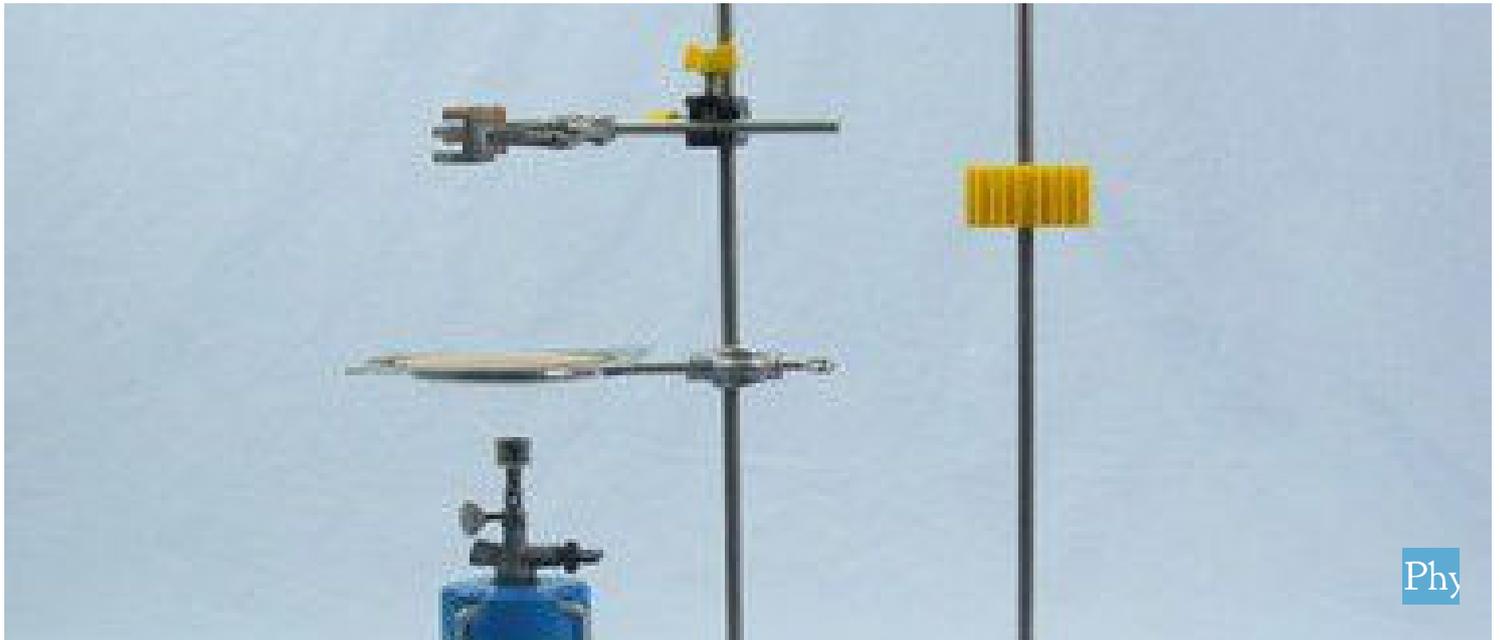


# Ausdehnung von Luft bei konstantem Druck



Physik

Mechanik

Mechanik der Flüssigkeiten &amp; Gase

Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Temperatur &amp; Wärme

Physik

Wärmelehre / Thermodynamik

Kinetische Gastheorie &amp; Gasgesetze

Chemie

Allgemeine Chemie

Stöchiometrie



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

**PHYWE**  
excellence in science

# Lehrerinformationen

## Anwendung

**PHYWE**  
excellence in science

Versuchsaufbau

Erwärmung eines Luftvolumens kann sowohl zur Vergrößerung des Volumens als auch zur Erhöhung des Druckes führen. In diesem Versuch muss der Druck konstant gehalten werden, um die Vergrößerung des Volumens zu beobachten.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science

### 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 der Druck konstant gehalten um die Volumenausdehnung zu beobachten.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

### Lernziel



Die Ausdehnung von Luft bei Erwärmung soll veranschaulicht und gemessen werden. Zudem soll dieser Prozess durch die Bestimmung des Volumen-Ausdehnungskoeffizienten charakterisiert werden.

