

Name: _____

Zulässige Hilfsmittel: Taschenrechner, PSE

Achten Sie auf die angemessene Verwendung von Fachbegriffen. Ergänzen Sie Ihre Ausführungen durch Skizzen und Reaktionsgleichungen.

AUFGABENSTELLUNG ZU AUFGABE 1

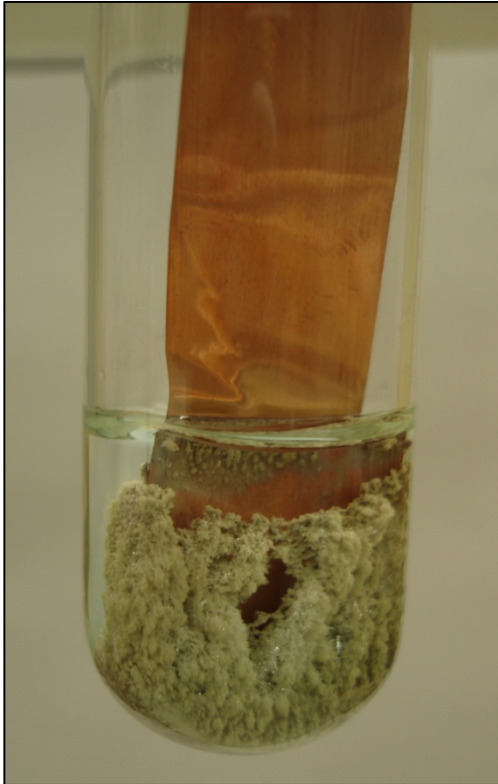
Mit den folgenden Stoffen: Cu (s), CuSO₄ (aq), Ag (s) und AgNO₃ (aq) lässt sich nur in einer bestimmten Kombination eine chemische Reaktion durchführen (vgl. M1).

- 1.1 Beschreiben und erklären Sie die in **(M1)** dargestellte Reaktion (Beobachtung, Deutung mit Reaktionsgleichung, Begründung für die Stoffauswahl). Erläutern Sie dabei auch das dieser Reaktion zu Grunde liegende Prinzip.
- 1.2 Skizzieren Sie einen Laborversuch, mit dem sich beweisen lässt, dass es sich bei dem oben dokumentierten Vorgang (s. Foto Abb. 1) um eine Elektronenübertragung handelt, beschriften Sie diesen mit den einschlägigen Fachbegriffen und berechnen Sie die zu erwartende Spannung.
- 1.3 Erörtern Sie, wie sich die Spannung durch Konzentrationsänderungen der Lösungen erhöhen ließe.
- 1.4 Schreiben Sie eine fachlich begründete Antwort für die von Patrick im Forum gestellte Frage **(M2)**. Berücksichtigen Sie dabei, dass Patrick vermutlich nur eine ökologisch (= in Bezug auf die Umwelt) und ökonomisch (= wirtschaftlich) vertretbare Lösung akzeptiert.

AUFGABENSTELLUNG ZU AUFGABE 2

Elektrolytische Raffination von Rohkupfer

- 2.1 Erläutern Sie den Begriff der Elektrolyse
- 2.2 Zur Reinigung von Rohkupfer wird ein elektrolytisches Verfahren verwendet, das einer Elektrolyse sehr ähnelt. Zeichnen Sie schematisch den Vorgang der Kupferraffination mit vollständiger Beschriftung (Anode, Kathode, Polung, Auflöse- und Abscheidungsvorgänge des Kupfers).
- 2.3 Bewerten Sie mit Hilfe von Redoxgleichungen, welche Metalle oxidiert werden und welche als Anodenschlamm abfallen. Begründen Sie dies mit Hilfe der Spannungsreihe.

