

Ausdehnungskoeffizient von Flüssigkeiten



P1042600

Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Temperatur & Wärme



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Am Beispiel von Wasser wird in diesem Experiment die Volumenausdehnung einer Flüssigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur gezeigt. Steigt die Temperatur an, dehnt sich die Flüssigkeit im Röhrchen aus, das Thermometer "steigt". Wird es kälter, zieht sich die Flüssigkeit zusammen, das Thermometer "fällt".

In den meisten Thermometern wird gefärbter Alkohol verwendet, der sich linear mit der Temperatur ausdehnt und somit ein Thermometer mit linearer Skala ermöglicht. Dies erleichtert das Ablesen der Temperatur. Da sich Wasser nicht linear ausdehnt, wäre Wasser nicht zur Verwendung in einem linear gekennzeichneten Thermometer geeignet. Früher wurde statt Alkohol meist Quecksilber in Thermometern verwendet, da es sich auch linear ausdehnt. Seit den 70er Jahren ist dies jedoch nicht mehr gängig und mittlerweile in der EU auch verboten, da Quecksilber giftig ist.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

Vorwissen

Die Schüler sollten mit einem Butanbrenner vertraut sein.



Prinzip

Flüssigkeiten dehnen sich mit zunehmender Temperatur aus. Dies wird in diesem Experiment anhand von Wasser erlernt. Hierzu wird ein Wasserbad ständig erwärmt und dabei der Wasserstand eines herein getauchten Glas-Röhrchens gemessen. So wird erkannt, dass eine Volumenvergrößerung mit Erhöhung der Temperatur stattfindet.



Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

Lernziel



Die Schüler sollen lernen, dass sich Flüssigkeiten mit zunehmender Temperatur ausdehnen. Daraufhin sollen sie die Anwendung bei Flüssigkeits-Thermometern und deren Funktionsweise verstehen. Als Zusatz kann mithilfe der Aufgabe aus den zusätzlichen Informationen der Ausdehnungskoeffizient eingeführt werden.

Aufgaben



Wie stark ändert sich das Volumen von Wasser beim Erwärmen?

Erwärme eine abgemessene Menge Wasser und miss die Änderung des Volumens.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

Zusätzliche Informationen

Als Zusatzaufgabe kann der Volumen-Ausdehnungskoeffizient γ bei verschiedenen Temperaturen berechnet werden mit $\gamma = \Delta V / \Delta T \cdot 1 / V_0$. Die Ausdehnung von Wasser ist nicht linear, der Koeffizient ist nicht konstant. Für die Berechnung des Volumen-Ausdehnungskoeffizienten bei 50 °C beachte man, dass die Temperatur und das Volumen bei 50 °C als Anfangswerte zu betrachten sind.

1. Berechne den Volumenausdehnungskoeffizienten für Wasser bei der Anfangstemperatur T_0 mit Hilfe der Werte bei 30 °C
2. Berechne den Volumenausdehnungskoeffizienten für Wasser bei 50 °C. Verwende dazu die Messwerte bei 50 °C und bei 60 °C. (Achtung: Wie groß ist V_0 jetzt?)

Soll eine Flüssigkeit mit linearer Wärmeausdehnung gezeigt werden, so ist Alkohol zu empfehlen. Er brennt aber leicht, so dass sehr vorsichtig experimentiert werden muss.

Sicherheitshinweise

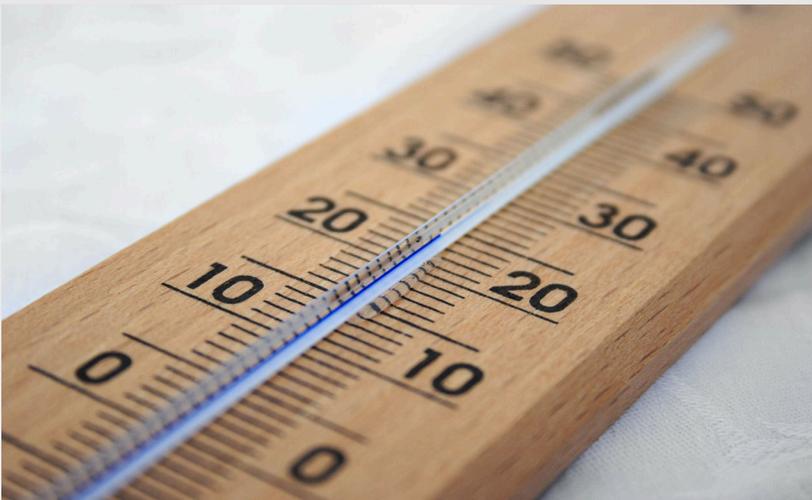


Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE
excellence in science

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE
excellence in science

Thermometer

Thermometer, wie in dem Bild zu sehen, geben die Temperatur ihrer Umgebung an. Wenn es wärmer wird, steigt der kleine Balken im Thermometer an und wenn es kälter wird, sinkt er.

