EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

222 QUÍMICA

EBAU2021 - **JUNIO**

1. I) Dados los siguientes conjuntos de números cuánticos (n, l, m, s):

(1, 0, -1, +1/2); (2, -1, -1, +1/2); (3, 2, -2, -1/2); (4, 3, 2, -1/2); (5, 2, 2, +1/2)

a) Explique brevemente cuál o cuáles de ellos no son posibles para un electrón en un átomo. (**0,4 p**)

No son posibles:

(1, 0, –1, +½), porque si l = 0, m sólo puede tomar el valor 0.

(2, –1, –1, +½), porque l no puede tomar valores negativos.

b) ¿Cuál de ellos corresponde a un electrón f? (**0,25 p**)

(4, 3, 2, –½), (l = 3 corresponde a un electrón f)

c) ¿Cuántos electrones puede haber en una subcapa f? (**0,25 p**)

En una subcapa f puede haber 14 electrones (porque hay 7 orbitales f y en cada uno de ellos sólo puede haber dos electrones, con diferentes números cuánticos de spin, para que se cumpla el Principio de Exclusión de Pauli)

d) Escriba la configuración electrónica del Fe (Z = 26) y explique si alguno de los conjuntos de números cuánticos anteriores puede corresponder al electrón diferenciador de este elemento. (**0,6 p**)

Fe: $[Ar]4s^2 3d^6$.

(3, 2, –2, –½) podría ser un conjunto de números cuánticos para el electrón diferenciador, porque corresponde a un electrón 3d

II) ¿Qué propiedad periódica describe la tendencia relativa de un átomo para atraer hacia sí los electrones de su enlace con otro átomo? ¿Qué elemento presenta el mayor valor de esta propiedad? (**0,5 p**)

La electronegatividad. El flúor.

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

2. I) Considere las siguientes sustancias: Ca (s), $CaCl_2$ (s), Cl_2 (g) y HCl (g).

a) Indique el tipo de enlace predominante entre los átomos de cada una de ellas. (**0,6 p**)

Ca: enlace metálico

$CaCl_2$: enlace iónico (porque se enlazan un metal con un no metal).

Cl_2 y HCl: enlace covalente (porque se unen dos no metales, que comparten electrones)

b) ¿Cuál de ellas presentará mayor conductividad, a temperatura ambiente? (**0,2 p**)

El Ca será el mejor conductor porque es un metal (los electrones pueden moverse a lo largo de la red de iones Ca^{2+}).

c) ¿En cuál de ellas las moléculas se encontrarán unidas principalmente por enlaces de Van der Waals del tipo dipolo instantáneo – dipolo inducido? Explique en qué consiste este tipo de enlace. (**0,7 p**)

Sólo en el Cl_2, que es un compuesto covalente apolar.

Debido al movimiento de los electrones, se generan dipolos instantáneos que actúan sobre otra molécula próxima generando en ella un dipolo inducido. Ambos dipolos interaccionan, generando fuerzas intermoleculares débiles.

II) ¿Qué punto de fusión será menor, el del Cl_2 o el del Br_2? Justifique su respuesta. (**0,5 p**)

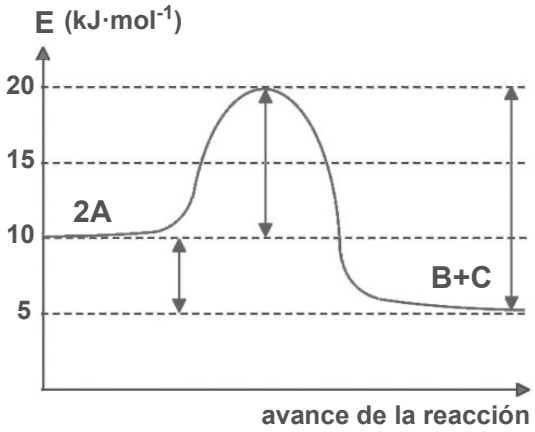
Será menor el pf del Cl_2 (–101 ºC) que el del Br_2 (–7.2 ºC), porque las fuerzas de London (enlaces de Van der Waals dipolo instantáneo-dipolo inducido) aumentan al aumentar el tamaño de las moléculas apolares, debido a que la nube electrónica es más grande y, por tanto, más polarizable.

