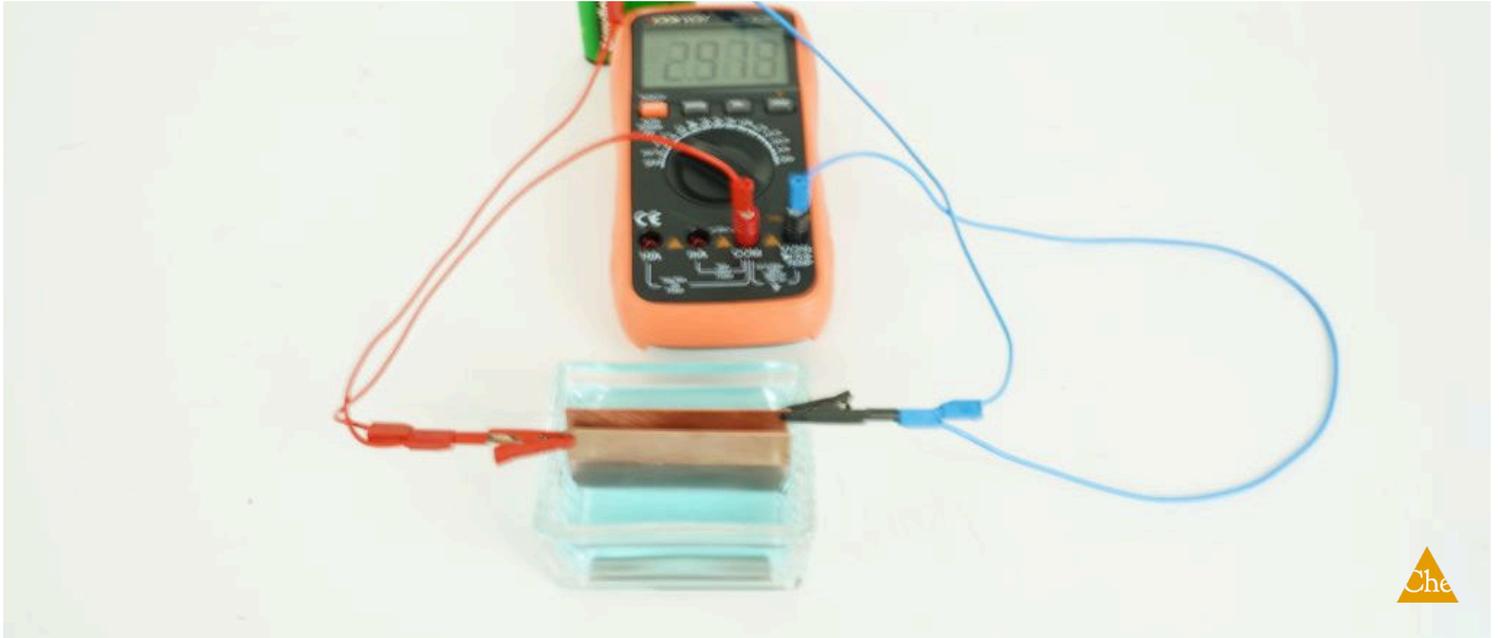


1. Faraday'sche Gesetz



Das erste Faradaysche Gesetz beschreibt den Zusammenhang zwischen abgeschiedener Stoffmenge und zugeführter elektrischer Energie und wird in diesem Versuch experimentell untersucht

Chemie

Physikalische Chemie

Elektrochemie

Elektrolyse



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



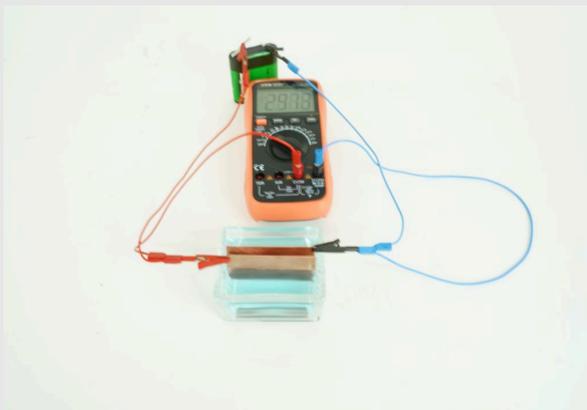
Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Die Faraday'schen Gesetze werden auch als Grundgesetze der Elektrolyse bezeichnet und beschreiben den Vorgang in dieser.

