



QUÍMICA
JULIO 2020
OPCIÓN A

Ejercicio 1. (Calificación máxima: 2 puntos)

Considere los elementos aluminio y magnesio.

- Escriba la configuración electrónica de cada elemento.
- Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico.
- Explique si la segunda energía de ionización del aluminio es mayor, igual o menor que la primera.
- Sabiendo que la primera energía de ionización del magnesio es $738,1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, razone si es posible ionizar un mol de átomos de magnesio gaseosos con una energía de 500 kJ.

Solución:

- Al ($z=13$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
Mg ($z=12$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- El radio atómico es la distancia que existe entre el núcleo y el electrón más externo de un átomo. En el caso del Al y del Mg, ambos elementos tienen el electrón más externo en el mismo nivel energético, pero el Al tiene mayor número de protones y de electrones haciendo que éstos se atraigan con una mayor fuerza y hagan que el Al sea más pequeño, por lo que el elemento con mayor radio atómico es el magnesio.
- La energía de ionización es la energía que hay que suministrar a un átomo en estado gaseoso para quitarle el electrón más externo. Cada vez que se le extrae un electrón a un átomo, este se hace más pequeño ya que la carga nuclear es mayor que la electrónica y el núcleo atrae con mayor fuerza a los electrones, por lo que cada vez la energía de ionización será mayor.
- No será posible ionizar un mol de magnesio con los 500kJ ya que para poder ionizarlo la energía debería ser igual o superior a la energía de ionización (738,1 kJ).

Ejercicio 2. (Calificación máxima: 2 puntos)

Justifique si el pH de las siguientes disoluciones acuosas es ácido, básico o neutro. Escriba las reacciones correspondientes y realice cálculos sólo cuando lo considere necesario.

- 100 mL de ácido acético 0,2 M + 200 mL de hidróxido de sodio 0,1 M.
- Amoniaco.
- 100 mL de ácido clorhídrico 0,2 M + 150 mL de hidróxido de sodio 0,2 M.
- Hipobromito de sodio.

Datos. K_a (ácido acético) = $1,8 \times 10^{-5}$; K_a (ácido hipobromoso) = $2,3 \times 10^{-9}$; K_b (amoniaco) = $1,8 \times 10^{-5}$.

Solución:

- $M_{ac} \cdot V_{ac} \cdot n_H = M_b \cdot V_b \cdot n_{OH} \rightarrow 0,1 \cdot 0,2 \cdot 1 = 0,2 \cdot 0,1 \cdot 1 \rightarrow$ Se neutraliza todo, por lo que no hay mayor cantidad de ninguno de los dos y el pH será el que resulta de las reacciones de hidrólisis. El Na^+ no puede hidrolizarse al provenir de una base débil pero el acetato sí, dando la reacción:
 $\text{CH}_3\text{-COO}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{-COOH} + \text{OH}^-$ dando lugar a un pH básico.



- b) El amoníaco es una base débil cuya reacción con el agua es:
 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- c) $M_{ac} \cdot V_{ac} \cdot n_H = M_b \cdot V_b \cdot n_{OH}$; $0,1 \cdot 0,2 \cdot 1 \neq 0,15 \cdot 0,2 \cdot 1 \rightarrow$ En este caso no se neutraliza todo y hay más cantidad de base que de ácido por lo que el pH de la disolución será básico.
 $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- d) El hipobromito de sodio es una sal formada por bromito (que viene del ácido hipobromoso que es un ácido débil y sí sufre hidrólisis) y por ion sodio (que proviene de una base fuerte y no sufre hidrólisis)
 $\text{NaBrO} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{BrO}^-$
 $\text{BrO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBrO} + \text{OH}^-$ dando lugar a un pH básico.

Ejercicio 3. (Calificación máxima: 2 puntos)

Formule las reacciones propuestas, indique de qué tipo son y nombre los productos orgánicos obtenidos:

- a) But-2-eno + H_2 / catalizador $\rightarrow$
- b) Pentan-1-ol + KMnO_4 (oxidante fuerte) $\rightarrow$
- c) 2-clorobutano + hidróxido de sodio (medio acuoso) $\rightarrow$
- d) Ácido propanoico + metanol (medio ácido) $\rightarrow$

Solución:

- a) $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (Butano) ADICIÓN.
- b) $\text{CH}_2\text{OH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{COOH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (Ácido pentanoico) OXIDACIÓN.
- c) $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaCl}$ (Pentan-2-ol) SUSTITUCIÓN.
- d) $\text{COOH-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (Propanoato de metilo) ESTERIFICACIÓN.

