

Das Volta-Element mit Cobra SMARTsense



Die Schüler erweitern mit diesem Versuch ihre Kenntnisse der Elektrochemie und lernen ein weiteres galvanisches Element, das Volta-Element, kennen.

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

This content can also be found online at:



<https://www.curriculab.de/c/6835861dfad9d1000271ed4d>

PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Das erste galvanische Element wurde 1799 vom italienischen Physiker Alessandro Graf Volta beschrieben. Dieses sogenannte **Volta-Element** beziehungsweise die Voltasche Zelle ist ebenfalls ein Kupfer-Zink-Element. Im Unterschied zum später entwickelten Daniell-Element befinden sich bei der Voltaschen Zelle jedoch beide Metallelektroden gemeinsam in einer Elektrolytlösung aus verdünnter Schwefelsäure.

Dank ihres vergleichsweise einfachen Aufbaus konnten viele dieser Elemente platzsparend in Reihe geschaltet werden. Diese als **Voltasche Säulen** bekannten Batterien aus mehreren Volta-Elementen wurden zur Erzeugung hoher Spannungen eingesetzt.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit galvanischen Elementen (Daniell-Element) in der Theorie und Praxis gearbeitet haben. Außerdem sollten sie bereits wissen, was eine Reihenschaltung ist.

Prinzip



Das „Volta-Element“ bzw. die „Voltasche Zelle“ ist auch ein Kupfer/Zink-Element, doch im Unterschied zum später entwickelten Daniell-Element befinden sich hier beide Metallelektroden gemeinsam in einer Elektrolytlösung aus verdünnter Schwefelsäure.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler erweitern mit diesem Versuch ihre Kenntnisse der Elektrochemie und lernen ein weiteres galvanisches Element, das Volta-Element, kennen.

Aufgaben

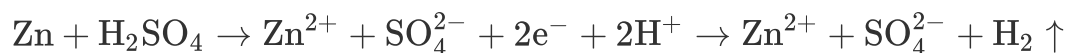


Die Schüler sollen zwei Volta-Elemente aufbauen. An ihnen wird die Spannung einer Einzelzelle und die Spannung nach Reihenschaltung gemessen. Bei einer Kurzschlusschaltung der Elektroden beobachten sie die Besonderheiten der Wasserstoffabscheidung.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

Zink reagiert mit verdünnter Schwefelsäure gemäß der folgenden Reaktionsgleichung:



Das Zink geht dabei in den Ionen-Zustand über (Oxidation). Verbindet man die Zinkelektrode über einen Draht mit der Kupferelektrode und stellt beide in verdünnte Schwefelsäure, so geht Zink an der Oberfläche der Zinkelektrode gemäß der bereits beschriebenen Reaktionsgleichung in Lösung. Die dabei frei werdenden Elektronen fließen (zumindest teilweise) über den Draht zur Kupferelektrode und reduzieren dort Wasserstoffionen zu molekularem Wasserstoff.

Kupfer hingegen reagiert unter diesen Bedingungen nicht mit der verdünnten Schwefelsäure.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

Wird stattdessen ein hochohmiges Voltmeter zwischen die beiden Metalle geschaltet, fließen nur noch sehr wenige Elektronen. Die Reduktion der Wasserstoffionen erfolgt dann überwiegend an der Zinkelektrode, während sie an der Kupferelektrode nur noch in geringem, mit bloßem Auge nicht erkennbarem Maß stattfindet.

Da sich der entstehende Wasserstoff als dünne Schicht auf der Kupferelektrode ablagert und diese gegen weitere Wasserstoffionen abschirmt, sinkt die Spannung unter die theoretische Potenzialdifferenz von 1,1 V. Dabei kann die Spannung bis auf etwa 0,76 V abfallen.

Eine genauere Erklärung liefert der Versuch „Herstellung einer vereinfachten Wasserstoffelektrode“ (P7400869).

Sonstige Lehrerinformationen (5/5)

PHYWE

Die Lösung kann für alle hergestellt werden, um Chemikalien zu sparen!

Optional Schwefelsäure (0,5 mol/l): Gebe in ein Becherglas 100 ml destilliertes Wasser. Pipettiere 14 ml 96%ige Schwefelsäure dazu und fülle auf 500 ml mit destilliertem Wasser auf.

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

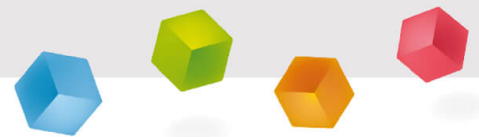
Sicherheitshinweise

PHYWE



- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Während des Versuchs müssen all im Raum befindlichen Personen eine Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.
- Schwefelsäure-Lösungen der Konzentration $c = 0,5 \text{ mol/l}$ wirken reizend.
- Jeden Kontakt der Chemikalien mit den Augen und der Haut vermeiden.
- Für H- und P-Sätze bitte das Sicherheitsdatenblatt der jeweiligen Chemikalie hinzuziehen.

PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Die Voltasche Zelle war das erste funktionierende galvanische Element und wurde bereits im Jahr 1799 von Alessandro Volta entwickelt. Ihr einfacher Aufbau ermöglicht es, mehrere Zellen in Reihe zu schalten und so eine höhere elektrische Spannung zu erzeugen. Diese Anordnung wurde als „Voltasche Säule“ bekannt und stellte einen wichtigen Schritt in der Entwicklung elektrischer Energiequellen dar.

Im heutigen Versuch untersucht ihr, wie durch chemische Reaktionen elektrische Energie entsteht. Ihr baut Voltasche Zellen auf, messt die Spannung einer Einzelzelle und beobachtet, wie sich die Spannung bei Reihenschaltung verändert. So untersucht ihr ein Grundprinzip moderner Batterien.

Aufgaben

PHYWE



1. Baue zwei Volta-Elemente auf.
2. Miss die Spannung einer Einzelzelle.
3. Schalte die beiden Zellen in Reihe und miss die Gesamtspannung.
4. Erzeuge einen Kurzschluss der Elektroden und beobachte die Gasentwicklung.

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	2
6	Streifenelektrode Kupfer für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-10	2
7	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 25 cm, blau	07355-04	1
8	Messzellenblock mit 8 Bohrungen, d = 40 mm für Aufbau galvanischer Zellen	37682-00	1
9	Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml	46025-00	2
10	Schwefelsäure, 0,5 mol/l, 1 ltr	48462-70	1
11	Wasser, demineralisiert, rein, 10000 ml	CHE-882041145	1
12	Streifenelektrode Zink für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-20	2
13	Schutzbrille "classic" - OneSize, Unisex	39316-00	1

Aufbau (1/3)

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 (2/3)

PHYWE

Die Lösung kann für alle hergestellt werden, um Chemikalien zu sparen!

Optional Schwefelsäure (0,5 mol/l): Gebe in ein Becherglas 10 ml destilliertes Wasser. Pipettiere 1,4 ml 96%ige Schwefelsäure dazu und fülle auf 50 ml mit destilliertem Wasser auf.

Stelle 2 Bechergläser (50 ml) in den Messzellenblock und gib in jedes etwa 25 ml der 0,5 molaren Schwefelsäure (Abb. rechts).



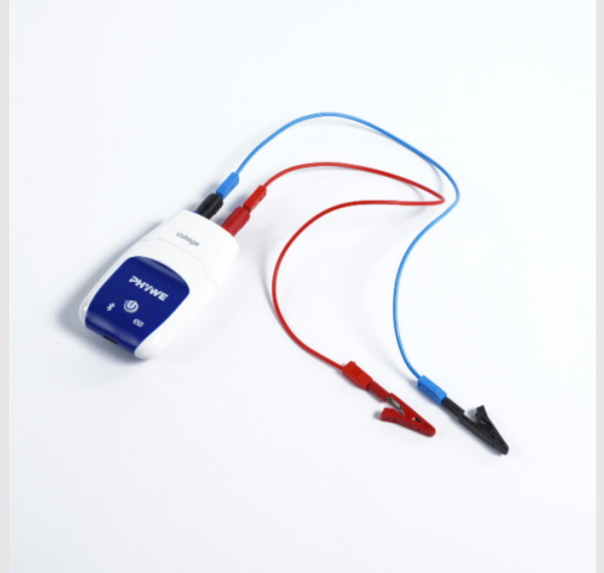
Aufbau (3/3)

PHYWE

Schau dir die beiden Elektroden, Kupfer (Cu) und Zink (Zn) an: Sollte das Metall durch die Lagerung oxidiert sein, verwende ein Stück Schmirgelpapier, um die Oxidschicht zu entfernen.

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

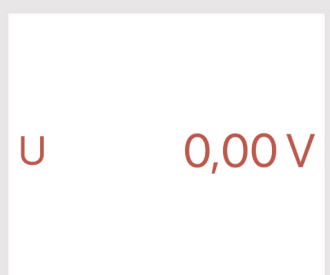
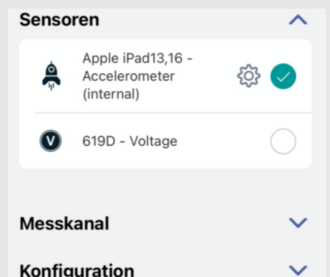
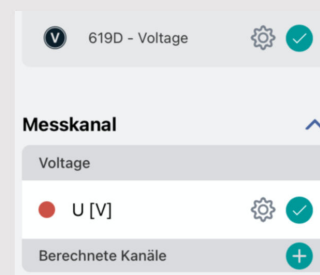
Verbinde die Krokodilklemmen mit den Metallelektroden (Kupfer- und Zinkblech) und die Leitungen mittels Reduzierstecker mit dem Cobra SMARTsense Voltage Sensor.



