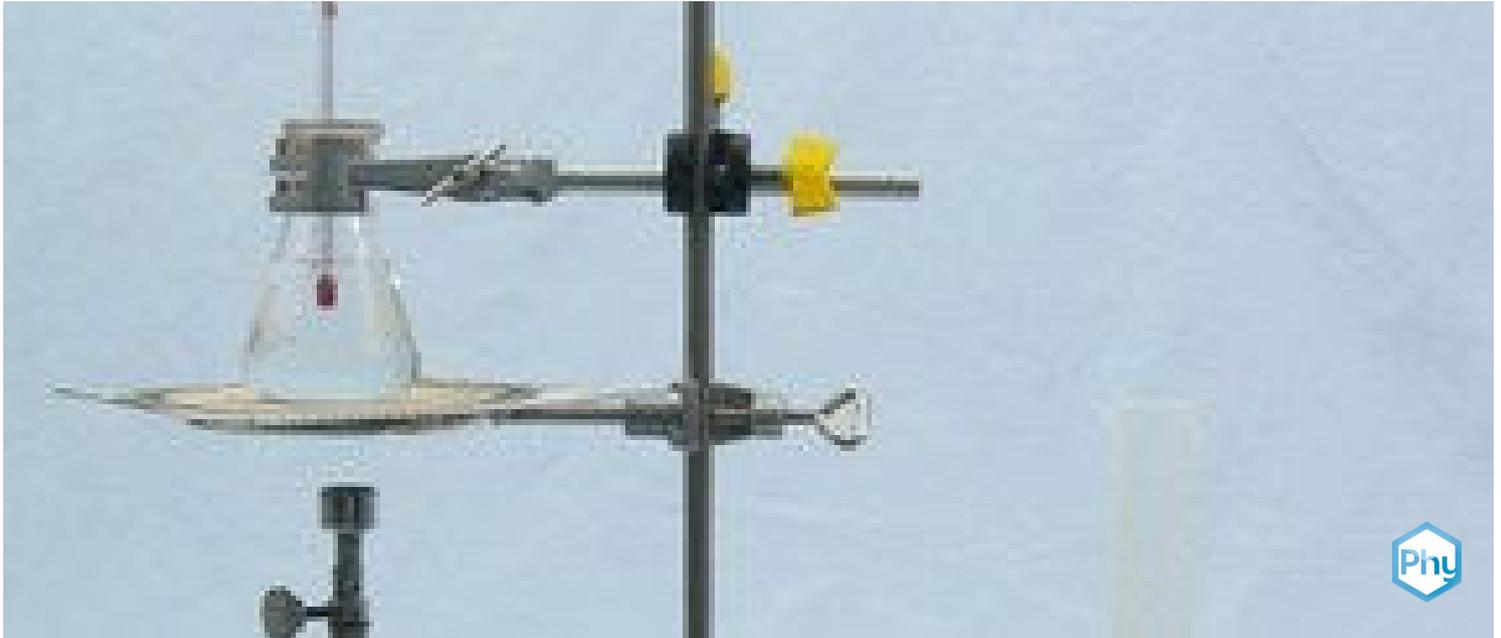


Verdampfungswärme von Wasser



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/63f784f3ab8f66000286b88d>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Abb. 1 Versuchsaufbau

Die Verdampfungswärme ist jene Energie, die benötigt wird, um eine bestimmte Menge einer Flüssigkeit zu verdampfen, also vom flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand zu überführen.

Es wird also Wärme in Form von Energie benötigt, um die Temperatur von flüssigem Wasser zu erhöhen, um eine bestimmte Menge an Wasser zu verdampfen. Hierbei müssen erst die Wasserstoffbrückenbindungen aufgebrochen werden, damit die Wassermoleküle sich als Gas verflüchtigen können. Das bedeutet, dass Wasser eine hohe Verdampfungswärme besitzt. Darunter versteht man die Energiemenge, die benötigt wird, um ein Gramm einer Flüssigkeit bei konstanter Temperatur in ein Gas umzuwandeln.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits theoretisches Vorwissen über Verdampfungswärme von Wasser besitzen.

