
Pilas

- U Catodo - Anodo
- U Oxidante - Reductor
- U Potencial standard de reduccción
- U Notación de la pila
- U Esquema de una pila
- U Potencial standard
- U Ecuación de Nerst
- U Condiciones de equilibrio

Catodo - Anodo

U Una pila esta formada por dos semi-sistemas:

- P uno en el que se produce la reacción de reducción
- P y otro en el que se da la reacción de oxidación.

U Reacción de reducción:

- P Se produce la adición de electrones.
- P Constituye el polo positivo de la pila: **CATODO**

U Reacción de oxidación:

- P Se produce una perdida de electrones.
- P Constituye el polo negativo de la pila: **ANODO**

Oxidante - Reductor

U Reductor:

- P Sustancia que cede electrones.
- P Aumenta su estado de oxidación.
- P Se oxida.
- P Se encuentra en la semireacción de oxidación.

U Oxidante:

- P Sustancia que coge electrones
- P Disminuye su estado de oxidación.
- P Se reduce.
- P Se encuentra en la semireacción de reducción.

Potencial standard de reducción

En condiciones standard, toda semireacción de reducción tiene un potencial que viene dado por la tabla:

Potenciales estándar de reducción a 25°C*

Semirreacción	$\xi^\circ(\text{V})$
$\text{Li}^+(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.05
$\text{K}^+(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{K}(\text{s})$	-2.93
$\text{Ba}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Ba}(\text{s})$	-2.90
$\text{Sr}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Sr}(\text{s})$	-2.89
$\text{Ca}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{s})$	-2.87
$\text{Na}^+(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.71
$\text{Mg}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.37
$\text{Be}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Be}(\text{s})$	-1.85
$\text{Al}^{3+}(\text{ac}) + 3e^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.66
$\text{Mn}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Mn}(\text{s})$	-1.18
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{ac})$	-0.83
$\text{Zn}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76
$\text{Cr}^{3+}(\text{ac}) + 3e^- \longrightarrow \text{Cr}(\text{s})$	-0.74
$\text{Fe}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.44
$\text{Cd}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Cd}(\text{s})$	-0.40
$\text{PbSO}_4(\text{s}) + 2e^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{ac})$	-0.31
$\text{Co}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Co}(\text{s})$	-0.28
$\text{Ni}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.25
$\text{Sn}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Sn}(\text{s})$	-0.14
$\text{Pb}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13
$2\text{H}^+(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.00
$\text{Sn}^{4+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{ac})$	+0.13
$\text{Cu}^{2+}(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Cu}^+(\text{ac})$	+0.15
$\text{SO}_4^{2-}(\text{ac}) + 4\text{H}^+(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.20
$\text{AgCl}(\text{s}) + e^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}^-(\text{ac})$	+0.22
$\text{Cu}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0.34
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \longrightarrow 4\text{OH}^-(\text{ac})$	+0.40
$\text{I}_2(\text{s}) + 2e^- \longrightarrow 2\text{I}^-(\text{ac})$	+0.53
$\text{MnO}_4^-(\text{ac}) + 2\text{H}_2\text{O} + 3e^- \longrightarrow \text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{OH}^-(\text{ac})$	+0.59
$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{ac})$	+0.68
$\text{Fe}^{3+}(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{ac})$	+0.77
$\text{Ag}^+(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0.80
$\text{Hg}_2^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow 2\text{Hg}(\text{l})$	+0.85
$2\text{Hg}^{2+}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Hg}_2^{2+}(\text{ac})$	+0.92
$\text{NO}_3^-(\text{ac}) + 4\text{H}^+(\text{ac}) + 3e^- \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+0.96
$\text{Br}_2(\text{l}) + 2e^- \longrightarrow 2\text{Br}^-(\text{ac})$	+1.07
$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{ac}) + 4e^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{MnO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ac}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ac}) + 14\text{H}^+(\text{ac}) + 6e^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{ac}) + 7\text{H}_2\text{O}$	+1.33
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2e^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{ac})$	+1.36
$\text{Au}^{3+}(\text{ac}) + 3e^- \longrightarrow \text{Au}(\text{s})$	+1.50
$\text{MnO}_4^-(\text{ac}) + 8\text{H}^+(\text{ac}) + 5e^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{ac}) + 4\text{H}_2\text{O}$	+1.51
$\text{Ce}^{4+}(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Ce}^{3+}(\text{ac})$	+1.61
$\text{PbO}_2(\text{s}) + 4\text{H}^+(\text{ac}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+1.70
$\text{H}_2\text{O}_2(\text{ac}) + 2\text{H}^+(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.77
$\text{Co}^{3+}(\text{ac}) + e^- \longrightarrow \text{Co}^{2+}(\text{ac})$	+1.82
$\text{O}_3(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{ac}) + 2e^- \longrightarrow \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+2.07
$\text{F}_2(\text{g}) + 2e^- \longrightarrow 2\text{F}^-(\text{ac})$	+2.87

Poder oxidante creciente

Poder reductor creciente

* Para todas las semirreacciones la concentración de las especies disueltas es 1 M y la presión es 1 atm para

Ejemplo y notación de la pila

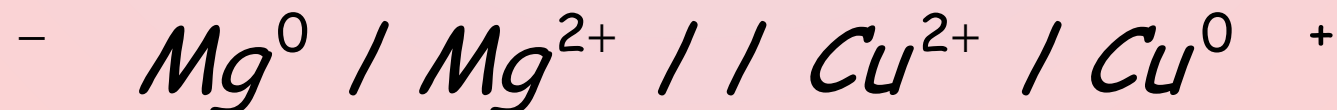
Supongamos la siguiente pila formada por un electrodo de Cu y otro de Mg:



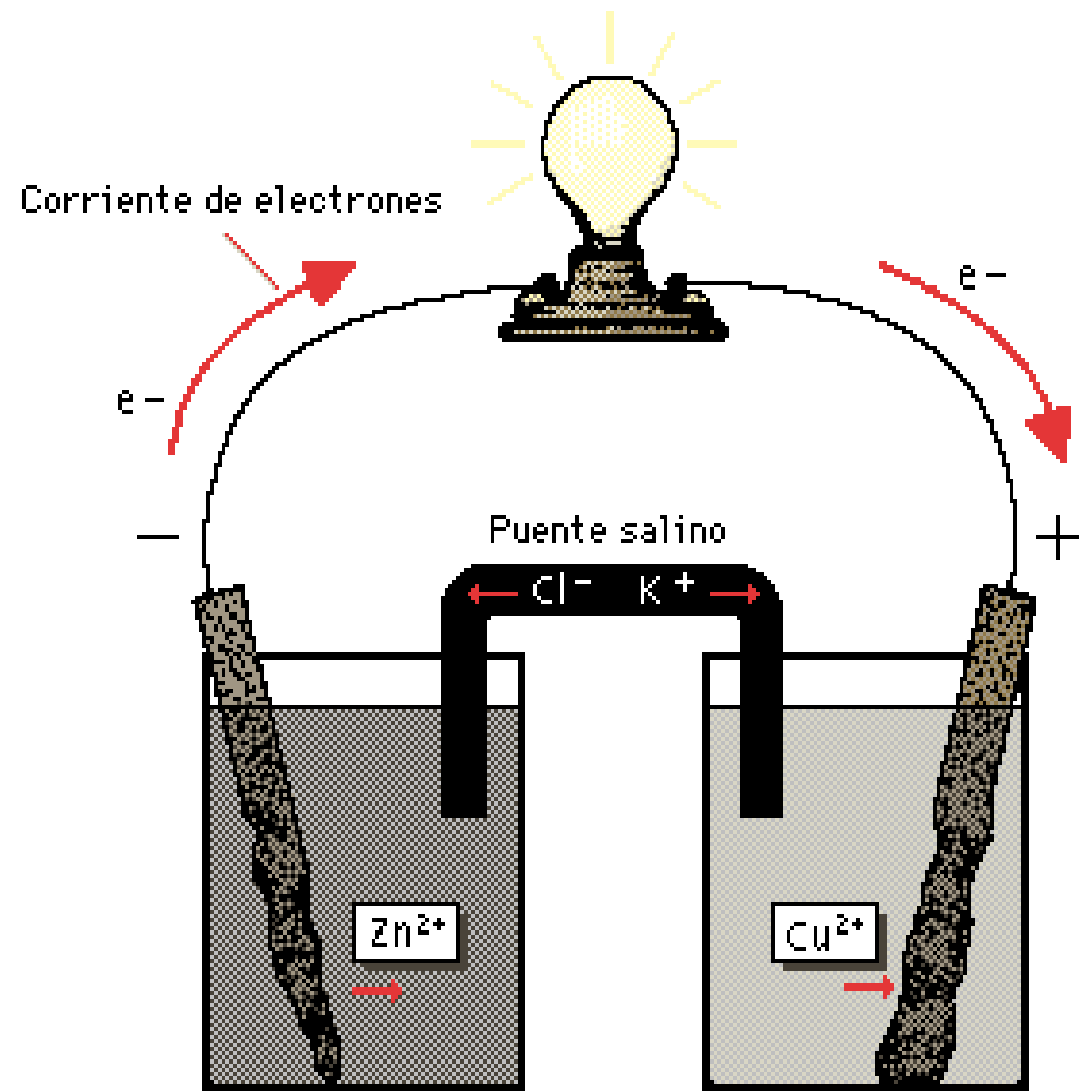
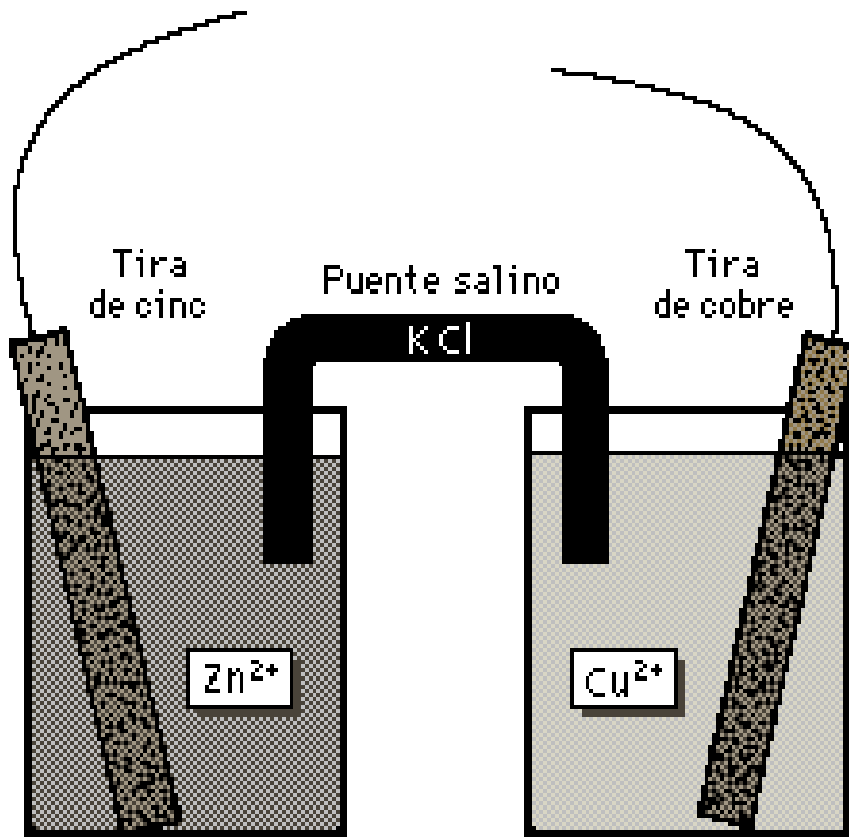
Notación de la pila:

P primero se expresa el semi-sistema de oxidación o polo negativo

P y después el de reducción o polo positivo



Esquema de una pila



Potencial standard de una pila

- U En condiciones standard (1 atm, 25°C y concentración de todas las especies 1 M), para que toda pila funcione se debe de cumplir que:

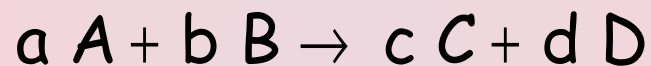
$$\Delta E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{oxidante}} - E^{\circ}_{\text{reductor}} > 0$$

- U Para nuestro ejemplo anterior:

$$\Delta E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{oxidante}} - E^{\circ}_{\text{reductor}} = E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E^{\circ}_{\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}} = 0.34 - (-2.36) = 2.7 \text{ V}$$

Ecuación de Nerst I

- U Cuando las condiciones no son standard, el potencial real de la pila viene dado por la ecuación de Nerst:



$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0.059}{n} \log k$$

$$k = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \Rightarrow \text{solo de las sustancias iónicas}$$

Ecuación de Nerst II

$$\Delta E = \Delta E^{\circ} - \frac{0.059}{n} \log k$$

Donde:

- P) E° $^{\circ}$ potencial de la pila $^{\circ}$ voltios (V)
- P) E° $^{\circ}$ potencial standard de la pila $^{\circ}$ voltios (V)
- P n $^{\circ}$ número de electrones transferidos

Condiciones de equilibrio

U Se dice que una pila se encuentra en equilibrio químico, cuando: $E = 0$

$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0.059}{n} \log k$$

cuando $\Rightarrow \Delta E = 0 \Rightarrow k = k_{\text{equilibrio}}$

$$k_{\text{equilibrio}} = 10^{\frac{n \Delta E^0}{0.059}}$$