

Spezifische Schmelzwärme von Eis



Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Aggregatzustände



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/63f62de4e2341200021b3800>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Abb. 1 Versuchsaufbau

Wasser in fester Form wechselt den Aggregatzustand in flüssige Form. Dazu müssen die Wassermoleküle aus der relativ festen Bindung im Eis unter Energieaufwand in die schwächere Bindung, wie sie zwischen Wassermolekülen im flüssigen Zustand besteht, übergeführt werden. Das Aufbrechen der festen Bindungen erfordert Energie, die das schmelzende Eis seiner wärmeren Umgebung durch "Schmelzwärme" entzieht.

Schmelzwärme bezeichnet die Energie, die benötigt wird, um eine Stoffprobe von dem festen in den flüssigen Aggregatzustand zu überführen. Dabei werden Bindungskräfte zwischen Molekülen bzw. Atomen überwunden, ohne deren kinetische Energie und damit ihre Temperatur zu erhöhen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits theoretisches Vorwissen über die spezifische Schmelzwärme von Eis besitzen.

Prinzip



Eiswürfel werden in warmes Wasser gegeben, und aus der Mischungstemperatur wird die spez. Schmelzwärme von Wasser bestimmt. In der Auswertung wird im Versuch dazu berechnet, welche Mischungstemperatur sich bei Versuchsdurchführung mit der gleichen Menge von kaltem Wasser von 0 °C einstellt. Der Vergleich dieser Rechnung zeigt sehr deutlich den Einfluss der Schmelzwärme.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler lernen, was spezifische Schmelzwärme von Eis bedeutet und wie sich die Mischungstemperatur nach der Zugabe von Eiswürfel in eine abgemessene Menge warmes Wasser ändert.

Aufgaben



1. Wie verändert sich die Mischungstemperatur nach Hinzugabe von Eiswürfel in eine abgemessene Menge warmes Wasser?
2. Wie viel Wärme wird zum Schmelzen von Eis benötigt?

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

Zusatzinformation

Eiswürfel werden in warmes Wasser gegeben, und aus der Mischungstemperatur wird die spez. Schmelzwärme von Wasser bestimmt. In der Auswertung wird im Versuch dazu berechnet, welche Mischungstemperatur sich bei Versuchsdurchführung mit der gleichen Menge von kaltem Wasser von 0 °C einstellt. Der Vergleich dieser Rechnung zeigt sehr deutlich den Einfluss der Schmelzwärme.

Hinweise

1. Der Versuch lässt sich auch mit Wasser von Raumtemperatur (mind. 20 °C) durchführen, im angewärmten Wasser schmelzen die Eiswürfel jedoch schneller. Außerdem ist die Mischungstemperatur dann höher, und Ablesefehler machen sich in der anschließenden Rechnung nicht so stark bemerkbar.
2. Beim Ablesen des Thermometers sollten auch Zwischenwerte von 0,5 °C geschätzt werden.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

Der vorgenommene Vergleich: Mischungsversuch mit Eis und Mischungsversuch mit Wasser von 0 °C ist experimentell nicht so einfach durchzuführen, da das warme Wasser in beiden Fällen die gleiche Anfangstemperatur haben sollte.

Hinweise zu den Aufgaben

In der Auswertung können die angegebenen Formeln über die Bedingung, dass die ausgetauschten Wärmeenergien gleich groß sind, also

$$Q_{ab} = Q_{auf}$$

hergeleitet werden. Für Frage 2 heißt dies

$$c \cdot m_1 (\vartheta_1 - \vartheta_{mw}) = c \cdot m_2 (\vartheta_{mw} - \vartheta_2).$$

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

$$c \cdot m_1(\vartheta_1 - \vartheta_m) = c \cdot m_2(\vartheta_m - \vartheta_2) + q \cdot m_2.$$

Für die Zusatzaufgabe:

$$(c \cdot m_1 + C) \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_m) = c \cdot m_2(\vartheta_m - \vartheta_2) + q \cdot m_2.$$

Der Literaturwert für die spez. Schmelzwärme von Eis beträgt $q = 334 \text{ J/g}$.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Abb. 2 Versuchsaufbau

Gibt man in eine Menge warmen Wassers Eis dazu, so beginnt dies zu schmelzen und senkt die Temperatur der Wassermenge.

