

# Reacciones Redox



## oxidación-Reducción

### 1.1. Semirreacciones

Procesos redox espontáneos. Pilas eléctricas

Potencial y Energía libre

### 2.1. Ecuación de Nerst

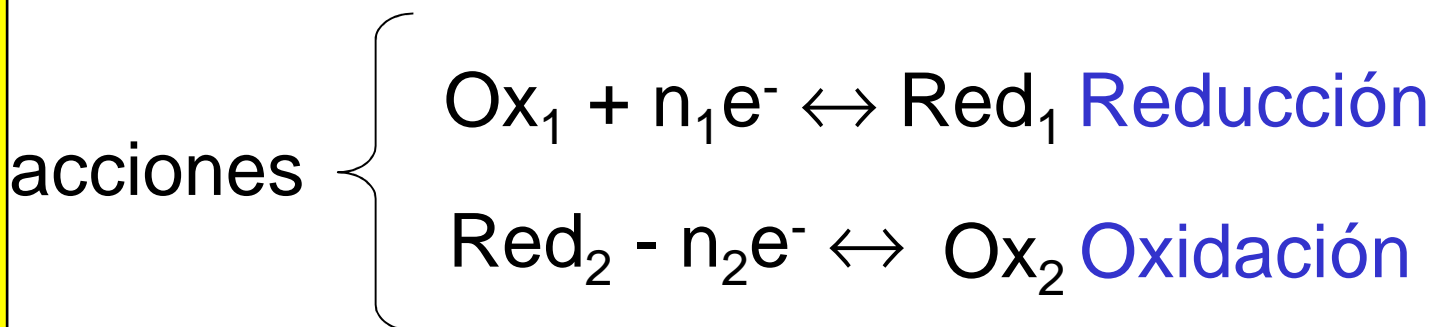
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Reacciones Redox

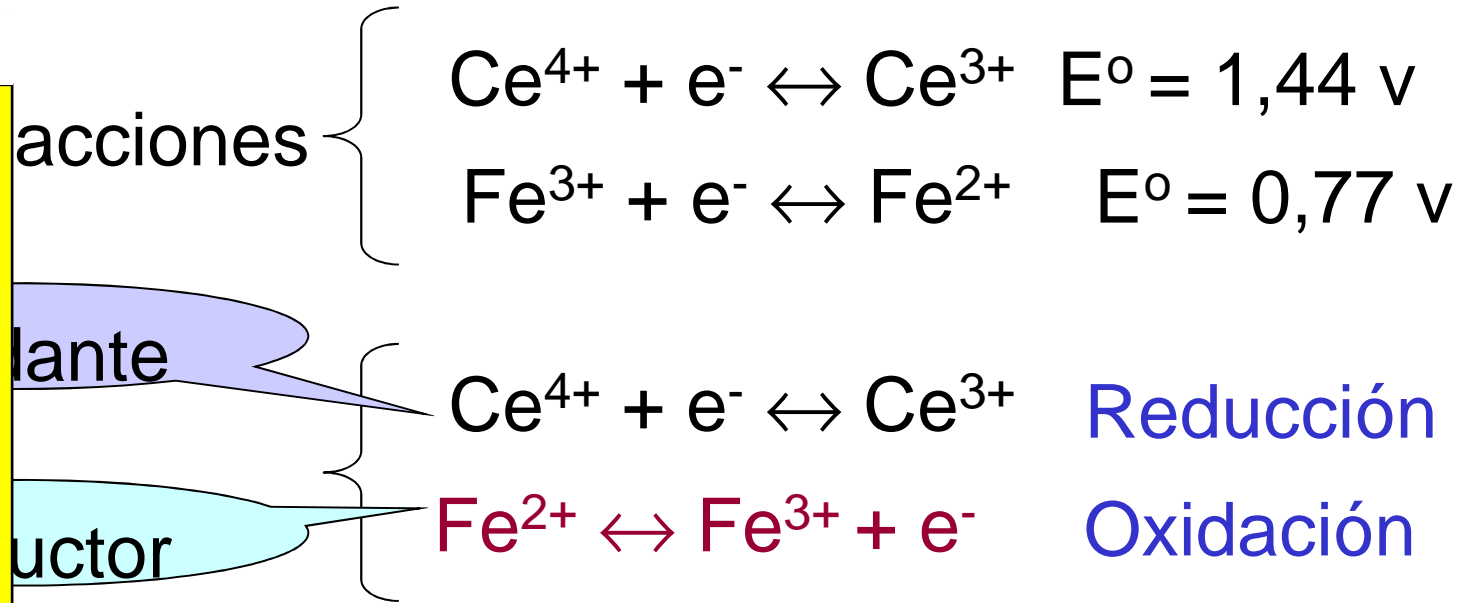
Las reacciones de oxidación/reducción (redox) se transfieren electrones de un reactivo a otro



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Reacciones Redox

Reacción entre  $\text{Ce}^{4+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$



$$E = 1,44 \text{ v} - 0,77 \text{ v} = 0,67 \text{ v}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Reacciones Redox

Las reacciones redox se pueden llevarse cabo:

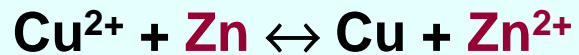
1) **Directamente:** cuando los reactivos oxidante y reductor

2) **Indirectamente:** en una celda electroquímica: los reactivos están en recipientes

**Ejemplo:** Si consideramos la reacción espontánea:



**Reacción global**

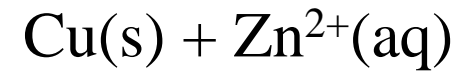
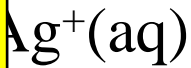
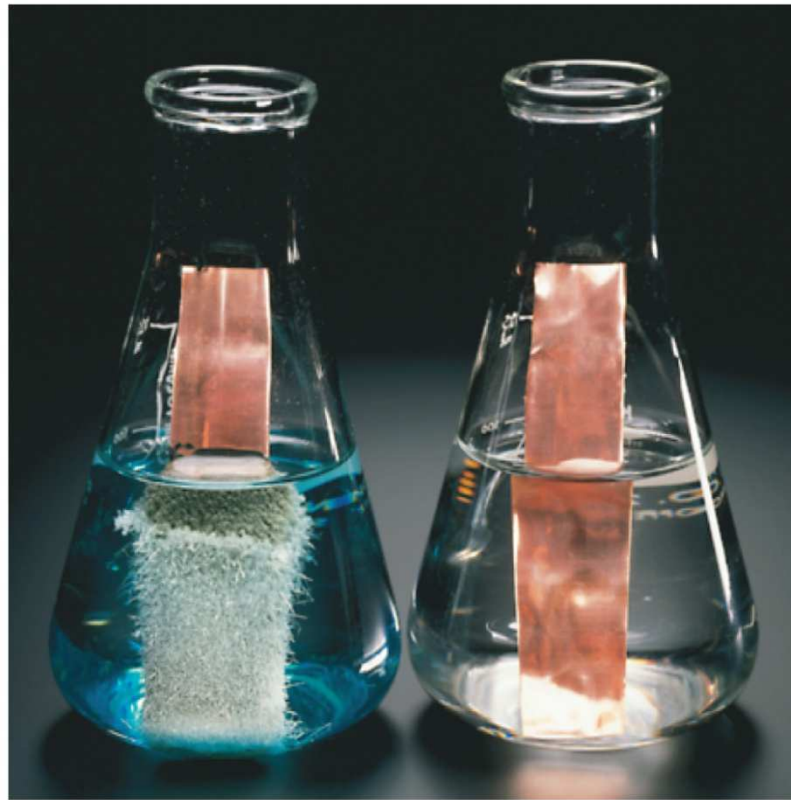


En esta reacción el Zn metálico en una disolución de iones  $\text{Cu}^{2+}$  se oxida, transfiriendo 2 electrones y reduciendo al  $\text{Cu}^{2+}$  a  $\text{Cu}^0$ .

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Reacciones Redox

Al estar en contacto los reactivos oxidante y reductor



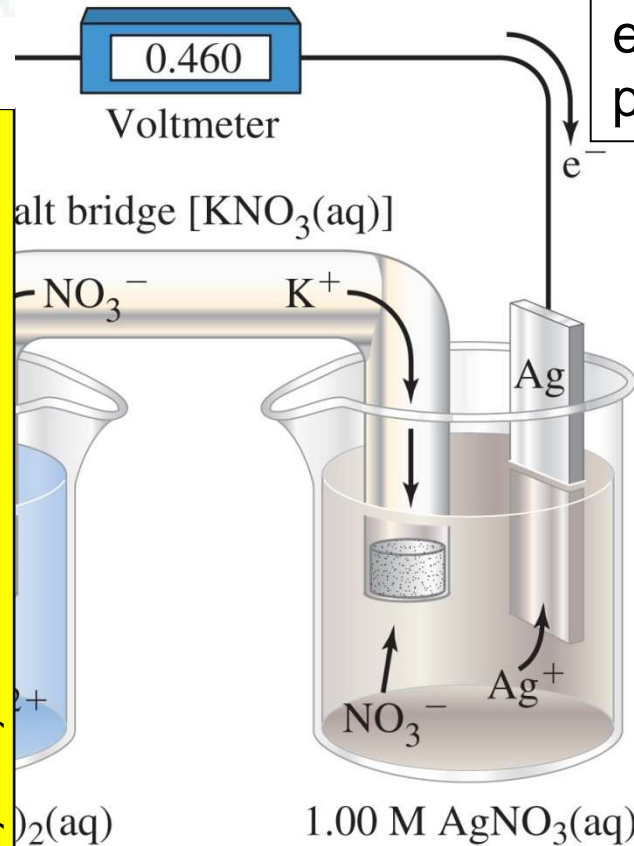
No reaction

(a) (b)  
Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Reacciones Redox

## Electroquímicas



**Puente salino** – Contiene un electrólito inerte en disolución que permite que las cargas se compensen.

- ✓ Electrodo Cu transfiere 2 electrones y reduce a 2 átomos  $\text{Ag}^+$  a  $\text{Ag}^0$ .
- ✓ La transferencia de electrones se produce a través de un cable del ánodo al cátodo.
- ✓ Voltaje de la celda o diferencia de potencial o potencial de celda hace mover los electrones.

Electrodo en  
duce la

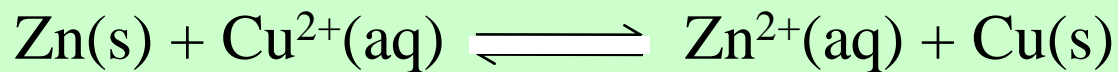
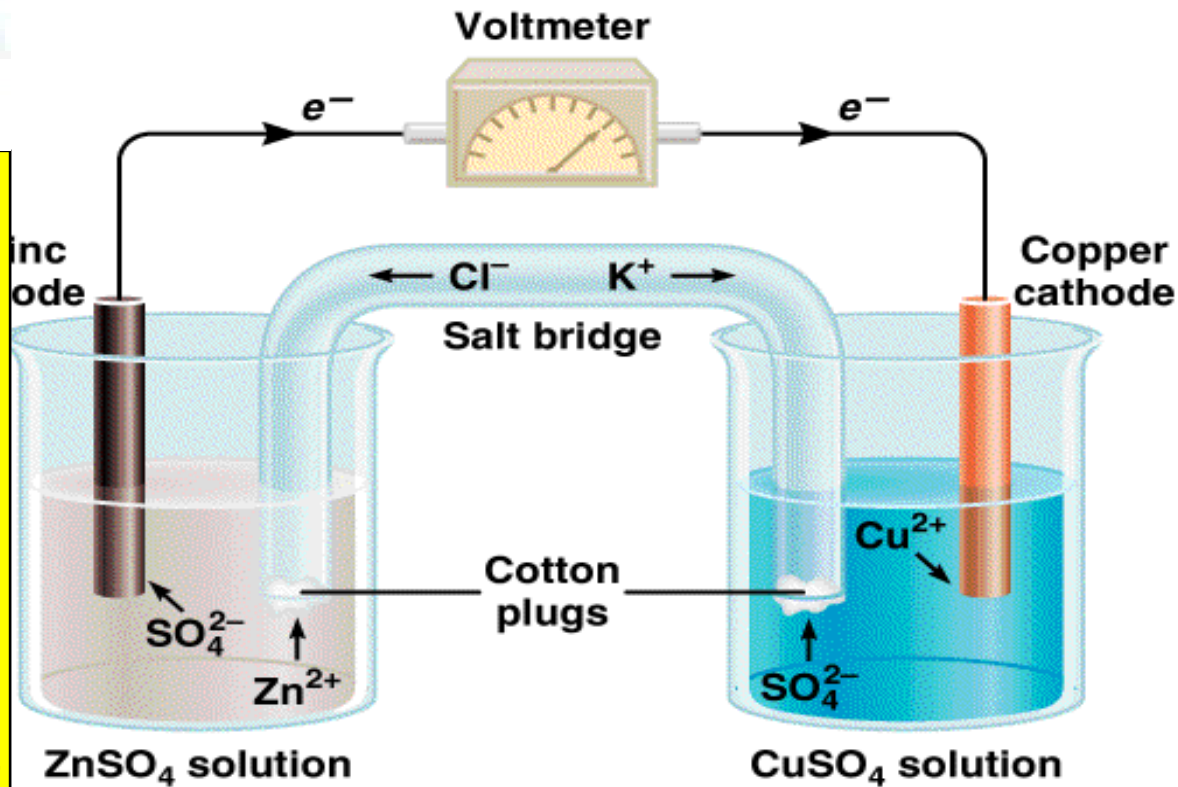
**Cátodo** – electrodo donde se produce la reducción

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

## Reacciones Redox

### Celdas electroquímicas



$$E_{\text{cell}} = 1.103 \text{ V}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Reacciones Redox

Reacciones electroquímicas

Dos tipos de celdas electroquímicas:

**Galvánicas:** reacción redox espontánea y se genera corriente eléctrica.

**Electrolíticas:** reacción redox no espontánea y cuando se aplica una diferencia de potencial externo superior al de la celda para que tenga lugar la reacción.

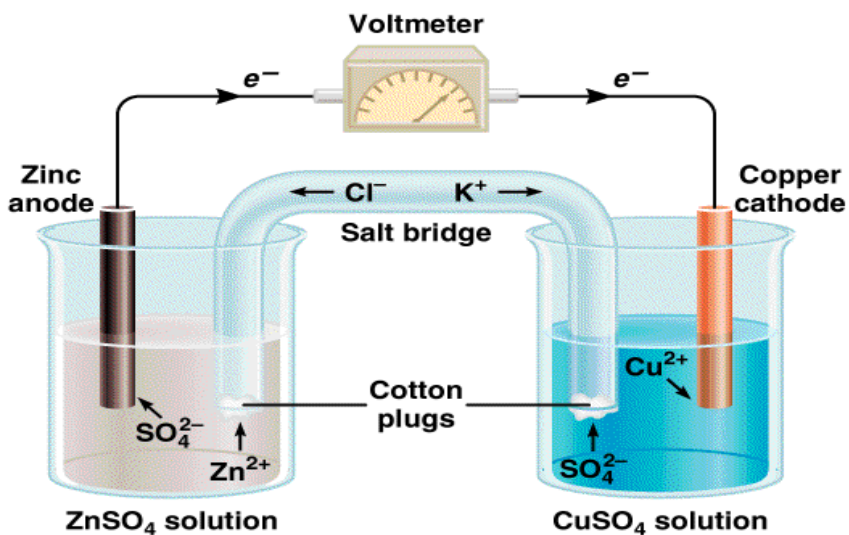
---

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Celdas galvánicas: pilas eléctricas



Notación de una celda galvánica:



Ánodo

Cátodo

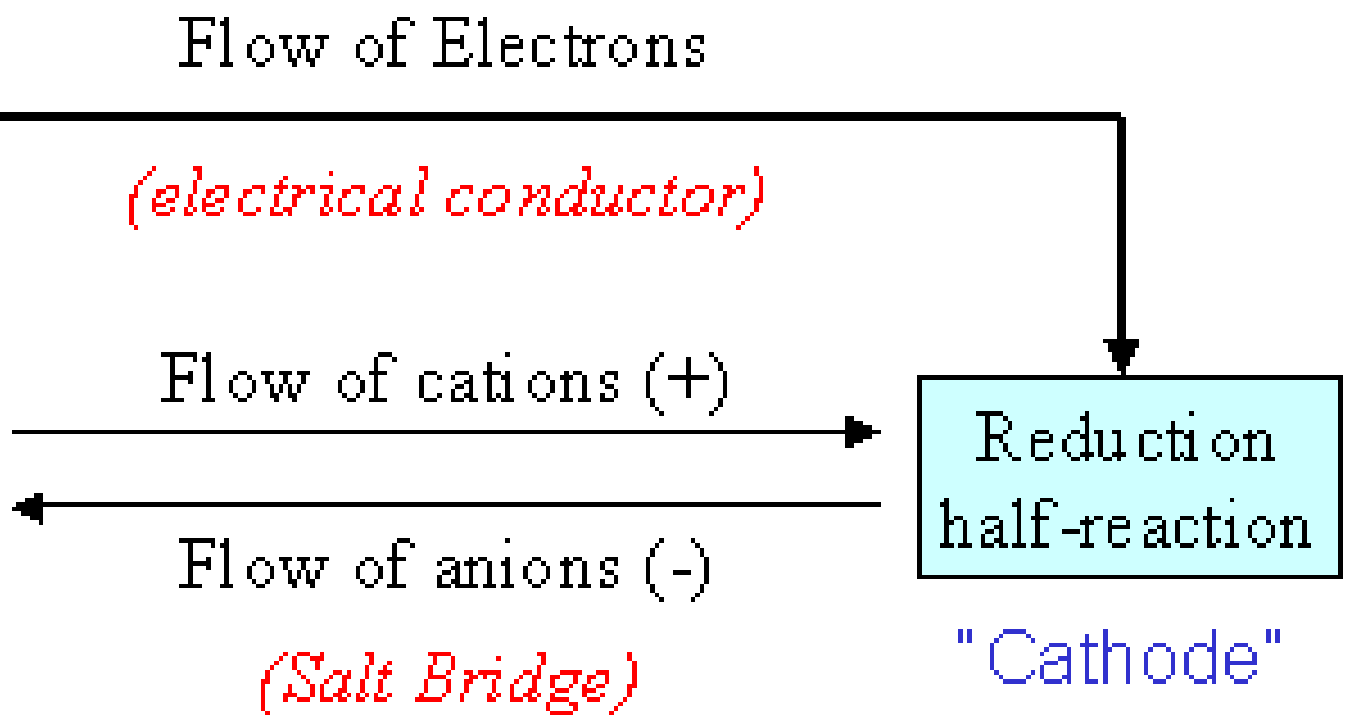
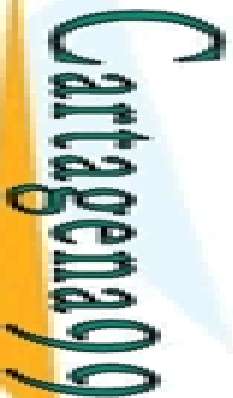
Representa la  
fuerza electromotriz  
potencial de la  
celda

Representa el  
puente salino

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# galvánicas: pilas eléctricas



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
...  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Las galvánicas: pilas eléctricas

El aluminio metálico desplaza al ión cinc (II) de las sales acuosas.

Las semirreacciones redox y la ecuación global  
y un esquema de la celda en la que tiene lugar la reacción

**Oxidación**

**Reducción**

**Global**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## Las galvánicas: pilas eléctricas

El aluminio metálico desplaza al ión cinc (II) de las soluciones acuosas.

Desarrolla las semirreacciones redox y la ecuación global y dibuja un esquema de la celda en la que tiene lugar la reacción

**Ánodo**

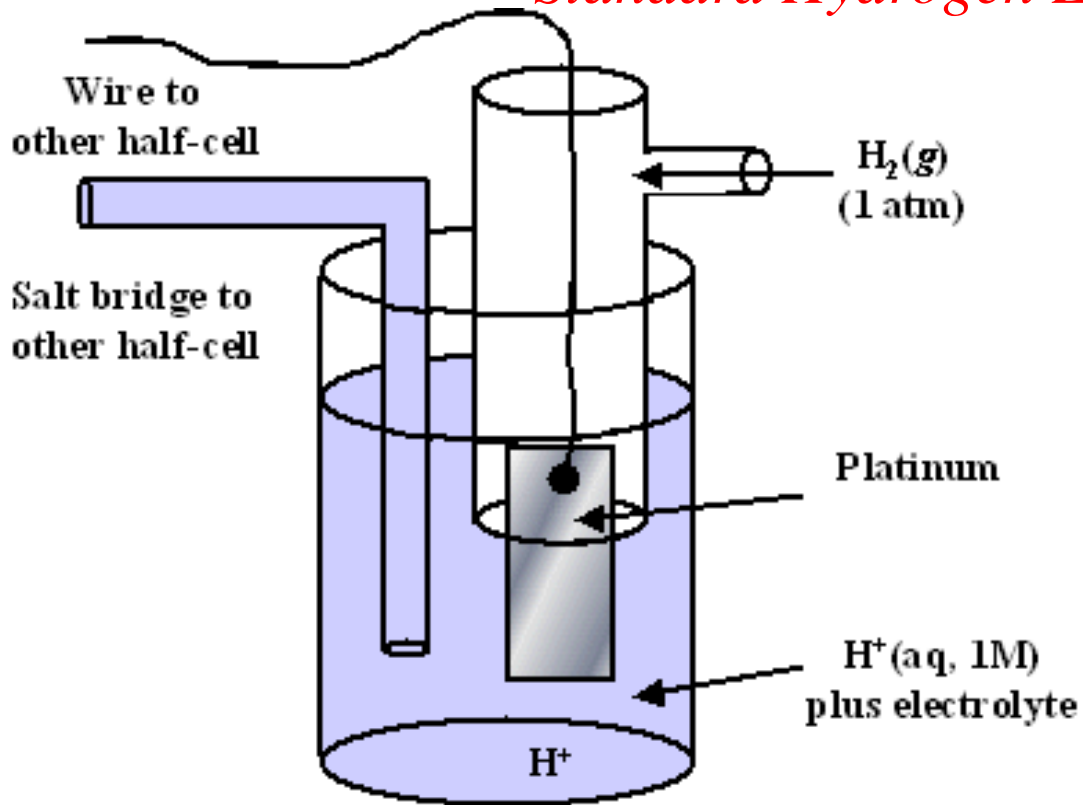
**Cátodo**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
-- --  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# celas galvánicas: pilas eléctricas

electrodo de referencia: electrodo de hidrógeno

## Standard Hydrogen Electrode (SHE)

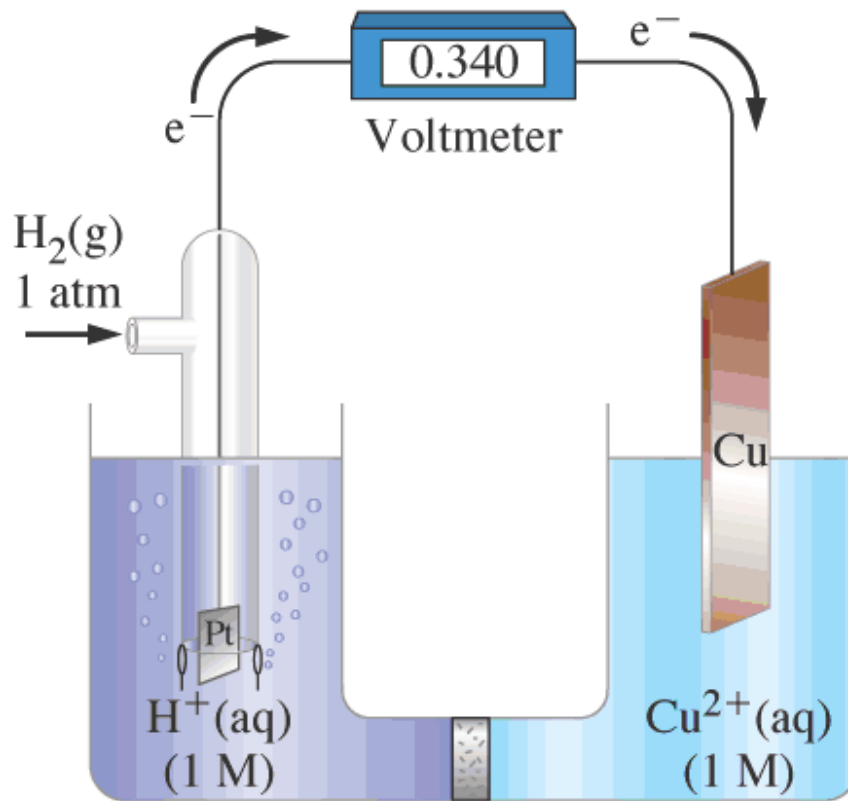


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Galvánicas: pilas eléctricas

Estándar de Electrodo

El potencial estándar de un par redox es la  $E^{\circ}_{\text{cel}}$  de una pila por el SHE como ánodo y el otro par redox como cátodo



Experimentalmente:  $E^{\circ}_{\text{cel}} = 0,340 \text{ v}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# celas galvánicas: pilas eléctricas

## potenciales estándar de Electrodo



*ánodo*

*cátodo*



$$E_{\text{celda}} = E(\text{cátodo}) - E(\text{ánodo})$$

$$E^{\circ}_{\text{celda}} = E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - E^{\circ}_{\text{H}^+/\text{H}_2}$$

$$0.340 \text{ V} = E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - 0 \text{ V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0.340 \text{ V}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# celas galvánicas: pilas eléctricas

## Potenciales de reducción estándar de Electrodo a 25°C

$+ 2 e^{-} \longrightarrow 2 F^{-}(aq)$	+2.866
$+ 2 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow O_2(g) + H_2O(l)$	+2.075
$(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow 2 SO_4^{2-}(aq)$	+2.01
$(aq) + 2 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow 2 H_2O(l)$	+1.763
$(aq) + 8 H^{+}(aq) + 5 e^{-} \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$	+1.51
$(s) + 4 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow Pb^{2+}(aq) + 2 H_2O(l)$	+1.455
$+ 2 e^{-} \longrightarrow 2 Cl^{-}(aq)$	+1.358
$(aq) + 14 H^{+}(aq) + 6 e^{-} \longrightarrow 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$	+1.33
$(s) + 4 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 2 H_2O(l)$	+1.23
$+ 4 H^{+}(aq) + 4 e^{-} \longrightarrow 2 H_2O(l)$	+1.229
$(aq) + 12 H^{+}(aq) + 10 e^{-} \longrightarrow I_2(s) + 6 H_2O(l)$	+1.20
$+ 2 e^{-} \longrightarrow 2 Br^{-}(aq)$	+1.065
$(aq) + 4 H^{+}(aq) + 3 e^{-} \longrightarrow NO(g) + 2 H_2O(l)$	+0.956
$(q) + e^{-} \longrightarrow Ag(s)$	+0.800
$(q) + e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}(aq)$	+0.771
$+ 2 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow H_2O_2(aq)$	+0.695
$+ 2 e^{-} \longrightarrow 2 I^{-}(aq)$	+0.535
$(q) + 2 e^{-} \longrightarrow Cu(s)$	+0.340
$(aq) + 4 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow 2 H_2O(l) + SO_2(g)$	+0.17
$(q) + 2 e^{-} \longrightarrow Sn^{2+}(aq)$	+0.154
$2 H^{+}(aq) + 2 e^{-} \longrightarrow H_2S(g)$	+0.14
$(q) + 2 e^{-} \longrightarrow H_2(g)$	0

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# celas galvánicas: pilas eléctricas

potenciales de reducción estándar de Electrodo a 25°C

$2 e^{-} \longrightarrow H_2(g)$	0
$2 e^{-} \longrightarrow Pb(s)$	-0.125
$2 e^{-} \longrightarrow Sn(s)$	-0.137
$2 e^{-} \longrightarrow Fe(s)$	-0.440
$2 e^{-} \longrightarrow Zn(s)$	-0.763
$3 e^{-} \longrightarrow Al(s)$	-1.676
$2 e^{-} \longrightarrow Mg(s)$	-2.356
$e^{-} \longrightarrow Na(s)$	-2.713
$2 e^{-} \longrightarrow Ca(s)$	-2.84
$e^{-} \longrightarrow K(s)$	-2.924
$e^{-} \longrightarrow Li(s)$	-3.040

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## celas galvánicas: pilas eléctricas

El cadmio se encuentra en pequeñas cantidades en el medio ambiente. Al contrario que el cinc que en pequeñas cantidades es un elemento esencial para la vida, el cadmio es un contaminante para el medio ambiente. Para determinar las concentraciones de cadmio por medidas de propiedades eléctricas, se mide el potencial de reducción estándar  $\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$ . Se mide el potencial de la siguiente pila:



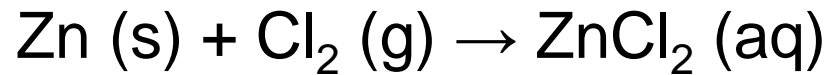
¿Cuál es el potencial estándar del electrodo  $\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$ ?

$$E_{\text{celda}} = E(\text{cátodo}) - E(\text{ánodo})$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Las galvánicas: pilas eléctricas

La batería cinc-cloro es un nuevo sistema de batería que ha sido estudiado para su posible utilización en vehículos eléctricos. La reacción global que produce electricidad en esta



¿Cuál es el valor de  $E^{\circ}_{\text{cel}}$  de esta pila?

**Oxidación**

**Reducción**

**Global**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
--  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Potencial y Energía libre

$-FE$

$$\Delta G = -W_{\text{elec}} = -nFE$$

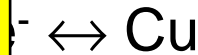
$n$  = electrones transferidos

$F$  = 96485 C/mol cte de Faraday

$E$  = potencial celda

$E > 0 \rightarrow \Delta G < 0$  y la reacción es espontánea

$E < 0 \rightarrow \Delta G > 0$  y la reacción es no espontánea



Reducción



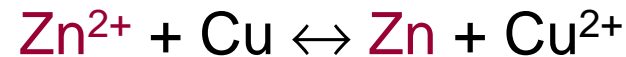
Reducción



Oxidación



Oxidación



$$E = 1,10 \text{ V}$$

$$E = -1,10 \text{ V}$$

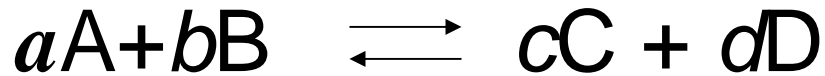
$$W_{\text{elec}} > 0 \text{ y } \Delta G < 0$$


$$W_{\text{elec}} < 0 \text{ y } \Delta G > 0$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Electroquímica y Energía libre

ecuación de Nernst



$E = E^0 + RT \ln Q$   Cociente de reacción

$$Q = \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b}$$

$\Delta G^0$  la Variación de energía libre en condiciones estándar

$$\Delta G = -nFE; \Delta G^0 = -nFE^0$$

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b}$$

$E^0$  Potencial en condiciones estándar  
 $R = 8,314 \text{ J/molK}$  constante de los Gases  
 $T = \text{temperatura (K)}$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

## de Nernst

8,314 J/molK  
298,15K (25°C)  
6497 C/mol

$$\frac{RT}{F} = 0,0257V$$

$$\log_e 10 = 2,303$$

$$\ln N = 2,303 \log N$$

$$E = E^0 - \frac{2,303 \times 0,0257}{n} \log \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b}$$

$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b}$$

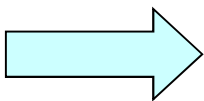
$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
...  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

de Nernst

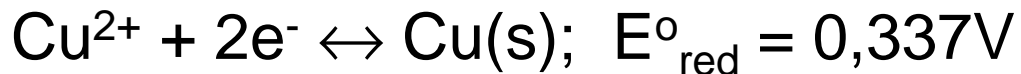
Equilibrio  $E = 0$  y  $Q=K$  (constante de Equilibrio)

$$\frac{0,0591}{n} \log K$$



$$K = 10^{\frac{nE^0}{0,0591}}$$

potencial de reducción del electrodo **Cu<sup>2+</sup> (0.1 M) / Cu(s)**

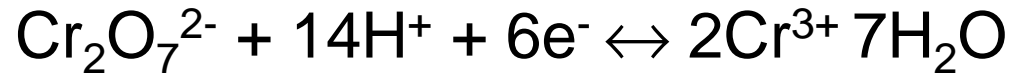


- - -

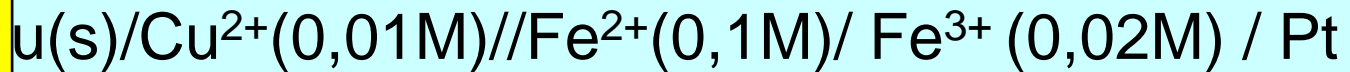
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

expresión general para el potencial de reducción del electrodo

, Cr<sup>3+</sup> / Pt



el potencial de la celda:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



3.



Aplicando la ecuación de Nernst a la ecuación global

$$E = 0,434 - \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{Fe}^{2+}]^2}{[\text{Fe}^{3+}]^2}$$

$$E = 0,434 - \frac{0,0591}{2} \log \frac{(0,01)(0,1)^2}{(0,02)^2} = 0,452\text{V}$$

o de potencial por separado para cada electrodo

$$E[\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}] = 0,771 - \frac{0,0591}{1} \log \frac{0,1}{0,02} = 0,730$$

$$E[\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}] = 0,337 - \frac{0,0591}{2} \log \frac{1}{0,01} = 0,278$$

$$E^0_{\text{celda}} = 0,730 - 0,278 = 0,452\text{V}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
 ---  
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

a constante de equilibrio de la reacción redox del ejemplo 3



$$K = 10^{\frac{nE^0}{0,0591}} \quad \log K = \frac{nE^0}{0,0591}$$

$$K = 10^{\frac{2 \times 0,434}{0,0591}} = 10^{14,68} = 4,86 \cdot 10^{14}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70