

JUNIO 2024

QUÍMICA

INDICACIONES

1. La prueba consta de 10 ejercicios distribuidos en tres bloques.
2. Se debe realizar un total de cinco ejercicios, eligiendo, al menos, uno de cada bloque.
3. Si entre los cinco realizados no figura al menos uno de cada bloque, no se corregirán los últimos del bloque con más ejercicios ni aquellos que excedan de cinco.

BLOQUE 1

1. [2 PUNTOS] Respecto a la molécula CCl_4 (tetracloruro de carbono) indique razonadamente:
 - a) [0,5 PUNTOS] Qué tipo de hibridación presenta el átomo de carbono.
 - b) [0,5 PUNTOS] Cómo será la polaridad de los enlaces y de la molécula.
 - c) [0,5 PUNTOS] Si será soluble o no en agua.
 - d) [0,5 PUNTOS] De qué tipo y cómo será la fortaleza de los enlaces que forman entre sí moléculas de ese compuesto.

DATOS: Número atómico (Z): C = 6; Cl = 17.

2. [2 PUNTOS] El aluminio tiene 13 de número atómico (Z).
 - a) [0,5 PUNTOS] Escribe la configuración electrónica del Al en estado fundamental.
 - b) [0,5 PUNTOS] ¿Tienen el Al electrones desapareados en estado fundamental?
 - c) [0,5 PUNTOS] Indica a qué grupo y periodo pertenece el Al.
 - d) [0,5 PUNTOS] Indica los posibles números cuánticos del electrón diferenciador del Al.

BLOQUE 2

3. [2 PUNTOS] Una pila está formada por los elementos Cu^{2+}/Cu y Al^{3+}/Al que tienen potenciales de reducción estándar 0,35V y -1,65V respectivamente.
 - a) [0,5 PUNTOS] Haz un esquema de la pila electrolítica formada con esos elementos y con todo lo necesario para que funcione (electrodos, conexiones).
 - b) [0,5 PUNTOS] Indica qué electrodo funciona como ánodo y la reacción que tiene lugar en él.
 - c) [0,5 PUNTOS] Indica qué electrodo funciona como cátodo y la reacción que tiene lugar en él.
 - d) [0,5 PUNTOS] Señala en qué sentido circulan los electrones y calcula la diferencia de potencial de la pila.
4. [2 PUNTOS] En la reacción $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ la constante de equilibrio K_c vale 54,4 en determinadas condiciones, en un recipiente de volumen V y en las mismas condiciones se introducen un mol de cada uno de los tres gases.
 - a) [1 PUNTO] Cuántos moles de cada gas habrá en el equilibrio.
 - b) [1 PUNTO] Cuál será el grado de disociación del yodo.

5. [2 PUNTOS] Dada la reacción: $4\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{N}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H^\circ = -80 \text{ kJ}$
- a) [0,5 PUNTOS] Razona cómo tendría que modificarse la temperatura para aumentar la proporción de nitrógeno molecular una vez alcanzado el equilibrio.
 - b) [0,5 PUNTOS] Razona cómo tendría que modificarse la presión para aumentar la proporción de nitrógeno molecular una vez alcanzado el equilibrio.
 - c) [0,5 PUNTOS] Alcanzado el equilibrio, cómo influiría la inyección extra de oxígeno.
 - d) [0,5 PUNTOS] Cómo influiría en el equilibrio el que se fuera retirando agua del reactor a medida que se forma.
6. [2 PUNTOS] El hidróxido de magnesio $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es insoluble, su producto de solubilidad vale $8,9 \cdot 10^{-12}$
- a) [0,5 PUNTOS] Calcula la máxima cantidad de moles del hidróxido que podré disolver en un litro de agua.
 - b) [0,5 PUNTOS] Calcula el pH de una disolución saturada de hidróxido magnésico.
 - c) [0,5 PUNTOS] Indica y razona algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.
 - d) [0,5 PUNTOS] Razona si la adición de una sal soluble de magnesio disminuirá la solubilidad.
7. [2 PUNTOS] Se dispone de 80 ml de una disolución 0,15M de ácido clorhídrico (HCl), disolución A y de 100 ml de otra disolución 0,1 M de hidróxido de sodio (NaOH), disolución B.
- a) [0,5 PUNTOS] Determina el pH de la disolución A.
 - b) [0,5 PUNTOS] Determina el pH de la disolución B.
 - c) [0,5 PUNTOS] Si se mezclan ambas disoluciones. ¿Cuánto valdrá el pH de la disolución resultante?
 - d) [0,5 PUNTOS] Qué volumen adicional y de cuál de las dos disoluciones, A ó B, tendríamos que añadir a la mezcla del apartado c) para que el pH final fuera 7.
8. [2 PUNTOS] Si en una reacción añadimos un catalizador, razona si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:
- a) [0,5 PUNTOS] La entalpía de la reacción aumenta.
 - b) [0,5 PUNTOS] La reacción se hace más espontánea.
 - c) [0,5 PUNTOS] La energía de activación disminuye.
 - d) [0,5 PUNTOS] Se llega más rápido al equilibrio, reactivos \rightleftharpoons productos.
- Nota:** Utiliza diagramas energéticos del avance de la reacción.

BLOQUE 3

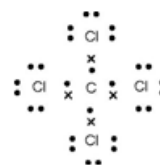
9. [2 PUNTOS] Indica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
- a) [0,5 PUNTOS] El cis-but-2-eno y el metilpropeno son compuestos isómeros.
 - b) [0,5 PUNTOS] El etilmetiléter y el propan-1-ol no son isómeros.
 - c) [0,5 PUNTOS] El but-1-eno no tiene isomería cis-trans.
 - d) [0,5 PUNTOS] El 2,3-dimetil pentano no presenta isomería óptica.
10. [2 PUNTOS] Dados los compuestos but-1-eno y propan-1-ol.
- a) [0,5 PUNTOS] En la adición de agua, en medio ácido, al but-1-eno, ¿qué compuesto se obtendrá preferentemente?
 - b) [0,5 PUNTOS] En una oxidación del propan-1-ol, ¿qué compuestos pueden obtenerse?
 - c) [0,5 PUNTOS] En una reacción de eliminación del propan-1-ol, ¿qué compuesto puede obtenerse?
 - d) [0,5 PUNTOS] En una reacción de reducción del propan-1-ol, ¿qué compuesto puede obtenerse?

BLOQUE 1

1.- Respecto a la molécula CCl_4 (tetracloruro de carbono) indique razonadamente:

- a) (0,5 p) Qué tipo de hibridación presenta el átomo de carbono.

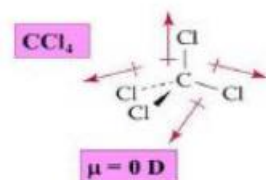
El tetracloruro de carbono es una molécula formada mediante cuatro enlaces sencillos $\text{C} - \text{Cl}$, tal como se refleja en el siguiente diagrama de Lewis. Cuando el átomo de carbono forma cuatro enlaces sencillos adopta hibridación sp^3 .



- b) (0,5 p) Como será la polaridad de los enlaces y de la molécula.

Los enlaces $\text{C} - \text{Cl}$ son polares, ya que el cloro es más electronegativo que el carbono.

Debido a la hibridación sp^3 del átomo de carbono, la molécula de tetracloruro de carbono tiene geometría tetraédrica. La simetría de esta molécula hace que sea apolar (la suma de los momentos dipolares de los 4 enlaces $\text{C} - \text{Cl}$ es cero debido a la simetría).



- c) (0,5 p) Si será o no soluble en agua.

El tetracloruro de carbono no será soluble en agua, ya que el agua es un disolvente polar. En los disolventes polares son solubles las sustancias iónicas y las sustancias covalentes moleculares polares. El tetracloruro de carbono es una sustancia covalente molecular apolar, por lo que será soluble en disolventes apolares.

- d) (0,5 p) De qué tipo y cómo será la fortaleza de los enlaces que forman entre sí moléculas de este compuesto.

Debido al carácter apolar del tetracloruro de carbono entre sus moléculas solamente se establecerán débiles fuerzas de dispersión o de London (fuerzas de Van der Waals entre dipolos instantáneos). En este caso, debido a la alta masa molecular del CCl_4 y al gran volumen del átomo de cloro, estas fuerzas de dispersión son algo más intensas y por ello a temperatura ambiente es un líquido.

2.- El aluminio tiene 13 de número atómico (Z).

- a) (0,5 p) Escribe la configuración electrónica del Al en estado fundamental.

Al (Z = 13): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

- b) (0,5 p) ¿Tiene el Al electrones desapareados es estado fundamental?

El aluminio tiene 1 electrón desapareado situado en el subnivel 3p.



- c) (0,5 p) Indica a qué grupo y período pertenece el Al.

Pertenece al período 3º, ya que este es su nivel de energía más alto ocupado, y al grupo 13 (térricos), ya que la configuración electrónica de su nivel de valencia es del tipo $ns^2 np^1$.

d) (0,5 p) Indica los posibles números cuánticos del electrón diferenciante del Al.

El electrón más externo es uno de los que ocupa el subnivel 3p, por lo que $n = 3$ y $l = 1$. Los valores posibles para m serían -1, 0 y 1 y el número cuántico de spin, s , puede tomar valores $\frac{1}{2}$ o $-\frac{1}{2}$.

Por lo tanto, hay 6 combinaciones posibles: (3,1,-1,1/2), (3,1,-1,-1/2), (3,1,0,1/2), (3,1,0, -1/2), (3,1,1,1/2), (3,1,1, -1/2).

BLOQUE 2

3.- Una pila está formada por los elementos Cu^{2+}/Cu y Al^{3+}/Al que tienen potenciales de reducción estándar de 0,35 V y -1,65 V, respectivamente.

- (0,5 p) Haz un esquema de la pila electrolítica formada con estos elementos y con todos los elementos necesarios para que funcione (electrodos, conexiones).
- (0,5 p) Indica que electrodo funciona como ánodo y la reacción que tiene lugar el él.
- (0,5 p) Indica que electrodo funciona como cátodo y la reacción que tiene lugar el él.
- (0,5 p) Señala en qué sentido circulan los electrones y calcula la diferencia de potencial de la pila.

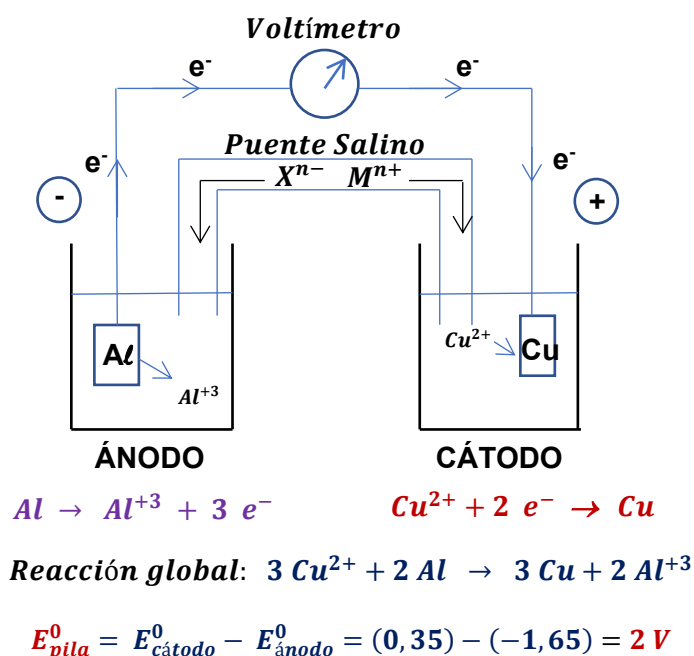
Respondo todos los apartados conjuntamente.

El electrodo de Cu^{2+}/Cu actuará de cátodo, ya que al tener mayor potencial normal de reducción se reduce más fácilmente y el electrodo de Al^{3+}/Al actuará de ánodo, ya que al tener menor potencial normal de reducción se oxida más fácilmente. De modo que el Cu^{2+} actuará como oxidante y el Al como reductor.

Las reacciones que tienen lugar durante el funcionamiento espontáneo de la pila son:



Un esquema de la pila sería:



4.- En la reacción $I_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2 HI(g)$ la constante de equilibrio K_c vale 54,4 en determinadas condiciones. En un recipiente de volumen V , y en las mismas condiciones, se introducen un mol de cada uno de los tres gases.

a) (1 p) ¿Cuántos moles de cada gas habrá en el equilibrio?

Para saber si la reacción en las condiciones iniciales se encuentra en equilibrio o no, y en caso de no estarlo saber como va a evolucionar la reacción.

$$Q = \frac{([HI]_0)^2}{[I_2]_0 \cdot [H_2]_0} = \frac{(1/V)^2}{(1/V) \cdot (1/V)} = 1 < K_c$$

La reacción no está en equilibrio, evolucionará hacia la derecha, produciéndose más HI a costa de una disminución de I_2 y de H_2 hasta que $Q = K_c$.

	$I_2(g)$	+	$H_2(g)$	\rightleftharpoons	$2 HI(g)$
Moles iniciales (mol)	1		1		1
Variación (mol/L)	-x		-x		+2x
Moles en equilibrio (mol/L)	1 - x		1 - x		1 + 2x

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[I_2] \cdot [H_2]} \Rightarrow 54,4 = \frac{\left(\frac{1+2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-x}{V}\right) \cdot \left(\frac{1-x}{V}\right)} = \frac{(1+2x)^2}{(1-x)^2}$$

$$50,4x^2 - 112,8x + 53,4 = 0 \Rightarrow \text{Resolviendo } x = \begin{cases} 1,56 \text{ mol} \\ 0,68 \text{ mol} \end{cases}$$

La primera solución carece de sentido ya que es mayor que el número de moles iniciales de ambos reactivos. De modo que los moles en el equilibrio son:

$$(n_{I_2})_{eq} = (n_{H_2})_{eq} = 1 - x = 1 - 0,68 = 0,32 \text{ mol}$$

$$(n_{HI})_{eq} = 1 + 2x = 1 + (2 \cdot 0,68) = 2,36 \text{ mol}$$

b) (1 p) ¿Cuál será el grado de disociación del yodo?

$$\alpha = \left(\frac{x}{1}\right) \cdot 100 = \left(\frac{0,68}{1}\right) \cdot 100 = 68 \%$$

5.- Dada la reacción $4 NH_3(g) + 3 O_2(g) \rightleftharpoons 2 N_2(g) + 6 H_2O(l)$ $\Delta H^\circ = -80 \text{ kJ}$.

a) (0,5 p) Razona cómo tendría que modificarse la temperatura para aumentar la proporción de nitrógeno molecular una vez alcanzado el equilibrio.

Para contestar todos los apartados voy a aplicar el Principio de Le Chatelier: “al perturbar un equilibrio estable este evoluciona hacia un nuevo estado de equilibrio oponiéndose a la variación que le sacó del equilibrio inicial”.

En este caso se trata de un equilibrio exotérmico ($\Delta H < 0$) que se ve favorecido, de acuerdo con el Principio de Le Chatelier, por las bajas temperaturas. Por lo tanto, para aumentar la proporción de nitrógeno habría que disminuir la temperatura.

b) (0,5 p) Razona cómo tendría que modificarse la presión para aumentar la proporción de nitrógeno molecular una vez alcanzado el equilibrio.

De acuerdo con el Principio de Le Chatelier, para aumentar la proporción de nitrógeno molecular habría que aumentar la presión, ya que de este modo el equilibrio se desplaza en el sentido en el que disminuye el número de moles de gas, en este caso hacia la derecha.

- c) (0,5 p) Alcanzado el equilibrio, cómo influiría la inyección extra de oxígeno.

De acuerdo con el Principio de Le Chatelier, al aumentar la concentración de oxígeno **el equilibrio se desplaza hacia la derecha**, ya que de este modo se produce una disminución de su concentración al favorecerse su reacción con el amoníaco.

- d) (0,5 p) Cómo influiría en el equilibrio el que se fuera retirando agua del reactor a medida que se forma.

No tendría ninguna influencia, ya que se trata de un equilibrio heterogéneo gas – líquido y el agua es un líquido puro.

6.- El hidróxido de magnesio $Mg(OH)_2$ es insoluble, su producto de solubilidad vale $8,9 \cdot 10^{-12}$.

- a) (0,5 p) Calcula la máxima cantidad de moles del hidróxido que podré disolver en un litro de agua.

	$Mg(OH)_2 (s)$	\rightleftharpoons	$Mg^{+2} (ac)$	+	$2 OH^- (ac)$
Concentración inicial (mol/L)	a		--		--
Variación (mol/L)	-s		s		2s
Concentración en equilibrio (mol/L)	a - s		s		2s

$$K_{ps} = [Mg^{+2}] \cdot [OH^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8,9 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

En un litro de agua puede disolverse un máximo de $1,31 \cdot 10^{-4}$ mol de hidróxido de magnesio.

- b) (0,5 p) Calcula el pH de una disolución saturada de hidróxido magnésico.

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 2s = -\log (2 \cdot 1,31 \cdot 10^{-4}) = 3,58$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3,58 = 10,42$$

- c) (0,5 p) Indica y razona algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.

