



Scienze Naturali e Ambientali

Laboratorio di CHIMICA “La chimica e i suoi colori” (Prof. Rosa Iacovino)

Introduzione

La Chimica non è soltanto atomi, molecole, ioni, formule di struttura, reazioni, e via dicendo. Spesso, l'enorme mole di nozioni e concetti associati alla didattica della Chimica spaventa, poiché si pensa che gli argomenti piuttosto che essere compresi, debbano essere esclusivamente memorizzati, con il risultato che in tanti a sentir parlare di Chimica reagiscono con un moto di repulsione. Sebbene penalizzata da questa visione, la Chimica è una scienza affascinante.

Una reazione chimica non sempre è visibile all'occhio umano, ma ad essa possono essere associati fenomeni osservabili e percepibili dai nostri sensi, come cambiamenti di colore o formazione di cristalli. Quando due o più sostanze si combinano, creano una o più sostanze nuove, che, a volte, hanno strutture molecolari diverse dalle sostanze originali, il che significa che possono assorbire o irradiare luce in modo diverso, portando ad un cambiamento di colore. Le variazioni cromatiche implicano un cambiamento della natura della sostanza mediante una reazione chimica, per cui il chimico sfrutta tali variazioni cromatiche per identificare o caratterizzare una sostanza.

La fenolftaleina è un indicatore utilizzato per determinare il pH di soluzioni acquose, ed è incolore in ambiente acido (pH minore di 7), mentre assume una colorazione rosa fucsia in ambiente basico (pH maggiore di 7). L'ossidazione del rame, che avviene spontaneamente a contatto con l'aria, è un processo chimico inevitabile e il colore del rame passa dal tipico colore marrone rossastro a verde. La Statua della Libertà, costruita nel 1886, era inizialmente di colore bruno-rossastro, nel tempo, le sue lastre di rame si sono ossidate, ed hanno subito altre reazioni chimiche, derivanti dal contatto con la salsedine e l'aria inquinata. L'anidride solforosa, ad esempio, a contatto con l'acqua forma l'acido solforico che si combina con gli ossidi del rame, infine la presenza del cloro contribuisce a conferire alla statua il tipico colore blu-verde.

I composti inorganici colorati sono costituiti da molecole in cui sono presenti atomi metallici che presentano elettroni in orbitali d, responsabili dell'assorbimento della luce nel campo del visibile, come accade per i metalli di transizione. Il cromo (Cr) è un elemento di transizione, il suo nome deriva dalla parola greca “*chroma*” che significa colore, può formare numerosi composti colorati: il triossido di dicromo (Cr_2O_3) viene usato come pigmento verde nella produzione di vetri colorati; il cromato di piombo PbCrO_4 giallo; il triossido di cromo (CrO_3) rosso. I più comuni stati di ossidazione del cromo sono +2, +3 e +6. Lo stato di ossidazione +3 è il più importante nella chimica del cromo; lo ione Cr^{3+} in soluzione acquosa è di colore violetto. Il Cr(III) è responsabile del colore verde dello smeraldo, in cui va a sostituire alcuni atomi di alluminio; anche il rubino deve il colore rosso vivace ad inclusioni di cromo.



Il cromo in metallurgia è impiegato nella cromatura e come metallo per leghe, per fornire resistenza alla corrosione causata dagli agenti atmosferici, per conferire durezza e resistenza all'usura e per conferire un rivestimento lucido. Nel processo di cromatura la percentuale di cromo depositato è minima rispetto a quella che finisce nelle acque reflue.

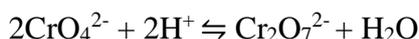
I composti del Cr sono utilizzati nell'industria della concia delle pelli (dal XIX secolo): il Cr(III) si lega al collagene delle pelli in modo irreversibile, impedendone così la putrefazione, inoltre la pelle risulta più morbida e nello stesso tempo viene preparata alla eventuale successiva colorazione. Il cromo metallico (n.o.= 0) e i composti del cromo trivalente non sono normalmente considerati pericolosi per la salute, ma i composti del cromo esavalente sono molto tossici. La maggior parte dei composti del cromo esavalente è irritante per gli occhi, la pelle e le mucose. Il cromo esavalente inoltre è riconosciuto come agente cancerogeno, responsabile di neoplasie polmonari.

Il Cromo (III) è insolubile in acqua mentre il Cromo (VI) risulta solubile in acqua, per cui ha una grande mobilità nel terreno e nell'acqua. La depurazione delle acque reflue di conceria contenenti cromo è un importante obiettivo ambientale. I processi di depurazione applicati sono di tipo chimico: riduzione-precipitazione e adsorbimento su resine o su carboni attivi contestualmente a processi di detossificazione *in situ* attraverso l'iniezione di gas riducenti direttamente in falda.

