



1. Dados los elementos **K** ( $Z = 19$ ) y **Kr** ( $Z = 36$ ):

a) Escriba sus nombres y sus configuraciones electrónicas e indique para cada uno de ellos el grupo y periodo de la Tabla Periódica al que pertenece, y cómo se suele denominar dicho grupo. **(0,75 puntos)**

**K:** potasio,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$       **Kr:** kriptón,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$

Ambos están en el cuarto periodo.

El K pertenece al grupo 1 (metales alcalinos).      El Kr pertenece al grupo 18 (gases nobles).

b) Indique en qué estado (sólido, líquido o gas) se presentará cada uno de esos elementos en condiciones normales ( $25^\circ\text{C}$ , 1 atm) y si conducirá, o no, la electricidad. **(0,50 puntos)**

El K (por ser un metal alcalino), será un sólido en c.n. y conducirá la electricidad.

El Kr (al ser un gas noble), será un gas en c.n. y no conducirá la electricidad.

c) Explique brevemente cuál de ellos tendrá mayor afinidad electrónica (AE), cuál mayor energía de ionización (EI) y cuál mayor radio. **(0,75 puntos)**

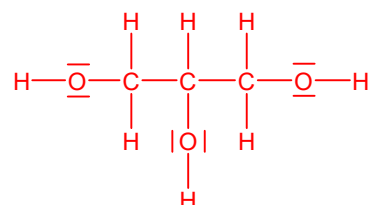
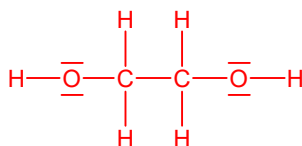
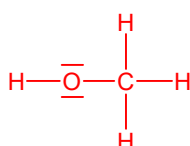
Tendrá mayor afinidad electrónica el K, porque el Kr es un gas noble (la afinidad electrónica de los gases nobles es nula)

Tendrá mayor energía de ionización el Kr, porque está más a la derecha en el periodo (al ser un gas noble, no tiene ninguna tendencia a perder un electrón y su EI es la máxima en cada periodo).

Tendrá mayor radio el K, porque está más a la izquierda en el periodo (el radio disminuye hacia la derecha, debido al aumento de la carga nuclear efectiva).

2. Considere las siguientes sustancias orgánicas: **metanol** ( $\text{CH}_4\text{O}$ ), **etilenglicol** ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) y **glicerol** (**glicerina**  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ), que son alcoholes líquidos a temperatura ambiente.

a) Represente sus estructuras de Lewis y en base a ellas indique cómo será la geometría en torno a los átomos de C y O de estas moléculas. **(0,80 puntos)**



La geometría en torno a los átomos de C será tetraédrica (geometría tipo  $\text{AB}_4\text{E}_0$ )

y en torno a los átomos de O será angular (geometría tipo  $\text{AB}_2\text{E}_2$ )

b) Indique qué tipo de enlace intermolecular será predominante entre las moléculas en estas sustancias, y ordénelas por orden creciente de punto de ebullición. **(0,60 puntos)**

Predominarán los enlaces por puentes de hidrógeno.

Es de esperar que estos sean más fuertes conforme aumenta el número de grupos OH, por lo que el orden creciente de punto de ebullición será: metanol < etilenglicol < glicerol

(En concreto, los valores son:  $64.5^\circ\text{C} < 197^\circ\text{C} < 290^\circ\text{C}$ ; el orden creciente de masas moleculares, y por tanto de fuerzas de dispersión de London, también influye en el mismo sentido)

c) Explique brevemente si en condiciones normales serán conductoras de la electricidad. **(0,30 puntos)**

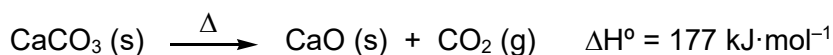
No son conductoras de la electricidad porque son compuestos covalentes (los electrones se encuentran localizados en los enlaces).

d) Explique brevemente si estas tres sustancias serán miscibles entre sí y con el agua. **(0,30 puntos)**

Las tres sustancias son miscibles entre sí y con el agua porque son polares y forman enlaces por puentes de hidrógeno (de hecho, son miscibles en cualquier proporción).



