

DIPARTIMENTO DI CHIMICA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Alcune reazioni del Rame *tra pH, precipitazioni e dissoluzioni*

Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali
Laboratorio didattico di Chimica Generale e Inorganica

Esperienza di laboratorio

a cura di dott. Raffaella Gianferri



Partendo dalla preparazione di una soluzione di solfato di rame all'1% in peso e da alcuni reagenti in soluzione (idrossido di sodio 1 M, acido cloridrico 1 M, carbonato di sodio 0.5 M) realizzerete una serie di reazioni del rame osservando visivamente le trasformazioni chimiche che avvengono (tutte legate a variazioni cromatiche e variazioni di stato della materia). Le reazioni che vedrete saranno:

1. la reazione redox del rame II con zinco metallico;
2. la precipitazione dell'idrossido di rame II in ambiente fortemente basico (per idrossido di sodio);
3. la trasformazione dell'idrossido di rame II (bianco colloidale) in ossido di rame II (nero) per effetto della temperatura, separerete quest'ultimo dalla soluzione mediante filtrazione e, quindi, lo riporterete in soluzione per aggiunta di un acido (acido cloridrico);
4. la precipitazione dell'idrossido-carbonato di rame (carbonato basico di rame II) per aggiunta di carbonato di sodio.

Materiali

Reagenti e materiali (a disposizione sul bancone o accanto alle bilance)

solfo di rame pentaidrato $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$, FW 249.68 g mol ⁻¹	sodio idrossido, NaOH, 1 M
zinco metallico, Zn	acido cloridrico, HCl, 1 M
	sodio carbonato, Na ₂ CO ₃ , 0.5 M
bilancia analitica	beuta da vuoto
cartina indicatrice universale	imbuto di Gooch (porosità 2)
pH-metro e relativi accessori	bagno a ghiaccio
pompa da vuoto ad acqua	



Materiali (a disposizione nella propria postazione di lavoro)

matraccio 50 ml	bacchetta di vetro e spatola
bècher 25 ml, 50 ml, 100 ml	pipette Pasteur (2)
cilindro 25 ml	spruzzetta per acqua distillata
imbuto piccolo	agitatore magnetico con
vetrino d'orologio	riscaldamento e ancoretta magnetica

Preparazione della soluzione di solfato di rame e misura del pH

La soluzione di solfato di rame all'1% in peso (equivalente a una concentrazione 0.04 M) è preparata a partire da $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$.

Pesare circa 0.5 g di sale sul vetrino d'orologio aiutandosi con la spatola. Versare il sale nel matraccio da 50 ml (aiutandosi con l'imbuto piccolo e la spatola) e discioglierlo con poca acqua distillata (usandola anche per recuperare il sale rimasto sul vetrino). Aggiungere acqua distillata fino all'inizio del collo del matraccio e dopo aver accuratamente agitato portare a volume con la pipetta (il menisco inferiore dell'acqua deve coincidere con la linea di volume del matraccio).

La soluzione ha una colorazione azzurra perché il rame II in acqua forma lo ione esa-aquo-rame (II) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, leggermente colorato in azzurro.*

Il pH della soluzione di solfato di rame preparata può essere saggiato in modo approssimativo mediante la cartina indicatrice di pH (*approfondimento 1*) o in modo esatto mediante l'uso del pH-metro.

Per la prima determinazione, un piccolo pezzo, circa 1.5 cm di cartina indicatrice universale è posto sul bancone e bagnato con una goccia di soluzione prelevata

* In soluzione il solfato di rame (II) è dissociato in ioni solfato e ione complesso $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ in cui il metallo ha coordinazione ottaedrica con sei molecole d'acqua coordinate in una configurazione ottaedrica distorta. Il colore azzurro-blu (dipendente dalla diluizione) è dovuto a bande di assorbimento *d-d* all'interno del complesso.



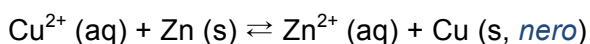
con la punta della bacchetta. La colorazione assunta dalla carta è confrontata con la scala di pH presente sulla confezione

È possibile saggiare anche il pH degli altri reagenti a disposizione, idrossido di sodio NaOH 1 M, acido cloridrico HCl 1 M e carbonato di sodio Na₂CO₃ 0.5 M, facendo attenzione a non inquinarli con la bacchetta di vetro (*la quale deve essere lavata e asciugarla dopo ogni utilizzo!*).

