

# Mischungstemperatur und Wärmekapazität des Kalorimeters mit Cobra SMARTsense



Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Kalorimetrie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5fc35fada0bcfd00038d1ff>

PHYWE



## Lehrerinformationen

### Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Dieser Versuch behandelt die Mischungstemperatur und die Wärmekapazität des Kalorimeters. Es wird warmes Wasser in das Kalorimeter mit Wasser bei Zimmertemperatur hinzugefügt.

Dadurch soll sichergestellt sein, dass der Kalorimeterinhalt möglichst gut auf einheitlicher Temperatur ist.

Die verwendeten Temperaturunterschiede können klein gehalten werden verglichen mit der Experimentversion ohne Cobra SMARTsense, da der elektronische Temperatursensor eine bessere Auflösung hat als die Schülerthermometer mit Alkoholfüllung.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

### Vorwissen



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

### Prinzip



In diesem Versuch werden Wassermengen mit unterschiedlichen Temperaturen 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, wie sich die Mischungstemperatur von zwei Flüssigkeiten im Verlauf der Zeit verändert.

### Aufgaben



Erwärme verschiedene Wassermengen mit dem Butanbrenner und bestimme deren Temperatur.

Mische sie dann zu einer bekannten Wassermenge im Kalorimeter, deren Temperatur Du vorher schon bestimmt hast.

Miss die Mischungstemperatur, die sich im Kalorimeter einstellt.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

### Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- Die Temperaturkurve beim Erwärmen des Wassers muss nicht aufgezeichnet werden, damit die relevanten Messwerte nicht in einer langen Messkurve untergehen, sondern klar ersichtlich bleiben.
- Große Temperaturunterschiede führen hier zu großen Messfehlern – es empfiehlt sich, dass alle Teile und das Vorratswasser sich auf (gleichmäßiger) Raumtemperatur befinden. Das Wasser braucht nicht zu stark erwärmt zu werden.
- Als relevante Temperaturmesswerte werden die Maxima der Temperaturkurve ausgewertet – damit sie klar ersichtlich sind, wird der Sensor zwischendurch gekühlt.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



# Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Kaffee mit Milch

Wärmemengen verteilen sich so, dass schließlich alle Teile, die miteinander in Kontakt sind, die gleiche Temperatur haben.

Wenn die Wärmekapazitäten und Ausgangstemperaturen bekannt sind, lässt sich so die Endtemperatur vorhersagen. Umgekehrt kann von der Endtemperatur auf die Wärmekapazität geschlossen werden, wenn die Ausgangstemperaturen bekannt sind.

Ein Gemisch aus Flüssigkeiten begegnet uns auch oft im Alltag: Kaffee und Milch. Um unter anderem ein Gefühl dafür zu bekommen wo sich die Temperatur von verschiedenen Gemischen einpendelt, führen wir das folgende Experiment durch

## Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

**Welche Temperatur stellt sich im Kalorimeter ein, wenn Wasser verschiedener Temperatur gemischt wird?**

Erwärme verschiedene Wassermengen mit dem Butanbrenner und bestimme deren Temperatur.

Mische sie dann zu einer bekannten Wassermenge im Kalorimeter, deren Temperatur Du vorher schon bestimmt hast. Miss die Mischungstemperatur, die sich im Kalorimeter einstellt.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense - Temperature, - 40 ... 120 °C (Bluetooth)	12903-00	1
2	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, l = 250 mm, d = 10 mm	02031-00	1
4	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	1
5	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	2
6	Glasrohrhalter mit Maßbandklemme	05961-00	1
7	Stativring, mit Muffe, d= 100 mm	37701-01	1
8	Drahtnetz mit Keramik, 160 x 160 mm	33287-01	1
9	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
10	Deckel für Schülerkalorimeter	04404-01	1
11	Rührstab	04404-10	1
12	Filzplatte, 100 x 100 mm	04404-20	2
13	Erlenmeyerkolben, Boro, Weithals, 250 ml	46152-00	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	Pipette mit Gummikappe, l = 100 mm	64701-00	1
18	Butanbrenner Labogaz 206	32178-00	1
19	Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g	47535-01	1
20	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

## Aufbau (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

## Aufbau (2/2)

PHYWE



Abbildung 1

1. Fülle vor Versuchsbeginn ein Vorratsgefäß mit Wasser (0,5 bis 1 l, z. B. ein Becherglas 1000 ml, 36008-00), das Zimmertemperatur annimmt und die gleiche Temperatur hat wie das andere Versuchsmaterial.
2. Setze aus zwei Bechergläsern (250 ml und 400 ml) und zwei Filzplatten ein wärmeisolierendes Gefäß (Kalorimeter) zusammen.
3. Schiebe den Rührstab von unten durch die entsprechende Bohrung im Deckel.
4. Baue das Stativ nach Abb. 1 auf.

