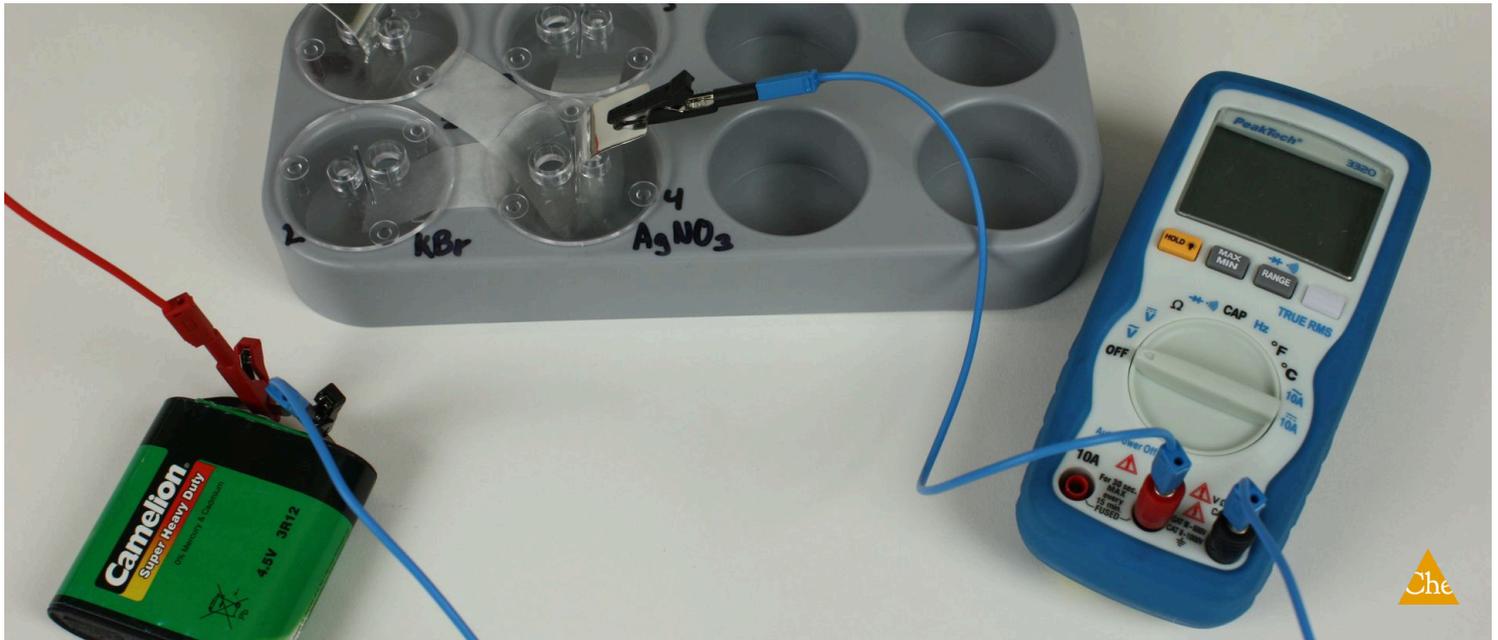


Das Löslichkeitsprodukt der Silberhalogenide



Die Schülerinnen und Schüler sollen erlernen, wie die Löslichkeitsprodukte der entsprechenden Silberhalogenide berechnet werden.

Chemie

Physikalische Chemie

Elektrochemie

Elektrochemische Spannungsreihe



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



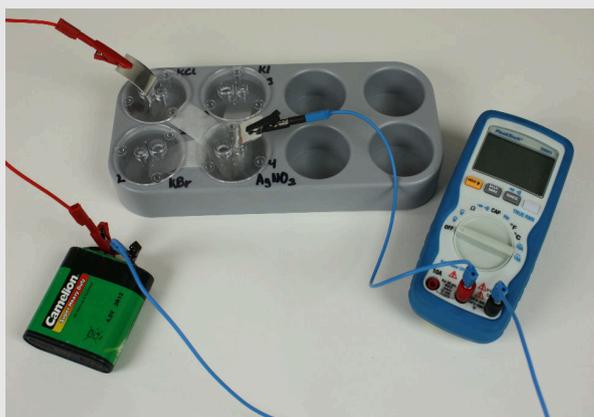
Durchführungszeit

10 Minuten



Lehrerinformationen

Anwendung



Versuchsaufbau

Gibt man in eine 1 molare Kaliumhalogenidlösung (= KCl, KBr, KI) einige Tropfen einer stark verdünnten Silbernitratlösung ($c = 0,01 \text{ mol/l}$), so kommt es sofort zur Ausfällung des entsprechenden Silberhalogenids (AgCl, AgBr, AgI), weil die Löslichkeitsprodukte dieser schwerlöslichen Salze schon durch diese geringen Mengen zugegebener Silberionen überschritten werden. Es bleiben dann nur noch so viele freie Silberionen in diesen Silberhalogenidlösungen übrig, wie es das Löslichkeitsprodukt KL zulässt.