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

222 QUÍMICA

EBAU2021 - **JUNIO**

3. El siguiente diagrama entálpico corresponde a la reacción 2A $\rightleftharpoons$ B + C :



a) Copie el diagrama en la hoja de respuestas e indique si las flechas corresponden a E_{ad} (E_a de la reacción directa), E_{ai} (reacción inversa) o ΔH. (**0,3 p**)

b) Fijándose en los valores de E, calcule (con su signo correspondiente) E_{ad}, E_{ai} y $\Delta H_{(reacción\ directa)}$. (**0,4 p**)

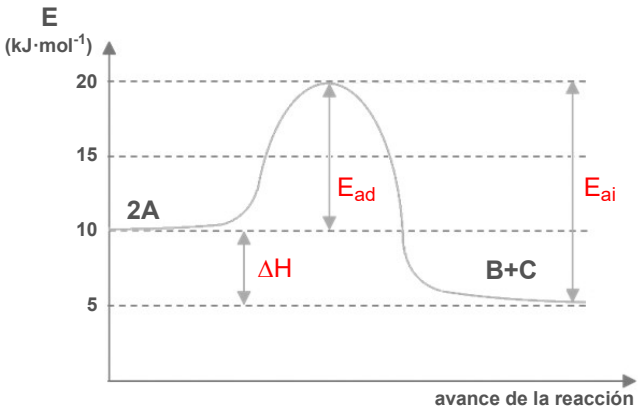
c) ¿Cuál será la energía del estado de transición (complejo activado)? (**0,25 p**)

d) Escriba la expresión general de $\Delta H_{(reacción\ directa)}$ en función de E_{ad} y E_{ai}, y compruebe que se cumple. (**0,3 p**)

e) Explique si la reacción directa es endotérmica o exotérmica. (**0,25 p**)

f) Explique si la adición de un catalizador afectaría a la velocidad de la reacción y a ΔH. (**0,5 p**)

a)



b) E_{ad} = 10 kJ·mol^{-1}, E_{ai} = 15 kJ·mol^{-1} , ΔH(reacción directa) = –5 kJ·mol^{-1}

c) E (estado de transición) = 20 kJ·mol^{-1}

d) $\Delta H = E_{ad} - E_{ai} = 10 - 15 = -5$ kJ·mol^{-1}.

e) La reacción directa es exotérmica, porque la energía de los productos es menor que la de los reactivos (ΔH es negativo)

f) La adición de un catalizador afectaría a la velocidad de reacción (aumentándola), pero no a ΔH, porque el catalizador no afecta a los parámetros termodinámicos (ya que no modifica el estado inicial o final de la reacción), sino sólo a los parámetros cinéticos (modifica el mecanismo de la reacción)

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

4. Se introduce 1 mol de NH_4HS (s) en un matraz de 1 L que contiene únicamente NH_3 (g) con una presión de 0,95 atm, estableciéndose el siguiente equilibrio:

$$NH_4HS\,(s) \rightleftharpoons NH_3\,(g) + SH_2\,(g) \qquad K_p = 0{,}108 \text{ a } 25^{\circ}C$$

a) ¿Cuál será la presión total (P_{total}) en el matraz cuando se alcance el equilibrio, a 25ºC? (**1,25 p**)

Como el NH_4HS es un sólido, no interviene en la expresión de la constante de equilibrio ni en los cálculos de equilibrio:

$$K_p = P_{NH3}\, P_{SH2}.$$

(La adición de un sólido no afecta al equilibrio, pero en este caso inicialmente no había un equilibrio, sino un único compuesto, el NH_3(g). Al adicionar el NH_4HS (s), éste empieza a descomponer y se evoluciona hacia un equilibrio, que se verá influenciado por la cantidad de NH_3(g) que ya estaba presente)

Como inicialmente no hay nada de SH_2, una vez introducido el NH_4HS (s) la reacción evolucionará hacia la derecha, para que se forme algo de SH_2:

	NH_4HS(s) $\rightleftharpoons$	NH_3(g) +	SH_2(g)
Inicio (atm)		0.95	0
Equilibrio (atm):		0.95 + x	x

Como $K_p = P_{NH3}\, P_{SH2}$, $0.108 = (0.95+x)x$; $0.108 = 0.95x + x^2$; , $x^2+0.95x-0.108 = 0$

$$x = \frac{-0.95 \pm \sqrt{(0.95^2 + 4 \cdot 0.108}}{2} = \frac{-0.95 \pm \sqrt{1.3345}}{2} = \frac{-0.95 \pm 1.155}{2}$$

Hay dos soluciones x = –1.05 y x = 0.103, de las cuales la correcta será la positiva (porque el signo de x ya se ha tenido en cuenta al establecer que la reacción irá hacia la derecha).

Por tanto, en el equilibrio, P_{NH3} = 1.053 atm y P_{SH2} = 0.105 atm, siendo la P_{total} la suma de las dos, es decir, 1.158 atm.

b) ¿Cuál será dicha P_{total}, si inicialmente se introducen 2 moles de NH_4HS (s), en vez de 1 mol? (**0,25 p**)

La P_T será la misma, porque la cantidad de NH_4HS (s) no afecta al equilibrio (siempre que haya suficiente cantidad como para alcanzar el equilibrio, como es el caso aquí)

c) ¿Cuál es el valor de K_c para el equilibrio anterior, a 25°C? (**0,5 p**) Datos: R = 0,082 atm·L·K^{-1}·mol^{-1}

$K_p = K_c\,(R\,T)^{\Delta n}$ $\quad 0.108 = K_c \cdot (0{,}082 \cdot 298)^2$ $\quad K_c = 1.81 \cdot 10^{-4}$

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

5. I) Calcule el pH de una disolución de HCl que contiene 3,65 g del ácido por litro de disolución, así como el pH de una disolución de $Ca(OH)_2$ que contiene 7,41 g de la base por litro de disolución. (**1,0 p**)

El peso molecular del HCl es 36.5 $g \cdot mol^{-1}$, luego la disolución de **HCl** será **0.1 M**

El peso molecular del $Ca(OH)_2$ es 74.1 $g \cdot mol^{-1}$, luego la disolución de **$Ca(OH)_2$** es también **0.1 M**

Como se trata de un ácido y una base fuerte, ambos estarán totalmente ionizados:

$HCl\ (aq) + H_2O \longrightarrow Cl^-\ (aq) + H_3O^+\ (aq)$

La $[H_3O^+]$ será de 0.1 M, luego pH = – log $[H_3O^+]$ = 1; **pH =1**

$Ca(OH)_2\ (aq) \longrightarrow Ca^{2+}\ (aq) + 2\ OH^-\ (aq)$

La $[OH^-]$ será el doble que la $[Ca(OH)_2]$, es decir, 0.2 M

luego pOH = – log $[OH^-]$ = – log 0.2 = 0.7, pH = 14 – pOH = 13.3; **pH = 13.3**

II) Calcule el pH resultante si se mezcla 1 L de una disolución de HCl 0,1 M con 1 L de una disolución de $Ca(OH)_2$ 0,1 M (suponga que los volúmenes son aditivos). (**1,0 p**)

Al mezclar las dos disoluciones, se produce una reacción de neutralización:

$Ca(OH)_2\ (aq) + 2\ HCl\ (aq) \longrightarrow CaCl_2\ (aq) + 2\ H_2O\ (l)$

Si mezclo 1L de cada disolución tendré 0.1 moles de HCl y 0.1 moles de $Ca(OH)_2$.

