Logo folgt

Stand: 24.11.2026 | Quelle: DEGINTU

Ersatzstoffprüfung: Nachweis von Aluminium und Kupfer mittels 8-Hydroxychinolin-5-sulfonat

DEGINTU-ID: 206463 | Nr: 3101 | Institut für Chemieinformation

Schülerversuch ab Jahrgangsstufe 5

Kategorie: Metalle und Salze, Qualitative Analytik

Reaktionsgleichung

HQS–H + NaHCO3 → Na^+HQS^- + CO2 + H2O (Ansetzen von Reagenz R; HQS^- = 8-Hydroxychinolin-5-sulfonat)

$Al3^+$ + 3 HQS^- → $[Al(QS)3]3^-$ + 3 H^+ (HQS^- = 8-Hydroxychinolin-5-sulfonat; fluoresziert gelbgrün)

$Cu2^+$ + 2 HQS^- → $[Cu(QS)2]2^-$ + 2 H^+ (gelbgrün, nicht fluoreszierend)

2 $Cu2^+$ + 2 $S2O32^-$ → 2 Cu^+ + $S4O62^-$; Cu^+ + 2 $S2O32^-$ → $[Cu(S2O3)2]3^-$ (Maskierung)

Durchführung

⚠ **Erprobungsvorschrift (Ersatzstoffprüfung)** als Ersatz für den Aluminium- und Kupfernachweis mit 8-Hydroxychinolin (Oxin). Mengen, Farben, Fluoreszenz und Nachweisgrenzen müssen bestätigt werden.

Idee: 8-Hydroxychinolin (Oxin) ist ein klassisches Reagenz für Aluminium (gelbgrün fluoreszierendes Aluminiumoxinat) und Kupfer, ist aber als reproduktionstoxisch Kat. 1B (H360D) eingestuft und für Schülerinnen und Schüler verboten. Seine 5-Sulfonsäure ist wasserlöslich, nicht bioverfügbar (log $D_{7,4}$ −4,3) und hat keine CMR-1B-Einstufung. Geprüft wird, ob sie Aluminium in wässriger Lösung ebenso empfindlich über die Fluoreszenz anzeigt und wie sich Kupfer verhält.

Voraussetzung: Nur eine Charge verwenden, für die der Lieferant weniger als 0,3 % 8-Hydroxychinolin zusichert (Analysenzertifikat), sonst die Dünnschicht-Grenzprüfung aus dem Steckbrief (gefahrstoffe.klemeyer.eu/?cas=84-88-8) durchführen. Im Handel ist das Monohydrat (z. B. Merck 814436, TCI H0306).

Lösungen

- **Reagenz R (Natrium-8-hydroxychinolin-5-sulfonat, w ≈ 0,1 %):** 0,10 g 8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure-Monohydrat in einem Becherglas in ca. 80 mL Wasser aufschlämmen. Unter dem Abzug Natriumhydrogencarbonat spatelspitzenweise zugeben, bis sich alles gelöst hat und pH-Papier etwa pH 6 anzeigt (Gasentwicklung abwarten). In einen 100-mL-Messkolben überführen und auffüllen. Lichtgeschützt in einer braunen Flasche aufbewahren.
- **Puffer P (Acetat, pH ≈ 5):** 6,8 g Natriumacetat-3-Hydrat in ca. 50 mL Wasser lösen, 10 mL Essigsäure (w = 10 %) zugeben und im Messkolben auf 100 mL auffüllen.
- **Aluminium-Reihe:** Aus Aluminiumchlorid-Lösung (c = 0,01 mol/L, entspricht ca. 270 mg/L Al) durch Verdünnen 1 : 10 die Stufe Al 1 (ca. 27 mg/L) herstellen, daraus 1 : 10 die Stufe Al 2 (ca. 2,7 mg/L) und daraus 1 : 10 die Stufe Al 3 (ca. 0,27 mg/L).
- **Kupfer-Reihe:** Kupfer(II)-sulfat-Lösung (w = 1 %) 1 : 10 verdünnen (Stufe Cu 1), daraus 1 : 10 die Stufe Cu 2.

