

Knallgasrakete - Microscalevariante

Wasser wird in einer größeren Plastikpipette elektrolysiert, das entstehende Knallgas wird im Kopf einer kleineren Pipette aufgefangen. Zum Zünden wird der Pipettenkopf auf eine aufgebogene Büroklammer gesteckt und mit einem Funkenüberschlag gezündet.

Hintergrund

Dieser Versuch greift die Knallgasrakete auf, und macht Sie als Schülerübung zugänglich. Die gefahrlose, aber effektive Zündung durch eine Handteslaspule macht dieses Experiment äußerst attraktiv.

Gefahren



Signalwort: - - -

Bei dem Versuch entstehen Wasserstoff und Sauerstoff in so kleinen Mengen, dass keine Gefahr davon ausgeht.



Schutzbrille tragen. Die Mengenangaben einhalten. Die Handteslaspule nicht auf Menschen richten. Vorsicht Hochspannung. Nicht mit der Rakete auf Menschen zielen.

Die Handteslaspule ist nicht für den Dauerbetrieb gedacht. Nach 10 Minuten in Betrieb muss die Spule 10 Minuten ausgeschaltet bleiben.

Chemikalien

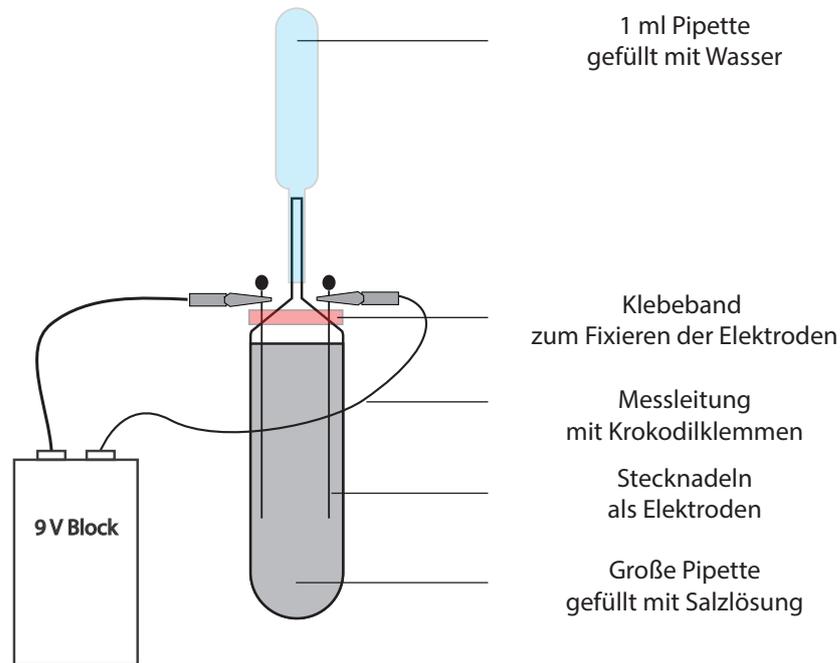
- Natriumsulfat- Lsg, gesättigt, nach GHS kein Gefahrenstoff

Materialien

- Pipette, groß, Bezugsquelle Roth 303.1
- Pipette, 1 ml
- Schere
- Große Stecknadeln als Elektroden
- Gewebeklebeband von Tesa zum Fixieren der Elektroden
- 9 V-Block als Stromversorgung mit Messleitungen, klein, 2 Stück
- Große Büroklammer als Abschussrampe
- Handteslaspule (Bezugsquelle Lit. 1), 220 V Netzspannung (möglichst keine Spule mit 120 V)
- 250 ml Becherglas als Ständer
- Erlenmeyerkolben zum Herstellen der Lösung

Knallgasrakete - Microscalevariante

Versuchsaufbau 1 - Elektrolyse



Durchführung 1- Elektrolyse (nach Lit. 2)

Der Versuchsaufbau wird jedesmal neu zusammgebaut und kann nach dem Versuch entsorgt werden.

