

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
222 QUÍMICA  
EBAU2022 - JUNIO

1. Dada la siguiente configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$ :

I) Indique el nombre y símbolo atómico del elemento al que corresponde, así como su posición (grupo y periodo) en la Tabla Periódica. ¿Cómo se suele denominar a ese grupo? **(0,5 p)**

Selenio (Se). 4º periodo, grupo 16: "calcógenos" (o "anfígenos"; también se les llama "oxigenoides").

II) Escriba *un* posible conjunto de números cuánticos (n, l, m, s) para su electrón diferenciador. **(0,25 p)**

El electrón diferenciador es un electrón 4p. Cualquiera de los siguientes es un posible conjunto de números cuánticos: (4, 1, -1, +1/2); (4, 1, -1, -1/2); (4, 1, 0, +1/2); (4, 1, 0, -1/2); (4, 1, 1, +1/2); (4, 1, 1, -1/2)

III) ¿Cuántos electrones de valencia, y cuántos electrones desapareados, tendrá este elemento, en su estado fundamental? Justifique brevemente su respuesta. **(0,5 p)**

Tendrá 6 electrones de valencia (los de los orbitales 4s y 4p).

Tendrá 2 electrones desapareados, ya que (según la Regla de Hund) en el subnivel 4p los 4 electrones se sitúan ocupando los orbitales p de forma que 2 electrones quedan desapareados: .

IV) Razone cuál será el número de oxidación más importante para este elemento. **(0,25 p)**

-2, porque le faltan dos electrones para completar la capa de valencia.

V) Indique si este elemento tendrá alta o baja energía de ionización, y si es un metal o no metal. **(0,5 p)**

Su energía de ionización será alta, y es un no metal

2. Considere las siguientes sustancias: hidracina ( $H_2N-NH_2$ ) y eteno ( $H_2C=CH_2$ )

I) Represente sus estructuras de Lewis y en base a ellas explique cómo será la geometría en torno a los átomos de N y C, y si estas moléculas son o no planas. **(0,8 p)**



Según la TRPECV, en la hidracina la geometría en torno a los átomos de N es de pirámide trigonal al haber un par solitario en cada N (geometría tipo  $AB_3E_1$ ), luego esta molécula no será plana.

En el eteno la geometría en torno a los átomos de C es trigonal plana, pues cada C está unido a tres átomos y no hay pares solitarios (geometría tipo  $AB_3E_0$ ). Al ser trigonal plana la geometría en torno a los dos átomos de C, la molécula será plana.

II) Una de estas dos sustancias se encuentra en estado líquido en el intervalo de temperatura  $2^\circ\text{C}$ - $114^\circ\text{C}$ , muy similar al del  $H_2O$ . Explique de qué sustancia se trata y a qué se debe esta característica. **(0,4 p)**

Se trata de la hidracina, pues sus moléculas estarán unidas entre sí mediante enlaces de H, debido a que los átomos de H están unidos a N (un átomo pequeño y muy electronegativo).

(En contraste, los puntos de fusión y ebullición del eteno son muy bajos: p.f.:  $-169^\circ\text{C}$ , p. ebul.:  $-104^\circ\text{C}$ )

III) Una de estas dos sustancias es muy soluble en agua. Explique brevemente cuál será. **(0,4 p)**

La hidracina será muy soluble en agua porque es una sustancia polar (y además puede formar puentes de H con las moléculas de  $H_2O$ ). (El eteno, por el contrario, es un hidrocarburo y es apolar)

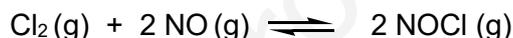
IV) Explique brevemente si estas sustancias son o no conductoras de la electricidad. **(0,4 p)**

No serán conductoras de la electricidad, porque son sustancias covalentes y por tanto los electrones se encuentran localizados en los enlaces.

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
222 QUÍMICA  
EBAU2022 - JUNIO

3. Sabiendo que la reacción  $A + 2 B \longrightarrow 2 C + D$  es de primer orden en cada uno de los reactivos:
- I) Escriba la ecuación de velocidad para la reacción, e indique cuál es el orden total de reacción. (0,6 p)  
 $v = k[A][B]$  El orden total de reacción es 2.
- II) Explique si esta reacción puede ocurrir en una sola etapa elemental. (0,3 p)  
 No podría ocurrir en una sola etapa, pues sería de tercer orden:  $v = k[A][B]^2$   
 (Un proceso elemental no puede ser trimolecular, es decir, que intervengan tres moléculas a la vez. En este caso, en una sola etapa tendrían que reaccionar a la vez una molécula de A y dos de B).
- III) Si en un determinado instante el producto C se está formando a una velocidad de  $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ , ¿a qué velocidad se estará consumiendo el producto A, en ese mismo instante? (0,5 p)  
 A la mitad de velocidad,  $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  (o  $-0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ )
- IV) Indique cómo variarán v y k si la concentración de A se reduce a la mitad. (0,6 p)  
 La velocidad se reducirá también a la mitad (porque la reacción es de primer orden en A).  
 La constante de velocidad, k, no variará.

4. En un recipiente cerrado y vacío, de 10 L de capacidad, se introducen 0,05 moles de  $\text{Cl}_2$  (g) y 0,161 moles de  $\text{NOCl}$  (g), dejando evolucionar la mezcla de gases según el siguiente equilibrio:



- I) Explique brevemente en qué sentido se producirá la reacción (no es necesario hacer cálculos) (0,25 p)  
 La reacción se producirá hacia la izquierda, porque inicialmente no hay nada de  $\text{NO}$  (g)
- II) Si una vez alcanzado el equilibrio hay en la mezcla 0,06 moles de  $\text{NO}$  (g), calcule el valor de  $K_c$ . (1 p)

Planteamos el equilibrio:	$\text{Cl}_2(\text{g})$	$+ 2 \text{NO}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{NOCl}(\text{g})$
Cantidades iniciales (moles):	0.05	0		0.161
Cantidades en el equilibrio (moles):	$0.05 + x$	$2x$		$0.161 - 2x$

Como me dicen que en el equilibrio hay 0.06 moles de  $\text{NO}$ ,  $2x = 0.06$ ,  $x = 0.03$  y por tanto puedo saber los moles en el equilibrio y también las concentraciones (dividiendo entre el V, que es de 10 L):

	$\text{Cl}_2(\text{g})$	$+ 2 \text{NO}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{NOCl}(\text{g})$
Cantidades en el equilibrio (moles):	0.08	0.06		0.101
Concentraciones en el equilibrio (M):	0.008	0.006		0.0101

Sustituyendo los valores de concentración en la expresión de  $K_c$  queda:

$$K_c = \frac{[\text{NOCl}]^2}{[\text{NO}]^2[\text{Cl}_2]} = \frac{0.0101^2}{0.006^2 \cdot 0.008} = 354$$

NOTA: Si el equilibrio se plantea a la inversa:  $2 \text{NOCl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{NO}(\text{g})$ , la  $K_c$  será la inversa:  $2.82 \cdot 10^{-3}$  y también sería correcto. En el apartado IV, sería  $K_p = K_c (R T)$

- III) Si la mezcla de gases en equilibrio se traslada a un recipiente de 1 L de capacidad, explique brevemente si la cantidad de  $\text{NO}$  (g) aumentará, disminuirá o permanecerá constante. (0,4 p)  
 Si se disminuye el V el equilibrio se desplazará hacia donde haya menos moles de sustancias gaseosas, es decir, hacia la derecha, de forma que la cantidad de  $\text{NO}$  disminuirá.
- IV) Escriba la expresión general de  $K_p$  en función de  $K_c$  para este equilibrio. (0,35 p)  
 $K_p = K_c (R T)^{\Delta n}$  Como  $\Delta n = -1$ ,  $K_p = K_c (R T)^{-1}$

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
222 QUÍMICA  
EBAU2022 - JUNIO

