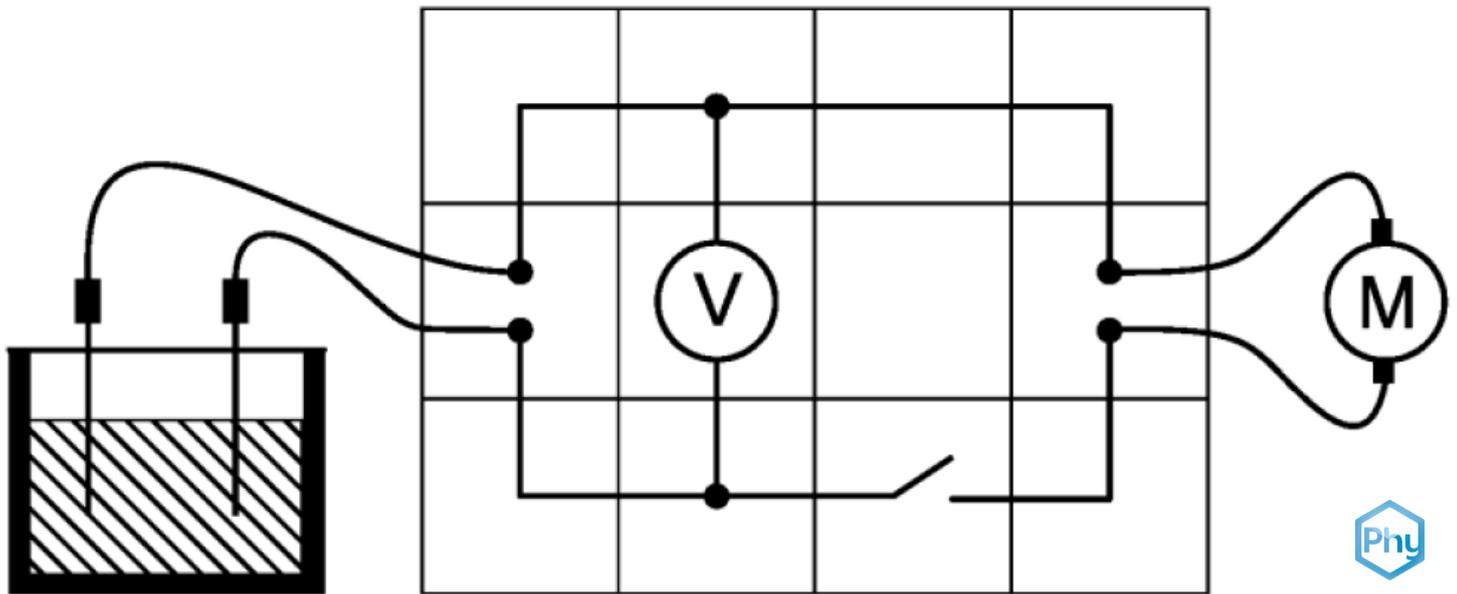


Galvanische Elemente



P1397300 - In diesem Versuch wird gezeigt, dass zwischen zwei Elektroden aus unterschiedlichen Metallen eine elektrische Spannung entsteht, wenn sie sich in einer wässrigen Lösung eines Elektrolyten befinden.

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektrischer Strom & Wirkung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/63f8b0932928070002b178c8>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Batterie

Heutzutage dienen Batterien in vielen Geräten als Spannungsquelle. Es gibt verschiedenste Batterietypen. Im Prinzip sind es aber alle galvanische Elemente. So bezeichnet man eine elektrochemische Zelle an deren Elektroden die chemischen Reaktionen freiwillig ablaufen. Dabei kommt es zur Umwandlung chemischer in elektrische Energie. Als Stoffe werden Zink und Kohlenstoff verwendet, als Elektrolyt meist eine eingedickte Kaliumlauge. Etwas leistungsfähiger sind Alkali-Mangan-Elemente. Als Knopfzellen zur Stromversorgung von Taschenrechnern, Armbanduhren oder Fotoapparaten verwendet man heute meist Zink-Quecksilberoxid-Elemente oder Silberoxid-Zink-Elemente mit Kalilauge als Elektrolyten. Lithium-Elemente werden z. B. bei Herzschrittmachern verwendet.

Sonstige Informationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Der Vorgang der Elektrolyse sollte bekannt sein.

Prinzip



Ein galvanisches Element besteht im Prinzip aus zwei unterschiedlichen Metallelektroden, die in die wässrige Lösung eines Elektrolyten eintauchen. Zwischen den Elektroden lässt sich eine elektrische Spannung "abgreifen" deren Entstehung man vereinfacht dadurch erklären kann, dass positive Metallionen aus der Oberfläche der Elektroden in die Lösung übergehen und frei bewegliche Elektronen auf den Elektroden zurückbleiben. Da dieses "Zurückbleiben" der Elektronen bei unterschiedlichen Metallen in unterschiedlichen Maße geschieht, laden sich die Elektroden unterschiedlich stark negativ auf. Dieser Ladungsunterschied verursacht eine Spannung.

