

OPCIÓN DE EXAMEN Nº 2

1. [2 PUNTOS] En medio ácido, el ión permanganato (MnO_4^-) se utiliza como agente oxidante fuerte. Contesta razonadamente a las siguientes preguntas y ajusta las reacciones iónicas que se puedan producir, indicando el oxidante y el reductor en cada caso.

- a) ¿Reaccionará con Fe (s) ?
- b) ¿Reaccionará con H_2O_2 ?

DATOS: $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1,51\text{V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44\text{V}$; $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = +0,70\text{V}$

2. [2 PUNTOS] Dado tres elementos del Sistema Periódico: A, B, y C de números atómicos 8, 16 y 19 respectivamente.

- a) Escribe sus configuraciones electrónicas en estado fundamental.
- b) Razona que elemento de los tres tendrá su primer potencial de ionización mayor.
- c) Indica y razona, el tipo de enlace que se forma entre los elementos A y B.
- d) Indica y razona, el tipo de enlace que se forma entre los elementos A y C.

3. [2 PUNTOS] El óxido de calcio se produce por descomposición de carbonato de calcio.



- a) Determina la cantidad de calor que se necesita emplear para producir 7000 Kg de óxido de calcio, a partir de carbonato de calcio, si el rendimiento de la reacción de descomposición es del 100%.
- b) Razona con los datos que dispones, por qué la piedra caliza (carbonato cálcico) es estable a temperatura ambiente y no se descompone espontáneamente a óxido de calcio a dicha temperatura. ¿Podrías calcular a que temperatura se descompone espontáneamente? ¿que necesitarías saber?

DATOS: Peso Molecular (CaO) = 56,0

ΔH° formación (CaCO_3) = $-1209,6 \text{ KJ/mol}$;

ΔH° formación (CaO) = $-635,1 \text{ KJ/mol}$;

ΔH° formación (CO_2) = $-393,3 \text{ KJ/mol}$.

4. [2 PUNTOS] El hidróxido magnésico es insoluble, su producto de solubilidad vale $8,9 \cdot 10^{-12}$.

- a) Calcula la máxima cantidad de moles del hidróxido que podré disolver en un litro.
- b) Calcula el pH de una disolución saturada de hidróxido magnésico.
- c) Indica y razona algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.
- d) Razona si la adición de una sal soluble de magnesio disminuirá la solubilidad.

5. [2 PUNTOS] La siguiente fórmula molecular, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, corresponde a varios compuestos orgánicos isómeros.

- a) Escribe la fórmula desarrollada de dos isómeros con grupos funcionales diferentes.
- b) Nombra dichos compuestos.
- c) Escribe la fórmula desarrollada de algún isómero óptico con fórmula molecular $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$

1,- (2 p) En medio ácido, el ion permanganato (MnO_4^-) se utiliza como agente oxidante fuerte. Contesta razonadamente a las siguientes preguntas y ajusta las reacciones iónicas que se puedan producir, indicando el oxidante y el reductor en cada caso

DATOS: $E^\circ (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2}) = +1,51 \text{ V}$ $E^\circ (\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ $E^\circ (\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = +0,70 \text{ V}$

a) ¿Reaccionará con Fe (s)

Sí que reaccionará ya que $E^\circ (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2}) > E^\circ (\text{Fe}^{+2}/\text{Fe})$

Reducción: $(\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O}) \times 2$

Oxidación: $(\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+2} + 2 \text{e}^-) \times 5$

Reacción global: $2 \underbrace{\text{MnO}_4^-}_{\text{oxidante}} + 16 \text{H}^+ + 5 \underbrace{\text{Fe}}_{\text{reductor}} \rightarrow 2 \text{Mn}^{+2} + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Fe}^{+2}$

b) ¿Reaccionará con H_2O_2 ?