Reazione redox tra solfato di rame e zinco metallico

L'ossido-riduzione Cu(II)/Cu – Zn/Zn(II) è realizzata prelevando una porzione della soluzione di solfato di rame e travasandola in un b cher da 25 ml in modo da riempirlo per circa 2/3 del suo volume (potete aiutarvi con il cilindro, prelevando circa 10 ml di soluzione con il cilindro e versandoli nel b cher – *il b cher e il cilindro devono essere lavati dopo ogni utilizzo*). Quindi immergere (lasciandola cadere) una lamina di zinco metallico nella soluzione e osservare le trasformazioni che avvengono.

Lo zinco metallico va in soluzione sotto forma di ioni Zn²⁺ mentre il Cu²⁺ precipita come rame metallico che si deposita sulla superficie dello zinco (  un precipitato sottile di colore nero).



È una reazione piuttosto lenta anche per la deposizione del rame metallico sulla superficie dello zinco metallico, per cui   opportuno agitare periodicamente il sistema. *La trasformazione   osservabile dalla colorazione della soluzione che si attenua per la diminuzione degli ioni Cu²⁺ in soluzione e per la comparsa del precipitato nero sullo zinco metallico.*

La soluzione deve essere smaltita nell'apposita tanica indicante la dicitura "soluzioni



con metalli pesanti[†] (nell'area di deposito temporaneo dei rifiuti di laboratorio), facendo molta attenzione a non versarla esternamente alla tanica.

Tutta la vetreria usata deve essere lavata con acqua e sciacquata con acqua distillata.

Precipitazione dell'idrossido di rame e sua trasformazione in ossido di rame

L'idrossido di rame II è precipitato per aggiunta di idrossido di sodio, fortemente alcalinizzante. A tale scopo, una porzione di circa 20 ml di soluzione di solfato di rame, prelevata con il cilindro, è travasata in un b cher da 100 ml ed   diluita con acqua distillata fino a circa 50 ml di volume totale. Posizionare il b cher sull'agitatore magnetico e al suo interno inserire un'ancoretta magnetica (*accendere solo la funzione stirring!*).

Aggiungere la soluzione di idrossido di sodio lentamente, sotto costante agitazione, mediante una pipetta pasteur, verificando di quando in quando il pH della soluzione mediante la cartina al tornasole (*lavare la bacchetta dopo ogni utilizzo*).

Quando il colore della cartina indica che la soluzione   fortemente basica (dopo circa 2 "pipettate") sospendere l'aggiunta di NaOH e lasciare la soluzione sotto agitazione.

Osservando il b cher controluce   possibile osservare la formazione dell'idrossido di rame II, Cu(OH)₂



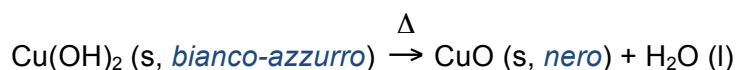
un composto poco solubile in acqua che, quindi, precipita. *La precipitazione   segnalata dalla formazione di un corpo solido, detto appunto precipitato, di colore*

[†] codice C.E.R. 060313, frasi di rischio: H6–H14.



bianco-azzurro che però non si deposita sul fondo ma rende opalescente la soluzione, per la sua natura colloidale[‡].

L'idrossido di rame II è quindi trasformato nell'ossido di rame II per riscaldamento. Riscaldare la soluzione (*accendendo la funzione riscaldamento dell'agitatore magnetico a una temperatura tra 50 e 100°C*) fino a osservare la trasformazione del Cu(OH)₂ nel corrispondente ossido, anch'esso poco solubile.



La reazione è evidenziata dalla trasformazione del precipitato bianco-azzurro colloidale in uno di colore nero che si deposita sul fondo del b cher. Sospendere il riscaldamento e l'agitazione della soluzione quando tutto il precipitato   colorato in nero (portare a zero entrambe le manopole dell'agitatore magnetico riscaldante).

