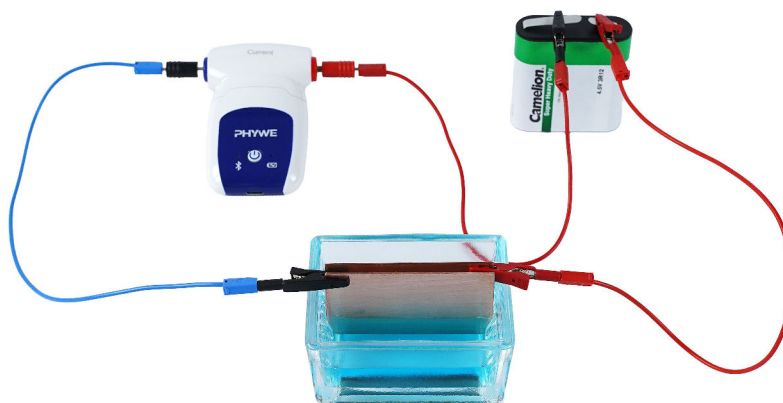


1. Faraday'sches Gesetz mit Cobra SMARTsense



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	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
leicht	1	10 Minuten	10 Minuten

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/68e389394da3a30002dca918>

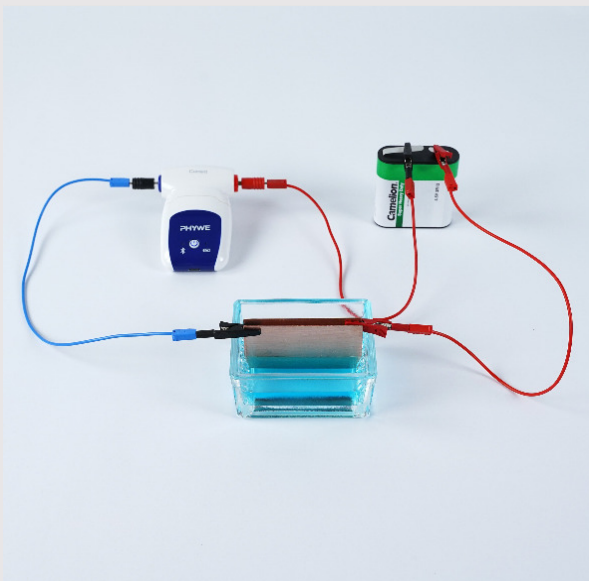
PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Die **Faraday'schen Gesetze** gelten als Grundgesetze der Elektrolyse und beschreiben, wie elektrische Energie chemische Reaktionen in Elektrolyten antreibt.

In diesem Versuch lernen die Schüler das Prinzip des **1. Faraday'schen Gesetzes** kennen: Es besagt, dass die Menge eines an einer Elektrode abgeschiedenen Stoffes direkt proportional zur durch den Elektrolyten geflossenen elektrischen Ladung ist.

Das Gesetz ermöglicht es, die abgeschiedene Stoffmenge genau vorherzusagen, wenn Stromstärke und Zeit bekannt sind. Es bildet damit die Grundlage für die Berechnung von Elektrolyseprozessen in Labor und Industrie.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

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 **1. Faraday'sche Gesetz**, das 1834 von Michael Faraday formuliert wurde, besagt, dass die an einer Elektrode abgeschiedene Stoffmenge direkt proportional zur durch den Elektrolyten geflossenen elektrischen Ladung ist.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler lernen das 1. 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 1. 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.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Während der Elektrolyse ist an der **positiven Elektrode (Anode)** eine Bläschenbildung sichtbar, während sich an der **negativen Elektrode (Kathode)** metallisches Kupfer abscheidet.

An der Anode werden Kupferatome zu Kupferionen oxidiert: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$. An der Kathode werden die Kupferionen wieder zu elementarem Kupfer reduziert: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$. Wird die Spannungsquelle (z. B. eine Batterie) abgeschaltet, löst sich das fein verteilte Kupfer leicht von der Elektrode. Deshalb muss die Kathode nach der Elektrolyse vorsichtig gewogen werden.

Die Elektrolyse wird für drei verschiedene Reaktionsdauern durchgeführt: **5, 10 und 15 Minuten**. Um Zeit zu sparen, ist es sinnvoll, für jede Messung neue Kupferelektroden zu verwenden, da die Reinigung bereits benutzter Elektroden aufwendig ist.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

Die Lösungen können für alle hergestellt werden, um Chemikalien zu sparen!

- **Kupfersulfatlösung** (0,05 mol/l): Füge 6,2 g Kupfersulfat zu 250 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 500 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.

Bei Verwendung dieser Ansatzgröße kann ein 600 ml Becherglas verwendet werden. Dieses finden Sie in PHYWE Webshop.