Durchführung (1/4)

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 (2/4)

PHYWE

Tauche beide Elektroden gleichzeitig in die Schwefelsäure (siehe Abbildung). Die Elektroden dürfen sich dabei **nicht** gegenseitig berühren!

Notiere die gemessene Spannung!

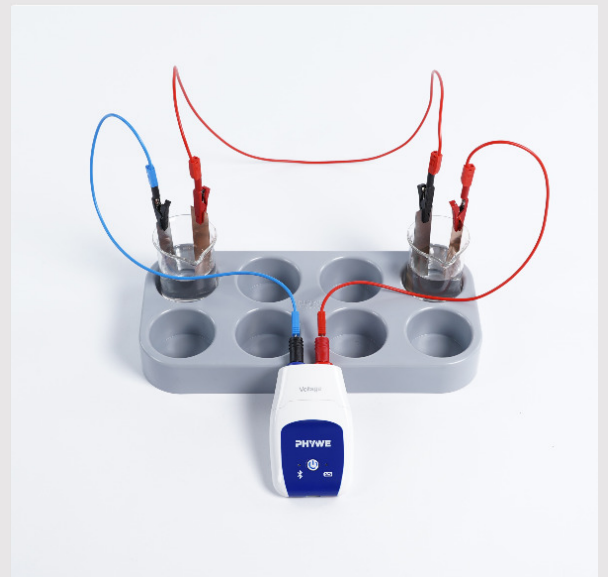


Durchführung (3/4)

PHYWE

Halte nun in das zweite Becherglas ebenfalls eine Zink- und eine Kupferelektrode ein und schalte dann die beiden Voltaschen Zellen in Reihe (siehe Abbildung).

Miss die Spannung dieser Kombination.



Durchführung (4/4)

PHYWE

Erzeuge eine Kurzschlusschaltung in einer Zelle, indem du:

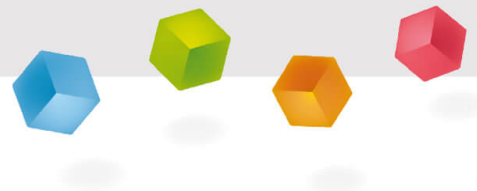
- a) die Kupfer- und Zinkelektrode mit einem Draht direkt verbindest (Abb. oben), oder
- b) beide Elektroden einander direkt berühren lässt (Abb. unten).

Beobachte die Gasentwicklung an den Elektroden, insbesondere an der Kupferelektrode. Welches Gas entsteht hier?



PHYWE

Protokoll



Aufgabe 1

PHYWE

Was ist ein Volta-Element?

- ☐ Ein galvanisches Element, bei dem sich beide Metallelektroden gemeinsam in einer Elektrolytlösung aus verdünnter Schwefelsäure befinden.
- ☐ Ein galvanisches Element, bei dem sich beide Metallelektroden gemeinsam in einer Elektrolytlösung aus verdünnter Natronlauge befinden.

✓ Check

Aufgabe 2

PHYWE

Was beschreibt die Reaktion von Zink und Kupfer mit Schwefelsäure? Kreuze alle korrekten Aussagen an.

- ☐ Das Kupfer geht in den Ionenzustand über (Oxidation).
- ☐ Kupfer reagiert mit verdünnter Schwefelsäure nicht.
- ☐ Das Zink geht in den Ionenzustand über (Oxidation).
- ☐ Zink reagiert mit verdünnter Schwefelsäure nicht.

✓ Check

Aufgabe 3

PHYWE

Wie läuft die Redoxreaktion ab? Welche Gase entstehen?

- ☐ Es entstehen Sauerstoff und Wasserstoff (O_2) und (H_2).
- ☐ $\text{Zn} + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2 \uparrow$
- ☐ $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{SO}_2 + \text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
- ☐ Es entsteht Wasserstoff (H_2).

☒ Check

Aufgabe 4

PHYWE

Was ermöglicht der verhältnismäßig einfache Aufbau der Volta-Elemente?

- ☐ Die Elemente können in sehr kompakter Schreibweise in Parallelschaltung kombiniert werden.
- ☐ Spannungen bis zu 90 V zu erzeugen
- ☐ Keine der Antworten ist richtig.
- ☐ Die Elemente können in sehr kompakter Bauweise in Reihenschaltung kombiniert werden.

☒ Check

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 21: Volta-Element	0/1
Folie 22: Z/K in Schwefelsäure	0/2
Folie 23: Z/K in Schwefelsäure	0/2
Folie 24: Positiv negativ	0/1

Gesamtsumme  0/6

 Lösungen

 Wiederholen