

Elektrolyse von Wasser (Artikelnr.: P1028200)

Curriculare Themenzuordnung



Schwierigkeitsgrad



Leicht

Vorbereitungszeit



10 Minuten

Durchführungszeit



20 Minuten

empfohlene Gruppengröße



1 Schüler/Student

Zusätzlich wird benötigt:

Versuchsvarianten:

Schlagwörter:

Elektrolyse, Redoxreaktionen

Lehrerinformation

Einführung

Prinzip

Bei der einfachen Elektrolyse (z.B. von Wasser) baut man eine Elektrolysezelle auf, die aus 2 gleichen Elektroden (meist aus Graphit oder Platin) besteht und in eine (Elektrolyt-)Lösung tauchen. In diesem Versuch wird Natronlauge als Elektrolytlösung verwendet, diese hat den Zweck, das Wasser "besser" leitend zu machen. Die Leitfähigkeit von (dest.) Wasser wäre in diesem Versuch so gering, so dass eine Elektrolyse sehr langsam verlaufen würden.

Darüber hinaus benötigt man für jede Elektrolyse eine Spannungsquelle (Gleichspannung). Die Spannungsquelle erzeugt dabei einen Elektronenmangel an der Anode sowie einen Elektronenüberschuss an der Kathode und induziert somit die Elektronenübertragung, was die Elektrolyse "verursacht".

Die Schüler sollten darauf hingewiesen werden, dass in diesem Fall nicht (destilliertes) Wasser elektrolysiert wird, sondern verdünnte Natronlauge. Das Ergebnis ist aber das gleiche, wie bei einer reinen Wasserelektrolyse. Hierbei laufen folgende Vorgänge ab:

- Anode: $4\text{OH}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4e^-$
- Kathode: $4\text{H}_3\text{O}^+ + 4e^- \longrightarrow 2\text{H}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Lernziel

Die Schülerinnen und Schüler lernen in diesem Versuch, dass sich Wasser mit Hilfe elektrischer Energie in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen lässt. Da bei dieser Reaktion Sauerstoff entsteht, erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass Wasser zur Stoffklasse der Oxide gehört, Wasser wird in der chemischen Fachsprache daher auch als Wasserstoffoxid bezeichnet.

Die Zerlegung einer chemischen Verbindung wird allgemein als Analyse bezeichnet. Da bei der Zerlegung von Wasser elektrische Energie verwendet wird, bezeichnet man diese spezielle Art der Analyse auch als Elektrolyse.

Schülerinnen und Schüler beobachten bei der Elektrolyse von Wasser, dass sich Wasserstoff und Sauerstoff im Volumenverhältnis von etwa 2 zu 1 bilden und schließen daraus auf die korrekte Summenformel von Wasser.

Die bei der Elektrolyse entstandenen Produkte -Wasserstoff und Sauerstoff- werden mit Hilfe gängiger Nachweisverfahren (Glimmspannprobe und Knallgasprobe) verifiziert, wodurch die Schülerinnen und Schüler ihr experimentelles Wissen über gängige Nachweisverfahren vertiefen.

Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Stativfuß, variabel	02001-00	1
2	Bunsenbrenner nach DIN, Erdgas	32165-05	1
3	Glycerin, 99%, 250 ml	30084-25	1
4	U-Rohr mit 2 seitlichen Ansätzen, SB 19	36966-00	1
5	Graphitelektrode, d = 7 mm, l = 150, 6 Stück	44512-00	1
6	Stativstange Edelstahl 18/8, l = 600mm, d = 10mm	02037-00	1
7	Doppelmuffe	02043-00	1
8	Universalklemme, Stellschraube an beweglicher Seite	37715-00	1
9	Glasröhrchen mit Spitze, 200 mm, 10 Stück	36701-63	2
10	Reagenzglasgestell, 12 Bohrungen; d = 22 mm, Holz	37686-10	1
11	Natriumhydroxid, Perlen 500 g	30157-50	1
12	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW , lfd. Meter	39281-10	1
13	Schutzbrille, farblose Scheiben	39316-00	1
14	Krokodilklemme, blank, 10 Stück	07274-03	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot	07361-01	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau	07361-04	1
17	Becherglas DURAN®, niedrige Form, 250 ml	36013-00	2
18	Reagenzglas, d = 18 mm, l = 180 mm, 10 Stück	37658-03	1
19	Holzspäne, 100 Stück	39126-10	1
20	Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff	33931-00	1
21	Batterie 4,5 V, 3R 12 DIN 40869	07496-01	1
22	Gummischlauch , Innen-d = 6 mm, lfd. m	39282-00	1
23	Gummistopfen 17/22, 1 Bohrung 7 mm	39255-01	2

Sicherheitshinweise



Während des Versuches müssen alle im Raum befindlichen Personen eine Schutzbrille tragen!



