

# DORATURA DI UNA MONETA DI RAME



Progetto Lauree Scientifiche

## Breve descrizione degli scopi dell'esperimento

Trasformare il rame in argento e l'argento in oro è sempre stato il sogno degli alchimisti. In questo esperimento gli studenti modificheranno la superficie delle monete da uno, due e cinque centesimi di euro, attraverso una serie di reazioni chimiche. Le reazioni che avverranno sulla superficie comporteranno una variazione di colore. La variazione di colore, una modificazione macroscopica, sarà correlata alle modificazioni microscopiche di composizione e struttura dei materiali che si formano, nonché al loro utilizzo finale.

## Fasi

- 1) Introduzione: metalli e leghe
- 2) Preparazione delle soluzioni
- 3) Pulitura delle monete
- 4) Formazione ottone grigio
- 5) Formazione ottone dorato

## Introduzione: leghe metalliche

Una **lega** è una combinazione di due o di più elementi, di cui almeno uno è un metallo: il materiale risultante ha proprietà differenti da quelle dei relativi componenti. Una lega con due componenti è denominata una lega binaria; una con tre è una lega ternaria ed una con quattro è una lega quaternaria. Le leghe sono ideate solitamente per avere proprietà più desiderabili di quelle dei loro componenti. Per esempio l'acciaio ha una resistenza meccanica maggiore del ferro, il suo componente principale, e l'ottone è più duro del rame e più attraente dello zinco.

Le monete da 1, 2 e 5 centesimi di euro sono costituite da una lega (acciaio inossidabile) rivestita da rame. Attraverso una reazione chimica in presenza di zinco è possibile alterare la superficie della moneta che mostrerà una colorazione argentea. Il cambiamento di colore (osservazione macroscopica) è associato ad una modificazione microscopica: si forma una lega Cu-Zn, perciò un ottone. Si tratta tuttavia di un ottone ricco di zinco, che mostra un colore differente rispetto al colore dorato che tutti associamo all'ottone. Scaldando ad elevate temperature la moneta argentata, il rame sottostante lo strato di ottone diffonde all'interno dello strato: il risultato sarà un ottone più ricco di rame che perciò mostrerà la colorazione dorata tipica dell'ottone noto a tutti. L'ottone grigio e quello dorato differiscono, oltre che per la loro composizione, per la loro struttura cristallina. Questo rende estremamente differente anche la loro lavorabilità: mentre un ottone con tenore di zinco sino al 30% è lavorabile sia a caldo sia a freddo, un ottone con tenore di zinco tra 30 e 45% è lavorabile solo a caldo. Per contenuti di zinco superiori al 45% la lavorabilità è praticamente nulla, di conseguenza l'ottone grigio non trova alcuna applicazione.

## Lavoro Sperimentale

### Reattivi e Strumenti

- Monete da 1, 2 o 5 centesimi di euro
- Becker da 100 o 150 mL
- Bacchetta di vetro
- Agitatore magnetico e piastra scaldante
- Sverniciatore (ma va bene anche la piastra scaldante)
- Pinzette
- Etanolo
- Soluzione di NaOH ca. 3M
- Soluzione di CH<sub>3</sub>COOH al 5% (wt)
- Zinco in polvere
- NaCl solido
- Carta assorbente tipo scottex

### Procedura

#### 1) Pulizia delle monete: sgrassatura.

Si spruzza dell'etanolo su un foglio di carta e si puliscono le monete: in questo modo si rimuove la patina di grasso presente sulla superficie delle monete dovuta al fatto che passano di mano in mano. Da questo momento in poi le monete si maneggiano solo con i guanti e le pinzette.

#### 2) Rimozione dello strato di ossido

Si prepara una soluzione di NaCl (3 g) in CH<sub>3</sub>COOH al 5% (15 mL). Si agita con la bacchetta di vetro fino a quando il sale non si è sciolto. Si immergono le monete. Cosa si osserva? Si rimuovono le monete dalla soluzione utilizzando delle pinzette e si risciacquano abbondantemente con acqua distillata.

#### 3) Modificazioni della superficie delle monete

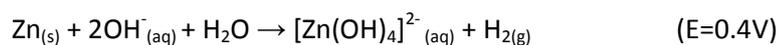
Si trasferiscono in un becker 25 mL di soluzione di NaOH 3M e si aggiunge 1g di Zn solido. Si scalda (sotto cappa) evitando che la soluzione vada in ebollizione. Si osserva la comparsa di bolle. Si forma la specie  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$  (reazione a). Si attende qualche minuto (reazione b).

Cosa si osserva?

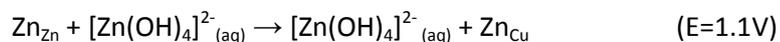
Le monete vengono rimosse dalla soluzione contenente la specie  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$  utilizzando delle pinzette e si risciacquano abbondantemente con acqua distillata. Si asciugano con un pezzo di carta scottex e si scaldano con uno sverniciatore, o con un phon molto potente. In alternativa si poggiano sulla piastra scaldante calda. Cosa si osserva?

### Le reazioni coinvolte

a) Formazione dell'anione tetra idrossi zinco  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ .



b) Deposizione dello zinco sul rame e formazione di ottone grigio



Entrambe le reazioni sono reazioni di ossido-riduzione.

La reazione b), che rappresenta la fase cruciale dell'esperimento avviene perché il potenziale di riduzione di dello ione  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$  è tale per cui la riduzione dello ione zinco è più favorevole sul rame che su lo zinco stesso. Si forma quindi un composto intermetallico (lega) Cu-Zn ovvero un ottone. Se si scalda la moneta il rame diffonde nel reticolo dell'ottone grigio (ottone  $\gamma$ ): nello strato superficiale di ottone per via della diffusione aumenta il tenore di rame e di conseguenza compare la colorazione dorata dovuta all'ottone a basso tenore di zinco (ottone  $\alpha$  e  $\beta$ ). Maggiori dettagli sono riportati nel riferimento Szczepankiewicz et alii (1995)

## Riferimenti

Szczepankiewicz SH, Bierau JF, Kozik M (1995) Journal of Chemical Education 72: 386-388