

Ausdehnung von Luft bei konstantem Volumen



Physik → Mechanik → Mechanik der Flüssigkeiten & Gase

Physik → Wärmelehre / Thermodynamik → Temperatur & Wärme

Physik → Wärmelehre / Thermodynamik → Kinetische Gastheorie & Gasgesetze

Chemie → Allgemeine Chemie → Stöchiometrie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f3bbee343eab60003e6c7ee>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Erwärmung eines Luftvolumens kann sowohl zur Vergrößerung des Volumens als auch zur Erhöhung des Druckes führen. In diesem Versuch muss das Volumen konstant gehalten werden. Das geschieht dadurch, dass der anfängliche Wasserstand in Schenkel *a* des Manometers markiert und der Wasserstand vor dem Ablesen des Druckes wieder auf diese Marke gebracht wird.

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Ein sicherer Umgang mit dem Bunsenbrenner ist vorausgesetzt.

Prinzip



Erwärmung kann bei Stoffen sowohl zur Ausdehnung des Volumens bei konstantem Druck als auch zur Erhöhung des Drucks bei konstantem Volumen führen. Gase dehnen sich bei Erwärmung stärker aus als Flüssigkeiten. In diesem Versuch wird das Volumen konstant gehalten um die Zunahme des Druckes zu beobachten.

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Zunahme des Luftdrucks bei Erwärmung soll veranschaulicht und gemessen werden. Zudem soll dieser Prozess durch die Bestimmung des Spannungskoeffizienten charakterisiert werden.

Aufgaben



Die Schüler sollen die Luft in einem geschlossenen System (Erlenmeyer-Kolben) erwärmen und das Volumen mithilfe des Wasserstands konstant halten. Der zunehmende Druck soll anhand der unterschiedlichen Wasserstände des Manometers errechnet werden um den Zusammenhang zwischen Temperatur und Druck zu untersuchen.

In den Zusatzaufgaben soll der Spannungskoeffizient berechnet und mit dem Kehrwert der absoluten Temperatur verglichen werden.

Sicherheitshinweise

PHYWE

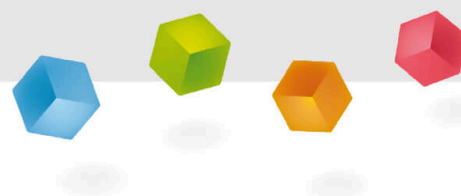


Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Um das Einsetzen von Thermometern und Glasröhrchen in die Stopfen zu erleichtern und Verletzungen durch Glasbruch zu vermeiden, sollten Glasteile vorher mit etwas Glycerin eingerieben werden. Überschüssiges Glycerin muss vor den Messungen entfernt werden, da es sonst das Verhalten der zu analysierenden Stoffe beeinflussen kann.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Platter Reifen

Warum können Fahrradreifen in der Sonne platzen?

Wenn ein Gas (Luft ist ein Gasgemisch) erwärmt wird, dehnt es sich aus wenn es kann. Wenn es sich nicht ausdehnen kann (im Reifen ist nur begrenzt Platz), dann erhöht sich der Druck der Luft und der Reifen wird immer strammer, bis er schließlich platzen kann.

Oft wird der Reifen im kühlen Keller stramm aufgepumpt. In der Sonne erwärmt sich die Luft dann und der Druck wird noch mehr erhöht, bis es zum Platzen kommen kann.

Aufgabe

PHYWE



Versuchsaufbau

Miss die Druckerhöhung in einem Luftvolumen bei Erwärmung, wenn die Größe des Volumens konstant bleibt. Beschreibe den Verlauf der Messwertkurve und triff eine Aussage über den Zusammenhang zwischen Druck und Temperatur von Luft.

Berechne in einer Zusatzaufgabe den Spannungskoeffizienten und vergleiche ihn mit dem Kehrwert der absoluten Temperatur.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, d ≤ 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	2
4	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
5	Glasrohrhalter mit Maßbandklemme	05961-00	1
6	Stativring, mit Muffe, d= 100 mm	37701-01	1
7	Drahtnetz mit Keramik, 160 x 160 mm	33287-01	1
8	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
9	Rührstab	04404-10	1
10	Laborbecher, Kunststoff (PP), 100 ml	36011-01	1
11	Becherglas, Boro, niedrige Form, 400 ml	46055-00	1
12	Erlenmeyerkolben, Boro, 100 ml, SB 29	MAU-EK17082301	1
13	Glasröhrchen, d = 8 mm, l = 80 mm, 10 Stück	36701-65	1
14	Glasröhrchen, d = 8 mm, l = 250 mm, 10 Stück	36701-68	1
15	Gummistopfen 26/32, Bohrung 7 mm	39258-01	1
16	Silikonschlauch, Innen-d = 7 mm, lfd. m	39296-00	1
17	Laborthermometer, -10...+110°C, l=230mm, Tauchschaft 100mm	38005-10	1
18	Maßband, l = 2 m	09936-00	1
19	Butanbrenner Labogaz 206	32178-00	1
20	Butan-Kartusche C 206 GLS, ohne Ventil, 190 g	47535-01	1
21	Glycerin, 250 ml	30084-25	1

Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Menge
----------	----------	-------

1	Schere	1
2	Streichhölzer	1
3	Filzschreiber	1

Aufbau (1/6)

PHYWE

1. Stecke den Bunsenbrenner in den Brennerfuß und stelle ihn wackelfrei auf (**Abb. 1 +2**).
2. Verbinde die beiden Hälften des Stativfußes mit Hilfe der kurzen Stativstange (**Abb. 3**).



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Aufbau (2/6)

PHYWE

3. Schraube die Hälften der beiden langen Stativstange zusammen (**Abb. 4**).
4. Befestige die Stativstangen in den Stativfußhälften und fixiere sie mit Hilfe der Schrauben (**Abb. 5**).
5. Befestige den Stativring mit dem Drahtnetz mit Hilfe der Muffe und die Universalklemme mit Hilfe der Doppelmuffe übereinander an einer Stativstange (**Abb. 6**).
6. Stelle den Gasbrenner darunter und befestige den Glasrohrhalter an der anderen Stativstange (**Abb. 7**).



Abb. 4

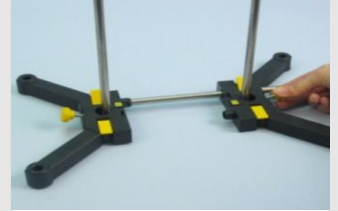


Abb. 5

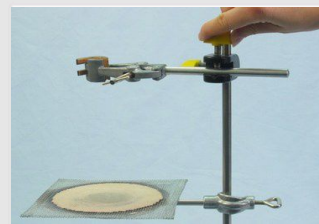


Abb. 6



Abb. 7

Aufbau (3/6)

PHYWE

7. Befestige das Maßband an dem Glasrohrhalter (**Abb. 8**).
8. Baue mit den beiden 250 mm langen Glasröhrchen und einem Stück Schlauch (ca. 50 cm lang) ein U-Rohr-Manometer und spanne es mit unterschiedlich hohen Schenkeln in den Glasrohrhalte (**Abb. 9 + 10**).



Abb. 8

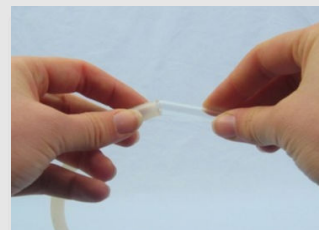


Abb. 9

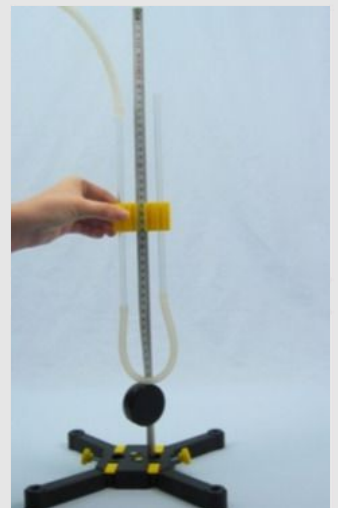


Abb. 10

Aufbau (4/6)

PHYWE



Abb. 11



Abb. 12

9. Schiebe das kleine Glasröhrchen in den Gummistopfen und verschließe den Erlenmeyerkolben sorgfältig mit dem Stopfen (**Abb. 11 + 12**).

10. Fülle das Manometer langsam mit Hilfe des kleinen Becherglases, bis das Wasser in beiden Glasröhrchen 1 cm hoch steht (**Abb. 13**), dabei sollten keine Luftblasen entstehen. Ein Schlauchstück auf dem Glasröhrchen kann als Einfüllhilfe dienen.



Abb. 13

Aufbau (5/6)

PHYWE

11. Bringe den Erlenmeyerkolben in das 400-ml-Becherglas und befestige ihn mit der Universalklemme, so dass er möglichst tief hineinragt (**Abb. 14**).

