



ce
pre
UNI

Química

ELECTROQUÍMICA I

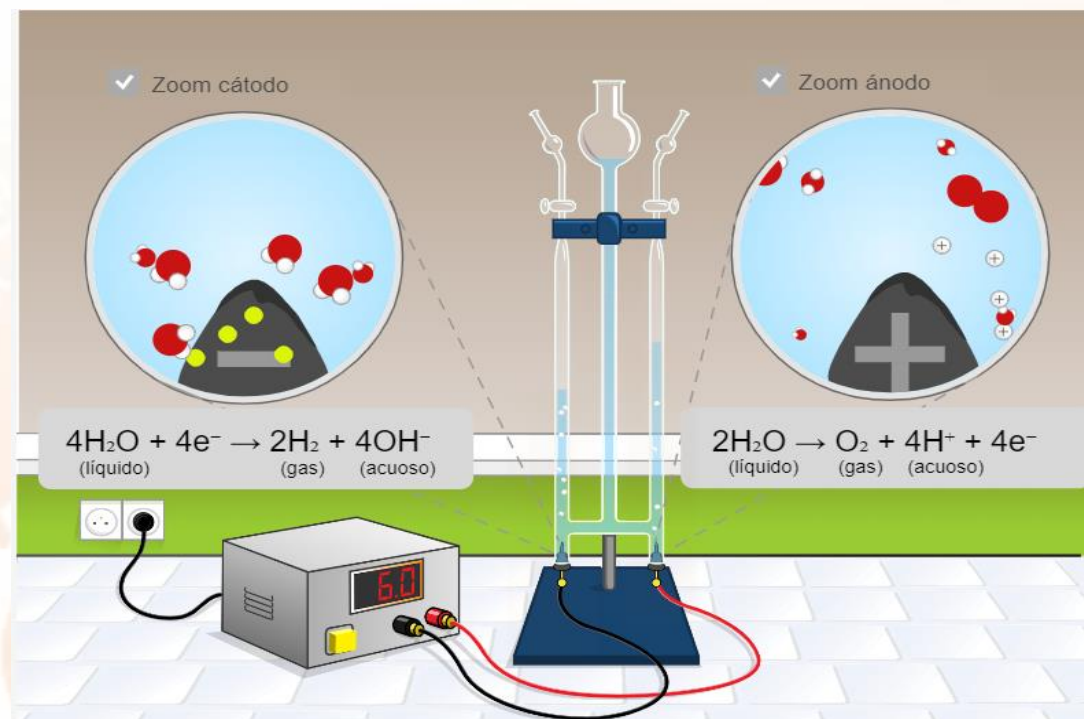
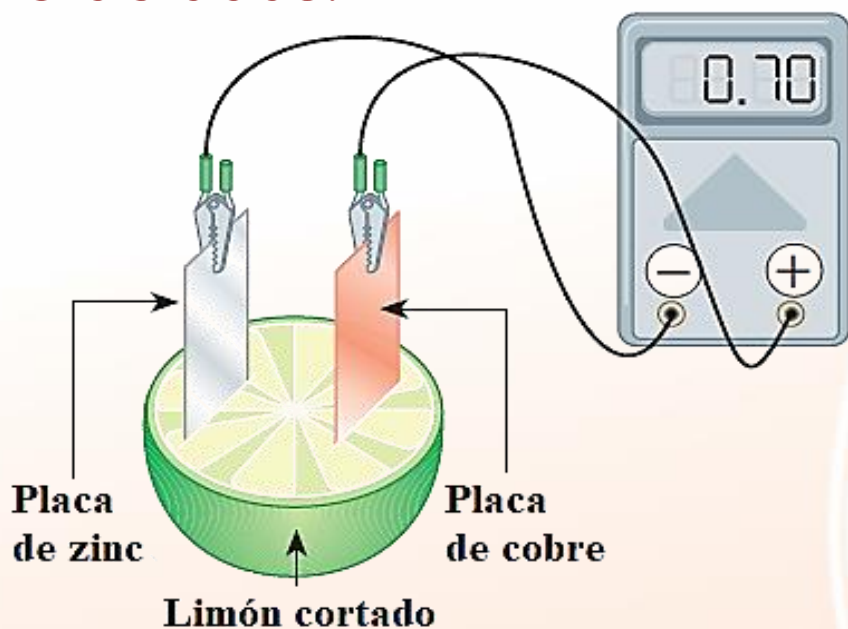
CICLO
Preuniversitario

2024-I



Electroquímica

Es el área de la química que estudia las relaciones entre la corriente eléctrica continua y las reacciones químicas redox, así como las leyes involucradas.



Energía eléctrica



Energía química

<https://www.youtube.com/watch?v=AWEdpTOtL6M>

PREGUNTA 01

¿Qué proposición se relaciona mejor con el estudio de la electroquímica?

- A) Relaciona la corriente eléctrica y las reacciones de desplazamiento simple.
- B) Estudia la relación de la corriente eléctrica alterna con las reacciones redox.
- C) Estudia la generación de corriente eléctrica por las reacciones de descomposición.
- D) Estudia la conversión entre la energía eléctrica continua y la energía química.
- E) Estudia la generación de corriente eléctrica continua por las reacciones no redox.

