

Redoxpotential und Konzentration

Es wird eine Kupferhalbzelle aufgebaut und das Potential gegen eine Normalwasserstoffelektrode gemessen. Nun wird konz. Ammoniaklösung zugetropft und das Potential mit einem Messwerterfassungssystem verfolgt. Da die Kupferionen - Konzentration durch Komplexbildung stark sinkt, fällt das Potential bis in den negativen Bereich ab.

Hintergrund

Mit der HydroFlex®-Elektrode (Lit. 1) lassen sich auch längere Messungen problemlos durchführen, da das Potential sehr stabil ist. Dies ist z.B. mit Platin-Elektroden, die durch Elektrolyse mit Wasserstoff beladen werden (Lit. 2), nicht möglich. So kann sehr anschaulich die Konzentrationsabhängigkeit des Potentials aufgezeigt werden.

Ein ebenso stabiles Signal liefern nur platinisierte Platinelektroden, die mit Wasserstoff umspült werden. Diese sind aber aufgrund des großen experimentellen Aufwandes in der Schule nicht im Einsatz. Die HydroFlex®-Elektrode stellt somit eine praxistaugliche Wasserstoffelektrode für den Unterricht dar.

Gefahren



Signalwort: Gefahr

Kupfersalze verursachen schwere Augenreizungen und sind gesundheitsschädlich beim Verschlucken. Als Schwermetall-Salze sind sie sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung, daher nicht ins Abwasser entsorgen.

Konz. Ammoniak verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augen und kann die Atemwege reizen. Ammoniak ist sehr giftig für Wasserorganismen. Nitrate sind brandfördernd. Die Wasserstoffmengen der HydroFlex®-Elektrode sind minimal, es geht keine Gefährdung davon aus (die Wasserstoffentwicklung ist nur bei Aktivierung der Elektrode zu beobachten).



Freisetzung von Kupfersalzen in die Umwelt vermeiden. BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

Einatmen von Ammoniak -Gas vermeiden. Freisetzung in die Umwelt vermeiden. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.

Redoxpotential und Konzentration

Chemikalien

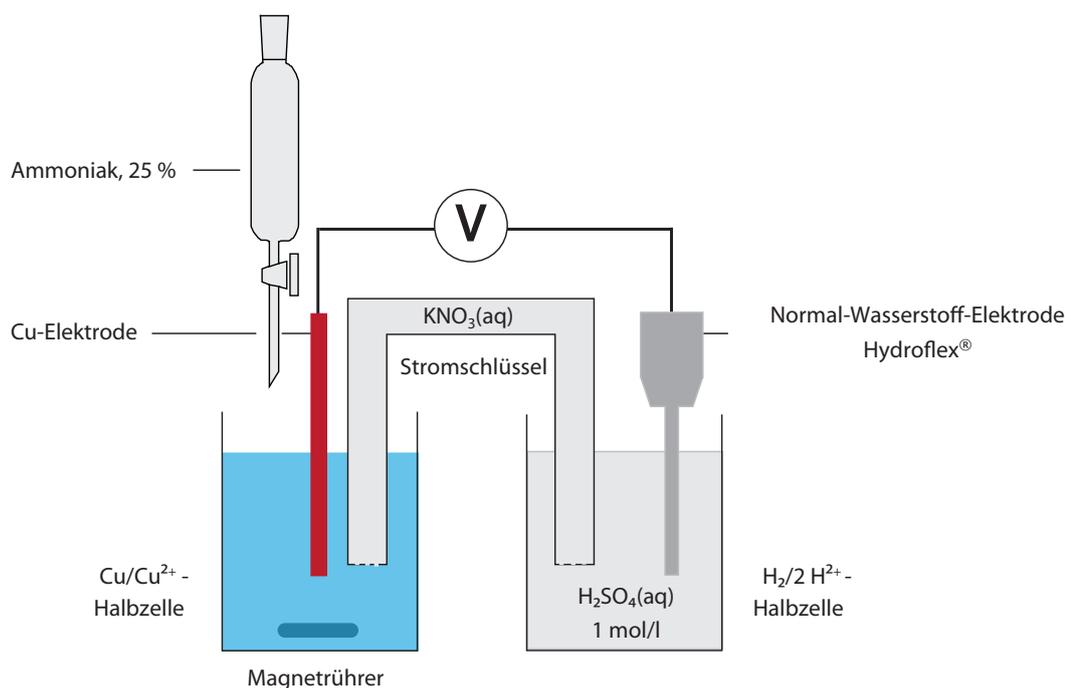
- Kupfersulfatlösung, 1 molar, H 302, H 319, H 315, H 410 
- Ammoniaklösung, 25% H314 H335 H400 
- Kaliumnitratlösung, H 272 
- Salzsäure, 1 molar, nach GHS keine Einstufung