### Aufgaben



Die Schüler sollen die Luft in einem geschlossenen System (Erlenmeyer-Kolben) erwärmen und den Druck mithilfe eines Manometers konstant halten. Die Ausdehnung der erwärmten Luft soll durch den Wasserstand am Manometer gemessen werden um den Zusammenhang zwischen Temperatur und Volumen von Luft zu errechnen.

In der Zusatzaufgabe wird der Volumen-Ausdehnungskoeffizient berechnet und mit dem Kehrwert der absoluten Temperatur verglichen.

## Sicherheitshinweise



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**  
excellence in science



## Schülerinformationen

## Motivation

**PHYWE**  
excellence in science

Platter Reifen

### Warum platzen Fahrradreifen manchmal an einem heißen Sommertag?

Wenn ein Gas (Luft ist ein Gasgemisch) erwärmt wird, dehnt es sich aus wenn es kann. Dabei nimmt das Volumen der Luft zu und sie benötigt mehr Platz. Ein Fahrradschlauch kann aber nur begrenzt viel Inhalt aufnehmen und wenn das Luftvolumen zu groß wird, dann kann der Schlauch platzen.

Oft wird der Reifen im kühlen Keller stramm aufgepumpt, kommt dann in die heiße Sonne und kann platzen.

## Aufgabe

**PHYWE**  
excellence in science

Versuchsaufbau

Miss die Ausdehnung eines Luftvolumens bei Erwärmung, wenn der Druck konstant bleibt (gleich dem äußeren Luftdruck). Beschreibe den Verlauf der Messwertkurve und triff eine Aussage über den Zusammenhang zwischen Volumen und Temperatur bei Luft.

In einer Zusatzaufgabe soll der Volumen-Ausdehnungskoeffizient berechnet werden.

## 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**  
excellence in science

Position	Material	Menge
1	Schere	1
2	Streichhölzer	1
3	Filzschreiber	1

## Aufbau (1/6)

**PHYWE**  
excellence in science

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**  
excellence in science

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**  
excellence in science

5. Befestige das Maßband an dem Glasrohrhalter (**Abb. 8**).
6. 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

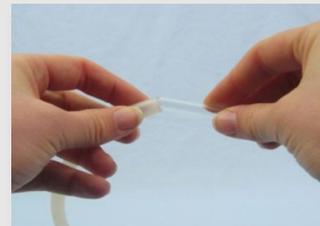


Abb. 9

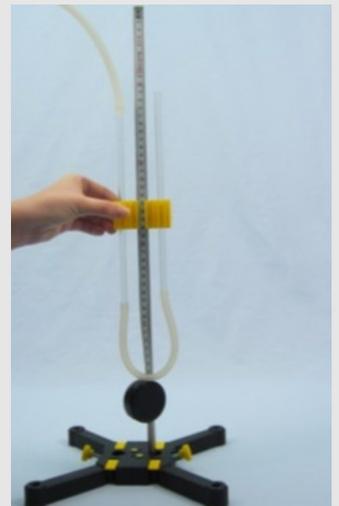


Abb. 10

## Aufbau (4/6)

**PHYWE**  
excellence in science

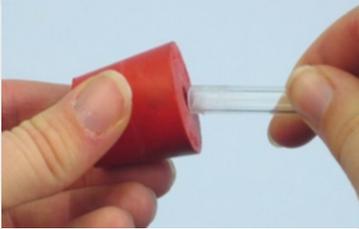


Abb. 11



Abb. 12

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

8. Fülle das Manometer mit Hilfe des kleinen Becherglases, bis das Wasser in Schenkel *b* gerade unterhalb des Glasröhrchens steht (ca. 0,5 cm) (**Abb. 13**).



