

Luft - ein Gemisch aus den Gasen Sauerstoff und Stickstoff



Die Schüler und Studenten lernen auf praktische Weise, dass Luft zu ca. 1/5 aus Sauerstoff und zu ca. 4/5 aus anderen, nicht brennbaren Gasen besteht.

Chemie

Anorganische Chemie

Luft, Verbrennung & Gase



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

PHYWE
excellence in science

Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau

Die Luft, die wir alle zum Atmen benötigen, ist durchsichtig. Man könnte also meinen, die Luft sei "nichts". Doch das ist sie nicht.

Luft besteht zum größten Teil aus Stickstoff. Neben dem Stickstoff kommt noch der von uns allen benötigte Sauerstoff in der Luft in größeren Mengen vor. Sauerstoff wird neben uns aber auch unter anderem von einer Kerzenflamme benötigt, damit diese weiter brennt. Und genau mit dieser Kerzenflamme können wir nachweisen, dass die Luft ein Gemisch aus verschiedenen Gasen ist: Eines, das dafür sorgt, dass die Kerze weiter brennt - und eines, welches die Kerzenflamme regelrecht erstickt.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler und Studenten sollten bereits theoretisches Wissen über die Luftzusammensetzung und die Verbrennung haben. Darüber hinaus sollten sie das Gesetz der Masseerhaltung kennen.

Prinzip



Die Kerzenflamme benötigt Sauerstoff zum brennen. Wird dieser nicht zugesetzt, erlischt die Flamme. Luft muss ein Gemisch von mindestens zwei Gasen sein. Das eine Gas fördert die Verbrennung. Sein Anteil am Luftvolumen muss etwa 1/5 bzw. 20 % betragen. Das andere Gas erstickt eine Verbrennung. Es hat einen Anteil von etwa 4/5 des Luftvolumens.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler und Studenten lernen auf praktische Weise, dass Luft zu ca. 1/5 aus Sauerstoff und zu ca. 4/5 aus anderen, nicht brennbaren Gasen besteht.

Aufgaben



Die Schüler und Studenten weisen Sauerstoff in der Luft nach und untersuchen die Restluft.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

- Handschuhe und Schutzbrille tragen!
- Wasserstoff ist ein farbloses, brennbares Gas, das mit Luft explosionsfähige Gemische bildet. Bei Reaktionen in Apparaturen müssen diese auf Abwesenheit von Sauerstoff geprüft werden (Knallgasprobe).
- Entsorgung: Lösungen, die Schwermetallionen enthalten in einem Behälter für Schwermetallsalzlösungen sammeln. Feste Rückstände, die Schwermetalle bzw. deren Salze enthalten werden ebenfalls in diesem Behälter gesammelt.
- Beachten Sie für die H- und P-Sätze bitte die zugehörigen Sicherheitsdatenblätter.
- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

PHYWE
excellence in science

Der Versuch zeigt, dass etwa $\frac{1}{5}$ eines Luftvolumens aus einem Gas besteht, das die Verbrennung fördert, $\frac{4}{5}$ des Luftvolumens aber aus einem oder mehreren Gasen bestehen, die eine Verbrennung nicht fördern. Luft muss somit ein Gasgemisch sein. Eine noch eingehendere Luftanalyse im Anfangsunterricht durchzuführen hat wenig Sinn. Es ist daher zweckmäßig, nach diesem Versuchsergebnis die genaue Zusammensetzung der Luft mitzuteilen.

Das Versuchsergebnis ermöglicht nun eine Erklärung der bei Verbrennungen gemachten Erfahrungen. Man kann den Begriff Oxid bzw. Oxidation einführen, man kann aber auch den ersten Schritt zur Erarbeitung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse bei chemischen Reaktionen machen.