Teil 1: Aluminium über die Fluoreszenz

1. Fünf Reagenzgläser mit je 2 mL Puffer P füllen und mit 1 bis 5 nummerieren.
2. Je 1 mL zugeben: Glas 1 Aluminiumchlorid 0,01 mol/L, Glas 2 Al 1, Glas 3 Al 2, Glas 4 Al 3, Glas 5 Wasser (Blindprobe).
3. In jedes Glas 1 mL Reagenz R geben und mischen.
4. Die Gläser im Tageslicht vor weißem Hintergrund vergleichen. Danach im abgedunkelten Raum mit der UV-Handlampe (365 nm) von der Seite beleuchten und vor schwarzem Hintergrund vergleichen. Die niedrigste Stufe notieren, die sich noch von der Blindprobe unterscheidet.

Teil 2: Kupfer

1. Drei Reagenzgläser mit je 2 mL Puffer P füllen. Je 1 mL zugeben: Glas 6 Stufe Cu 1, Glas 7 Stufe Cu 2, Glas 8 Wasser (Blindprobe).
2. In jedes Glas 1 mL Reagenz R geben, mischen und die Färbung vor weißem Hintergrund mit der Blindprobe vergleichen.
3. Die Gläser ebenfalls unter der UV-Lampe betrachten.

Teil 3: Aluminium neben Kupfer

1. Drei Reagenzgläser mit je 2 mL Puffer P und 1 mL Stufe Al 1 füllen.
2. Glas 9: 0,5 mL Wasser. Glas 10: 0,5 mL Stufe Cu 1. Glas 11: 0,5 mL Stufe Cu 1, danach 0,5 mL Natriumthiosulfat-Lösung (w = 10 %), mischen und 2 min stehen lassen.
3. In alle drei Gläser 1 mL Reagenz R geben, mischen und unter der UV-Lampe vergleichen.

Erwartete Beobachtung (Hypothese, nicht erprobt): Mit Aluminium fluoresziert die Lösung unter UV-Licht gelbgrün, die Blindprobe kaum. Die Nachweisgrenze dürfte im Bereich der Stufe Al 2 bis Al 3 liegen; ein Zusatz eines kationischen Tensids verstärkt die Fluoreszenz laut Literatur, ist hier aber nicht vorgesehen. Kupfer gibt im Tageslicht eine gelbgrüne Färbung, die sich bei Stufe Cu 1 von der Blindprobe abheben sollte, fluoresziert aber nicht. In Teil 3 löscht Kupfer die Aluminium-Fluoreszenz (Glas 10 dunkler als Glas 9). Thiosulfat reduziert Kupfer(II) zu Kupfer(I) und bindet es als Thiosulfatokomplex; dann sollte die Fluoreszenz in Glas 11 zurückkehren.

Deutung: 8-Hydroxychinolin-5-sulfonat ist ein zweizähniger Ligand (Phenolat-O und Ring-N). Mit $Al3^+$ bildet es einen starren, fluoreszierenden Chelatkomplex; die Sulfonatgruppe hält ihn in Wasser gelöst, sodass keine Extraktion mit Chloroform wie beim Oxin nötig ist. $Cu2^+$ bildet einen gefärbten, nicht fluoreszierenden Komplex und löscht als paramagnetisches Ion die Fluoreszenz anderer Komplexe.

Entsorgung: Kupferhaltige Lösungen in den Sammelbehälter für Schwermetallsalzlösungen, die übrigen Lösungen in den Sammelbehälter für anorganische Abfälle geben.

Geräte und Material

Reagenzgläser (mind. 12) mit Stopfen, Reagenzglasständer, Messpipetten 1 mL und 5 mL, Messkolben 100 mL (4x), Messzylinder 50 mL, Bechergläser 100 mL (2x), braune Glasflasche 100 mL, Waage (0,01 g), Glasstab, Spatel, pH-Indikatorpapier, UV-Handlampe 365 nm, abdunkelbarer Raum oder Dunkelkasten, weißer und schwarzer Hintergrund (Papier).

Ergänzung der Stoffliste durch eigene Institutsstoffe neu angelegt: 8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure (#198438), Natrium-8-hydroxychinolin-5-sulfonat (#198439), Aluminium-tris(8-oxidochinolin-5-sulfonat) (#198440), Kupfer-bis(8-oxidochinolin-5-sulfonat) (#198441); Natriumtetrathionat (#198346) vorhanden. Keiner der Stoffe steht in GESTIS. Einstufung nach GefStoffV § 6 (14) mit Entlastung wegen fehlender Bioverfügbarkeit (Steckbrief gefahrstoffe.klemeyer.eu/?cas=84-88-8); Komplexe wie der Ligand, der Kupferkomplex zusätzlich wie Kupfer(II)-sulfat. Die Einstufungsregel hat L. Klemeyer festgelegt.