Rpta: D

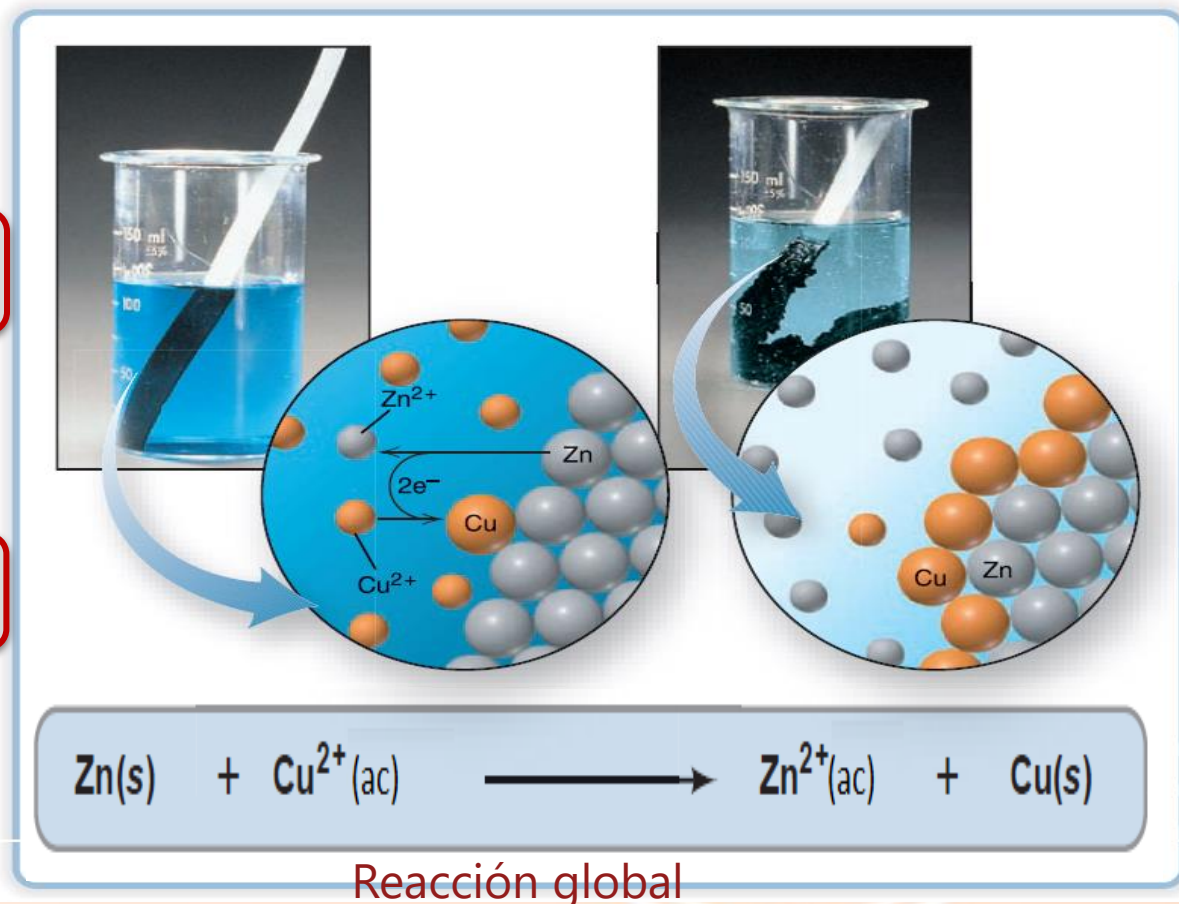
Reacción redox

En una reacción de reducción-oxidación (redox), se conoce como **semirreacción** a cada una de las ecuaciones iónicas que representan un proceso de reducción u oxidación.

Semirreacción
de reducción



Semirreacción
de oxidación



Condiciones
estándar

$$[\text{H}^{+}] = 1 \text{ M}$$

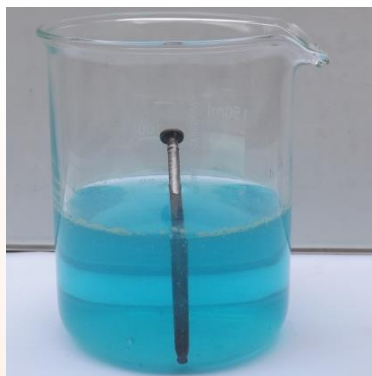
$$P_{\text{gas}} = 1 \text{ atm}$$

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

(Generalmente)

Potencial de reducción (E°_{red})

Mide la tendencia de una especie química a reducirse, es decir a ganar electrones. Se mide en voltio (V).



El signo de grado como superíndice ($^{\circ}$) significa condiciones de estado estándar.

El ion $Ag^{+}_{(ac)}$ tiene más tendencia a reducirse (ganar electrones) que el ion $Cu^{2+}_{(ac)}$.

El ion $Ag^{+}_{(ac)}$ es mejor agente oxidante que el ion $Cu^{2+}_{(ac)}$.

Potencial de oxidación (E°_{ox})

Mide la tendencia de una especie química a oxidarse, es decir a perder electrones. Se mide en voltio (V).



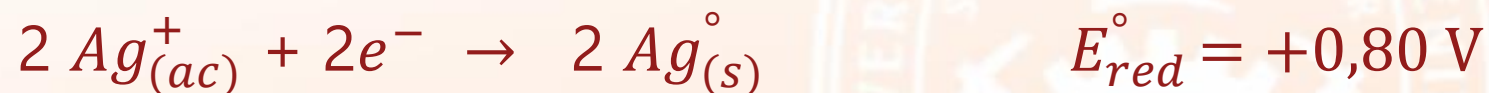
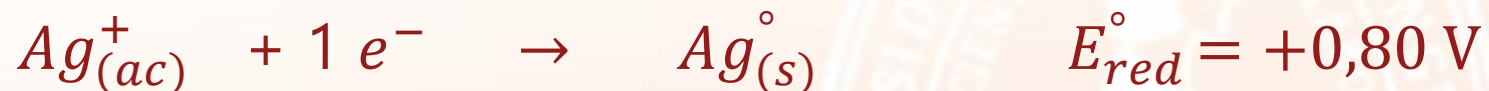
El **Al** tiene más tendencia a oxidarse (perder electrones) que el **Fe**.
El **Al** es mejor reductor que el **Fe**.

Observaciones:

- Si se invierte la dirección en que está escrita la semirreacción, se invierte el signo de su potencial de semicelda.



- Al multiplicar o dividir una semiecuación por un número entero positivo el potencial estándar no varía (propiedad intensiva).



- Por convención al electrodo estándar del hidrógeno se le asigna un potencial de 0 V a 25 °C.