De acuerdo con el principio de Le Châtelier podemos desplazar el equilibrio hacia la derecha, aumentando la solubilidad del hidróxido de magnesio, si disminuimos la concentración de los iones hidróxido. Esto podemos conseguirlo disminuyendo el pH de la disolución añadiendo un ácido o añadiendo una sal de amonio, ya que se producen las siguientes reacciones:



- d) (0,5 p) Razona si la adición de una sal soluble de magnesio disminuirá la solubilidad.

De acuerdo con el principio de Le Châtelier el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, para de este modo disminuir la concentración de iones magnesio, **disminuyendo la solubilidad del hidróxido de magnesio** (efecto del ion común).

7.- Se dispone de 80 mL de una disolución 0,15 M de ácido clorhídrico (HCl), disolución A, y de 100 mL de otra disolución 0,1 M de hidróxido de sodio (NaOH), disolución B.

- a) (0,5 p) Determina el pH de la disolución A

El ácido clorhídrico es un ácido fuerte, por lo que reacciona completamente con el agua:



$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 0,15 = 0,82$$

- b) (0,5 p) Determina el pH de la disolución B

El hidróxido de sodio es una base fuerte que está completamente dissociada en agua:



$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 0,1 = 1 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 13$$

- c) (0,5 p) Si se mezclan ambas disoluciones, ¿cuánto valdrá el pH de la disolución resultante?

$$[\text{OH}^-_{(ac)}] = [\text{NaOH}_{(ac)}] = \frac{100 \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ mol/L}}{180 \text{ mL}} = 0,056 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+_{(ac)}] = [\text{HCl}_{(ac)}] = \frac{80 \text{ mL} \cdot 0,15 \text{ mol/L}}{180 \text{ mL}} = 0,067 \text{ mol/L}$$

En esta mezcla hay un exceso de concentración de protones, lo que determinará que el pH final sea ácido.

$$[\text{H}^+_{(ac)}]_{\text{exceso}} = 0,067 - 0,056 = 0,011 \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}^+_{(ac)}]_{\text{exceso}} = -\log 0,011 \cong 1,96$$

- d) (0,5 p) ¿Qué volumen adicional y de cuál de las dos disoluciones (A o B) tendríamos que añadir a la mezcla del apartado c) para que el pH final sea neutro?

Como queremos que el pH final sea neutro, necesitamos que $[\text{OH}^-_{(ac)}] = [\text{H}^+_{(ac)}]$. Como en la disolución del apartado c) hay un exceso de protones, deberíamos añadir un volumen adicional de hidróxido de sodio.

Vamos a calcular el volumen de NaOH necesario para neutralizar completamente la disolución del apartado c)

$$[\text{OH}^-_{(ac)}] = [\text{H}^+_{(ac)}] \Rightarrow \frac{x \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ mol/L}}{(180 + x) \text{ mL}} = \frac{180 \text{ mL} \cdot 0,011 \text{ mol/L}}{(180 + x) \text{ mL}} \Rightarrow x \cong 20 \text{ mL de NaOH}$$

Otra forma es calcular el volumen de NaOH necesario para neutralizar completamente los 80 mL de HCl iniciales:

$$[\text{OH}^-_{(ac)}] = [\text{H}^+_{(ac)}] \Rightarrow \frac{x \text{ mL} \cdot 0,1 \text{ mol/L}}{(80 + x) \text{ mL}} = \frac{80 \text{ mL} \cdot 0,15 \text{ mol/L}}{(80 + x) \text{ mL}} \Rightarrow x = 120 \text{ mL de NaOH}$$

Como anteriormente habíamos añadido 100 mL, **debemos añadir 20 mL adicionales de NaOH.**

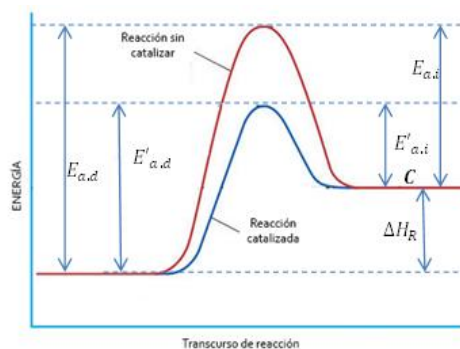
8.- Si en una reacción se añade un catalizador, razone si son verdaderas o falsas las siguientes proposiciones:

NOTA: Utilice diagramas energéticos del avance de la reacción.

Por ejemplo, si suponemos una reacción endotérmica, este sería el diagrama entálpico de la reacción sin catalizador y con catalizador.