Como la reacción es 1:2, sólo podrán reaccionar 0.05 moles de $Ca(OH)_2$ con 0.1 moles de HCl. Por tanto, sobrarán 0.05 moles de $Ca(OH)_2$ en un volumen de 2 L, y la $[Ca(OH)_2]$ será 0.025 M.

Ese $Ca(OH)_2$ estará también totalmente ionizado:

$Ca(OH)_2\ (aq) \longrightarrow Ca^{2+}\ (aq) + 2\ OH^-\ (aq)$

generando una $[OH^-]$ que será el doble de la $[Ca(OH)_2]$, es decir, 0.05 M

Por tanto, pOH = – log $[OH^-]$ = – log 0.05 = 1,3; pH = 14 – pOH = 12.7; **pH = 12.7**

(El $CaCl_2$ no contribuye al pH porque es una sal procedente de un ácido fuerte y de una base fuerte y, por tanto, no se hidroliza)

Datos: Masas atómicas: H = 1; Cl = 35,5; Ca = 40,1; O = 16 ($g \cdot mol^{-1}$)

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

6. Se dispone de disoluciones 1 M de las siguientes sustancias: NaCl, CH_3COOH, CH_3COONa, NH_3 y NH_4Cl. Razone si dichas disoluciones serán ácidas, básicas o neutras, y ordénelas en orden creciente de su pH, justificando su respuesta (no es necesario calcular los valores de pH). (**2,0 p**)

Datos: $K_a(CH_3COOH) = K_b(NH_3) = 1.8\cdot10^{-5}$; $K_w = 1\cdot10^{-14}$

- La disolución de NaCl será neutra.

- Las de CH_3COOH y NH_4Cl serán ácidas (el NH_4^+ es un catión ácido).

- Las de NH_3 y CH_3COONa serán básicas (el CH_3COO^- es un anión básico).

Para ordenarlas, hay que comparar la acidez del CH_3COOH con la del NH_4^+
y la basicidad del NH_3 con la del CH_3COO^-

La constantes $K_a(NH_4^+)$ y $K_b(CH_3COO^-)$ pueden obtenerse a partir de $K_b(NH_3)$ y $K_a(CH_3COOH)$, con el producto iónico del agua ($K_w = K_a\cdot K_b$), resultando que $K_a(NH_4^+) = K_b(CH_3COO^-) = 5.6\cdot10^{-10}$

Por tanto, el CH_3COOH es más ácido que el NH_4^+ y el NH_3 es más básico que el CH_3COO^-.

Y el orden, en orden creciente de pH es: $CH_3COOH < NH_4Cl < NaCl < CH_3COONa < NH_3$

Más detallado:

El **NaCl** es una sal que estará completamente disociada: $NaCl\,(aq) \longrightarrow Na^+\,(aq) + Cl^-\,(aq)$

Como sus iones provienen de una base fuerte (NaOH) y un ácido fuerte (HCl), no sufrirán hidrólisis, y el pH será neutro (pH = 7)

El **CH_3COOH** es un ácido débil (**K_a ·= 1.8· 10^{-5}**).

El **NH_4Cl** es una sal que estará completamente disociada: $NH_4Cl\,(aq) \longrightarrow NH_4^+\,(aq) + Cl^-\,(aq)$

El Cl^- no sufre hidrólisis, pero el NH_4^+ sí, pues proviene de una base débil (el NH_3):

$NH_4^+\,(aq) + H_2O \rightleftharpoons NH_3\,(aq) + H_3O^+\,(aq)$ Se genera un medio ácido.

$K_a(NH_4^+)$ puede calcularse a partir de la $K_b(NH_3)$ y el producto iónico del agua:

$K_w = K_a\cdot K_b$; $1\cdot10^{-14} = K_a\cdot1.8\cdot10^{-5}$, **$K_a = 5.6\cdot10^{-10}$**

Como $K_a(NH_4^+) < K_a(CH_3COOH)$, el NH_4^+ es un ácido más débil (pH mayor).

El **NH_3** es una base débil (**$K_b = 1.8\cdot10^{-5}$**).

El **CH_3COONa** es una sal: $CH_3COONa\,(aq) \longrightarrow CH_3COO^-\,(aq) + Na^+\,(aq)$

El Na^+ no sufre hidrólisis, pero el CH_3COO^- sí, pues proviene de un ácido débil (el CH_3COOH):

$CH_3COO^-\,(aq) + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH\,(aq) + OH^-\,(aq)$ Se genera un medio básico.

$K_b(CH_3COO^-)$ puede calcularse a partir de $K_a(CH_3COOH)$ y el producto iónico del agua:

$K_w = K_a\cdot K_b$; $1\cdot10^{-14} = \cdot1.8\cdot10^{-5}\cdot K_b\cdot$, **$K_b = 5.6\cdot10^{-10}$**

Como $K_b(CH_3COO^-) < K_b(NH_3)$, el CH_3COO^- es una base más débil (pH menor).

Por tanto, el orden según su pH es: **$CH_3COOH < NH_4Cl < NaCl < CH_3COONa < NH_3$**

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción: $H_2S + H_2SO_3 \longrightarrow S + H_2O$

a) Explique cuál es el agente oxidante y cuál el reductor. ¿Cuál de ellos cede electrones? (**0,5 p**)

El agente oxidante es el SO_3^{2-} (o el H_2SO_3) que gana electrones y se reduce de S(IV) a S(0).

El agente reductor es el S^{2-} (o el H_2S) que cede electrones y se oxida a S(0).

b) Ajuste la reacción mediante el método del ion–electrón. (**1,5 p**)

Semirreacción de reducción: $SO_3^{2-} + 6\ H^+ + 4\ e^- \longrightarrow S + 3\ H_2O$

Semirreacción de oxidación: $S^{2-} \longrightarrow S + 2\ e^-$

Para igualar el número de e^- intercambiados, multiplicamos la semirreacción de oxidación por 2:

Semirreacción de reducción: $SO_3^{2-} + 6\ H^+ + 4\ e^- \longrightarrow S + 3\ H_2O$

Semirreacción de oxidación: $2\ S^{2-} \longrightarrow 2\ S + 4\ e^-$

Sumamos las dos semirreacciones: $SO_3^{2-} + 6\ H^+ + 2\ S^2 \longrightarrow 3\ S + 3\ H_2O$

Ponemos en forma molecular: $H_2SO_3 + 2\ H_2S \longrightarrow 3\ S + 3\ H_2O$

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

H: 6; S: 3; O: 3,

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

8. La electrolisis de una disolución acuosa de $BiCl_3$ origina Bi (s) y Cl_2 (g).

a) Escriba las semirreacciones que están teniendo lugar en el ánodo y en el cátodo, indicando si se trata de una oxidación o de una reducción, así como la reacción global del proceso. (**0,5 p**)

Ánodo (oxidación): $2\ Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2\ e^-$

Cátodo (reducción): $Bi^{3+} + 3\ e^- \longrightarrow Bi$

Reacción global: $6\ Cl^- + 2\ Bi^{3+} \longrightarrow 3\ Cl_2 + 2\ Bi$

Que también se puede escribir: $2\ BiCl_3 \longrightarrow 3\ Cl_2 + 2\ Bi$

b) Calcule la masa de Bi (s) y el volumen de Cl_2 (g) (medido a 25ºC y 1 atm) obtenidos al cabo de 1.5 h de electrolisis, si la corriente aplicada es de 2 A. (**1,5 p**)

Datos: F = 96.500 C· mol^{-1}; R = 0,082 atm·L·mol^{-1}·K^{-1}; masas atómicas: Cl = 35,5; Bi = 209 (g·mol^{-1})