Prinzip



In diesem Versuch wird zunächst die Erwärmung des Wassers gemessen, um daraus die Heizleistung des Brenners zu bestimmen. Damit kann dann die zum Verdampfen einer bestimmten Wassermenge erforderliche Wärmemenge berechnet werden.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen lernen, Verdampfungswärme von Wasser zu berechnen.

Aufgaben



Wie viel Wärme wird zum Verdampfen von Wasser benötigt?

1. Erhitze eine abgemessene Menge Wasser bis zum Sieden und bestimme die Temperaturzunahme in Abhängigkeit von der Zeit.
2. Lass das Wasser mit gleicher Flamme 10 min lang weiter sieden und bestimme, wie viel Wasser verdampft ist.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

Zusatzinformationen

Bei diesem Versuch wird zunächst die Erwärmung des Wassers gemessen, um daraus die Heizleistung des Brenners zu bestimmen. Damit kann dann die zum Verdampfen einer bestimmten Wassermenge erforderliche Wärmemenge berechnet werden.

Der Literaturwert für die spezifische Verdampfungswärme von Wasser beträgt $q_v = 2256 \text{ J/g}$

Hinweise

1. Die Flamme des Brenners muss während des gesamten Versuches beständig gehalten werden, da in der Auswertung eine konstante Heizleistung vorausgesetzt wird.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

2. Die Uhr sollte während des gesamten Versuches weiterlaufen. Der Temperaturverlauf wird nur im ersten Teil für eine Zeitspanne von 9 min notiert (Tabelle 1). Das Sieden hat dann schon begonnen, so dass beobachtet werden kann, dass die Temperatur beim Verdampfen konstant bleibt. Danach sollte das Thermometer entfernt werden (einschließlich Glasrohrhalter, Stange und Doppelmuffe), um es nicht unnötig dem heißen Wasserdampf auszusetzen.

3. Die Messung während des Siedens beträgt zirka 10 Minuten. Wichtig ist, dass Anfangs- und Endzeit protokolliert werden.

4. Schon vor dem Erreichen der Siedetemperatur verdampft Wasser. Die Siedezeit sollte daher deutlich mehr als 5 min betragen, weshalb Fehler bei längerem Sieden zu vernachlässigen sind. Auch die Verwendung des kleinen Erlenmeyerkolbens hat sich aus diesem Grund als sinnvoll erwiesen, da das vor dem Sieden verdunstete Wasser nicht so leicht entweichen kann.

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

5. Beim Ablesen des Endvolumens sollten auch Zwischenwerte von 0,5 °C geschätzt werden.

6. Die ermittelte Siedetemperatur ist bei dieser Messung höher als 100 °C, da das ganze Thermometer dem heißen Wasserdampf ausgesetzt ist. Die Messung mit dem Thermometer ist nur exakt, wenn der Tauchschaft des Thermometers in der Flüssigkeit eintaucht, der darüber liegende Teil aber eine Temperatur von 20°C aufweist. Deshalb kann vorsichtig einen Gummistopfen über das Thermometer geschoben werden. Bitte hierzu Glycerin verwenden. Hierbei ist auch zu beachten, dass der Gummistopfen nicht den Erlenmeyerkolben verschließen darf, weil sonst das Wasser nicht verdampfen kann.

Der Anfangszeitpunkt des Siedens lässt sich durch Beobachtung nur abschätzen. Er lässt sich aber durch Extrapolation der Geraden für die Erwärmungsphase bis zur Siedetemperatur festlegen. Zu beachten ist auch, dass das Thermometer wegen seiner Trägheit, die Temperatur etwas verzögert anzeigt.

Sicherheitshinweise

PHYWE



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

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Abb. 2 Versuchsaufbau

Wollen wir uns etwas kochen, sei es Tee, Nudeln, oder Kartoffeln, so brauchen wir immer Wasser und müssen dieses erhitzen.

Dabei geht uns in Topf oder Wasserkocher unweigerlich etwas Wasser verloren, es verdampft und kann in der Form unserem eigentlichen Ziel nicht mehr dienen.

Dennoch können wir auch das verdampfte Wasser nutzen.