Sonstige Informationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler lernen in diesem Versuch den Aufbau und die Wirkungsweise von galvanischen Elementen kennen, die in der Praxis häufig als Batterien eingesetzt werden.

Aufgaben



Zeige, dass zwischen zwei Elektroden aus unterschiedlichen Metallen eine elektrische Spannung entsteht, wenn sie sich in einer wässrigen Lösung eines Elektrolyten befinden.

Sonstige Informationen (3/3)

PHYWE

Die Messwerte können nur als Richtwerte angesehen werden, weil die erreichbaren Spannungen stark von der chemischen Oberflächenbeschaffenheit der Elektroden abhängen. Vor allem beim Einsatz der Bleielektrode kommt es deshalb darauf an, dass sie vorher sorgfältig gesäubert wird.

Ordnet man die eingesetzten Elektroden so hintereinander an, dass das jeweils links stehende Metall gegenüber dem rechts stehenden elektrisch positiv ist, dann ergibt sich: $Cu - Pb - Fe - Zn$.

Sicherheitshinweise (1/2)

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!
- Von Blei- und Bleiverbindungen geht eine sehr hohe Gefährdung aus
- Bei Verwendung der Bleielektrode gilt ein Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler sowie eine Tätigkeitsbeschränkung für gebärfähige Frauen, werdende und stillende Mütter.
- Handschuhe und Schutzbrille tragen!
- Verdünnte Schwefelsäure wirkt stark ätzend auf Haut, Augen und Schleimhäute.

Sicherheitshinweise (2/2)

PHYWE



- Sprühnebel reizen die Atemorgane.
- Blei ist gesundheitsschädlich.
- Reinigen der Bleielektroden möglichst unter dem Abzug durchführen! Schutzhandschuhe anziehen!
- Hände nach dem Versuch gründlich waschen!

- Entsorgung: Säurereste mit Wasser verdünnen, neutralisieren (pH 6-8) und wegspülen. Lösungen oder feste Rückstände, die Blei oder Blei-Ionen enthalten, in einem dafür gekennzeichneten Behälter sammeln und als Schwermetallabfälle entsorgen.

Theorie

PHYWE

Galvanische Elemente sind elektrochemische Spannungsquellen, in denen chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt wird.

Ein einfaches galvanisches Element besteht aus einer elektrisch leitenden Flüssigkeit (Elektrolyt) und zwei verschiedenen Stoffen. Zwischen den beiden verschiedenen Stoffen besteht eine elektrische Spannung. Bei einem geschlossenen Stromkreis fließt ein elektrischer Strom.

Die entstehende Spannung ist von den verwendeten Stoffen abhängig. In der Physik ist es üblich, die Stoffe in einer so genannten elektrochemischen Spannungsreihe anzuordnen. Die Spannung zwischen zwei Stoffen ist umso größer, je weiter die Stoffe in dieser Reihe voneinander entfernt stehen. Durch chemische Veränderung der Stoffe ist bei einem geschlossenen Stromkreis die Spannung in der Regel geringer als die, die sich aus der Spannungsreihe ergibt. Theoretisch sind somit eine Vielzahl von Kombinationen möglich. Von praktischer Bedeutung sind aber nur wenige Varianten.

Bei allen galvanischen Elementen erfolgt mit Stromfluss eine chemische Veränderung der Elektroden. Sie werden regelrecht "verbraucht". Dadurch verringert sich allmählich die Spannung des Elements. Es hat nur eine begrenzte Lebensdauer und kann im Unterschied zu Akkumulatoren nicht wieder aufgeladen werden.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	1
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	4
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	3
6	Ausschalter, DB	09402-01	1
7	Muffe auf Haftmagnet	02151-01	1
8	Motor, 2 V DC	11031-00	1
9	Sektorscheibe für 2 V-Motor	11031-01	1
10	Stellfläche mit Halterung, DB	09471-00	1
11	Glastrog, 100 mm x 50 mm x 120 mm	06620-10	1
12	Halter für Plattenelektroden	06618-00	2
13	Kupferelektrode, 76 mm x 40 mm	45212-00	1
14	Zinkelektrode, 76 mm x 40 mm	45214-00	1
15	Bleielektrode, 76 mm x 40 mm	45215-00	1
16	Eisenelektrode, 76 mm x 40 mm	45216-00	1
17	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	2
18	Verbindungsleitung, 32 A, 250 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	2
19	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	1
20	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	1
21	PHYWE Demo-Multimeter ADM 3: Strom, Spannung, Widerstand, Temperatur	13840-00	1
22	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
23	Schwefelsäure, 10%, 1000 ml	31828-70	1
24	Löffelspatel, Kunststoff, l = 180 mm	38833-00	1
25	Schmirgelpapier, mittlere Körnung	01605-00	1
26	Schraubzwinde	02014-00	2