Filtrazione dell'ossido di rame e sua dissoluzione

Il CuO   separato dalla soluzione per filtrazione.

A tale scopo lasciare raffreddare la soluzione e decantare (depositarsi sul fondo del b cher)il precipitato, dopo aver allontanato questo dall'agitatore magnetico e aver recuperato l'ancoretta (*sciogliere l'ancoretta magnetica con acqua*). Per favorire il raffreddamento della soluzione   possibile aggiungere dell'acqua distillata (circa 20 ml) e dopo un primo periodo di attesa (b cher ormai freddo) per immersione in un bagno a ghiaccio.

La filtrazione permette di realizzare la separazione di una fase solida (precipitato) da una liquida (filtrato) per percolazione attraverso un diaframma poroso, il filtro,

[‡] I colloidali sono miscugli costituiti da particelle solide o liquide, con diametro compreso tra 5 e 200 nm, disperse in un fluido (liquido o gas); in particolare, un precipitato colloidale   un solido disperso in liquido. Questi precipitati sono molto frequenti per composti pochissimo solubili, come la maggior parte degli idrossidi e dei solfuri, e in cui le soluzioni facilmente presentano una soprassaturazione elevata. La stabilit  delle soluzioni colloidali   dovuta alla presenza di un "doppio strato" che circonda ogni particella dovuto agli ioni in eccesso adsorbiti (primo strato) e ai loro contro ioni (secondo strato).

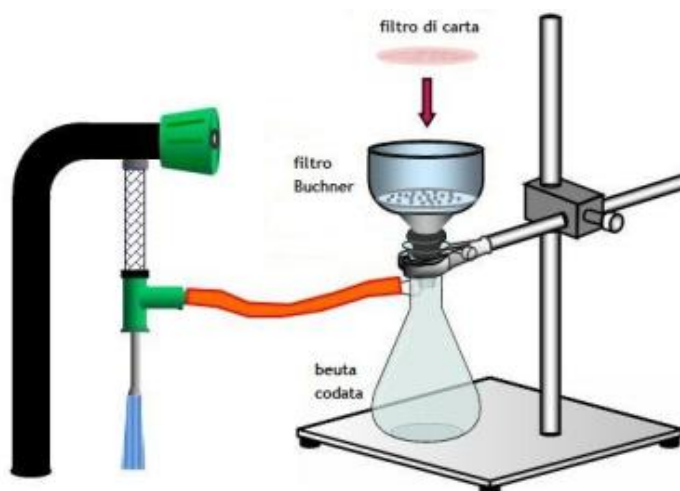


permeabile solo al liquido. Il materiale poroso di impiego più generale è la carta da filtro.

La filtrazione del CuO può essere realizzata per gravità utilizzando un filtro conico inserito in un imbuto di vetro a gambo lungo e raccogliendo il filtrato in una beuta.



Altrimenti può essere realizzata sotto vuoto con imbuto Buchner o di Hirsch (*la serie di buchi deve essere ricoperta con un disco di carta da filtro, tagliato in modo da ricoprire solo i buchi senza formare "grinze" lungo le pareti di porcellana*). Il vuoto è realizzato mediante una pompa a getto d'acqua (*approfondimento 2*).

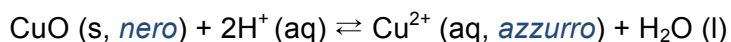




Il precipitato raccolto sul filtro deve essere lavato con poca acqua distillata (aiutandosi con la pipetta pasteur) per eliminare l'eccesso di soluzione basica.

Le acque di filtrazione sono basiche e contengono solo tracce di Cu II (l'ossido rameico è insolubile in acqua), quindi, possono essere smaltite nell'apposita tanica indicante la dicitura "soluzioni basiche inorganiche"[§] (nell'area di deposito temporaneo dei rifiuti di laboratorio), facendo molta attenzione a non versarla esternamente alla tanica.