Experimente wie dieses geben uns Auskunft über die Zeit in Kombination mit der Menge an Energie, welche benötigt wird, um eine bestimmte Menge an Wasser verdampfen zu lassen.

Aufgabe

PHYWE



Abb. 3 Versuchsaufbau

Wie viel Wärme wird zum Verdampfen von Wasser benötigt?

1. Erhitze eine abgemessene Menge Wasser bis zum Sieden und miss die Temperaturzunahme in Abhängigkeit von der Zeit.
2. Lass das Wasser mit gleicher Flamme 10 min lang weiter sieden und bestimme, wie viel Wasser verdampft ist.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, $l = 250$ mm, $d = 10$ mm	02031-00	1
3	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	2
5	Glasrohrhalter mit Maßbandklemme	05961-00	1
6	Stativring, mit Muffe, $d = 100$ mm	37701-01	1
7	Drahtnetz mit Keramik, 160×160 mm	33287-01	1
8	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
9	Erlenmeyerkolben, Boro, 100 ml, SB 29	MAU-EK17082301	1
10	Pipette mit Gummikappe, $l = 100$ mm	64701-00	1
11	Messzylinder, Kunststoff (PP), hohe Form, 100 ml	36629-01	1
12	Laborthermometer, $-10 \dots +110^\circ\text{C}$, $l = 230$ mm, Tauchschaft 100 mm	38005-10	1
13	Digitale Stoppuhr, 24 h, 1/100 s und 1 s	24025-00	1
14	Butanbrenner Labogaz 206	32178-00	1
15	Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g	47535-01	1
16	Siedesteinchen, 200 g	36937-20	1

Aufbau (1/4)

PHYWE



Abb.8 Versuchsaufbau

Achtung!

1. Beim Erwärmen des Wassers werden der Stativring und das Drahtnetz sehr heiß! Zum Umfüllen des heißen Wassers sollte der Erlenmeyerkolben mit Hilfe der Universalklemme angefasst werden.
2. Die Flamme des Brenners muss während des ganzen Versuches gleich bleiben!
3. Die Uhr soll während des ganzen Versuches weiterlaufen.

Aufbau (2/4)

PHYWE

- Baue den Versuch gemäß folgenden Abbildungen auf.



Abb. 5

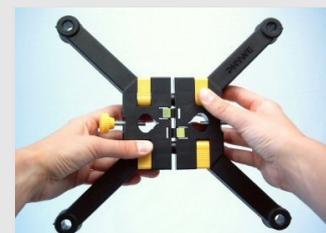


Abb. 6



Abb. 7



Abb. 8

Aufbau (3/4)

PHYWE



Abb. 9



Abb. 10

- Fülle den Messzylinder mit 100 ml Wasser (genaues Abmessen mit Hilfe der Pipette).
- Fülle die abgemessene Wassermenge in den Erlenmeyerkolben und gib 2 Siedesteinchen dazu.

Aufbau (4/4)

PHYWE



Abb. 11

- Befestige den Erlenmeyerkolben mit Hilfe der Universalklemme.
- Senke das Thermometer so weit ab, dass sich die Messspitze in der Mitte des Erlenmeyerkolbens befindet.

Durchführung (1/2)

PHYWE

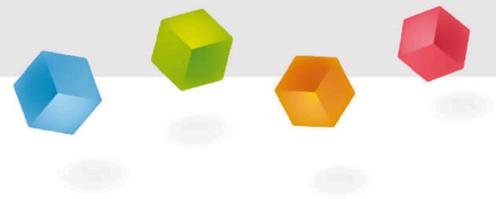
- Notiere das Anfangsvolumen V_1 des Wassers im Protokoll.
- Miss die Anfangstemperatur ϑ des Wassers und trage sie bei $t = 0$ min in die Tabelle ein.
- Zünde den Brenner an und starte die Stoppuhr.
- Lies jede Minute die Wassertemperatur ab (Tabelle 1).
- Wenn das Wasser siedet, also heftig sprudelt, notiere die Anfangszeit des Siedens t_1 in der Tabelle 1 und lass das Wasser von diesem Zeitpunkt an noch ca. 10 min lang sieden (die Uhr läuft dabei immer weiter)
- Wenn Tabelle 1 ausgefüllt ist, kannst du das Thermometer entfernen. Das Wasser soll aber weiter sieden.

