WIR VERSILBERN GLAS – DIE „SILBERSPIEGELPROBE“ (TOLLENSPROBE)

Anwendung von Oxidation/Reduktion, Alkanale im Blickpunkt

Chemikalien:

Lösung (1)

Stoffbezeichnung	Piktogramm	Signalwort	H- und P-Sätze
Silbernitrat-Lösung (0,1mol/L)		Achtung	H315 - H319 - H410 P273 - P302 + P352: P305 + P351 + P338
Ammoniaklösung (konz.)		Gefahr	H314 - H400
Natronlauge (hier verd., 8%, 2mol/L)		Gefahr	H314 - H290

Lösung (2)

gesättigte Glucose-Lösung (w = 10 %)	Kein Gefahrstoff

Materialien:

kleines Reagenzglas (ggf. oben mit Schlauch ummantelt), Holzklemme, , Becherglas/Wasserbad mit Isolierung, Spritze mit Glucose-Lösung (2)

Durchführung:

Konzentrierter Ammoniak bildet stechende, reizende Dämpfe. Lösung 1 wurde daher bereits in einem Abzug vom Lehrer hergestellt und in je ein Reagenzglas pro Schüler bzw. Schülerin abgefüllt

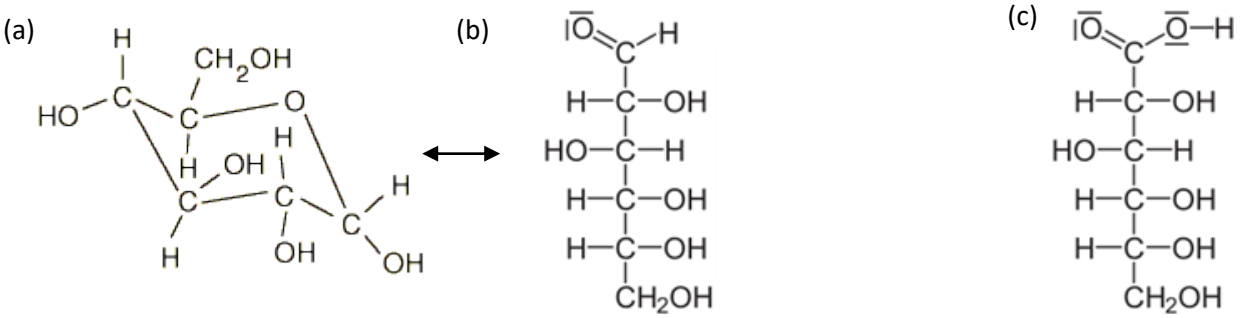
a) Zur Herstellung von Lösung (1) wurden ca. 3mL der Silbernitrat-Lösung in ein Reagenzglas gegeben und einige Tropfen Natronlauge hinzugefügt. Der entstandene Niederschlag wird durch tropfenweise Zugabe von konzentriertem Ammoniak wieder komplett gelöst.

b) Zu der Lösung (1) werden aus einer Spritze ca. 2mL Glucose-Lösung (2) hinzu gegeben, das Reagenzglas in eine Holzklemme eingespannt und im Wasserbad kurz auf ca. 80°C erwärmt.

Silbernitrat hinterlässt Flecken an den Händen. Die Lösung im Reagenzglas darf nicht in Kontakt mit der Haut kommen. Beim Stehen lassen der angesetzten Lösung kann später explosives Silbernitrid entstehen. Daher müssen die Reste durch den Lehrer fachgerecht entsorgt werden.

Hinweise zur Auswertung.

(a) (b) (c)



Es lässt sich in weiteren Versuchen zeigen, dass

- Glucose [(a) als Ring bzw. (b) in offener Form dargestellt] zur Gluconsäure (c) reagiert
- Propanal mit Lösung (1) zu Propansäure reagiert
- Propanon unter denselben Bedingungen nicht reagiert
- 1-Propanol unter denselben Bedingungen nicht reagiert

LNCU Team: G. von Borstel, Stand 2019. Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC BY-NC-SA 4.0

„Silberspiegelprobe“ (Tollensprobe) - Lehrerinformationen

Zu den Lösungen:

$AgNO_3$: 0,1 molar, d.h. 17 g Silbernitrat gelöst in 1 l destilliertes Wasser bzw. 0,85g in 50 ml dest. Wasser

Entsorgung
Beim Stehen lassen der angesetzten Lösung kann explosives Silbernitrid (Ag_3N) entstehen. Deshalb sollten Reste an Silberdiamin durch Zugabe von Glucose oder Ascorbinsäure komplett reduziert werden. Danach können die Produkte abgefiltert, die Lösung in den Ausguss und Feststoffe in den Abfall gegeben werden. Aus Resten von Silbernitrat wird Silber durch Zugabe von Eisenspänen gefällt, abgefiltert und die Lösung in den Ausguss gegeben.

Ergebnisse
Die Reaktion, die zur Bildung des Silberspiegels führt ist eine Redoxreaktion. Aus Silberionen und Ethanal wird in alkalischem Milieu elementares Silber. Weiteres Produkt ist Essigsäure.
Die Reaktion verläuft nur in alkalischem Milieu, doch in Anwesenheit von Hydroxidionen bildet sich aus den Silberionen schwer lösliches, braunes Silberoxid.

$2Ag^+ + 2OH^- \longrightarrow 2AgOH \longrightarrow Ag_2O + H_2O$

Um die für die Reaktion notwendigen Silberionen in Lösung zu halten verwendet man Ammoniak. Aus Ammoniak und den Silberionen entsteht der gut lösliche Silberdiamminkomplex.

$Ag_2O + 4NH_4OH \longrightarrow 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 2OH^- + 3H_2O$

Nun können die Silberionen reduziert werden. Im anderen Teilschritt der Redoxreaktion wird das Ethanal zu Essigsäure oxidiert. Das dafür notwendige Sauerstoffatom liefert ein Hydroxidion.
Das überschüssige Proton des Hydroxidions lagert sich umgehend an ein weiteres Hydroxidion und bildet ein Wassermolekül.

Oxidation: $CH_3CHO + 2OH^- \longrightarrow CH_3COOH + H_2O + 2e^-$

Reduktion: $Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$

Gesamt: $CH_3CHO + 2Ag^+ + 2OH^- \longrightarrow CH_3COOH + 2Ag + H_2O$

Da die gesamte Reaktion im alkalischen Milieu stattfindet wird die Essigsäure umgehend neutralisiert. Es entsteht ein Acetat. Hat man anstatt des Ethanals reduzierende Zucker verwendet entstehen auch hier Säuren. Glucose z.B. oxidiert zur Gluconsäure.

Quelle: http://netexperimente.de/chemie/95.html

Warum scheidet sich das Silber vorrangig am Glas ab? Glas wirkt wie ein Ionenaustauscher. Es adsorbiert auf diese Weise Silber-Ionen. An diesen Stellen setzt die Reduktion ein und bildet viele Kristallkeime, die den festhaftenden Überzug bilden.

Wie macht man einen flachen Spiegel? Zunächst werden beide Seiten der Glasplatte versilbert. Dann schützt man eine Seite mit einem schützenden Lack. Der ist meistens rotbraun gefärbt. Anschließend wird die nicht geschützte Silberschicht entfernt - zum Beispiel mit einem Silber zersetzenden Bleichmittel wie Rotes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanoferrat(III.

Quelle: http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/12_00.htm

LNCU Team: G. von Borstel, Stand 2019. Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC BY-NC-SA 4.0