Abb. 13

## Aufbau (5/6)

**PHYWE**  
excellence in science

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

10. Fülle dann das 400 ml Becherglas vollständig mit Wasser (**Abb. 15**).

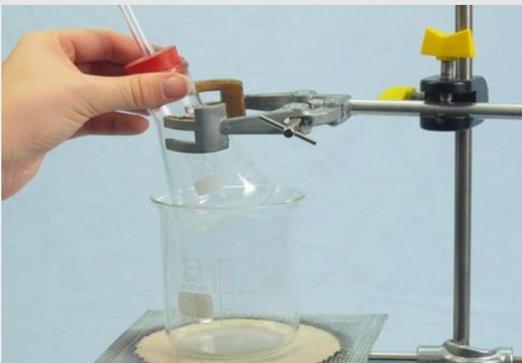


Abb. 14



Abb. 15

## Aufbau (6/6)

**PHYWE**  
excellence in science

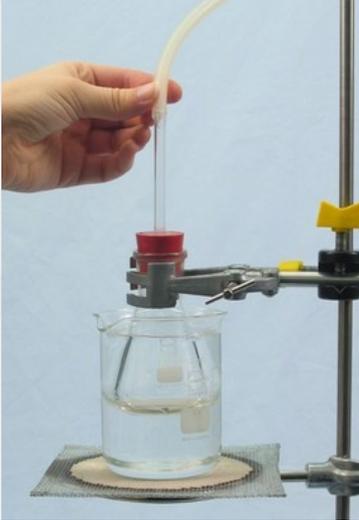
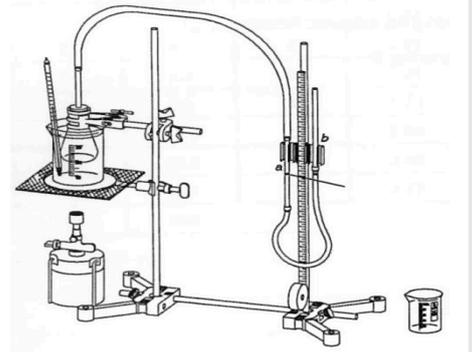


Abb. 16

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

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



## Durchführung (1/3)

**PHYWE**  
excellence in science



Abb. 17

1. Notiere die Anfangstemperatur  $\vartheta_0$  des Wassers im Becherglas in die Tabelle im Protokoll.

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

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

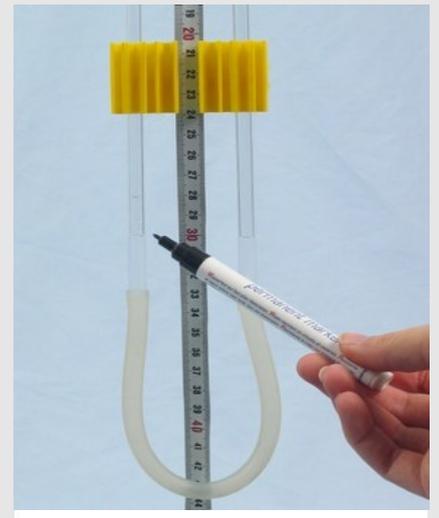


Abb. 18

## Durchführung (2/3)

**PHYWE**  
excellence in science

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!

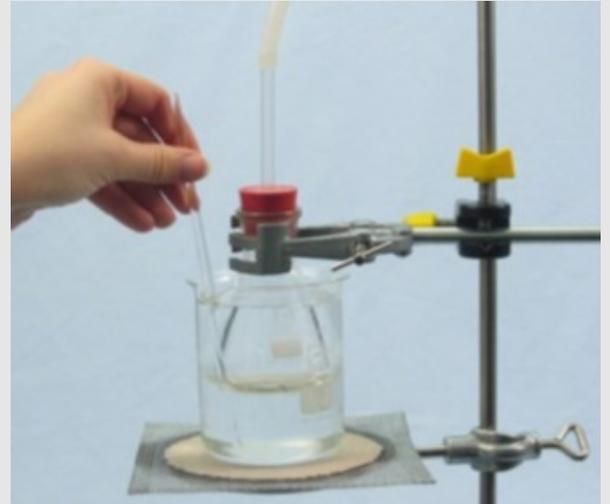


Abb. 19

## Durchführung (3/3)

**PHYWE**  
excellence in science

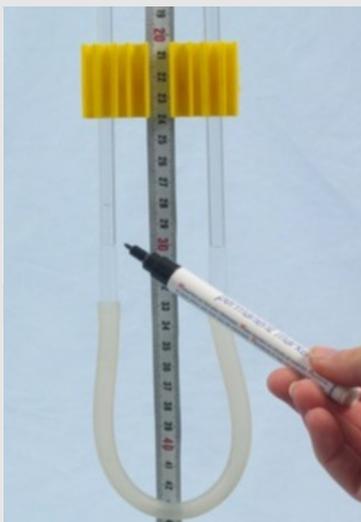


Abb. 20

7. Bringe den Wasserstand in beiden Schenkeln des Manometers auf gleiche Höhe (schiebe Schenkel *b* nach unten).

8. Miss in Schenkel *a* die Strecke  $\Delta_l$  von der Markierung bis zum Wasserstand und notiere sie in der Tabelle (**Abb. 20**).