ARBEITSMATERIAL ZU AUFGABE 1**M1:** Zementationsreaktion

[Frage im Forum chemie.online.de zur Abwasserreinigung](http://www.chemie.online.de)

Im Forum <http://www.chemie.online.de> stellt Patrick am 02.11.2011 folgende Frage:

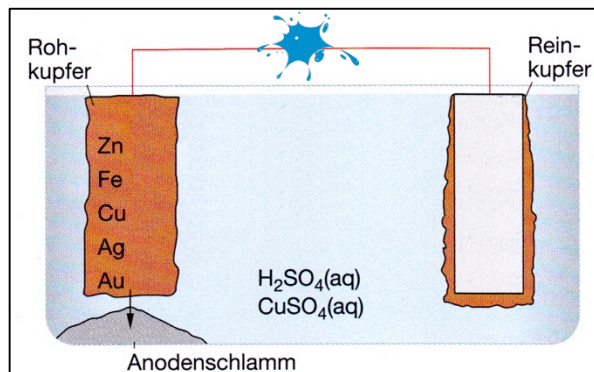
„Hallo,
Ich hätte die Frage, wie man Silbersalze, die in großen Mengen von Fotolaboren verwendet werden und die sich prozessbedingt im Fixierbad anreichern (und die eigentlich nicht ins Abwasser entsorgt werden sollen) wieder aus dem Abwasser herausbekommen kann. Ich hab mal gelesen, dass die Reinigung mit Kochsalz oder Salzsäure klappen könnte, weil dadurch das unlösliche Silberchlorid entsteht. Weiß einer genaueres über die Reinigung von Silberabfällen, oder vielleicht eine Reaktionsgleichung? Wäre hilfreich. Danke im Voraus.
Gruß Patrick.“

Hinweis:

Die Bildung von schwerlöslichem weißem Silberchlorid wird im Labor in der Tat als Nachweis für das Vorhandensein von Ag-Ionen oder Cl-Ionen benutzt. Im Fixierbad sind die Silberionen allerdings so fest an Natriumthiosulfat gebunden, dass die Fällung mit Chloridionen unterbleibt.

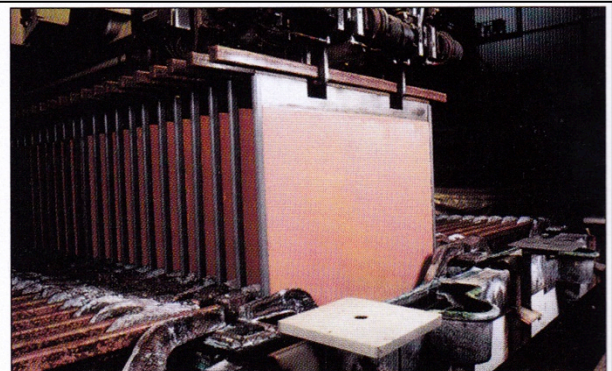
M2: Forumsbeitrag

ARBEITSMATERIAL ZU AUFGABE 2



Elektrolytische Raffination von Kupfer

Quelle: Chemie heute, S. 204



Kathoden werden aus dem Elektrolyse-Trog gezogen

Kupfer ist wegen seiner chemischen Stabilität und seiner ausgezeichneten elektrischen Leitfähigkeit ein wichtiger Werkstoff. Allerdings ist seine Leitfähigkeit in hohem Maße von der Reinheit des Metalls abhängig. Ein Anteil von nur 0,07% Arsen vermindert die Leitfähigkeit bereits um etwa ein Drittel. Bei der Verhüttung von Kupfererzen nach Röst- und Reduktionsprozessen fällt 99%iges Rohkupfer an. Das ist für die meisten Anwendungen nicht rein genug.

Neben edleren Metallen wie Silber, Gold und Platin enthält Rohkupfer auch unedlere Metalle wie Zink, Eisen, Blei, Zinn und Arsen. Diese Verunreinigungen werden durch eine elektrolytische Kupfer-Raffination weitestgehend entfernt. Die geringste Zersetzungsspannung $U = 0 \text{ V}$ ergibt sich, wenn

das Kupfer auf der einen Seite oxidiert wird und gleichzeitig Kupfer-Ionen an der anderen Seite reduziert werden: In der linken Abbildung löst sich auf der linken Seite Kupfer auf und an der rechten Seite scheidet sich reines Kupfer ab.

Technische Durchführung:

Bei der Elektrolyse arbeitet man mit einer Spannung von etwa 0,3 V, sodass außer Kupfer nur die unedleren Bestandteile der Rohkupfer-Anode oxidiert werden und in Lösung gehen. Die edleren Metalle fallen bei der elektrochemischen Oxidation an der Anode als unlöslicher Schlamm herab. Aus diesem Anodenschlamm werden Edelmetalle wie Platin, Palladium, Gold und Silber gewonnen.