H- und P-Sätze

Wasserstoff

- H220: Extrem entzündbares Gas
- P210: Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.
- P377: Brand von ausströmendem Gas: Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
- P381: Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich.
- P403: An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.

Sauerstoff

- H270: Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel

Gefahren

- Natronlauge wirkt ätzend. Spritzer auf Haut und Kleidung mit viel Wasser abwaschen.
- Während des Versuches entstehen explosionsfähige Gemische
- Auf korrektes Anschließen der Elektroden ist zu achten.
- Die Reagenzgläser mit den erzeugten Gasen dürfen nicht verwechselt werden, damit nicht mit Wasserstoff die Glimmspanprobe durchgeführt wird.

Einführung

Anwendung und Aufgabe

Anwendung

Einige wichtige Elemente wie beispielsweise Wasserstoff liegen in der Natur nur in Form von Verbindungen vor. Um diese Elemente (die mit Hilfe einer Synthese nicht darstellbar sind) dennoch zu erhalten, geht man entsprechenden Verbindungen und zerlegt diese in einzelne Bestandteile (= Analyse).

Für viele dieser Prozesse wird elektrischer Energie verwendet, um chemische Verbindungen zu zerlegen. Diese Prozesse nennt man **Elektrolyse**. Die Elektrolyse ist heute ein bedeutendes industrielles Verfahren zur Herstellung von Stoffen, deren Gewinnung durch rein chemische Prozesse (wie z.B. für Wasserstoff oder Metalle) teurer oder kaum möglich wäre.

Eine Elektrolyse erfordert daher immer eine Gleichspannungsquelle (z.B. eine Batterie), welche die elektrische Energie zur Zerlegung der Verbindung liefert.

Aufgabe

In diesem Versuch untersuchst du, was passiert, wenn du mit Hilfe einer 4,5-Volt-Batterie Strom in Wasser leitest. Dazu baust du eine Elektrolysezelle (mit Hilfe eines Becherglases) mit 2 Graphit-Elektroden auf, als Elektrolytlösung wird verdünnte Natronlauge verwendet.

- **Aufgabe 1:** Vergleiche die Gasmengen, die an der Anode und Kathode entstanden sind. In welchem Volumenverhältnis stehen Wasserstoff und Sauerstoff?
- **Aufgabe 2:** Zu welcher Stoffklasse gehört Wasser (aufgrund der in Aufgabe 1 bestimmten Elektrolyseprodukte)?
- **Aufgabe 3:** Welchen Versuch könnte man zusätzlich durchführen, um nachzuweisen, dass Wasser zu der in Aufgabe 2 bestimmten Stoffklasse gehört?
- **Aufgabe 4:** Unterscheide bzw. erkläre die beiden Begriffe "Analyse" und "Elektrolyse".

