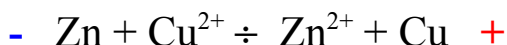
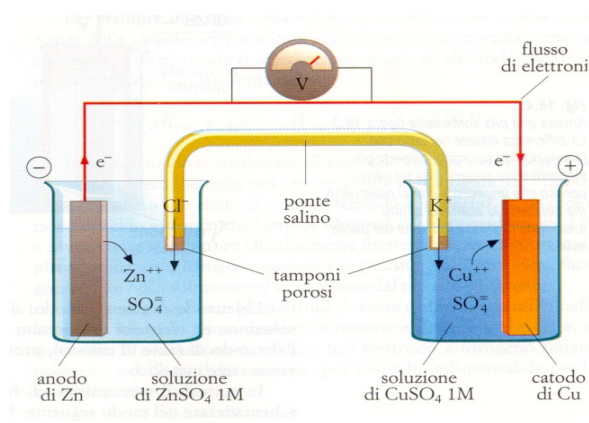


PILA DI DANIELL

Pila a due liquidi (1836) e ponte salino saturo in KCl.



Materiale necessario:

- una lamina in Cu ed una in Zn (dimensioni almeno 3 x 10 cm), CuSO₄ e ZnSO₄, KCl, agar.
- 2 matracci tarati da 250 mL, recipienti per immergere gli elettrodi (becher alti), tubo ad U, filo elettrico, 2 coccodrilli, 1 voltmetro elettronico.

Metodologia:

Preparare il ponte salino nel modo seguente: riscaldare 20 mL di acqua e sotto agitazione aggiungere 0.8 g di agar-agar che funge da addensante. Aggiungere alla soluzione calda 5 g di KCl (pm = 74.55) e continuare ad agitare per qualche minuto.

Riempire con la soluzione calda il tubo ad U, aiutandosi con una pipetta di Pasteur e facendo attenzione che non si formino bolle d'aria. Immergere il tubo ad U nel ghiaccio (per 15-20 °) per far addensare la soluzione. Eventualmente rabboccare perché il liquido si riduce di volume addensandosi.

Se non si ha a disposizione l'agar, si può ovviare tappando le estremità del tubo ad U con del cotone. Evitare la formazione di bolle d'aria che impediscano la continuità elettrica della soluzione.

Pulirle, nel frattempo, le lamine di Cu e di Zn carteggiandole con una carta abrasiva molto fine. Sciacquarle alla fine con H₂O distillata.

Preparare 2 soluzioni 1.00 M di volume 250 mL, rispettivamente di

CuSO₄ · 5H₂O pm = 249.69

ZnSO₄ · 3H₂O pm = 287.55

ed introdurle in 2 recipienti.

Immergere l'elettrodo in Zn nella soluzione contenente ZnSO₄ e quello di Cu nella soluzione contenente CuSO₄. Attendere qualche minuto per permettere l'instaurarsi dell'equilibrio prima di eseguire la misura con un voltmetro elettronico.

È fondamentale adoperare un voltmetro elettronico e non un comune tester per minimizzare la caduta di tensione che la misura inevitabilmente comporta.

Note:

in genere l'errore % tra il potenziale misurato e quello teorico < 1% nonostante che:

- a) si preparino le soluzioni di sostanze non standard primari per pesata e senza titolarle;
- b) non si considerano i coefficienti di attività e cioè non si eseguano correzioni per le deviazioni dall'idealità delle soluzioni che a queste concentrazioni sono piuttosto grandi;
- c) non si termostata le soluzioni,
- d) non si allontana l'O₂ dalla soluzione.

E teorico 1.101 V.

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

$$E = E^\circ - 0.0128 \ln \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} \text{ a } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Variazione di 0.029 V per decade di $[\text{Zn}^{2+}]/[\text{Cu}^{2+}]$

Il valore di E risulta indipendente dalla dimensione degli elettrodi ma non così la corrente generata che dipende dal numero di cariche che nell'unità di tempo passano nell'interfase elettrodo-soluzione.