3. La piedra caliza está compuesta mayoritariamente por  $\text{CaCO}_3$  que descompone al calentar según la siguiente reacción:



Datos:  $\Delta H_f^\circ$  ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ):  $\text{CaO}(\text{s}) = -635,62$ ;  $\text{CO}_2(\text{g}) = -393,5$

Masas atómicas ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ):  $\text{Ca}=40$ ;  $\text{C}=12$ ;  $\text{O}=16$

$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

- a) Indique qué sustancias de la reacción anterior son óxidos, y nómbralos. **(0,30 puntos)**

Son óxidos el  $\text{CaO}$  y el  $\text{CO}_2$  (el  $\text{CaCO}_3$  es una oxosal)

$\text{CaO}$ : óxido de calcio

$\text{CO}_2$ : dióxido de carbono, óxido de carbono(IV)

- b) Explique brevemente si se trata, o no, de una reacción redox. **(0,25 puntos)**

No es una reacción redox porque no cambia el e.o. de los elementos que intervienen

(el del  $\text{Ca}$  es siempre +2, el del  $\text{C}$  +4 y el del  $\text{O}$  -2)

- c) Observando la ecuación química, explique si la entropía aumenta o disminuye. **(0,25 puntos)**

Se producirá un aumento de entropía, ya que a partir de un sólido se forma un gas.

- d) Calcule la  $\Delta H_f^\circ$  del  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ . **(0,50 puntos)**

La  $\Delta H_r^\circ$  puede relacionarse con las entalpías de formación:

$$\Delta H_r^\circ = \sum(n \cdot \Delta H_f^\circ)_{\text{productos}} - \sum(n \cdot \Delta H_f^\circ)_{\text{reactivos}}$$

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{CO}_2) + \Delta H_f^\circ(\text{CaO}) - \Delta H_f^\circ(\text{CaCO}_3)$$

$$177 = -393,5 - 635,62 - \Delta H_f^\circ(\text{CaCO}_3); \quad \Delta H_f^\circ(\text{CaCO}_3) = -1206,12 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

- e) Si una muestra de 10 kg de piedra caliza contiene un 80% de  $\text{CaCO}_3$ , calcule el volumen de  $\text{CO}_2$  que se formará en su descomposición, en condiciones normales ( $25^\circ\text{C}$  y 1 atm). **(0,70 puntos)**

El 80% de 10 kg son 8 kg de  $\text{CaCO}_3$ .

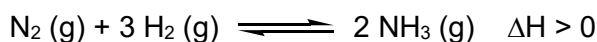
Como el peso molecular del  $\text{CaCO}_3$  es de  $100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , en 8 kg (8000 g) habrá 80 moles de  $\text{CaCO}_3$ .

y como la reacción es mol a mol se formarán también 80 moles de  $\text{CO}_2$ .

Aplicando la ecuación de los gases ideales:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ;  $V = 80 \cdot 0,082 \cdot 298 = 1955 \text{ L}$  de  $\text{CO}_2$ .



4. En un recipiente de 3 L se introducen 0,90 moles de  $N_2$  y 1,5 moles de  $H_2$ , alcanzándose el siguiente equilibrio:



Una vez alcanzado el equilibrio, a una determinada temperatura, la concentración de  $H_2(g)$  es 0,2 M

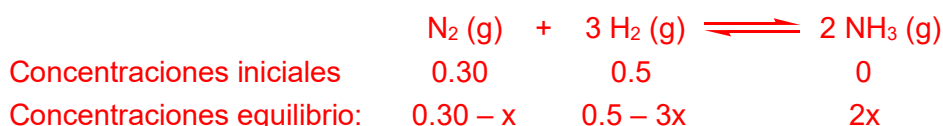
- a) Nombre el producto de esta reacción ( $NH_3$ ). **(0,20 puntos)**

Trihidruro de nitrógeno, amoníaco, o azano

- b) ¿Cuál será la concentración de  $NH_3(g)$  en el equilibrio, a esa temperatura? NOTA: no es necesario conocer el valor de la constante de equilibrio para contestar esta cuestión. **(0,80 puntos)**

Una vez que comprobamos que la reacción está ajustada, planteamos el equilibrio, para lo cual primero calculamos las concentraciones iniciales de los gases:

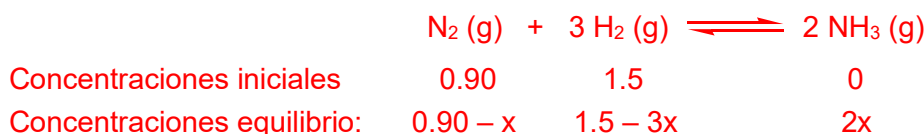
$$[N_2]: 0.90 \text{ moles} / 3 \text{ L} = 0.30 \text{ M} \quad [H_2]: 1.5 \text{ moles} / 3 \text{ L} = 0.5 \text{ M}$$



Como me dicen que en el equilibrio la  $[H_2] = 0,2 \text{ M}$ , puedo calcular x:

$$0.5 - 3x = 0.2; \quad 0.3 = 3x; \quad x = 0.1 \quad \text{Y por tanto la } [NH_3] \text{ será } 2x = \mathbf{0.2 \text{ M}}$$

También puede plantearse el problema con moles, y luego calcular la concentración al final:



Como la  $[H_2] = 0.2 \text{ M}$ , tendremos que:  $(1,5 - 3x) / 3 = 0.2$ ;  $1.5 - 3x = 0.6$ ;  $0.9 = 3x$ ;  $x = 0.3$

Y por tanto los moles de  $NH_3$  serán 0,6 y la  $[NH_3] = 0.6 \text{ moles} / 3 \text{ L} = 0.2 \text{ M}$

- c) Si se aumenta la temperatura en  $50^\circ\text{C}$ , explique brevemente si:

- c1) cambiará el valor de la constante de equilibrio. **(0,25 puntos)**

Al variar la temperatura sí cambiará el valor la constante de equilibrio, porque la constante sólo es constante si no cambia la temperatura.

- c2) la concentración de  $NH_3$  aumentará, disminuirá o permanecerá constante. **(0,25 puntos)**

Al ser la reacción endotérmica, un aumento de la T hará que el equilibrio se desplace hacia la derecha, por lo que la  $[NH_3]$  aumentará.

- d) Si a una temperatura de  $400^\circ\text{C}$ ,  $K_c = 2,07$ , calcule el valor de  $K_p$  a esa temperatura. **(0,50 puntos)**

Datos:  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n} = 2.07 \cdot (0.082 \cdot 673)^{-2} = 6.8 \cdot 10^{-4}$$