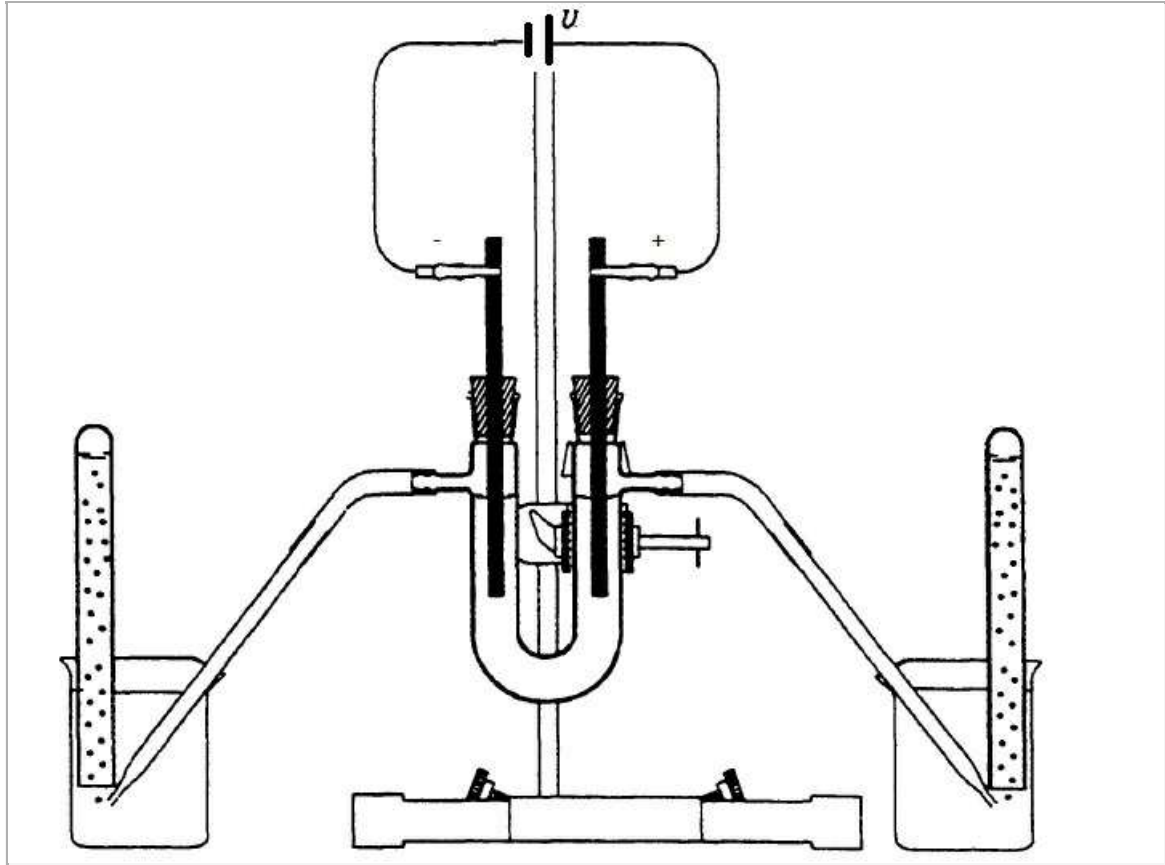
Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Stativfuß, variabel	02001-00	1
2	Bunsenbrenner nach DIN, Erdgas	32165-05	1
3	Glycerin, 99%, 250 ml	30084-25	1
4	U-Rohr mit 2 seitlichen Ansätzen, SB 19	36966-00	1
5	Graphitelektrode, d = 7 mm, l = 150, 6 Stück	44512-00	1
6	Stativstange Edelstahl 18/8, l = 600mm, d = 10mm	02037-00	1
7	Doppelmuffe	02043-00	1
8	Universalklemme, Stellschraube an beweglicher Seite	37715-00	1
9	Glasröhrchen mit Spitze, 200 mm, 10 Stück	36701-63	2
10	Reagenzglasgestell, 12 Bohrungen; d = 22 mm, Holz	37686-10	1
11	Natriumhydroxid, Perlen 500 g	30157-50	1
12	Sicherheits-Gasschlauch, DVGW , lfd. Meter	39281-10	1
13	Schutzbrille, farblose Scheiben	39316-00	1
14	Krokodilklemme, blank, 10 Stück	07274-03	1
15	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, rot	07361-01	1
16	Verbindungsleitung, 32 A, 500 mm, blau	07361-04	1
17	Becherglas DURAN®, niedrige Form, 250 ml	36013-00	2
18	Reagenzglas, d = 18 mm, l = 180 mm, 10 Stück	37658-03	1
19	Holzspäne, 100 Stück	39126-10	1
20	Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff	33931-00	1
21	Batterie 4,5 V, 3R 12 DIN 40869	07496-01	1
22	Gummischlauch , Innen-d = 6 mm, lfd. m	39282-00	1
23	Gummistopfen 17/22, 1 Bohrung 7 mm	39255-01	2

