

Problem Solving: Inchiostri Magici

• Obiettivo:

Scrivendo su un foglio di carta da filtro con una soluzione di CuSO_4 si ottengono diverse colorazioni al cambiare del mezzo scrivente se si vaporizza sulla soluzione seccata della soluzione di esacianoferrato alcalino o dell'ammoniaca.

• Prerequisiti:

Reazioni redox

Ioni complessi del rame e del ferro

• Materiali e attrezzature:

<u>Vetreteria:</u>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Capillari ■ 2 becker da 100ml
<u>Materiale di consumo:</u>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Soluzione $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (1 punta cucchiaino in 50ml H_2O) ■ Soluzione $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 5% m/m ■ Soluzione NH_4OH diluita
<u>Varie:</u>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pennino ■ Carta da filtro ■ Spruzzatori

• Procedimento:

E' un'esperienza di problem solving

Preparazione:

Si prepara una soluzione diluita di solfato rameico.

Utilizzando tale soluzione come fosse inchiostro, si eseguono due scritte su due fogli diversi di carta da filtro: in alto sui due fogli si scrive la parola utilizzando un capillare (o un pennello) e in basso sui due fogli si scrive utilizzando il pennino.

Si lasciano asciugare bene i due fogli e si nota che la scritta scompare. (Perché?)

Vaporizzando il primo foglio con soluzione di ammoniaca si nota che la scritta fatta con il capillare appare blu, mentre quella fatta col pennino appare Blu/Marrone. Vaporizzando l'altro foglio con la soluzione di ferrocianuro alcalino si nota che la scritta fatta col capillare appare marrone mentre quella fatta con il pennino appare Marrone/Blu.

NOTA: LE OPERAZIONI DI VAPORIZZAZIONE VANNO ESEGUITE ASSOLUTAMENTE SOTTO CAPPA!

Vedere l'allegato per lo svolgimento e la risoluzione.

1. Problema

Scrivendo su un foglio di carta da filtro con una soluzione di CuSO_4 si ottengono diverse colorazioni al cambiare del mezzo scrivente se si vaporizza sulla soluzione seccata dell'esacianoferrato alcalino o dell'ammoniaca.

2. Prerequisiti teorici e pratici:

- $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ è azzurro
- CuSO_4 anidro è bianco
- $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e$ $E_{\text{oss}}^0 = +0,440\text{eV}$
- $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e$ $E_{\text{oss}}^0 = -0,340\text{eV}$
- $\text{Fe}^{3+} + 1e \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ $E_{\text{rid}}^0 = +0,771\text{eV}$
- $\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ $E_{\text{rid}}^0 = +0,815\text{eV}$
- $2\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(s)}$ precipitato marrone;
- $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{(s)}$ precipitato blu;
- $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{2+}(\text{aq}) + 4\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ da azzurro a blu;
- $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3\text{OH}]^+ + \text{H}_3\text{O}^+$ idrolisi acida
- $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ da giallo pallido a precipitato marrone

3. Materiale occorrente e attrezzature:

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $P : \text{Xn}$ $R : 22 - 41$
- NH_4OH 20% $P : \text{C, N}$ $R : 34 - 50$
- $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 5%
- Fogli di carta da filtro, capillari, 2 spruzzatori, 2 becker, 2 cucchiaini, acqua distillata, pennino.

5. Dati sperimentali:

Foglio 1: Spruzzato di ammoniaca

Scritta capillare: Blu

Scritta pennino: Marrone/Blu

Foglio 2: Spruzzato con esacianoferrato di K

Scritta capillare: Marrone;

Scritta pennino: Blu/Marrone

6. Elaborazione dati:

Vedere allegato

7. Osservazioni:

Non vaporizzare eccessivamente per evitare di far sbavare le scritte.

8. Risposta:

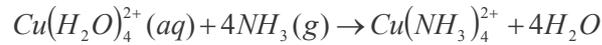
La scritta prodotta col pennino appare di colore diverso a causa della presenza di ioni ferrici formati per coppia redox fra rame e ferro e per successiva ossidazione all'aria.