Da die Beziehung zwischen Konzentrationsdifferenz und Spannung in einer Konzentrationskette der Nernst-Gleichung folgt, kann man aus der gemessenen Spannung das Löslichkeitsprodukt bzw. die Silberionenkonzentration der jeweiligen Silberhalogenidlösung errechnen.

Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler sollten bereits wissen, was Konzentrationsketten sind, wie deren Spannungen gemessen werden und wie die Löslichkeitsprodukte der ausgefällten Silberhalogenide berechnet werden.

Prinzip



Da die Beziehung zwischen Konzentrationsdifferenz und Spannung in einer Konzentrationskette der Nernst-Gleichung folgt, kann man aus der gemessenen Spannung das Löslichkeitsprodukt bzw. die Silberionenkonzentration der jeweiligen Silberhalogenidlösung errechnen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler bauen Konzentrationsketten aus einer Silberhalbzelle mit 0,01 molarer Silbernitratlösung (als Vergleichszelle) und Halbzellen mit 1 molarer KCl-, KBr- und KI-Lösungen, in denen durch Zugabe weniger Tropfen Silberlösung eine geringe Menge des jeweiligen Silberhalogenids ausgefällt wurde, auf. Die Spannungen dieser Konzentrationsketten werden gemessen und die Löslichkeitsprodukte der entsprechenden Silberhalogenide werden berechnet.

Aufgaben



Es sollen Konzentrationsketten aus einer Silberhalbzelle mit 0,01 molarer Silbernitratlösung (als Vergleichszelle) und Halbzellen mit 1 molarer KCl-, KBr- und KI-Lösungen, in denen durch Zugabe weniger Tropfen Silberlösung eine geringe Menge des jeweiligen Silberhalogenids ausgefällt wurde, aufgebaut werden. Die Spannungen dieser Konzentrationsketten sollen gemessen und die Löslichkeitsprodukte der entsprechenden Silberhalogenide berechnet werden.

Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE
excellence in science

Sonstige Informationen (1/2)

$$K_L = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Hal}^-)$$

Da hierbei im Vergleich zur Ausgangskonzentration der Halogenidionen ($c = 1 \text{ mol/l}$) nur eine verschwindend geringe Menge dieser Ionenart gebunden wird, bleibt deren Konzentration trotz Fällung der Silberhalogenide praktisch konstant; $c(\text{Hal})$ bleibt also $= 1 \text{ mol/l}$. Dann ist das Löslichkeitsprodukt des Silberhalogenids nach der Fällung gleich

$$K_L = c(\text{Ag}^+) \cdot 1$$

Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE
excellence in science

Sonstige Informationen (2/2)

D.h. das Löslichkeitsprodukt ist gleich der Konzentration der freien Silberionen. Stellt man nun in eine solche an Silberionen gesättigte Kaliumhalogenidlösung eine Silberelektrode, so erhält man praktisch eine Silberhalbzelle mit sehr stark verdünnter Silberionenkonzentration. Schaltet man dann diese Halbzelle mit einer anderen Silberhalbzelle mit bekannter Silberionenkonzentration (Vergleichszelle) zu einer Konzentrationskette zusammen, so kann man eine dem Silberionen-Konzentrationsunterschied dieser Kette entsprechende Spannung ΔE messen.

Da die Beziehung zwischen Konzentrationsdifferenz und Spannung in einer Konzentrationskette der Nernst-Gleichung folgt, kann man aus der gemessenen Spannung das Löslichkeitsprodukt bzw. die Silberionenkonzentration der jeweiligen Silberhalogenidlösung errechnen.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

- Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen.
- Kaliumbromid- und Kaliumchlorid-Lösungen der Konzentration $c = 1,0 \text{ mol/l}$ wirken reizend.
- Kaliumiodid-Lösungen der Konzentration $c = 1,0 \text{ mol/l}$ sind gesundheitsschädlich beim Verschlucken, wobei eine Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich ist.
- 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
excellence in science

Schülerinformationen

Motivation

PHYWE
excellence in science



Versuchsaufbau

In diesem Versuch baust du eine Konzentrationskette aus einer Silberhalbzelle auf und vergleichst sie mit anderen Halbzellen, denen du Silberlösung zugibst und so Silberhalogenide ausfällt.