Sicherheitshinweise

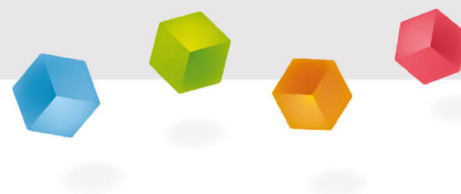
PHYWE



- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Während des Versuches müssen alle im Raum befindlichen Personen eine Schutzbrille tragen!
- Für H- und P- Sätze bitte das Sicherheitsdatenblatt der jeweiligen Chemikalie hinzuziehen.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Die **Faraday'schen Gesetze** wurden 1834 von Michael Faraday entdeckt und bilden die Grundlage für die Elektrolyse, wie wir sie heute kennen.

Die Elektrolyse wird genutzt, um Metalle zu **gewinnen** oder zu **reinigen**. So lassen sich zum Beispiel Aluminium oder Kupfer **elektrochemisch** herstellen.

Das **1. Faraday'sche Gesetz** besagt, dass die Menge eines an der Elektrode abgeschiedenen Stoffes direkt von der durch die Lösung fließenden **elektrischen Ladung** abhängt. Dieses bedeutende Grundprinzip der Elektrochemie wird in diesem Versuch untersucht.

Aufgaben

PHYWE



1. Baue eine Elektrolyseapparatur auf und starte die Elektrolyse.
2. Wiege die eingesetzten Kupferelektroden vorher und nachher (*Analysewaage!*) 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:
 $m \propto I \cdot t \rightarrow$ Masse ist proportional zum Produkt aus Stromstärke und Zeit

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense Voltage - Sensor zur Messung von elektrischer Spannung ± 30 V (Bluetooth + USB)	12901-01	1
2	Cobra SMARTsense Current - Sensor zur Messung von elektrischem Strom ± 1 A (Bluetooth + USB)	12902-01	1
3	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 25 cm, rot	07355-01	1
4	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 25 cm, blau	07355-04	1
5	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 50 cm, rot	07356-01	1
6	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 50 cm, 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	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1
13	Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat, 250 g	30126-25	1
14	Wasser, demineralisiert, rein, 10000 ml	CHE-882041145	1
15	Schwefelsäure, 0,5 mol/l, 1 ltr	48462-70	1

Aufbau (1/5)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



Android



Windows

Aufbau (2/5)

PHYWE

Die Lösungen können für alle hergestellt werden, um Chemikalien zu sparen!

- **Kupfersulfatlösung** ($\approx 0,05 \text{ mol/l}$): Füge 1 g Kupfersulfat zu 50 ml destilliertem Wasser hinzu. Gut mischen und auf 100 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.

Aufbau (3/5)

PHYWE

1. Schau dir die beiden Kupferelektroden an: Sollte das Metall durch die Lagerung oxidiert sein, verwende ein Stück Schmirgelpapier, um die Oxidschicht zu entfernen.
2. Wiege die beiden Elektroden und notiere das Anfangsgewicht.
3. Stelle den Elektrolyten her: Gib dazu ca. 85 ml Kupfersulfatlösung und anschließend 15 ml Schwefelsäure (0,5 mol/L) in den Rillentrog.
4. Platziere die Kupferelektroden im Rillentrog so, dass sie sich nicht berühren (siehe Abbildung).



Aufbau (4/5)

PHYWE

Beachte im Folgenden die Farbe der Verbindungen: blau (Minuspole) immer an blau (schwarz) und rot (Pluspol) immer an rot!

Verbinde die Leitungen mittels Reduzierstecker mit dem Cobra SMARTsense Voltage Sensor.



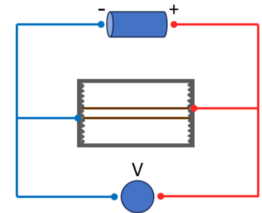
Aufbau (5/5)

PHYWE

Baue jetzt die Elektrolyseapparatur wie in der Abbildung rechts dargestellt auf.

1. Verbinde den Cobra SMARTsense Voltage Sensor mittels der Krokodilklemmen mit den Kupferelektroden.
2. Stecke auf die Krokodilklemmen an den Elektroden jeweils ein weiteres Verbindungskabel und bringe an dessen freiem Ende ebenfalls eine Krokodilklemme an.

