



## **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





## Indice

<b>Materiali</b>	<b>Pag.</b>	<b>2</b>
<b>Preparazione della soluzione di solfato di rame e misura del pH</b>	<b>Pag.</b>	<b>3</b>
<b>Reazione redox tra solfato di rame e zinco metallico</b>	<b>Pag.</b>	<b>4</b>
<b>Precipitazione dell'idrossido di rame e sua trasformazione in ossido di rame</b>	<b>Pag.</b>	<b>5</b>
Filtrazione dell'ossido di rame e sua dissoluzione	Pag.	6
<b>Formazione dell'idrossido-carbonato di rame II dalle due soluzioni di rame II, Cu<sup>2+</sup></b>	<b>Pag.</b>	<b>9</b>
<i>Soluzione acida di rame II</i>	Pag.	9
<i>Soluzione di solfato di rame II</i>	Pag.	10
<i>approfondimento 1: cartina indicatrice di pH</i>	Pag.	11
<i>approfondimento 2: pompa da vuoto a getto d'acqua</i>	Pag.	12
<b>Informazioni di sicurezza sui prodotti e reagenti chimici usati nell'esperienza</b>	<b>Pag.</b>	<b>14</b>
<b>Solfato di rame (II) pentaidrato</b>	<b>Pag.</b>	<b>14</b>
<b>Idrossido di sodio in soluzione 1 M</b>	<b>Pag.</b>	<b>14</b>
<b>Acido cloridrico soluzione 1 M</b>	<b>Pag.</b>	<b>15</b>
<b>Carbonato di sodio soluzione 0.5 M</b>	<b>Pag.</b>	<b>15</b>







L'esperienza prevede l'utilizzo di diversa vetreria e di alcune tecniche di base del laboratorio chimico, permettendo così di acquisire conoscenze e abilità nella pesata, nel preparare soluzioni a concentrazioni definite, nell'utilizzo della cartina indicatrice di pH per valutare l'acidità/basicità di una soluzione, nella separazione di un precipitato dalle acque madri mediante filtrazione, nel riconoscere i **fenomeni e le trasformazioni associate a una reazione chimica** (indipendentemente dal tipo di equilibrio: redox, solubilità, acido-base), quali variazioni cromatiche, formazione/dissoluzione di precipitati e sviluppo di gas. Non è indispensabile aver svolto tutti gli argomenti teoricamente in quanto l'esercitazione è estremamente semplice nell'esecuzione e tutte le trasformazioni sono visivamente osservabili e comprensibili.



Partendo dalla preparazione di una soluzione di solfato di rame e da alcuni reagenti in soluzione (idrossido di sodio, acido cloridrico, carbonato di sodio) 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)



rame solfato pentaidrato  $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ , FW 249.68  $\text{g mol}^{-1}$

zinco metallico, Zn

sodio idrossido, NaOH, 1 M

acido cloridrico, HCl, 1 M

sodio carbonato,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 0.5 M

bilancia tecnica

cartina indicatrice universale

pompa da vuoto ad acqua

beuta da vuoto

imbuto di Gooch (porosità 2)

cristallizzatore per bagno a ghiaccio

### Materiali (a disposizione nella propria postazione di lavoro)

matraccio 50 mL

bècher 25 mL, 50 mL, 100 mL

cilindro 25 mL

imbuto piccolo

vetrino d'orologio

bacchetta di vetro e spatola

pipetta Pasteur

spruzzetta per acqua distillata

agitatore magnetico con riscaldamento e

ancoretta magnetica

### Preparazione della soluzione di solfato di rame e misura del pH

La soluzione di solfato di rame 0.04-0.05 M è preparata a partire da  $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$ .



Pesate circa 0.50-0.70 g di sale sul vetrino d'orologio aiutandovi con la spatola. Versate il sale nel matraccio da 50 mL (aiutandovi con l'imbuto piccolo e la spatola) e discioglietelo con poca acqua distillata (usandola anche per recuperare il sale rimasto sul vetrino), facendo attenzione a non riempire il collo del matraccio. Agitate il matraccio, senza capovolgerlo con movimenti rotatori fino alla totale dissoluzione dei cristalli. Quindi, aggiungete acqua distillata fino all'inizio del collo del matraccio e dopo aver accuratamente agitato portate 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<sup>1</sup>.

 Calcolate la concentrazione molare della soluzione da voi preparata

 Calcolate la % in peso di rame della soluzione assumendo la sua densità  $\approx 1 \text{ g mL}^{-1}$ .

Potete “saggiare” in modo approssimativo il pH della vostra soluzione di solfato di rame mediante la cartina indicatrice di pH ([approfondimento 1](#)).