Wir alle kennen dieses Problem im Sommer: Wir wollen uns mit einem kühlen Glas Wasser erfrischen, müssen aber erst ein paar Eiswürfel hinzugeben, da das Wasser anfangs auf Zimmertemperatur und nicht so kühl wie erhofft ist. Und auch dann müssen wir erst immer ein wenig warten, bis der Effekt der Eiswürfels eintritt und wir unser kühles Wasser genießen können.

In dem Experiment schauen wir uns an, wie die Schmelzgeschwindigkeit des Eis von der Ausgangstemperatur der Wassermenge abhängt, und wie sich das Volumen und die Temperatur der Wassermenge durch Zugabe des Eis ändert.

Aufgabe

PHYWE



Abb. 3 Versuchsaufbau

Wie viel Wärme wird zum Schmelzen von Eis benötigt?

Gib Eiswürfel in eine abgemessene Menge warmes Wasser und bestimme die Mischungstemperatur

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
3	Stativring, mit Muffe, $d = 100$ mm	37701-01	1
4	Drahtnetz mit Keramik, 160×160 mm	33287-01	1
5	Deckel für Schülerkalorimeter	04404-01	1
6	Rührstab	04404-10	1
7	Filzplatte, 100×100 mm	04404-20	2
8	Becherglas, Boro, niedrige Form, 250 ml	46054-00	1
9	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
10	Erlenmeyerkolben, Boro, Weithals, 250 ml	46152-00	1
11	Pipette mit Gummikappe, $l = 100$ mm	64701-00	1
12	Messzylinder, Kunststoff (PP), hohe Form, 100 ml	36629-01	1
13	Laborthermometer, $-10 \dots +110^\circ\text{C}$, $l = 230$ mm, Tauchschaft 100 mm	38005-10	1
14	Butanbrenner Labogaz 206	32178-00	1
15	Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g	47535-01	1

Aufbau (1/5)

PHYWE



Abb.4 Versuchsaufbau

Achtung!

1. Beim Erwärmen des Wassers werden der Stativring und das Drahtnetz sehr heiß!
2. Beim Ablesen der Temperaturen sollen auch Zwischenwerte von 0,5 °C geschätzt werden.

Aufbau (2/5)

PHYWE

- Das Stativ wie in der Abbildung aufbauen.



Abb. 5

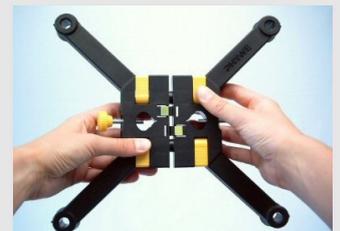


Abb. 6



Abb. 7



Abb. 8

Aufbau (3/5)

PHYWE

- Setze aus zwei Bechergläsern (250 ml und 400 ml) und zwei Filzplatten ein Wärme isolierendes Gefäß (Kalorimeter) zusammen.



Abb. 9

Aufbau (4/5)

PHYWE

- Schiebe Thermometer (d = 8 mm) und Rührstab (d = 5 mm) durch die entsprechenden Bohrungen im Deckel. Benutze hierzu gegebenenfalls Glycerin



Abb. 10

Aufbau (5/5)

PHYWE



Abb. 11



Abb. 12

- Zerkleinere einige große Eiswürfel mit einem Hammer in ca. 1 cm³ große Stücke, wobei du die Eiswürfel vorher in ein Tuch wickelst, damit keine Splitter wegspringen.
- Lass das zerstoßene Eis zum Trocknen auf dem Tuch liegen.

Durchführung (1/3)

PHYWE



Abb. 13

- Fülle den Erlenmeyerkolben mit ca. 200 ml Wasser und erhitze das Wasser auf zirka.35 °C.