5. Se realiza la valoración de 30 mL de una disolución de  $\text{HNO}_3$  0,2 M con una disolución de NaOH 0,15 M:

I) Escriba la reacción que tiene lugar e indique cómo será el pH en el punto exacto de equivalencia. (0,4 p)

La reacción que tiene lugar es:  $\text{HNO}_3 (\text{aq}) + \text{NaOH} (\text{aq}) \longrightarrow \text{NaNO}_3 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

(la neutralización entre un ácido fuerte y una base fuerte, formando una sal y agua)

En el punto exacto de equivalencia el pH será neutro, porque se habrá añadido la cantidad exacta de NaOH para que reaccione todo el  $\text{HNO}_3$  (en la disolución sólo habrá  $\text{NaNO}_3$ , que no sufre hidrólisis).

II) ¿Qué volumen de la disolución de NaOH será necesario para llegar al punto de equivalencia? (0,4 p)

Como la reacción es mol a mol, se alcanzará el punto de equivalencia cuando se adicionen tantos moles de NaOH como moles hay de  $\text{HNO}_3$ : moles (NaOH) = moles ( $\text{HNO}_3$ )

$$V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = V_{\text{HNO}_3} \cdot M_{\text{HNO}_3}$$

$$V_{\text{NaOH}} \cdot 0,15 = 30 \cdot 0,2; \quad V_{\text{NaOH}} = 40 \text{ mL}$$

III) Si se utiliza como indicador el rojo de fenol (amarillo en su forma ácida y rojo en su forma básica; intervalo de viraje: pH 6,4–8,2), explique brevemente de qué color estará la disolución valorada una vez sobrepasado el punto de equivalencia. (0,3 p)

La disolución estará de color rojo, porque el pH será básico (habrá NaOH en exceso).

IV) Calcule el pH de la disolución resultante cuando se ha añadido un total de 42 mL de la disolución de NaOH 0,15 M (suponiendo que los volúmenes son aditivos). (0,9 p)

Si se añaden 42 ml de NaOH 0.15 M se ha sobrepasado el punto de equivalencia en 2 mL de NaOH. El NaOH en exceso permanecerá en la disolución y estará completamente disociado:



En los 2 mL de NaOH 0.15 M añadidos en exceso habrá  $3 \cdot 10^{-4}$  moles de NaOH.

Estos moles estarán en un volumen de disolución total de  $30 + 42 = 72$  mL, y por tanto la [NaOH] será:

$$[\text{NaOH}] = \frac{\text{moles}}{V} = \frac{0,0003}{0,072} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Y por tanto la  $[\text{OH}^-]$  será también  $4,2 \cdot 10^{-3}$  M

El pOH será:  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ ;  $\text{pOH} = -\log (4,2 \cdot 10^{-4}) = 2,4$ ; y el pH =  $14 - \text{pOH}$ ;  $\text{pH} = 14 - 2,4 = 11,6$ .

Si se hace desde el principio de la valoración:

Inicialmente hay 30 mL de  $\text{HNO}_3$  0.2 M, es decir, 0.006 moles de  $\text{HNO}_3$ .

Si se añaden 42 mL de NaOH 0.15 M, se han añadido 0.0063 moles de NaOH

Como la reacción es mol a mol, habrá un exceso de 0.0003 moles de NaOH

que estará completamente disociado:  $\text{NaOH} (\text{aq}) \longrightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$

y desde aquí se sigue igual que arriba

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
222 QUÍMICA  
EBAU2022 - JUNIO

6. I) Calcule la masa de HClO, en gramos, necesaria para preparar 2 L de una disolución acuosa de HClO de pH = 4. Datos:  $K_a(\text{HClO}) = 2,9 \cdot 10^{-8}$ ; masas atómicas: Cl: 35,5; O: 16; H: 1; ( $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). (1,5 puntos)

El HClO es un ácido débil (nos dan su  $K_a$ ). Si el pH = 4, la concentración de protones  $[\text{H}^+]$  de la disolución que hay que preparar es:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ;  $[\text{H}^+] = 10^{-4} = 0.0001$

