

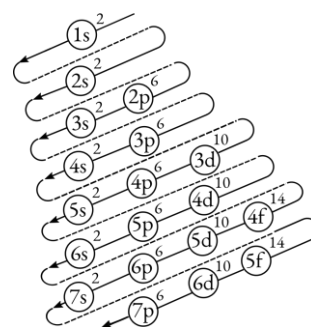
EBAU JUNIO 2023 QUÍMICA MURCIA

1. Considere el elemento con $Z = 35$, y un anión mononegativo de dicho elemento.

a) Indique el nombre y símbolo atómico del elemento. **(0,25 p)**



Es el Bromo (Br)



b) Indique el número de protones, neutrones y electrones del anión mononegativo, sabiendo que el isótopo más abundante de este elemento tiene una masa de 80 u. **(0,30 p)**

Si tiene una masa de 80 u significa que la suma de protones y neutrones es 80 (el núcleo).

Si el átomo tiene 35 electrones, su anión mononegativo tendrá 36 electrones.

El número de protones es el mismo que el número de electrones del átomo (35 protones)

Como la suma de neutrones y protones es 80, tiene 45 neutrones.

c) Escriba la configuración electrónica del anión. **(0,50 p)**



d) ¿Qué elemento de la Tabla Periódica es isoelectrónico con dicho anión? **(0,25 p)**

Isoelectrónico: Se dice que dos o más entidades moleculares (átomos, moléculas, iones) son isoelectrónicas entre sí, cuando estas tienen el mismo número de electrones.

El Kriptón (también es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$)

e) Razone cómo será el radio del anión, comparado con el del elemento (mayor, menor o igual). **(0,25 p)**

Los aniones presentan radios mayores que sus átomos neutros debido a que la ganancia de electrones amplifica las repulsiones internas, lo que obliga a la nube electrónica a expandirse para estabilizarse.

f) Explique si los siguientes conjuntos de números cuánticos pueden corresponder a un electrón de un átomo del elemento, en su estado fundamental: i) $(4, 3, 2, +\frac{1}{2})$; ii) $(3, 2, 0, +\frac{1}{2})$; iii) $(3, 0, 1, +\frac{1}{2})$ **(0,45 p)**

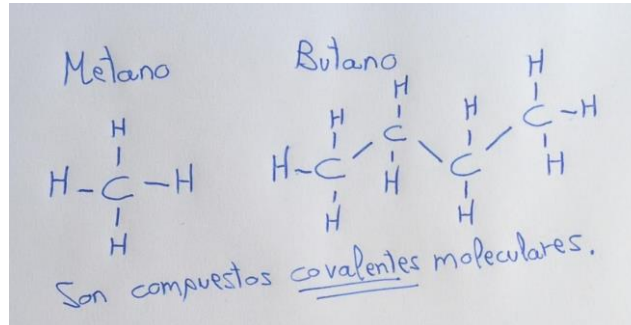
- i) No, ya que esta configuración corresponde a un subnivel 4f. Y el bromo no tiene este subnivel ocupado.
- ii) Sí, se trata de un electrón 3d
- iii) No, porque si $l = 0$ (orbital s), m sólo puede valer 0.

Es importante destacar que pregunta si es posible el número cuántico para un electrón de un átomo de dicho elemento, en su estado fundamental. No se pregunta si los conjuntos de números cuánticos son posibles.

2. Considere el gas metano y el gas butano y, basándose en las características de su enlace:

- a) Indique qué tipo de compuestos son (metálicos, iónicos, covalentes atómicos o covalentes moleculares).
(0,40 p)

Son compuestos covalentes moleculares.