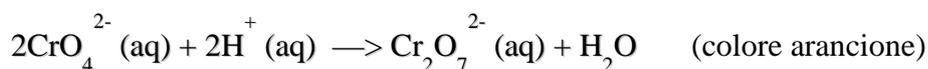
“I colori di un equilibrio chimico”

Le reazioni che non esauriscono completamente i reagenti per dare prodotti sono reazioni incomplete, oppure sono reazioni reversibili, cioè trasformazioni in cui i prodotti possono reagire fra loro per riformare i reagenti. Lo stato di equilibrio di un sistema, in cui i prodotti ed i reagenti hanno la stessa velocità di formazione, è descritto da proprietà macroscopiche (ad es. il colore) che lo caratterizzano. Questa esercitazione è stata studiata per mostrare alcune delle più elementari operazioni di laboratorio (precipitazione, decantazione e filtrazione), osservando nel contempo come alcuni equilibri chimici, che coinvolgono ioni H^+ o OH^- , sono influenzati anche dall'acidità o dalla basicità della soluzione, spostando la reazione in un senso o in quello opposto. In particolare, vedremo come, aggiungendo un acido o una base, è possibile spostare l'equilibrio tra lo ione cromato (CrO_4^{2-}) e lo ione dicromato ($Cr_2O_7^{2-}$). Lo ione dicromato è un forte ossidante in soluzione acida; lo ione cromato è ossidante in soluzione basica.

L'equilibrio studiato è:



Lo ione cromato in soluzione è giallo, mentre lo ione dicromato in soluzione è arancione.



Occorrente

- Provette e portaprovette
- Imbuto
- Anello di guko
- 2 Beute da 250 mL
- Carta da filtro
- Spruzzetta
- Pennarello o etichetta

- Cartina indicatrice
- Cromato di potassio K_2CrO_4 0,1 M
- Bicromato di potassio $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M
- Acido cloridrico HCl 3 M
- Idrossido di sodio NaOH 0,1 M
- Cloruro di bario $BaCl_2$ 1 M
- Fenolftaleina
- Verde di bromocresolo
- Acqua distillata

Procedimento

I PARTE

Equilibrio fra ione cromato (CrO_4^{2-}) e ione dicromato ($Cr_2O_7^{2-}$)

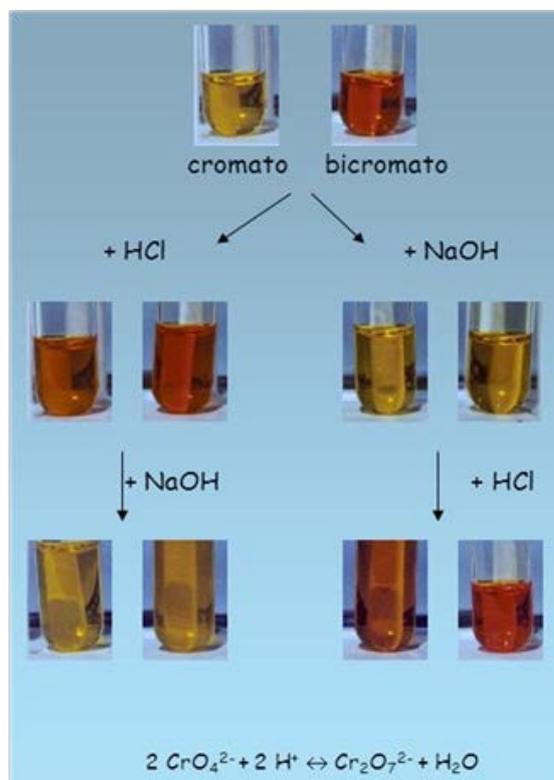
Numerare quattro provette, introdurre nelle provette 1 e 2 circa 10 gocce di una soluzione 0,1 M di cromato di potassio (K_2CrO_4). Nelle provette 3 e 4 introdurre circa 10 gocce di una soluzione 0,1 M di dicromato di potassio ($K_2Cr_2O_7$). Osservare la diversa colorazione delle due soluzioni.

Aggiungere circa 10 gocce della soluzione di acido cloridrico alla provetta 1. Osservare cosa succede.

Aggiungere circa 10 gocce della soluzione di idrossido di sodio alla provetta 2. Osservare cosa succede.

Aggiungere circa 10 gocce della soluzione idrossido di sodio alla provetta 3. Osservare cosa succede.

Aggiungere circa 10 gocce della soluzione acido cloridrico alla provetta 4, Osservare cosa succede. Compilare la parte A della scheda allegata.



II PARTE

Equilibrio fra cromato di bario solido (BaCrO_4) e una soluzione satura dei suoi ioni ($\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$, $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$).

Considerando che il prodotto di solubilità (K_{ps}) del BaCrO_4 è $2,4 \cdot 10^{-10}$, il cromato di bario risulta poco solubile in soluzione acquosa, mentre il dicromato di bario (BaCr_2O_7) è solubile in acqua.

Introdurre in una provetta (la numero 5) 10 gocce di una soluzione 0,1 M di cromato di potassio. Aggiungere 5 gocce di una soluzione 1 M di cloruro di bario. Osservare cosa succede. Conservare questa provetta.

Introdurre in un'altra provetta 5 gocce di una soluzione 0,1 M di cromato di potassio, alcalinizzare aggiungendo 10 gocce di NaOH 0,1 M ed aggiungere 5 gocce di una soluzione 1 M di cloruro di bario. Osservare cosa succede.