Per questa prima determinazione, ruotate i due cerchi della confezione di cartina indicatrice in modo da poter estrarre un tratto di striscia di c. 1.5 cm, quindi dopo aver ruotato nuovamente la confezione in modo da bloccare il rotolo, tagliate il tratto rimasto esternamente e poggiatelo sul bancone. Immergete la punta della bacchetta nella soluzione e, con essa, bagnate la striscia di cartina e confrontate la colorazione che assumerà con la scala di pH presente sulla confezione.

Potete saggiare il pH anche dell’acqua distillata con cui avete preparato la soluzione e gli altri reagenti a disposizione, idrossido di sodio NaOH 1 M, acido cloridrico HCl 1 M e carbonato di sodio  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0.5 M, facendo attenzione a non inquinarli con la bacchetta di vetro (*per evitare questo dovete lavare, con poca acqua distillata, e asciugare la bacchetta dopo ogni utilizzo!*).

### Reazione redox tra solfato di rame e zinco metallico

Per realizzare l’ossido-riduzione Cu(II)/Cu – Zn/Zn(II) prelevate una porzione della soluzione di solfato di rame e travasatela in un b cher piccolo (25 o 50 mL) in modo da riempirlo per circa 2/3 del suo volume (potete aiutarvi prelevando circa 10 mL di soluzione nel cilindro e versandoli poi nel b cher – *il b cher e il cilindro devono essere lavati dopo ogni utilizzo*). Quindi immergete (lasciandola cadere) la lamina di zinco metallico nella soluzione e osservate le trasformazioni che avvengono.

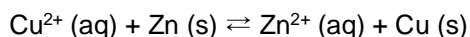
Lo zinco metallico passer  in soluzione sotto forma di ioni  $\text{Zn}^{2+}$  mentre il  $\text{Cu}^{2+}$  precipiter  come

---

<sup>1</sup> In soluzione il solfato di rame (II)   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)   dovuto a bande di assorbimento *d-d* all’interno del complesso.



rame metallico, depositandosi sulla superficie dello zinco (è un precipitato sottile che appare di colore nero).



Il rame metallico è di colore rosso. Aggregati di piccole particelle nanometriche appaiono nere perché assorbono tutta la radiazione visibile. La reazione redox è piuttosto lenta, anche per la deposizione del rame metallico sulla superficie dello zinco metallico, per cui è opportuno che procediate con il resto dell'esercitazione, agitando periodicamente la lamina con la bacchetta di vetro.



*La trasformazione è osservabile dalla colorazione della soluzione che si attenua per la diminuzione degli ioni  $\text{Cu}^{2+}$  in soluzione, dalla degradazione della lamina di zinco metallico e dalla comparsa di frammenti solidi scuri.*

*La soluzione dovrete poi smaltirla nell'apposita tanica indicante la dicitura "soluzioni con metalli pesanti"<sup>2</sup> (nell'area di deposito temporaneo dei rifiuti di laboratorio), facendo molta attenzione a non versarla esternamente alla tanica.*

*Dovete lavare tutta la vetreria usata con acqua e sciacquarla con acqua distillata.*

### **Precipitazione del rame idrossido e sua trasformazione in rame ossido**

Il rame (II) idrossido è precipitato per aggiunta di sodio idrossido, fortemente alcalinizzante. A tale scopo, prelevate con il cilindro una porzione di circa 20 mL di soluzione di rame solfato e travasatela in un b cher da 100 mL, quindi diluitela aggiungendo acqua distillata fino a circa 50 mL di volume totale. Posizionate il b cher sull'agitatore magnetico e inserite al suo interno un'ancoretta magnetica (**ATTENZIONE: accendete solo la funzione stirring!**).



Aggiungete la soluzione di sodio idrossido lentamente, sotto costante agitazione, mediante

<sup>2</sup> codice C.E.R. 060313, frasi di rischio: H6–H14.






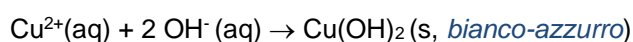
una pipetta pasteur, verificando di quando in quando il pH della soluzione mediante la cartina al tornasole (*lavare la bacchetta dopo ogni utilizzo*).



Quando il colore della cartina indica che la soluzione è fortemente basica (dopo circa 2 mL, corrispondenti approssimativamente a 2 "pipettate") sospendete l'aggiunta di NaOH e lasciate la soluzione sotto agitazione dell'ancoretta magnetica.

 *Calcolate la concentrazione molare (approssimata) del rame (II) in soluzione dopo la diluizione e verificate (calcolandola) la quantità di NaOH necessaria*

Osservando il b cher controluce potrete osservare la formazione dell'idrossido di rame (II),  $\text{Cu}(\text{OH})_2$



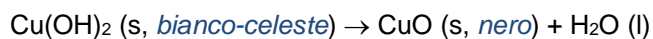
un composto poco solubile in acqua che, quindi, precipita.