## Durchführung (1/6)

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. Miss 50 ml Wasser aus dem Erlenmeyerkolben im Messzylinder ab (genaues Abmessen mit Hilfe der Pipette) und fülle es in das Kalorimeter. Protokolliere die Wassermenge  $m_{\text{Wasser, Kal}}$ .
4. Setze den Deckel mit Rührstab auf das Kalorimeter und stecke den Temperatursensor so weit durch ein passendes Loch im Deckel, dass er in das Wasser eintaucht, aber den Boden nicht berührt.
5. Rühre und warte, bis die Temperaturanzeige konstant bleibt. Protokolliere die Anfangstemperatur im Kalorimeter  $\vartheta_{\text{Kal, 1}}$ .

## Durchführung (2/6)

PHYWE

6. Miss 150 ml Wasser im Messzylinder ab und fülle es in den Erlenmeyerkolben. Protokolliere die Wassermenge  $m_{\text{Wasser, Erl}}$ .
7. Erwärme das Wasser mit dem Brenner um 15 bis 25 °C.
8. Beende das Erwärmen, kühle den Temperatursensor im Vorratsgefäß.
9. Starte die Messwertaufnahme in der measureApp , es wird dann jede Sekunde ein Temperaturmesswert aufgenommen.
10. Miss mit dem Temperatursensor die Temperatur im Erlenmeyerkolben, bis die Anzeige konstant bleibt.
11. Nimm den Sensor aus dem erwärmten Wasser, und stelle ihn kurz in dem Vorratsgefäß ab, so dass er abkühlt.

## Durchführung (3/6)

PHYWE

12. Fülle das erwärmte Wasser in das Kalorimeter, setze den Deckel auf und stecke den Temperatursensor wieder durch ein Loch im Deckel in das Wasser.
13. Rühre während der Messung das Wasser im Kalorimeter sorgfältig um, damit sich die Wärme gleichmäßig verteilt
14. Beende die Messung, wenn die Temperatur langsam sinkt. Anschließend abspeichern. Unter "meine Messungen" lässt sich die Messung jederzeit wieder laden und analysieren.
15. Schütte das Wasser aus dem Kalorimeter weg, trockne den Becher des Kalorimeters.

## Durchführung (4/6)

PHYWE

16. Verfahre auf die gleiche Weise für Versuch 2 und 3.  
Fülle dabei für Versuch 2 das Kalorimeter zunächst mit 100 ml Wasser aus dem Vorratsgefäß und erwärme 100 ml Wasser im Erlenmeyerkolben.  
Für Versuch 3 wird das Kalorimeter mit 150 ml Wasser aus dem Vorratsgefäß gefüllt und 50 ml Wasser im Kolben erhitzt.
17. Wähle in der measureApp das „Vermessen“-Werkzeug aus, um die Maxima der Messkurven auszuwerten. Das erste Maximum entspricht der Temperatur des erwärmten Wassers im Erlenmeyerkolben,  $\vartheta_{\text{Erl}, 1}$ .  
Das zweite Maximum entspricht der Mischungstemperatur im Kalorimeter  $\vartheta_{\text{Kal}, 2}$ .

## Durchführung (5/6)

PHYWE

18. Das Wasser aus dem Erlenmeyerkolben kühlt sich um die Temperaturdifferenz  $\Delta\vartheta_{\text{Erl}}$  ab, während sich das Wasser im Kalorimeter um die Temperaturdifferenz erwärmt.

Für die Temperaturdifferenzen gilt:

$$\Delta\vartheta_{\text{Erl}} = \vartheta_{\text{Erl},1} - \vartheta_{\text{Erl},2} = \vartheta_{\text{Erl},1} - \vartheta_{\text{Kal},2}$$

$$\Delta\vartheta_{\text{Kal}} = \vartheta_{\text{Kal},2} - \vartheta_{\text{Kal},1}$$

## Durchführung (6/6)

PHYWE

19. Unter der Voraussetzung, dass keine Wärme an die Umgebung abgegeben wird und auch keine weiteren Heizquellen mehr wirksam sind, gilt, dass die Gesamtwärmemenge erhalten bleibt:

Die Wärmemenge  $\Delta Q_{\text{Erl}}$ , welche das heiße Wasser abgibt, ist deshalb gleich der Wärmemenge  $\Delta Q_{\text{Kal}}$ , die das kalte Wasser im Kalorimeter aufnimmt (unter der Annahme, dass nur das Wasser eine Rolle spielt):

$$\Delta Q_{\text{Erl}} = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Wasser, Erl}} \cdot \Delta\vartheta_{\text{Erl}}$$

$$\Delta Q_{\text{Kal}} = c_{\text{Wasser}} \cdot m_{\text{Wasser, Kal}} \cdot \Delta\vartheta_{\text{Kal}}$$

Aus (1) und (2) lässt sich die Masse des Wassers berechnen gemäß

$$m_{\text{Wasser, Kal}} = m_{\text{Wasser, Erl}} \cdot \frac{\Delta\vartheta_{\text{Erl}}}{\Delta\vartheta_{\text{Kal}}}$$

# Protokoll

**PHYWE**

# Protokoll



## Aufgabe 1

Trage deine Messwerte in diese Tabelle ein.