12. Fülle das Becherglas vollständig mit Wasser. (**Abb. 15**).



Abb. 14



Abb. 15

Aufbau (6/6)

PHYWE

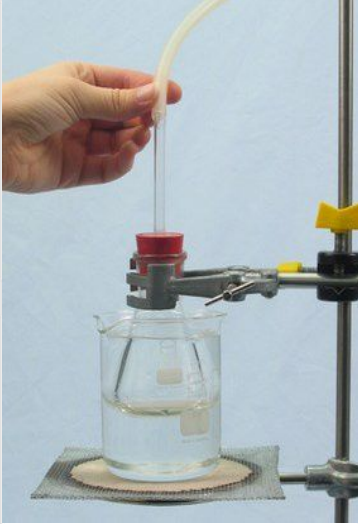
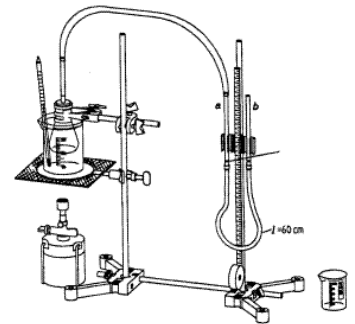


Abb. 16

13. Verbinde das Glasröhrchen im Stopfen über einen Schlauch (ca. 50 cm lang) mit dem Schenkel a des Manometers (**Abb. 16**).

14. Der fertige Versuchsaufbau sollte schließlich wie in der rechten Abbildung aussehen.



Durchführung (1/3)

PHYWE

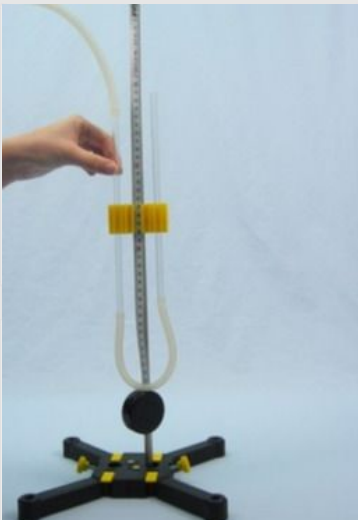


Abb. 17

1. Notiere die Anfangstemperatur ϑ_0 des Wassers im Becherglas in die Tabelle im Protokoll.

2. Bringe die Wasserspiegel im Schenkel *a* und *b* auf gleiche Höhe (Anfangsdruck gleich dem äußeren Luftdruck, **Abb.17**).

3. Markiere den Wasserstand in Schenkel *a* mit einem Filzschreiber (**Abb. 18**).

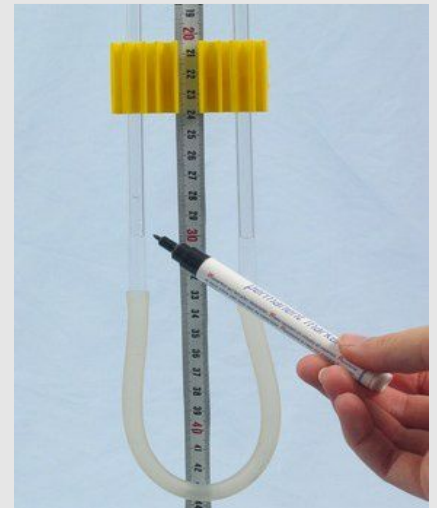


Abb. 18

Durchführung (2/3)

PHYWE

4. Erwärme das Wasser kurzzeitig (ca. 15 s) und entferne den Brenner dann (die Temperatur soll möglichst nur um 1 °C steigen).

5. Rühre ca. 1 bis 2 Minuten sorgfältig um, damit die Luft im Erlenmeyerkolben die Temperatur des Wassers annimmt (**Abb. 19**).

6. Notiere die Wassertemperatur in der Tabelle im Protokoll.

Achtung! Bei Erwärmen des Wassers werden der Stativring und das Drahtnetz sehr heiß!

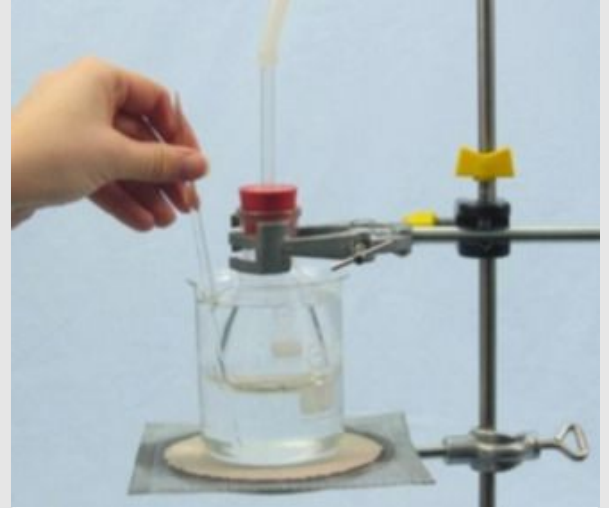


Abb. 19

Durchführung (3/3)