Sí que reaccionará ya que $E^\circ (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{+2}) > E^\circ (\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2)$

Reducción: $(\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2} + 4 \text{H}_2\text{O}) \times 2$

Oxidación: $(\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-) \times 5$

Reacción global: $2 \underbrace{\text{MnO}_4^-}_{\text{oxidante}} + 6 \text{H}^+ + 5 \underbrace{\text{H}_2\text{O}_2}_{\text{reductor}} \rightarrow 2 \text{Mn}^{+2} + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{O}_2$

2.- (2 p) Dados tres elementos de la Tabla Periódica: A, B y C de números atómicos 8, 16 y 19, respectivamente.

a) Escribe sus configuraciones electrónicas en estado fundamental

A (Z = 8): $1s^2 2s^2 2p^4$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Período: } 2^\circ \\ \text{Grupo: } 16 \text{ ó Anfígenos } (ns^2 np^4) \\ \text{No – metal (electrón diferenciante en subnivel p incompleto)} \end{array} \right.$

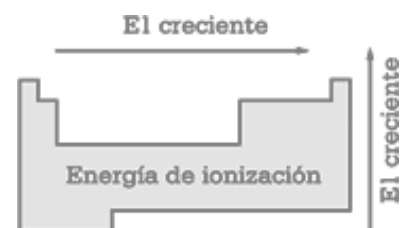
B (Z = 16): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Período: } 3^\circ \\ \text{Grupo: } 16 \text{ ó Anfígenos } (ns^2 np^4) \\ \text{No – metal (electrón diferenciante en subnivel p incompleto)} \end{array} \right.$

C (Z = 19): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Período: } 4^\circ \\ \text{Grupo: } 1 \text{ ó Alcalinos } (ns^1) \\ \text{Metal (electrón diferenciante en subnivel s)} \end{array} \right.$

b) Razona qué elemento de los tres tendrá su primera energía de ionización mayor

La energía de ionización es la energía mínima que hay que suministrar para arrancar un mol de electrones a un mol de átomos, cuando el elemento se encuentra en estado gaseoso y configuración fundamental (mínima energía).

- Los elementos de mayor energía de ionización son los gases nobles.
- Dentro de cada periodo la energía de ionización aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha (sentido en el que aumenta la carga nuclear efectiva debido al aumento de Z).
- Dentro de cada grupo la energía de ionización disminuye a medida que descendemos en el mismo (sentido en el que disminuye la carga nuclear efectiva debido al aumento del efecto pantalla de los electrones externos).



Por lo tanto: **A > B > C**

c) Indica y razona, el tipo de enlace que se formará entre los átomos A y B

A y B son dos no-metales, por lo que formarán un enlace covalente. Como ambos elementos presentan, por su configuración electrónica, covalencia 2 (tienen 2 e⁻ desapareados en estado fundamental) la estequiometría el compuesto será AB.

d) Indica y razona, el tipo de enlace que se formará entre los átomos A y C

A es un-metal y C es un metal, por lo que formarán un enlace iónico. El elemento A presenta, debido a su configuración electrónica, una valencia iónica -2; mientras el elemento C presenta una valencia iónica +1, por lo que la estequiometría del compuesto será, C₂A.

3.- (2 p) El óxido de calcio se produce por la descomposición del carbonato de calcio:



DATOS: Masa molar del CaO = 56 g $\Delta H_f^\circ (\text{CaCO}_3) = -1209,6 \text{ kJ/mol}$
 $\Delta H_f^\circ (\text{CaO}) = -635,1 \text{ kJ/mol};$ $\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2) = -393,3 \text{ kJ/mol}$

a) Determina la cantidad de calor que se necesita emplear para producir 7000 kg de óxido de calcio, a partir de carbonato de calcio, si el rendimiento de la reacción de descomposición es del 100%.