Per poter far accendere una lampadina è necessario avere a disposizione una adeguata potenza (P = potenziale x corrente), quindi è importante avere elettrodi di buone dimensioni. Si può aumentare l'efficienza della pila agitando le soluzioni durante la misura.

PILA ECOLOGICA DA VEGETALI

È molto semplice ottenere una FEM da 2 elettrodi come Cu e Zn purché siano immersi in un liquido contenente elettroliti.

Il succo di limone o di altro vegetale (limone, mela, pera, arancia, patata, banana, foglia verde, terra umida,...) assieme ai due elettrodi forma un elemento galvanico o pila.

Inserire due lamine, una di Zn ed una di Cu in un frutto, ad esempio un limone.

Misurare la FEM sviluppata.

Si osserva che lo Zn assume carica - ed il Cu carica +.

Le reazioni che avvengono sono di ossidazione dello Zn e di riduzione di H⁺:



Mentre lo Zn si ossida, il Cu non subisce reazione: l'elettrodo di Cu, infatti, funge da elettrodo redox (scambiatore inerte di elettroni) per la reazione di riduzione degli H⁺ contenuti nel succo della frutta. Gli ioni H⁺ sono molto più mobili di qualunque altra specie riducibile presente in queste condizioni e quindi sono gli unici che vengono ridotti.

Benché abbia poca importanza, ai fini pratici, il tipo di supporto in cui vengono infilati gli elettrodi (basta che contenga del liquido con sali disciolti) tuttavia la FEM generata è maggiore se il pH del liquido è acido, dunque è meglio adoperare un limone rispetto ad altra frutta.

NOTA

Gli studenti vengono maggiormente colpiti se con questa pila si fa funzionare qualche apparecchiatura elettronica, invece di limitarsi ad una misura di FEM.

Ogni coppia galvanica Zn/Cu, usando un limone, fornisce circa 0.9 V ma solo pochi μA .

Per questo motivo sono poche le apparecchiature che si possono far funzionare con tali pile.

Tuttavia se si mettono in serie almeno due coppie galvaniche si ottengono 1.8 V circa.

In questo modo si può far funzionare un orologio digitale per parecchi giorni, dato che 1.8 V sono sufficienti e che il suo assorbimento di corrente è di soli 1.5×10^{-6} A.

Si può acquistare, per pochi euro, un semplice orologio digitale da tavolo e sostituire con la pila a vegetali le pile in dotazione. Sarà sufficiente collegare i due elettrodi con due fili ai connettori delle pile in dotazione.

Alternativamente si può anche caricare un condensatore elettrolitico (16 V, 470 μF) e far accendere una lampada flash monouso.

La pila funziona finché dentro al frutto ci sono abbastanza liquidi da garantire il movimento degli ioni, dunque per parecchi giorni.

La generazione di E tra due lamine di Cu e Zn avviene anche tenendoli in mano, grazie alla presenza di tracce di sudore.

Far prendere in mano ad uno studente in una mano la lamina di Zn e nell'altra la lamina di Cu collegate ad un voltmetro elettronico e far misurare la FEM. In questo caso però l'elevata resistenza dovuta alla distanza tra le mani impedisce di ottenere sufficiente corrente da far funzionare apparecchiature elettroniche.

Domanda fatta spesso dagli studenti: "Posso ragionevolmente far funzionare il mio telefonino con questa pila?"

La risposta è no, infatti un telefonino in genere necessita di 3.6 V, e 1 W (minimo) di potenza, cioè 0.27 A di corrente circa (far aprire il telefonino agli studenti per controllare la FEM della pila del loro telefonino).

Ci vogliono 4 coppie elettrodiche (cioè 4 limoni) collegate in serie per ottenere la FEM voluta 0.9 V x 4).

Ogni 4 limoni si ottengono circa 1.5 μA , quindi ci vogliono $(0.27 / (4 \times 1.5 \times 10^{-6}))$ oltre 7×10^5 limoni collegati in parallelo in serie di 4.