Warum so die Temperatur gemessen werden kann und wie so ein Thermometer funktioniert, erlernst du mithilfe dieses Experiments.

Aufgaben



Versuchsaufbau

Wie stark ändert sich das Volumen von Wasser beim Erwärmen?

Erwärme eine abgemessene Menge Wasser und miss die Änderung des Volumens.

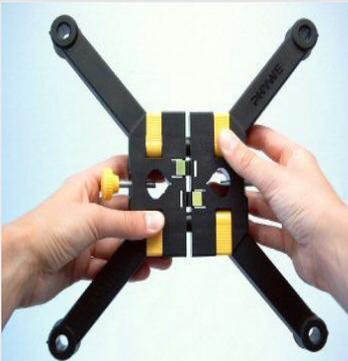
Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 14 mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	1
3	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
4	Stativring, mit Muffe, d= 100 mm	37701-01	1
5	Drahtnetz mit Keramik, 160 x 160 mm	33287-01	1
6	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
7	Becherglas, Boro, niedrige Form, 250 ml	46054-00	1
8	Erlenmeyerkolben, Boro, 100 ml, SB 29	MAU-EK17082301	1
9	Glasröhrchen, d = 8 mm, l = 250 mm, 10 Stück	36701-68	1
10	Pipette mit Gummikappe, l = 100 mm	64701-00	1
11	Gummistopfen 26/32, 2 x Bohrung 7 mm	39258-02	1
12	Laborthermometer, -10...+110°C, l=230mm, Tauchschaft 100mm	38005-10	1
13	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
14	Messzylinder, Kunststoff (PP), hohe Form, 100 ml	36629-01	1
15	Butanbrenner Labogaz 206	32178-00	1
16	Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g	47535-01	1
17	Glycerin, 250 ml	30084-25	1

Aufbau (1/2)

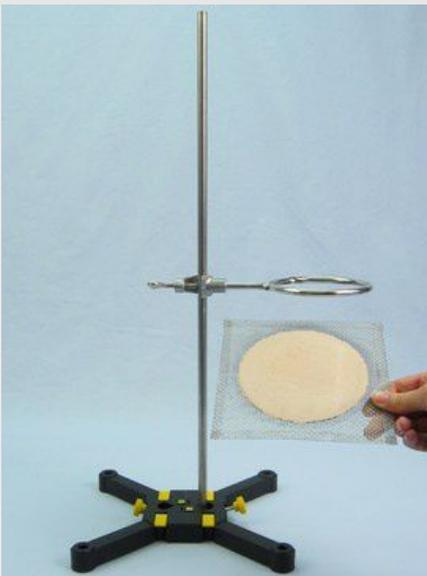
PHYWE
excellence in science

Baue den Versuch den Abbildungen entsprechend in Reihenfolge von links nach rechts auf.

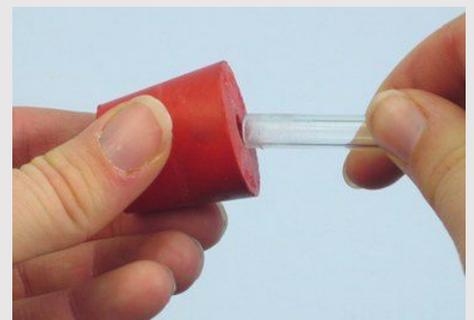
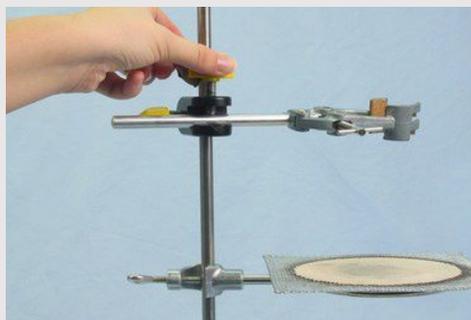


Aufbau (2/2)

PHYWE
excellence in science



- Schiebe das Thermometer in den Gummistopfen mit 2 Bohrungen, so dass der ganze Tauchschaft herausragt.
- Schiebe das große Glasröhrchen ebenfalls in den Stopfen, so dass es unten bündig abschließt.