*La precipitazione   segnalata dalla formazione di un corpo solido, detto appunto precipitato, di colore bianco-celeste che per  non si deposita sul fondo ma rende opalescente la soluzione, per la sua natura colloidale<sup>3</sup>.*



L'idrossido di rame (II)   quindi trasformato nell'ossido di rame II per riscaldamento.

Riscaldare la soluzione (*accendendo la funzione riscaldamento dell'agitatore magnetico a una temperatura tra 100 e 150 C*) fino a osservare la trasformazione del  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  nel corrispondente ossido, anch'esso poco solubile.



---

<sup>3</sup> Lo stato colloidale   caratterizzato, nel caso di sospensioni ed emulsioni, dalla presenza in soluzione di particelle solide o liquide, con diametro compreso tra 5 e 200 nm; 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" elettrico che circonda ogni particella dovuto agli ioni in eccesso adsorbiti (primo strato) e ai loro contro ioni (secondo strato).



La reazione è evidenziata dalla trasformazione del precipitato bianco-celeste colloidale in uno di colore nero che si deposita sul fondo del b cher.

Sospendete il riscaldamento e l'agitazione della soluzione quando tutto il precipitato   colorato in nero (*portate a zero entrambe le manopole dell'agitatore magnetico riscaldante*).

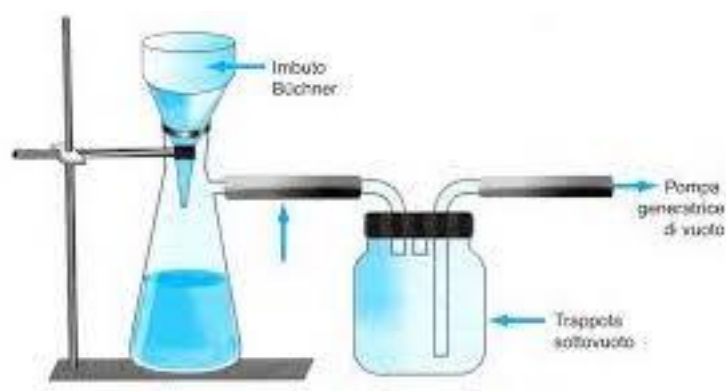
### Filtrazione dell'ossido di rame e sua dissoluzione

Il CuO   separato dalla soluzione per filtrazione.

A tale scopo lasciate raffreddare la soluzione e decantare (depositarsi sul fondo del b cher) il precipitato, dopo aver spostato il b cher dall'agitatore magnetico e aver recuperato l'ancoretta con l'apposito magnete (*sciogliere l'ancoretta magnetica con acqua*). Per favorire il raffreddamento della soluzione potete immergere il b cher, dopo un primo periodo di attesa (quando sentite che non   pi  caldo), in un bagno a ghiaccio (preparato mettendo nel cristallizzatore del ghiaccio e poca acqua di rubinetto).

La filtrazione permette di realizzare la separazione di una fase solida (precipitato) da una liquida (filtrato) per percolazione attraverso un filtro permeabile solo al liquido. Il materiale poroso di impiego pi  generale   la carta da filtro.

Realizzerete la filtrazione del CuO sotto vuoto (realizzato da una pompa a getto d'acqua – *approfondimento 2*) utilizzando un 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*).





Un altro modo di realizzare la filtrazione (che non utilizzerete!) è per gravità mediante un filtro conico inserito in un imbuto di vetro a gambo lungo posto sopra una beuta che raccoglie le acque di filtrazione.



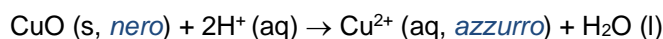
Il precipitato che avrete raccolto sul filtro deve essere lavato con poca acqua distillata (aiutandovi con la spruzzetta) per eliminare l'eccesso di soluzione basica.

*Le acque di filtrazione sono basiche e dovrebbero contenere solo tracce di ioni  $\text{Cu (II)}$ , l'ossido rameico è insolubile in acqua quindi, potete smaltirle nell'apposita tanica indicante la dicitura "soluzioni basiche inorganiche"<sup>4</sup> (nell'area di deposito temporaneo dei rifiuti di laboratorio), facendo molta attenzione a non versarla esternamente alla tanica. Se una parte del precipitato è passata nelle acque di filtrazione (che non appaiono limpide) dovete smaltirle nell'apposita tanica indicante la dicitura "soluzioni con metalli pesanti"<sup>5</sup>),*

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

<sup>4</sup> codice C.E.R. 060205, frasi di rischio: H8–H14.

