

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

NOTA IMPORTANTE: El examen consta de diez cuestiones (2 puntos cada una), de las que se ha de contestar un MÁXIMO DE CINCO. Si se contesta a un número superior de preguntas, sólo se corregirán las CINCO primeras. Las cuestiones pueden contestarse en cualquier orden.

1. I) Escriba la configuración electrónica del Po ($Z = 84$). **(0,6 p)**
- II) Explique si el conjunto de números cuánticos (0, 1, -1, +1/2) es posible o no para un electrón en un átomo. En caso de ser posible, indique en qué nivel de energía (capa) y tipo de orbital (subcapa) se encontraría el electrón. **(0,4 p)**
- III) Dados los elementos: Ne ($Z = 10$), Cl ($Z = 17$), K ($Z = 19$), Ge ($Z = 32$), Se ($Z = 34$), Br ($Z = 35$), Rb ($Z = 37$) y Sr ($Z = 38$), explique brevemente cuál de ellos: a) tiene un mayor radio atómico; b) tiene tendencia a ganar dos electrones; c) es el más electronegativo; d) presenta una reactividad química muy baja. (No se repiten las respuestas). **(1,0 p)**
2. I) Represente la estructura de Lewis de la fosfina, PH_3 , y en base a ella explique la geometría y polaridad de dicha molécula. **(1,0 p)**
- II) Explique por qué el punto de ebullición del NH_3 (-33°C) es mucho mayor que el de la fosfina, PH_3 ($-87,7^\circ\text{C}$). **(0,5 p)**
- III) Las siguientes sustancias son sólidas a temperatura ambiente: C, S, I_2 y Au. ¿Cuál de ellas es un sólido dúctil y maleable? Justifique su respuesta. **(0,5 p)**
3. La descomposición de O_3 a O_2 transcurre a través del siguiente mecanismo, en dos etapas elementales:
- i) $\text{O}_3 \longrightarrow \text{O}_2 + \text{O}$ lenta
- ii) $\text{O} + \text{O}_3 \longrightarrow 2 \text{O}_2$ rápida
- a) Escriba la ecuación global para la reacción. **(0,4 p)**
- b) Según el mecanismo propuesto, ¿cuál será la ecuación de velocidad de la reacción, el orden de reacción global y las unidades de la constante de velocidad? **(0,9 p)**
- c) Explique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio. **(0,3 p)**
- d) ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción y a la constante de velocidad un aumento de T? **(0,4 p)**
4. I) Sabiendo que a 298 K la solubilidad del CaBr_2 en agua es $2 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, calcule la constante del producto de solubilidad (K_{ps}) de dicha sal. **(0,75 p)**
- II) ¿Qué cantidad, en moles, de iones Ca^{2+} habrá presentes en 5 L de una disolución saturada de CaBr_2 a 298 K? **(0,25 p)**
- III) Si la disolución saturada de CaBr_2 está en equilibrio con 2 g de CaBr_2 (s), razone cualitativamente qué ocurrirá con la cantidad de iones Ca^{2+} en disolución si: **(1,0 p)**
- a) Se retira 1 g de CaBr_2 (s).
- b) Se aumenta la T. (La disolución de CaBr_2 en agua es un proceso endotérmico).
- c) Se retiran aniones Br^- de la disolución (por ejemplo, precipitándolos como AgBr).
5. I) Calcule el pH de una disolución de 20 mL de HCl 0,1 M a la que se adicionan 148,2 mg de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, suponiendo que el volumen de la disolución no varía. **(1,5 p)**
- Datos: Masas atómicas: H = 1, Cl = 35,5, Ca = 40,1, O = 16,0 ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
- II) Explique si una disolución de $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos, pero sí explicar los procesos químicos que tienen lugar. **(0,5 p)**

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

6. I) Una disolución acuosa de ácido cianhídrico (HCN) presenta un pH = 4,3. Calcule:

a) La concentración, c, de dicha disolución. **(1,25 p)**

b) El grado de disociación del HCN. **(0,25 p)** Dato: $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \cdot 10^{-10}$