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

**PHYWE**  
excellence in science

# Protokoll

## Beobachtung

**PHYWE**  
excellence in science

Wie hoch ist die Anfangstemperatur  $\vartheta_0$  (°C)?



## Ergebnisse (1/2)

1. Notiere Deine Messwerte für  $\Delta l$  in der Tabelle auf der nächsten Folie.
2. Berechne die Temperaturdifferenz  $\Delta\vartheta = \vartheta - \vartheta_0$  und trage sie ein.
3. Berechne die Volumenänderung  $\Delta V = (d/2)^2 \cdot \pi \cdot \Delta l$  und trage sie ein, wobei  $d = 0,5$  cm der Innendurchmesser des Glasröhrchens ist.

## Ergebnisse (2/2)

$\vartheta$  (C°)    $\Delta l$  (cm)    $\Delta\vartheta$  (C°)    $\Delta V$  (cm<sup>3</sup>)

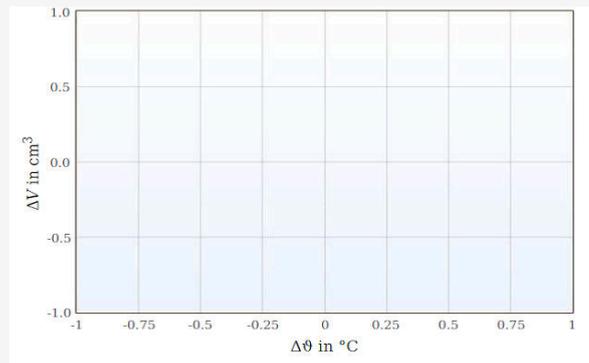
$\vartheta$ (C°)	$\Delta l$ (cm)	$\Delta\vartheta$ (C°)	$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )

$\vartheta$  (C°)    $\Delta l$  (cm)    $\Delta\vartheta$  (C°)    $\Delta V$  (cm<sup>3</sup>)

$\vartheta$ (C°)	$\Delta l$ (cm)	$\Delta\vartheta$ (C°)	$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )

## Aufgabe 1

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



## Aufgabe 2

Ermittle das Luftvolumen  $V_0$  im Erlenmeyerkolben (bis zum Stopfen) durch Einfüllen von Wasser (ml).



## Aufgabe 3

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

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta \vartheta.$$

Berechne aus den Messwerten in dem Diagramm den Volumen-Ausdehnungskoeffizienten  $\gamma$ .

$$\gamma = \boxed{\phantom{000000}} \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$$

## Aufgabe 4

Wie ist der Zusammenhang zwischen der Volumenänderung ( $\Delta V$ ) und der Temperaturänderung ( $\Delta \vartheta$ ) (s. Aufgabe 1)?

- Exponentiell
- Linear
- Unterschiedlich, je nach Anfangstemperatur

Überprüfen

## Aufgabe 5

**PHYWE**  
excellence in science

Wieviel K entspricht eine Temperatur von 20 °C?

 267,15 K 293,15 K 281,15 K Überprüfen

## Aufgabe 6

**PHYWE**  
excellence in science

Rechne die Anfangstemperatur  $\vartheta_0$  in Kelvin ( $T_0$ ) um und bilde den Quotienten  $1/T_0$   
In was für einem Verhältnis stehen die Zahlenwerte von  $\gamma$  und  $1/T_0$  ?

 Ungefähr gleich groß  $\gamma$  ist die Wurzel aus  $1/T_0$  Sie sind Kehrwerte voneinander Überprüfen

## Aufgabe 7

Was beeinflusst den Wasserdruck im Manometer?

- Die Höhe der Wassersäule
- Die Gesamtmasse des Wassers
- Der Luftdruck

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 27: Zusammenhang Volumen- und Temperaturänderung	0/1
Folie 28: Umrechnung von K auf °C	0/1
Folie 29: Verhältnis von $\gamma$ zu $(1/T_0)$	0/1
Folie 30: Beeinflussung des Wasserdrucks	0/2

Gesamtsumme  0/5

 Lösungen

 Wiederholen

 Text exportieren