Planteamos el equilibrio de disociación:  $\text{HClO} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{ClO}^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$

Concentraciones, inicio:	c	0	0
Concentraciones, equilibrio:	c-0.0001	0.0001	0.0001

$$K_a = 2,9 \cdot 10^{-8} = \frac{(0.0001)^2}{c - 0.0001}$$

En el denominador podemos aproximar  $c - 0.0001 \cong c$  quedando  $K_a = 2,9 \cdot 10^{-8} = \frac{(0.0001)^2}{c}$

Despejando de la ecuación, sale  $c = 0.34 \text{ M}$ .

Luego la concentración inicial de la disolución tiene que ser 0.34 M.

Como hay que preparar 2 L de disolución, se necesitarán 0.68 moles de HClO. Como su peso molecular es  $52.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , necesitaremos 35.7 g de HClO.

- II) Sabiendo que el  $\text{HClO}_4$  es un ácido muy fuerte, explique brevemente qué base será más débil:  $\text{ClO}_4^-$  o  $\text{ClO}^-$ . (0,5 p)

Será más débil el  $\text{ClO}_4^-$ , porque es la base conjugada de un ácido muy fuerte, mientras que el  $\text{ClO}^-$  es la base conjugada de un ácido muy débil (HClO, ver apartado I) y, por tanto, es relativamente fuerte.

7. Dada la siguiente reacción redox:  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- I) Explique brevemente cuál es el agente oxidante y cuál el reductor. (0,5 p)

El ag. oxidante es el  $\text{MnO}_4^-$  ( $\text{KMnO}_4$ ), porque gana electrones (se reduce a  $\text{Mn}^{2+}$ , oxidando el  $\text{Cl}^-$  a  $\text{Cl}_2$ ).

El agente reductor es el  $\text{Cl}^-$  (HCl), porque pierde electrones (se oxida a  $\text{Cl}_2$ , reduciendo el  $\text{MnO}_4^-$  a  $\text{Mn}^{2+}$ )

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

Semirreacción de reducción:  $\text{MnO}_4^- + 8 \text{H}^+ + 5 \text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación:  $\text{Cl}^- \longrightarrow 1/2 \text{Cl}_2 + 1 \text{e}^-$

Para no trabajar con fracciones multiplicamos la semirreacción de oxidación x2:

Semirreacción de oxidación:  $2 \text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$

Ahora, para igualar el nº de electrones, multiplicamos la segunda semirreacción x5 y la primera x2:

Semirreacción de reducción:  $2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación:  $10 \text{Cl}^- \longrightarrow 5 \text{Cl}_2 + 10 \text{e}^-$

Se suman las dos semirreacciones:  $2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ + 10 \text{Cl}^- \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Cl}_2$

Para poner en forma molecular, necesito 16 moles de HCl. Como solo hay 10  $\text{Cl}^-$  a la izquierda, sumo 6  $\text{Cl}^-$  a cada lado de la reacción:  $2 \text{MnO}_4^- + 16 \text{H}^+ + 16 \text{Cl}^- \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Cl}_2 + 6 \text{Cl}^-$

Ahora escribo en forma molecular. De los 6  $\text{Cl}^-$  que hay en la derecha, 4 van para el  $\text{MnCl}_2$  y 2 quedan como KCl:  $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \longrightarrow 2 \text{MnCl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{Cl}_2 + 2 \text{KCl}$

Comprobación: K: 2; Mn: 2; O: 8; H: 16; Cl: 16

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
222 QUÍMICA  
EBAU2022 - JUNIO

8. Considere los siguientes potenciales de reducción (los  $E^{\circ}_{\text{red}}$  de los metales no varían con el pH):

$$E^{\circ}_{\text{red}}: \text{Ag}^+/\text{Ag} = 0,80 \text{ V}; \quad \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = 0,34 \text{ V}; \quad \text{H}^+ / \frac{1}{2} \text{H}_2 = 0 \text{ V}; \quad \text{Al}^{3+}/\text{Al} = -1,66 \text{ V}; \quad \text{Na}^+/\text{Na} = -2,71 \text{ V}$$

$$E_{\text{red}} = -0,414 \text{ V para el semisistema } \text{H}_2\text{O} / (\frac{1}{2} \text{H}_2 + \text{OH}^-) \text{ a pH} = 7 \text{ (reducción del agua a pH 7)}$$

I) ¿Cuál de los metales anteriores es tan reductor que reacciona explosivamente con el agua? Escriba la reacción global que tiene lugar. **(0,5 p)**

El metal más reductor del enunciado es el Na y, efectivamente, su reacción con agua es tan exotérmica que es explosiva.

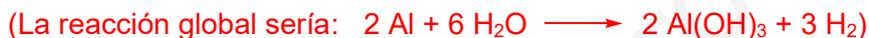


II) Según los potenciales dados, ¿debería una cuchara de Al disolverse en agua (a pH = 7) para dar  $\text{Al(OH)}_3$  e  $\text{H}_2$ ? Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción que tendrían lugar, calcule el potencial (E) para la reacción redox y fundamente su respuesta en el signo de dicho valor. **(1,0 p)**



$$E = E_{\text{red}} (\text{reducción}) - E_{\text{red}} (\text{oxidación})$$

$$E = -0,414 - (-1,66) = 1,246 \text{ V} \quad \text{como } E > 0, \text{ la reacción sería espontánea, debería disolverse}$$



(En realidad este proceso no ocurre porque el Al se pasiva, recubriéndose de una capa de óxido insoluble en agua que impide el ataque posterior, pero según los potenciales dados sí debería ocurrir)

III) ¿De qué metales, de entre los anteriores, tendría que estar hecha una cuchara para *no disolverse* en HCl 1M? Explique brevemente su respuesta (no es necesario escribir las reacciones). **(0,5 p)**

De los metales más oxidantes: Cu y Ag, cuyo  $E^{\circ}_{\text{red}}$  es mayor que 0, de forma que no serán oxidados por los protones del HCl en condiciones estándar ( $E^{\circ}_{\text{red}} = 0 \text{ V}$ ), (el E de la reacción global sería negativo).

EXPLICACIÓN ADICIONAL (no necesaria en el examen): Un metal se disolverá en HCl si el metal se oxida, reduciendo a los  $\text{H}^+$  del ácido (a  $\text{H}_2$ ). Para que esto no ocurra el metal no debe oxidarse frente a los  $\text{H}^+$  del ácido, es decir, tiene que ser más oxidante (menos reductor) que el semisistema  $\text{H}^+ / \frac{1}{2} \text{H}_2$  ( $E^{\circ}_{\text{red}} = 0 \text{ V}$ ), y por tanto su  $E^{\circ}_{\text{red}}$  tiene que ser positivo.

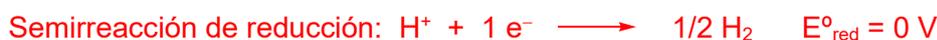
Visto de otra forma, para que la reacción no sea espontánea su E tiene que ser  $< 0$ .

$$\text{como } E = E_{\text{red}} (\text{reducción}) - E_{\text{red}} (\text{oxidación}) = 0 - E_{\text{red}} (\text{oxidación})$$

para que E sea negativo,  $E_{\text{red}} (\text{oxidación})$  tiene que ser positivo

y los metales que cumplen esto son el Cu ( $E^{\circ}_{\text{red}} = 0,34 \text{ V}$ ) y la Ag ( $E^{\circ}_{\text{red}} = 0,80 \text{ V}$ )

que, efectivamente, son metales nobles y no se disuelven en HCl 1M (pH = 0).