<sup>5</sup> codice C.E.R. 060313, frasi di rischio: H6–H14.



Trasferite il filtro con sopra il precipitato nero di CuO in un b cher da 50 mL e aggiungete HCl 1 M lentamente con la pipetta pasteur, agitando con la bacchetta di vetro di tanto in tanto, fino alla completa dissoluzione del precipitato. Quindi recuperate il filtro di carta aiutandovi con la bacchetta. *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 dovete smaltirlo nell'apposito contenitore "carta, materiali assorbenti e guanti monouso usati"<sup>6</sup> (nell'area di deposito temporaneo dei rifiuti di laboratorio.*

*Dovete lavare tutta la vetreria usata (b cher, beuta, imbuto, pipetta pasteur, bacchetta, spatola ecc.) con acqua e sciacquarla con acqua distillata.*

### **Formazione del rame (II) idrossido-carbonato dalle due soluzioni di rame II, Cu<sup>2+</sup>**

Il rame (II) idrossido-carbonato   ottenuto dal rame (II) in soluzione per precipitazione con carbonato di sodio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.5 M.

A questo punto dell'esercitazione, avete a disposizione due diverse soluzioni contenenti ioni Cu<sup>2+</sup>, la soluzione a pH acido ottenuta sciogliendo il precipitato di CuO con acido cloridrico e la soluzione preparata inizialmente di rame (II) solfato c. 0.05 M. Utilizzerete entrambe le soluzioni in modo da poter osservare i diversi comportamenti.

#### **Soluzione acida di rame (II)**

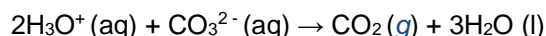
Aggiungete alla soluzione acida (ottenuta sciogliendo il precipitato di CuO con acido cloridrico), goccia a goccia (con la pipetta pasteur), la soluzione di sodio carbonato, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0.5 M.

---

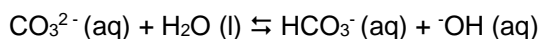
<sup>6</sup> codice C.E.R. 150202.



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



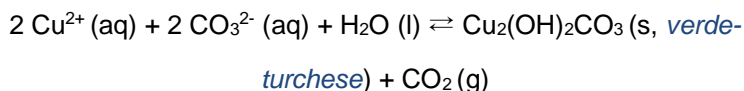
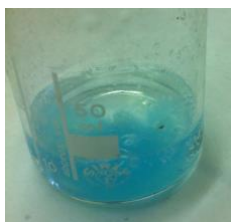
In una soluzione di sodio carbonato sono presenti anche anioni idrogenocarbonato,  $\text{HCO}_3^-$ , formati dall'idrolisi del carbonato:



$$\frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{4.7 \cdot 10^{-11}} \cong 2 \cdot 10^{-4}$$

*La soluzione di carbonato si comporta come una base debole.*

Continuando l'aggiunta della soluzione di  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 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.

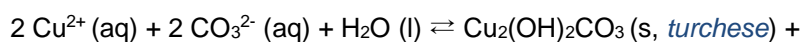
### Soluzione di solfato di rame II

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  $\text{CuSO}_4$ , analogo a quello ottenuto dallo dissoluzione del  $\text{CuO}$  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,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 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.*





$\text{CO}_2(\text{g})$

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

*Il precipitato che si forma dalle due soluzioni contiene lo stesso composto, perché ciò che partecipa alla reazione è sempre lo ione  $\text{Cu}^{2+}$  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 costituita



principalmente da tre sostanze sensibili al pH: il rosso metile<sup>7</sup>, la fenolftaleina<sup>8</sup> e il blu di bromotimolo<sup>9</sup>, a cui si può aggiungere il blu di timolo<sup>10</sup>.

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).

### approfondimento 2: **pompa da vuoto a getto d'acqua**

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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).

<sup>9</sup> 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.

<sup>10</sup> il blu di timolo ha un campo di viraggio fra pH 1.2 e 2.7.



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

collapsi 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  $0.5 - 1 \text{ kgf cm}^2$  (atmosfera) 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  $203 \text{ g l}^{-1}$  (a  $20^\circ\text{C}$ ) 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  $\text{Cu(II)}$  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.
- 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.
- 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)  $\text{NaOH}$ , 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 ( $1090 \text{ g l}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$ ) e la sua dissoluzione è accompagnata da un consistente sviluppo di calore. Una soluzione di  $50 \text{ g l}^{-1}$  (1.25 M) in acqua a  $20^\circ\text{C}$  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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  è, come l'idrogenocarbonato di sodio, un sale di sodio dell'acido carbonico. Sciolto in acqua, produce una soluzione basica (una soluzione di  $50 \text{ g l}^{-1}$  – 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.