Da die Beziehung zwischen Konzentrationsdifferenz und Spannung in einer Konzentrationskette der Nernst-Gleichung folgt, kann man aus der gemessenen Spannung das Löslichkeitsprodukt bzw. die Silberionenkonzentration der jeweiligen Silberhalogenidlösung errechnen.

Aufgaben

PHYWE
excellence in science



Baue Konzentrationsketten aus einer Silberhalbzelle mit 0,01 molarer Silbernitratlösung (als Vergleichszelle) und Halbzellen mit 1 molarer KCl-, KBr- und KI-Lösungen, in denen durch Zugabe weniger Tropfen Silberlösung eine geringe Menge des jeweiligen Silberhalogenids ausgefällt wurde, auf.

Die Spannungen dieser Konzentrationsketten werden gemessen und die Löslichkeitsprodukte der entsprechenden Silberhalogenide werden berechnet.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Digitalmultimeter, 600V AC/DC, 10A AC/DC, 20 M Ω , 200 μ F, 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	Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml	46025-00	4
9	Tropfflasche, Kunststoff, 50 ml	33920-00	1
10	Pipette mit Gummikappe, l = 100 mm	64701-00	1
11	Silberblech, 150 x 150 x 0,1 mm, 1 St. (ca. 25 g)	31839-04	1
12	Schmirgelvlies, 158 x 224 mm, 2 Stück	01606-00	1
13	Streifenelektroden-Set für Schülerversuche Elektrochemie Länge: 75 mm, Breite 15 mm	07856-00	2
14	Silbernitrat-Lösung, 0,1M 250 ml	30223-25	1
15	Kaliumchlorid, 250 g	30098-25	1
16	Kaliumbromid, 100 g	30258-10	1
17	Kaliumiodid, 50 g	30104-05	1
18	Kaliumnitrat, 250 g	30106-25	1
19	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1
20	Filterpapier 580 mm x 580 mm, 10 Bögen	32976-03	1

Vorbereitung

PHYWE
excellence in science

Herstellen der benötigten Lösungen

- **Silbernitratlösung 0,01 M:** Gib 25 ml 0,1 M Silbernitratlösung in ein Becherglas und fülle es mit destilliertem Wasser auf 250 ml auf.
- **Kaliumchloridlösung 1 M:** Gib 18,64 g Kaliumchlorid in ein Becherglas und fülle es mit destilliertem Wasser auf 250 ml auf. So wird der Feststoff darin gelöst.
- **Kaliumbromidlösung 1 M:** Gib 29,75 g Kaliumbromid in ein Becherglas und fülle es mit destilliertem Wasser auf 250 ml auf. So wird der Feststoff darin gelöst.
- **Kaliumiodidlösung 1 M:** Gib 41,5 g Kaliumiodid in ein Becherglas und fülle es mit destilliertem Wasser auf 250 ml auf. So wird der Feststoff darin gelöst.
- **Kaliumnitratlösung 1 M:** Gib 25,28 g Kaliumnitrat in ein Becherglas und fülle es mit destilliertem Wasser auf 250 ml auf. So wird der Feststoff darin gelöst.

Aufbau (1/2)

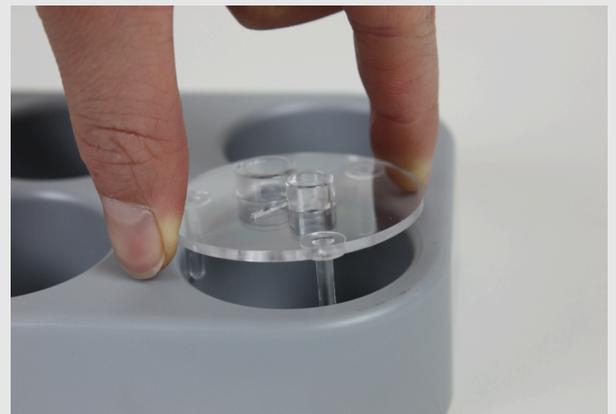
PHYWE
excellence in science

Fülle in die Messzelle 1 Kaliumchloridlösung ($c = 1 \text{ mol/l}$), in die Zelle 2 Kaliumbromidlösung und in Zelle 3 Kaliumiodidlösung gleicher Konzentration.