M3 Elektrolytische Raffination von Kupfer

Quelle: Chemie heute, S. 204, leicht verändert

ALLGEMEINES ARBEITSMATERIAL

	reduzierte Form	oxidierte Form	U_H° (Volt)	
↑ Zunahme der Stärke des Reduktionsmittels	Li	/ Li ⁺	+ e ⁻	-3,02
	K	/ K ⁺	+ e ⁻	-2,92
	Ba	/ Ba ²⁺	+ 2e ⁻	-2,90
	Ca	/ Ca ²⁺	+ 2e ⁻	-2,76
	Na	/ Na ⁺	+ e ⁻	-2,71
	Mg	/ Mg ²⁺	+ 2e ⁻	-2,38
	Al	/ Al ³⁺	+ 3e ⁻	-1,67
	Mn	/ Mn ²⁺	+ 2e ⁻	-1,03
	H ₂ + 2 OH ⁻	/ 2 H ₂ O	+ 2e ⁻	-0,84
	Zn	/ Zn ²⁺	+ 2e ⁻	-0,76
	Cr	/ Cr ³⁺	+ 3e ⁻	-0,74
	S ²⁻	/ S _(s)	+ 2e ⁻	-0,51
	Fe	/ Fe ²⁺	+ 2e ⁻	-0,41
	Cd	/ Cd ²⁺	+ 2e ⁻	-0,40
	Pb + SO ₄ ²⁻	/ PbSO _{4(s)}	+ 2e ⁻	-0,36
	Co	/ Co ²⁺	+ 2e ⁻	-0,28
	Ni	/ Ni ²⁺	+ 2e ⁻	-0,23
	Sn	/ Sn ²⁺	+ 2e ⁻	-0,14
	Pb	/ Pb ²⁺	+ 2e ⁻	-0,13
	1/2 H ₂	/ H ⁺	+ e ⁻	+0,00
	Sn ²⁺	/ Sn ⁴⁺	+ 2e ⁻	+0,15
	H ₂ SO ₃ + H ₂ O	/ SO ₄ ²⁻ + 4 H ⁺	+ 2e ⁻	+0,20
	Cu	/ Cu ²⁺	+ 2e ⁻	+0,35
	4 OH ⁻	/ O ₂ + 2 H ₂ O	+ 4e ⁻	+0,40
	2 I ⁻	/ I ₂	+ 2e ⁻	+0,54
	H ₂ O ₂	/ O ₂ + 2 H ⁺	+ 2e ⁻	+0,68
	Fe ²⁺	/ Fe ³⁺	+ e ⁻	+0,77
	Ag	/ Ag ⁺	+ e ⁻	+0,80
	Hg	/ Hg ²⁺	+ 2e ⁻	+0,85
	2 Br ⁻	/ Br ₂	+ 2e ⁻	+1,06
	Pt	/ Pt ²⁺	+ 2e ⁻	+1,20
	Mn ²⁺ + 2 H ₂ O	/ MnO _{2(s)} + 4 H ⁺	+ 2e ⁻	+1,21
	2 Cr ³⁺ + 7 H ₂ O	/ Cr ₂ O ₇ ²⁻ + 14 H ⁺	+ 6e ⁻	+1,33
	2 Cl ⁻	/ Cl ₂	+ 2e ⁻	+1,36
	Au	/ Au ³⁺	+ 3e ⁻	+1,42
	Pb ²⁺ + 2 H ₂ O	/ PbO _{2(s)} + 4 H ⁺	+ 2e ⁻	+1,47
Mn ²⁺ + 4 H ₂ O	/ MnO ₄ ⁻ + 8 H ⁺	+ 5e ⁻	+1,51	
PbSO _{4(s)} + 2 H ₂ O	/ PbO _{2(s)} + SO ₄ ²⁻ + 4 H ⁺	+ 2e ⁻	+1,68	
MnO _{2(s)} + 2 H ₂ O	/ MnO ₄ ⁻ + 4 H ⁺	+ 3e ⁻	+1,68	
2 H ₂ O	/ H ₂ O ₂ + 2 H ⁺	+ 2e ⁻	+1,77	
2 F ⁻	/ F ₂	+ 2e ⁻	+2,87	

Zunahme der Stärke des Oxidationsmittels ↓