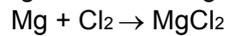


Reacciones de oxidación-reducción

RESOLUCIÓN DE CUESTIONES

Cuestión 1

Dadas las siguientes reacciones:



- Explique lo que ocurre con los electrones de la capa de valencia de los elementos que intervienen en las mismas.
- ¿Qué tienen en común ambos procesos para el magnesio?
- ¿Tienen algo en común los procesos que le ocurren al oxígeno y al cloro?

Cuestión 2

Razone la certeza o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- Todas las reacciones de combustión son procesos redox.
- El agente oxidante es la especie que dona electrones en un proceso redox.

Cuestión 3

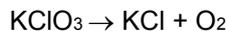
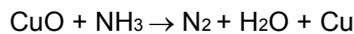
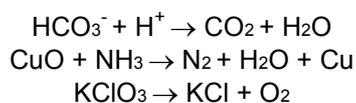
- Indique los números de oxidación del nitrógeno y del cloro en las siguientes especies: N_2 ; NO ; N_2O ; N_2O_4 ; HClO_2 ; Cl_2 ; HCl
- Escriba la semirreacción de reducción del HNO_3 a NO y la semirreacción de oxidación del HCl a HClO_2 .

Cuestión 4

- Defina el concepto electrónico de oxidación y reducción.
- Indique cuál o cuáles de las semirreacciones siguientes:
 $\text{ClO}_2^- \rightarrow \text{Cl}^-$; $\text{S} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$; $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$;
corresponden a una oxidación y cuál o cuáles a una reducción.
- Indique la variación del número de oxidación del cloro, hierro y azufre.

Cuestión 5

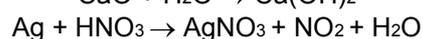
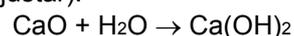
De las siguientes reacciones:



- Justifique si son todos procesos redox.
- Escriba las semirreacciones redox donde proceda.

Cuestión 6

Dadas las siguientes reacciones (sin ajustar):

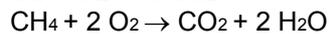
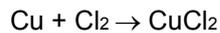
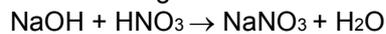


Razone:

- Si son de oxidación-reducción.
- ¿Qué especies se oxidan y qué especies se reducen?

Cuestión 7

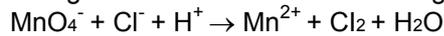
Dadas las siguientes reacciones:



- Justifique si todas son de oxidación-reducción.
- Identifique el agente oxidante y el reductor donde proceda.

Cuestión 8

La siguiente reacción redox tiene lugar en medio ácido:



Indique, razonando la respuesta, la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- El Cl^- es el agente reductor.
- El MnO_4^- experimenta una oxidación.
- En la reacción, debidamente ajustada, se forman 4 moles de H_2O por cada mol de MnO_4^- .

Cuestión 9

Ajuste la siguiente reacción redox por el método del ion-electrón:



Cuestión 10

El permanganato de potasio (KMnO_4) reacciona con el nitrito de sodio (NaNO_2) en medio básico obteniéndose dióxido de manganeso (II) y nitrato de sodio (NaNO_3).

Ajuste la reacción redox por el método del ion-electrón:

Cuestión 11

Si se introduce una lámina de cinc en una disolución de sulfato de cobre (II), CuSO_4 , se observa que el cobre se deposita en la lámina, se pierde el color azul de la disolución y la lámina de cinc se disuelve.

- Explique, razonadamente, este fenómeno.
- Escriba las reacciones observadas.

Cuestión 12

Explique mediante la correspondiente reacción, que sucede cuando en una disolución de sulfato de hierro (II) se introduce una lámina de:

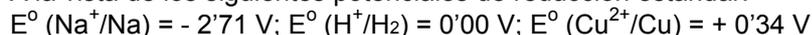
a) Cd

b) Zn

Datos. $E^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$.

Cuestión 13

A la vista de los siguientes potenciales de reducción estándar:



Razone:

- Si se desprenderá hidrógeno cuando se introduce una barra de sodio en una disolución 1 M de ácido clorhídrico.
- Si se desprenderá hidrógeno cuando se introduce una barra de cobre en una disolución acuosa de ácido clorhídrico 1 M.
- Si el sodio metálico podrá reducir a los iones $\text{Cu}(\text{II})$.