Durchführung (1/2)

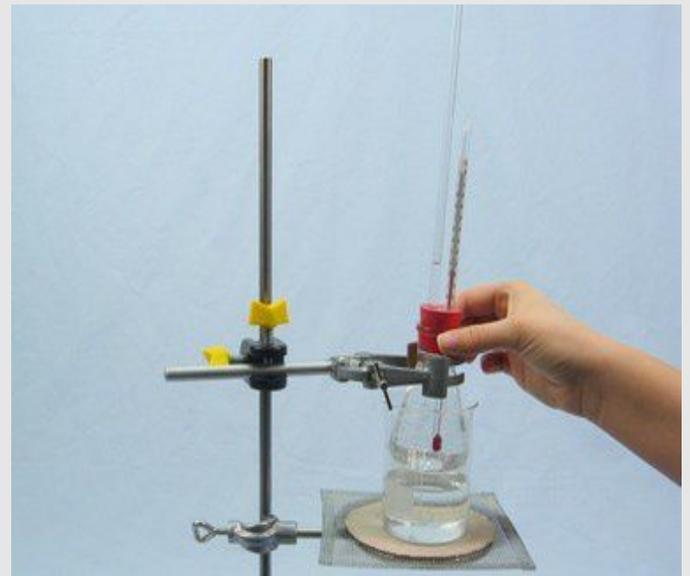
PHYWE
excellence in science

- Fülle in den Erlenmeyerkolben eine abgemessene Menge (Messzylinder!) kaltes Wasser, so dass das Wasser ca. 0,5 cm unter dem Rand steht, und notiere das eingefüllte Volumen V_0 .
- Verschließe mit dem Stopfen den Erlenmeyerkolben. Dabei darf kein Wasser herausfließen! Unter dem Stopfen soll keine Luft mehr sein.
- Markiere den Wasserstand mit einem Filzschreiber.



Durchführung (2/2)

- Bringe den Erlenmeyerkolben in das 250 ml Becherglas und befestige ihn mit der Universalklemme, so dass er möglichst tief hineinragt.
- Fülle das Becherglas vollständig mit Wasser.
- Lies die Anfangstemperatur T_0 des Wassers ab und notiere sie.
- Erhitze das Wasser mit kleiner Flamme. Lies bei 25°C, 30°C, usw. die Änderung des Wasserstandes Δl ab und trage sie in die Tabelle im Protokoll ein.





Protokoll

Aufgabe 1

Notiere das Anfangsvolumen V_0 und die Anfangstemperatur T_0 .

Notiere anschließend deine Messwerte für Δl in der Tabelle auf der nächsten Seite.

Berechne aus den Messwerten die Temperaturdifferenz $\Delta T = T - T_0$ und die Volumenänderung $\Delta V = (d/2)^2 \cdot \pi \cdot \Delta l$, wobei $d = 0,5$ cm der Innendurchmesser des Glasröhrchens ist.

Trage daraufhin die Volumenänderung (y-Achse) gegen die Temperaturänderung (x-Achse) auf.

V_0 in ml

T_0 in °C

Aufgabe 2

T in °C Δl in cm ΔT in °C ΔV in cm³

T in °C Δl in cm ΔT in °C ΔV in cm³

Aufgabe 3

Betrachte den eben erstellten Graphen und beschreibe den Zusammenhang zwischen ΔV und ΔT . Ist er linear?

- Der Zusammenhang ist bei Wasser nicht linear.
- Mit steigender Temperatur verkleinert sich das Volumen.
- Der Zusammenhang ist bei Wasser linear.
- Mit steigender Temperatur vergrößert sich das Volumen.

Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE
excellence in science

Wie groß wären die Volumenänderungen, wenn das Anfangsvolumen V_0 nur halb so groß wäre?

Wenn das Anfangsvolumen V_0 nur halb so groß ist, sind auch die Volumenänderungen nur halb so groß.

Wenn das Anfangsvolumen V_0 nur halb so groß ist, sind die Volumenänderungen gleichbleibend.

Wenn das Anfangsvolumen V_0 nur halb so groß ist, sind die Volumenänderungen doppelt so groß.

Aufgabe 5

PHYWE
excellence in science

Betrachte das Thermometer. Ist der Zusammenhang zwischen Volumenausdehnung und Temperatur bei der Thermometerflüssigkeit (Alkohol) linear?

Nein, der Zusammenhang ist nicht linear, da die Temperaturskala gleiche Abstände hat.

Es lässt sich keine Aussage über die Linearität machen.

Nein, der Zusammenhang ist linear, da die Temperaturskala gleiche Abstände hat.

Ja, der Zusammenhang ist linear, da die Temperaturskala gleiche Abstände hat.

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 18: Wasser	0/2
Folie 19: Volumenänderung	0/1
Folie 20: Linearität Thermometer	0/1

Gesamtsumme  0/4

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren