

# Bindung von Stickstoff durch unedle Metalle



Die Schüler und Studenten erkennen in diesem Versuch, dass Stickstoff nicht nur mit sehr unedlen Metallen (Alkalimetalle), sondern auch mit unedlen Metallen wie Magnesium oder Calcium reagieren kann.

Chemie

Anorganische Chemie

Chemie der Metalle



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/600563f6af145200034371e2>

**PHYWE**

## Allgemeine Informationen

### Anwendung

**PHYWE**

Versuchsaufbau

In diesem Versuch soll die Reaktivität von Stickstoff mit verschiedenen Metallen untersucht werden. Stickstoff als ein typisches Nichtmetall sollte mit (unedlen) Metallen zu dem entsprechenden Salz in Form einer exothermen Reaktion reagieren.

Dennoch reagieren Metalle kaum mit Stickstoff, so reagiert Stickstoff bei Zimmertemperatur nur mit sehr unedlen Metallen (Alkalimetalle wie Lithium) zu den entsprechenden Nitriden.

## Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler und Studenten sollten bereits Elektronenpaarbindungen und polare bzw. unpolare Atombindungen im Unterricht behandelt haben.

### Prinzip



Es ist möglich, dass Stickstoff mit unedlen Metallen (z.B. Calcium oder Magnesium) reagiert. Hierfür wird aber eine entsprechende Aktivierungsenergie benötigt.

## Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler und Studenten erkennen in diesem Versuch, dass Stickstoff nicht nur mit sehr unedlen Metallen (Alkalimetalle), sondern auch mit unedlen Metallen wie Magnesium oder Calcium reagieren kann.

### Aufgaben



Die Schüler und Studenten bringen die Metalle Magnesium und Calcium mit Stickstoff (aus Luft) zur Reaktion. Dazu wird in einem Quarzrohr das entsprechende Metall erhitzt und Luft durchgepumpt.

## Sicherheitshinweise

PHYWE



- Handschuhe und Schutzbrille tragen!
- Konzentrierte Säuren (wie Salzsäure) sind stark ätzend. Sie zerstören Haut und Textilien. Daher sind beim Experimentieren mit konzentrierten Säuren auch Schutzbrille, Schutzkittel und Handschuhe zu tragen. Beim Verdünnen erst das Wasser vorlegen, dann die Säure hinzufügen.
- Calcium und Magnesium nicht in der Nähe von offenen Flammen lagern.
- 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

Stickstoffverbindungen (Nitride, Nitrite und Nitrate) haben für Mensch und Natur eine besondere Bedeutung, so werden Nitrate beispielsweise als Düngemittel verwendet. Stickstoffverbindungen werden aber auch für die Herstellung von wichtigen, alltäglichen Produkten wie Kunststoffe und Farbstoffe benötigt.

Reiner Stickstoff als Ausgangsstoff zur Darstellung von Stickstoffbindungen ist aufgrund der Reaktionsträigkeit des Stickstoffmoleküls ungeeignet. Industriell wird meist Ammoniak als Ausgangsstoff verwendet.

Reiner Stickstoff lässt sich aber (unter geeigneten Versuchsbedingungen) mit sehr unedlen Metallen (Alkalimetalle) zur Reaktion bringen. Hat man eine genügend hohe Aktivierungsenergie zur Verfügung lassen sich auch Metalle wie Magnesium oder Calcium mit Stickstoff zur Reaktion bringen. Dies soll in diesem Versuch untersucht werden.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Bunsenstativ, 210 x 130 mm, h = 750 mm	37694-00	1
2	Doppelmuffe, Kreuzklemme	37697-00	1
3	Stativklemme, Spannweite 80 mm mit Stellschraube	37715-01	1
4	Reagenzglas, d = 16 mm, l = 160 mm, 100 Stück	37656-10	1
5	Reagenzglasgestell, 12 Bohrungen, d = 22 mm, Holz, 6 Abtropfstäbe	37686-10	1
6	Verbrennungsrohr, Quarzglas, l = 300 mm, NS 19	33948-01	1
7	Gummistopfen 17/22, Bohrung 7 mm	39255-01	1
8	Glasröhrchen, d = 8 mm, l = 80 mm, 10 Stück	36701-65	1
9	Gummigebläse -Doppelgebläse-	39287-00	1
10	Schlauchklemme, b = 15 mm	43631-15	1
11	Porzellanschiffchen, 10 Stück	32471-03	1
12	Löffelspatel, Stahl, l = 150 mm	33398-00	1
13	Teclubrenner mit Nadelventil, für Erdgas, DIN-Ausführung	32171-05	1
14	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW , lfd. Meter	39281-10	1
15	Anzünder für Erd- und Flüssiggas	38874-00	1
16	Schlauchschelle für d = 12-20 mm, 1 Stück	40995-00	2
17	Pinzette, l = 200 mm, gerade, stumpf	40955-00	1
18	Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff	33931-00	1
19	Glaswolle 10 g	31773-03	1
20	Salzsäure 37%, 1000 ml	30214-70	1
21	Indikatorpapier, pH 1-11, Rolle	47004-01	1
22	Magnesium, Pulver, 100 g	30133-10	1
23	Calcium, gekörnt, 50 g	30049-05	1
24	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1

**PHYWE**

# Aufbau und Durchführung

## Aufbau

**PHYWE**

- Die Apparatur, die zur Versuchsdurchführung benötigt wird, wird nach der Abbildung rechts zusammengestellt. Durch anklicken des blauen Buttons in der unteren rechten Ecke erhältst du eine schematische Zeichnung zum Versuchsaufbau.
- In das Verbrennungsrohr aus Quarzglas schiebt man zwischen zwei Quarzglaswollebüschchen ein Porzellanschiffchen, dass mit Magnesiumpulver bzw. Calcium (etwa jeweils ein Spatellöffel voll) gefüllt ist.



Versuchsaufbau



## Durchführung (1/3)

PHYWE

### Versuch 1: Reaktion von Magnesium mit Luft (1/2)

- Nachdem die Versuchsapparatur aufgebaut ist und mit Magnesiumpulver (in einem Porzellanschiffchen) gefüllt ist, wird das Quarzrohr mit einem Gasbrenner stark erhitzt und gleichzeitig Luft durch das Verbrennungsrohr gepumpt.
- Dazu wird der Schlauch des Gebläses mit einer Schlauchklemme soweit eingeengt, dass ein gleichmäßiger nicht zu starker Luftstrom die Apparatur durchströmt.
- Nach Einsetzen der Reaktion entfernt man den Brenner und lässt die Luft bis zum Reaktionsende durch das Quarzrohr strömen.
- Sobald das Quarzrohr erkaltet ist, wird das Porzellanschiffchen aus dem Quarzrohr genommen. Neben einer vorwiegenden weißen Masse sind im Reaktionsprodukt auch Bereiche erkennbar, die eine graue (zum Teil auch grünlich-gelbe) Färbung haben.

## Durchführung (2/3)

PHYWE

### Versuch 1: Reaktion von Magnesium mit Luft (2/2)

- Von diesem Reaktionsprodukt (mit der grauen bzw. grünlich-gelben Färbung) gibt man einen Teil in ein Reagenzglas und fügt einige Milliliter Wasser hinzu.
- Nun füllt man ein zweites Reagenzglas mit einem Viertel mit konzentrierter Salzsäure und hält die Öffnung des Reagenzglases schräg über die Öffnung des Reagenzglases mit der gefärbten Substanz (Ziel: Reaktionsprodukt (Ammoniak) soll mit Salzsäuredämpfen versetzt werden).
- Anschließend hält man ein angefeuchtetes Stück Universaltindikatorpapier über die Öffnung des Reagenzglases (Reagenzglaswandungen dabei nicht berühren).

## Durchführung (3/3)

PHYWE

### Versuch 2: Reaktion von Calcium mit Luft

- Nachdem die Versuchsapparatur aus Versuchsteil 1 erkaltet ist, wird ein Porzellanschiffchen mit Calcium gefüllt und in die Versuchsapparatur bzw. das Quarzrohr geschoben.
- Nun wird Quarzrohr mit einem Gasbrenner stark erhitzt und gleichzeitig Luft durch das Verbrennungsrohr gepumpt. Dazu wird der Schlauch des Gebläses mit einer Schlauchklemme soweit eingeengt, dass ein gleichmäßiger nicht zu starker Luftstrom die Apparatur durchströmt.
- Analog Versuchsteil 1 untersucht man auch hier das Reaktionsprodukt weiter. Als Reaktionsprodukt in diesem Versuch erhält man auch eine vorwiegend weiße Masse, die aber ebenfalls dunkle (zum Teil braun-gelbliche) Bereiche hat. Ein Teil der dunkel gefärbten Substanz wird in ein Reagenzglas überführt und wie im ersten Versuchsteil mit Wasser versetzt und anschließend das entstandene gasförmige Reaktionsprodukt mit Salzsäuredämpfe zur Reaktion gebracht. Das gasförmige Reaktionsprodukt wird mit einem angefeuchteten Indikatorpapier getestet.

PHYWE



## Auswertung

## Auswertung (1/7)

PHYWE

### Beobachtung

Magnesium und Calcium reagieren (mit bloßem Auge) nicht an Luft. Aber nach Zuführung der Aktivierungsenergie (durch Erhitzen) entzünden sich sowohl Magnesium als auch Calcium im Luftstrom. Die beiden Elemente verbrennen dabei mit einer hellen, gleißenden Flamme.

In dem Produktgemisch lassen sich mehrere Substanzen unterscheiden. Der Hauptbestandteil des Gemisches ist ein weißer Feststoff (das Oxid), darüber hinaus sind auch noch gefärbte Substanzen (das Nitrid) in dem Reaktionsgemisch erkennbar.

Löst man die dunkel gefärbten Substanzen der Reaktionsprodukte in Wasser, setzt eine teils heftige Reaktion ein, bei der ein Gas gebildet wird, dass mit den Salzsäuredämpfen einen weißen Nebel bildet. Das Indikatorpapier zeigt bei Berührung mit dem Nebel eine alkalische Reaktion.

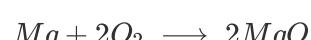
## Auswertung (2/7)

PHYWE

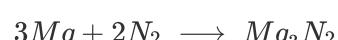
### Auswertung

Sowohl Magnesium als auch Calcium reagieren nach Überwinden der Aktivierungsenergie in einer exothermen Reaktion mit Luft (Hauptbestandteile der Luft: Stickstoff und Sauerstoff).

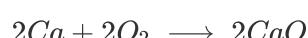
Die hieraus möglichen Reaktionsprodukte zeigen die rechts abgebildeten Gleichungen:



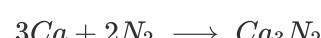
$$\Delta H = -602,1 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -461,6 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -635,6 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -632,1 \text{ kJ/mol}$$

## Auswertung (3/7)

PHYWE

### Auswertung

Aus den Energiebilanzen der einzelnen Reaktionen lässt sich ablesen, dass beide Metalle in erster Linie mit Sauerstoff (aus der Luft) zu den entsprechenden Oxiden reagieren.

Wird für den Vorgang der Reaktion Sauerstoff nicht schnell genug nachgeliefert, so kann auch eine Reaktion des Metalls mit Stickstoff ablaufen. Das reaktionsträge Stickstoffmolekül wird dabei durch die freigesetzte Reaktionswärme (verursachte durch die Bildung des Oxides) soweit angeregt, dass die Reaktion bzw. Bildung des Nitrids ermöglicht wird.

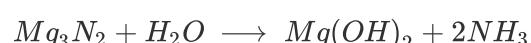
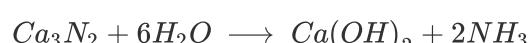
Die entstandenen Nitride reagieren mit Wasser zu den entsprechenden Hydroxiden und Ammoniak, das mit Salzsäuredämpfen einen Nebel aus Ammoniumchlorid bildet. Ammoniakdämpfe zeigen mit dem angefeuchteten Universalindikatorpapier eine basische Reaktion.

## Auswertung (4/7)

PHYWE

### Auswertung

Diese Reaktionen laufen nach folgenden Gleichungen ab:



## Auswertung (5/7)

PHYWE

Lässt sich mit bloßem Auge erkennen, ob sich bei der Reaktion mehrere Produkte gebildet haben?

- Ja. Der Hauptbestandteil des Gemisches ist ein weißer Feststoff (Oxid). Darüber hinaus sind auch noch gefärbte Substanzen (das Nitrid) in dem Reaktionsgemisch erkennbar.
- Nein, lediglich mit dem Mikroskop lassen sich verschiedene Produkte erkennen.
- Ja. Der Hauptbestandteil des Gemisches ist ein roter Feststoff (Eisenoxid). Darüber hinaus sind auch noch gefärbte Substanzen (das Magnesium) in dem Reaktionsgemisch erkennbar.

Überprüfen

## Auswertung (6/7)

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Magnesium und Calcium reagieren (mit bloßem Auge) [redacted] an Aktivierungsenergie  
Luft. Aber nach Zuführung der [redacted] (durch Erhitzen) nicht entzünden sich sowohl Magnesium als auch Calcium im Luftstrom. Die beiden hellen Elemente verbrennen dabei mit einer [redacted], gleißenden Reaktion Flamme. Löst man die dunkel gefärbten Substanzen der Reaktionsprodukte in Wasser, setzt eine teils heftige [redacted] ein, bei der ein Gas gebildet wird, dass mit den Salzsäuredämpfen einen weißen Nebel bildet.

Überprüfen

## Auswertung (6/7)

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Magnesium und Calcium reagieren (mit bloßem Auge) an  
Luft. Aber nach Zuführung der (durch Erhitzen)  
entzünden sich sowohl Magnesium als auch Calcium im Luftstrom. Die beiden  
Elemente verbrennen dabei mit einer , gleißenden  
Flamme. Löst man die dunkel gefärbten Substanzen der Reaktionsprodukte in  
Wasser, setzt eine teils heftige ein, bei der ein Gas  
gebildet wird, dass mit den Salzsäuredämpfen einen weißen Nebel bildet.

Aktivierungsenergie  
nicht  
hellen  
Reaktion

Überprüfen

## Auswertung (7/7)

PHYWE

Lässt sich aus den Energiebilanzen der einzelnen Reaktionen schlussfolgern, warum in erster Linie das Metall mit Sauerstoff zu dem entsprechenden Oxid reagiert?

- Ja, da die Energiebilanzen von den Reaktionen mit Sauerstoff deutlich höher liegen als jene, die mit Stickstoff reagiert haben.
- Ja, da die Energiebilanzen von den Reaktionen mit Sauerstoff deutlich niedriger liegen als jene, die mit Stickstoff reagiert haben.
- Nein, da die Energiebilanzen bei der Reaktion mit Sauerstoff und Stickstoff gleich sind.

Überprüfen