Cuestión 14

- a) ¿Reaccionará una disolución acuosa de ácido clorhídrico con hierro metálico?
b) ¿Reaccionará una disolución acuosa de ácido clorhídrico con cobre?
c) ¿Qué ocurrirá si se añaden limaduras de hierro a una disolución de Cu^{2+} .
Justifique las respuestas.
Datos: $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0'34 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0'44 \text{ V}$; $E^\circ (\text{H}^+/\text{H}_2) = 0'00 \text{ V}$.

Cuestión 15

A partir de los valores de potenciales de reducción estándar siguientes:
 $E^\circ (\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1'36 \text{ V}$; $E^\circ (\text{I}_2/\text{I}^-) = +0'54 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0'77 \text{ V}$
Indique, razonando la respuesta:

- a) Si el cloro puede reaccionar con iones Fe^{2+} y transformarlos en Fe^{3+} .
b) Si el yodo puede reaccionar con iones Fe^{2+} y transformarlos en Fe^{3+} .

Cuestión 16

Se sabe que el flúor desplaza al yodo de los yoduros para formar el fluoruro correspondiente.

- a) Escriba las semirreacciones que tienen lugar.
b) Sabiendo que $E^\circ (\text{I}_2/\text{I}^-) = +0'53 \text{ V}$, justifique cuál de los tres valores de E° siguientes: $+2'83 \text{ V}$; $+0'53 \text{ V}$ y $-0'47 \text{ V}$, corresponderá al par F_2/F^- .

Cuestión 17

Se construye una pila con los pares Fe^{2+}/Fe y $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$.

- a) Indique que par actúa como ánodo, que par actúa como cátodo y escriba las reacciones que tienen lugar en cada electrodo.
b) Calcule la f.e.m. de la pila.
Datos: $E^\circ (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0'45 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0'15 \text{ V}$.

Cuestión 18

Dados los potenciales de reducción estándar:

$$E^\circ (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0'13 \text{ V} \text{ y } E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0'34 \text{ V}.$$

- a) Escriba las semirreacciones y la reacción ajustada de la pila que puede formarse con esos pares.
b) Calcule la fuerza electromotriz de la pila formada e indique que electrodo actúa como ánodo y cual como cátodo.

Cuestión 19

Sabiendo que:

$$\text{Zn (s)} \mid \text{Zn}^{2+} (1 \text{ M}) \parallel \text{H}^+ (1 \text{ M}) \mid \text{H}_2 (1 \text{ atm}) \mid \text{Pt (s)} \quad \Delta E^\circ_{\text{pila}} = 0'76 \text{ V}$$

$$\text{Zn (s)} \mid \text{Zn}^{2+} (1 \text{ M}) \parallel \text{Cu}^{2+} (1 \text{ M}) \mid \text{Cu (s)} \quad \Delta E^\circ_{\text{pila}} = 1'10 \text{ V}$$

Calcule los siguientes potenciales normales de reducción:

- a) $E^\circ (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$.
b) $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$

Cuestión 20

Se construye una pila, en condiciones estándar, con un electrodo de cobre y un electrodo de aluminio.

- a) Indique razonadamente cual es el cátodo y cual el ánodo.
b) Escriba el diagrama de la pila y calcule la f.e.m de la misma.
Datos: $E^\circ (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0'34 \text{ V}$; $E^\circ (\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1'65 \text{ V}$.

Cuestión 21

Con los pares Hg^{2+}/Hg y Cu^{2+}/Cu , cuyos potenciales de reducción estándar son, respectivamente, 0'95 V y 0'34 V, se construye una pila electroquímica.

- Escriba las semirreacciones y la reacción global.
- Indique el electrodo que actúa como ánodo y el que actúa como cátodo.
- Establezca el diagrama de la pila y calcule la fuerza electromotriz de la pila.

Cuestión 22

Dados los potenciales normales de reducción $E^{\circ}(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0'13 \text{ V}$ y $E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0'76 \text{ V}$

- Escriba las semirreacciones y la reacción ajustada de la pila que se puede formar.
- Indique que electrodo actúa como ánodo y cual como cátodo.
- Establezca el diagrama de la pila y calcule la fuerza electromotriz de la misma.

