

Komplexsalze



Die Schüler und Studenten beobachten anhand der Farbänderung der Verbindungen, dass Komplexbildungsreaktionen Gleichgewichtsreaktionen sind und daher der Ammoniak den Wasser-Liganden am Kupferion ersetzen kann.

Chemie

Allgemeine Chemie

Stöchiometrie

Chemie

Anorganische Chemie

Säuren, Basen, Salze



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

PHYWE
excellence in science

Allgemeine Informationen

Anwendung

PHYWE
excellence in science

Versuchsaufbau

In diesem Versuch untersuchen die Schüler und Studenten die Bildung einer Komplexverbindung.

Dabei erkennen Sie, dass bei vielen Metallionen von Nebengruppenelementen bereits in wässriger Lösung eine Komplexverbindung vorliegt. Das Zentralion umgibt sich dabei mit einer Hydrathülle (Wasser-Moleküle als Liganden um das Zentralion), man spricht auch von einem aquotisierten Metallion.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE
excellence in science

Vorwissen



Die Schüler und Studenten sollten bereits mit der Komplexbildung in der Theorie vertraut sein.

Prinzip



Bei vielen Metallionen von Nebengruppenelementen entsteht bereits in wässriger Lösung eine Komplexverbindung. Das Zentralion umgibt sich dabei mit einer Hydrathülle (Wasser-Moleküle als Liganden um das Zentralion), man spricht auch von einem aquotisierten Metallion.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE
excellence in science

Lernziel



Die Schüler und Studenten beobachten anhand der Farbänderung der Verbindungen, dass Komplexbildungsreaktionen Gleichgewichtsreaktionen sind und daher der Ammoniak den Wasser-Liganden am Kupferion ersetzen kann.

Aufgaben



Die Schüler und Studenten stellen einen Ammoniak-Komplex mit Cu-Ionen als Zentralatom dar und untersuchen die Eigenschaften des Komplexes.

Sicherheitshinweise

PHYWE
excellence in science

- Während des Versuchs müssen Schutzbrille, Handschuhe und Laborkittel getragen werden.
- Ammoniaklösung ist eine alkalisch, ätzende Flüssigkeit mit stechend richenden Dämpfen. Sie reizt Haut, Augen und Atemwege und wird über die Haut resorbiert.
- Ethanol ist eine leichtentzündliche, mit Wasser mischbare Flüssigkeit, deren Dämpfe mit Luft explosionsfähige Gemische bilden können.
- 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.

Theorie

PHYWE
excellence in science

Komplexe sind Verbindungen, die aus einem Zentralion bzw. Zentralatom und mehreren Liganden aufgebaut sind. Die Bildung solcher Komplexverbindungen erfolgt öfters, als man vermutet. So umgeben sich viele Metallionen bereits in wässriger Lösung mit einer "Hydrathülle" und bilden so eine Komplexverbindung. Ob ein Metallion in wässriger Lösung Wassermoleküle um das Zentralion oder Liganden koordiniert, hängt von der koordinativen Bindung ab, d.h. wie stark der Ligand an das Zentralion "gebunden" wird.

Komplex(ver)bindungen sind dabei Gleichgewichtsreaktionen, so dass bei aquotisierte Metallionen die Wasserliganden durch andere Liganden wie beispielsweise dem Ammoniak-Liganden ausgetauscht werden können. Wie stabil eine Komplexverbindung ist, lässt sich an der Komplexbildungskonstante ableiten. Je größer die Zahl der Komplexbildungskonstante ist, desto mehr liegt das Gleichgewicht der Komplexbildungsreaktion auf der Seite des Komplexes.

Material

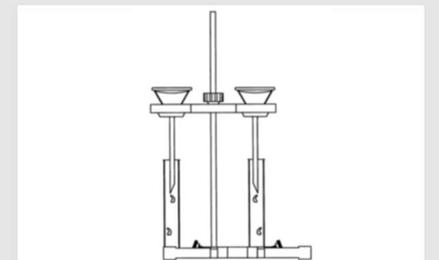
Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Reagenzglas, Duran®, d = 30 mm, l = 200 mm, 1 Stück	36304-01	6
2	Reagenzglasgestell mit 6 Bohrungen, d = 31 mm, Holz	40569-10	1
3	Filtrierstativ für 2 Trichter	33401-88	1
4	Analysentrichter, Glas, d = 80 mm	36276-00	2
5	Rundfilter, qualitativ, d = 125 mm, 100 Stück	32977-05	1
6	Messzylinder, Boro, hohe Form, 25 ml	36627-00	1
7	Glasrührstab, Boro, l = 300 mm, d = 7 mm	40485-05	4
8	Löffelspatel, Stahl, l = 150 mm	33398-00	1
9	Kompaktwaage, AE ADAM, 1000 g : 0,1 g Modell CB1001	ADA-CB-1001	1
10	Wägeschalen, quadratisch, 84 x 84 x 24 mm, 500 Stück	45019-50	1
11	Spritzflasche, 500 ml, Kunststoff	33931-00	1
12	Ammoniak-Lösung, 25%, 1000 ml	30933-70	1
13	Kupfer(II)-sulfat-5-Hydrat, 250 g	30126-25	1
14	Ethanol (Brennspiritus), 1000 ml	31150-70	1
15	Salzsäure 37%, 1000 ml	30214-70	1
16	Wasser, destilliert, 5 l	31246-81	1
17	Pipette mit Gummikappe, l = 80 mm davon l = 40 mm lange Spitze	64838-00	1