In diesem Versuch lernen die Schüler anhand einer Elektrolyse das Prinzip des 1. Faraday'schen Gesetzes kennen, welches besagt, dass die Stoffmenge, die an einer Elektrode abgeschieden wird, proportional zur elektrischen Ladung ist, die durch den Elektrolyten gesandt wird.

(Quelle: Michael Faraday: Experimental Researches in Electricity. Seventh Series. In: Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Band 124, Januar 1834, S. 77–122)

Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits mit dem Prinzip der Elektrolyse vertraut sein. Auch sollten sie bereits vertraut mit dem Ladungstransport, der Stromstärke sowie der Leitfähigkeit sein. Außerdem sollten die bereits theoretisches Grundwissen zu den Faraday´schen Gesetzen haben.

Prinzip



Das erste Faraday´sche Gesetz, welches 1834 von Michael Faraday veröffentlicht worden ist, besagt, dass die Stoffmenge, die an einer Elektrode abgeschieden wird, proportional zur elektrischen Ladung ist, die durch den Elektrolyten gesandt wird. (Quelle: Michael Faraday: Experimental Researches in Electricity. Seventh Series. In: Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Band 124, Januar 1834, S. 77–122)

Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler lernen das erste Faraday´sche Gesetz experimentell kennen und weisen die Richtigkeit nach. Sie erkennen, dass die bei einer Elektrolyse abgeschiedene Stoffmenge proportional dem Produkt aus Stromstärke und Zeit ist.

Aufgaben



Die Schüler führen eine Elektrolyse durch und weisen durch Wiegen der Elektroden das erste Faraday´sche Gesetz nach. In diesem Versuch wird Kupfersulfatlösung für drei unterschiedliche Zeiträume (5, 10 und 15 Minuten) elektrolysiert und die an der Elektrode abgeschiedene Menge Kupfer gewogen.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

- Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.
- 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

- Während der Elektroyse ist an der positiven Elektrode (Anode) eine Bläschenbildung zu erkennen, während sich an der negativen Elektrode (Kathode) das Kupfer bildet.
- An der Anode bildet sich aus dem Wasser elementarer Sauerstoff, an der Kathode aus den Kupferionen elementares Kupfer.
- Wird bei der Elektroylse die Spannungsquelle (Batterie) abgeschaltet, fällt das fein verteilte abgeschiedene Kupfer leicht von der Elektrode. Daher muss die Elektrode nach der Elektroyse vorsichtig gewogen werden.
- Die Elektrolyse wird für drei unterschiedliche Reaktionsdauern (5, 10 & 15 Minuten) durchgeführt. Um Zeit zu sparen, empfiehlt sich, jeweils neue Kupferelektroden zu verwenden (die Reinigung der Elektroden benötigt eine gewisse Zeit).



Schülerinformationen

Motivation



Getränkedose aus Aluminium

Die Faraday'schen Gesetze wurden im Jahr 1834 von Michael Faraday entdeckt und beschrieben. Sie bilden den Grundsatz für die Elektrolyse, die wir heute kennen.

Die Elektrolyse wird vor allem zur Gewinnung von Metallen angewandt, aber auch zur Reinigung von Metallen. Vor allem Metalle wie Aluminium oder auch Kupfer können so elektrochemisch gewonnen werden.

Das erste Faradaysche Gesetz besagt, dass die zugeführte Ladungsmenge proportional zur abgeschiedenen Stoffmenge (an den Elektroden) ist. Dieses bedeutende Grundprinzip der Elektrochemie wird in diesem Versuch untersucht.

Aufgaben

PHYWE
excellence in science

1. Baue eine Elektrolyseapparatur wie in der Abbildung zum Versuchsaufbau dargestellt auf und starte die Elektrolyse.
2. Miss die eingesetzten Kupferelektroden vorher und nachher (Feinwaage!) und notiere deine Beobachtungen.
3. Führe die Elektrolysen mit drei unterschiedlichen Reaktionsdauern (5, 10 und 15 Minuten) durch.
4. Weise nach, dass (bei konstanter Stromstärke) gilt: $m \sim I \cdot t$ (Masse ist proportional dem Produkt aus Stromstärke und Zeit).

