYWE

6. Rühre währenddessen im Kalorimeter – die Temperaturanzeige sollte konstant werden.
7. Bringe den Messingkörper in das Kalorimeter, welches 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 langsam sinkt, spätestens nach 100 s. Anschließend die Messung speichern . Unter "meine Messungen" kann die Messung jederzeit geöffnet und analysiert werden.
10. Wiederhole den Versuch auf die gleiche Weise mit dem Eisenkörper.

## Durchführung (3/4)

PHYWE

12. Es gelten nun folgende Aussagen:

- Alle Metallkörper haben die gleiche Masse  $m_{\text{Metall}} = 60 \text{ g}$ .
- Die Masse des Wassers im Kalorimeter beträgt bei jedem Versuch  $m_{\text{Metall}} = 200 \text{ g}$ .
- Die spezifische Wärmekapazitäten betragen:

$$c_{\text{Wasser}} = 4,2 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

$$c_{\text{Messing}} = 0,39 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

$$c_{\text{Eisen}} = 0,45 \text{ J/(g} \cdot ^\circ\text{C)}.$$

## Durchführung (4/4)

PHYWE

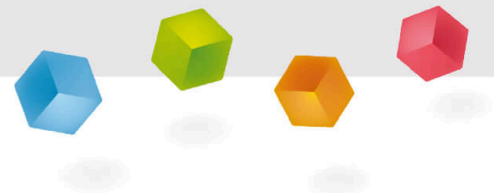
- Nimm an, dass das Kalorimeter eine Wärmekapazität entsprechend einem Wasserwert von 20 g oder  $C = 84 \text{ J/}^\circ\text{C}$  aufweist
- Nach dem Überführen eines Metallkörpers in das Kalorimeter gleichen sich die Temperaturen des Wassers im Kalorimeter und des Metallkörpers zu der gemeinsamen Temperatur  $\vartheta_{\text{Kal}, 2}$  an.

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

**14.** Rechne die Temperaturdifferenzen der Temperatur der Kalorimeters  $\Delta\vartheta_{\text{Kal}} = \vartheta_{\text{Kal}, 1} - \vartheta_{\text{Kal}, 2}$  aus und ergänze die Tabelle.

PHYWE

## Protokoll



## Aufgabe 1

PHYWE

Trage deine Messwerte in diese Tabelle ein.

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

## Aufgabe 2

PHYWE

Berechne die Wärmemenge  $\Delta Q$  unter der Verwendung der Formel:

$$\Delta Q = C_{\text{Kal}} \cdot \Delta\vartheta_{\text{Kal}}$$

Messing	$\Delta Q / \text{J}$	<input type="text"/>
Eisen	$\Delta Q / \text{J}$	<input type="text"/>

## Aufgabe 3

PHYWE

Berechne die Anfangstemperatur der Metallklotze  $\vartheta_{\text{Metall}, 1}$  unter der Verwendung der Formel:

$$\vartheta_{\text{Metall}, 1} = \frac{\Delta Q}{c_{\text{Metall}} \cdot m_{\text{Metall}}} + \vartheta_{\text{Kal}, 2}$$

Messing	$\vartheta_{\text{Metall}, 1} / \text{J}$	
Eisen	$\vartheta_{\text{Metall}, 1} / \text{J}$	

## Aufgabe 4

PHYWE

Die physikalische Größe T der Temperatur beschreibt die durchschnittliche Geschwindigkeit der Teilchen eines Stoffes . Ihre Einheit ist K für Kelvin.

☐ Wahr☐ Falsch☒ Überprüfen

## Aufgabe 5

PHYWE

**Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!**

streben den Zustand der geringsten  an. Wenn ein schnelles Teilchen also auf ein langsames Teilchen trifft so wird er stets Energie abgeben, sodass er danach ein wenig Energie inne hat. Da dies kontinuierlich geschieht bis alle Teilchen durchschnittlich dieselbe Energie besitzen, verteilt sich die  eines Systems meist homogen.

Energie

Teilchen

Temperatur

☒ Überprüfen

## Aufgabe 6

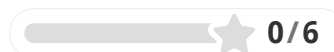
PHYWE

**Von welchen physikalischen Größen hängt die spezifische Wärmekapazität  $c$  eines Objektes ab?**

☐ Wärmekapazität  $C$ ☐ Masse  $m$ ☐ Luftdruck  $p$ ☐ Außentemperatur  $T$ ☒ Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 22: Temperatur	0/1
Folie 23: Teilchen und Energie	0/3
Folie 24: Wärmekapazität	0/2

Gesamtsumme



Lösungen



Wiederholen



Text exportieren