La dissoluzione del precipitato è realizzata rendendo il sistema fortemente acido, per aggiunta di HCl, e realizzando una nuova trasformazione chimica del composto contenente rame



Trasferire una porzione del precipitato nero raccolto sul filtro mediante una spatola in un b cher da 50 ml e aggiungere HCl 1 M lentamente con la pipetta pasteur, agitando con la bacchetta di vetro di tanto in tanto, fino alla dissoluzione del precipitato. *La soluzione avr  la caratteristica colorazione azzurra indicativa della presenza dello ione rameico idrato in soluzione acquosa.*

*Il filtro di carta utilizzato sull'imbuto per la filtrazione   inquinato chimicamente e non pu  essere gettato nel cestino, ma deve essere smaltito nell'apposito contenitore "carta, materiali assorbenti e guanti monouso usati"^{**} (nell'area di deposito temporaneo dei rifiuti di laboratorio).*

Tutta la vetreria usata (b cher, beuta, imbuto, pipetta pasteur, bacchetta, spatola ecc.), deve essere lavata con acqua e sciacquata con acqua distillata.

[§] codice C.E.R. 060205, frasi di rischio: H8–H14.

^{**} codice C.E.R. 150202.



Formazione dell'idrossido-carbonato di rame II dalle due soluzioni di rame II, Cu²⁺

L'idrossido-carbonato di rame II è ottenuto dal rame II in soluzione per precipitazione con carbonato di sodio, Na₂CO₃, 0.5 M.

A questo punto dell'esercitazione, avete a disposizione due diverse soluzioni contenenti ioni Cu²⁺, la soluzione a pH acido ottenuta sciogliendo il precipitato di CuO con acido cloridrico e la soluzione preparata inizialmente di solfato di rame all'1%. Utilizzerete entrambe le soluzioni in modo da poter osservare eventuali diversi comportamenti.

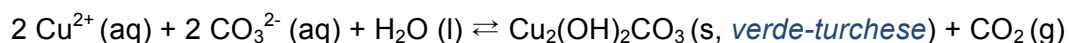
Soluzione acida di rame II

Aggiungere alla soluzione acida (ottenuta sciogliendo il precipitato di CuO con acido cloridrico), goccia a goccia (con la pipetta pasteur), la soluzione di carbonato di sodio, Na₂CO₃, 0.5 M.

In questo caso, la prima cosa che osserverete è lo sviluppo di gas, anidride carbonica, dovuto alla reazione:



Continuando l'aggiunta della soluzione di Na₂CO₃, osserverete la *formazione di un precipitato di colore verde-turchese, di natura colloidale, è l'idrossido-carbonato di rame II (o carbonato basico di rame II, un sale misto di rame che in natura è presente come minerale, la malachite)*



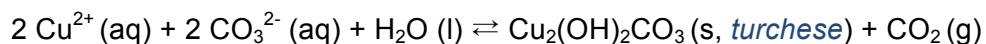
Saggiare l'acidità della soluzione con la cartina indicatrice e conservare la soluzione nel b cher per il confronto successivo.



Soluzione di solfato di rame II

La formazione del carbonato di rame II a partire dalla soluzione originaria di solfato di rame II permette di osservare un differente comportamento.

Prelevare un volume della soluzione all'1% in peso di CuSO_4 , analogo a quello ottenuto dallo dissoluzione del CuO in acido cloridrico e porlo in un b cher da 50 ml. Aggiungere goccia a goccia (con la pipetta pasteur) la soluzione di carbonato di sodio, Na_2CO_3 , 0.5 M. *In questo caso osserverete la contemporanea formazione del precipitato turchese colloidale, corrispondente al composto carbonato basico di rame II, e lo sviluppo di gas, anidride carbonica, ma in quantit  meno evidente.*



Potete verificare il pH di questa soluzione con la cartina indicatrice.

Il precipitato che si forma dalle due soluzioni contiene lo stesso composto, perch  ci  che partecipa alla reazione   sempre lo ione Cu^{2+} presente in entrambe le soluzioni di partenza.



approfondimento 1: cartina indicatrice di pH

Il termine indicatore indica un composto (o un sistema di più composti) in grado di subire modifiche facilmente osservabili – di solito il colore – in funzione dell'ambiente chimico in cui si trova (acido o basico, ossidante o riducente, ecc.). Il fenomeno di variazione del colore di un indicatore è detto viraggio. L'intervallo di pH, di potenziale elettrico o di concentrazione ionica, ecc. in cui l'indicatore vira (cambia il suo colore) è detto "campo di viraggio dell'indicatore". Perché l'occhio umano possa percepire la forma colorata dell'indicatore questa deve essere presente in un rapporto almeno 10:1 rispetto all'altra: questo è il limite di precisione insuperabile dell'indicatore.