Aufbau und Durchführung

Aufbau

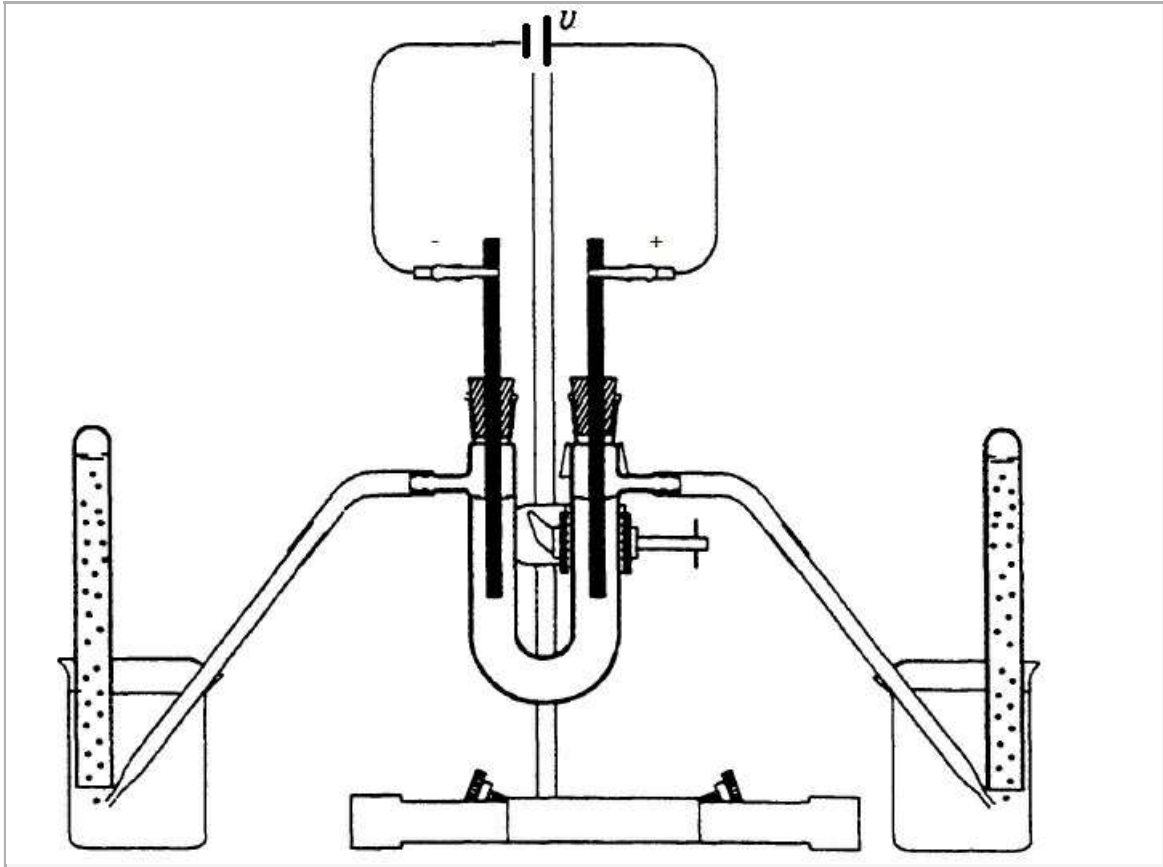
1. Baue das Stativ gemäß Abbildung 1 auf. Spanne auf halber Stativhöhe ein U-Rohr vorsichtig ein. Verbinde über Schlauchstücke die seitlichen Ansätze des U-Rohres mit den Glasröhrchen mit Spitze ("Gaseinleitungsrohre").
2. Fülle die beiden Bechergläser (wie in Abb. 1) zu zwei Dritteln mit Leitungswasser und stelle die beiden Bechergläser unter die Gaseinleitungsrohre. Senke dabei das U-Rohr soweit ab, dass die Gaseinleitungsrohre bis zum Boden des Becherglases reichen.
3. Fülle nun zwei Reagenzgläser randvoll mit Leitungswasser und stelle sie in ein Reagenzglasgestell.



