

Galvanische Zellen als Konzentrationskette, ihre Potenziale und ihre Berechnung



Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass auch zwischen zwei gleichartigen Halbzellen elektrische Spannungen gemessen werden können und wie man die Nernst-Gleichung verwendet.

Chemie

Physikalische Chemie

Elektrochemie

Elektrochemische Spannungsreihe



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f7236f42e0f190003cd3fa6>



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Nicht nur zwischen Halbzellen aus unterschiedlichen Metallen in ihren Salzlösungen lassen sich elektrische Spannungen messen, sondern auch zwischen gleichartigen Halbzellen, die sich lediglich in den Konzentrationen ihrer Salzlösungen voneinander unterscheiden. Solche Paarungen gleicher Halbzellen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen bezeichnet man als »Konzentrationsketten«.

Die messbare Spannung solcher Konzentrationsketten unterliegt einer Gesetzmäßigkeit, die in der sogenannten »Nernst-Gleichung« ihren mathematischen Ausdruck gefunden hat.

Sonstige Lehrerinformationen (1/5)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits in der Lage sein, Standardpotenziale zu bestimmen und die benötigten Elektroden herzustellen.

Prinzip



Nicht nur zwischen Halbzellen aus unterschiedlichen Metallen in ihren Salzlösungen lassen sich elektrische Spannungen messen, sondern auch zwischen gleichartigen Halbzellen, die sich lediglich in den Konzentrationen ihrer Salzlösungen voneinander unterscheiden.

Sonstige Lehrerinformationen (2/5)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler lernen, dass auch zwischen zwei gleichartigen Halbzellen elektrische Spannungen gemessen werden können und wie man die Nernst-Gleichung verwendet. Der Begriff "Konzentrationskette" wird eingeführt.

Aufgaben



Es sollen Silber/Silbernitrat-Halbzellen hergestellt werden, deren Silberionenkonzentrationen sich jeweils um eine Zehnerpotenz voneinander unterscheiden. Die Spannungen zwischen den möglichen Kombinationen dieser Halbzellen werden gemessen. Ihre Auswertung führt zur Ableitung der Nernst-Gleichung.

Sonstige Lehrerinformationen (3/5)

PHYWE

Sonstige Informationen (1/3)

Vorgänge an den Elektroden:



Die Zelle aus zwei gleichen Halbzellen aufgebaut ist, die sich nur durch die Konzentration unterscheidet, wird diese Zelle auch als Konzentrationszelle bezeichnet (Spezialfall einer galvanischen Zelle). Allgemein wird in der Halbzelle mit der niedrigeren Konzentration die Metallatome oxidiert, während in der Halbzelle mit der höheren Konzentration die Metallionen reduziert werden.

Sonstige Lehrerinformationen (4/5)

PHYWE

Sonstige Informationen (2/3)

Die Tabelle zeigt, dass sich die Spannungen bzw. die Potenzialdifferenzen (5) dieser Konzentrationsketten proportional zum Logarithmus des Quotienten aus c1 und c2 (4) ändern, und nicht etwa proportional zur Konzentration. Dabei ist (1) die Lösungskonzentration der reduzierten Form und (2) die Konzentration der oxidierten Form und (3) der Quotient aus (1) und (2):

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
0,1	0,01	10	1	$1 * 0,058$
0,01	0,001	10	1	$1 * 0,058$
0,001	0,0001	10	1	$1 * 0,058$
0,1	0,001	100	2	$2 * 0,058 = 0,116$
0,01	0,0001	100	2	$2 * 0,058 = 0,116$
0,1	0,0001	1000	3	$3 * 0,058 = 0,174$

Sicherheitshinweise

PHYWE



- Schutzbrille 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.

