

# Celle galvaniche ed elettrodi ionoselettivi

Francesco Pasa, Andrea Miani, Davide Bazzanella - Gruppo 8 Mercoledì

Michele Salvagni - Gruppo · Mercoledì

francescopasa@gmail.com - 28 maggio 2014

## Scopo

In questa esperienza abbiamo costruito diverse celle galvaniche. Abbiamo utilizzato vari materiali come elettrodi ed abbiamo effettuato misure della forza elettromotrice utilizzando un voltmetro. Ulteriore scopo di questa esperienza è misurare la concentrazione di  $\text{Ca}_2^+$  in varie soluzioni, previa opportuna taratura dello strumento di misura.

## Materiale

### Materiale per la costruzione delle celle galvaniche

- Vetreria: 2 beker da 100 ml, uno da 600 ml per il recupero delle acque di lavaggio, pipetta da 10 ml con aspiratore, pipette Pasteur, matraccio da 50 ml, 2 bottiglie da 20 ml;
- Multimetro, elettrodi di Cu, Zn e Ag, sostegno per elettrodi, led per il funzionamento della pila e cavi a banana;
- Ponte salino (soluzione 2 M di  $\text{KNO}_3$  in agar);
- Spruzzetta con acqua distillata;
- Soluzioni  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o  $\text{HCl}$  1 M, soluzioni madre 0.5 M di  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ;
- Carta vetrata.

### Materiale per la determinazione di $\text{Ca}^{2+}$ con elettrodo ionoselettivo

- Vetreria: 2 beker da 100 ml e 3 da 50ml, 2 pipette da 2 ml, 3 pipette da 10 ml, pipette Pasteur, propipetta, cilindro da 100 ml;
- Sonde elettrochimiche con relativo supporto, lettore di sonde Mettler-Toledo;
- Agitatore magnetico con ancorette (una per soluzione);
- Termometro;
- Acqua distillata;
- Soluzione madre di concentrazione 1 g/l di ioni  $\text{Ca}^{2+}$ , soluzione ISA (*Ion Strength Adjuster*);
- Campioni di misura: acqua minerali differenti, acque di acquedotti diversi, succhi di frutta, latte;
- Francesco Pasa, Andrea Miani, Davide Bazzanella e tanta, tanta allegria.

## Procedura e incertezze

### Misura del potenziale di alcune celle galvaniche

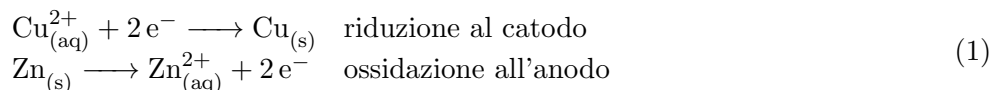
Nella prima parte dell'esperienza abbiamo costruito tre celle galvaniche (Cu-Zn, Ag-Cu, Ag-Zn) verificando le previsioni fatte con i potenziali standard di semicella. Inoltre abbiamo provato ad accendere un led con una o più celle galvaniche in serie.

Poichè gli elettrodi erano già stati usati, la prima operazione è stata quella di pulirli con la carta vetrata, per liberarli dalle incrostazioni.

Successivamente sono state preparate le soluzioni necessarie per le celle, ovvero 50 ml di soluzione 0.1 M in acqua per ognuno dei seguenti tre composti:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$  e  $\text{AgNO}_3$ . Per prepararle abbiamo prelevato 10 ml di soluzione madre 0.5 M di ciascun composto e le abbiamo diluite nel matraccio da 50 ml, ottenendo la concentrazione voluta. L'incertezza standard sul volume prelevato è di 0.03 ml, poichè abbiamo usato la pipetta con tacche ogni 0.1 ml. L'errore sul volume finale è pertanto di 0.3 ml, avendo considerato un

incertezza di risoluzione del matraccio di 1 ml. La deviazione sulle concentrazioni delle soluzioni madri è stata posta uguale a zero, non sapendo come sono state preparate. Con questi dati si ha che la concentrazione finale vale  $100 \pm 0.7 \text{ mmol l}^{-1}$ .