Cuestión 23

Se dispone de dos electrodos, uno de Zn y otro de Ag, sumergidos en una disolución 1 M de sus respectivos iones Zn^{2+} y Ag^{+} . Los potenciales de reducción estándar son: $E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0'76 \text{ V}$; $E^{\circ}(\text{Ag}^{+}/\text{Ag}) = +0'80 \text{ V}$. Indique, razonando la respuesta, la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- La plata es el cátodo y el cinc el ánodo.
- El potencial de la pila que se forma es 0'04 V.
- En el ánodo de la pila tiene lugar la reducción del oxidante.

Cuestión 24

Tres cubas electrolíticas conectadas en serie, contienen disoluciones acuosas de AgNO_3 la primera, de $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ la segunda y de $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ la tercera. Cuando las tres cubas son atravesadas por la misma cantidad de corriente, justifique si serán ciertas o no las siguientes afirmaciones:

- En el cátodo se depositara la misma masa en las tres cubas.
- En las cubas segunda y tercera se depositara el doble número de equivalentes gramo que en la primera.
- En las cubas segunda y tercera se depositaran la misma cantidad de sustancia.

Cuestión 25

Indique, razonadamente, los productos que se obtienen en el ánodo y en el cátodo de una celda electrolítica al realizar la electrolisis de los siguientes compuestos:

- Bromuro de cinc fundido (ZnBr_2)
- Disolución acuosa de HCl.
- Cloruro de níquel fundido (NiCl_2)

Datos: $E^{\circ}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0'76 \text{ V}$; $E^{\circ}(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = +1'09 \text{ V}$; $E^{\circ}(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1'36 \text{ V}$; $E^{\circ}(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0'25 \text{ V}$.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Problema 1

Dada la siguiente reacción: $\text{As} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{NO}$

- Ajuste la reacción por el método del ion-electrón.
- Calcule el número de moléculas de NO que se pueden obtener a partir de 1'2 moles de As.

Problema 2

Cuando el óxido de manganeso(IV) reacciona con ácido clorhídrico se obtiene cloro, cloruro de manganeso(II) y agua.

- Ajuste esta reacción por el método del ion-electrón.
 - Calcule el volumen de cloro, medido a 20 °C y 700 mm de mercurio de presión, que se obtiene cuando se añade un exceso de ácido clorhídrico sobre 20 g de un mineral que contiene un 75% en peso de riqueza en dióxido de manganeso.
- Datos. $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: O = 16; Mn = 55.

Problema 3

El yodo (I_2) reacciona con el ácido nítrico diluido formando ácido yódico (HIO_3) y dióxido de nitrógeno.

- Ajuste la reacción por el método del ion-electrón.
 - Calcule los gramos de yodo y de ácido nítrico necesarios para obtener 2 litros de NO_2 (g) medidos en condiciones normales.
- Datos. Masas atómicas: H = 1; N = 14; O = 16; I = 127.

Problema 4

El I_2O_5 oxida al CO, gas muy tóxico, a dióxido de carbono en ausencia de agua, reduciéndose el a I_2 .

- Ajuste la reacción molecular por el método del ion-electrón.
 - Calcule los gramos de I_2O_5 necesarios para oxidar 10 litros de CO que se encuentran a 75 °C y 700 mm de mercurio de presión.
- Datos. $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: C = 12; O = 16; I = 127.

Problema 5

El monóxido de nitrógeno gaseoso (NO) se prepara por reacción del cobre metálico con ácido nítrico, obteniéndose, además, nitrato de cobre (II) y agua.

- Ajuste por el método del ion electrón la reacción anterior.
 - ¿Cuántos moles de ácido y que peso de cobre se necesitan para preparar 5 L de NO, medidos a 730 mm de mercurio y a la temperatura de 25°C?
- Datos. $R = 0'082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$. Masas atómicas: H = 1; N = 14; O = 16; Cu = 63'5.

Problema 6

El ácido sulfúrico reacciona con cobre para dar sulfato de cobre (II), dióxido de azufre y agua.

- Ajuste, por el método del ion electrón, la reacción molecular.
 - ¿Qué masa de sulfato de cobre (II) se puede preparar por la acción de 2 mL de ácido sulfúrico del 96 % de riqueza en peso y densidad 1,84 g/mL sobre cobre en exceso?
- Datos. Masas atómicas: H = 1; O = 16; S = 32; Cu = 63,5.

Problema 7

El ácido sulfúrico concentrado reacciona con el bromuro de potasio según la reacción:



- a) Ajuste, por el método del ion-electrón, la reacción anterior.
b) Calcule el volumen de bromo líquido (densidad 2,92 g/mL) que se obtendrá al tratar 90,1 g de bromuro de potasio con suficiente cantidad de ácido sulfúrico.
Datos. Masas atómicas: K = 39; Br = 80.