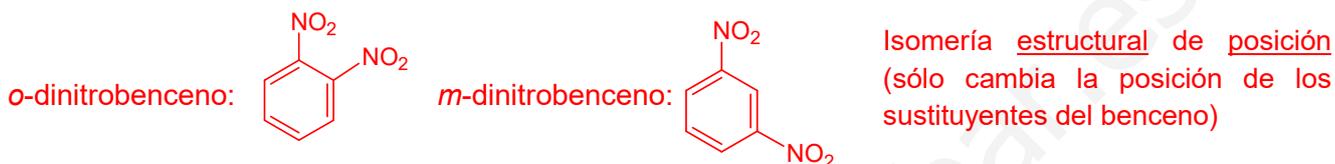


EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD  
222 QUÍMICA  
EBAU2022 - JUNIO

9. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: a)  $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$ ; b) anisol; c)  $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-CH}_3$  (0,6 p)

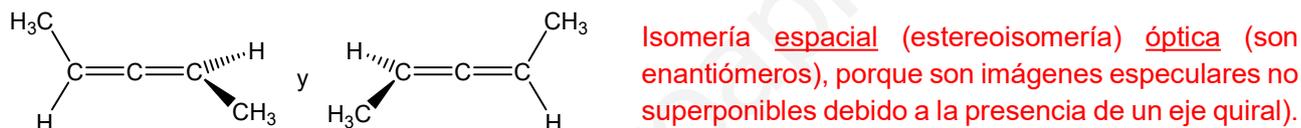
- a)  $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_3$  acetato de metilo / etanoato de metilo    c)  $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-CH}_3$ : propan-2-amina  
 b) anisol ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-O-CH}_3$ ,  $\text{Ph-O-CH}_3$  (2-propanamina/isopropilamina/2-aminopropano)

II) Escriba las fórmulas semidesarrolladas del siguiente par de compuestos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: *o*-dinitrobenceno y *m*-dinitrobenceno (0,4 p)

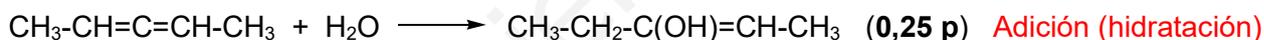


III) Dado el compuesto  $\text{CH}_3\text{-CH=C=CH-CH}_3$ :

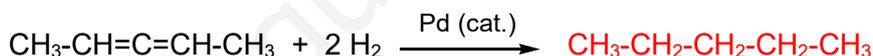
- a) Nómbralo. (0,25 p) penta-2,3-dieno / 2,3-pentadieno / dimetilaleno  
 b) Indique el tipo y subtipo de isomería que presenta su siguiente par de isómeros: (0,25 p)



c) ¿Cómo se denomina la siguiente reacción de este compuesto? (una sola palabra es suficiente):

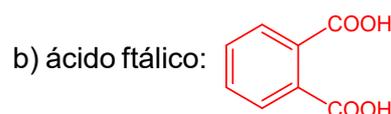


d) Complete la siguiente reacción de este compuesto: (0,25 p)



10. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (0,4 p)

a)  $\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$ : acetamida / etanamida



II) Dado el compuesto  $\text{CH}_2\text{=C(OH)-CH}_3$ :

- a) Nómbralo. (0,2 p) propen-2-ol  
 b) Explique si puede presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica y/o óptica). (0,4 p)

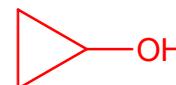
No puede presentar isomería óptica porque no posee ningún carbono asimétrico (unido a cuatro sustituyentes diferentes). Tampoco puede presentar isomería geométrica, porque uno de los carbonos del doble enlace está unido a dos sustituyentes iguales.

c) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de un isómero estructural de función y otro de posición de dicho compuesto. (0,5 p)

La fórmula molecular es  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ :

Posibles isómeros de función:  $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$ ,  $\text{CH}_2\text{=CH-O-CH}_3$ ,

Posibles isómeros de posición:  $\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{OH}$ ,  $\text{CH(OH)=CH-CH}_3$



d) Escriba la ecuación química para la reacción de combustión de este compuesto con  $\text{O}_2$ . (0,3 p)



e) ¿Cómo se denomina la siguiente reacción de este compuesto con  $\text{H}_2$ ?