II) Explique si una disolución de NaCN en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos, pero sí explicar los procesos químicos que tienen lugar. **(0,5 p)**

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción:



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

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

8. Teniendo en cuenta los siguientes potenciales estándar de reducción:

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.80 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}; \quad E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V};$$

a) Explique cuál de los tres metales (Ag, Pb o Zn) es más oxidante. **(0,4 p)**

b) Justifique numéricamente si será posible reducir iones Pb^{2+} , en condiciones estándar, adicionando virutas de Zn o de Ag. Escriba y ajuste las hipotéticas reacciones que tendrían lugar. **(0,8 p)**

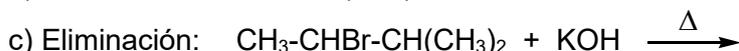
c) Indique en qué electrodo (cátodo o ánodo) tienen lugar las reacciones de oxidación y reducción en una pila o celda galvánica, y hacia qué electrodo circulan los electrones. **(0,4 p)**

d) Escriba la expresión general para la fuerza electromotriz de una pila (E°). ¿Cómo tiene que ser su signo para que la pila funcione? **(0,4 p)**

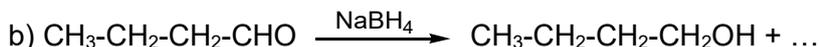
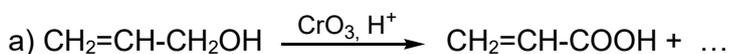
9. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: **(1,0 p)**

a) propen-2-ol; b) ácido oxálico; c) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$; d) $\text{HCO}-\text{NH}_2$; e) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CN}$

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



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



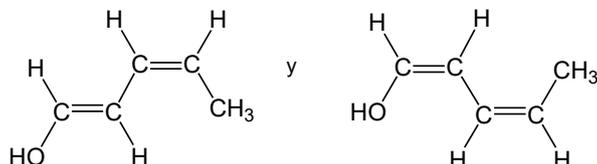
10. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: a) Ácido 2-etilbutanoico; b) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NO}_2$ **(0,4 p)**

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

a) etilciclohexano y 1-etil-3-metilciclopentano b) n-propanol e isopropanol

III) Explique si el compuesto $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_3$ puede presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica, óptica, ambos tipos o ninguno). **(0,4 p)**

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



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

1. I) Escriba la configuración electrónica del Po ($Z = 84$). (0,6 p)



II) Explique si el conjunto de números cuánticos (0, 1, -1, +1/2) es posible o no para un electrón en un átomo. En caso de ser posible, indique en qué nivel de energía (capa) y tipo de orbital (subcapa) se encontraría el electrón. (0,4 p)

No es posible, porque n no puede ser igual a 0.

III) Dados los elementos: Ne ($Z = 10$), Cl ($Z = 17$), K ($Z = 19$), Ge ($Z = 32$), Se ($Z = 34$), Br ($Z = 35$), Rb ($Z = 37$) y Sr ($Z = 38$), explique brevemente cuál de ellos: a) tiene un mayor radio atómico; b) tiene tendencia a ganar dos electrones; c) es el más electronegativo; d) presenta una reactividad química muy baja. (No se repiten las respuestas). (1,0 p)

a) Rb: Rb y Sr están ambos en el período 5, pero el Rb está más a la izquierda, y por tanto tiene mayor radio.

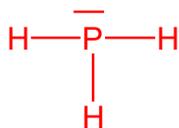
b) Se: se encuentra en el grupo VI, por lo que le faltan 2 electrones para alcanzar la configuración electrónica de gas noble.

c) Cl: es el que está situado más hacia arriba y hacia la derecha, en la Tabla Periódica, exceptuando el Ne, que por ser un gas noble no tiene electronegatividad.

d) Ne: porque es un gas noble.