Le soluzioni sono state versate in beker da 100 ml distinti a due a due, creando tre possibili combinazioni. Abbiamo inserito in ogni soluzione l'elettrodo del materiale corrispondente (di rame nella soluzione di  $\text{CuSO}_4$ , di zinco in quella di  $\text{ZnSO}_4$  e di argento nella  $\text{AgNO}_3$ ). Abbiamo collegato gli elettrodi al multimetro digitale per misurare la forza elettromotrice. Nella situazione così creata, però, il voltmetro mostrava una differenza di potenziale ai capi degli elettrodi nulla. Osserviamo per esempio le reazioni nel caso dei due elettrodi di rame e zinco:



Poichè le reazioni avvengono in beker separati, gli elettroni che perde lo zinco rimangono in uno dei due beker, mentre gli elettroni acquisiti dal rame aumentano la carica dell'altro beker. Ciò provoca uno scompenso di carica con una propria differenza di potenziale, la cui azione si oppone alla forza elettromotrice generata dalla reazione di ossidoriduzione. Le due azioni, raggiungendo l'equilibrio, si arrestano. Per far procedere la reazione redox è necessario usare il ponte salino, nel nostro caso è costituito da una soluzione di  $\text{KNO}_3$  in agar (una gelatina) in un tubetto a contatto con entrambe le soluzioni. Il sale contenuto nel ponte salino si dissocia in  $\text{K}^+$  e  $\text{NO}_3^-$  nel tubetto. Quando le soluzioni tendono a caricarsi, gli ioni del ponte migrano e si separano. Gli ioni  $\text{K}^+$  finiscono nella soluzione con il solfato di rame, mentre gli  $\text{NO}_3^-$  in quella con lo zinco solfato. Questo ristabilisce l'equilibrio di carica per entrambe le soluzioni nei beker e permette alla reazione di ossidoriduzione di procedere.

L'esempio era riferito alla coppia rame-zinco, ma il ragionamento per le altre coppie è lo stesso.

Per ogni coppia dopo aver immerso il ponte salino abbiamo misurato la forza elettromotrice, verificando che fosse uguale a quella prevista dai potenziali standard di semicella.

Per concludere, abbiamo collegato (con l'aiuto di altri gruppi) due e poi anche tre celle in serie per alimentare un LED, verificando che il diodo emetteva luce.

## Taratura degli elettrodi ionoselettivi (ISE)

Per poter tarare il nostro strumento abbiamo preparato delle soluzioni a concentrazione nota di  $\text{Ca}_2^+$  attraverso 3 diluizioni successive in proporzioni 1:10 di una soluzione madre di concentrazione 1000mg/l. Per prepararle abbiamo prelevato 10 ml di soluzione madre e l'abbiamo diluita nel matraccio da 100 ml. L'incertezza standard sul volume prelevato è di 0.03 ml, poichè abbiamo usato la pipetta con tacche ogni 0.1 ml. L'errore sul volume finale della prima diluizione è di 0.3 ml, avendo considerato un'incertezza di risoluzione del matraccio di 1 ml. La deviazione sulle concentrazioni della soluzione madre è stata posta uguale a zero, non sapendo come è stata preparata. Operando analogamente, partendo da questa soluzione figlia abbiamo ottenuto le altre 2 soluzioni necessarie per la taratura. Una volta ottenute le 4 soluzioni desiderate s'è impostata la temperatura d'esercizio, per permettere allo strumento di fornirci misure dell'attività di  $\text{Ca}_2^+$  corrette rispetto alle possibili variazioni dovute alla temperatura.

## Dati e risultati

Immergendo Cu nella soluzione di  $\text{CuSO}_4$  e collegandolo a Zn immerso in  $\text{ZnSO}_4$ , abbiamo verificato che, una volta inserito il ponte salino, tra i due materiali si trovava una differenza di potenziale di  $1.08\text{V} \pm 0.01 \text{ V}$ . Sostituendo allo zinco dell'argento Ag, immerso in una soluzione di  $\text{AgNO}_3$  abbiamo misurato una differenza di potenziale di  $0.43 \pm 0.01 \text{ V}$  in questo caso il rame fungeva da anodo, mentre l'elettrodo di zinco era l'anodo. Immergendo nelle rispettive soluzioni lo zinco e l'argento procedendo come precedentemente abbiamo misurato la più alta differenza di potenziale pari a  $1.50 \pm 0.01 \text{ V}$ . Mettendo in serie rispettivamente 2 e 3 celle galvaniche di questo tipo, abbiamo ottenuto: 2.94 V e  $4.40 \pm 0.01 \text{ V}$ .

Abbiamo misurato diverse acque, del latte e un succo di frutta, confrontando, ove possibile i valori ottenuti con i dati riportati sull'etichetta. Nella seguente tabella sono esposti i risultati:

## Conclusione

	acqua Guizza	acqua Panna	acqua Ferrarelle	acqua di Piné	latte diluito	succo di frutta
$[\text{Ca}_2^+]$ ( $\text{mg l}^{-1}$ )	14.3	33.4	460	14.8	6.34	10.6
ddp (mV)	15.1	25.2	56	15.5	5.6	11.6
$[\text{Ca}_2^+]$ etichetta ( $\text{mg l}^{-1}$ )	10.6	32	392			