Potenciales estándar de reducción (E°) a 25 °C

Media reacción de reducción			E° (V)	
Agente oxidante más fuerte ↑	$F_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 F^-(ac)$		2.87	Agente reductor más débil ↓
	$H_2O_2(ac) + 2 H^+(ac) + 2 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$		1.78	
	$MnO_4^-(ac) + 8 H^+(ac) + 5 e^- \longrightarrow Mn^{2+}(ac) + 4 H_2O(l)$		1.51	
	$Cl_2(g) + 2 e^- \longrightarrow 2 Cl^-(ac)$		1.36	
	$Cr_2O_7^{2-}(ac) + 14 H^+(ac) + 6 e^- \longrightarrow 2 Cr^{3+}(ac) + 7 H_2O(l)$		1.33	
	$O_2(g) + 4 H^+(ac) + 4 e^- \longrightarrow 2 H_2O(l)$		1.23	
	$Br_2(ac) + 2 e^- \longrightarrow 2 Br^-(ac)$		1.09	
	$Ag^+(ac) + e^- \longrightarrow Ag(s)$		0.80	
	$Fe^{3+}(ac) + e^- \longrightarrow Fe^{2+}(ac)$		0.77	
	$O_2(g) + 2 H^+(ac) + 2 e^- \longrightarrow H_2O_2(ac)$		0.70	
	$I_2(s) + 2 e^- \longrightarrow 2 I^-(ac)$		0.54	
	$O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4 e^- \longrightarrow 4 OH^-(ac)$		0.40	
	$Cu^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Cu(s)$		0.34	
	$Sn^{4+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Sn^{2+}(ac)$		0.15	
	$2 H^+(ac) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g)$			
Agente oxidante más débil ↓	$Pb^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Pb(s)$		-0.13	Agente reductor más fuerte ↓
	$Ni^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Ni(s)$		-0.26	
	$Cd^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Cd(s)$		-0.40	
	$Fe^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Fe(s)$		-0.45	
	$Zn^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Zn(s)$		-0.76	
	$2 H_2O(l) + 2 e^- \longrightarrow H_2(g) + 2 OH^-(ac)$		-0.83	
	$Al^{3+}(ac) + 3 e^- \longrightarrow Al(s)$		-1.66	
	$Mg^{2+}(ac) + 2 e^- \longrightarrow Mg(s)$		-2.37	
	$Na^+(ac) + e^- \longrightarrow Na(s)$		-2.71	
$Li^+(ac) + e^- \longrightarrow Li(s)$		-3.04		

Potenciales estándar de reducción (E°) a 25 °C

Mejor agente reductor

Aumenta el potencial de reducción

Aumenta la tendencia a la reducción

Aumenta la fuerza como agente oxidante



Aumenta el potencial de oxidación

Aumenta la tendencia a la oxidación

Aumenta la fuerza como agente reductor

Mejor agente oxidante

Potenciales estándar de reducción (E°) a 25 °C

En condiciones estándar,

¿Cuál es mejor agente oxidante el permanganato o dicromato?



PREGUNTA 02

Indique la secuencia correcta después de determinar si la proposición es verdadera (V) o falsa (F):

- I. El potencial de reducción mide la tendencia de una especie química a ganar electrones.
- II. Los halógenos tienen mayor potencial de reducción que los metales alcalinos.
- III. En el electrodo denominado cátodo se lleva a cabo la oxidación.

- A) VVV
- B) VVF
- C) FVV
- D) VFV
- E) FFV

Rpta: B

PREGUNTA 03

Para las siguientes especies atómicas, indique la proposición verdadera (V) o falsa (F), según corresponda:



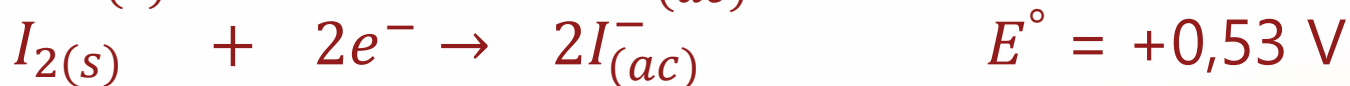
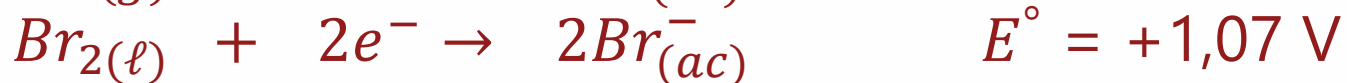
- I. Entre los 3 iones, el $\text{Mg}_{(\text{ac})}^{2+}$ es el mejor agente reductor.
- II. El ion $\text{Ag}_{(\text{ac})}^{+}$ es mejor agente oxidante que el $\text{Au}_{(\text{ac})}^{3+}$.
- III. El oro es mejor agente oxidante que el magnesio.

- A) VFV
- B) VVV
- C) FVV
- D) FFV
- E) VVF

Rpta: A

PREGUNTA 04

Dados los siguientes potenciales estándar de reducción:



Indique verdadero (V) o falso (F) a las proposiciones:

- I. El $\text{Br}_{2(g)}$ puede oxidar al ion $\text{I}_{(ac)}^-$.
- II. El cloro es mejor agente oxidante que el yodo.
- III. El ion bromuro es mejor agente reductor que el ion cloruro.

- A) VVV
- B) VFF
- C) VFV
- D) VVF
- E) FVV

Rpta: D

PREGUNTA 05

Dados los siguientes potenciales estándar de reducción:



Indique verdadero (V) o falso (F) a las proposiciones:

- I. El potasio puede reducir al ion litio $Li_{(ac)}^{+}$.
- II. El sodio espontáneamente se puede oxidar a ion sodio.
- III. El potasio tiene la mayor tendencia a perder electrones.

- A) FVF
- B) VFF
- C) FVV
- D) FFV
- E) FVV

Rpta: A

Criterio de espontaneidad de reacciones redox

¿Cómo saber si una reacción redox ocurre de manera espontánea?

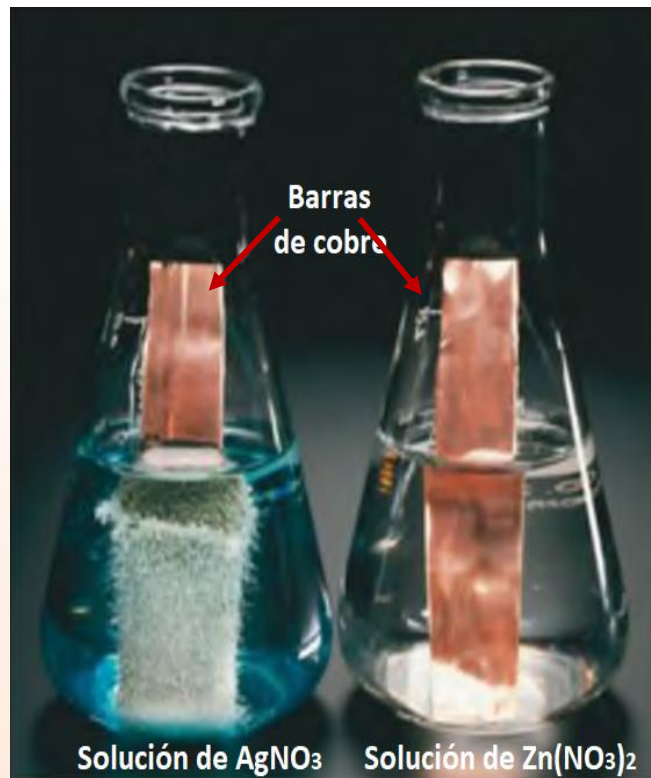
Semireacciones involucradas:



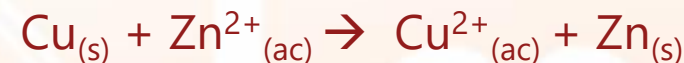
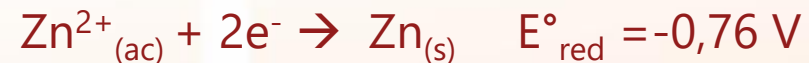
$$E^{\circ}_{\text{rxn}} = E^{\circ}_{\text{red}} + E^{\circ}_{\text{ox}} = +0,44 \text{ V}$$

E°_{rxn} es positivo

Reacción espontánea



Semireacciones involucradas:



$$E^{\circ}_{\text{rxn}} = E^{\circ}_{\text{red}} + E^{\circ}_{\text{ox}} = -1,10 \text{ V}$$

E°_{rxn} es negativo

Reacción no espontánea

PREGUNTA 06

Dados los siguientes potenciales estándar de reducción:



Indique las proposiciones que son correctas.

- I. Al sumergir una lámina de cobre en una solución acuosa de $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ la masa de la lámina aumenta.
- II. El cadmio desplaza al ion hierro(II) de sus sales acuosas.
- III. Al sumergir una lámina de cadmio en una solución de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ocurre una reacción espontánea.

- A) Solo I
- B) Solo I y II
- C) solo III
- D) Solo II y III
- E) I, II y III

Rpta: C

PREGUNTA 07

Dados los siguientes potenciales estándar de reducción:



Si se coloca sobre lejía ($ClO_{(ac)}^{-}$) a los metales Cr, Cu, Au y Ag, ¿Cuál(es) será(n) oxidado(s)

A) Solo Ag, Cu

B) Solo Au

C) Au, Cr y Ag

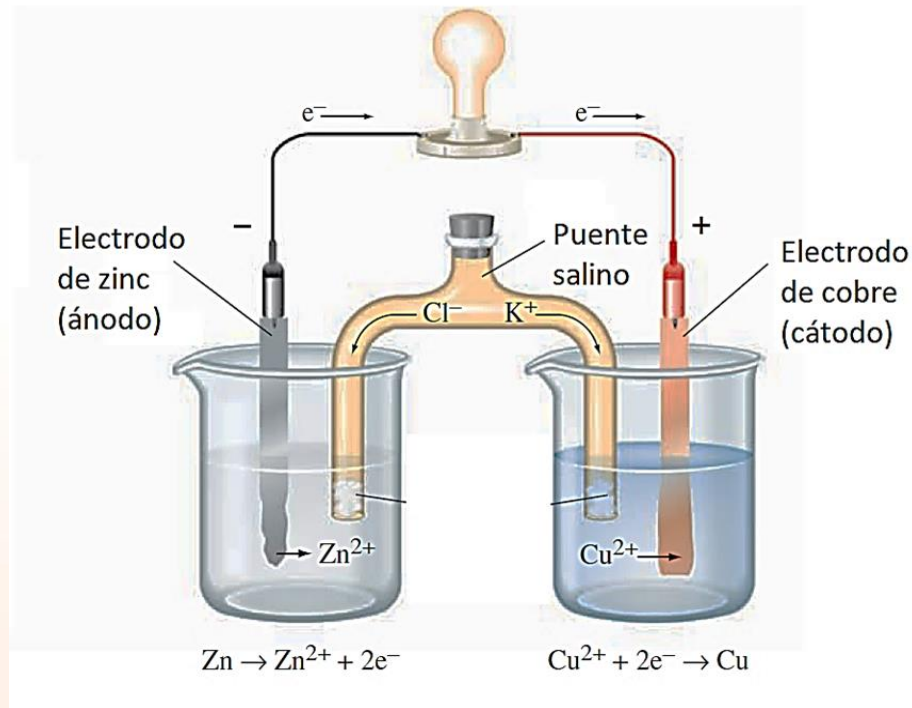
D) Cr, Cu y Ag

E) Cu, Ag y Au

Rpta: D

Celdas galvánicas, voltaicas o pilas

- Son dispositivos en donde se genera corriente eléctrica continua.
- Se produce reacciones redox espontáneas.

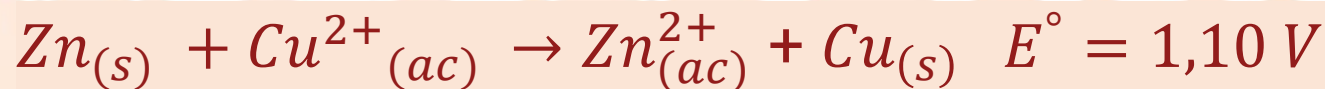
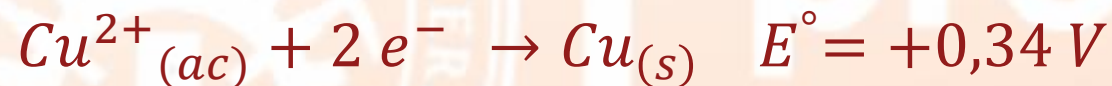


Reacciones:

En el **ánodo**: Hay **oxidación** del Zn



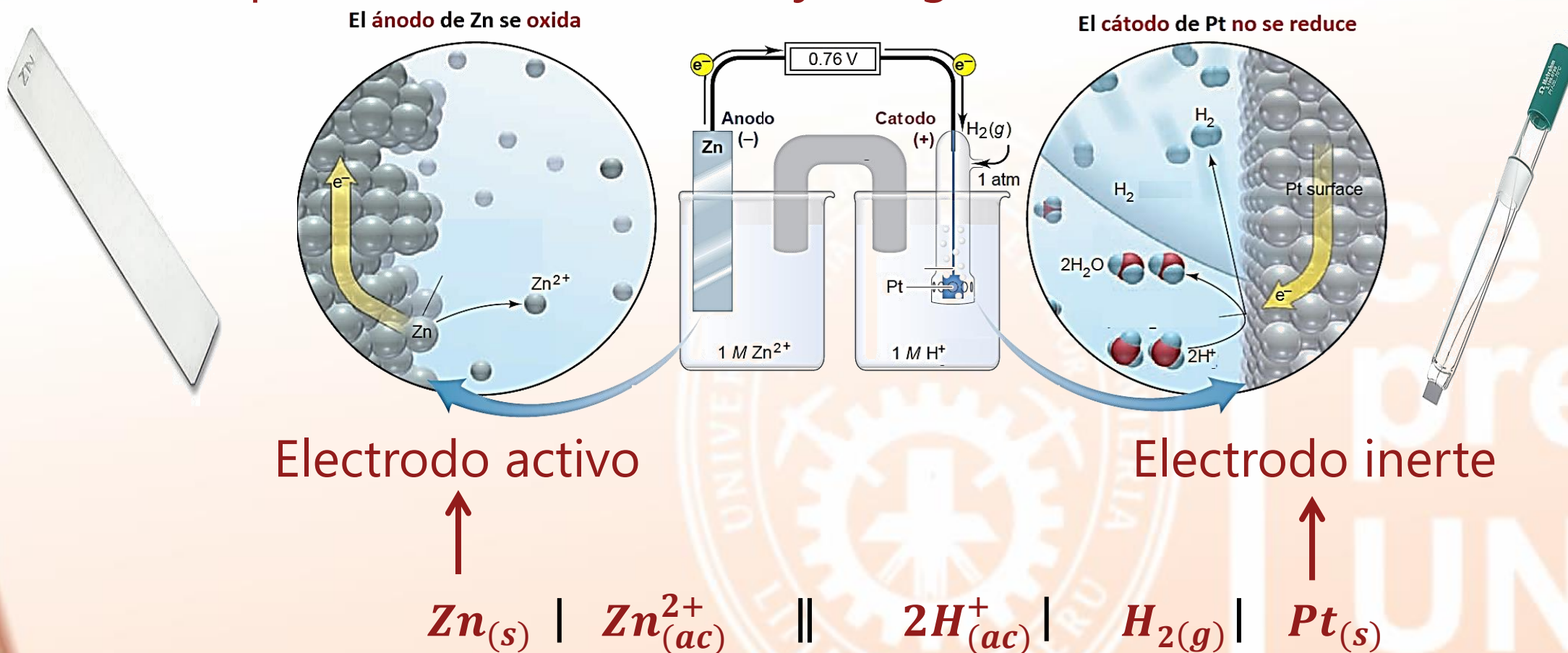
En el **cátodo**: Hay **reducción** del Cu^{2+}



<https://www.youtube.com/watch?v=TFlo9NTZKZ4>

Electrodos inertes

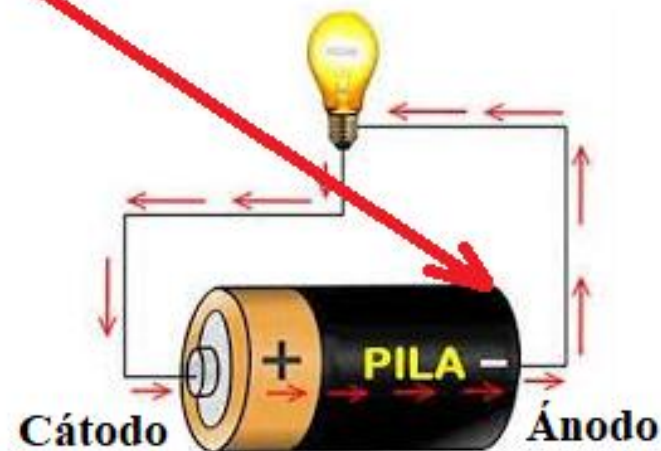
Son aquellos conductores que no se oxidan o reducen en el proceso, solo transportan los electrones. Ej.: Pt, grafito.



¿Por qué los electrones fluyen espontáneamente a través del circuito?



Alta energía potencial



Baja energía potencial

Potencial o fuerza electromotriz (fem) de la celda galvánica (E°)

$$E^\circ = fem = E^\circ_{(oxidación)} + E^\circ_{(reducción)}$$

En la pila de Daniell a 25 °C:

$$E^\circ = fem = E^\circ_{(ox. \text{ del } Zn)} + E^\circ_{(red. \text{ del } Cu^{2+})} = 0,76 \text{ V} + 0,34 \text{ V} = 1,10 \text{ V}$$

Notación de la celda galvánica o pila:



Ánodo
(Oxidación)



Puente salino o
membrana

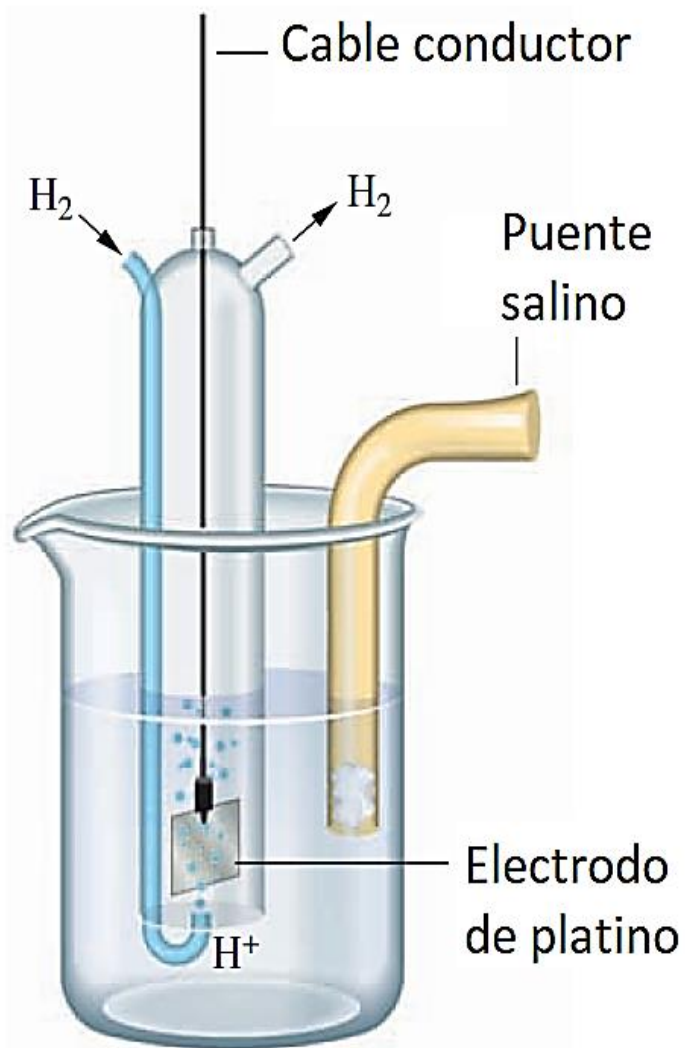


Cátodo
(Reducción)

Electrodos activos: son aquellos que se oxidan en el proceso. Ej.: Zn, Cu, Ni.