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

2. I) Represente la estructura de Lewis de la fosfina, PH_3 , y en base a ella explique la geometría y polaridad de dicha molécula. (1,0 p)



El átomo central (P) está rodeado por 4 pares de electrones, lo que llevaría a una geometría tetraédrica para minimizar las repulsiones entre ellos. Sin embargo, dado que tres pares de electrones son enlazantes y el cuarto es un par solitario (molécula tipo AB_3E), la geometría real de la molécula es de pirámide trigonal.

Los enlaces P-H son polares, y al ser la geometría piramidal los momentos dipolares no se anulan entre sí, por lo que la molécula es polar.

- II) Explique por qué el punto de ebullición del NH_3 (-33°C) es mucho mayor que el de la fosfina, PH_3 ($-87,7^\circ\text{C}$). (0,5 p)

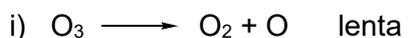
Ambas son moléculas covalentes polares (su geometría es piramidal trigonal). Se unen entre sí mediante enlaces de Van der Waals del tipo dipolo permanente-dipolo permanente. Pero entre las moléculas del NH_3 , además, se establecen enlaces de H, ya que el H está unido a un átomo de pequeño tamaño y muy electronegativo (F, O o N). Esto no ocurre en la fosfina, PH_3 , por lo que su punto de ebullición es mucho menor.

- III) Las siguientes sustancias son sólidas a temperatura ambiente: C, S, I_2 y Au. ¿Cuál de ellas es un sólido dúctil y maleable? Justifique su respuesta. (0,5 p)

El Au, porque es la única de ellas que es un metal, y esa es una propiedad de los compuestos metálicos.

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

3. La descomposición de O_3 a O_2 transcurre a través del siguiente mecanismo, en dos etapas elementales:



a) Escriba la ecuación global para la reacción. (0,4 p)



b) Según el mecanismo propuesto, ¿cuál será la ecuación de velocidad de la reacción, el orden de reacción global y las unidades de la constante de velocidad? (0,9 p)

$$v = k[O_3] \text{ (la correspondiente a la etapa lenta)}$$

Orden de reacción 1

Las unidades de k son s^{-1}

c) Explique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio. (0,3 p)

Sí, el O es un intermedio porque se forma en la primera etapa y se consume en la segunda (No aparece en la ecuación global de la reacción ni en la ecuación de velocidad)

d) ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción y a la constante de velocidad un aumento de T? (0,4 p)

Ambas aumentarán, según la Ec. de Arrhenius (k aumentará, y por tanto v también)



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

5. I) Calcule el pH de una disolución de 20 mL de HCl 0,1 M a la que se adicionan 148,2 mg de Ca(OH)_2 , suponiendo que el volumen de la disolución no varía. (1,5 p)

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

Se produce una reacción de neutralización:



En 20 mL (0.02 L) de una disolución 0.1 M de HCl hay 0.002 moles de HCl

Como el Pm del Ca(OH)_2 es $74.1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, en 148.2 mg hay 0.002 moles de Ca(OH)_2 .

Como la estequiometría es 2:1, con 0.002 moles de HCl reaccionarán sólo 0.001 moles de Ca(OH)_2 , quedando otros 0.001 moles de Ca(OH)_2 sin reaccionar. Esos moles estarán en 20 mL de disolución final, y estarán completamente ionizados:



La $[\text{Ca(OH)}_2]$ será por tanto 0.05 M.