PHYWE

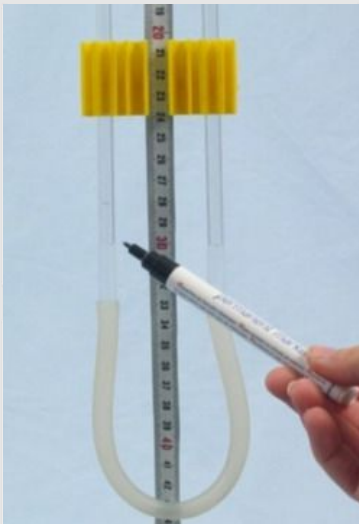


Abb. 20

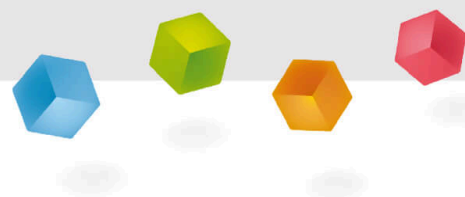
7. Bringe den Wasserstand in Schenkel *a* des Manometers wieder auf die Markierung (schiebe Schenkel *a* nach unten).

8. Miss den Abstand Δl der beiden Wasserspiegel in den Schenkeln des Manometers und notiere ihn in der Tabelle (**Abb. 20**).

9. Erwärme die Luft in 1°C-Schritten weiter und ermittle weitere Werte für Δl in Abhängigkeiten von der Temperatur.

PHYWE

Protokoll



Beobachtung

PHYWE

Wie hoch ist die Anfangstemperatur ϑ_0 (°C)?



Ergebnisse

PHYWE

 ϑ (C°) Δl (cm) $\Delta \vartheta$ (C°) Δp (hPa)

1. Notiere Deine Messwerte für Δl in der Tabelle.

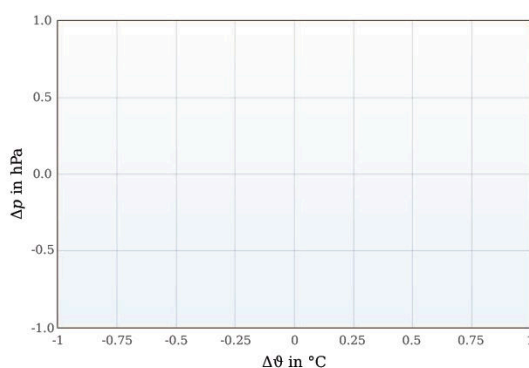
2. Berechne jeweils die Temperaturdifferenz $\Delta \vartheta = \vartheta - \vartheta_0$ und trage sie ein.

3. Der Druck wird mit der Wassersäule im Manometer gemessen. Für diesen Versuch genügt die Umrechnung Δl (cm) = Δp (hPa). Trage die Werte für den Druck Δp in hPa in die Tabelle ein.

Aufgabe 1

PHYWE

Zeichne ein Koordinatensystem nach dem unten stehenden Vorbild auf ein Blatt Papier und trage die Messwerte für Δp und $\Delta \vartheta$ in den Graphen ein.



Aufgabe 2

PHYWE

Lies den aktuellen Luftdruck p_0 auf einem Manometer ab oder rechne die folgenden Aufgaben mit

$$p_0 = 1013 \text{ hPa}$$

Die Ausdehnung von Luft bei konstantem Volumen wird durch folgende Formel beschrieben:

$$\Delta p = \beta \cdot p_0 \cdot \Delta \vartheta.$$

Berechne aus den Messwerten in der Tabelle den Spannungskoeffizient β von Luft bei konstantem Volumen.

$$\beta = \boxed{} \cdot 10^{-3} (^\circ \text{C})^{-1}$$

Aufgabe 3

PHYWE

Was beeinflusst den Wasserdruck im Manometer?

☐ Die Gesamtmasse des Wassers☐ Der Luftdruck☐ Die Höhe der Wassersäule☒ Überprüfen

Aufgabe 4

PHYWE

Wie ist das Verhältnis zwischen Druck- und Temperaturänderung (s. Aufgabe 1)?

☐ Je nach Temperatur unterschiedlich

☐ Proportional

☐ Exponentiell

✓ Überprüfen

Aufgabe 5

PHYWE

Rechne die Anfangstemperatur ϑ_0 in Kelvin (T_0) um und bilde den Quotienten $1/T_0$
In was für einem Verhältnis stehen die Zahlenwerte von β und $1/T_0$?

☐ Sie sind Kehrwerte voneinander

☐ Ungefähr gleich groß

☐ γ ist die Wurzel aus $1/T_0$

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 25: Beeinflussung des Wasserdrucks	0/2
Folie 26: Verhältnis Druck- und Temperaturänderung	0/1
Folie 27: Verhältnis von β und $1/T_0$	0/1

Gesamtsumme



Lösungen



Wiederholen



Text exportieren