

Reihenschaltung und Parallelschaltung von Daniell-Elementen mit Cobra SMARTsense



Die Schüler haben ein grobes Verständnis über die Funktionsweise einer galvanischen Zelle. In diesem Versuch erlernen die Schüler, wie man die Effizienz einer solchen galvanischen Zelle steigern kann.

Chemie	Physikalische Chemie	Elektrochemie	Galvanische Elemente, Brennstoffzellen
			
Schwierigkeitsgrad	Gruppengröße	Vorbereitungszeit	Durchführungszeit
mittel	2	10 Minuten	20 Minuten

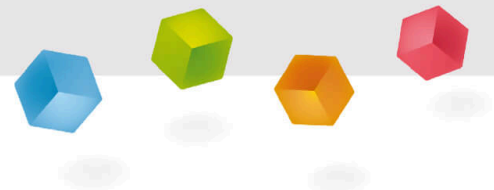
This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/68358628fad9d1000271ed59>

PHYWE

Lehrerinformationen



Anwendung

PHYWE



Zwei Elektroden in einer Salzlösung stellen die einfachste Grundform einer Batterie dar. Dieser Aufbau ist im Prinzip eine **elektrische Quelle**, durch welche Spannung erzeugt wird.

Die Entdeckung und Weiterentwicklung so genannter galvanischer Elemente, besser bekannt als Batterien, war ein bedeutender Fortschritt, da sie die mobile Stromversorgung verschiedenster Geräte ermöglichen. Ein galvanisches Element kann jedoch nur einen geringen Spannungsbetrag aufbringen, daher ist es wichtig, die Effizienz durch **Reihen- bzw. Parallelschaltung** mehrerer galvanischer Elemente zu steigern.

Solche Reihenschaltungen finden praktische Anwendungen etwa in tragbaren Rundfunkgeräten und Taschenlampen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit galvanischen Elementen (Daniell-Element) in der Theorie und Praxis gearbeitet haben. Die Schüler können Parallelen zwischen der Parallel- und Reihenschaltung und den Kirchhoffschen Knoten- bzw. Maschenregel ziehen.

Prinzip



Eine Erhöhung der Spannung kann durch eine Reihenschaltung mehrerer galvanischer Zellen, z.B. Daniell-Elementen erfolgen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler haben ein grundlegendes Verständnis über die Funktionsweise einer galvanischen Zelle. In diesem Versuch erlernen die Schüler, wie man die Effizienz einer solchen galvanischen Zelle durch eine Reihenschaltung steigern kann. Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen der Anzahl der in Reihe geschalteten galvanischen Zellen und der resultierenden Spannung zu erkennen.

Aufgaben



Die Schülerinnen und Schüler sollen insgesamt drei Daniell-Elemente aufbauen. Anschließend verbinden sie zunächst zwei, dann drei dieser Zellen in Reihenschaltung und messen die jeweilige Gesamtspannung mit einem Spannungsmessgerät. Danach schalten sie zwei der galvanischen Elemente parallel und vergleichen die gemessenen Spannungen mit der Reihenschaltung.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

Ein galvanisches Element besteht aus zwei Halbzellen, in diesem Fall einer Kupfersulfatlösung mit einer Kupferelektrode und einer Zinksulfatlösung mit einer Zinkelektrode. Die Zinkelektrode fungiert als Anode, an der unter **Elektronenabgabe** die **Oxidation** stattfindet. Die Kupferelektrode wirkt als Kathode, an der unter **Elektronenaufnahme** die **Reduktion** stattfindet.

Eine Erhöhung der Spannung kann durch eine Reihenschaltung mehrerer galvanischer Zellen, z.B. Daniell-Elementen erfolgen. Die erhöhte Spannung entspricht hierbei der Summe der Spannungen der Einzelelemente (**Kirchhoff'sche Maschenregel**). Bei Parallelschaltung tritt keine Erhöhung der Spannung ein, jedoch der Stromstärke (**Kirchhoff'sche Knotenregel**). Die Elektrolytlösungen der Halbzellen sind durch einen Filterpapierstreifen (Salzbrücke) getrennt, dieser befähigt einen Elektronenfluss bei gleichzeitigem Verhindern der Diffusion der Elektrolytlösungen.