Tra gli indicatori di pH per rapide valutazioni molto usate sono le cartine indicatrici di pH, cioè delle strisce di carta imbevute di miscele di più indicatori in grado di coprire l'intera gamma dei possibili valori di pH delle soluzioni acquose. Nella cartina al tornasole, l'indicatore è un colorante di origine vegetale costituito da una miscela complessa di varie sostanze, la principale delle quali è il 7-idrossi-2-fenazinone , generalmente ottenuta per estrazione con basi dai licheni del genere *Rocella*.



Nella cartina indicatrice di pH universale, l'indicatore è una soluzione idroalcolica costituite principalmente da tre sostanze sensibili al pH: il rosso metile^{††}, la fenolftaleina^{‡‡} e il blu di bromotimolo^{§§}, a cui si può aggiungere il blu di timolo^{***}.

La cartina universale risulta verde a pH neutro, vira al rosso in ambiente acido (pH < 4.4) e al blu in ambiente basico (pH > 8.0).

^{††} Il rosso metile in soluzione idroalcolica ha un intervallo di viraggio a pH 4.2 – 6.3 con variazione di colore dal rosso al giallo.

^{‡‡} La fenolftaleina, 3,3-bis(4-idrossifenile)-1,(3H)-isobenzofuranone, in soluzione di etanolo allo 0.1% presenta un viraggio tra pH 8.2 (incolore) e 9.8 (intenso color porpora).

^{§§} Il blu di bromotimolo è un composto organico dalle deboli proprietà acide; nella sua forma normale (acida) è di colore giallo, mentre la sua base coniugata è blu con un intervallo di viraggio compreso tra pH 6.0 e pH 7.6.

^{***} il blu di timolo ha un campo di viraggio fra pH 1.2 e 2.7.



approfondimento 2: pompa da vuoto a getto d'acqua



La pompa a getto d'acqua, inventata da R.W. Bunsen, è basata sull'effetto Venturi, cioè sulla riduzione di pressione di un liquido quando percorre un tubo con una strozzatura.

È una semplice apparecchiatura in plastica, vetro o metallo, consistente essenzialmente di un tubo con una forte restrizione.

Il passaggio dell'acqua (proveniente da un normale rubinetto alla sua massima portata) nella strozzatura, per effetto Venturi, determina un aumento di velocità dell'acqua stessa e una conseguente diminuzione di pressione che aspira l'aria contenuta nella camera e da questa nell'uscita laterale. È così generata una

depressione (vuoto) che tramite un codolo e un tubo di gomma da vuoto (tubo a pareti più spesse per evitare che collassi su se stesso per depressione) viene portato all'apparecchiatura.

Quando viene impiegata una pompa a getto d'acqua è consigliabile inserire tra la pompa e l'apparecchio utilizzatore un "polmone", per impedire ritorni di acqua nell'apparecchiatura sotto vuoto, qualora la pressione nella rete idrica venisse a diminuire. Questo polmone può essere costituito da una beuta o da una bottiglia da vuoto con rubinetto di sfiato (che è bene sia saldamente fissata con pinze e sostegni).

Per utilizzare il vuoto di una pompa ad acqua eseguire in ordine le seguenti operazioni:

1. aprire il rubinetto principale dell'acqua fino in fondo;
2. aprire il rubinetto del polmone;
3. collegare il tubo di gomma da vuoto che esce dal polmone con l'apparecchiatura;
4. chiudere il rubinetto di sfiato: tutta l'apparecchiatura è così chiusa e la pompa genera il vuoto in essa.



Terminate le operazioni da compiere (realizzazione del vuoto nel reattore, filtrazione, distillazione sotto vuoto, ecc.):

1. isolare il proprio sistema se necessario (per evitare il rientro di aria accidentale);
2. aprire il rubinetto di sfiato del polmone;
3. staccare la gomma da vuoto;
4. solo se tutti hanno completato la loro operazione sotto vuoto, chiudere il rubinetto dell'acqua; se l'acqua è chiusa senza aver sfiato il vuoto questo risucchierebbe acqua nel polmone di sicurezza.

