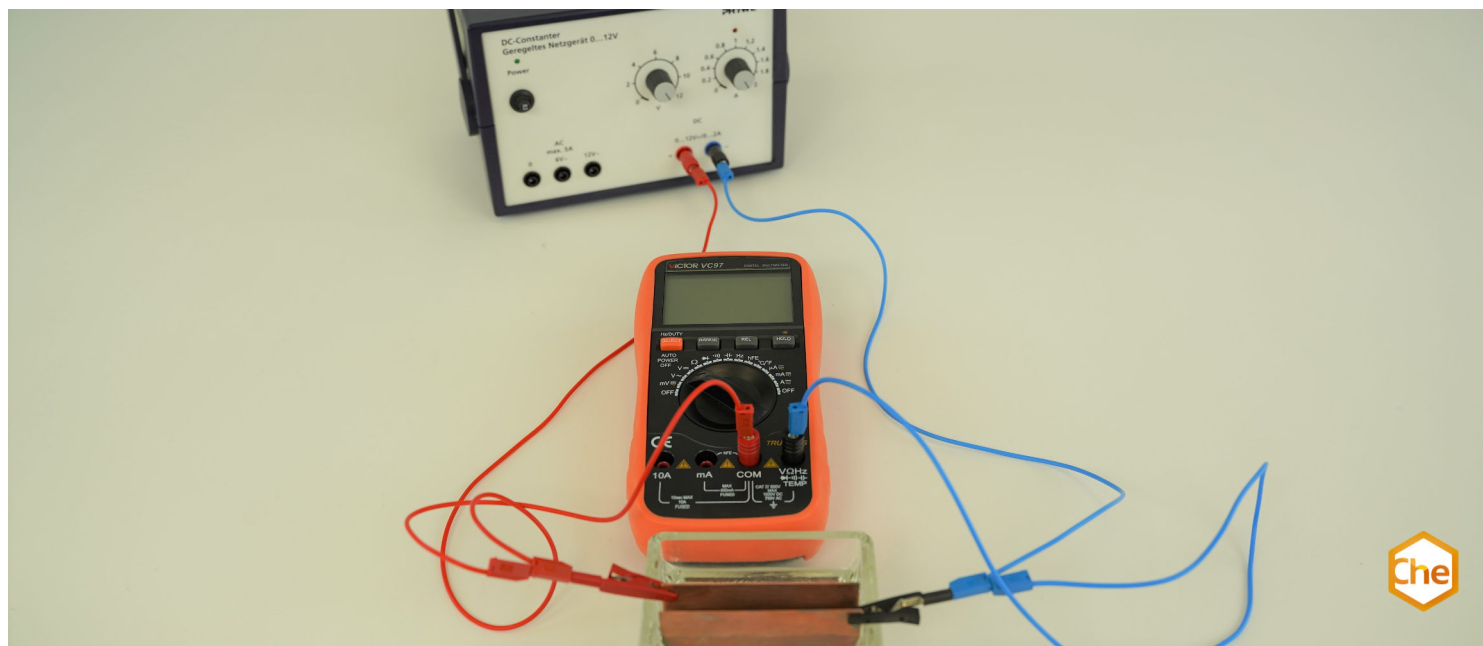


Überspannung bei der Elektrolyse



Mit diesem Versuch lernen die Schülerinnen und Schüler das Prinzip der Überspannung in Redoxreaktionen am Beispiel der Elektrolyse kennen.