La $[\text{OH}^-]$ generada será el doble: 0,1 M

Como $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ $\text{pOH} = 1$

Y como $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$, **pH = 13**

- II) Explique si una disolución de $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos, pero sí explicar los procesos químicos que tienen lugar. (0,5 p)

El $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ es una sal y estará completamente ionizada en agua:



El catión Ca^{2+} no sufre hidrólisis, pues es el ácido conjugado de una base fuerte (el Ca(OH)_2). Sin embargo, el anión CH_3COO^- es la base conjugada de un ácido débil (el CH_3COOH) y por tanto sí sufre hidrólisis según el siguiente equilibrio:



Por tanto, la disolución de $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ será básica ($\text{pH} > 7$)

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

6. I) Una disolución acuosa de ácido cianhídrico (HCN) presenta un pH = 4,3. Calcule:

a) La concentración, c , de dicha disolución. (1,25 p)

El equilibrio de disociación es:



Concentraciones, inicio: c 0 0

Conc. Equilibrio: $c-x$ x x

La expresión para K_a es:

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}^+]}{[\text{HCN}]} = \frac{x^2}{(c-x)}$$

Como se trata de un ácido débil, suponemos $x \ll c$: $K_a = 6,2 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{c}$

Como nos dicen el pH y sabemos que $[\text{H}^+] = x$:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log x = 4,3 \quad x = 10^{-4,3} = 5 \cdot 10^{-5}$$

Sustituyendo este valor de x en la expresión de K_a , y despejando c :

$$c = \frac{x^2}{6,2 \cdot 10^{-10}} = \frac{(5 \cdot 10^{-5})^2}{6,2 \cdot 10^{-10}}$$

$$c = 4,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (4,03 M)}$$

b) El grado de disociación del HCN. (0,25 p)

Dato: $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \cdot 10^{-10}$

El grado de disociación puede obtenerse de la expresión $x = c \alpha$.

$$5 \cdot 10^{-5} = 4,03 \alpha, \quad \alpha = 1,24 \cdot 10^{-5}$$

II) Explique si una disolución de NaCN en agua será ácida, básica o neutra. No es necesario realizar cálculos numéricos, pero sí explicar los procesos químicos que tienen lugar. (0,5 p)

El NaCN es una sal y estará completamente ionizada en agua:



El catión Na^+ no sufre hidrólisis, pues el ácido conjugado de una base fuerte (el NaOH). Sin embargo, el anión CN^- es la base conjugada de un ácido débil (el HCN, ver apartado anterior) y por tanto sí sufre hidrólisis según el siguiente equilibrio:



Por tanto, la disolución de NaCN será básica ($\text{pH} > 7$)

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

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción:



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

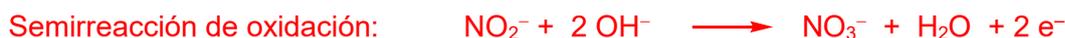
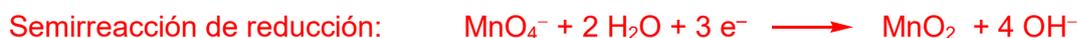
El agente oxidante es el MnO_4^- (o el KMnO_4) que gana electrones (y se reduce de Mn(VII) a Mn(IV))

El agente reductor es el NO_2^- (o el NaNO_2) que pierde electrones (y se oxida de N(III) a N(V))

Capta electrones el agente oxidante (el MnO_4^-)

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

Hacemos el ajuste en medio básico:



Para igualar el número de electrones intercambiados, multiplicamos la semirreacción de reducción por 2 y la de oxidación por 3:



Sumamos las dos semirreacciones:



Eliminamos moléculas de H_2O y aniones OH^- a ambos lados de la reacción:



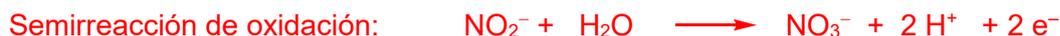
Ponemos en forma molecular:



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



También se puede hacer el ajuste en medio ácido y luego añadir aniones OH^- :



Al multiplicar y sumar, queda:



Sumamos 2 aniones OH^- a cada lado:



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

8. Teniendo en cuenta los siguientes potenciales estándar de reducción:

$$E^{\circ} (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.80 \text{ V}; \quad E^{\circ} (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}; \quad E^{\circ} (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76 \text{ V};$$

a) Explique cuál de los tres metales (Ag, Pb o Zn) es más oxidante. (0,4 p)

