

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA. SEPTIEMBRE 2019

OPCIÓN A

1. Dados los elementos **A**, **B** y **C**, con las siguientes configuraciones electrónicas:

A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ **B:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ **C:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

I) Indique su nombre y símbolo atómico, y el grupo y periodo en que se encuentran. (1 punto)

Los elementos son:

Elemento **A:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ es el **fósforo (P)**. Se encuentra en el tercer período, grupo 15

Elemento **B:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ es el **calcio (Ca)**. Se encuentra en el cuarto período, grupo 2

Elemento **C:** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ es el **cloro (Cl)**. Se encuentra en el tercer período, grupo 17

II) Explique brevemente cuál de ellos tendrá:

a) Mayor afinidad electrónica. (0,25 puntos)

Tendrá mayor afinidad electrónica el **Cl**, porque es el que está situado más hacia la derecha en la tabla periódica. Tiene tendencia a captar un electrón para alcanzar la configuración electrónica de gas noble.

b) Mayor carácter metálico. (0,25 puntos)

Tendrá mayor carácter metálico el **Ca**, porque está situado en la parte izquierda del sistema periódico. Tiene baja afinidad electrónica, baja energía de ionización y baja electronegatividad.

c) Tendencia a perder o ganar tres electrones. (0,25 puntos)

El **P**, por su configuración electrónica, tiene tendencia a perder los 3 electrones de la subcapa 3p, o a ganar 3 electrones para alcanzar la configuración electrónica de gas noble.

d) Menor radio atómico. (0,25 puntos)

Tendrá menor radio atómico el **Cl**, porque es el que está situado más hacia la derecha y hacia arriba en el sistema periódico. El radio atómico disminuye hacia arriba en un grupo porque hay menos niveles electrónicos, y disminuye hacia la derecha en un periodo porque aumenta la carga nuclear efectiva.

2. Calcule el pH de las siguientes disoluciones:

a) Disolución acuosa de NaOH 0,5 M. (0,5 puntos)

Como se trata de una base fuerte, se halla totalmente dissociada en disolución:



Por tanto, la concentración de OH^- será igual a la concentración de NaOH

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0,5) = 0,3$$

$$\text{pH} = 14 - 0,3 = \mathbf{13,7}$$

b) Disolución formada al mezclar 200 mL de una disolución de HCl 0,2 M y 100 mL de una disolución de NaOH 0,5 M. Considere los volúmenes aditivos. (1,5 puntos)

Se trata de una reacción de neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte



Veamos los moles de NaOH contenidos en 100 mL de la disolución 0,5 M: si la disolución contiene 0,5 moles de NaOH por cada litro, en 0,1 L habrá 0,05 moles de NaOH.

Veamos los moles de HCl contenidos en 200 mL de la disolución 0,2 M: Si la disolución contiene 0,2 moles de HCl por cada litro, en 0,2 habrá 0,04 moles de HCl.

Como la neutralización ocurre mol a mol, quedarán 0,01 moles de NaOH sin neutralizar, en un volumen de 0,3 L. Esos moles de NaOH estarán completamente disociados:



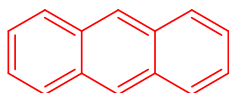
Por tanto, la $[\text{OH}^-]$ será $0,01/0,3 = 0,0333\ldots$ M

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (0,0333\ldots) = 1,47$$

$$\text{pH} = 14 - 1,47 = \mathbf{12,53}$$

3. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 punto)

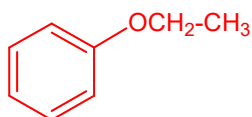
a) Antraceno:



b) Ciclohexino:



c) Etil fenil éter:



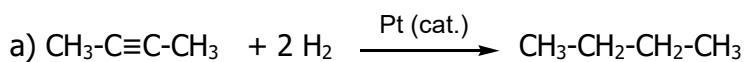
d) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$:

propanal / propionaldehído / aldehído propiónico

e) $\text{H-COO-CH}_2\text{-CH}_3$:

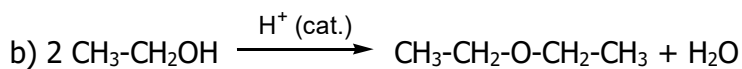
formiato de etilo / metanoato de etilo

II) Indique el tipo de reacción orgánica que ha tenido lugar: (1 punto)