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

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

- **Kupfersulfatlösung** (0,1 mol/l): Füge 12,5 g Kupfersulfat zu 250 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 500 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.
- **Zinksulfatlösung** (0,1 mol/l): Füge 14,4 g Zinksulfat zu 250 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 500 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.
- **Kaliumnitrat** (1 mol/l): Füge 50,5 g Kaliumnitrat 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

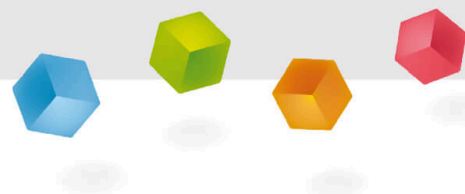
PHYWE



- 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



Mobile Energiequellen sind essenzieller Bestandteil moderner Technik, etwa in Smartphones, medizinischen Geräten oder tragbarer Elektronik. Grundlage vieler dieser Anwendungen ist die galvanische Zelle, deren Spannung sich durch **Reihenschaltung** gezielt erhöhen lässt.

Im Rahmen dieses Versuchs wird untersucht, wie sich die elektrische Spannung durch die **Kombination mehrerer galvanischer Elemente** verändern lässt. Die gewonnenen Erkenntnisse sind zentral für das Verständnis elektrochemischer Energiespeicherung und deren technischer Nutzung.

Aufgaben

PHYWE



Wie beeinflusst die Schaltung mehrerer galvanischer Elemente die Spannung?

1. Baue drei Daniell-Elemente auf.
2. Verbinde zunächst zwei, anschließend alle drei Elemente in Reihenschaltung und miss jeweils die Gesamtspannung der Schaltung.
3. Schalte zwei der Daniell-Elemente parallel und vergleiche die gemessene Spannung mit den Werten der Reihenschaltung.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense Voltage - Sensor zur Messung von elektrischer Spannung ± 30 V (Bluetooth + USB)	12901-01	1
2	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 50 cm, rot	07356-01	1
3	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 50 cm, blau	07356-04	1
4	Reduzierstecker 4/2-mm-Buchse, 1 Paar	11620-27	1
5	Krokodilklemme, isoliert, rot & schwarz, 2 mm, 2 Stück	07275-00	3
6	Streifenelektrode Kupfer für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-10	3
7	Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml	46025-00	3
8	Tropfflasche, Kunststoff, 50 ml	33920-00	1
9	Messzellenblock mit 8 Bohrungen, d = 40 mm für Aufbau galvanischer Zellen	37682-00	1
10	Deckel für Messzellenblock, 8 Stück	37683-00	1
11	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 25 cm, rot	07355-01	2
12	Streifenelektrode Zink für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-20	3
13	Wasser, demineralisiert, rein, 10000 ml	CHE-882041145	1
14	Kaliumnitrat, 250 g	30106-25	1
15	Chromatographie-Papier, 100 Streifen	32972-00	1
16	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1

Zusätzliches Material

PHYWE

Position	Material	Artikel-Nr.	Menge
1	Pinzette	64610-01	1

Vorbereitung

PHYWE

- **Kupfersulfatlösung** (0,1 mol/l): Füge 1,25 g Kupfersulfat zu 25 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 50 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.
- **Zinksulfatlösung** (0,1 mol/l): Füge 1,44 g Zinksulfat zu 25 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 50 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.
- **Kaliumnitrat** (1 mol/l): Füge 5,05 g Kaliumnitrat zu 25 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 50 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.

Aufbau (1/4)

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 (2/4)

PHYWE

Feuchte nacheinander drei Salzbrücken mit Hilfe einer Pinzette in der Kaliumnitratlösung an und platziere sie als Brücke zwischen den Messzellen im Messzellenblock (siehe Abbildung).

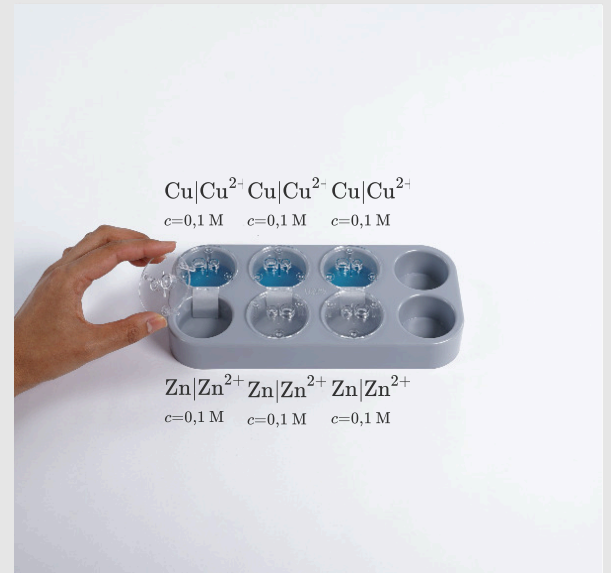


Aufbau (3/4)

PHYWE

Fülle die Messzellen mit den entsprechenden Metallsalzlösungen (siehe Abbildung).