Questo tipo di pompa richiede una pressione dell'acqua di circa $0.5 - 1 \text{ kgf cm}^2$ (atmosfere) e permette di realizzare una pressione limite di $20 - 25 \text{ Torr}$ ($0.02 - 0.03 \text{ atm}$). Il tempo necessario a raggiungere la pressione limite, ovviamente, dipende dalla capacità del recipiente.



Informazioni di sicurezza sui prodotti e reagenti chimici usati nell'esperienza

Solfato di rame (II) pentaidrato

Il solfato di rame (nome IUPAC tetraossosolfato(VI) di rame) pentaidrato $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ ha massa molare 249,68 uma, solubilità in acqua 203 g l^{-1} (a 20°C) ed è di colore blu brillante (mentre la forma anidra è verde pallido o bianco grigiastro ma è meno stabile e quindi meno presente in natura).

Lo ione Cu(II) nel solido ha coordinazione ottaedrica con quattro molecole d'acqua coordinate al metallo in una configurazione planare quadrata e le due posizioni assiali occupate da atomi di ossigeno dello ione solfato. L'ottaedro è distorto tetragonalmente. La quinta molecola d'acqua non è direttamente legata al rame, ma forma legami idrogeno con l'acqua coordinata e gli ioni solfato. In soluzione il solfato di rame (II) è dissociato in ioni solfato e ione complesso $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ il cui colore blu è dovuto a bande di assorbimento $d-d$ all'interno del complesso.

Informazioni di sicurezza:

- non presenta alcun rischio particolare di tipo chimico-fisico.



NOCIVO

- Ha effetti negativi per la salute: può causare dolore in bocca e nella faringe, nausea, diarrea liquida e con presenza di sangue e/o abbassamento della pressione sanguigna. Irritazione oculare, cutanea e delle mucose.



PERICOLOSO
PER L'AMBIENTE

- Presenta effetti negative per l'ambiente, è altamente tossico per gli organismi acquatici e può provocare a lungo termine effetti negativi sull'ambiente acquatico.

Idrossido di sodio in soluzione 1 M

L'idrossido di sodio (nome IUPAC) NaOH , commercialmente noto come soda caustica, è una base minerale forte, solido a temperatura ambiente, estremamente igroscopico (tende ad assorbire l'umidità dell'aria) e deliquescente.

È molto solubile in acqua (1090 g l^{-1} a 20°C) e la sua dissoluzione è accompagnata da un consistente sviluppo di calore. Una soluzione di 50 g l^{-1} (1.25 M) in acqua a 20°C ha pH circa 14.

Reagisce facilmente con l'anidride carbonica dell'aria trasformandosi in idrogeno carbonato di sodio e carbonato di sodio (*carbonatazione*).



Informazioni di sicurezza:



CORROSIVO

- può essere corrosivo per i metalli e provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari.

Acido cloridrico soluzione 1 M

L'acido cloridrico è un idracido di formula HCl. È un acido minerale forte (ovvero completamente ionizzato in soluzione acquosa) monoprotico (cioè ogni sua molecola, dissociandosi, libera un solo ione idrogeno).

È il principale costituente del succo gastrico, oltre ad essere un reagente comunemente usato nell'industria ed è commercializzato comunemente come *acido muriatico* (soluzione al 10%, spesso di colore giallo per via della presenza di ioni ferro II). È uno dei liquidi più corrosivi esistenti (la sua soluzione 1 M in acqua a 25°C ha pH uguale a 0), quindi deve essere maneggiato con attenzione.

Informazioni di sicurezza:

Secondo le indicazioni di pericolosità specifiche per l'uomo e l'ambiente, la soluzione 1 M è considerata non pericolosa.



CORROSIVO

- può essere corrosivo e provoca ustioni cutanee e lesioni oculari.

Carbonato di sodio soluzione 0.5 M

Il carbonato di sodio Na_2CO_3 è, come l'idrogenocarbonato di sodio, un sale di sodio dell'acido carbonico. Sciolto in acqua, produce una soluzione basica (una soluzione di 50 g l^{-1} – 0.5 M – in acqua a 25°C ha pH 11.5).