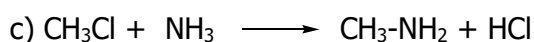


Reacción de adición

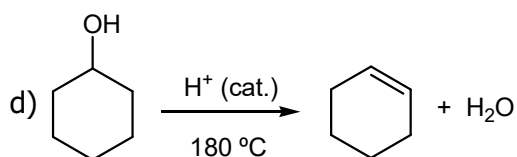
(o hidrogenación, o reducción)



Reacción de condensación



Reacción de sustitución



Reacción de eliminación (o de deshidratación)

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA. SEPTIEMBRE 2019

4. En un recipiente cerrado de 400 mL en el que se ha hecho vacío, se introducen 2,032 g de I_2 y 1,280 g de Br_2 y se calienta hasta 150 °C, alcanzándose el siguiente equilibrio: $Br_2 (g) + I_2 (g) \rightleftharpoons 2 IBr (g)$

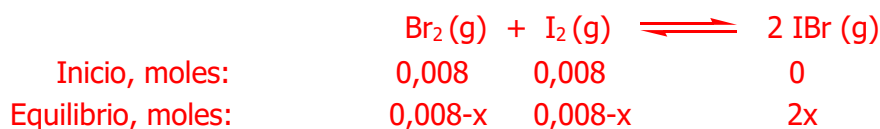
a) Calcule la presión total en el equilibrio. (0,8 puntos)

Calculamos los moles iniciales de I_2 y Br_2 :

Moles iniciales de I_2 : $2,032 / 254 = 0,008$ moles

Moles iniciales de Br_2 : $1,280 / 160 = 0,008$ moles

Planteamos el equilibrio:



Los moles totales (n_T) en el equilibrio son: $0,016-2x+2x = 0,016$ moles

La presión total la podemos calcular con la ecuación de los gases ideales:

$$P_T V = n_T R T \quad P_T \cdot 0,4 = 0,016 \cdot 0,082 \cdot 423 \quad P_T = \mathbf{1,39 \text{ atm}}$$

- b) Si en el equilibrio hay $1,43 \cdot 10^{-2}$ moles de IBr , calcule la concentración molar de cada una de las especies en el equilibrio y los valores de K_c y K_p a 150 °C (1,2 puntos)

Datos: Masas atómicas: $Br=80$; $I=127$ ($g \cdot mol^{-1}$). $R=0,082 \text{ atm} \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

Como me dicen que en el equilibrio hay $1,43 \cdot 10^{-2}$ moles de IBr , puedo sacar el valor de x

$$2x = 1,43 \cdot 10^{-2} \quad x = 7,15 \cdot 10^{-3}$$

Las concentraciones en el equilibrio serán los moles divididos entre el volumen (0,4 L):

$$[IBr]: 1,43 \cdot 10^{-2} / 0,4 = \mathbf{3,575 \cdot 10^{-2} \text{ M}}$$

$$[I_2] = [Br_2] = (8 \cdot 10^{-3} - 7,15 \cdot 10^{-3}) / 0,4 = \mathbf{2,125 \cdot 10^{-3} \text{ M}}$$

Y sabiendo las concentraciones en el equilibrio puedo calcular el valor de K_c :

$$K_c = \frac{[IBr]^2}{[Br_2][I_2]} = \frac{(0,03575)^2}{(2,125 \cdot 10^{-3})^2} = \mathbf{283}$$

$$K_p = K_c (R T)^{\Delta n} \quad K_p = 283 \cdot (0,082 \cdot 423)^0 \quad \mathbf{K_p = 283}$$

5. Dada la reacción de oxidación-reducción: $\text{I}_2 + \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \longrightarrow \text{NaI} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

a) Explique cuál es el agente oxidante y cuál el agente reductor. (0,5 puntos)

El agente oxidante es el I_2 , que se reduce a I^- , oxidando el SO_3^{2-} a SO_4^{2-} .

El agente reductor es el SO_3^{2-} que se oxida a SO_4^{2-} , reduciendo el I_2 a I^- .

b) Ajuste la reacción mediante el método del ion-electrón. (1,5 puntos)

Semirreacción de reducción: $\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-$

Semirreacción de oxidación: $\text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^-$ (en medio básico)

Como el número de electrones intercambiados en las dos semirreacciones es el mismo, podemos sumarlas directamente:



Ponemos en forma molecular:



Comprobamos que hay el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:



Si no nos damos cuenta de que la reacción es en medio básico, habríamos hecho lo siguiente:

Semirreacción de reducción: $\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-$

Semirreacción de oxidación: $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^-$

Suma:



Al querer ponerla en forma molecular nos damos cuenta de que estábamos en medio básico. Entonces sumamos 2OH^- a ambos lados de la reacción, para eliminar el medio ácido, y se va una molécula de H_2O a cada lado de la reacción, quedando la reacción como en el método anterior:

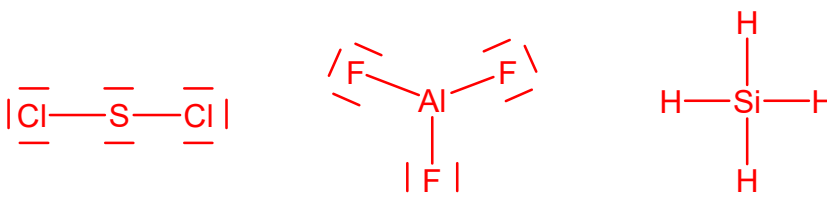


EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA. SEPTIEMBRE 2019

OPCIÓN B

1. Para cada una de las siguientes moléculas: SCl_2 , AlF_3 y SiH_4

a) Represente su estructura de Lewis. (0,75 puntos)



b) Justifique su geometría según la teoría de repulsión de pares de electrones en la capa de valencia. (0,75 puntos)

SCl_2 : el átomo central (S) tiene 4 pares de electrones, lo que llevaría a una geometría tetraédrica para minimizar las repulsiones entre ellos. Sin embargo, dado que dos pares de electrones son enlazantes y los otros dos pares son solitarios (molécula tipo AB_2E_2), la geometría real de la molécula es angular.

AlF_3 : el átomo central (Al) tiene 3 pares de electrones, lo que llevaría a una geometría triangular para minimizar las repulsiones entre ellos. Como los tres pares son enlazantes y no hay por tanto pares solitarios (molécula tipo AB_3E_0), la geometría de la molécula es trigonal plana (o triangular).

SiH_4 : el átomo central (Si) está rodeado de 4 pares de electrones, lo que llevaría a una geometría tetraédrica para minimizar las repulsiones entre ellos. Como los cuatro pares son enlazantes (molécula tipo AB_4E_0), la geometría de la molécula es tetraédrica.

c) Explique si son polares o apolares. (0,5 puntos)

SCl_2 : Los enlaces S-Cl son polares, y al ser la geometría angular los momentos dipolares no se anulan entre sí, por lo que la molécula es polar.

AlF_3 : aunque los enlaces Al-F son polares, al ser la geometría trigonal plana, el momento dipolar resultante es nulo y la molécula es apolar.

SiH_4 : aunque los enlaces Si-H son polares, al ser la geometría tetraédrica, el momento dipolar resultante es nulo y la molécula es apolar.

2. Una disolución acuosa de HClO 0,2 M tiene un pH igual a 4,12. Calcule para dicho ácido:

a) Su grado de disociación. (1 punto)

El equilibrio de disociación es:



Concentraciones, inicio: c 0 0

Conc. equilibrio: c(1-α) cα cα

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (c\alpha) = 4,12 \quad c\alpha = 10^{-4,12} \quad 0,2\alpha = 10^{-4,12} \quad \alpha = 3,8 \cdot 10^{-4}$$

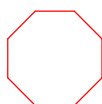
b) Su constante de acidez. (1 punto) Datos: Masas atómicas: H=1; Cl=35,5; O=16 (g·mol⁻¹).

La expresión para K_a es: $K_a = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c \alpha^2}{(1-\alpha)}$

Como se trata de un ácido débil, suponemos α << 1: $K_a = c \alpha^2 = 0,2 \cdot (3,8 \cdot 10^{-4})^2 = 2,9 \cdot 10^{-8}$

3. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 punto)

a) Ciclooctano:



b) CH≡CH:

acetileno / etino

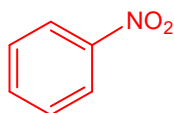
c) Pentano-2,4-diona:

CH₃-CO-CH₂-CO-CH₃

d) CH₃-CH₂-CH(NH₂)-CH₂-CH₃:

pentan-3-amina, 3-pentanamina (3-pentilamina, 3-aminopentano)

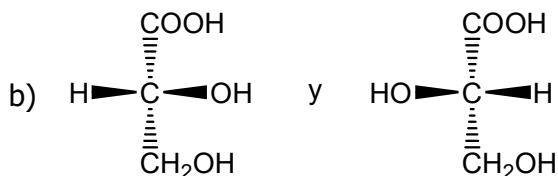
e) Nitrobenzeno:



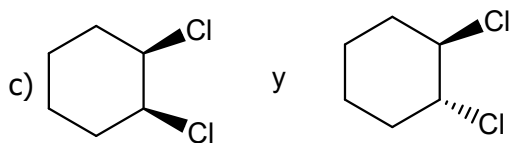
II) Explique el tipo de isomería que presentan los siguientes pares de compuestos: (1 punto)

a) CH₃-CHOH-CH₂-CH₃ y CH₃-CH₂-CH₂-CH₂OH

Presentan isomería estructural de posición, porque cambia la posición de un mismo grupo funcional.