4. Procedimento:

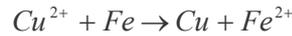
Si prepara la soluzione e CuSO_4 (una punta di cucchiaino in circa 50 ml di acqua distillata) e con essa si scrive qualcosa su di un foglio di carta da filtro prima con il capillare poi con il pennino, stessa identica cosa si fa per ottenere due fogli uguali. Si lascia asciugare all'aria o si pone per qualche minuto in stufa quindi si spruzzano sui fogli (restando sotto cappa) rispettivamente le soluzioni di ammoniaca e di esacianoferrato di potassio. Fatto questo si procede a fare le osservazioni

6. Elaborazione Dati

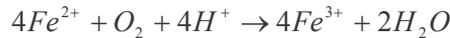
Analizziamo il foglio numero 1, cioè quello vaporizzato con ammoniaca: lo ione rameico presente nella soluzione prelevata con il capillare forma un complesso di colore blu scuro con l'ammoniaca presente nella soluzione vaporizzata



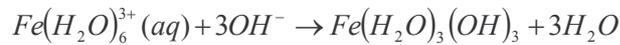
Se invece del capillare utilizziamo il pennino avviene prima un'altra reazione: fra gli ioni rameici presenti nella soluzione scrivente e il ferro componente il pennino si forma una coppia redox, per cui il rame si riduce a metallo ed il ferro entra in soluzione dapprima come ione ferroso



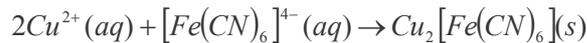
quindi come ione ferrico, dopo l'ossidazione all'aria per reazione con l'ossigeno atmosferico e gli ioni acidi presenti in soluzione (presenti a causa dell'idrolisi acida del ferro in acqua)



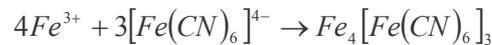
Lo ione ferrico formatosi e depositatosi sul foglio di carta si complessa con gli ossidrili provenienti dall'ammoniaca in soluzione, formando il precipitato marrone



Nel foglio 2, vaporizzato con esacianoferrato alcalino, avviene la stessa situazione di passaggio in soluzione di ioni ferrici con la diversità che in questo caso la colorazione è data dalla differente specie del ligando. Per la scritta fatta col capillare si avrà



dove l'esacianoferrato di rame (II) è marrone e per la scritta fatta a pennino



dove l'esacianoferrato di ferro (III) è un precipitato di colore blu (è il noto Blu di Prussia).

Valutazione del rischio chimico

Reattivo: Rame solfato ico pentaidrato

Classificazione di pericolosità: Xn Nocivo; N Pericoloso per l'ambiente

Valore di rischio = 8

Classificato come rischio moderato

Fra di rischio: 22 36/38 50/53

Indice di pericolosità intrinseca (P): 2.75

Vie di assorbimento: cutanea

Si tratta di una sostanza inorganica
allo stato solido

con T°ebollizione = °C

T°operativa = °C

presenta quindi

Quantità utilizzata: meno di 0,1 kg

La disponibilità è bassa poiché D = 1

Tipo di utilizzo: uso controllato

Il livello di tipologia d'uso è basso poiché U = 1

Tipologia di controllo: ventilazione generale

Il livello di tipologia di controllo è medio poiché C = 2

Tempo di esposizione giornaliero: da 15 min a 2 ore

L'intensità esposizione è medio/bassa poiché I = 3

Distanza degli esposti dalla sorgente: meno di 1 metro

Sub-indice d = 1

Indice di esposizione per via inalatoria = 3

Tipologia di contatto: contatto accidentale

Indice di esposizione per via cutanea: media poiché Ecute = 3

Rischio inalatorio = 8

Rischio cute = 8

Rischio cumulativo = 12

Norme generali protettive e di igiene del lavoro

Lavarsi le mani prima dell'intervallo o a lavoro terminato.

Evitare il contatto con gli occhi e la pelle.

Consigliati guanti protettivi in PVC o PE e occhiali protettivi.