Durchführung (2/2)

PHYWE

- Wenn das Wasser vom Zeitpunkt t_1 an 10 min gesiedet hat, lösche den Brenner und notiere die genaue Endzeit des Siedens t_2 .
- Lass den Erlenmeyerkolben zuerst etwas abkühlen. Hebe ihn dazu durch Verschieben der Doppelmuffe vom heißen Keramiknetz.
- Gieße das heiße Wasser vorsichtig in den Messzylinder zurück (ohne die Siedesteinchen!). Löse dazu die Universalklemme aus der Doppelmuffe und benutze sie als Griff.
- Notiere das abgelesene Endvolumen des Wassers V_2 (Zwischenwerte von 0,5 ml werden abgeätzt).

PHYWE



Protokoll

Ergebnis - Beobachtungen 1

PHYWE

Anfangsvolumen des Wassers $V_1 =$ [ml]

Endvolumen des Wassers $V_2 =$ [ml]

Anfangszeit des Siedens $t_1 =$ [s]

Endzeit des Siedens $t_2 =$ [s]

Ergebnis -Tabelle 1

PHYWE

Trage deine Messwerte für die Temperatur des Wassers für die verschiedenen Zeiten in die Tabelle ein.

t in min	ϑ in °C	t in min	ϑ in °C
0	<input type="text"/>	5	<input type="text"/>
1	<input type="text"/>	6	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	7	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	8	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	9	<input type="text"/>

Aufgabe 1

PHYWE

Berechne aus den gemessenen Volumen die Anfangs- und Endmasse des Wassers sowie die Masse des verdampften Wassers (Dichte $\rho = 1 \text{ g/ml}$):

Anfangsmasse des Wassers $m_1 =$ g

Endmasse des Wassers $m_2 =$ g

Masse des verdampften Wassers $\Delta m =$ g

Aufgabe 2

PHYWE

Warum sollten beim Berechnen der Steigung des Graphen der Anfangs- und der Endwert der Erwärmungsphase nicht berücksichtigt werden?

- Der Endwert liegt nicht auf der Geraden, wenn das Verdampfen schon eingesetzt hat; außerdem sind die Wärmeverluste hier größer.
- Der Anfangswert liegt nicht auf der Geraden, da zuerst das Keramiknetz und das Gefäß erwärmt werden müssen, bevor Wärme in das Becherglas gelangt.
- Der Anfangswert ist zu niedrig.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

Berechne die Heizleistung des Brenners aus der Temperaturerhöhung des Wassers:

Zum Erwärmen von Wasser der Masse $m_1 = 100 \text{ g}$ mit der spez. Wärmekapazität $c = 4,19 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ um eine Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ zu erzielen wird die folgende Wärmemenge benötigt: $Q = c \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta$.

Die Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ wird in einer Zeit Δt erreicht. Daraus ergibt sich die Heizleistung des Brenners:
 $P = c \cdot m_1 \cdot \Delta\vartheta / \Delta t$

Bestimme aus dem linearen Temperaturanstieg im Diagramm das Verhältnis (d.h. die Steigung der Geraden)

$\Delta\vartheta/\Delta t =$ $^\circ\text{C/s}$

und berechne daraus die Heizleistung des Brenners:

$P =$ W

Aufgabe 4

PHYWE

Berechne die Zeit t_s , die das Wasser gesiedet hat.

$$t_s = t_2 - t_1 = \boxed{} \text{ s}$$

Aufgabe 5

PHYWE

Berechne die zum Verdampfen der Masse Δm erforderliche Wärmemenge [Joule]

$$Q = P \cdot t_s = \boxed{} \text{ J}$$

Berechne die spezifische Verdampfungswärme von Wasser, d.h. die Wärmemenge, die benötigt wird um 1 g Wasser zu verdampfen.

$$q_v = Q / \Delta m = \boxed{} \text{ J/g}$$

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 23: Die Steigung

0/2

Gesamtsumme



 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren