

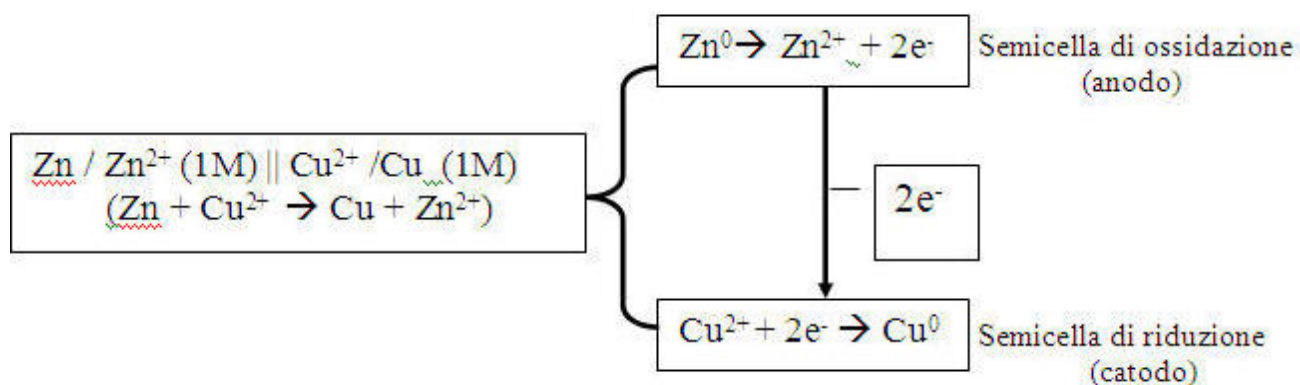
Universita' Degli Studi Di Roma "La Sapienza"
Corso di Laurea Magistrale in
Scienze e Tecnologie per la conservazione dei Beni Culturali
A.A. 2011-2012

Esame di: [Laboratorio di Chimica del Restauro](#)
PhD M.P. Sammartino
Dr. G. Visco
Dr. G. Guida
PhD S. H. Plattner

Realizzazione pratica di una Cella Galvanica (pila Daniell):

***i fenomeni elettrochimici di corrosione utilizzati per produrre una
tensione utilizzabile, correnti, tensioni***

Studente: [Esposito Valerio](#)



INDICE

Obiettivo	p. 3
Materiali e metodi	p. 3
Procedimento costruttivo	p. 3
Assemblare le due celle	p. 4
Riferimenti teorici	p. 5
Esercizi	p. 8

Obiettivo:

- Costruire una Pila Daniell (by John Frederic Daniell, 1836)
- Verificare la tensione prodotta dalla pila appena costruita per mezzo di un voltmetro
- Misurare la forza elettromotrice (emf) e poi le variazioni della differenza di potenziale (epd) inserendo resistenze di vario valore nel circuito
- Accendere con la pila un led luminoso;

Materiali:

01 tubo di vetro ad U	Bilancia elettronica
03 Becher da 50 ml	Piastra
01 Becher grande	Resistenza 1 K Ω
01 ponte con lamine di Cu e Zn	Resistenza 10 K Ω
Cotone idrofilo	Resistenza 100 K Ω
Spatola	Voltmetro Radio Shack 22812 (Ri ~1M Ω)
Pipetta con punta larga	Hp Multimeter 34401A (Ri > 10G Ω)

Sostanze:

- 14 g di NaCl
- 6 g di Agar
- x g di CuSO₄
- x g di Zn SO₄
- Acqua distillata

Procedimento:**1. Preparare il ponte salino.**

- o Versare nel becher 14 g di NaCl e versare un po' di acqua distillata per sciogliere il sale (attenzione a non raggiungere il volume di 40 ml).
- o Aggiungere 6 g di Agar e, con altra acqua distillata, portare la soluzione al volume di 40ml
- o Prendere il becher da 50 ml con dentro la soluzione e adagiarlo nel becher grande. Inserire anche il tubo ad U di vetro con le aperture poste verso l'alto.
- o Riempire il becher grande di acqua distillata fino a coprire gran parte del becher piccolo.
- o Accendere la piastra a 80°C e poggiarci sopra il becher grande con tutto il contenuto. Il calore contribuirà a rendere la soluzione più liquida ed omogenea. Mescolare la soluzione e una volta pronta prelevarla con la pipetta e versarla all'interno del tubo ad U. (E' importante controllare che anche la porzione più densa della soluzione sia prelevata e inserita

nel tubo se non ci si riesce con la pipetta aiutarsi con una spatolina o un cucchiaino).