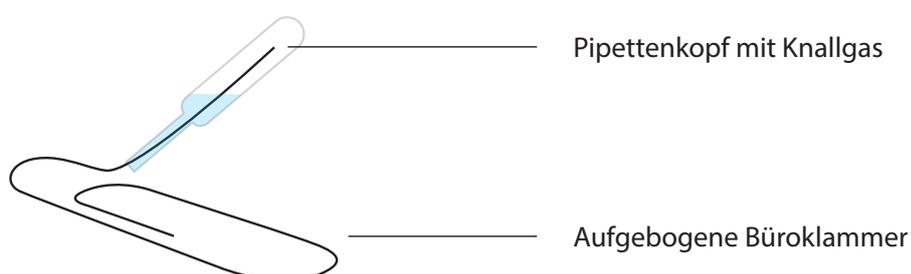
Zusammenbau der Apparatur

1. Pipetten wie auf der Abbildung mit der Schere kürzen.
2. Große Pipette mit gesättigter Natriumsulfat- Lsg. füllen.
3. Elektroden durchstechen, mit Klebeband fixieren, darauf achten, dass Krokodilklemmen noch angebracht werden können.
4. Kleinen Pipettenkopf mit Wasser füllen, über die große Pipette stülpen.
5. Die Anordnung in ein Becherglas stellen.

Elektrolyse

1. Die Pole der 9 V Batterie mit den Elektroden verbinden.
2. Wenn es schneller gehen soll, kann man zwei Batterien in Reihe schalten.
3. Solange elektrolysieren, bis das Wasser im Kopf der Pipette noch 5 mm hoch steht.

Versuchsaufbau 2 - Abschuss der Rakete



Knallgasrakete - Microscalevariante

Durchführung 2 - Abschuss der Knallgasrakete (nach Lit. 2)

1. Vorsichtig den kleinen Pipettenkopf von der großen Pipette nehmen, Öffnung nach unten halten.
2. Vorsichtig auf die aufgebogene Büroklammer stecken.
3. Die Büroklammer so ausrichten, dass sich niemand in der Schussbahn befindet.
4. Mit der Handteslaspule auf den gasgefüllten Teil der Pipette zielen, Funkenüberschlag auslösen.
5. Die Rakete muss sofort zünden.

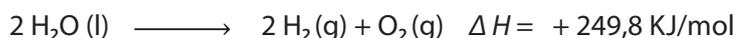
Beobachtung

Durch die Elektrolyse entstehen Gase an beiden Elektroden, die nach oben in den kleinen Pipettenkopf steigen, und dort das Wasser verdrängen. Dadurch tropft Wasser aus der oberen Pipette.

Es gibt einen Funken von der Handteslaspule bis zum Metalldraht der Büroklammer durch die Pipettenwand hindurch. Die Rakete zündet mit dumpfen Knall. Die Rakete fliegt je nach Steigung der Startrampe steil nach oben bis an die Decke oder im flachen Bogen viele Meter weit.

Erklärung

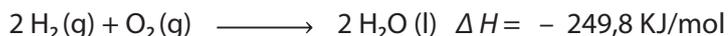
Wasser wird durch elektrischen Strom in einer stark endothermen Reaktion in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt:



Um die Leitfähigkeit zu erhöhen, wird eine Natriumsulfatlösung elektrolysiert.

Die Gase steigen nach oben und verdrängen das Wasser aus dem aufgesteckten Pipettenkopf. Daher tropft das Wasser aus der Pipette heraus.

Wasserstoff und Sauerstoff liegen in der Pipette nebeneinander vor, ohne miteinander zu reagieren, sie sind metastabil. Im stöchiometrischen Verhältnis 2 : 1 bezeichnet man die Mischung als Knallgas. Erst durch einen Zündfunken reagiert die Mischung unter Explosion in einer exothermen Reaktion zu Wasser.



Da das entstehende Wasser durch die starke Wärmeentwicklung sich stark ausdehnt, wird das restliche Wasser aus dem Pipettenkopf gepresst. Nach dem physikalischen Grundsatz *Actio = Reactio* erfährt der Pipettenkopf eine Gegenkraft, die ihn in die Gegenrichtung des ausströmenden Wassers wegschießt.

Ohne flüssiges Restwasser im Kopf kommt es nur zu einem Knall, ohne dass der Pipettenkopf weggeschossen wird.

Der Knall ist durch die Pipette und das Restwasser schallgedämmt, und damit viel leiser als im Vergleich zu Knallgas im Seifenschäum.