Electrodos inertes: son aquellos que no reaccionan en el proceso redox. Ej.: Grafito, Pt.

Electrodo estándar de hidrógeno (EEH)



Reducción:

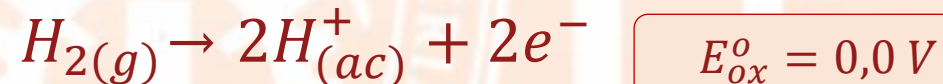


$$E_{red}^{\circ} = 0,0 \text{ V}$$

Diagrama abreviado de semicelda:



Oxidación:

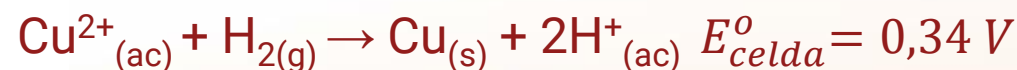
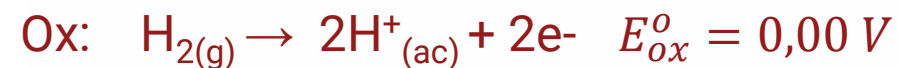
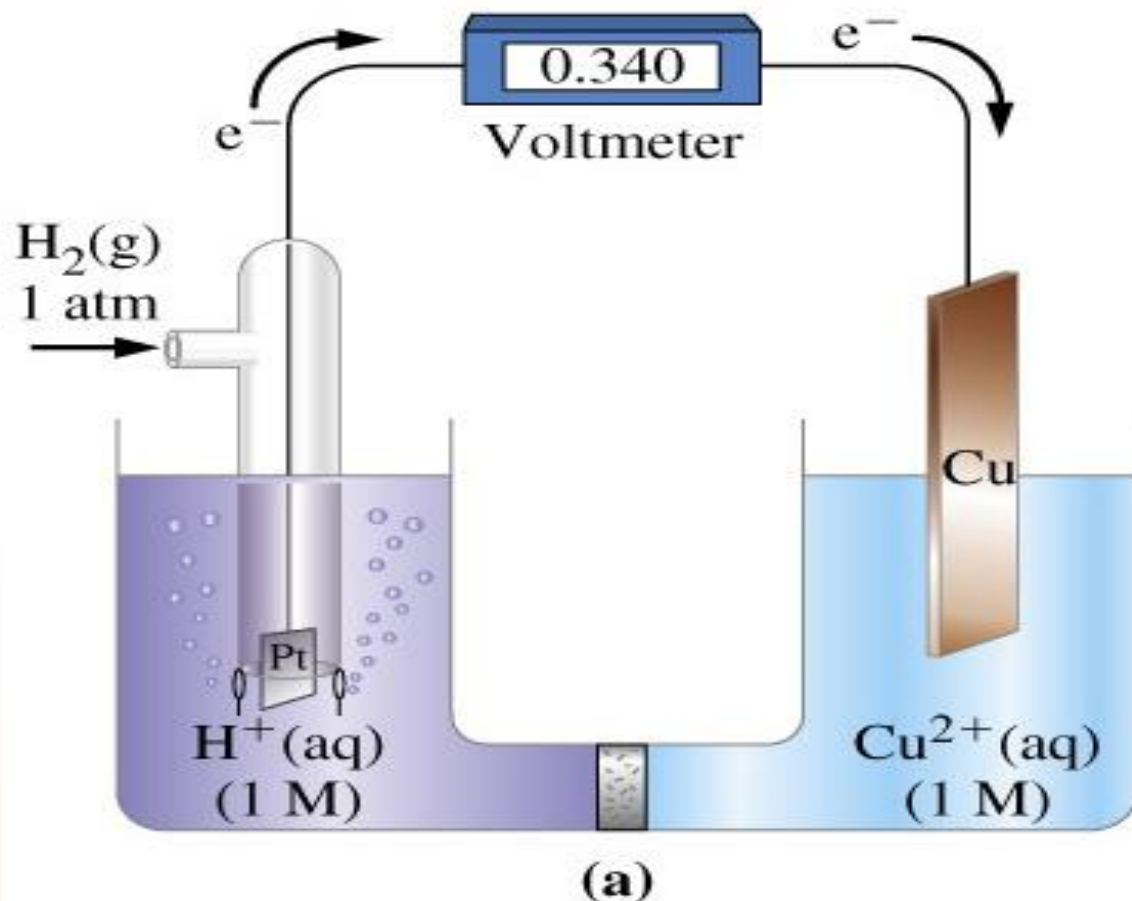


$$E_{ox}^{\circ} = 0,0 \text{ V}$$

Diagrama abreviado de semicelda:



Medida de los potenciales estándar de reducción (E°_{red})

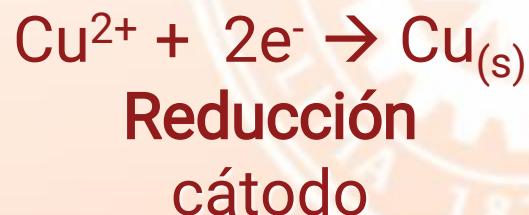
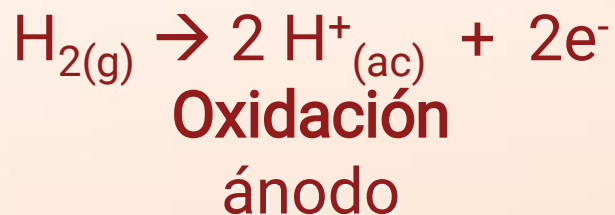


$$E^\circ_{celda} = E^\circ_{ox} + E^\circ_{red}$$

$$0,34 = 0,0 \text{ V} + E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}$$

$$\therefore E^\circ_{red} = E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = +0,34 \text{ V}$$

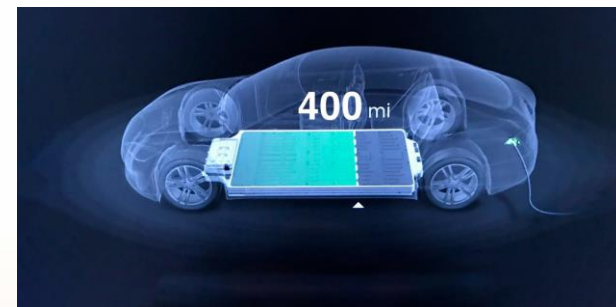
¿Cuál es la notación de la pila?