- Una volta riempito il tubo fino alle estremità far raffreddare il tubo. Bagnare nel becher con la soluzione un po' di cotone idrofilo e inserirlo a chiudere le due aperture del tupo. Lasciare il tubo a raffreddare con le aperture verso l'alto.



2. Preparare le soluzioni delle semicelle

- Preparare le soluzioni 1M di CuSO_4 e di ZnSO_4 , ognuna in becher diversi di 50 ml. Calcolare la quantità in grammi necessaria per avere soluzioni 1M in 40 ml (P.M. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249,5$ u e P.M. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 287,5$ u). Riportare nella seguente tabella le quantità delle sostanze per ottenere soluzioni 1 M di 40 ml.

Sostanze	Quantità(g)
ZnSO_4	
CuSO_4	

- Prelevare con la spatola la quantità esatta di soluto pesandolo sulla bilancia, aggiungere acqua distillata per portare la soluzione a volume (40 ml). Agitare bene fino a sciogliere il soluto.

3. Assemblare la cella

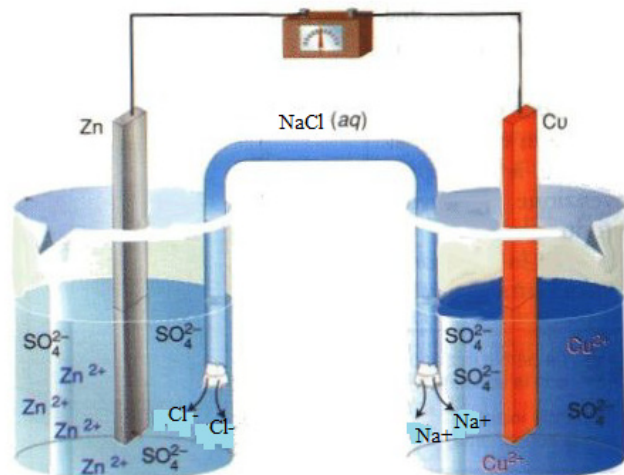
- Pulire con una carta abrasiva le superfici delle lamine
- Mettere ogni lamina nel becher associandola al sale che contiene il metallo di cui è fatta la lamina stessa.
- Collegare i 2 becher con il ponte salino (tubo a U di vetro), in modo da completare la pila.

4. Verificare il funzionamento

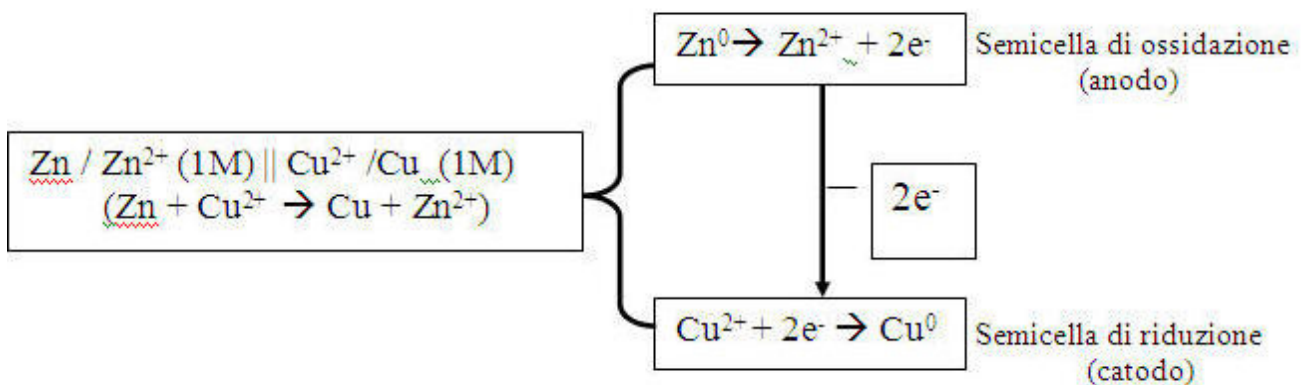
- Verificare il funzionamento delle pile con il voltmetro. Mettere in contatto le estremità dei cavi del voltmetro con le lamine che si trovano in una stessa pila e misurarne i Volt. Se tutto funziona lasciare la pila con il circuito aperto.