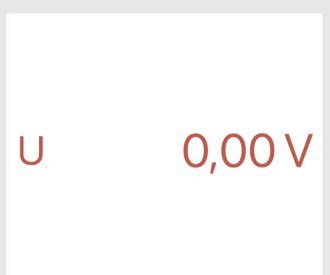
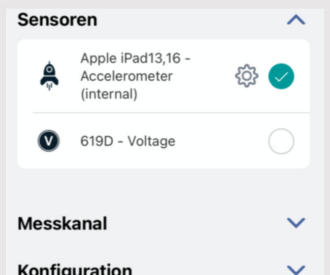
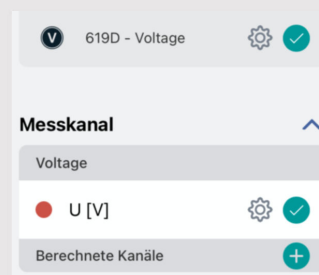
Verbinde die Krokodilklemmen erstmal **nicht** mit der Batterie.



Durchführung (1/6)

PHYWE

- Starte die measureAPP auf einem mobilen Endgerät.
- Drücke am Sensor für circa 3 Sekunden die Start-Taste.
- Verbinde den Sensor durch Tippen auf  neben der Beschreibung des Sensors in der measureAPP.
- Stelle die Messwertanzeige durch Tippen auf oberhalb des Diagramms ein. 0.0

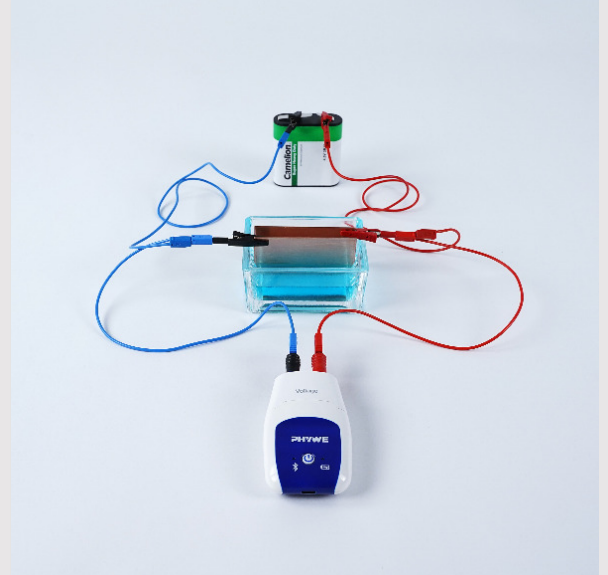


Durchführung (2/6)

PHYWE

Messung der Spannung

1. Schließe nun die Krokodilklemmen an die Batterie. *Blau (Minuspol) immer an blau (schwarz) und rot (Pluspol) immer an rot!*
2. 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!*
3. Lass die Elektrolyse eine Minute laufen und notiere den Wert der Spannung.

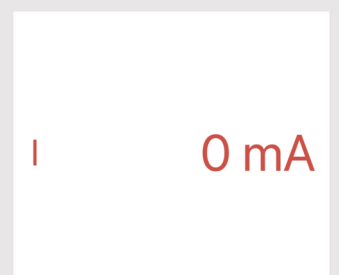
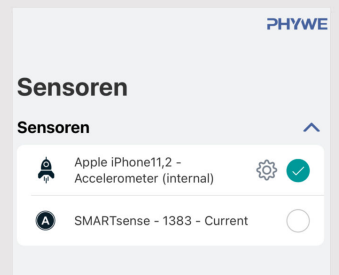
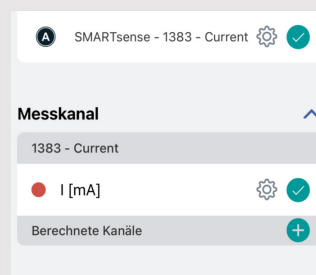


Durchführung (3/6)

PHYWE

- Starte die measureAPP auf einem mobilen Endgerät.
- Drücke am Sensor für circa 3 Sekunden die Start-Taste.
- Verbinde den Sensor durch Tippen auf  neben der Beschreibung des Sensors in der measureAPP.
- Stelle die Messwertanzeige durch Tippen auf oberhalb des Diagramms ein.

0.0

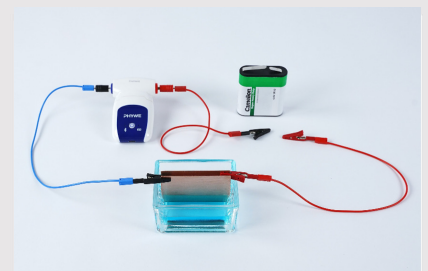
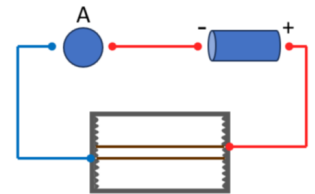


Durchführung (4/6)

PHYWE

Vorbereitung zur Messung der Stromstärke

1. Wasche die Kupferelektroden und trockne sie gründlich ab.
2. Wiege die Elektroden und notiere die Gewichte in der Tabelle auf der Folie *Messergebnisse* als m zur Zeit 0.
3. Zur Strommessung wird der Voltage mit dem Current Sensor ausgetauscht und der Stromkreis in Reihe geschaltet. Baue den Stromkreis nun wie rechts abgebildet auf. *Verbinde die Krokodilklemmen erstmal **nicht** mit der Batterie!*