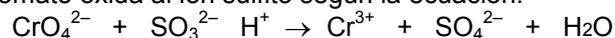
Problema 8

El ácido nítrico (HNO₃) reacciona con el sulfuro de hidrógeno (H₂S) dando azufre elemental (S), monóxido de nitrógeno (NO) y agua.

- a) Escriba y ajuste por el método del ion-electrón la reacción correspondiente.
b) Determine el volumen de H₂S, medido a 60 °C y 1 atmósfera, necesario para que reaccione con 500 mL de HNO₃ 0'2 M.
Dato: R = 0'082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹.

Problema 9

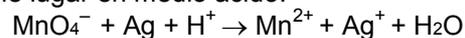
En medio ácido, el ion cromato oxida al ion sulfito según la ecuación:



- a) Ajuste la ecuación iónica por el método del ion-electrón.
b) Si 25 mL de una disolución de Na₂SO₃ reaccionan con 28'1 mL de disolución 0'088 M de K₂CrO₄, calcule la molaridad de la disolución de Na₂SO₃.

Problema 10

La siguiente reacción redox tiene lugar en medio ácido:



- a) Ajuste esta reacción por el método del ion-electrón.
b) Calcule los gramos de plata metálica que podría ser oxidada por 50 mL de una disolución acuosa de MnO₄⁻ 0'2 M.
Dato: Masa atómica, Ag = 108.

Problema 11

En una valoración, 31'25 mL de una disolución 0'1 M de Na₂C₂O₄ (oxalato de sodio) en medio ácido consumen 17'38 mL de una disolución de KMnO₄ de concentración desconocida. Sabiendo que el oxalato pasa a CO₂ y el permanganato a Mn²⁺.

- a) Ajuste la ecuación iónica por el método del ion-electrón.
b) Calcule la concentración de la disolución de KMnO₄.
Datos: Masas atómicas: O = 16; K = 39; Mn = 55.

Problema 12

a) Calcule la masa equivalente del K₂CrO₄ cuando la especie CrO₄²⁻ se reduce a Cr³⁺ en medio ácido (consulte el problema nº 9).

b) Calcule la concentración de la disolución de KMnO₄ del problema nº 11, haciendo uso del concepto de equivalente químico.

Datos: Masas moleculares: K₂CrO₄ = 294; KMnO₄ = 158; Na₂C₂O₄ = 134

Problema 13

En medio ácido, el ion permanganato se reduce a ion manganeso (II) y oxida al ion hierro (II) a ion hierro (III).

- a) Ajuste esta reacción por el método del ion-electrón.
b) Calcule el volumen de una disolución 0'2 M de permanganato potásico que reacciona con 25 mL de una disolución 2 M de cloruro de hierro (II).

Problema 14

Para conocer la riqueza de un mineral de hierro se toma una muestra de 2,5 gramos del mismo. Una vez disuelto el hierro en forma Fe^{2+} , se valora, en medio ácido sulfúrico, con una disolución de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ con lo que se consigue oxidar el Fe (II) a Fe (III), reduciéndose el dicromato a Cr (III).

- Ajuste la reacción iónica por el método del ion electrón.
 - Si en la valoración se han gastado 32 mL de disolución 1 N de dicromato de potasio, determine el porcentaje en hierro que hay en la muestra.
- Dato. Masa atómica: Fe = 56.

Problema 15

Dada la reacción:



- Ajuste la reacción anterior por el método del ion-electrón.
 - Calcule los mL de disolución 0,5 M de KMnO_4 necesarios para que reaccionen completamente con 2,4 g de FeSO_4 .
- Datos. Masas atómicas: O = 16; S = 32; Fe = 56.

Problema 16

El estaño metálico, en presencia de ácido clorhídrico, es oxidado por el dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) a cloruro de estaño (IV) reduciéndose el dicromato a Cr (III).