Riferimenti Teorici



1. I fenomeni osservati sono dovuti alla reazione di ossidoriduzione (red-ox). Una red-ox è composta da 2 semireazioni associate, l'ossidazione e la riduzione. In una red-ox la specie che si ossida cede i suoi elettroni, e cedendoli, riduce un'altra, ed è quindi un riducente; la specie che si riduce invece acquista gli elettroni, ed acquistandoli dall'altra (il riducente), la ossida ed è quindi un ossidante.
2. Una pila è costituita da 2 semicelle: la semicella dove avviene l'ossidazione, detta anodo, e la semicella dove avviene la riduzione, detta catodo. Nella pila $\text{Cu}||\text{Zn}$:



Zn si ossida: cede 2 elettroni diventando Zn^{2+} (per questo che il suo peso diminuisce;). Cu^{2+} invece si riduce: acquista i 2 elettroni e diventa Cu (per questo che il suo peso aumenta). La determinazione della specie che si riduce o si ossida in una pila è legata ai valori di potenziale di riduzione di ogni specie. Cu ha maggior potere ossidante ed è più facilmente riducibile rispetto a Zn, che a sua volta ha maggior potere riducente, ed è più facilmente ossidabile. È possibile calcolare la forza elettromotrice della pila $\text{Zn}||\text{Cu}$ teoricamente:

$$E = E_{\text{catodo}} - E_{\text{anodo}}$$

$$E = E_{\text{Cu}} - E_{\text{Zn}} \quad E = 0,34 - (-0,76) = 1,10 \text{ V}$$

Dove E sta per potenziale standard di riduzione.

Zn prima:

Zn dopo:



3. Il ponte salino: il riequilibrio delle cariche. Durante il funzionamento della pila, si ha un arricchimento di ioni Zn^{2+} nella zona anodica e un impoverimento di ioni Cu^{2+} nella zona catodica. All'anodo, l'eccesso di cariche positive nella soluzione impedirebbe altre trasformazioni di atomi di zinco in ioni Zn^{2+} . Al catodo, la carenza di cariche positive impedirebbe l'ulteriore trasformazione di ioni Cu^{2+} in Cu. Il ponte salino (il tubo di vetro ad U riempito di una soluzione di Cloruro di Sodio) con i suoi ioni neutralizza le cariche che si vanno accumulando nelle due semicelle. Gli anioni Cl^- si sposteranno verso l'anodo per bilanciare la carica positiva che qui si produce, mentre gli ioni Na^+ si sposteranno verso il catodo per bilanciare l'eccesso di ioni negativi che si vanno accumulando.

Sfruttando quindi una reazione di ossidoriduzione spontanea si riesce a trasformare energia chimica in energia elettrica.

Collegando un voltmetro tra i due elettrodi esso misurerà una f.e.m. pari a:

$$f.e.m. = E_{riduzione} - E_{ossidazione}$$

La **forza elettromotrice**, comunemente abbreviata in **f.e.m.**, è la causa della differenza di potenziale fra due punti di un circuito aperto o del flusso di corrente elettrica all'interno di un circuito elettrico. In particolare, nel caso di una cella galvanica, la forza elettromotrice corrisponde alla differenza di potenziale che si instaura in corrispondenza dei morsetti della cella a circuito aperto (cioè in assenza di circolazione di corrente, ovvero all'equilibrio).