- b) Razone cuál de ellos tendrá un mayor punto de ebullición. (0,60 p)

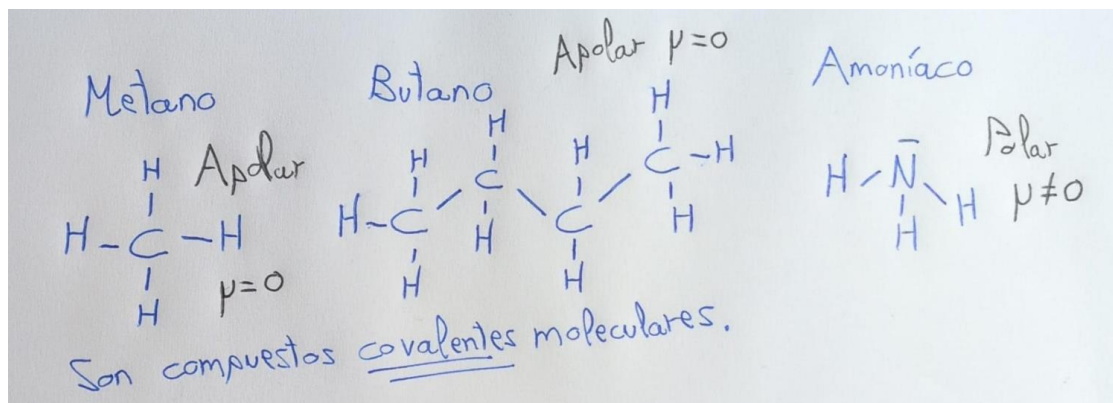
Al ser compuestos covalentes moleculares, sus temperaturas de ebullición están determinadas por la intensidad de las fuerzas intermoleculares. Dado que los hidrocarburos se consideran moléculas apolares, las interacciones predominantes son las fuerzas de dispersión de London (dipolo instantáneo-dipolo inducido). Estas fuerzas se intensifican al aumentar el tamaño y la superficie de la nube electrónica; por ello, el butano (C_4H_{10}) presenta un punto de ebullición mayor (-1°C) que el metano (CH_4 , -161.6°C).

- c) Explique si serán conductores de la electricidad. (0,40 p)

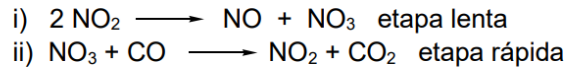
Los compuestos covalentes son malos conductores de la electricidad, ya que sus electrones están fijados en los enlaces y no disponen de libertad de movimiento para generar un flujo de corriente.

- d) Explique cómo será su solubilidad en agua, comparada con la del amoníaco (NH_3). (0,60 p)

El metano y el butano son prácticamente insolubles en agua por ser apolares. Sin embargo, el amoníaco es muy soluble ya que su polaridad y su capacidad de formar puentes de hidrógeno le permiten interactuar eficazmente con las moléculas de agua.



3. Considere el siguiente mecanismo de reacción, que consta de dos etapas elementales:

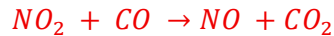


a) Escriba la ecuación global para la reacción. **(0,30 p)**



Tachamos un NO_2 y el NO_3 al encontrarse tanto en reactivos como en productos.

Ecuación global:



b) Escriba la ecuación de velocidad para la segunda etapa, e indique su orden de reacción. **(0,30 p)**

$$v = k[\text{NO}_3][\text{CO}]$$

Se trata de una reacción de segundo orden ya que, al ser una etapa elemental, su velocidad es proporcional al producto de las concentraciones de los reactivos según su estequiometría.

c) Según el mecanismo propuesto, escriba la ecuación de velocidad para la reacción global. **(0,30 p)**

$$v = k[\text{NO}_2]^2$$

La ecuación de velocidad global de la reacción viene determinada exclusivamente por la etapa lenta del mecanismo. Al ser esta la etapa limitante, la velocidad del proceso completo no puede ser superior a la de su paso más lento, por lo que su ley de velocidad coincide con la de dicha etapa.

d) Razone cómo variará la velocidad de la reacción global si se duplica la concentración de CO. **(0,30 p)**

La velocidad no variará, dado que la reacción es de orden cero respecto al CO. Al no formar parte de la expresión de velocidad global, su presencia es cinéticamente irrelevante para la rapidez del sistema.

e) Indique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio. **(0,25 p)**

Intermediario: Se genera primero y se consume después (aparece a la derecha y luego a la izquierda).