Chemie

Physikalische Chemie

Elektrochemie

Elektrolyse



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/617532563a9ebf000326d6b3>

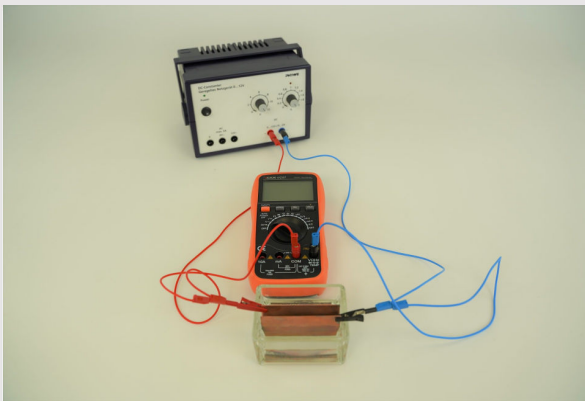
PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Bei jeder Elektrolyse muss elektrische Energie zugeführt werden. Aber erst ab einer gewissen Spannung setzt die elektrolytische Zersetzung ein. Dieser Spannungswert wird auch als Zersetzungsspannung bezeichnet (erst ab dieser Spannung beginnen die Elektrolysereaktionen).

Die Zersetzungsspannung kann mit Hilfe der Nernstschen Gleichung bestimmt werden. Allerdings liegt dieser berechnete Wert niedriger, als die gemessene Zersetzungsspannung. Die Differenz zwischen gemessener und berechneter Spannung entspricht der Überspannung.

In diesem Versuch wird Wasser elektrolysiert und dabei langsam die angelegte Gleichspannung erhöht.

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.

Prinzip



Elektrodenpolarisation und die Anwesenheit von Überspannung sind wichtige Konzepte für das Verständnis von Elektrodenprozessen. Ihnen zugrunde liegt die Tatsache, dass galvanische Zellen auch unterhalb der Gleichgewichtsspannung (EMK) stets Strom liefern und dass für eine Elektrolyse eine angelegte Spannung nötig ist, die größer als die Gleichgewichtsspannung (EMK) ist. Einige wichtige elektrochemische Geräte (z.B. der Bleiakкумуляtor) und elektroanalytische Techniken (z.B. Polarographie) nutzen die Hemmung (hohe Überspannung) von bestimmten Elektrodenreaktionen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



Mit diesem Versuch lernen die Schüler das Prinzip der Überspannung in Redoxreaktionen am Beispiel der Elektrolyse kennen.

Aufgaben



Die Schüler führen zwei Elektrolysen durch: einmal in Wasser und einmal in verdünnter Schwefelsäure.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Weitere Informationen

Bei jeder Elektrolyse muss elektrische Energie zugeführt werden. Erst ab einer gewissen Spannung setzt jede elektrolytische Zersetzung ein. Dieser Spannungswert wird auch als Zersetzungsspannung bezeichnet (erst ab dieser Spannung beginnen die Elektrolysereaktionen). Dieser Wert ist höher, als die Differenz der Normalpotentiale. Dies liegt daran, dass durch die Elektrolyse zwei galvanische Halbzellen erzeugt werden, die auch Spannung liefern. Diese Spannung wirkt aber der angelegten Gleichspannung entgegengesetzt.

Die Zersetzungsspannung lässt sich mit Hilfe der Nernstschen Gleichung berechnen (bei Standardbedingungen kann die Spannung durch die Differenz der Standardpotentiale berechnet werden). Diese berechnete Zersetzungsspannung ist in der Regel niedriger, als die gemessene Zersetzungsspannung. Dies liegt an der sogenannten Überspannung. Die Überspannung ist die Differenz zwischen gemessener und berechneter Zersetzungsspannung.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

Weitere Informationen

Führt man die Elektrolyse von Wasser bei Standardbedingungen durch, so lässt sich die Zersetzungsspannung über die Standardpotentiale ermitteln. Die Potentiale liegen bei 0,00 V (Wasserstoff) und 1,23 V (Sauerstoff). Die Differenz (1,23 Volt) entspricht der berechneten Zersetzungsspannung. Man muss also mind. 1,23 Volt Gleichspannung anlegen, um Wasser zu elektrolysieren.