Según la Ley de Faraday:

$$m = \frac{M_{Bi} \cdot I \cdot t \cdot}{3 \cdot F}$$

Sustituyendo por los valores correspondientes (t tiene que darse en segundos):

$$m = \frac{209 \cdot 2 \cdot 5400 \cdot}{3 \cdot 96500} = 7.8\ g\ de\ Bi$$

Para el Cl_2 podemos calcular también la masa:

$$m = \frac{M_{Cl2} \cdot I \cdot t \cdot}{2 \cdot F}$$

$$m = \frac{71 \cdot 2 \cdot 5400 \cdot}{2 \cdot 96500} = 3.97\ g\ de\ \mathrm{Cl_2}$$

Y a partir de ella calcular los moles de Cl_2 (Pm = 71 g·mol^{-1}): 0.056 moles

Para saber el V que ocupa el Cl_2 utilizamos la ecuación de los gases ideales:

P·V = n·R·T; 1·V = 0.056·0.082·298; V = 1.37 L

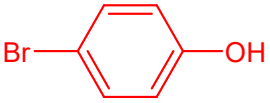
EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

222 QUÍMICA

EBAU2021 - **JUNIO**

9. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (**1,0 p**)

a) 4-metilhex-2-ino — CH_3-C≡C-CH(CH_3)-CH_2-CH_3

b) *p*-bromofenol: 

c) isobutilamina — CH_3-CH(CH_3)-CH_2-NH_2

d) CH_3-CH_2-CH_2-CHO — butanal / butiraldehído / aldehído butílico

e) CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COO-CH_2-CH_3 — pentanoato de etilo

II) Complete las siguientes reacciones orgánicas con todos los productos mayoritarios esperados: (**0,6 p**)

a) Condensación: HCOOH + CH_3OH ⟶ HCO-O-CH_3 + H_2O

b) Adición: CH_3-C≡CH + 2 HI ⟶ CH_3-CI_2-CH_3

c) Sustitución: CH_3-CHBr-CH_3 + KOH ⟶ CH_3-CHOH-CH_3 + KBr

III) Indique el tipo de reacción orgánica que ha tenido lugar (una sola palabra es suficiente): (**0,4 p**)

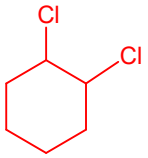
a) CH_3-CH_2-CH_2-COOH $\xrightarrow[2)\ H^+,\ H_2O]{1)\ LiAlH_4,\ éter}$ CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH + … Reducción

b) 2 CH_3OH $\xrightarrow{H^+\ (cat.)}$ CH_3-O-CH_3 + H_2O Condensación

EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD
222 QUÍMICA
EBAU2021 - **JUNIO**

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

a) 1,2-diclorociclohexano.....



b) CH_2=CHCl .....cloruro de vinilo, cloroeteno, cloroetileno

II) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos orgánicos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: (**0,8 p**)

a) propanal y acetona

CH_3-CH_2-CHO y CH_3-CO-CH_3

Isomería <u>estructural</u> (o constitucional) de <u>función</u> (porque el grupo funcional cambia de aldehído a cetona)

b) pent-1-ino y penta-1,3-dieno

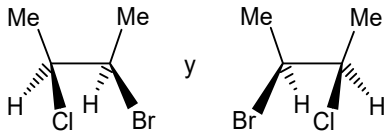
CH_3-CH_2-CH_2-C≡CH y CH_2=CH-CH=CH-CH_3

Isomería <u>estructural</u> (o constitucional) de <u>función</u> (porque el grupo funcional cambia de alqueno a alquino)

III) Explique si el compuesto CH_3-CH(NH_2)-CH=CH_2 puede presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica, óptica, ambos tipos o ninguno). (**0,4 p**)

No puede presentar isomería geométrica porque uno de los carbonos del doble enlace está unido a dos sustituyentes iguales (dos hidrógenos), pero sí puede presentar isomería óptica porque tiene un carbono quiral (con cuatro sustituyentes distintos)

IV) Indique el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos: (**0,4 p**)



Presentan isomería <u>espacial</u> <u>óptica</u> (son enantiómeros), (porque son imágenes especulares no superponibles, debido a la presencia de dos carbonos quirales).