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1
2	Digitalmultimeter, 750V AC/DC, 10A AC/DC, 40M Ω , 100mF, 30 MHz, -20...1000°C, automatische Bereichswahl	07123-12	1
3	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 250 mm, rot	07355-01	1
4	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 250 mm, blau	07355-04	1
5	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, rot	07356-01	1
6	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, blau	07356-04	1
7	Batterie 4,5 V, 3R 12 DIN 40869	07496-01	1
8	Rillentrog ohne Deckel, Borosilikat, 90 x 74 x 43 mm	34568-01	1
9	Kupferelektrode, 76 mm x 40 mm	45212-00	2
10	Reduzierstecker 4/2-mm-Buchse, 1 Paar	11620-27	1
11	Krokodilklemme, isoliert, rot & schwarz, 2 mm, 2 Stück	07275-00	2
12	Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat, 250 g	30126-25	1

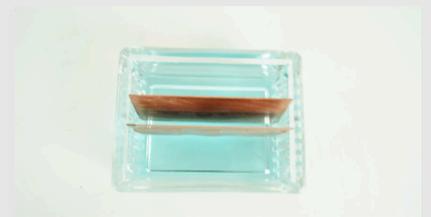
Vorbereitung (1/2) - Herstellung des Elektrolyten

PHYWE
excellence in science

- Säubere die beiden Kupferelektroden. Nimm dazu nötigenfalls Stahlwolle oder Schmirgelpapier und schrubbe sie blank.
- Stelle, wenn nötig, eine Kupfersulfatlösung her (Bild rechts oben). Die Kupfersulfatlösung dient als Elektrolyt in der Elektrolyse.
 - Gib dazu auf 100 ml demineralisiertes Wasser ungefähr 0.8 g Kupfer-(II)-sulfat-Pentahydrat ($\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$).
 - Rühre so lange, bis sich das Pulver aufgelöst hat.
 - Das Wasser sollte eine leicht bläuliche Farbe angenommen haben (Bild rechts unten).
- Wiege beide Elektroden, bevor du diese in den Rillentrog steckst.



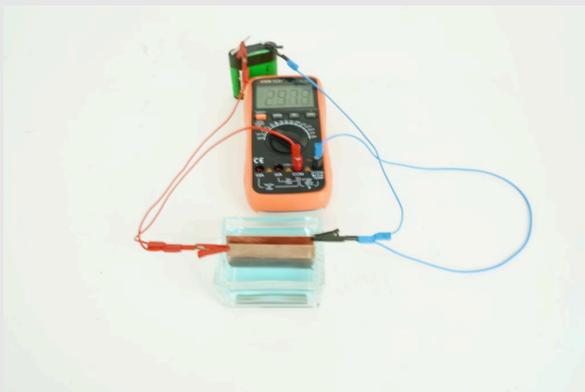
Kupfersulfatlösung



bläuliches Wasser

Vorbereitung (2/2) - Messen der Spannung

PHYWE
excellence in science



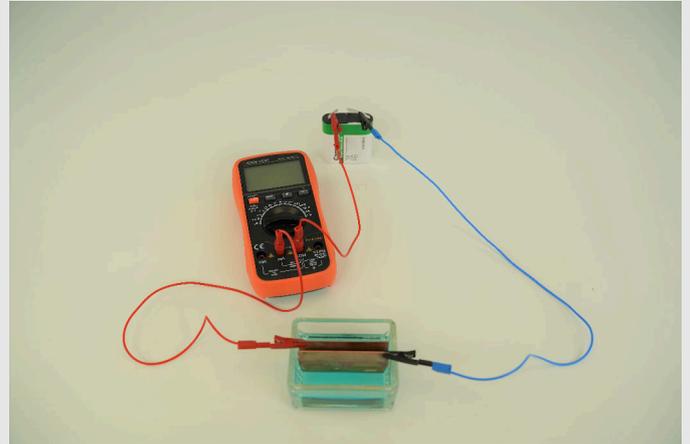
Versuchsaufbau mit parallel geschaltetem Multimeter zur Messung der Spannung.

- Mische als erstes deinen Elektrolyt. Dazu gibst du ca. 85 ml Kupfersulfatlösung und 15 ml verdünnte Schwefelsäure in den Rillentrog.
- Baue jetzt die Elektrolyseapparatur wie in der Abbildung rechts dargestellt auf. Das Multimeter wird in dem Stromkreis parallel geschaltet.
- Die Elektroden und auch die Krokodilklemmen an den Elektroden dürfen sich nicht berühren, sollten aber nah beieinander stehen.
- Klemme nun die Batterie in die Stromkreis und ließ die Spannung am Multimeter ab. Für ein erfolgreiche Elektrolyse benötigst du mind. 2 Volt Spannung.