Der Versuch lässt sich auch noch fortsetzen. Da hier durch das Kupfer 200 ml Sauerstoff gebunden werden, zeigt eine anschließende Reduktion mit Wasserstoff, zu der ein Gasometer mit genau 1000 ml Wasserstoff gefüllt wird, den stöchiometrischen Verbrauch von 400 ml Wasserstoff. Damit kann man diesen Versuch auch zur Erarbeitung des Volumengesetzes von Gay-Lussac einsetzen.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, dreieckförmig, für 6 Stangen, d ≤ 14 mm	02007-55	1
2	Stativstange, Edelstahl, l = 600 mm, d = 10 mm	02037-00	2
3	Doppelmuffe, Kreuzklemme	37697-00	4
4	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	4
5	Gasometer, 1000 ml	40461-00	2
6	Standzylinder, Duran®, 570 ml, d = 60 mm, h = 20 cm	34231-00	1
7	Verbrennungrohr, Quarzglas, l = 300 mm, NS 19	33948-01	1
8	Ansatzstück, DURAN®, NS 19/26 auf GL 18/8	35678-01	2
9	Dreiweghahn, Boro, T-förmig, NS	36731-00	1
10	Glasröhrchen, rechtwinklig mit Spitze, 85 x 80, 10 Stück	36701-53	1
11	Glasröhrchen, rechtwinklig, 85 x 60, 10 Stück	36701-52	1
12	Glasröhrchen, rechtwinklig, 230 x 55, 10 Stück	36701-59	1
13	Schliffklemme, Kunststoff, NS 19	43614-00	2
14	Teflon-Manschetten NS 19, 10 Stück	43616-00	1
15	Wasserstoff, 2 l, Stahlflasche	41775-00	1
16	Tischständer für 2 l-Stahlflaschen	41774-00	1
17	Druckminderventil für Wasserstoff	33484-00	1
18	Maulschlüssel 32/30 für Stahlflaschen	40322-00	1
19	Pinzette, l = 200 mm, gerade, stumpf	40955-00	1
20	Ceresinkerzen, d = 13 mm, 20 Stück	09901-02	1
21	Gummischlauch, Innen-d = 6 mm, lfd. m	39282-00	1
22	Teclubrenner mit Nadelventil, für Erdgas, DIN-Ausführung	32171-05	1
23	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW, lfd. Meter	39281-10	1
24	Schlauchselle für d = 12-20 mm, 1 Stück	40995-00	2
25	Anzünder für Erd- und Flüssiggas	38874-00	1
26	Reagenzglas, d = 16 mm, l = 160 mm, 100 Stück	37656-10	1
27	Glaswolle 10 g	31773-03	1
28	Copper-II oxide, wire form 100 g	30124-10	1
29	Auflegplatte für Stativ-Fuß DEMO	02007-01	1



Aufbau und Durchführung

Aufbau und Durchführung (1/4)

- Ein Verbrennungsrohr aus Quarzglas (Maße: $l = 300$ mm; $d = 20$ mm) wird mit zirka 30 g Kupferoxid in Drahtform beschickt. Damit das Kupferoxid den ganzen inneren Querschnitt ausfüllt, wird es zwischen zwei Bäschen aus Quarzglaswolle gepackt (Abbildung rechts).
- In die Schliffhülsen des Verbrennungsrohres setzt man Ansatzstücke (NS 19/26 - GL 18/8 mm) ein, in denen einerseits ein Dreiwegehahn, andererseits ein rechtwinkelig gebogenes Glasröhrchen mit Spitze, in das als Rückschlagsicherung ein Bausch aus Quarzglaswolle gestopft wurde, stecken. Die Ansatzstücke werden mit Schliffklemmen gesichert.

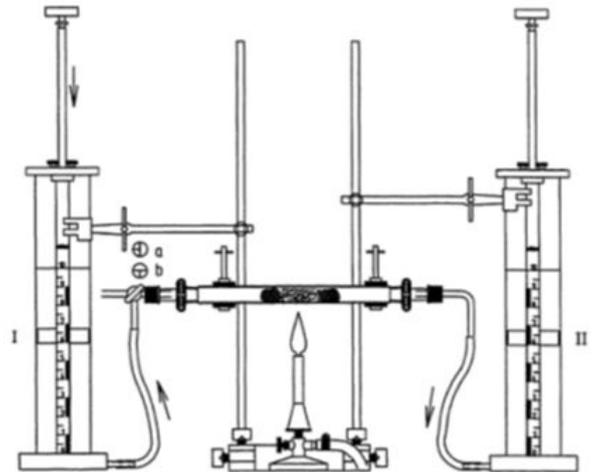


Versuchsaufbau

Aufbau und Durchführung (2/4)

PHYWE
excellence in science

- Dann wird das Kupferoxid mittels Wasserstoff vollständig reduziert (Reihenfolge der Vorgehensweise: Wasserstoff durch das Rohr strömen lassen, Knallgasprobe durchführen, dann das Kupferoxid erhitzen und den aus der Enddüse ausströmenden Wasserstoff entzünden).
- Damit das frisch reduzierte Kupfer nicht wieder oxidiert, lässt man es im leichten Wasserstoffstrom erkalten.
- Nach dieser Vorarbeit schließt man am Dreiwegehahn einen Gasometer (1000 ml) an (Abbildung rechts) und saugt damit 1000 ml Luft über den Dreiwegehahn ein (Stellung in Position a).