Setze auf jede Messzelle einen Messzellendeckel auf.



Aufbau (4/4)

PHYWE

Schau dir die Elektroden an: Sollte das Metall durch die Lagerung oxidiert sein, verwende ein Stück Schmirgelpapier, um die Oxidschicht zu entfernen.

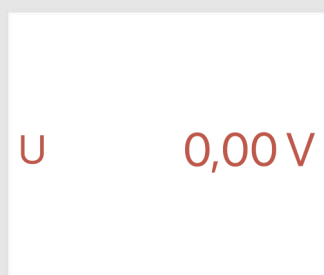
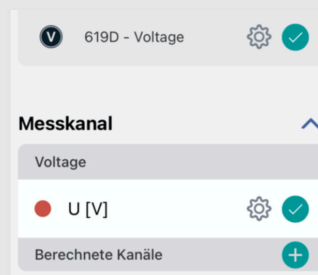
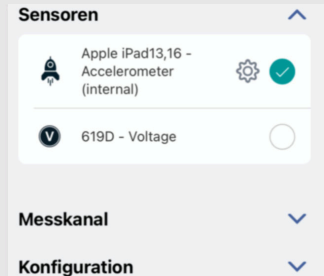
Stecke dann in die Messzellen 1,3,5 die Kupferelektroden und in die Messzellen 2,4,6 die Zinkelektroden.



Durchführung (1/5)

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



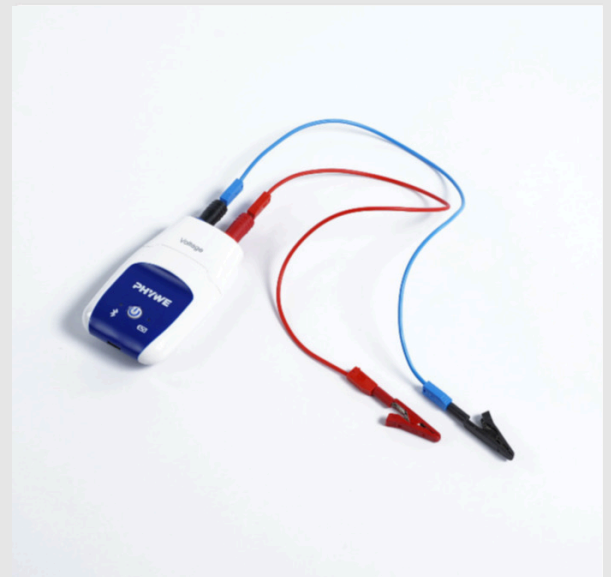
Durchführung (2/5)

PHYWE

Beachte im Folgenden die Farbe der Verbindungen: blau (Zink, Minuspol) immer an blau (schwarz) und rot (Kupfer, Pluspol) immer an rot!

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

Im nächsten Schritt (siehe nächste Folie) werden die Krokodilklemmen mit den Metallelektroden (Kupfer- und Zinkblech) verbunden.

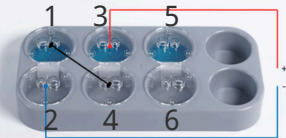


Durchführung (3/5)

PHYWE

Reihenschaltung (1/2)

Verbinde dann die Kupferelektrode der Halbzelle 1 mit der Zinkelektrode der Halbzelle 4 mittels einer kurzen Verbindungsleitung (Abb. oben) und miss anschließend die Spannung zwischen der Zinkelektrode 2 und der Kupferelektrode 3.