All'interno di un generatore elettrico si verificano processi che trasportano le cariche positive verso il polo positivo e le cariche negative verso quello negativo. Questi processi si oppongono alla repulsione fra cariche elettriche dello stesso segno. Il lavoro L necessario al trasporto delle cariche verso i rispettivi poli è direttamente proporzionale alla quantità di carica q ; la forza elettromotrice E è definita come quantità di lavoro compiuto per unità di carica, secondo la formula:

$$E = \frac{dL}{dq}$$

L'unità di misura SI della forza elettromotrice è il Volt, la stessa che si impiega per misurare il potenziale e la tensione;

In un circuito chiuso, la differenza di potenziale ΔV misurata ai poli di un generatore reale risulta sempre leggermente inferiore alla forza elettromotrice del generatore per effetto della resistenza interna r_i dello stesso (ed anche per la resistenza interna dello strumento di misura, elevata ma non infinita):

$$\Delta V = E - ir_i$$

La **legge di Ohm** esprime una relazione tra la differenza di potenziale ΔV (tensione elettrica) ai capi di un conduttore elettrico e l'intensità di corrente elettrica I che lo attraversa. Gli elementi elettrici per i quali la legge è soddisfatta sono detti resistori (o resistenze) ideali o ohmici. Si noti che la legge di Ohm esprime unicamente la relazione di linearità fra la corrente elettrica I e la differenza di potenziale ΔV applicata. L'equazione indicata è semplicemente una forma dell'espressione che definisce il concetto di resistenza ed è valida per tutti i dispositivi conduttori.

La legge è descritta dalla relazione matematica:

$$R = \frac{V}{I}$$

L'**intensità di corrente** è una grandezza fisica scalare che misura la quantità di carica elettrica che attraversa la sezione di un conduttore entro un'unità di tempo.

Nell'elettrotecnica i portatori di carica con i quali si ha a che fare sono quasi sempre elettroni di carica elementare omogenea, così che l'intensità di una corrente elettrica è talora definita semplicemente come quantità di elettroni che passano per una certa sezione di conduttore in un dato periodo di tempo. L'intensità di corrente è uguale alla differenza delle cariche elettriche ΔQ , fratto la differenza di tempo, Δt . Quindi $i = \Delta Q / \Delta t$.

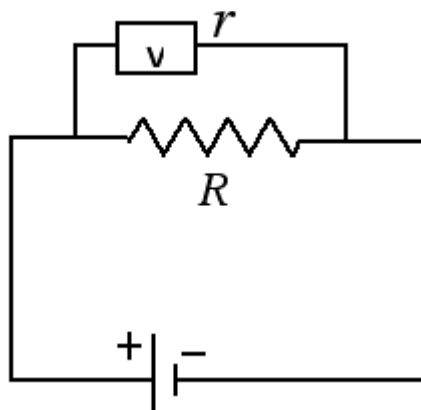
L'intensità di corrente è indicata nelle formule dal segno I . La sua unità di misura nel SI è l'ampere, indicato con A .

Con la legge di Ohm conoscendo V ed R possiamo ricavare $I = V/R$.

Esercizi

- 1) La f.e.m. misurata si avvicina a quella teorica (1,10V) ? Provare a spiegare come mai non si è raggiunto il valore teorico.
- 2) Misurare la f.e.m. e le d.d.p. (tabella qui sotto) e spiegare la sua variazione a seconda della resistenza inserita nel circuito delle tre fornite, tenendo

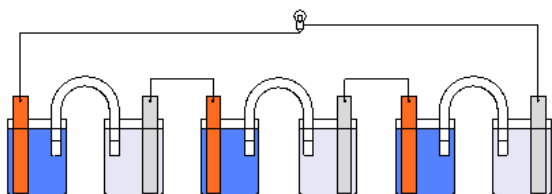
conto anche che il voltmetro possiede una propria resistenza interna (r).
Si consiglia di essere veloci nelle misurazioni per non esaurire la pila.



Impedenza (reale o ipotizzata)	Volts misurati
HP, ohm?	
RadioShack, ohm?	
100 Kohm	
10 Kohm	
1 Kohm	

- 3) La pila ottenuta è in grado di accendere un led? Perché? In caso non lo sia, come fare per accenderlo?

Un piccolo suggerimento.....



- 4) Quali implicazioni può avere "la pila" sui Beni Culturali?