Aufbau und Durchführung

Aufbau und Durchführung

- Mit Hilfe einer Wägeschale werden ca. 1,5 g Kupfersulfat abgewogen und in ein Reagenzglas überführt (Abb. rechts oben). Anschließend wird das Kupfersulfat in ca. 10 ml Wasser gelöst. Zu der Kupfersulfatlösung werden anschließend 2,5 ml einer 25%igen Ammoniak-Lösung hinzugefügt.
- Von dieser dunkelblau gefärbten Lösung gießt du etwas Lösung (ca. 2 ml) in ein anderes Reagenzglas und tropfst langsam mit Hilfe einer Pipette Salzsäure dieser Lösung hinzu.
- Der Rest der Lösung wird abschließend mit 10 ml Brennspiritus versetzt und filtriert (Abb. rechts unten). Dazu wird ein Filtrierstativ aufgebaut und die Suspension filtriert und so der entstandene Tetrammin-Komplex isoliert.





Auswertung

Auswertung (1/6)

Beobachtung

Beim Lösen von Kupfersulfat in Wasser bildet sich eine hellblaue Lösung. Nach der Zugabe der Ammoniaklösung färbt sich die Kupfersulfatlösung dunkelblau. Beim Zutropfen von Salzsäure färbt sich die dunkelblaue Lösung wieder hellblau (wie die Ausgangslösung: wässrige Kupfersulfatlösung). Beim Mischen mit Ethanol fallen tiefblaue Kristallnadeln aus, die sich an der Luft langsam unter Ammoniakabgabe (Geruch) zersetzen.

Auswertung (1/3)

Das feste Kupfersulfat löst sich bzw. reagiert mit dem Wasser zu einer hellblau gefärbten "Komplexverbindung", einem Tetraquokomplex. Diese Verbindung wäre demnach als Tetraquokupfer(II)sulfat-monohydrat zu bezeichnen und kann daher bereits als Komplexverbindung betrachtet werden.

Auswertung (2/6)

Auswertung (2/3)

In Gegenwart von (überschüssigem) Ammoniak ersetzt dieser vollständig die Wasserliganden am Kupferatom, wobei eine deutliche Farbänderung (tiefblaue Färbung der Lösung) auftritt. Die entstandene Komplexverbindung Tetramminkupfer(II)sulfatmonohydrat ist in einem Wasser/Ethanol-Gemisch unlöslich und fällt daher als Feststoff (tiefblaue Nadeln) aus und kann durch Dekantieren der überstehenden Lösung isoliert werden.



Da die Bildung des Tetramminkomplexes ebenfalls eine Gleichgewichtsreaktion ist, zeigt sich dadurch, dass sich durch Säurezugabe die Lösung mit dem Amminkomplex (Produkt) in die hellblaue Aqua-Komplexlösung (Edukt) zurück überführen lässt.

Auswertung (3/6)

Auswertung (3/3)

Dies lässt sich dadurch begründen, dass der Ammoniak durch die Säure fortlaufend protoniert wird und so der Reaktion nicht mehr zur Verfügung steht, so dass letztlich die nachfolgende Reaktion abläuft, was eine Verschiebung der Ligandenaustauschreaktion auf die Seite des Aqua-Komplexes bewirkt:



An Luft zersetzt sich der Tetramminkupfer-Komplex langsam unter Abgabe von Ammoniak. Dies verdeutlicht, dass Komplexe nicht so stabil sind, wie viele Schüler annehmen. Wie der Versuch zeigt, lassen Liganden von dem Zentralteilchen "entfernen" oder gegen andere austauschen.

Auswertung (4/6)

Was passiert mit dem festen Kupfersulfat?

- Das feste Kupfersulfat bleibt festes Kupfersulfat, es bildet sich lediglich eine rötlich-braune Oxidschicht.
- Das feste Kupfersulfat löst sich bzw. reagiert mit dem Wasser zu einer rot gefärbten "Komplexverbindung", einem Tetraquokomplex.
- Das feste Kupfersulfat löst sich bzw. reagiert mit dem Wasser zu einer hellblau gefärbten "Komplexverbindung", einem Tetraquokomplex.

✓ Überprüfen

Auswertung (5/6)

Was passiert an der Luft mit dem Tetramminkupfer-Komplex?

- An Luft ist der Tetramminkupfer-Komplex sehr stabil und kann nur unter Zugabe von großen Mengen Energie zur Zersetzung gebracht werden.
- Keine der Antworten ist korrekt.
- An der Luft zersetzt sich der Tetramminkupfer-Komplex langsam unter Abgabe von Kupfersulfat.
- An Luft zersetzt sich der Tetramminkupfer-Komplex langsam unter Abgabe von Ammoniak.

✓ Überprüfen

Auswertung (6/6)

Ziehe die Wörter in die richtigen Felder!

Das die Bildung des Tetramminkomplexes ebenfalls eine ist, zeigt sich dadurch, dass sich durch die Lösung mit dem Amminkomplex in die hellblaue Aqua-Komplexlösung zurück überführen lässt. Dies lässt sich dadurch begründen, dass der Ammoniak durch die Säure fortlaufend wird und so der Reaktion nicht mehr zur Verfügung steht, so dass letztlich eine Reaktion abläuft, was eine Verschiebung der Ligandenaustauschreaktion auf die Seite des Aqua-Komplexes bewirkt.

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 14: Kupfersulfat	0/1
Folie 15: Tetramminkupfer-Komplex	0/1
Folie 16: Tetramminkomplex	0/3

Gesamtsumme ★