Entonces: Sí, el NO_3 es un intermedio.

f) Explique, basándose en la cinética propuesta para las dos etapas, si la cantidad de NO_3 presente durante el transcurso de la reacción será relativamente grande o pequeña. **(0,25 p)**

Debido a que el NO_3 se genera lentamente, pero se consume de forma inmediata, no llega a acumularse en el sistema. Su presencia es transitoria y su concentración mínima, ya que la segunda etapa 'agota' el intermediario tan pronto como aparece.

g) ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción y a la constante de velocidad un aumento de T? **(0,30 p)**

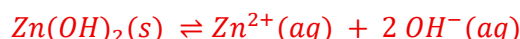
La relación entre la temperatura y la cinética viene dada por la expresión:

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT}$$

Un incremento térmico reduce el valor del exponente negativo, aumentando el valor de la constante k. La velocidad de reacción también aumenta.

4. A 298 K la solubilidad (s) del Zn(OH)_2 en agua es $2,68 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

a) Calcule el producto de solubilidad (K_{ps}) del Zn(OH)_2 en agua, a 298 K. **(0,50 p)**



[Equilibrio] (mol/L) s 2s

$$K_{ps} = [\text{Zn}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 7,7 \cdot 10^{-17}$$

b) Calcule el pH de una disolución saturada de Zn(OH)_2 en agua, a 298 K. **(0,50 p)**

$$[\text{OH}^-] = 2s = 5,36 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pOH} = -\log [5,36 \cdot 10^{-6}] = 5,27$$

$$\text{Como } \text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad \text{pH} = 14 - 5,27 = 8,73$$

c) Explique si variará el pH (y cómo) si se adiciona 1 g de Zn(OH)_2 sólido a la disolución anterior. **(0,40 p)**

No se producirá variación en el pH debido a que el equilibrio de solubilidad es un proceso heterogéneo que es independiente de la cantidad de sólido presente, siempre que este se encuentre en exceso. Al no alterarse el producto iónico, la concentración de grupos hidroxilo permanece fija, dejando el pH intacto.

La adición de sólido a una disolución saturada no desplaza el equilibrio de solubilidad. Al no variar la concentración de iones OH^- , el pH de la mezcla no experimenta ningún cambio.

d) Si a 1 L de agua a 298 K se adicionan 2 mL de una disolución de ZnCl_2 (aq) $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, y 2 mL de una disolución de KOH (aq) $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$, justifique numéricamente si precipitará Zn(OH)_2 . **(0,60 p)**

Calculamos los moles de iones Zn^{2+} y de OH^- que se han adicionado:

$$M = \frac{n}{V(L)}$$

$$1 \cdot 10^{-3} = \frac{n}{2 \cdot 10^{-3}}$$

$$n = 2 \cdot 10^{-6} \text{ moles de iones de } \text{Zn}^{2+} \text{ y de } \text{OH}^-$$

Tras la adición, el volumen total de la mezcla asciende a 1,004 L.

Nuevas concentraciones:

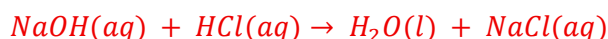
$$M = \frac{n}{V(L)}$$

$$M = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{1,004} = 1,99 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

Las nuevas concentraciones iónicas resultantes ($1,99 \cdot 10^{-6} \text{ M}$) son inferiores a la solubilidad del Zn(OH)_2 ($2,68 \cdot 10^{-6} \text{ M}$). Al no alcanzarse el producto de solubilidad ($Q_s < K_{ps}$), el sistema permanece en un estado de insaturación y, por tanto, no se observará la formación de precipitado.

5. a) 5 mL de una disolución de NaOH se mezclan con 10 mL de una disolución de HCl 0,2 M. La disolución así obtenida tiene pH = 2. Calcule la concentración de la disolución inicial de NaOH. **(1,50 p)**

Es una mezcla de un ácido fuerte con una base fuerte.



