

Schnelle Verbrennungen - Explosionen



Die Schüler und Studenten lernen auf praktische Weise, dass die Verbrennungsgeschwindigkeit vom Zerteilungsgrad und der Durchmischung mit Sauerstoff bzw. dem Oxidationsmittel abhängig ist.

Chemie

Industrielle Chemie

Abgasreinigung, Umweltschutz



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



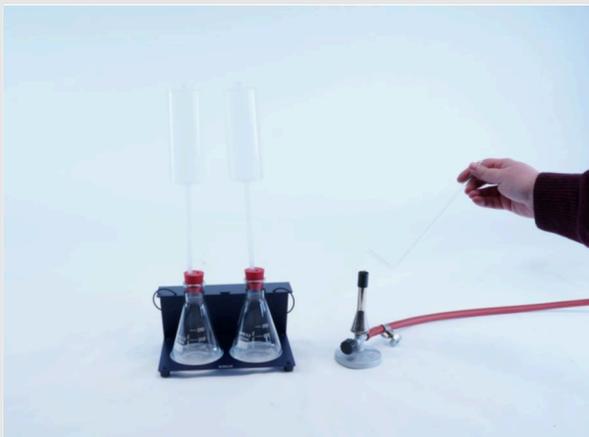
Durchführungszeit

10 Minuten

PHYWE
excellence in science

Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau

Holz verbrennt recht langsam und vorhersehbar. Zerteilt man das Holz jedoch zu Sägemehl und würft eine Handvoll ins Feuer, so entsteht eine kleine Explosion. Fast das gleiche gilt für Mehl: In den Mühlen herrschte früher absolutes Feuerverbot, da sich die Mehlgeschwängerte Luft leicht entzünden lässt. Hast du jedoch eine Arbeitsfläche voller Mehl und willst diese entzünden, stellst du dich das ganze vor erhebliche Schwierigkeiten.

Genau diesen Phänomenen gehst du im Verlauf dieses Versuchs auf den Grund.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler und Studenten sollten bereits exotherme Reaktionen, Verbrennungen und Explosionen im Unterricht behandelt haben. Außerdem ist es hilfreich, wenn sie wissen, wie eine Knallgasprobe durchgeführt wird.

Prinzip



Die Verbrennungsgeschwindigkeit ist vom Zerteilungsgrad und der Durchmischung mit Sauerstoff (bzw. dem Oxidationsmittel) abhängig.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler und Studenten lernen auf praktische Weise, dass die Verbrennungsgeschwindigkeit vom Zerteilungsgrad und der Durchmischung mit Sauerstoff bzw. dem Oxidationsmittel abhängig ist.

Aufgaben



Die Schüler und Studenten weisen die Abhängigkeit der Verbrennungsgeschwindigkeit vom Zerteilungsgrad nach und führen Explosionen von Knallgasgemischen durch.

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).
- Magnesium- und Aluminiumpulver sind leicht entzündlich und daher von offenen Flammen oder sonstigen Zündquellen fernzuhalten.
- 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

Vielleicht kennst du es aus dem Alltag: wirfst du eine Hand voll Mehl ins Feuer, so entsteht eine Stichflamme. Versuchst du jedoch, Mehl einfach zu entzünden, passiert nichts. Auch Feuerspucker greifen auf diesen Trick zurück: eine Wolke aus Bärlappsporen oder Lampenöl entzündet sich mit großer Flamme, beide Stoffe in ihrer normalen Form brennen allenfalls mit Mühe und Not.

Die hier beschriebenen Versuche zeigen, dass die Verbrennungsgeschwindigkeit vom Zerteilungsgrad und der Durchmischung mit Sauerstoff (bzw. dem Oxidationsmittel) abhängig ist.

So wird gezeigt, dass Metalle wie Aluminium und Magnesium in kompakter Form entweder nicht entzündbar sind, oder wenn doch, so nur relativ langsam verbrennen. In pulverisierter Form verbrennen sie dagegen sehr rasch.

Die höchsten Verbrennungsgeschwindigkeiten erreichen Gemische brennbarer Gase mit Luft bzw. mit Sauerstoff. Das wird an Hand von Knallgasgemischen gezeigt.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Glasröhrchen, rechtwinklig , 230 x 55, 10 Stück	36701-59	1
2	Teclubrenner mit Nadelventil, für Erdgas, DIN-Ausführung	32171-05	1
3	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW , lfd. Meter	39281-10	1
4	Schlauchselle für d = 12-20 mm, 1 Stück	40995-00	2
5	Anzünder für Erd- und Flüssiggas	38874-00	1
6	Tiegelzange, Edelstahl, l = 200 mm	33600-00	1
7	Gasbar	40466-00	2
8	Sauerstoff, 2 l, Stahlflasche	41778-00	1
9	Wasserstoff, 2 l, Stahlflasche	41775-00	1
10	Druckminderventil für O ₂	33482-00	1
11	Druckminderventil für Wasserstoff	33484-00	1
12	Tischständer für 2 l-Stahlflaschen	41774-00	2
13	Maulschlüssel 32/30 für Stahlflaschen	40322-00	1
14	Spritze, 50 ml, LUER,100 Stück	02589-10	1
15	Kanüle, 0,90 x 70 mm, LUER, 100 Stück	02597-10	1
16	Wanne, 150 mm x 150 mm x 65 mm, Kunststoff	33928-00	1
17	Holzspäne, 100 Stück	39126-10	1
18	Gummischlauch, Innen-d = 6 mm, lfd. m	39282-00	2
19	Löffelspatel, Stahl, l = 150 mm	33398-00	1
20	Aluminiumblech, 1 x 20 x 200 mm, 5 Stück	31074-00	1
21	Aluminium, Pulver, 250 g	30918-25	1
22	Magnesium, Band (Rolle), 25 g	30132-00	1
23	Magnesium, Pulver, 100 g	30133-10	1

Aufbau und Durchführung

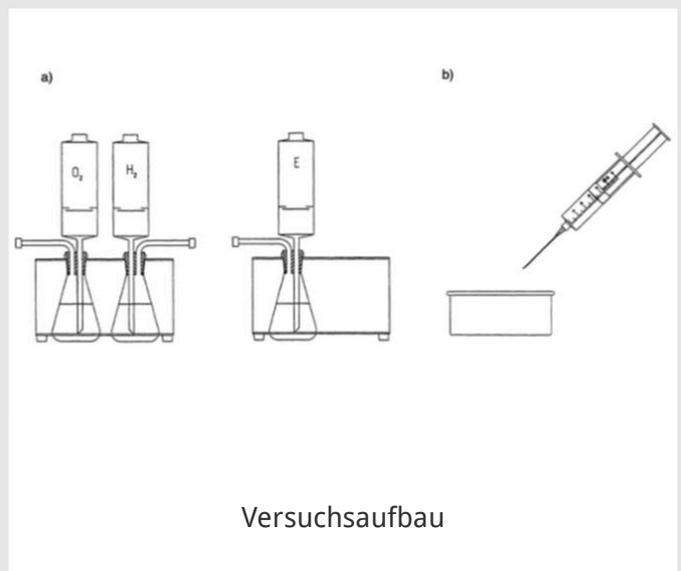
Aufbau und Durchführung (1/2)

PHYWE
excellence in science

Ein Stückchen Aluminiumblech (etwa 1 mm dick) und ein Stückchen Magnesiumband werden mittels Tiegelzange nacheinander in eine Gasbrennerflamme gehalten.

Wie in der Abbildung rechts werden 3 Kleingasometer befestigt und mit den Gasen Sauerstoff, Wasserstoff und Erdgas oder Methan gefüllt (Gasbar).

Nach der Füllung werden die Gasometer mit Gummikappen (Blindtüllen) verschlossen, durch die man jederzeit leicht und bequem Gasportionen mit Injektionsspritzen entnehmen kann. Die Gasometer werden entsprechend ihres Inhaltes gekennzeichnet.



Versuchsaufbau

Aufbau und Durchführung (2/2)

PHYWE
excellence in science

Weiterhin wird eine kleine Kunststoffwanne (150 x 150 x 65 mm) bis kurz unter den Rand mit Wasser gefüllt, dem man einen Spritzer eines schäumenden Geschirrspülmittels zusetzt. Zuletzt legt man noch Holzspäne (als Fidibus) und eine große Injektionsspritze (50 ml) mit langer Kanüle (0,9 x 70 mm) bereit.

Man durchsticht mit der Kanüle der Spritze die Gummikappe des Sauerstoffspeichers und zieht etwa 20 ml Sauerstoff auf. Dann durchsticht man mit derselben Spritze die Gummikappe des Wasserstoffspeichers und zieht etwa die gleiche Menge Wasserstoff auf.

So erzeugt man z.B. mit der Spritze ein Gemisch mit dem Volumenverhältnis 1:1. Dieses injiziert man dann rasch in die Spülmittellösung, so dass man einen mit diesem Gemisch gefüllten Schaum erhält. An diesen führt man einen brennenden Holzspan.

PHYWE
excellence in science

Auswertung

Auswertung (1/5)

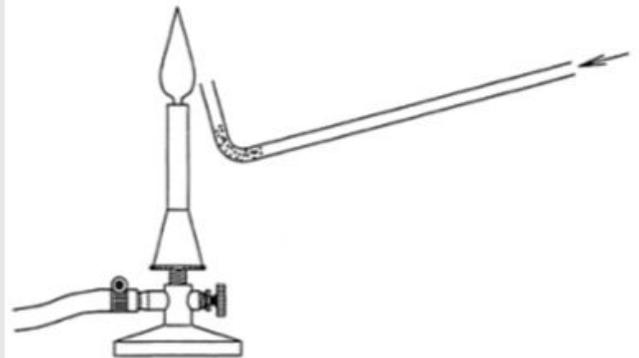
Beobachtung

- Das Aluminium schmilzt zwar, lässt sich aber unter diesen Bedingungen nicht entzünden. Das Magnesiumband entzündet sich, brennt dann jedoch relativ langsam ab. Weiterführung: Nach dieser Beobachtung gibt man nacheinander ein wenig Aluminiumpulver und Magnesiumpulver in rechtwinklige Glasrohre und pustet sie in eine möglichst lang eingestellte nichtleuchtende Gasbrennerflamme (Schutzbrille aufsetzen!). Jetzt erfolgen die Verbrennungen blitzartig und unter Aussendung von viel Licht.
- Das Wasserstoff-/Sauerstoff-Gemisch explodiert mit scharfem Knall. Auf gleiche Weise kann man nun Gemische mit anderen Volumenverhältnissen und anderen Gasen (z.B. Erdgas) zur Reaktion bringen. Sie werden vorwiegend in Form von Explosionen ablaufen. Erst wenn die eine oder die andere Komponente der Gemische nur noch in sehr geringer Konzentration vorliegt, wird die Reaktion in Form einer Verpuffung oder überhaupt nicht mehr ablaufen.

Auswertung (2/5)

Auswertung

- Je feiner ein brennbarer Stoff zerteilt ist und je stärker er mit Luft vermischt ist, desto rascher erfolgt seine Verbrennung.
- Gemische brennbarer Gase mit Sauerstoff oder Luft bilden sogenannte Knallgasgemische. Sie reagieren nach Zündung in Form von Explosionen. Die Ursache der heftigen Reaktionen liegt in der optimalen Verteilung von brennbaren Teilchen und Sauerstoffteilchen im Gemisch, so dass sich die Verbrennung vom Zündort ausgehend blitzschnell über das ganze Gemisch ausbreiten kann



Durchführung der Knallgasprobe

Auswertung (3/5)

Was gilt für einen brennbaren Stoff?

- Je feiner ein brennbarer Stoff zerteilt ist und je weniger er mit Luft vermischt ist, desto rascher erfolgt seine Verbrennung.
- Je feiner ein brennbarer Stoff zerteilt ist und je stärker er mit Luft vermischt ist, desto rascher erfolgt seine Verbrennung.
- Je gröber ein brennbarer Stoff ist und je weniger er mit Luft vermischt ist, desto rascher erfolgt seine Verbrennung.

✓ Überprüfen

Auswertung (4/5)

Was passiert mit dem in diesem Versuch hergestellten Wasserstoff/Sauerstoff-Gemisch?

- Keine der Antworten ist korrekt.
- Das entstandene Gemisch brennt langsam ab. Dieser Versuch wird daher auch Kohlgasprobe genannt.
- Das entstandene Gemisch explodiert mit einem lauten Knall. Dieser Versuch wird daher auch Knallgasprobe genannt.
- Nichts, da der vorhandene Wasserstoff die Flamme sofort erstickt.

✓ Überprüfen

Auswertung (5/5)

Was ist mit den in diesem Versuch zum Einsatz gekommenen Metallen passiert?

- Das Aluminium entflammt mit heller Flamme. Das Magnesiumband entzündet sich ebenfalls schlagartig.
- Nichts. Metalle brennen nicht.
- Das Aluminium schmilzt zwar, lässt sich aber unter diesen Bedingungen nicht entzünden. Das Magnesiumband entzündet sich, brennt dann jedoch relativ langsam ab.
- Keine der Antworten ist korrekt.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 14: Brennbarer Stoff	0/1
Folie 15: Knallgasprobe	0/1
Folie 16: Metalle	0/1

Gesamtsumme  0/3

👁️ Lösungen

🔄 Wiederholen