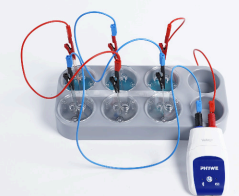
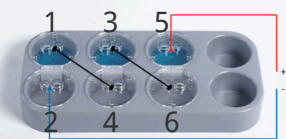


Durchführung (4/5)

PHYWE

Reihenschaltung (2/2)

Verbinde nun zusätzlich auch die Kupferelektrode 3 mit der Zinkelektrode 6 über eine kurze Verbindungsleitung (siehe Abb. oben) und miss dann die Spannung zwischen der Zinkelektrode 2 und der Kupferelektrode 5.



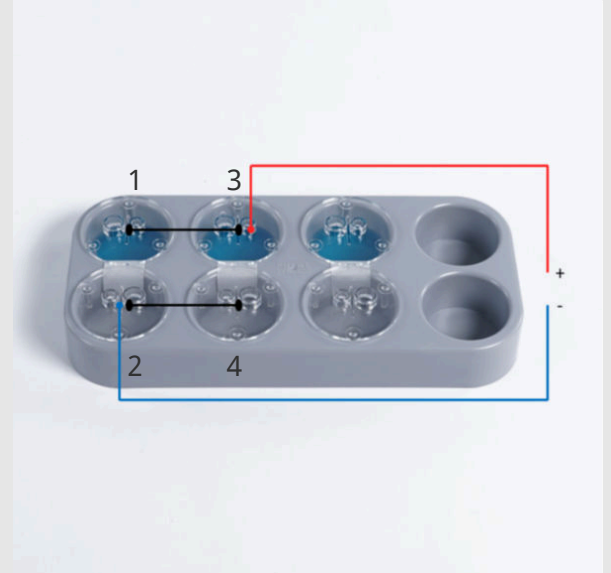
Durchführung (5/5)

PHYWE

Parallelschaltung

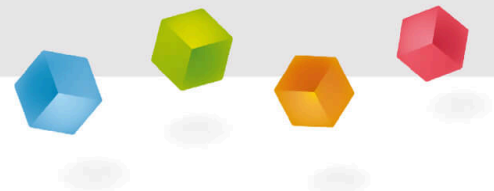
Verbinde die Kupferelektroden 1 und 3 (Abb. rechts) und die Zinkelektroden 2 und 4 jeweils mittels kurzer Verbindungsleitungen. Dann miss die Spannung zwischen den Elektroden 2 und 3 (oder auch zwischen 1 und 4).

Wie unterscheidet sich die elektrische Spannung in einer Parallelschaltung im Vergleich zu einer Reihenschaltung?



PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Was konnte man bei einer Reihenschaltung der galvanischen Elemente beobachten?

- ☐ Keine der Antworten ist korrekt.
- ☐ Bei der Reihenschaltung konnte man beobachten, dass die erhöhte Spannung dem Produkt der Einzelelemente entspricht.
- ☐ Bei der Reihenschaltung konnte man beobachten, dass die Stromstärke erhöht wurde.
- ☐ Bei der Reihenschaltung konnte man beobachten, dass die erhöhte Spannung der Summe der Einzelelemente entspricht.

☒ Check

Aufgabe 2

PHYWE

Was konnte man bei einer Parallelschaltung der galvanischen Elemente beobachten?

- ☐ Bei der Parallelschaltung konnte der selbe Effekt wie bei der Reihenschaltung festgestellt werden.
- ☐ Bei der Parallelschaltung konnte keine Stromstärke gemessen werden.
- ☐ Bei der Parallelschaltung konnte eine Reduktion der Stromstärke festgestellt werden.
- ☐ Bei der Parallelschaltung konnte eine Erhöhung der Stromstärke festgestellt werden.

☒ Check

Aufgabe 3

PHYWE

Welche KIRCHHOFF'sche Regel wird bei der Parallelschaltung angewendet?

- ☐ Die KIRCHHOFF'sche Knotenregel. Diese besagt, dass keine Erhöhung der Spannung, sondern eine Erhöhung der Stromstärke eintritt.
- ☐ Es findet keine KIRCHHOFF'sche Regel Anwendung.
- ☐ Die KIRCHHOFF'sche Maschenregel. Diese besagt, dass die erhöhte Spannung hierbei der Summe der Spannungen der Einzelelemente entspricht.

 Check

Folie

Punktzahl/Summe

Folie 24: Reihenschaltung	0/1
Folie 25: Parallelschaltung	0/1
Folie 26: KIRCHHOFF'sche Regel	0/1

Gesamtsumme  0/3 Lösungen Wiederholen