Isomería espacial óptica (son enantiómeros), porque son imágenes especulares no superponibles (debido a la presencia de un carbono quiral).

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA. SEPTIEMBRE 2019

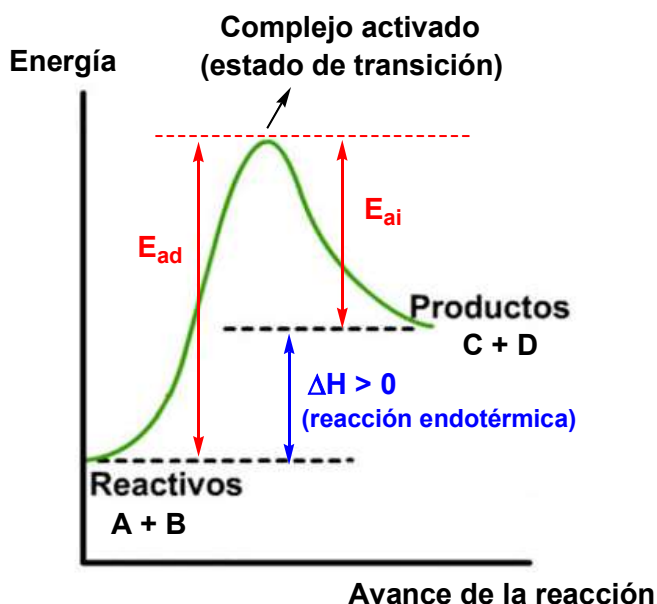
Isomería espacial geométrica (*cis-trans* o *Z/E*), porque cambia la disposición espacial de los sustituyentes en un cicloalcano.



Presentan isomería estructural de función, porque el grupo funcional cambia (de un ácido a un éster)

4. Considere la siguiente reacción química reversible: $\text{A (g)} + \text{B (g)} \rightleftharpoons \text{C (g)} + \text{D (g)}$, cuyas energías de activación para la reacción directa (E_{ad}) e inversa (E_{ai}) son: $E_{\text{ad}} = 50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $E_{\text{ai}} = 30 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a) Represente la reacción en un diagrama de energía frente a avance de la reacción (diagrama entálpico o perfil de reacción), indicando la situación de reactivos, productos y complejo activado (estado de transición), las energías de activación (E_{ad} , E_{ai}) y la variación de entalpía de reacción (ΔH). (1 punto)



b) Calcule ΔH y diga si la reacción es endotérmica o exotérmica. (0,5 puntos)

$$\Delta H = E_{\text{ad}} - E_{\text{ai}} = 50 - 30 = \mathbf{20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}}. \text{ Es una reacción } \mathbf{\text{endotérmica}}$$

c) ¿Qué efecto tendría la adición de un catalizador eficiente (un catalizador positivo), en la E_{ad} y en la ΔH ? (0,5 puntos)

Un catalizador disminuirá la E_{ad} , pero no la ΔH , porque sólo modifica el mecanismo de la reacción, pero no afecta a los estados inicial y final.

5. Se dispone de la siguiente pila galvánica:



a) Escriba las reacciones que tienen lugar en cada uno de los electrodos, identificándolos como cátodo o ánodo, así como la reacción global de la pila. (1 punto)

En el ánodo tiene lugar la semirreacción de oxidación: $\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$

En el cátodo tiene lugar la semirreacción de reducción: $\text{Ag}^+ + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

La reacción global de la pila será: $\text{Cr} + 3 \text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3 \text{Ag}$

que también se puede escribir: $\text{Cr} + 3 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Ag}$

b) Calcule la fuerza electromotriz de la pila. (0,5 puntos)

La fuerza electromotriz es igual a $E_{\text{pila}}^0 = E_{\text{cátodo}}^0 - E_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - (-0,74) = \mathbf{1,54 \text{ V}}$

c) Calcule la variación de energía libre. (0,5 puntos)

$\Delta G^0 = -n \cdot E^0 \cdot F = -3 \cdot 1,54 \cdot 96.500 = -445.830 \text{ J} = \mathbf{-445,83 \text{ kJ}}$

Datos: $E^0(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$; $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$; $F = 96.500 \text{ C}$