Ergebnisse der Erprobung (Fluoreszenzfarbe, Nachweisgrenzen, Wirkung des Thiosulfats) bitte hier nachtragen.

Gefahrstoffe

Name	Formel	CAS-Nr.	H-Sätze	P-Sätze	Piktogramme
Essigsäure 10%	CH_3COOH·aq		H315 H319	P280 P332+P313 P362+P364 P305+P351+P338	GHS07
Kohlendioxid	CO_2	124-38-9			
Natriumhydrogencarbonat	$NaHCO_3$	144-55-8			
Natriumthiosulfat, 10%		10102-17-7			
Wasser, entionisiert	H_2O	7732-18-5			
Natriumacetat-3-Hydrat	$CH_3COONa·3H_2O$	6131-90-4			
Kupfer(II)-sulfat 1%	$CuSO_4$·aq		H319 H412	P273 P280 P337+P313	GHS07
Aluminiumchlorid 0,01 M			H315 H319	P280 P302+P352 P337+P313 P305+P351+P338	GHS07
Natriumtetrathionat	$H_2Na_2O_6S_4$+2	10101-86-7	H315 H319 H335		GHS07
8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure	$C_9H_7NO_4S$	84-88-8	H315 H317 H319 H331 H335 H341		GHS06, GHS08
Natrium-8-hydroxychinolin-5-sulfonat	$C_9H_6NNaO_4S$	22243-63-6	H315 H317 H331 H341		GHS06, GHS08
Aluminium-tris(8-oxidochinolin-5-sulfonat)			H315 H317 H331 H341		GHS06, GHS08
Kupfer-bis(8-oxidochinolin-5-sulfonat)			H302 H315 H317 H319 H331 H341 H400 H410		GHS06, GHS08, GHS09

Weitere Gefahren und Hinweise

8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure ist weder REACH-registriert noch toxikologisch geprüft. Sie ist nach GefStoffV § 6 Abs. 14 wie ein Stoff mit akuter Toxizität beim Einatmen (Staub), Hautreizung, Hautsensibilisierung und Verdacht auf Keimzellmutagenität (Muta. 2) zu behandeln; die Entlastung für Verschlucken und wiederholte Exposition beruht auf der fehlenden Bioverfügbarkeit. Feststoff nur durch die Lehrkraft staubarm unter dem Abzug einwiegen.

UV-Handlampe: nicht in die Lampe blicken und nicht auf Personen richten.

Sicherheitshinweise

Schutzbrille tragen. Beim Einwiegen der 8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure Schutzhandschuhe tragen und Staub nicht einatmen. Haut- und Augenkontakt mit den Lösungen vermeiden.

Substitution

Ersatz für 8-Hydroxychinolin (Oxin) als Nachweisreagenz für Aluminium und Kupfer. Oxin ist als akut toxisch (H301), hautsensibilisierend (H317), augenschädigend (H318), reproduktionstoxisch Kat. 1B (H360D) und sehr giftig für Wasserorganismen (H410) eingestuft; nach RiSU besteht ein Tätigkeitsverbot für Schülerinnen und Schüler. Die 5-Sulfonsäure bzw. ihr Natriumsalz hat keine CMR-1B-Einstufung, ist wasserlöslich (kein organisches Lösemittel, keine Chloroform-Extraktion) und mit log $D_{7,4}$ −4,3 nicht bioverfügbar (Vorbehalt: Zwitterion im sauren Bereich). Nach RiSU ergeben sich nur S4K, ESP und W statt S. Voraussetzung ist eine Charge mit weniger als 0,3 % Rest-Oxin.

Literatur

Fluorimetrische Bestimmung von Aluminium, Gallium und Indium mit 8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure in Gegenwart kationischer Tenside (Vojta, Sommer, VUT Brno 2006). Fließinjektions-Fluorimetrie von Aluminium mit 8-Hydroxychinolin-5-sulfonsäure (Anregung 396 nm, Emission 510 nm), Analytical Letters. Steckbriefe: gefahrstoffe.klemeyer.eu/?cas=84-88-8 und /?cas=22243-63-6. Klemeyer, L.: Robuste Schulversuche, Nachr. Chem. 72 (2024) 10, doi:10.1002/nadc.20244141192 (Bioverfügbarkeitsgrenze log K_{ow} −0,4).

Hinweis: Diese PDF-Datei ersetzt nicht die Gefährdungsbeurteilung und deren Dokumentation z.B. mit der Datenbank DEGINTU (degintu.dguv.de).