È un additivo alimentare (codificati dall'Unione Europea, identificato dalla sigla E500).

Informazioni di sicurezza:

È considerato non dannoso e pericoloso per la salute e per l'ambiente, è biodegradabile.

Reazioni del rame in soluzione

- Preparazione soluzione CuSO₄ e misura del pH** Pesare circa 0.5 g di sale sul vetrino d'orologio. Versare il sale nel matraccio da 50 ml (aiutandosi con l'imbuto piccolo e la spatola) e discioglierlo con poca acqua distillata. Aggiungere acqua distillata fino all'inizio del collo del matraccio e dopo aver accuratamente agitato portare a volume con la pipetta (il menisco inferiore dell'acqua deve coincidere con la linea di volume del matraccio).
Il pH della soluzione di solfato di rame preparata può essere saggiato in modo approssimativo mediante la cartina indicatrice di pH.
- Reazione redox tra solfato di rame e zinco metallico** Prelevare circa 10 ml di soluzione con il cilindro e versarli nel becher. Quindi immergere (lasciandola cadere) una lamina di zinco metallico nella soluzione e osservare le trasformazioni che avvengono (lasciarla per tutto il tempo dell'esperienza, agitando di tanto in tanto).
- Precipitazione dell'idrossido di rame e sua trasformazione in ossido di rame** Prelevare con il cilindro 20 ml di soluzione di solfato di rame, travasare in un becher da 100 ml e diluire con acqua distillata fino a circa 50 ml di volume totale. Posizionare il becher sull'agitatore magnetico e al suo interno inserire un'ancoretta magnetica (*accendere solo la funzione stirring!*). Aggiungere la soluzione di idrossido di sodio 1 M lentamente, sotto costante agitazione, mediante una pipetta pasteur, verificando di quando in quando il pH della soluzione mediante la cartina al tornasole. Quando il colore della cartina indica che la soluzione è fortemente basica (dopo circa 3-4 "pipettate") sospendere l'aggiunta di NaOH e lasciare la soluzione sotto agitazione. Osservare la formazione dell'idrossido di rame II, Cu(OH)₂.
Riscaldare la soluzione (*accendendo la funzione riscaldamento dell'agitatore magnetico a una temperatura tra 50 e 100°C*) fino a osservare la trasformazione del Cu(OH)₂ nel corrispondente ossido, anch'esso poco solubile.
- Filtrazione dell'ossido di rame e sua dissoluzione** Lasciare raffreddare la soluzione e decantare il precipitato (lasciar depositare il precipitato sul fondo del becher), dopo aver allontanato il becher dall'agitatore magnetico e aver recuperato l'ancoretta. Filtrare la soluzione sotto vuoto (utilizzando una pompa a getto d'acqua) con imbuto Buchner. Lavare il precipitato raccolto sul filtro con poca acqua distillata per eliminare l'eccesso di soluzione basica. Trasferire una porzione del precipitato nero raccolto sul filtro in un becher da 50 ml mediante una spatola e aggiungere HCl 1 M lentamente con la pipetta pasteur, agitando con la bacchetta di vetro, fino alla dissoluzione del precipitato.
- Formazione dell'idrossido-carbonato di rame II dalle due soluzioni di rame II, Cu²⁺** Aggiungere alla soluzione acida (ottenuta sciogliendo il precipitato di CuO con acido cloridrico), goccia a goccia (con la pipetta pasteur), la soluzione di carbonato di sodio, Na₂CO₃, 0.5 M. *Osservare lo sviluppo di gas, anidride carbonica, dovuto alla reazione:*



Continuare l'aggiunta della soluzione di Na₂CO₃, e osservare la *formazione di un precipitato di colore verde-turchese, di natura colloidale (idrossido-carbonato di rame II)*



Prelevare un volume della soluzione di CuSO₄ analogo a quello ottenuto dalla dissoluzione del CuO in acido cloridrico e porlo in un becher da 50 ml. Aggiungere goccia a goccia (con la pipetta pasteur) la soluzione di carbonato di sodio, Na₂CO₃, 0.5 M. Osservare.