Durchführung

1. Fülle das U-Rohr mit der bereitgestellten Natronlauge bis unterhalb der seitlichen Ansätze. Drehe die Kohleelektroden (mit Glycerin gleitend machen) vorsichtig in die Gummistopfen und setze beide Elektroden in das U-Rohr ein. Schalte dabei die linke Elektrode als Kathode (-) und die rechte als Anode (+) gemäß Abbildung 2

2. Nachdem die beiden Elektroden mit der Batterie verbunden wurden, lege für ca. eine Minute die Spannung an. Entferne anschließend die Batterie, entimm die mit Wasser gefüllten Reagenzgläser aus dem Reagenzglasgestell, verschließe die Reagenzgläser mit dem Daumen und stülpe sie umgekehrt über die Enden der Gasleitungsrohre. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass kein Wasser ausfließt.



3. Lege nun wieder die Spannung an, fange dabei die entstehenden Gase in den einzelnen Reagenzgläsern auf, bis eines der Reagenzgläser vollständig gefüllt ist. Sobald eines der Reagenzgläser mit dem Gas vollständig gefüllt ist, schalte das Netzgerät ab und vergleiche die entstandenen Gasmengen in den beiden Reagenzgläsern.

4. Bei der Elektrolyse von Wasser entstehen Wasserstoff und Sauerstoff. Beide Gase lassen sich mit relativ einfachen Methoden nachweisen. Dabei dient die Knallgasprobe dazu Wasserstoff nachzuweisen, während die Glimmspannprobe Sauerstoff nachweisen soll. Um beide entstandenen Gase nachzuweisen, führe mit dem an der Kathode aufgefangenen Gas die Knallgasprobe durch und mit dem an der Anode aufgefangenen Gas die Glimmspanprobe.

Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

Beobachtung 1

Beim Anlegen einer Spannung entwickeln sich an beiden Elektroden Gasbläschen. Über die Gaseinleitungsrohre wird das entstandene Gas in das Reagenzglas überführt und sammelt sich dabei in dem jeweiligen Reagenzglas an. Dabei ist zu beobachten, dass sich an der Kathode doppelt soviel Gas bildet, wie an der Anode. Dies lässt sich beim Vergleich der beiden gefüllten Reagenzgläser deutlich erkennen.

Beobachtung 2

- Der Sauerstoffnachweis mit Hilfe der Glimmspannprobe verläuft positiv. Beim Eintauchen eines glimmenden Holzspanes in das Reagenzglas mit dem Gas, das an der Anode gebildet worden ist, glüht bzw. entflammt der glimmende Holzspan auf.
- Der Wasserstoffnachweis mit Hilfe der Knallgasprobe verläuft ebenfalls positiv. Hält man das Reagenzglas mit dem Gas, das sich an der Kathode gebildet hat, an einen Bunsenbrenner, so "verbrennt" das Gas mit einem pfeifenden Geräusch

Auswertung

Auswertung Frage 1

Wasser lässt sich durch (elektrische) Energie zerlegen, hierbei entstehen Wasserstoff und Sauerstoff, die durch die positive Glimmspannprobe bzw. Knallgasprobe nachgewiesen werden. Der Vergleich der entstandenen Gasmengen zeigt, dass Wasser Wasserstoff und Sauerstoff im Volumenverhältnis 2 : 1 enthält

Auswertung Frage 2

Da Wasser eine Verbindung mit Sauerstoff ist, gehört Wasser daher zur Stoffklasse der Oxide. Daher lautet der chemische Name für Wasser auch (Di-) Wasserstoffoxid.

Auswertung Frage 3

Da Luft ebenfalls Sauerstoff enthält ist eine positive Glimmspannprobe nicht immer ein Nachweis für die Bildung von Sauerstoff während einer Reaktion. Eine Möglichkeit nachzuweisen, dass Wasser Sauerstoff enthält (also zur Stoffklasse der Oxide gehört) wäre, Wasserstoff und Sauerstoff (unter Ausschluss anderer Elemente) miteinander umzusetzen. Entstände bei dieser Umsetzung nur Wasser als Produkt, wäre damit gezeigt, dass Wasser Wasserstoffoxid ist.

Auswertung Frage 4

Analyse und Elektrolyse lassen sich folgendermaßen unterscheiden:

Bei beiden Vorgängen wird eine chemische Verbindung in einzelne Bestandteile zerlegt. Als Analyse wird dabei allgemein die Zerlegung einer chemischen Verbindung bezeichnet, bei der Elektrolyse wird die Zerlegung ("Analyse") einer Verbindung mit Hilfe elektrischer Energie erreicht.