Versuch 1	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$	50	$\vartheta_{\text{Kal, 1}} / ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{Kal, 2}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
	$m_{\text{Wasser, Erl}} / \text{g}$	150	$\vartheta_{\text{Erl, 1}} / ^\circ\text{C}$			<input type="text"/>
Versuch 2	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$	100	$\vartheta_{\text{Kal, 1}} / ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{Kal, 2}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
	$m_{\text{Wasser, Erl}} / \text{g}$	100	$\vartheta_{\text{Erl, 1}} / ^\circ\text{C}$			<input type="text"/>
Versuch 3	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$	150	$\vartheta_{\text{Kal, 1}} / ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{Kal, 2}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
	$m_{\text{Wasser, Erl}} / \text{g}$	50	$\vartheta_{\text{Erl, 1}} / ^\circ\text{C}$			<input type="text"/>

## Aufgabe 1

PHYWE

Trage deine Messwerte in diese Tabelle ein.

Versuch 1	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$	50	$\vartheta_{\text{Kal, 1}} / ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{Kal, 2}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
	$m_{\text{Wasser, Erl}} / \text{g}$	150	$\vartheta_{\text{Erl, 1}} / ^\circ\text{C}$			<input type="text"/>
Versuch 2	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$	100	$\vartheta_{\text{Kal, 1}} / ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{Kal, 2}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
	$m_{\text{Wasser, Erl}} / \text{g}$	100	$\vartheta_{\text{Erl, 1}} / ^\circ\text{C}$			<input type="text"/>
Versuch 3	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$	150	$\vartheta_{\text{Kal, 1}} / ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{Kal, 2}} / ^\circ\text{C}$	<input type="text"/>
	$m_{\text{Wasser, Erl}} / \text{g}$	50	$\vartheta_{\text{Erl, 1}} / ^\circ\text{C}$			<input type="text"/>

## Aufgabe 2

PHYWE

Fülle, unter Verwendung der in der Durchführung definierten Formeln, diese Tabelle aus.

	$\vartheta_{\text{Erl}} / ^\circ\text{C}$	$\vartheta_{\text{Kal}} / ^\circ\text{C}$	$m_{\text{Wasser, Kal}} / \text{g}$
Versuch 1			
Versuch 2			
Versuch 3			

## Aufgabe 3

PHYWE

Zwischen den ermittelten Werten aus Aufgabe 1 und den berechneten Werten aus Aufgabe 2 scheint eine Abweichung zu existieren? Warum?

Das Wasser verdampft beim Experimentieren in sehr großen Mengen, ausreichend um die Differenz zwischen den beiden Werten zu erklären.

Durch starkes Erhitzen verändert sich die Masse von Wasser. Je stärker Wasser erhitzt wird, desto mehr verringert sich ihre Masse.

Beim Vermischen der beiden Flüssigkeiten verbleibt ein relevanter Teil des Wassers an der Oberfläche des Erlenmeyerkolbens.

Die Wärmekapazität des Kalorimeters wurde bei dem berechneten Wert vernachlässigt. In der Durchführung beeinflusst er jedoch die Messwerte.

## Aufgabe 4

PHYWE

### Ziehe die Wörter in die korrekten Lücken

Die [ ] aus dem errechneten Wert für die Wassermenge und der tatsächlichen Wassermenge wird [ ] des Kalorimeters genannt.

Die [ ] C des Kalorimeters entspricht seinem Wasserwert.

Dieser muss in allen Versuchsaufbauten als [ ] berücksichtigt werden.

Wasserwert

Wärmekapazität

Differenz

Einflussfaktor

 Überprüfen

## Aufgabe 4

PHYWE

### Ziehe die Wörter in die korrekten Lücken

Die [ ] aus dem errechneten Wert für die Wassermenge und der tatsächlichen Wassermenge wird [ ] des Kalorimeters genannt.

Die [ ] C des Kalorimeters entspricht seinem Wasserwert.

Dieser muss in allen Versuchsaufbauten als [ ] berücksichtigt werden.

Wasserwert

Wärmekapazität

Differenz

Einflussfaktor

 Überprüfen