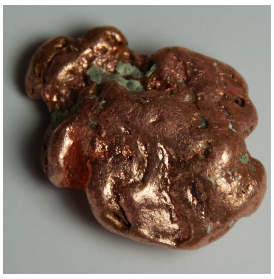

Esperimento No. 11

Rame Ferro

Introduzione

Verso la fine dell'età della pietra (nell'Europa centrale circa il 2200 AC) il rame, l'elemento numero 29, era l'unico metallo che gli uomini riuscivano ad estrarre dai minerali e a lavorare. La lega con l'elemento numero 50, lo stagno, dà il bronzo, che è una lega dura ma comunque ben lavorabile. Gli uomini dell'età del bronzo potevano costruire utensili migliori, organizzarsi e viaggiare meglio, e così hanno potuto sviluppare la loro società e la cultura.

L'estrazione del ferro dai minerali un po' di tempo dopo e la sua lavorazione hanno nuovamente portato ad un grosso passo in avanti nello sviluppo. L'età del ferro dura tutt'oggi: il ferro è sempre il metallo più importante per la fabbricazione di utensili e costruzioni, anche se il rame ricopre comunque la sua importanza, per esempio come conduttore per la corrente elettrica.

Il rame e il ferro hanno però, come la maggior parte dei metalli, una caratteristica molto indesiderata: vengono ossidati tramite l'aria (ossigeno) e l'acqua, come si può osservare durante il processo chimico dell'arrugginimento. Non tutti i metalli si ossidano con la stessa facilità: l'oro, un metallo nobile, non si ossida per niente all'aria, il metallo seminobile rame è piuttosto resistente ma in certe circostanze il ferro si ossida molto facilmente.

L'esperimento

L'esperimento mostra che il ferro si ossida con più facilità del rame. In altre parole, una sostanza contenente rame ossidata (solfato rameico) viene riconvertita più facilmente in metallo se il ferro viene contemporaneamente ossidato. Durante il processo, una piccola parte non osservabile di un chiodo di ferro si ossida e forma un sale di ferro, che si scioglie in acqua. Al suo posto, sul chiodo si deposita un po' di rame elementare. L'esperimento mostra che il rame ha la tendenza a diventare un metallo, e il ferro ha la tendenza a ossidarsi. Mostra anche che il rame può essere estratto dai minerali con più facilità: abbiamo creato rame a partire da un sale rameico (minerale), esattamente come i nostri antenati nell'età della pietra, seppur con un altro metodo.

Materiale (* disponibile nel set dell'esperimento, il materiale rimanente dev'essere aggiunto personalmente.)

- 5 chiodi di ferro *
- Solfato rameico ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) in un piccolo contenitore di plastica * (più esattamente si chiama solfato di rame pentaidrato, perché nel cristallo è ingabbiata anche un po' d'acqua).
- Lana di ferro * (disponibile nell'esperimento 2, per il completamento della reazione e lo smaltimento).
- Carta da cucina

Misure di sicurezza

Il solfato rameico è corrosivo e dannoso per l'ambiente. Quando reagisce con la lana di ferro e forma rame elementare metallico, sia la soluzione che i solidi sono innocui, e possono essere buttati nel lavandino e nella spazzatura.

Svolgimento dell'esperimento

1. Togli più o meno due terzi del solfato rameico dal contenitore di plastica, e conservalo nel sacchetto di plastica per più tardi.
2. Il contenitore di plastica ora contiene soltanto un terzo della quantità originaria di solfato rameico. Riempilo circa per metà con acqua del lavandino (o acqua distillata, se ce l'hai) e sciogli il solfato rameico. Se la soluzione diventa un po' torbida, è per via del calcare nell'acqua corrente. In questo caso, la soluzione può essere fatta diventare limpida con l'aggiunta di qualche goccia di un aceto poco colorato.
3. Ingrassa lievemente i chiodi per non farli ossidare (arrugginire). Lava un chiodo con un po' di acqua e sapone e asciugalo con della carta da cucina. Il chiodo può anche essere lucidato con la lana di ferro.
4. Metti il chiodo nella soluzione.
5. Dopo circa 20 secondi puoi togliere il chiodo dalla soluzione. Ora puoi vedere che sul chiodo si è depositato un po' di rame laddove il ferro toccava la soluzione. Lo strato di rame è fine e fragile, e spesso può essere strofinato via con la carta da cucina, e l'esperimento può così essere ripetuto un'altra volta.
6. Per concludere l'esperimento, si può inserire un po' di lana di ferro (la metà del volume della soluzione) nel liquido inserendola col chiodo. Sulla lana di ferro si deposita rame, la soluzione si scalda e i scolora.

Smaltimento

Quando la soluzione di solfato rameico ha reagito completamente con la lana di ferro, il liquido può essere gettato nello scarico e i metalli solidi possono essere gettati nel centro di raccolta per i metalli vecchi.

Cenni didattici

Le sostanze con metalli ossidati possono essere solubili, come il solfato rameico in questo caso, o il solfato di ferro.

I metalli e le sostanze in cui sono contenuti in forma ossidata hanno proprietà e colori differenti.

Per via del suo colore, è facile che gli studenti confondano il rame metallico con la ruggine. Tutta via, la ruggine è composta da ossido di ferro, che si forma lentamente quando il ferro reagisce con l'ossigeno in presenza di acqua. Lo strato di rame invece forma sul chiodo di ferro una buona protezione contro la ruggine: il ferro non può più venire in contatto con l'acqua e l'ossigeno e quindi non può più arrugginire.

In una reazione tra la forma ossidata di un metallo nobile (nel nostro caso il solfato rameico) e la forma metallica di un metallo non nobile (anche detto metallo vile, nel nostro caso il ferro) vengono trasmessi elettroni, e durante questo processo viene liberata energia. Nella reazione tra il solfato rameico e la lana di ferro, questo si manifesta nel fatto che la soluzione si scalda sensibilmente.

Descrizione del deposito di rame sul chiodo con formule ed equazioni: quando il solfato rameico $CuSO_4$ si scioglie in acqua, i cationi Cu^{2+} e gli anioni SO_4^{2-} si separano, come in tutti i sali: il catione di rame Cu^{2+} è responsabile per la reazione col chiodo di ferro, infatti riceve dall'atomo di ferro due elettroni (e^-):

Riduzione degli ioni di rame, assunzione di elettroni:	$Cu^{2+} + 2e^-$	$\rightarrow$	Cu
Ossidazione degli atomi di ferro, donazione di elettroni:	$Fe \quad - 2e^-$	$\rightarrow$	Fe^{2+}
Reazione redox complessiva:	$Cu^{2+} + Fe$	$\rightarrow$	$Cu + Fe^{2+}$

Se si separano sapientemente queste due reazioni redox in compartimenti, si può creare una batteria: gli elettroni scorrono lungo un cavo da una sostanza all'altra e l'energia della reazione può essere sfruttata come energia elettrica. La maggior parte delle batterie contiene un metallo coinvolto nella donazione di energia elettrica, vedi esperimento 04.

I rivestimenti metalli in genere vengono fabbricati con l'aiuto della corrente elettrica. In questo modo si evita che il metallo da rivestire venga ossidato. Così i rivestimenti aderiscono meglio al metallo.