¿Cuándo cesa la reacción en una pila?



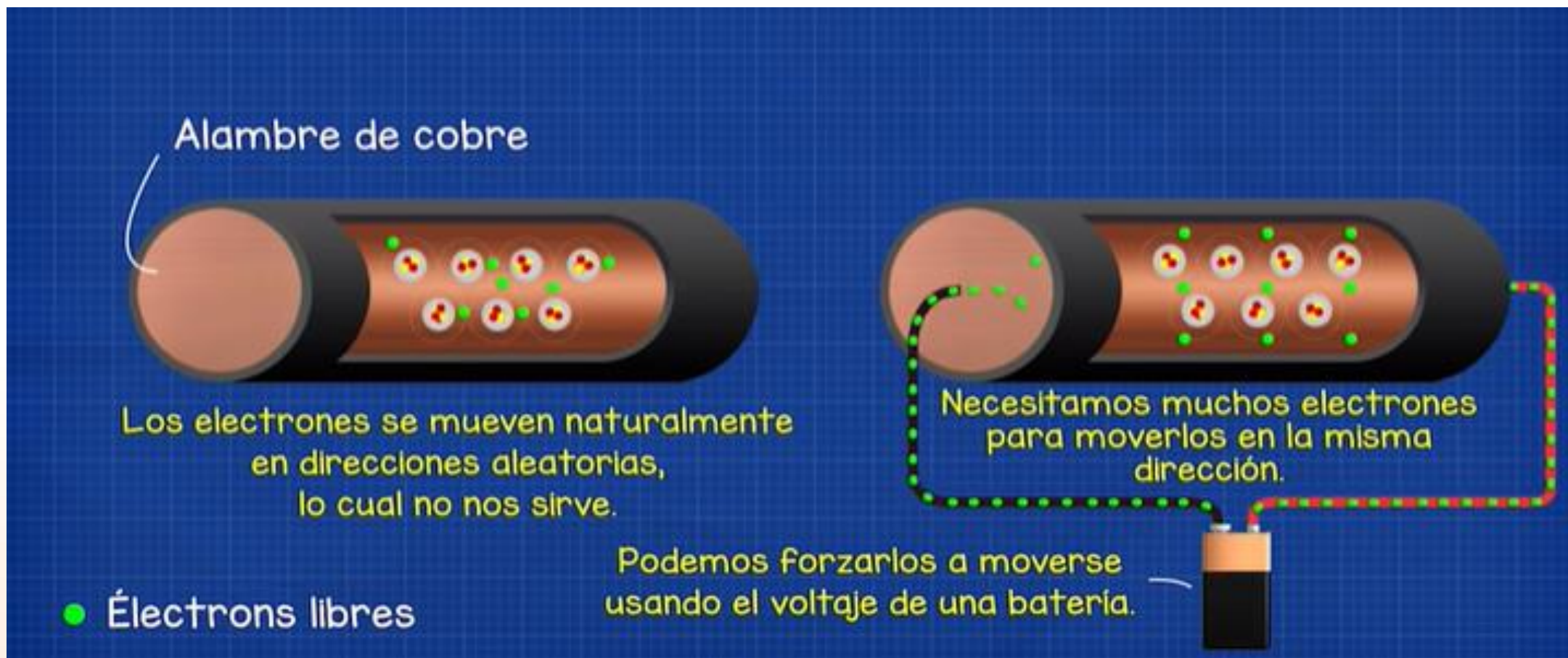
(Pila o batería descargada)



- Al consumirse o gastarse el ánodo.
- Si se agota la concentración de los iones.
- Si se retira el puente salino o no trabaja la membrana.

