

Muntatge de piles Daniell amb una patata i mesura de la seva força electromotriu

Objectiu: preparar piles Daniell corresponents a diferents reaccions emprant una patata com a pont salí i mesurar la seva força electromotriu estàndard.

Introducció.

John Frederic Daniell va inventar la pila que porta el seu nom per a ser emprada com a font d'energia però avui dia tenim opcions molt millors i el seu ús està limitat a la mesura de la seva força electromotriu que és molt útil en Química per a predir la espontaneïtat d'una reacció, la posició d'un equilibri, esbrinar una fórmula...

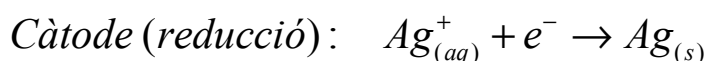
Tal com es munten actualment les piles Daniell, tenen una resistència interna molt gran, de manera que no poden fer funcionar cap tipus d'aparell (excepte un bronzidor). La seva força electromotriu s'ha de mesurar amb un instrument que tingui una impedància d'entrada alta. Avui dia això no és cap problema, tenim els polímetres digitals que normalment tenen una impedància de 10 MΩ (en la mesura de voltatge) i no cal emprar els muntatges potenciomètrics que s'empraven antigament.

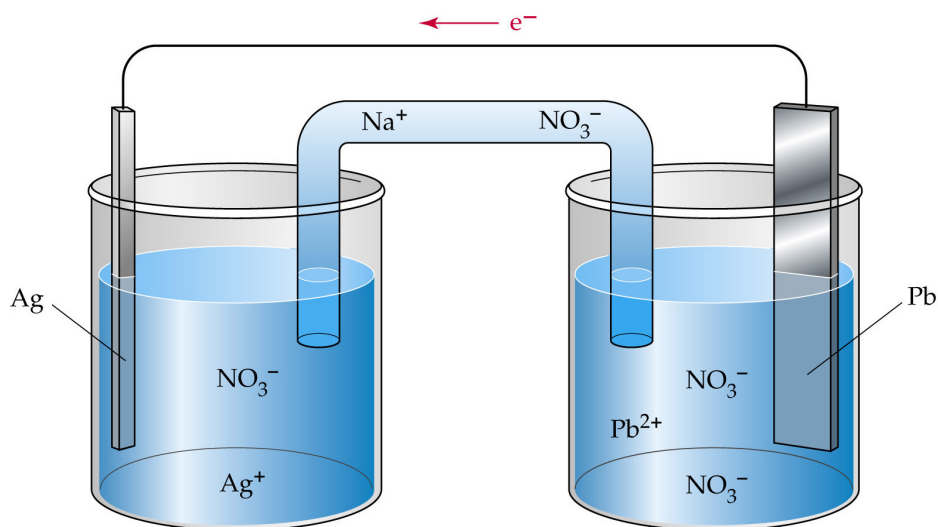
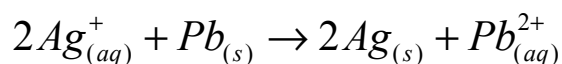
El pont salí.

Normalment les piles Daniell contenen dues dissolucions d'electròlits diferents que es poden separar per una simple barrera porosa que impedeixi que les dissolucions es barregin però que permeti el pas dels ions. Els ions han de poder passar la barrera per a mantenir la neutralitat elèctrica de les dues dissolucions. Aquest sistema té un problema: el contacte de les dues dissolucions origina una diferència de potencial que suposa un error quan es mesura la força electromotriu de la pila. Per a minimitzar aquest potencial de contacte, s'interposa un **pont salí** entre les dues dissolucions. El pont salí és una dissolució concentrada o saturada d'un electròlit que compleix dues condicions: 1a) la mobilitat de l'anió i la del catió han de ser aproximadament iguals (clorur de potassi, nitrat de potassi, nitrat d'amoni, clorur d'amoni, acetat de liti...), 2a) no ha de reaccionar amb les dissolucions en contacte.

La manera més simple de fer un pont salí és omplir un tub en U amb la dissolució, tancar els extrems amb cotó, paper de filtre,... i posar-lo de cap per avall. Afegint agar-agar en calent, es pot fer un pont salí "semisòlid" (no es pot emprar gelatina perquè no gelifica en presència d'electròlits).

A la figura següent es pot veure la manera clàssica de fer una pila Daniell amb un pont salí de nitrat de sodi. Les reaccions serien:





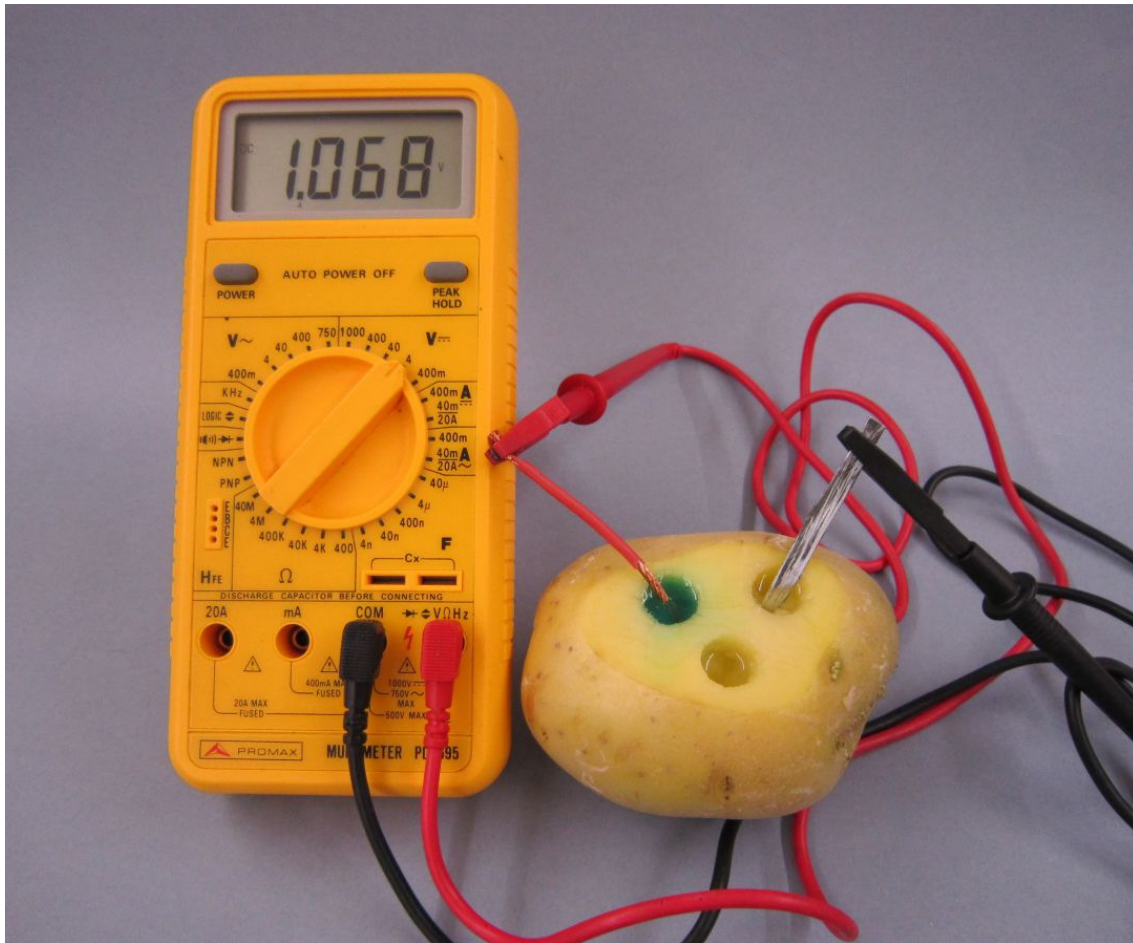
Pila Daniell amb un pont salí de nitrat de sodi.

La pila és: $Pb_{(s)} / Pb(NO_3)_2(aq) // AgNO_3(aq) / Ag_{(s)}$

Si volem fer la pila Daniell en condicions estàndard, aquest sistema necessita un volum gran de dissolució concentrada (1 M).

Una manera més senzilla de fer una pila Daniell que només necessita 1 mL de cada dissolució, és emprar una patata com a pont salí.

Es talla una patata pel damunt i per sota per a que quedi plana. Se li fan tres forats amb un tub d'assaig fins una profunditat entre 0,5 i 1 cm. Es buiden i s'omple cada forat respectivament amb dissolució 1 M de sulfat de coure(II), sulfat de zinc i nitrat de plom(II). A cada forat se li posa respectivament un elèctrode de coure (fil o cable elèctric sense estanyar), un petit tros de planxa de zinc i un petit tros de planxa de plom. Amb el polímetre es mesura ràpidament les forces electromotrius de les tres piles formades. S'ha d'anar una mica ràpid amb la dissolució de nitrat de plom(II) perquè la patata conté ions clorur que reaccionen amb els cations plom.

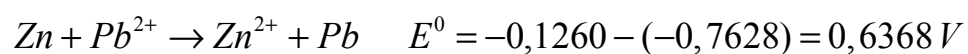
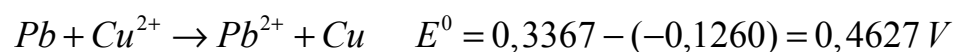
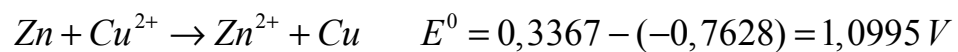


Pont salí fet amb una patata.

La pila és: $\text{Zn}_{(s)} / \text{ZnSO}_4(aq) (1 \text{ M}) // \text{CuSO}_4(aq) (1 \text{ M}) / \text{Cu}_{(s)}$ $E^0 = 1,0995 \text{ V}$

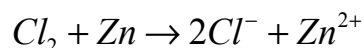
Potencials de reducció estàndard	
Cu	0,3367 V
Zn	-0,7628 V
Pb	-0,1260 V

Els potencials estàndard de les tres piles són:



Qüestions.

- 1) Seria adequat un pont salí si hagués d'estar en contacte amb una dissolució de cations Pb(II)?
- 2) Suposant que es conegui el potencial estàndard de reducció del zenc (-0,7628 V), com es pot calcular el potencial estàndard de reducció del plom a partir de les mesures efectuades?
- 3) Si volguéssim mesurar la força electromotriu estàndard de la reacció:



ens trobaríem amb el problema de que mentre el Zn és un metall i per tant es pot utilitzar d'elèctrode, el clor és un gas i no condueix el corrent elèctric. Com es pot fer aquesta pila?

Resposta a les qüestions.

- 1) No, perquè els ions clorur reaccionen amb els ions plom(II) formant un precipitat de clorur de plom(II). Es podria emprar un pont salí de nitrat de potassi per exemple.
- 2) Experimentalment s'haurà obtingut la força estàndard E^0 de la reacció:



Per tant: $E^0(Pb) = E^0 + E^0(Zn)$

- 3) S'ha d'introduir un metall inert (per exemple platí) en una dissolució 1 M d'ions clorur i fer bombollear gas clor pel seu voltant a la pressió de 10^5 Pa, de manera semblant a l'elèctrode d'hidrogen.