Moles de HCl:

$$M = \frac{n}{V(L)} \quad ; \quad 0,2 = \frac{n}{0,01}$$

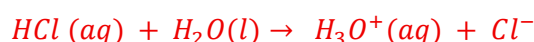
$$n = 2 \cdot 10^{-3} \text{ moles de HCl inicialmente}$$

La neutralización ha sido parcial, esto lo sabemos ya que el pH resultante es de 2. Al ser $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{final}} = 10^{-2} \text{ M}$, el número de moles de ácido que no han sido neutralizados se calcula mediante el producto de dicha concentración por el volumen total (0,015 L), obteniéndose un exceso de $1,5 \cdot 10^{-4}$ moles de H_3O^+ .

$$10^{-2} = \frac{n}{0,015}$$

$$n = \text{Exceso de } 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ moles de } \text{H}_3\text{O}^+$$

HCl es un ácido fuerte, está totalmente ionizado:



Entonces, los moles de H_3O^+ son los moles de HCl que han quedado sin neutralizar.

Si había $2 \cdot 10^{-3}$ moles de HCl y quedan $1,5 \cdot 10^{-4}$:

$$2 \cdot 10^{-3} - 1,5 \cdot 10^{-4} = 1,85 \cdot 10^{-3} \text{ moles de HCl se han neutralizado.}$$

Como es una relación 1:1, también había $1,85 \cdot 10^{-3}$ moles de NaOH en la disolución.

Como su volumen era de 5 ml:

$$M = \frac{1,85 \cdot 10^{-3}}{0,005} = 0,37M$$

- b) Se valoran 10 mL de la disolución de NaOH del apartado anterior con el HCl 0,2 M del apartado anterior. Si se llena la bureta con 20 mL del HCl 0,2 M, razone si serán suficientes para llegar al punto de equivalencia. (NOTA: este apartado puede contestarse sin conocer el resultado del anterior). **(0,50 p)**

Sí será suficiente. Al duplicar tanto el volumen de NaOH como el de HCl, la relación molar no varía. Si anteriormente sobraba ácido, ahora también habrá un exceso de HCl, ya que la proporción entre los reactivos es la misma.

Punto de equivalencia:

$$V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}}$$

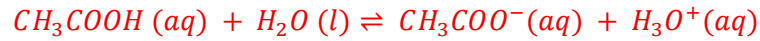
$$10 \text{ mL} \cdot 0,37 \text{ M} = V_{\text{HCl}} \cdot 0,2 \text{ M}$$

$$V_{\text{HCl}} = 18,5 \text{ mL}$$

Por lo tanto, con 20 ml habrá un exceso de HCl.

6. a) Calcule el pH de una disolución de CH_3COOH (aq) ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$), de concentración $c = 0,2 \text{ M}$. **(1,0 p)**
 b) Explique cómo variará el pH (aumentará, disminuirá o permanecerá igual), si a 100 mL de la disolución anterior se le adicionan 100 mL de una disolución 0,2 M de CH_3COONa . **(0,50 p)**

El CH_3COOH es un ácido débil por lo que:



[Inicio]:	c	0	0
[Equilibrio]:	c-x	x	x

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x$$

$$K_a = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c - x}$$

Como se trata de un ácido débil, hacemos la siguiente suposición: $x \ll c$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{c}$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2 = x^2$$

$$x = 1,9 \cdot 10^{-3}$$

Por lo tanto:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x = -\log 1,9 \cdot 10^{-3} = 2,72$$

- b) Explique cómo variará el pH (aumentará, disminuirá o permanecerá igual), si a 100 mL de la disolución anterior se le adicionan 100 mL de una disolución 0,2 M de CH_3COONa . **(0,50 p)**

El CH_3COONa es una sal y estará completamente ionizado:



Mientras que el Na^+ es un ion inerte (no afecta al pH), la formación de CH_3COO^- desplaza el equilibrio del ácido acético hacia la izquierda. Este retroceso en la disociación conlleva una disminución en la $[\text{H}_3\text{O}^+]$, lo que se traduce en una elevación del pH. Como conclusión: la sal actúa reduciendo la capacidad del ácido para liberar protones al medio.

- c) ¿Cuál será la concentración de iones Na^+ en la disolución resultante del apartado b? **(0,50 p)**

Debido a su inactividad química en este medio, el número de moles de Na^+ no varía.