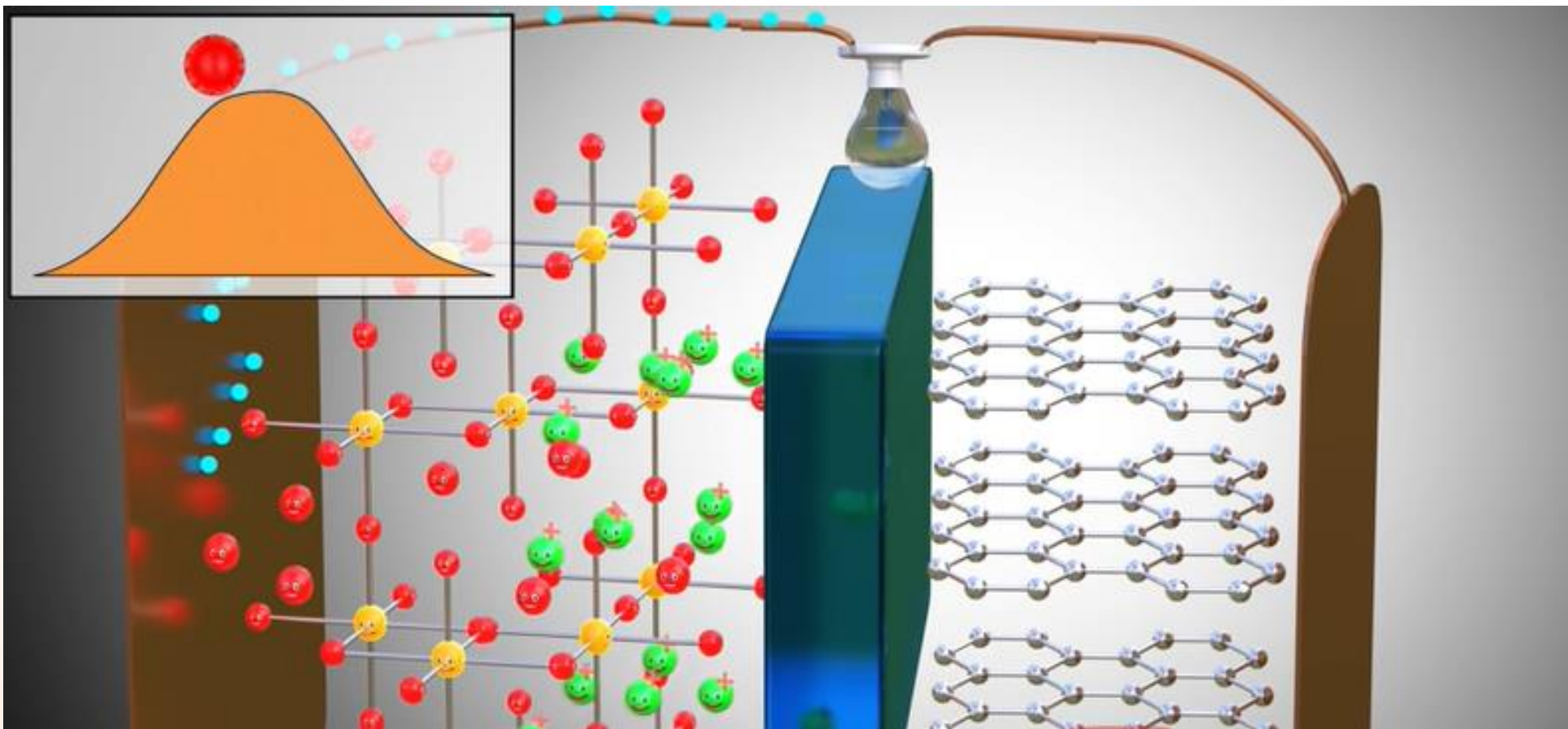


¿Cómo funciona una batería de automóvil?



<https://www.youtube.com/watch?v=M2H1JQ9flgs>

¿Cómo funciona una batería de iones de litio?



<https://www.youtube.com/watch?v=ydCfLFJqaBw>

PREGUNTA 08

Dado los potenciales estándar de reducción de las siguientes especies atómicas y con los cuales se desea diseñar una pila, ¿cuál proposición es correcta?

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$$

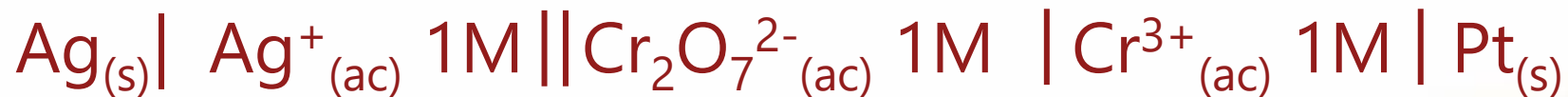
$$E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$$

- A) El cátodo sería el electrodo de aluminio.
- B) La construcción de la pila requiere un electrodo inerte.
- C) En el proceso la concentración de iones cobre aumenta.
- D) El potencial estándar de la celda galvánica es 2,00 V.
- E) Los electrones se desplazarían desde el electrodo de cobre al electrodo de aluminio.

Rpta: D

PREGUNTA 09

En base a la siguiente notación de una celda galvánica:



¿Cuál es el potencial estándar de la celda, en voltio?

$$E^\circ (\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = + 0,80 \text{ V}$$

$$E^\circ (\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}) = + 1,33 \text{ V}$$

A) 0,33

B) 0,53

C) 1,03

D) 1,83

E) 2,13

ce
pre
UNI

Rpta: B

PREGUNTA 10

El potencial estándar de la celda $\text{Mg}_{(s)} | \text{Mg}^{2+}_{(ac)} || \text{Sn}^{2+}_{(ac)} | \text{Sn}_{(s)}$ es de 2,23 V determine el potencial de la media celda de reducción.

Dato: $E^\circ (\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = + 0,80 \text{ V}$

- A) 3,03
- B) 0,14
- C) – 0,14
- D) – 3,03
- E) 0,11

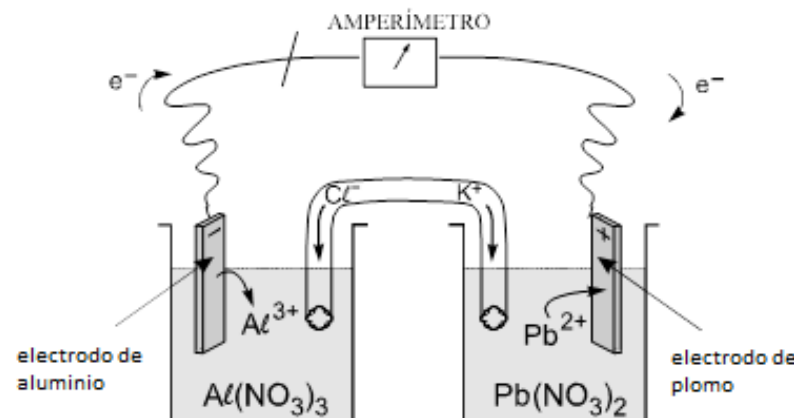
ce
pre
UNI**Rpta: B**

PREGUNTA 11

Con relación a la siguiente celda electroquímica, indique verdadero (V) o falso (F) a las proposiciones:

Dato: $E^\circ (\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$

$E^\circ (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13 \text{ V}$



I. El dibujo nos muestra una celda galvánica cuya notación es:



II. El potencial estándar de reducción a 25 °C del Pb^{2+} es mayor que del Al^{3+} .

III. En el proceso el plomo es el agente reductor.

A) VFV

B) VFF

C) FVV

D) FFV

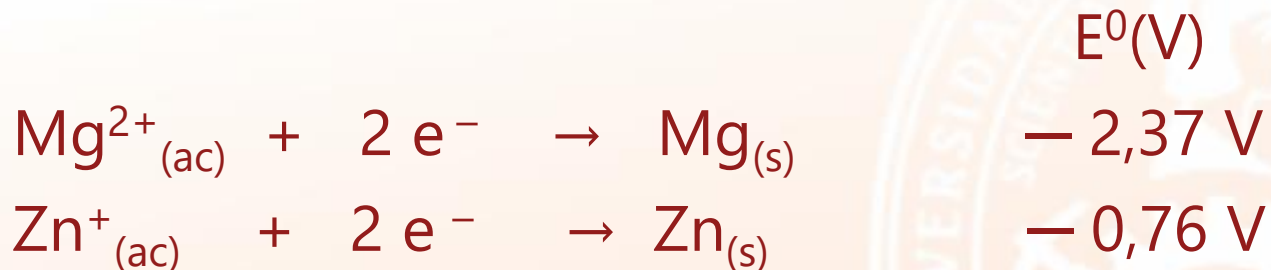
E) VVF

Rpta: E

PREGUNTA 12

Las celdas galvánicas generan corriente a partir de reacciones químicas de forma espontánea. Para ello se arma una celda con un cable de magnesio en una solución 1,0 M de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ y una lámina de zinc en una disolución 1,0 M de $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$. Calcule la fem estándar, en voltio, de esta celda a 25 °C.

Datos:



A) $-3,13$

B) $-1,61$

C) $-1,56$

D) $+1,61$

E) $+3,13$

Rpta: D