El metal más oxidante es la Ag porque es el que tiene mayor potencial de reducción (y, por tanto, mayor tendencia a reducirse (oxidando a otros) y menor tendencia a oxidarse).

b) Justifique numéricamente si será posible reducir iones Pb^{2+} , en condiciones estándar, adicionando virutas de Zn o de Ag. Escriba y ajuste las hipotéticas reacciones que tendrían lugar. (0,8 p)

No se podrán reducir iones Pb^{2+} con Ag, porque la plata es más oxidante (menos reductora) que el Pb, pero sí se podrán reducir con Zn.

Numéricamente:



y su potencial estándar sería $E^{\circ} (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) - E^{\circ} (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = -0.13 - 0.80 = -0.93 \text{ V}$,

luego no tendrá lugar de forma espontánea



y su potencial estándar sería $E^{\circ} (\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) - E^{\circ} (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.13 - (-0.76) = 0.63 \text{ V}$,

luego sí tiene lugar de forma espontánea

c) Indique en qué electrodo (cátodo o ánodo) tienen lugar las reacciones de oxidación y reducción en una pila o celda galvánica, y hacia qué electrodo circulan los electrones. (0,4 p)

La reducción tiene lugar en el cátodo y la oxidación en el ánodo-

Los electrones circulan desde el ánodo hacia el cátodo.

d) Escriba la expresión general para la fuerza electromotriz de una pila (E°). ¿Cómo tiene que ser su signo para que la pila funcione? (0,4 p)

$$E^{\circ}_{\text{pila}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ánodo}}$$

Tiene que ser positiva

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

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

- a) propen-2-ol $\text{CH}_3\text{-C(OH)=CH}_2$
- b) ácido oxálico HOOC-COOH
- c) $\text{CH}_2\text{OH-CHOH-CH}_2\text{OH}$ glicerol / glicerina / 1,2,3-propanotriol / propano-1,2,3-triol
- d) HCO-NH_2 formamida / metanamida
- e) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CN}$: propanonitrilo, propionitrilo, cianuro de etilo

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

- a) Adición: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$
- b) Sustitución: $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$
- c) Eliminación: $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH(CH}_3\text{)}_2 + \text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{-CH=C(CH}_3\text{)}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$

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

- a) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{CrO}_3, \text{H}^+} \text{CH}_2=\text{CH-COOH} + \dots$ Oxidación
- b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO} \xrightarrow{\text{NaBH}_4} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} + \dots$ Reducción

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

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

a) Ácido 2-etilbutanoico $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)\text{-COOH}$

b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NO}_2$ **nitroetano**

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

a) etilciclohexano y 1-etil-3-metilciclopentano



Isomería estructural de cadena (porque sólo cambia la disposición del esqueleto carbonado).

b) n-propanol e isopropanol

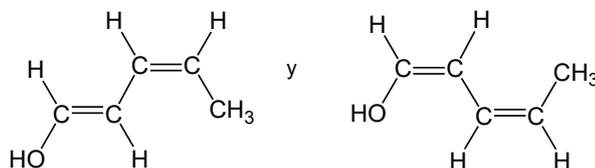
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$

Isomería estructural de posición (cambia la posición del grupo hidroxilo, de 1 a 2, los nombres sistemáticos son propan-1-ol y propan-2-ol)

III) Explique si el compuesto $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_3$ puede presentar algún tipo de isomería espacial (geométrica, óptica, ambos tipos o ninguno). (0,4 p)

No puede presentar isomería óptica, pues no tiene ningún carbono asimétrico (con los cuatro sustituyentes diferentes). Tampoco puede presentar isomería geométrica, porque no tiene un doble enlace ni es un cicloalcano.

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



Isomería espacial geométrica (cis-trans o Z/E), porque cambia la disposición en el espacio de los sustituyentes en los dobles enlaces.