- Ajuste, por el método del ion-electrón, la ecuación molecular completa.
 - Calcule la riqueza en estaño de una aleación si un gramo de la misma una vez disuelta se valora, en medio ácido clorhídrico, con dicromato de potasio 0,1 M, gastándose 25 mL del mismo.
- Dato. Masa atómica: Sn = 119

Problema 17

Para cada una de las siguientes electrolisis, calcule:

- La masa de cinc metálico depositada en el cátodo al pasar por una disolución acuosa de Zn^{2+} una corriente de 1,87 amperios durante 42,5 minutos.
 - El tiempo necesario para que se depositen 0,58 g de plata tras pasar por una disolución acuosa de AgNO_3 una corriente de 1,84 amperios.
- Datos. F = 96500 C. Masas atómicas: Zn = 65,4 ; Ag = 108.

Problema 18

A través de una cuba electrolítica que contiene una disolución de nitrato de cobalto (II) pasa una corriente eléctrica durante 30 minutos, depositándose en el cátodo 5 g de cobalto.

- Calcule la intensidad de la corriente que ha circulado.
 - ¿Cuál es el número de átomos de cobalto depositados?
- Datos. Masa atómica: Co = 59; F = 96500 C.

Problema 19

- ¿Qué cantidad de electricidad es necesaria para que se deposite en el cátodo todo el oro contenido en un litro de disolución 0,1 M de cloruro de oro (III)?
- ¿Qué volumen de cloro, medido a la presión de 740 mm de mercurio y 25 °C, se desprenderá en el ánodo?

Datos: F = 96500 C; R = 0,082 atm·L·K⁻¹·mol⁻¹; Masas atómicas: Cl = 35,5; Au = 197

Problema 20

Se desea conocer la cantidad de electricidad que atraviesa dos cubas electrolíticas conectadas en serie, que contienen disoluciones acuosas de nitrato de plata, la primera, y de sulfato de hierro (II), la segunda. Para ello se sabe que en el cátodo de la primera se han depositado 0'810 g de plata.

a) Calcule la cantidad de electricidad que ha atravesado las cubas y la cantidad de hierro depositada en el cátodo de la segunda cuba.

b) Indique alguna aplicación de la electrolisis.

Datos: $F = 96500 \text{ C}$. Masas atómicas: $\text{Fe} = 56$; $\text{Ag} = 108$.

Problema 21

Se hace pasar una corriente eléctrica de 2'5 A durante 2 horas a través de una celda electrolítica que contiene una disolución de $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$.

a) ¿Cuántos gramos de níquel metálico se depositaran en el cátodo?

b) ¿Cuántos moles de electrones se han necesitado?

Datos: $F = 96500 \text{ C}$. Masa atómica: $\text{Ni} = 58'7$

Problema 22

A través de un litro de disolución 0'1 M de nitrato de plata se hace pasar una corriente de 0'15 A durante 6 horas.

a) Determine la masa de plata depositada en el cátodo.

b) Calcule la molaridad del ion plata una vez finalizada la electrolisis, suponiendo que se mantiene el volumen inicial de la disolución.

Datos: $F = 96500 \text{ C}$. Masas atómicas: $\text{N} = 14$; $\text{Ag} = 108$.

Problema 23

Una muestra de un metal se disuelve en ácido clorhídrico y se realiza la electrolisis de la disolución. Cuando han pasado por la célula electrolítica 3215 C, se encuentra que en el cátodo se han depositado 1'74 g de metal. Calcule:

a) La carga del ion metálico.

b) El volumen de cloro desprendido medido en condiciones normales.

Datos: $F = 96500 \text{ C}$. Masa atómica del metal = 157'2.

Problema 24

El principal método de obtención del aluminio comercial es la electrolisis de las sales de Al^{3+} fundidas.

a) ¿Cuántos culombios deben pasar a través del fundido para depositar 1kg de aluminio?

b) Si una célula electrolítica industrial de aluminio opera con una intensidad de corriente de 40000 A. ¿Cuánto tiempo será necesario para producir 1 kg de aluminio?

Datos: $F = 96500 \text{ C}$. Masa atómica: $\text{Al} = 27$.

Problema 25

Dos cubas electrolíticas, conectadas en serie, contienen una disolución acuosa de AgNO_3 , la primera, y una disolución acuosa de H_2SO_4 , la segunda. Al pasar cierta cantidad de electricidad por las dos cubas se han obtenido, en la primera, 0'090 g de plata. Calcule:

a) La cantidad de electricidad que pasa por las cubas.

b) El volumen de H_2 , medido en condiciones normales, que se obtiene en la segunda cuba.

Datos: $F = 96500 \text{ C}$. Masas atómicas: $\text{H} = 1$; $\text{Ag} = 108$.