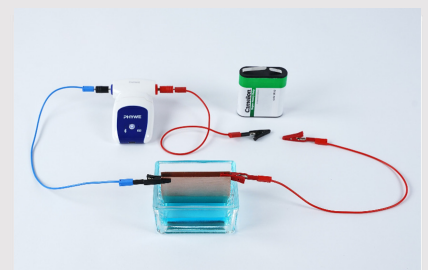
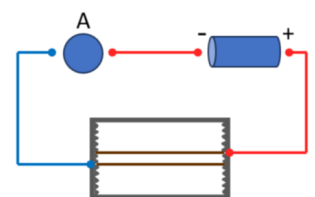


Durchführung (5/6)

PHYWE

Messung der Stromstärke

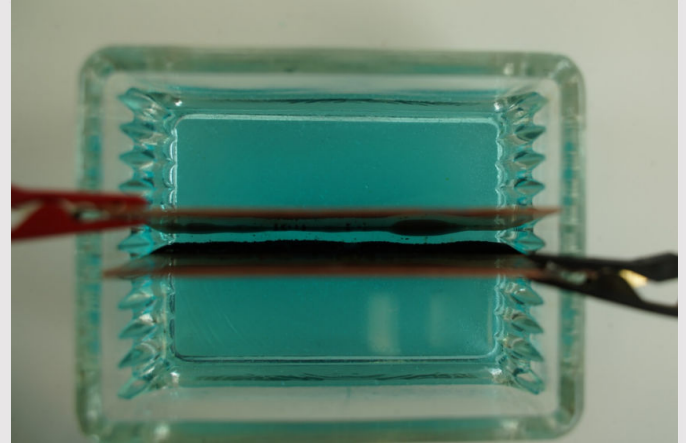
1. Achte wieder darauf, dass du dir notierst, welche Elektrode an den Pluspol und welche an des Minuspol der Batterie angeschlossen ist. Sollten Dämpfe aufsteigen, atme diese nicht ein!
2. Klemme nun die Batterie an.
3. Lass die Elektrolyse 5 Minuten laufen und notiere den Wert der Stromstärke.



Durchführung (6/6)

PHYWE

1. Beende die Elektrolyse: Klemme die Batterie ab und warte, bis sich das Wasser abgekühlt hat.
2. Wasche die beiden Elektroden vorsichtig ab, trockne und wiege sie. Notiere die Gewichte in der Tabelle auf der Folie *Messergebnisse*.
3. Setze die Elektrolyse für weitere 5 Minuten fort und wiederhole anschließend Schritt 1 und 2.
4. Wiederhole die Elektrolyse ein drittes und letztes Mal für 5 Minuten und führe danach erneut Schritt 1 und 2 durch.



Bei genauem Hinsehen sollten die ersten Gasblasen zwischen den Elektroden zu erkennen sein.

Messergebnisse

PHYWE

Notiere hier die Massen der Elektroden.

Zeit t / min	0	5	10	15
Masse Anode m / g				
Masse Kathode m / g				

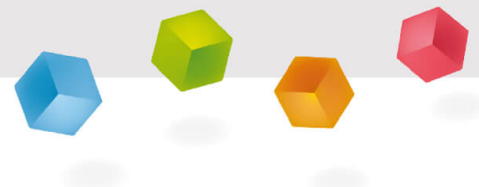
Berechne anschließend die entsprechenden Differenzen und trage sie gegen die jeweilige Elektrolysedauer in ein Diagramm ein.

$$\Delta m_1 = m_{t=5} - m_{t=0}$$

$$\Delta m_2 = m_{t=10} - m_{t=0}$$

$$\Delta m_3 = m_{t=15} - m_{t=0}$$

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Was besagt das erste Faraday'sche Gesetz?

- ☐ 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.
- ☐ 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.
- ☐ Keine der Antworten beschreibt das erste Farady'sche Gesetz.

✓ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

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

- ☐ Das Gewicht der Elektroden hat sich nicht verändert.
- ☐ 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.

[✓ Überprüfen](#)

Aufgabe 3

PHYWE

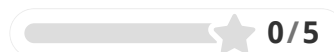
Markiere die richtigen Antworten.

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

[✓ Überprüfen](#)

Folie	Punktzahl/ Summe
Folie 25: 1. Faraday'sches Gesetz	0/1
Folie 26: Gewichtsverschiebung	0/1
Folie 27: Die Elektrode	0/3

Gesamtsumme



Lösungen



Wiederholen



Text exportieren