Vamos a calcular la variación de entalpía de esta reacción:

$$\Delta H = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^\circ)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^\circ)_r = (\Delta H_f^\circ)_{\text{CO}_2 (\text{g})} + (\Delta H_f^\circ)_{\text{CaO} (\text{s})} - (\Delta H_f^\circ)_{\text{CaCO}_3 (\text{s})}$$
$$\Delta H = (-393,3) + (-635,1) - (-1209,6) = 181,2 \text{ kJ/mol}$$

De modo que la energía que se necesita para formar 7000 kg de CaO es:

$$\Delta H = 181,2 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{56 \text{ g}} \cdot 7 \cdot 10^6 \text{ g} = 2,265 \cdot 10^7 \text{ kJ}$$

b) Razona con los datos que dispones, por qué la piedra caliza (carbonato de calcio) es estable a temperatura ambiente y no se descompone espontáneamente a óxido de calcio a dicha temperatura. ¿Podrías calcular a qué temperatura se descompone espontáneamente? ¿Qué necesitarías saber?

Una reacción química es espontánea cuando la variación de la energía libre de Gibbs del proceso es negativa:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$$

En esta reacción $\Delta H > 0$ (apartado a) y $\Delta S > 0$ (ya que se produce un aumento de moles gaseosos), por lo que la reacción será espontánea a temperaturas suficientemente altas, tales que:

$$T \cdot \Delta S > \Delta H$$

A temperatura ambiente no se descompone la caliza ya que la temperatura no es lo suficientemente alta, por eso es estable.

No podemos determinar cuantitativamente a partir de que temperatura se descompone espontáneamente la caliza, ya que no disponemos de los valores numéricos de las entropías estándar.

4.- (2 p) El hidróxido de magnesio es insoluble, su producto de solubilidad es $8,9 \cdot 10^{-12}$

a) Calcula la máxima cantidad de hidróxido de magnesio que podré disolver en un litro

	$Mg(OH)_2 (s)$	\rightleftharpoons	$Mg^{+2} (ac)$	+	$2 OH^- (ac)$
Conc. Inicial (mol/L)	a		--		--
Reacción (mol/L)	-s		s		2s
Conc. Equilibrio (mol/L)	a - s		s		2s

$$K_{ps} = [Mg^{+2}] \cdot [OH^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8,9 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

b) Calcula el pH de una disolución saturada de hidróxido de magnesio

$$pOH = -\log [OH^-] \\ = -\log 2s = -\log (2 \cdot 1,3 \cdot 10^{-4}) = 3,6 \Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 3,6 = 10,4$$

c) Indica y razona algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido de magnesio

Adicionando un ácido (o disminuyendo el pH). Los protones liberados por el ácido reaccionan con los iones OH^- , formándose agua, esto produce una disminución de la concentración de iones hidróxido en la disolución y el consiguiente desplazamiento del equilibrio hacia la derecha.

Adicionando una sal de amonio. Los iones amonio, NH_4^+ , liberados por la sal reaccionan con los iones OH^- , formándose amoniaco y agua, esto produce una disminución de la concentración de iones hidróxido en la disolución y el consiguiente desplazamiento del equilibrio hacia la derecha.

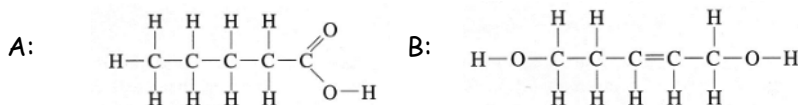
d) Razona si la adición de una sal soluble de magnesio disminuirá la solubilidad

Disminuye la solubilidad. La adición de una sal de magnesio produce un aumento de la concentración de iones Mg^{+2} , lo que produce un desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda (efecto del ion común).

5.- (2 p) La siguiente fórmula molecular, $C_5H_{10}O_2$, corresponde a varios compuestos orgánicos isómeros.

a) Escribe la fórmula desarrollada de dos isómeros con grupos funcionales diferentes

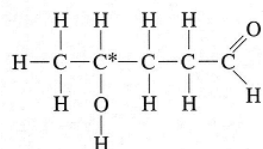
Un ejemplo podría ser:



b) Nombra dichos compuestos

A: Ácido pentanoico B: 2-penten-1,5-diol

c) Escribe la fórmula desarrollada de algún isómero óptico con dicha fórmula molecular



El carbono marcado con asterisco es asimétrico.