- a) (0,5 p) La entalpía de la reacción aumenta.

Falso. El catalizador no afecta a la entalpía de reacción, ya que se trata de una función de estado, su variación solo depende de los reactivos y los productos, que no se ven alterados por la presencia del catalizador.



b) (0,5 p) La reacción se hace más espontánea.

Falso. El catalizador no afecta a la espontaneidad de la reacción, ya que esta depende de las variaciones de entalpía y entropía de la reacción, que son funciones de estado.

c) (0,5 p) La energía de activación disminuye.

Cierto. El catalizador lo que hace es intervenir en el mecanismo de reacción, disminuyendo la energía de activación necesaria, permitiendo que la reacción transcurra a una mayor velocidad.

d) (0,5 p) Se llega más rápido al equilibrio, reactivos \rightleftharpoons productos.

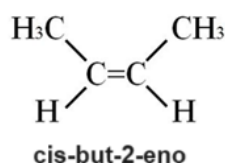
Cierto. El catalizador disminuye tanto la energía de activación del proceso directo como del proceso inverso, por lo que aumenta la velocidad de ambos procesos haciendo que el estado de equilibrio se alcance en menos tiempo.

BLOQUE 3

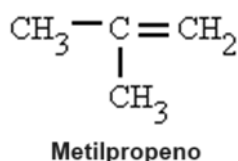
9.- Indica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

a) (0,5 p) El cis-but-2-eno y el metilpropeno son compuestos isómeros.

Cierto. Para que dos compuestos sean isómeros deben tener la misma fórmula molecular.



Fórmula molecular: C_4H_8



Fórmula molecular: C_4H_8

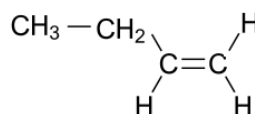
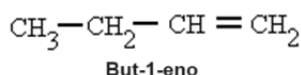
b) (0,5 p) El etilmetiléter y el propan-1-ol no son isómeros.

Falso. Son isómeros ya que tienen la misma fórmula molecular.

Etilmetiléter ($CH_3-CH_2-O-CH_3$) Fórmula molecular: C_3H_8O

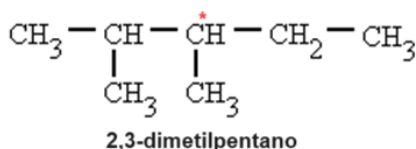
Propan-1-ol ($CH_2OH-CH_2-CH_3$) Fórmula molecular: C_3H_8O

c) (0,5 p) El but-1-eno no tiene isomería cis-trans.



Cierto, aunque presenta un doble enlace carbono – carbono, el carbono 1 está unido a dos grupos iguales (dos átomos de hidrógeno).

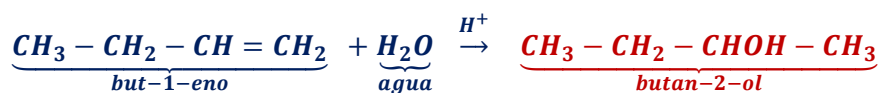
d) (0,5 p) El 2,3-dimetilpentano no presenta isomería óptica.



Falso. Para que un compuesto de carbono presente isomería óptica es suficiente con que presente un carbono asimétrico o quiral (carbono unido a cuatro grupos atómicos diferentes). En este compuesto el carbono marcado con un asterisco es asimétrico, por lo que presenta isomería óptica

10.- Dados los compuestos but-1-eno y propan-1-ol:

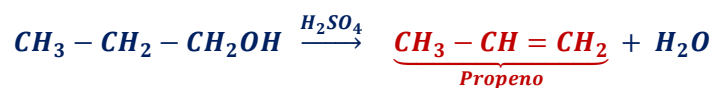
- a) En la adición de agua, en medio ácido, al but-1-eno, ¿qué compuesto se obtendrá preferentemente?



- b) En una oxidación del propan-1-ol, ¿qué compuesto puede obtenerse?



- c) En una reacción de eliminación del propan-1-ol, ¿qué compuesto puede obtenerse?



- d) En una reacción de reducción del propan-1-ol, ¿qué compuesto puede obtenerse?

Se pueden dar dos respuestas:

- **El propan-1-ol no puede reducirse a ningún otro compuesto oxigenado.**
- $\underbrace{\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}}_{\text{Propan-1-ol}} + \text{Reductor} \rightarrow \underbrace{\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3}_{\text{Propano}}$