Durchführung (2/3)

- 150 ml warmen Wasser abmessen (genaues Abmessen mit Hilfe von Messzylinder und Pipette) und in das Kalorimeter füllen.
- Rühre das Wasser ca. 1 min um.
- Miss dann die Wassertemperatur ϑ_1 im Kalorimeter und trage das Ergebnis in der Tabelle im Protokoll ein.
- Gib die (vorher abgetrockneten!) Eiswürfel hinzu.



Abb. 14

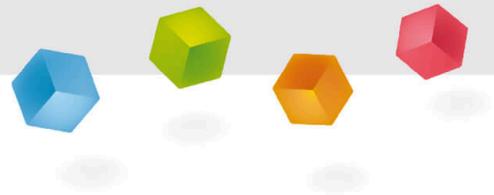
Durchführung (3/3)

- Setze den Deckel auf das Kalorimeter, rühre so lange um, bis alles Eis geschmolzen ist, miss die Mischungstemperatur ϑ_m und trage den Wert im Protokoll ein.
- Miss das Endvolumen V_2 des Wassers im Kalorimeter durch Zurückschütten in den Messzylinder und trage den Wert im Protokoll ein.



Abb. 15

PHYWE



Protokoll

Tabelle

PHYWE

Trage deine Messwerte in die Tabelle ein.

Anfangsvolumen des Wassers V_1 in ml

Anfangstemperatur des Wassers ϑ_1 in °C

Mischungstemperatur ϑ_m in °C

Endvolumen des Wassers V_2 in ml

Temperatur des Eises ϑ_2 in °C

Tabelle

PHYWE

Trage deine Messwerte in die Tabelle ein.

Anfangsvolumen des Wassers V_1 in ml

Anfangstemperatur des Wassers ϑ_1 in °C

Mischungstemperatur ϑ_m in °C

Endvolumen des Wassers V_2 in ml

Temperatur des Eises ϑ_2 in °C

Aufgabe 1

PHYWE

Berechne mit Hilfe der Dichte von Wasser ($\rho = 1,0 \text{ g/ml}$) die am Versuch beteiligten Massen:

1. Masse des warmen Wassers $m_1 = \rho \cdot V_1 =$

2. Masse des Eises $m_2 = \rho \cdot (V_2 - V_1) =$

Aufgabe 2

PHYWE

Berechne, wie groß die Mischungstemperatur ist, wenn du statt Eis der Masse m_2 kaltes Wasser der Masse m_2 und der Temperatur $\vartheta_2 = 0^\circ\text{C}$ verwenden würdest.

$$\vartheta_{mw} = (m_1 \cdot \vartheta_1 + m_2 \cdot \vartheta_2) / (m_1 + m_2) =$$

Aufgabe 3

PHYWE

Erkläre, wodurch der Unterschied zwischen der in Frage 2 berechneten Mischungstemperatur und der im Versuch gemessenen Mischungstemperatur zustande kommt.

Aufgabe 4

PHYWE

Berechne aus der gemessenen Mischungstemperatur ϑ_m die spezifische Schmelzwärme von Wasser q . Sie gibt an, wie viel Wärme zum Schmelzen von 1 g Wasser benötigt wird.

$$q = (c_1 \cdot m_1(\vartheta_1 - \vartheta_2) - c \cdot m_2(\vartheta_m - \vartheta_2))/m_2 = \quad \boxed{} \quad \text{J/g}$$

wobei $c = 4,19 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ (spez. Wärmekapazität von Wasser)

Zusatzaufgabe

PHYWE

Welcher Wert ergibt sich für die spez. Verdampfungswärme, wenn auch die Wärmekapazität des Kalorimeters $C = 80 \text{ J}^\circ\text{C}$ in der Berechnung berücksichtigt wird?

$$q = ((c \cdot m_1 + C) \cdot (\vartheta_1 - \vartheta_2) - c \cdot m_2(\vartheta_m - \vartheta_2))/m_2 = \quad \boxed{} \quad \text{J/g}$$