Ejercicio 4. (Calificación máxima: 2 puntos)

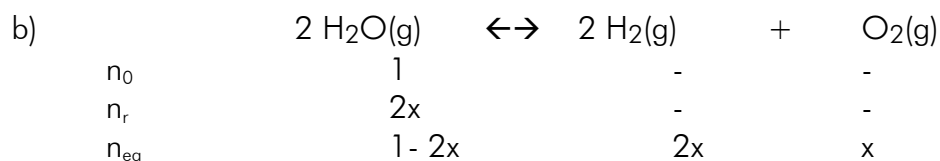
A 2600 K se introduce 1 mol de agua en un recipiente vacío de 100 L, alcanzándose el siguiente equilibrio: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$, con $K_p = 4,2 \times 10^{-5}$.

- a) Calcule K_c .
- b) Calcule el número de moles de O_2 en el equilibrio.
- c) Justifique cómo se modifica el equilibrio al aumentar la presión total por disminución de volumen.

Dato. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

a) $K_c = K_p(RT)^{-n} = 4,2 \times 10^{-5} (0,082 \cdot 2600)^{-(3-2)} = 1,97 \cdot 10^{-7}$



$$K_p = \frac{P_{\text{O}_2} \cdot (P_{\text{H}_2})^2}{(P_{\text{H}_2\text{O}})^2}; P_{\text{parcial}} = \chi \cdot P_{\text{Total}}; P \cdot V = R \cdot n \cdot T$$



$$Kp = \frac{\chi_{O_2} \cdot \chi_{H_2}^2 \cdot P_T^3}{\chi_{H_2O}^2 \cdot P_T^2} = \frac{n_{O_2} \cdot n_{H_2}^2 \cdot R \cdot T}{n_{H_2O}^2 \cdot V}$$

$$4,2 \cdot 10^{-5} = \frac{4x^3 \cdot 0,082 \cdot 2600}{(1-2x)^2 \cdot 100} ; \text{ Como la constante de equilibrio es}$$

muy pequeña se puede asumir que $1-2x$ es aproximadamente 1.

$$x = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ mol de } O_2.$$

c) Según el principio de Le Chatelier que dice que cuando se modifica algún parámetro en un estado de equilibrio, este se desplaza en cierta dirección (hacia los reactivos o hacia los productos) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio, si se aumenta la presión total, disminuye el volumen, luego el equilibrio se desplazará hacia donde haya menor número de moles gaseosos. En este caso, hacia los reactivos.

Ejercicio 5. (Calificación máxima: 2 puntos)

Responda las siguientes cuestiones:

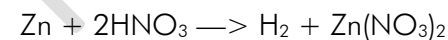
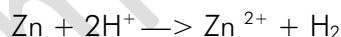
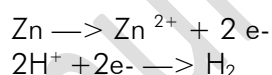
- a) Se construye una pila galvánica con los electrodos Zn^{2+}/Zn y Fe^{2+}/Fe . Escriba las semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo y calcule el potencial.
- b) Se tratan 317,5 g de zinc, de 90% de riqueza en masa, con una disolución de ácido nítrico diluido. Ajuste la reacción y calcule los litros de hidrógeno que se obtienen a 25°C y 1 atm, si el rendimiento es del 80%.

Datos. $E^0(V)$: $Zn^{2+}/Zn = -0,76$, $Fe^{2+}/Fe = -0,44$. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot K^{-1}$. Masa atómica: $Zn = 65,4$.

Solución:

- a) Ánodo: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ $E^0 = 0,76V$
 Cátodo: $Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe$ $E^0 = -0,44V$
 $E_T = 0,76 - 0,44 = 0,32V$

- b) $Zn + HNO_3 \rightarrow H_2 + Zn(NO_3)_2$



$$317,5 \cdot 0,9 = 285,75 \text{ g de Zn ;}$$

$$n = m/Mm ; n_{Zn} = 285,75 / 65,4 = 4,37 \text{ mol de Zn}$$

$$n_{Zn} = n_{H_2} = 4,37 \text{ mol de } H_2$$

$$P \cdot V = RnT ; V = RnT/P ; V = 0,082 \cdot 4,37 \cdot 298/1 = 106,76L$$

Como el rendimiento es del 80%:

$$V_{H_2} = 106,76 \cdot 0,8 = 85,43 \text{ L de } H_2 \text{ obtenidos}$$



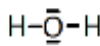
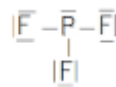
OPCIÓN B

Ejercicio 1. (Calificación máxima: 2 puntos)

Para las moléculas H_2O y PF_3 .