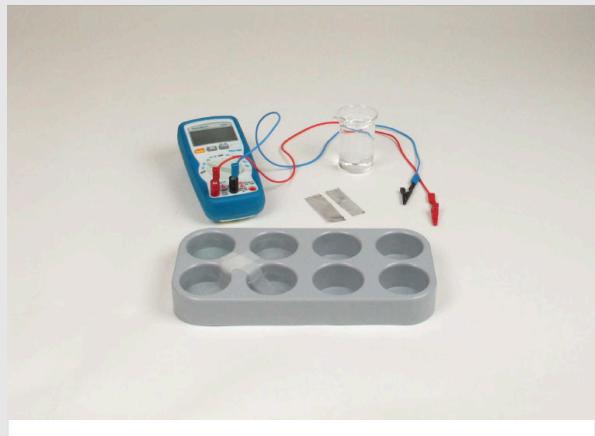
PHYWE



Schülerinformationen

Motivation

PHYWE



Versuchsaufbau

Du hast bereits gelernt, dass wir ohne Batterien in unserer heutigen Welt nicht mehr auskommen. Auch kannst du bereits eine verschiedene Elektroden herstellen.

Bis jetzt wurden jeweils die elektrischen Spannungen von 2 Metallen in der gleichen Salzkonzentration gemessen. Es geht allerdings auch andersherum:

In diesem Versuch lernst du, dass auch zwischen gleichartigen Halbzellen, die sich lediglich in den Konzentrationen ihrer Salzlösungen voneinander unterscheiden, elektrische Spannungen messen lassen.

Aufgaben

PHYWE



Du sollst Silber/Silbernitrat-Halbzellen herstellen, deren Silberionenkonzentrationen sich jeweils um eine Zehnerpotenz voneinander unterscheiden.

Die Spannungen zwischen den möglichen Kombinationen dieser Halbzellen werden gemessen. Ihre Auswertung führt zur Ableitung der Nernst-Gleichung.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 MΩ, 200µF, 20 kHz, -20°C...760°C	07122-00	1
2	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, rot	07356-01	1
3	Verbindungsleitung, 2 mm-Stecker, 5 A, 500 mm, 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	1
6	Messzellenblock mit 8 Bohrungen, d = 40 mm für Aufbau galvanischer Zellen	37682-00	1
7	Deckel für Messzellenblock, 8 Stück	37683-00	1
8	Silberblech, 150 x 150 x 0,1 mm, 1 St. (ca. 25 g)	31839-04	1
9	Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml	46025-00	5

Vorbereitung

PHYWE

Herstellen der benötigten Lösungen

- **Silbernitratlösung (0,1 mol/l):** Füge 8,49 g Silbernitrat zu 250 ml destilliertem Wasser. Gut mischen und auf 500 ml mit destilliertem Wasser auffüllen.
- **Silbernitratlösung (0,01 mol/l):** Füge 50 ml der hergestellten Silbernitratlösung (0,1 mol/l) zu 450 ml destilliertem Wasser.
- **Silbernitratlösung (0,001 mol/l):** Füge 50 ml der hergestellten Silbernitratlösung (0,01 mol/l) zu 450 ml destilliertem Wasser.
- **Silbernitratlösung (0,0001 mol/l):** Füge 50 ml der hergestellten Silbernitratlösung (0,001 mol/l) zu 450 ml destillierten Wasser.

Aufbau (1/2)

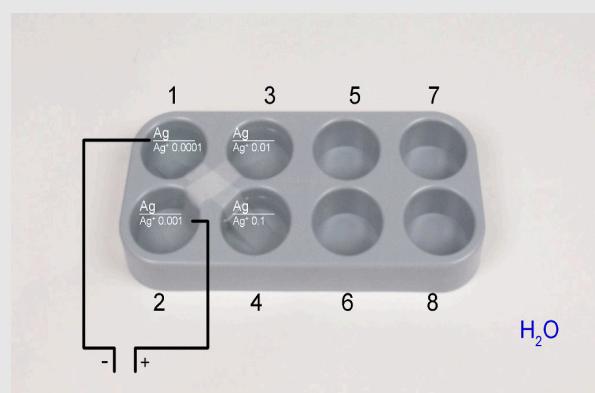
PHYWE

Fülle die Messzellen 1 bis 4 mit den angegebenen Silbernitratlösungen (Abb. rechts)

Beginne bei Zelle 1 mit der Konzentration 0,0001 mol/l, in Zelle 2 gib die 0,001 mol/l, in Zelle 3 die 0,01 mol/l und in Zelle 4 die 0,1 molare Lösung.