Materialien

- 2 Bechergläser, 100 ml, breite Form oder Glaströge zum Aufbau der Halbzellen
- Kupferelektrode (Plattenelektrode) mit Buchse
- Magnetrührer
- Tropftrichter mit Druckausgleich, 100 ml, mit Stativmaterial
- Laborboy (Hebebühne)
- Stromschlüssel mit Stopfen
- HydroFlex®-Elektrode (muss aktiviert werden, Bedienungsanleitung beachten),
- Messleitungen
- Messwerterfassungssystem, z.B. Sensor-CASSY mit CASSY-LAB 2

Versuchsaufbau

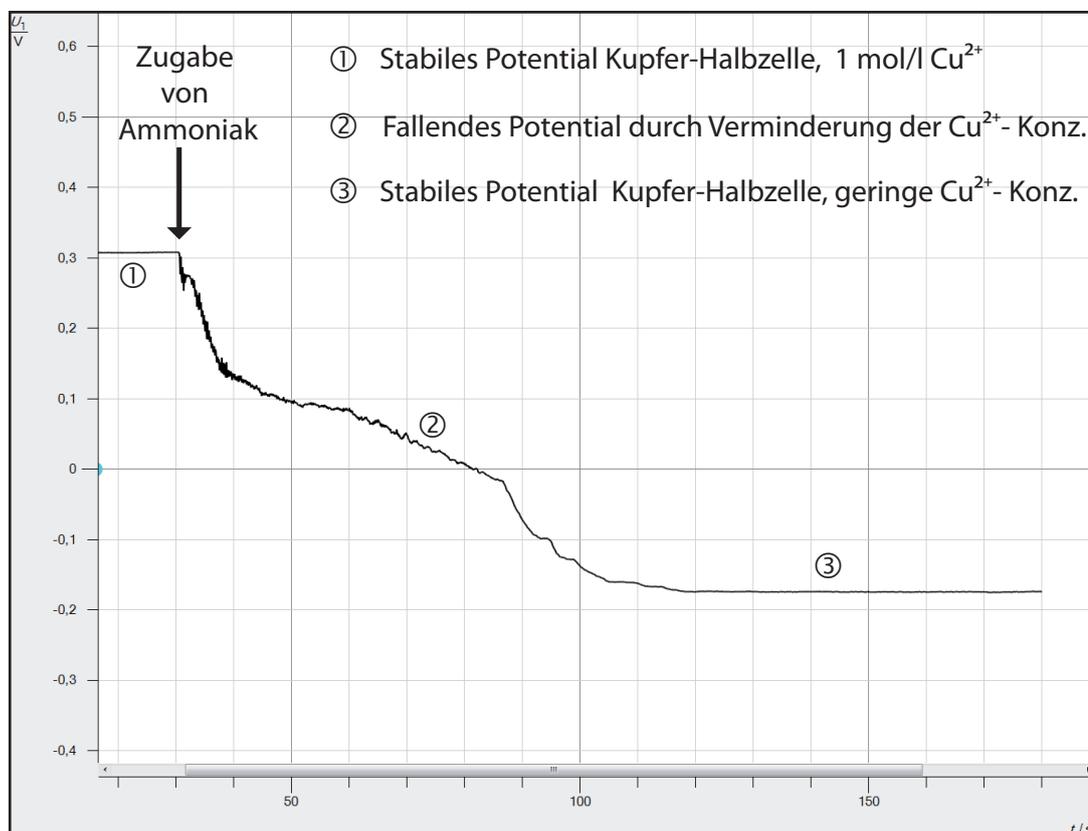
Der Versuch wird wie bei der Messung der Halbzellenpotentiale aufgebaut. Damit nicht so viel Ammoniak zutropft werden muss, geht man von einer 0,1 mol/l Kupfersulfatlösung aus. Ammoniak langsam zutropfen und mit dem Magnetrührer rühren. So lange zutropfen, bis sich das Potential nicht mehr ändert.



Redoxpotential und Konzentration

Versuchsergebnis

Die Lösung wird tiefblau. Die Spannung wird immer geringer, bis sie sogar leicht negativ wird.



Erklärung

Durch die Zugabe von konz. Ammoniak-Lösung bildet sich der tiefblau gefärbte Kupfertetraamin-Komplex:



Das Gleichgewicht liegt stark auf der rechten Seite. Dadurch wird die Konzentration der freien Kupfer-Ionen stark herabgesetzt.

Über die Nernstsche Gleichung lässt sich der Einfluss der Konzentration auf das Potential berechnen (Lit. 3).

Entsorgung

Lösungen in den Abfallbehälter für Schwermetalle, saure und alkalische Abfälle geben.

Literatur

- (1) http://gaskatel.org/de/downloads/20120211_Manual_Hydroflex_de.pdf
- (2) Ruf, W. und R. Full: Klein aber fein: Die Petrischale als elektrochemisches Minimalsystem (Das Experiment). Chemkon (Heft-Nr. 4 - 1998) S. 203-204
- (3) Beck, W. (Hrsg.) et. al.: Chemie 3. Oldenburg, München 1996.