Entsorgung

Die Salzlösung kann im Abfluss, die Pipette im Restmüll entsorgt werden. Die Stahlnadeln können wiederverwendet werden, ebenso kann man die Batterie mehrmals nutzen.

Knallgasrakete - Microscalevariante

Hinweise zur Handteslaspule BD-10AS von ETP

Die Spule kann direkt in der USA bestellt werden.

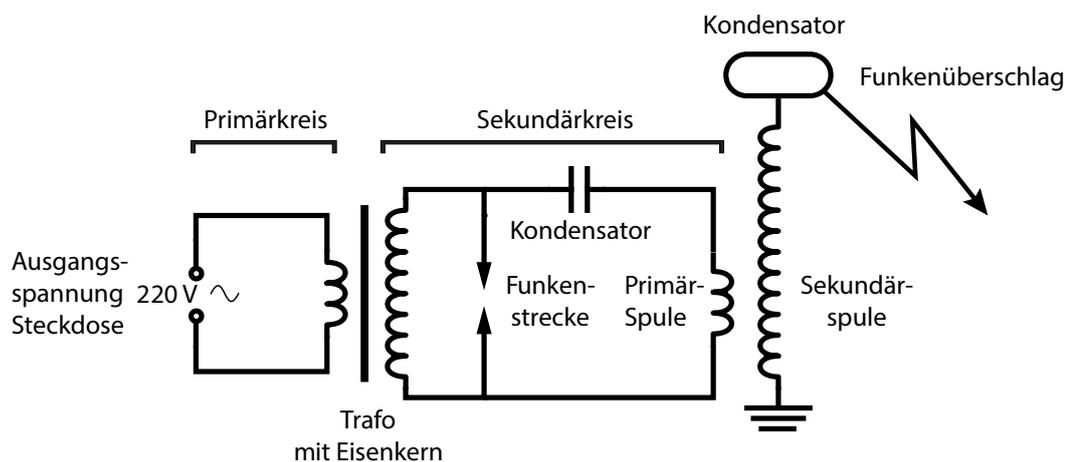


Technische Daten

Die Teslaspule arbeitet mit 220 V bzw. 120 V und 50 Hz bzw. 60 Hz. Sie transformiert die Spannung aus der Steckdose auf etwa 20 000 bis 45 000 V. Die Frequenz beträgt dann etwa 500 kHz, die Strömstärke des Funkenüberschlags liegt etwa bei 1 mA.

Funktionsweise der Spule (nach Lit. 3)

Den Aufbau einer Teslaspule zeigt das folgende Schaubild (verändert nach Lit. 4)



Im Trafo wird die Netzspannung auf 1,2 kV hochtransformiert und der Kondensator im Sekundärkreis aufgeladen. Ist dieser genügend aufgeladen, springt ein Funke in der Funkenstrecke über. Diese ist wie ein Schalter, der den Strom an- und ausschaltet. Ist der „Schalter“ geschlossen, fließt Strom durch die Primärspule.

Dadurch entsteht ein Magnetfeld, welches wieder zusammenbricht, wenn der Kondensator entladen ist und kein Funkenüberschlag mehr stattfindet. Danach lädt sich der Kondensator wieder auf und der Zyklus aus Bildung und Zusammenbruch des Magnetfelds findet immer wieder und wieder statt.

Jedesmal, wenn sich ein Magnetfeld ausbildet, wird dadurch in der Sekundärspule eine hochfrequente Spannung induziert (500 kHz). Die Spannung liegt aufgrund der hohen Windungszahl der Sekundärspule zwischen 20 000 bis 50 000 V (vereinfacht dargestellt).

Wiederum wird ein Kondensator aufgeladen, der sich bei entsprechender Aufladung in die Umgebung als sichtbarer Funkenüberschlag entlädt.

Literatur

- (1) <http://www.electrotechnicproducts.com/bd-10as-high-frequency-generator/>
- (2) Flinn Scientific: Simple Elektrolysis (auf Youtube abrufbar, Film ab 10:00 min Knallgasrakete)
- (3) <http://mindtrekkers.mtu.edu/docs/Lessons%202012/Mini%20Tesla%20Coil.pdf>
- (4) http://de.wikipedia.org/wiki/Tesla-Transformator#mediaviewer/File:Tesla_coil_3.svg