Durchführung (1/2)

PHYWE
excellence in science

- Bau nun den Stromkreis auf, wie rechts abgebildet. Das Multimeter wird nun zur Strommessung in Reihe geschaltet.
- Achte darauf, dass du dir notierst, welche Elektrode, also welches Kupferblech, an den Pluspol und welche an des Minuspol der Batterie angeschlossen ist. Sollten Dämpfe aufsteigen, atme diese nicht ein!
- Schalte das Multimeter ein und stelle es auf Stromstärke. Klemme nun die Batterie an.
- Lass die Elektrolyse 5 Minuten laufen und notiere den Wert, den das Multimeter anzeigt.

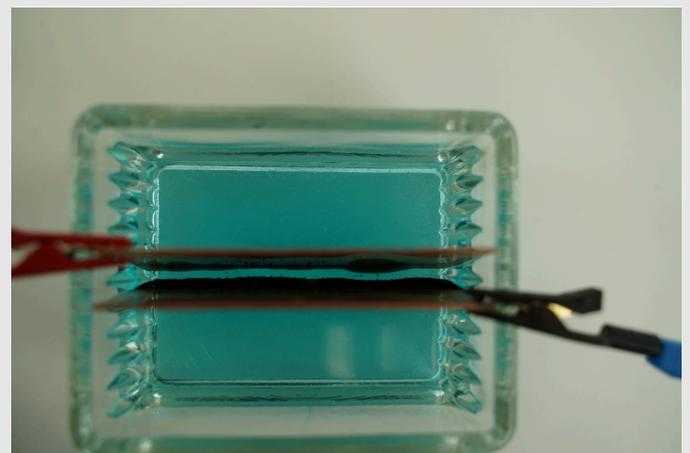


Versuchsaufbau mit in Reihe geschaltetem Multimeter zur Messung der Stromstärke.

Durchführung (2/2)

PHYWE
excellence in science

- Beende die Elektrolyse: Klemme die Batterie ab und warte, bis sich das Wasser abgekühlt hat.
- Wasche die beiden Elektroden ab, trockne und wiege sie. Berechne die Gewichtsveränderungen.
- Säubere nun die Kupferelektroden, wiege diese nochmals und führe die Elektrolyse nun mit 10 bzw. 15 Minuten Reaktionsdauer durch.
- Trage nun die Gewichtsveränderung und die jeweilige Zeitdauer in einem Diagramm ein.



Bei genauem Hinsehen erkennst du eine Gasbildung zwischen den Elektroden.



Protokoll

Aufgabe 1

Was besagt das erste Faraday'sche Gesetz?

- Keine der Antworten beschreibt das erste Faraday'sche Gesetz.
- Das erste Faraday'sche Gesetz besagt, dass die Stoffmenge, die an einer Elektrode abgeschieden wird, proportional zur elektrischen Ladung ist, die durch den Elektrolyten gesandt wird.
- Das zweite Faraday'sche Gesetz besagt, dass die durch eine bestimmte Ladungsmenge abgeschiedene Masse eines Elements proportional zur Atommasse des abgeschiedenen Elements ist und umgekehrt proportional zu seiner Wertigkeit.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

Was kannst du feststellen, nachdem du die Gewichte der beiden Kupferelektroden vor und nach der Elektrolyse miteinander verglichen hast?

- Das Kupferblech, welches als Anode dient, ist genau um die Masse schwerer geworden wie das Metall, welches als Kathode dient, leichter geworden ist.
- Das Kupferblech, welches als Kathode dient, ist genau um die Masse schwerer geworden wie das Metall, welches als Anode dient, leichter geworden ist.
- Das Gewicht der Elektroden hat sich nicht verändert.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

Markiere die richtigen Antworten.

- Die Elektrode, welche an den Pluspol der Batterie angeschlossen ist, nennt man Kathode, die, welche an den Minuspol angeschlossen ist, Anode.
- Die Elektrode, welche an den Pluspol der Batterie angeschlossen ist, nennt man Anode, die, welche an den Minuspol angeschlossen ist, Kathode.
- Die Flüssigkeit, in welcher die Elektroden stehen, nennt man Elektrolyt.
- Elektronen wandern von der Anode zur Kathode.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 16: 1. Faraday'sches Gesetz	0/1
Folie 17: Gewichtsverschiebung	0/1
Folie 18: Die Elektrode	0/3

Gesamtsumme  0/5

 Lösungen

 Wiederholen