- Justifique el número de pares de electrones enlazantes y los pares libres del átomo central.
- Indique la hibridación que presenta el átomo central y su geometría.
- Explique su polaridad.
- Indique el tipo de fuerzas intermoleculares.

Solución:

- H_2O : Como se puede ver en la estructura de Lewis, el oxígeno tiene dos pares de electrones enlazantes (forman enlaces covalentes) y dos pares de electrones libres que no forman parte de ningún enlace. 
 PF_3 : Como se puede ver en la estructura de Lewis, el fósforo tiene 3 pares de electrones enlazantes que forman parte de los enlaces covalentes y un par libre que no forma parte de ningún enlace. 
- En ambas moléculas la hibridación del átomo central es sp^3 ya que ambas moléculas tienen todos los enlaces de tipo sigma y ningún orbital p vacío. Por el número de pares enlazantes y libres, el agua tiene una geometría angular y el fluoruro de fósforo, piramidal triangular.
- El enlace H-O y P-F son enlaces polares y dada la geometría de las moléculas, los vectores de polaridad no se anulan por lo que los momentos dipolares son distintos de 0 haciendo que las moléculas sean polares.
- El agua al estar formada por la unión de H con uno de los tres elementos más electronegativos de la tabla periódica, tiene fuerzas intermoleculares de tipo puente de hidrógeno. El fluoruro de fósforo es una molécula covalente polar pero no está formada por el tipo de enlace del agua, por lo que tienen fuerzas intermoleculares

Ejercicio 2. (Calificación máxima: 2 puntos)

Formule y nombre los reactivos y todos los productos orgánicos de las siguientes reacciones:

- Deshidratación de pentan-2-ol con ácido sulfúrico y calor.
- Reducción de propanona.
- $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow$
- $\text{CH}_3\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

Solución:

- $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 (\text{H}_2\text{SO}_4) \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$ (mayoritario, pent-2-eno) + $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (minoritario, pent-1-eno)
- $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ (red) $\rightarrow \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ (propan-2-ol)
- $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3 + \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COO-CH(CH}_3\text{)-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (propan-2-ol + ácido etanoico $\rightarrow$ etanoato de isopropilo)
- $\text{CH}_3\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CCl(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$ (mayoritario) + $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$ (Minoritario) (3-metil-pent-2-eno $\rightarrow$ 3-cloro- 3-metil-pentano + 2-cloro-3-metil-pentano)

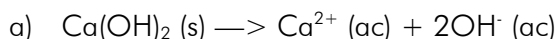


Ejercicio 3. (Calificación máxima: 2 puntos)

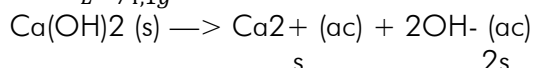
Una disolución saturada de hidróxido de calcio presenta una solubilidad de $0,96 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

- Formule el equilibrio de solubilidad, indicando el estado de cada especie.
- Calcule el producto de solubilidad del hidróxido de calcio.
- Calcule el pH de la disolución.
- ¿Cómo afecta a la solubilidad del hidróxido de calcio un aumento de pH? Datos. Masas atómicas: H = 1,0; O = 16,0; Ca = 40,1.

Solución:



b) $s = 0,96 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{74,1 \text{ g}} = 0,013 \text{ mol/L}$;



$$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 8,79 \cdot 10^{-6}$$

- c) Al ser una base fuerte, se disocia completamente y no forma equilibrio químico, por lo que $[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 2 \cdot [\text{OH}^-]$.

$$p\text{OH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[2 \cdot 0,013] = 1,58$$

$$p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 1,58 = 12,42$$

- d) Si aumenta el pH la concentración de $[\text{OH}^-]$ aumenta por lo que según el principio de Le Chatelier que dice que cuando se modifica algún parámetro en un estado de equilibrio, este se desplaza en cierta dirección (hacia los reactivos o hacia los productos) hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio, al aumentar la $[\text{OH}^-]$ el equilibrio se desplaza hacia el lado contrario para contrarrestar dicho aumento, es decir, hacia los reactivos. Al desplazarse hacia los reactivos disminuye la solubilidad del hidróxido.