Al producirse una mezcla que eleva el volumen total a 200 ml, la concentración de dicho ion en la disolución resultante se reduce proporcionalmente a 0,1 M.

$$0,2\text{M} \cdot 100 \text{ ml} = x \cdot 200 \text{ ml}$$

$$x = 0,1 \text{ M}$$

7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción (sin ajustar): $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \longrightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$

a) Indique cuál es el agente oxidante y el reductor, y cómo varía su estado de oxidación. **(0,60 p)**

El cloro actúa a la vez como agente oxidante y como agente reductor (reacción de desproporción o dismutación):

Agente oxidante (reduciéndose de Cl_2 a Cl^-): Pasa de estado de oxidación 0 a -1

Agente reductor (oxidándose a ClO^-): Pasa de estado de oxidación 0 a +1

b) Ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción, indicando los electrones intercambiados. **(1,20 p)**

Semirreacción de oxidación:



Semirreacción de reducción:



c) Escriba la reacción global completamente ajustada. **(0,20 p)**

Sumamos las dos semirreacciones:



Lo pasamos:

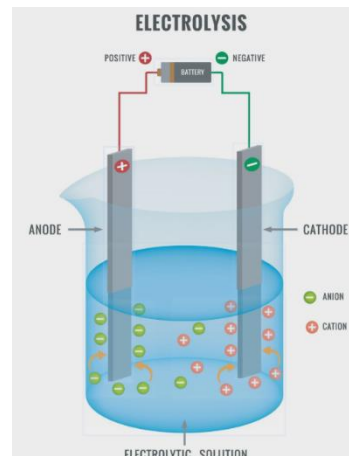


8. Se realiza la electrolisis de una disolución acuosa de AgNO_3 empleando dos electrodos de grafito. En uno de ellos se deposita $\text{Ag}(s)$ y en el otro se desprende un gas. Teniendo en cuenta que el agua puede sufrir los siguientes procesos redox: $\text{H}_2\text{O} + 1 e^- \longrightarrow 1/2 \text{H}_2 + \text{OH}^-$ y $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 1/2 \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 e^-$, y que ni el grafito ni el nitrato participan en la reacción, conteste a las siguientes cuestiones:

a) ¿En qué electrodo (cátodo o ánodo) se depositará la Ag ? Escriba esta semirreacción ajustada. **(0,50 p)**

Como la plata sólida (Ag) aparece a partir de los iones Ag^+ que hay en el líquido, lo que está pasando es una reducción (el ion gana un electrón para volverse metal). La reducción siempre ocurre en el cátodo.

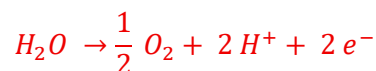
La semirreacción es:



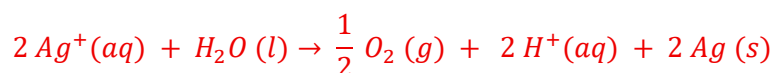
b) Explique qué gas se desprenderá en el otro electrodo y escriba la semirreacción correspondiente, así como la reacción global de la celda electrolítica. NOTA: no se necesitan los potenciales redox. **(0,75 p)**

En el ánodo se produce la oxidación (la regla de las vocales: Ánodo-Oxidación). Como los iones NO_3^- son muy estables y no quieren saber nada de reaccionar, es el agua la que da el paso al frente. El agua se oxida, suelta electrones y, como resultado, burbujea oxígeno (O_2).

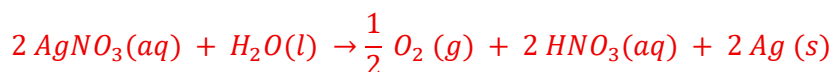
La semirreacción es:



La reacción global es (hay que multiplicar por 2 la semirreacción del cátodo para igualar electrones):



o también:



c) ¿Cuántos moles de Ag se habrán depositado al cabo de 3 h de electrolisis, si la corriente aplicada es de 2 A? Dato: $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$. NOTA: no se necesita el peso atómico de la Ag para contestar. **(0,75 p)**

Ley de Faraday:

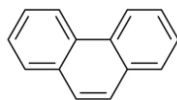
$$I \cdot t = n_e \cdot F$$

$$2 \cdot 10800(\text{segundos}) = n_e \cdot 96500$$

$$n_e = 0,224 \text{ moles de } e^-$$

Mirando la semirreacción y vemos que para depositar 1 mol de $\text{Ag}(s)$, se necesita 1 mol de electrones. Como son 0,224 moles de electrones, entonces se depositan 0,224 moles de Ag .