Allerdings beobachtet man eine höhere experimentell bestimmte Zersetzungsspannung. Dies liegt an der Überspannung und ist vom Elektrodenmaterial abhängig. Entstehen bei der Elektrolyse Gase (wie bei der Elektrolyse von Wasser), so erhöht sich die benötigte Zersetzungsspannung. Dies liegt u.a. auch daran, dass zwischen den Gasen und den Metallelektroden an der Oberfläche physikalische bzw. chemische Reaktionen stattfinden können.

Sicherheitshinweise

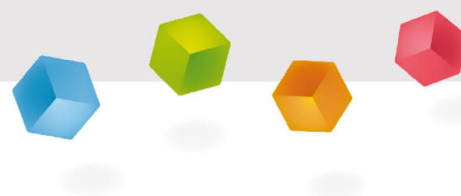
PHYWE



- 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.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Getränkedose aus Aluminium

Viele Metalle nutzt du tagtäglich - das kann die Getränkedose sein, die Platinen im Computer, das verzinkte Gartentor. Viele dieser Metalle haben ihren Ursprung in der Elektrolyse: Sie ist eines der Hauptverfahren zur Herstellung vieler Metalle.

Die Elektrolyse von Wasser beginnt (je nach Versuchsaufbau) oft erst ab 2 Volt einzusetzen. Dieser Wert wird als sogenannte Zersetzungsspannung bezeichnet. Die Zersetzungsspannung kann berechnet werden, liegt aber in der Regel unter der gemessenen Zersetzungsspannung. Die Differenz zwischen gemessener und berechneter Zersetzungsspannung entspricht der Überspannung.

Aufgaben

PHYWE



1. Führe eine Elektrolyse mit Kupferelektroden in Wasser durch.
2. Führe eine Elektrolyse mit Kupferelektroden in verdünnter Schwefelsäure durch.
3. Notiere deine Beobachtungen.

Material

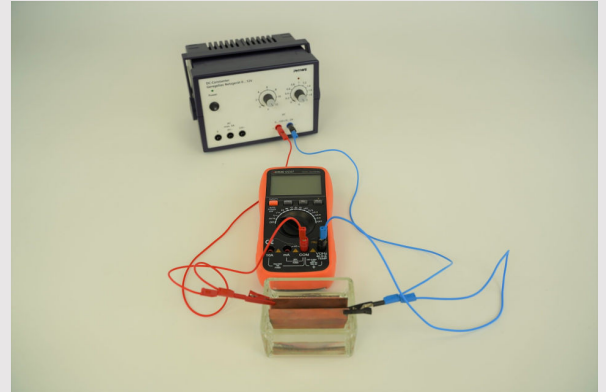
Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1
2	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 250 mm, rot	07355-01	1
3	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 250 mm, blau	07355-04	1
4	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, rot	07356-01	1
5	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, blau	07356-04	1
6	Krokodilklemme, isoliert, rot & schwarz, 2 mm, 2 Stück	07275-00	3
7	Graphitelektrode, d = 5 mm, l = 150, 6 Stück	44510-00	1
8	Digitalmultimeter, 750V AC/DC, 10A AC/DC, 40M Ω , 100mF, 30 MHz, -20...1000°C, automatische Bereichswahl	07123-12	1
9	Reduzierstecker 4/2-mm-Buchse, 1 Paar	11620-27	2
10	Batterie 4,5 V, 3R 12 DIN 40869	07496-01	1
11	Streifen Elektroden-Set für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-00	1
12	Kupferelektrode, 76 mm x 40 mm	45212-00	1
13	Rillentrog ohne Deckel, Borosilikat, 90 x 74 x 43 mm	34568-01	2
14	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
15	Schwefelsäure, 10%, 1000 ml	31828-70	1

Aufbau und Durchführung (1/2)

PHYWE

Versuch 1: Kupferelektroden in Wasser

- Fülle den Rillentrog mit destilliertem Wasser.
- Setze die beiden Kupferbleche, welche als Elektroden fungieren, in den Rillentrog ein.
- Schließe mittels der Krokodilklemmen ein Kabel an jedes Blech. Verbinde die Kabel mit dem + und dem - Pol des Netzgeräts.
- Verbinde außerdem, wie in der Abbildung rechts, das Multimeter mit beiden Elektroden.
- Schalte das Netzgerät ein und erhöhe die Spannung langsam in 0,5 V Schritten, bis etwa 4 Volt.