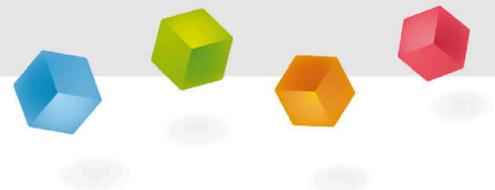
Zusätzliches Material

PHYWE

<u>Position</u>	<u>Material</u>	<u>Menge</u>
1	Wasser	1
2	saugfähiges Tuch oder Papier	1

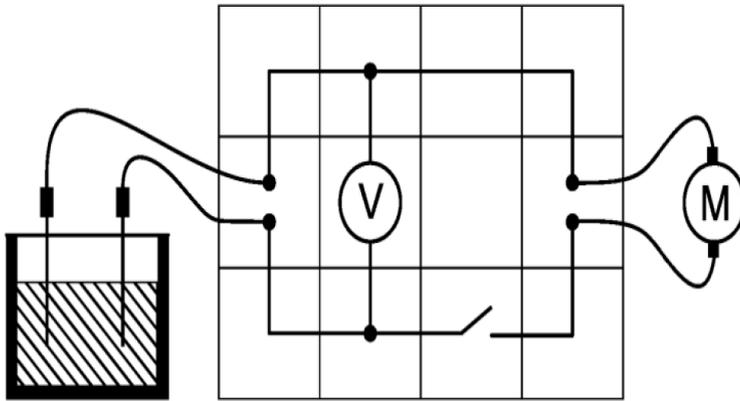
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



Versuchsaufbau

- Fülle nach der sorgfältigen Reinigung des Glastrogs und aller Elektroden den Glastrog über die Hälfte mit Wasser, gebe einige Milliliter Schwefelsäure hinein und rühre um.
- Baue den Versuch entsprechend der Abbildung links auf, stelle den Messbereich 1 V ein und tauche zuerst die Kupfer und die Zinkelektrode in die wässrige Lösung ein. Achte darauf, dass der (+)-Anschluss des Spannungsmessers mit der Kupferelektrode verbunden ist.

Durchführung

PHYWE

- Lese die Spannung ab und trage sie in eine Tabelle ein.
- Schließe den Schalter und beobachte den Motor (1).
- Öffne den Schalter.
- Ersetze nacheinander jeweils eine der Elektroden durch eine andere und – falls erforderlich – pole den Spannungsmesser um. Messe die jeweilige Spannung und notiere die Messwert sowie die jeweilige Polarität der Elektroden in einer Tabelle.
- Setze zuletzt noch einmal die Kupfer- und die Zinkelektrode ein.
- Verkleinere die wirksame Elektrodenfläche durch Anheben einer Elektrode oder beider Elektroden und beobachte dabei den Spannungsmesser (2).
- Verkleinere oder vergrößere nun den Abstand der Elektroden zueinander und beobachte dabei den Spannungsmesser (3).

PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung

PHYWE

- (1) Der Motor läuft, die Leerlaufspannung des galvanischen Elementes (Kupfer/Zink) beträgt etwa 1 V .
- (2) Die Spannung bleibt unverändert.
- (3) Die Spannung bleibt ebenfalls unverändert.

Mögliche Tabelle

linke Elektrode Material	Polarität	rechte Elektrode Material	Polarität	Spannung $\frac{U}{V}$
Cu	+	Zn	-	0,95
Cu	+	Pb	-	0,43
Cu	+	Fe	-	0,49
Cu	0	Cu	0	0,00
Fe	-	Pb	+	0,18
Fe	+	Zn	-	0,50
Zn	-	Pb	+	0,59

Auswertung

PHYWE

Taucht man zwei Elektroden aus unterschiedlichen Metallen in eine wässrige Lösung eines Elektrolyten ein, dann entsteht zwischen ihnen eine elektrische Spannung. Eine solche Einrichtung bezeichnet man als galvanisches Element. Die Höhe der Spannung hängt vom Material der Elektroden ab, nicht jedoch von deren Flächengröße und Abstand.

Das Entstehen der Spannung eines galvanischen Elements kann vereinfacht dadurch erklärt werden, dass positive Metallionen aus der Oberfläche der Elektroden in die Lösung übertreten und frei bewegliche Elektronen zurücklassen. Da das bei unterschiedlichen Metallen in unterschiedlichem Maße geschieht, laden sich diese unterschiedlich stark negativ auf. Der Ladungsunterschied der Elektroden verursacht die Spannung, die man mit einem Spannungsmesser ermitteln und zum Betreiben elektrischer Geräte nutzen kann.

Aus der Tabelle geht hervor, dass das $Cu - Zn$ -Element die größte und das $Fe - Pb$ -Element die kleinste Spannung erzeugt.