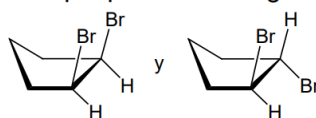
9. a) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan: i) antraceno y fenantreno; ii) pentan-3-ona y pent-2-en-3-ol (1,10 p)



Presentan **Isomería estructural de cadena**.

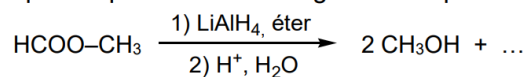
- ii) pentan-3-ona: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$
 pent-2-en-3-ol: $\text{CH}_3\text{-CH=C(OH)-CH}_2\text{-CH}_3$
 Presentan **Isomería estructural de función**.

- b) Indique el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos: (0,25 p)



Presentan **Isomería espacial geométrica (cis-trans o Z/E) (Estereoisomería)**.

- c) Indique el tipo de reacción orgánica de que se trata (una sola palabra es suficiente): (0,25 p)



Se trata de una **reacción de reducción**.

- d) Nombre las dos sustancias orgánicas que intervienen en la reacción anterior. (0,40 p)

HCOO-CH_3 : **formiato de metilo/metanoato de metilo**.

CH_3OH : **Metanol**.

10. a) Formule o nombre: i) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; ii) N-propilformamida (0,40 p)

i) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: hex-1-en-3-ino/1-hexen-3-ino

ii) N-propilformamida: $\text{HCO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

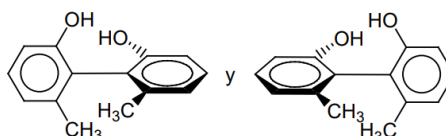
b) Escriba las fórmulas semidesarrolladas del anisol y el fenilmetanol e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí estos dos compuestos. (0,50 p)

Anisol: $\text{Ph}-\text{O}-\text{CH}_3$

Fenilmetanol: $\text{Ph}-\text{CH}_2\text{OH}$

Presentan Isomería estructural de función.

c) Indique el tipo y subtipo de isomería que presenta el siguiente par de compuestos: (0,20 p)



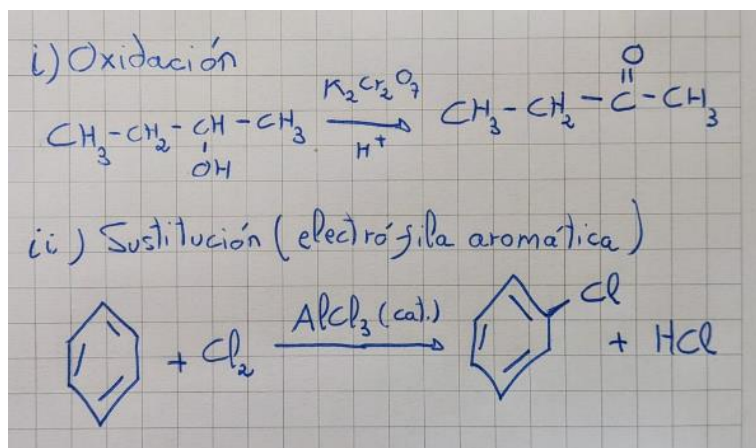
Presentan Isomería espacial (estereoisomería) óptica. Son enantiómeros.

Definición enantiómero: Los enantiómeros son estereoisómeros que son imágenes especulares entre sí, pero no superponibles, similar a la relación entre la mano derecha y la izquierda.

d) Complete las siguientes reacciones orgánicas, según el tipo de reacción indicado: (0,50 p)

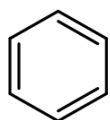
i) Oxidación: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}^+}$

ii) Sustitución (electrófila aromática) (dos productos): $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3 (\text{cat.})}$ +



e) Nombre los reactivos orgánicos de partida en las dos reacciones anteriores. (0,40 p)

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$: butan-2-ol / 2-butanol



: Benceno