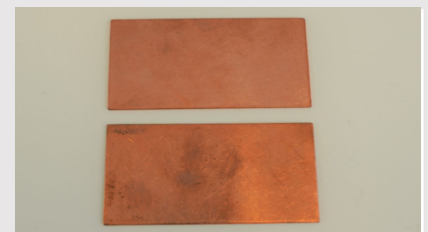
Versuchsaufbau

Aufbau und Durchführung (2/2)

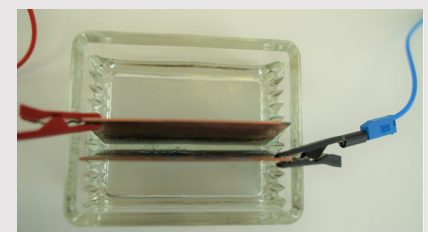
PHYWE

Versuch 2: Kupferelektroden in Schwefelsäure

- Ersetze das destillierte Wasser im Rillentrog durch verdünnte Schwefelsäure (1 mol/L).
- Setze die beiden Kupferbleche, welche als Elektroden fungieren, in den Rillentrog ein. Sollten sie angelaufen sein, nutze Schmiergelpapier, um sie wieder blank zu bekommen (Bild rechts oben).
- Schließe mittels der Krokodilklemmen ein Kabel an jedes Blech. Die Elektroden sollten sich nicht berühren (Bild rechts unten). Verbinde die Kabel mit dem + und dem - Pol des Netzgeräts.
- Verbinde außerdem das Voltmeter mit beiden Elektroden. Schalte das Netzgerät ein und erhöhe die Spannung langsam in 0,5 V Schritten, bis du erste Elektrolysereaktionen siehst.



Kupferbleche



Krokodilklemmen

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

In der Chemie versteht man unter eine Potentialdifferenz bzw. Spannungsdifferenz zwischen dem Potential der Halbzellen und dem Potential (Spannung), bei der die abläuft. Die Überspannung ist also die zwischen berechneter Zersetzungsspannung und der im Experiment gemessenen Zersetzungsspannung.

☒ Überprüfen

Aufgabe 2

PHYWE

Wähle die richtigen Aussagen aus.

- ☐ Ein Grund für die Überspannung ist der Ohmsche Widerstand des Elektrolyten.
- ☐ Ein Grund für die Überspannung ist die Temperaturerhöhung des Elektrolyten während der Elektrolysereaktion
- ☐ Die Mindestzersetzungsspannung beträgt: $\Delta E = E^0(\text{Kathode}) - E^0(\text{Anode}) = 0,00 \text{ V} - 1,23 \text{ V} = -1,23 \text{ V}$
- ☐ Überspannung tritt vor allem bei Elektrolysereaktionen auf, bei denen Gase entstehen.

✓ Überprüfen

Aufgabe 3

PHYWE

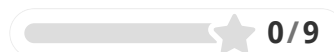
Wähle die richtigen Aussagen aus.

- ☐ Für eine Elektrolyse ist eine angelegte Spannung nötig, die kleiner als Potentialdifferenz beider Halbzellen (EMK) ist.
- ☐ Für eine Elektrolyse ist eine angelegte Spannung nötig, die größer als die Potentialdifferenz beider Halbzellen (EMK) ist.
- ☐ Galvanische Zellen liefern unterhalb der Potentialdifferenz beider Halbzellen keinen Strom.
- ☐ Galvanische Zellen liefern auch unterhalb der Potentialdifferenz beider Halbzellen (EMK) stets Strom.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 15: Überspannung definiert	0/4
Folie 16: Ursachen der Überspannung	0/3
Folie 17: Stromstärke und Überspannung	0/2

Gesamtsumme



Lösungen



Wiederholen