Verbinde dann die 4 Messzellen mit Stromschlüsseln aus Filterpapierstreifen, die jedoch diesmal nicht mit Kaliumnitratlösung getränkt werden (Abb. rechts).

Lasse an Stelle der Kaliumnitratlösung die Silbernitratlösungen aus den jeweils zu verbindenden Messzellen von den eingetauchten Papierenden her in die Streifen aufsteigen, bis sie sich in der Mitte treffen.



Fülle die Messzellen

Aufbau (2/2)

PHYWE

Achte darauf, daß die sich kreuzenden Papierstreifen dicht aufeinander liegen, damit nach allen Richtungen ein guter Stromfluss gewährleistet ist.

Deckel brauchen nicht auf die Messzellen aufgesetzt zu werden. Halte jedoch ein Becherglas mit reinem Wasser bereit, um nach jeder Messung die Silberelektroden darin abspülen zu können.

Schließe dann eine blaue Verbindungsleitung an die Massebuchse (Minuseingang) und eine rote Verbindungsleitung an die Voltbuchse (Pluseingang) des Messinstrumentes an. Die anderen Enden der Verbindungsleitungen bestücke mit Krokodilklemmen, mit denen wiederum die Silberelektroden gefasst werden.



Versuchsaufbau

Durchführung

PHYWE

Miss nun zunächst die Spannungen zwischen den jeweils aufeinander folgenden Lösungskonzentrationen, indem du die Elektrode, die mit der Massebuchse des Messinstruments verbunden ist, in die geringer konzentrierte Lösung eintauchst und die andere Elektrode in die nächsthöhere Konzentration (sie bildet stets den Pluspol einer solchen Konzentrationskette).

Es werden also die Spannungen zwischen den Halbzellen 1 + 2, 2 + 3, 3 + 4 gemessen und notiert. Bevor du jedoch die Elektroden in die nächst höher konzentrierten Lösungen tauchst, spüle sie kurz im Becherglas mit reinem (destilliertem) Wasser ab (anhängen der Tropfen abschütteln).



Versuchsdurchführung

PHYWE

Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Was sind die Vorgänge an den Elektroden (Anode, Kathode)?

(Anode, Oxidation)

(Kathode, Reduktion)

(Anode, Oxidation)

Check

10/12

Aufgabe 2

PHYWE

Was lässt sich mit der Nernst-Gleichung berechnen?

- Mit der Nernst-Gleichung lassen sich Potentialdifferenzen von Konzentrationsketten berechnen.
- Mit der Nernst-Gleichung lassen sich Stromstärken von Parallelschaltungen berechnen.
- Mit der Nernst-Gleichung lassen sich Potentialdifferenzen von Redoxpaaren berechnen.
- Mit der Nernst-Gleichung lassen sich Stromstärken von Reihenschaltungen berechnen.

 Check

Aufgabe 3

PHYWE

Wie lautet die Nernst-Gleichung für die Kathode?

- $E_{\text{Kathode}} = E^{\circ}_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} + 0,059 \text{ V} * \log c_1(\text{Ag}^+)$, c_1 = konzentrierte Lösung
- $E_{\text{Kathode}} = E^{\circ}_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} - 0,059 \text{ V} * \log c_1(\text{Ag}^+)$, c_1 = konzentrierte Lösung
- $E_{\text{Kathode}} = E^{\circ}_{\text{Ag}/\text{Ag}^+} + 0,059 \text{ V} * \log c_2(\text{Ag}^+)$, c_2 = verdünntere Lösung

 Check

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 17: Reaktionsgleichung Anode	0/2
Folie 18: Nernst-Gleichung	0/1
Folie 19: Nernst-Gleichung 2	0/1

Gesamtsumme

0/4

Lösungen

Wiederholen

12/12