Ejercicio 4. (Calificación máxima: 2 puntos)

Se hace reaccionar una disolución de cloruro de sodio con permanganato de potasio en medio ácido sulfúrico obteniéndose sulfato de manganeso (II), cloro, sulfato de potasio, sulfato de sodio y agua.

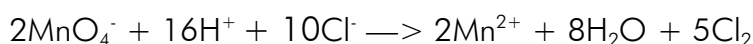
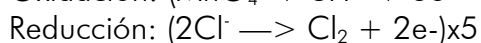
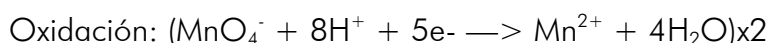
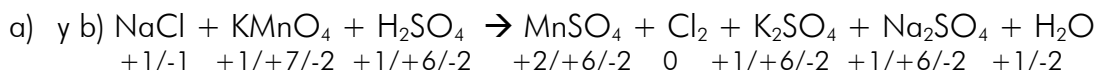
Ajuste por el método del ion-electrón las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar, e indique las especies que actúan como oxidante y como reductora.

Ajuste las reacciones iónica y molecular global.

Calcule la masa, en kg, de cloruro de sodio necesaria para obtener 1 m^3 de cloro, medido a 750 mm de Hg y 30°C , sabiendo que el rendimiento de la reacción es del 80%.

Datos. Masas atómicas: Na = 23,0; Cl = 35,5. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Solución:





c) $750 \text{ mmHg} = 0,98 \text{ atm}$; $30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$

$$P \cdot V = R \cdot n \cdot T ; n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,98 \cdot 1000}{0,082 \cdot 303} = 39,44 \text{ mol de } \text{Cl}_2 \text{ al}$$

$$80\%, \text{ al } 100\% \quad 39,44 \text{ mol} \cdot \frac{100}{80} = 49,3 \text{ mol de } \text{Cl}_2$$

$$\frac{5 \text{ mol Cl}_2}{10 \text{ mol NaCl}} = \frac{49,3 \text{ mol Cl}_2}{x \text{ mol NaCl}} ; x = 98,6 \text{ mol de NaCl}$$

$$m = n \cdot M_m = 98,6 \cdot 58,5 = 5768,1 \text{ g} = 5,77 \text{ Kg de NaCl.}$$

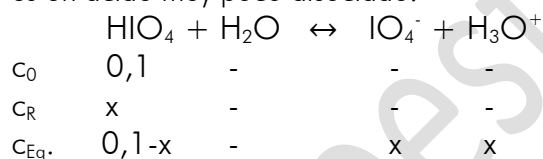
Ejercicio 5. (Calificación máxima: 2 puntos)

Se tiene una disolución de ácido peryódico $0,10 \text{ M}$. Dato. K_a (ácido peryódico) = $2,3 \times 10^{-2}$

- Calcule el pH de la disolución.
- Determine el volumen de la disolución del enunciado necesario para preparar 250 mL de disolución de ácido peryódico $0,02 \text{ M}$.
- A 200 mL de la disolución del enunciado se le añaden 125 mL de hidróxido de sodio $0,16 \text{ M}$. Justifique si el pH resultante es ácido, básico o neutro.

Solución:

- Este ejercicio de ácido base lo haremos con x y no con α ya que no es un ácido muy poco disociado.



$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{IO}_4^-]}{[\text{HIO}_4]} \rightarrow 2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{x \cdot x}{0,1-x} \rightarrow x = 0,038 \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(0,038) = 1,42$$

$$\text{b) } M = \frac{n}{V} \rightarrow n = M \cdot V = 0,02 \cdot 0,25 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M = \frac{n}{V} \rightarrow V = \frac{n}{M} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,1 \text{ M}} = 0,05 \text{ L} = 50 \text{ mL}$$

$$\text{c) } M_{ac} \cdot V_{ac} \cdot n^0 \text{H}^+ = M_b \cdot V_b \cdot n^0 \text{OH}^- ;$$

$$0,1 \cdot 0,2 \cdot 1 = 0,16 \cdot 0,125 \cdot 1 \rightarrow 0,02 = 0,02$$

Como todo el ácido reacciona con toda la base, el pH lo dará la hidrólisis de la sal.

La sal formada es NaIO_4 que se disocia con el agua dando: $\text{NaIO}_4 (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ + \text{IO}_4^-$ donde el Na^+ no sufre hidrólisis al venir de una base fuerte pero el IO_4^- sí ya que viene de un ácido débil, dando la reacción: $\text{IO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HIO}_4 + \text{OH}^-$ lo que hace que la mezcla tenga un Ph básico.