In Zelle 4 fülle 0,01 molare Silbernitratlösung.

Auf die Messzelle 1 setze einen Deckel. Die Messzelle 2 bleibt dagegen offen.

Zu den drei Halogenidlösungen gib mit Hilfe einer Tropfpipette noch jeweils 3 bis 4 Tropfen der 0,01 molaren Silbernitratlösung und verbinde dann diese Messzellen durch Stromschlüssel (mit Kaliumnitratlösung getränkte Filterpapierstreifen) mit der Messzelle 4.



Setze die Deckel auf die vier Messzellen

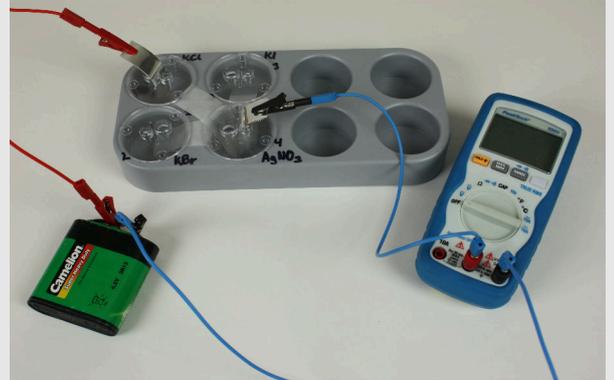
Aufbau (2/2)

PHYWE
excellence in science

Setze Deckel auf die 4 Messzellen.

Dann verbinde eine vollkommen saubere Silberelektrode mit der Voltbuchse (= Pluspolanschluss) des Messinstruments und stecke sie in die Messzelle 4 (Silbernitratlösung).

Eine zweite völlig saubere Silberelektrode verbinde mit der Massebuchse des Messinstruments (= Minuspolanschluss). Stecke diese Elektrode dann zuerst in die Messzelle 1 (Kaliumchloridlösung mit Silberchloridniederschlag) und miss die Spannung zwischen den Halbzellen 1 und 4.



Miss die Spannung zwischen den Halbzellen 1 und 4.

Durchführung

PHYWE
excellence in science

Nimm die Silberelektrode aus der Messzelle 1 wieder heraus, reinige sie sorgfältig und führe sie anschließend in die Messzelle 2 (Kaliumbromidlösung mit Silberbromidniederschlag) (Abb. rechts).

Miss die Spannung zwischen den Halbzellen 2 und 4. Dann verfähre auf gleiche Weise mit der Halbzelle 3 (Kaliumiodidlösung mit Silberiodidniederschlag).



Miss die Spannung zwischen den Halbzellen 2 und 4.



Protokoll

Aufgabe 1

Was passiert, wenn man in eine 1 molare Kaliumhalogenidlösung einige Tropfen einer stark verdünnten Silbernitratlösung (0,01 mol/l) gibt?

- Es kommt sofort zur Ausfällung des entsprechenden Silberhalogenids (AgCl, AgBr, AgI).
- Die Lösung verfärbt sich aufgrund der chemischen Reaktion der Kaliumhalogenidlösung und des Silbernitrats rot.
- Es passiert nichts, da Kaliumhalogenidlösung und Silbernitratlösung in keiner Weise miteinander reagieren.

Check

Aufgabe 2

Wähle die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt aus.

- Die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt lautet $K_L = c(\text{Ag}^+) + c(\text{Hal}^-)$.
- Die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt lautet $K_L = c(\text{Ag}^+) - c(\text{Hal}^-)$.
- Die Gleichung für das Löslichkeitsprodukt lautet $K_L = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Hal}^-)$.

✓ Check

Aufgabe 3

Was passiert, wenn man in eine an Silberionen gesättigte Kaliumhalogenidlösung eine Silberelektrode stellt?

- Die Silberelektrode oxidiert innerhalb kurzer Zeit und ist nicht mehr zu nutzen.
- Man erhält praktisch eine Silberhalbzelle mit sehr stark konzentrierter Silberionenkonzentration.
- Keine der Antworten ist korrekt.
- Man erhält praktisch eine Silberhalbzelle mit sehr stark verdünnter Silberionenkonzentration.

✓ Check

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 17: Ausfällung	0/1
Folie 18: Löslichkeitsprodukt	0/1
Folie 19: Silberelektrode	0/1

Gesamtsumme  0/3

 Lösungen

 Wiederholen