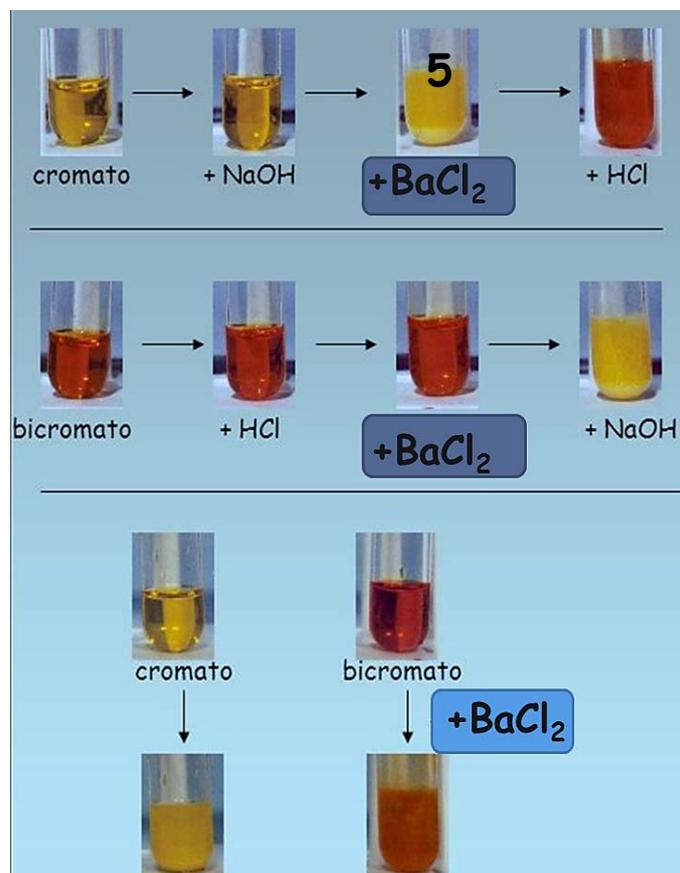
Introdurre in una provetta 10 gocce di una soluzione 0,1 M di cromato di potassio. Aggiungere 5 gocce di una soluzione 3 M di HCl . Aggiungere 5 gocce di una soluzione 1 M di cloruro di bario. Osservare cosa succede.

Introdurre in un'altra provetta 10 gocce di una soluzione 0,1 M di bicromato di potassio ed aggiungere 5 gocce di una soluzione 1 M di cloruro di bario. Osservare cosa succede.

Introdurre in una provetta 10 gocce di una soluzione 0,1 M di bicromato di potassio. Aggiungere 10 gocce di una soluzione 3 M di HCl . Aggiungere 5 gocce di una soluzione 1 M di cloruro di bario. Osservare cosa succede.

Introdurre in un'altra provetta 5 gocce di una soluzione 0,1 M di bicromato di potassio, alcalinizzare aggiungendo 10 gocce di NaOH 0,1 M ed aggiungere 5 gocce di una soluzione 1 M di cloruro di bario. Osservare cosa succede.

Compilare la parte B della scheda allegata.



III PARTE

Filtrazione

Per filtrare si usa l'imbuto ed un anello di gesso poggiato sul collo di una beuta da 250 mL. Prendere un disco di carta da filtro, piegarlo in "in due" e poi in "quattro" e, prendendolo a forma di cono, poggiarlo nell'imbuto. Versare adesso un po' d'acqua distillata dalla spruzzetta sul filtro in modo da farlo aderire alle pareti interne dell'imbuto. Agitare la soluzione contenuta nella **provetta 5** e versarla sul filtro facendola scivolare lungo la bacchetta di vetro ed evitando di riempire il filtro fino all'orlo. Lavare infine con poca acqua distillata il precipitato sul filtro. Ora poggiare l'imbuto su un'altra beuta da 250 mL pulita e aggiungere goccia a goccia sul precipitato rimasto sul filtro una soluzione 3 M di acido cloridrico HCl.

La colorazione della soluzione raccolta nella prima beuta indica che il cromato non è più presente. Saggiare l'acidità delle soluzioni contenute nelle due beute con la cartina indicatrice e successivamente con l'aggiunta di un indicatore, il verde di bromocresolo, intervallo di viraggio pH = 4,0 – 5,6 colore dal verde al blu, oppure la fenolftaleina, intervallo di viraggio pH = 8,0 – 10,0 da incolore al colore fucsia.



SCHEDA A

	Colore	Colore dopo aggiunta NaOH	Colore dopo aggiunta HCl
K_2CrO_4			
$K_2Cr_2O_7$			

SCHEDA B

	Cosa osservate dopo l'aggiunta di $BaCl_2$	Cosa osservate dopo l'aggiunta di HCl + $BaCl_2$	Cosa osservate dopo l'aggiunta di NaOH + $BaCl_2$
K_2CrO_4			
$K_2Cr_2O_7$			