Am Dreiwegehahn wird ein Gasometer angeschlossen

Aufbau und Durchführung (3/4)

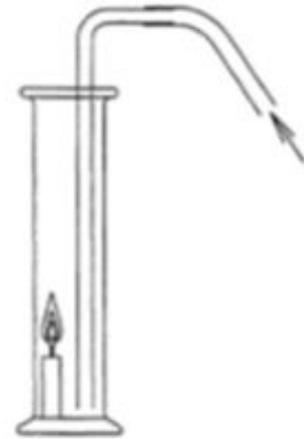
PHYWE
excellence in science

- Dann stellt man den Dreiwegehahn in Stellung b und drückt diese 1000 ml Luft über das Verbrennungsrohr wieder heraus. Auf diese Weise werden restliche Mengen Wasserstoff aus dem Verbrennungsrohr entfernt.
- Dann ersetzt man das Glasröhrchen mit Spitze durch ein normales rechtwinkliges Röhrchen und schließt daran den zweiten Gasometer an.
- Über den Dreiwegehahn (Stellung a) werden erneut 1000 ml Luft eingesaugt.
- Nach Umstellung des Hahnes nach b wird das Kupfer mit einer Gasflamme kräftig erhitzt.
- Dann drückt man langsam die Luft aus dem Gasometer I in den Gasometer II herüber.

Aufbau und Durchführung (4/4)

PHYWE
excellence in science

- In einen Standzylinder wird eine kurze Kerze gestellt und entzündet (Abbildung rechts).
- Dann drückt man die Restluft langsam über ein rechtwinkliges Glasrohr, das möglichst tief in den Standzylinder eintaucht, aus dem Gasometer, den man an das Glasrohr angeschlossen hat, in den Zylinder.
- Beobachte, was mit der Kerzenflamme passiert.



Etnzünde die Kerze im Standzylinder

PHYWE
excellence in science

Auswertung

Auswertung (1/4)

PHYWE
excellence in science

Beobachtung

1. Das Kupfer wird schwarz (=Oxidbildung) und im Gasometer II kommt ein geringeres Luftvolumen an. Weiterführung: Man drückt nun die Luft solange zwischen den Gasometern hin und her, bis sich das Volumen nicht mehr ändert. Dieser Zustand ist meist schon nach der dritten Bewegung erreicht. Es verbleiben dann etwa 800 ml Luft. Ein Fünftel des ursprünglichen Luftvolumens ist somit bei der Oxidation des Kupfers verbraucht worden.
2. Die Kerze erlischt sofort. Die Restluft fördert die Verbrennung nicht mehr.

Auswertung

Luft muss ein Gemisch von mindestens zwei Gasen sein. Das eine Gas fördert die Verbrennung. Sein Anteil am Luftvolumen muss etwa 1/5 bzw. 20 % betragen. Das andere Gas erstickt eine Verbrennung. Es hat einen Anteil von etwa 4/5 des Luftvolumens. Nach dieser Erkenntnis kann man die Gase als Sauerstoff und Stickstoff benennen und die genaue Luftzusammensetzung bekanntgeben:

- 78,09 Vol % aus Stickstoff (N₂)
- 20,95 Vol % aus Sauerstoff (O₂)
- 0,93 Vol % aus Argon (Ar)
- 0,04 Vol % aus Kohlenstoffdioxid (CO₂)

Auswertung (2/4)

PHYWE
excellence in science

Wie hoch muss der Anteil des die Verbrennung fördernden Gases an der Gesamtheit der Luft sein?

- Der Anteil des die Verbrennung fördernden Gases muss etwa 4/5 bzw. 80% betragen.
- Der Anteil des die Verbrennung fördernden Gases muss etwa 1/5 bzw. 20% betragen.
- Keine der Antworten ist richtig.
- Luft besteht nur aus einem Gas. Dieses fördert die Verbrennung, wodurch sich der Anteil des Gases auf 100% beläuft.

 Überprüfen

Auswertung (3/4)

Welcher chemische Vorgang in diesem Versuch verbraucht ungefähr ein Fünftel des ursprünglichen Luftvolumens?

- Ein Fünftel des ursprünglichen Luftvolumens ist bei der Substitution des Kupfers verbraucht worden.
- Ein Fünftel des ursprünglichen Luftvolumens ist bei der Oxidation des Kupfers verbraucht worden.
- Ein Fünftel des ursprünglichen Luftvolumens ist bei der Reduktion des Kupfers verbraucht worden.
- Keine der Antworten ist korrekt.

✓ Überprüfen

Auswertung (4/4)

Woraus besteht die Luft?

- Aus ca. 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff, 0,04% Kohlenstoffdioxid und Edelgasen (z.B. Argon).
- Aus ca. 78% Kohlenstoffdioxid, 21% Sauerstoff, 0,04% Stickstoff und Edelgasen (z.B. Argon).
- Luft besteht zu 100% aus Sauerstoff. Ohne diese hohe Sauerstoffkonzentration wäre kein Leben, wie wir es kennen, möglich.
- Aus ca. 21% Stickstoff, 78% Sauerstoff, 0,04% Kohlenstoffdioxid und Edelgasen (z.B. Argon).

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 15: Gasanteil	0/1
Folie 16: Luftverbrauch	0/1
Folie 17: Bestandteile der Luft	0/1

Gesamtsumme  0/3

 Lösungen

 Wiederholen