5. Un bidón contiene 10 L de una disolución de  $\text{HClO}_4$  (un ácido fuerte), de concentración 0,2 M.
- a) Escriba la reacción de disociación de este ácido, y nombre el ácido y su base conjugada. **(0,40 puntos)**  
 Un ácido fuerte está completamente disociado:  $\text{HClO}_4 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow \text{ClO}_4^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$   
 $\text{HClO}_4$ : ácido perclórico También: hidroxidotrioxidocloro; hidrogeno(tetraoxidoclorato)  
 $\text{ClO}_4^-$ : perclorato. También: tetraoxidoclorato(1-)
- b) Calcule el pH de la disolución. **(0,25 puntos)**  
 Como el ácido está completamente disociado, la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  será igual a la concentración inicial del ácido, en este caso, 0.2 M:  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ ;  $\text{pH} = -\log 0.2 = 0.7$
- c) Indique la cantidad, en moles, de protones presentes en 1 L de dicha disolución. **(0,25 puntos)**  
 Como la disolución es 0.2 M, en 1 L habrá 0.2 moles de protones
- d) Calcule los moles de  $\text{ClO}_4^-$  presentes en 2 L de dicha disolución, y el pH en esos 2 L. **(0,50 puntos)**  
 Se cumple que  $[\text{ClO}_4^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.2 \text{ M}$ . Por tanto, en 2 L habrá 0.4 moles de aniones  $\text{ClO}_4^-$ .  
 El pH será el mismo (0.7), porque la concentración de la disolución no depende del volumen que se tome (la concentración es una propiedad intensiva, no depende del volumen)
- e) Si se toma 1 L de dicha disolución y se diluye hasta 10 L, en otro bidón, ¿cuál será la concentración, en molaridad, de la nueva disolución así preparada? **(0,35 puntos)**  
 La concentración será 10 veces menor, 0.02 M
- f) ¿Cuál sería el pH de una disolución de  $\text{HClO}_4$  2 M? **(0,20 puntos)**  
 La  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  será igual a la concentración inicial del ácido (2 M):  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2 = -0.3$   
 (Obsérvese que cuando la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  es > 1 M, el pH es negativo)
6. Un bidón contiene 10 L de una disolución 0,2 M de  $\text{HClO}$ . Se mide el pH y resulta ser igual a 4,1.
- a) Escriba la reacción de disociación de este ácido y explique numéricamente, basándose en el dato de concentración y el pH medido, si se trata de un ácido fuerte o débil. **(0,40 puntos)**  
 Es un ácido monoprótico. Si fuera fuerte estaría completamente ionizado y la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  sería 0.2 M, dando un pH de 0.7. Como el pH es mucho mayor, se trata de un ácido débil.  
 Su disociación será un equilibrio:  $\text{HClO} (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{ClO}^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$
- b) Nombre el ácido y su base conjugada. **(0,40 puntos)**  
 $\text{HClO}$ : ácido hipocloroso. También: hidroxidocloro; hidrogeno(oxidoclorato)  
 $\text{ClO}^-$ : hipoclorito. También: oxidoclorato(1-)
- c) Calcule el grado de disociación del ácido, expresándolo con una única cifra significativa. **(0,40 puntos)**  
 La  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  es igual a  $c\alpha$ . Como  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 7.9 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ ;  $7.9 \cdot 10^{-5} = 0.2 \cdot \alpha$ ;  $\alpha = 4 \cdot 10^{-4}$
- d) Calcule la  $K_a$  del ácido. **(0,60 puntos)** 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:     | 0,2   |                      | 0      0  |
| Concentraciones, equilibrio: | $0.2 - x$   |                      | x      x  |
- Podemos calcular x, que es la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  en el equilibrio:  $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4.1} = 7.9 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- $$K_a = \frac{x^2}{0.2 - x} \quad \text{En el denominador podemos aproximar } 0.2 - x \cong 0.2 \quad \text{quedando:}$$
- $$K_a \cdot 0.2 = x^2; \quad K_a \cdot 0.2 = (7.9 \cdot 10^{-5})^2 \quad K_a = 3,1 \cdot 10^{-8}$$
- e) Si se vacía la mitad del bidón, ¿cómo será la concentración de la disolución en su interior? **(0,20 puntos)**  
 La concentración será la misma, (porque es una propiedad intensiva, que no depende del volumen total)



7. Dada la siguiente reacción de oxidación-reducción:  $\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

a) Nombre los compuestos NaI,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . (0,50 puntos)

NaI: Yoduro de sodio.

$\text{H}_2\text{SO}_4$ : Ácido sulfúrico. También: dihidroxidodioxidoazufre; dihidrogeno(tetraoxidosulfato).

$\text{H}_2\text{S}$ : Sulfuro de hidrógeno (o de dihidrógeno), sulfano o ácido sulfhídrico.

$\text{Na}_2\text{SO}_4$ : Sulfato de sodio.

También: sulfato de disodio, tetraoxidosulfato de sodio, tetraoxidosulfato(2-) de sodio.

b) Indique cuál es el agente oxidante y el reductor, y como varían sus números de oxidación. (0,50 puntos)

El agente oxidante es el  $\text{SO}_4^{2-}$  (o el  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (se reduce a  $\text{S}^{2-}$ ) Pasa de e.o. +6 a -2

(parte del  $\text{SO}_4^{2-}$  se queda como está, sin reducirse, formando  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

El agente reductor es el  $\text{I}^-$  (el NaI) (se oxida a  $\text{I}_2$ ). Pasa de I(-1) a I(0)

c) Ajuste la reacción mediante el método del ion-electrón. (1,00 puntos)



Se multiplica la segunda semirreacción por 4, y se suman ambas



Si ponemos en forma molecular y añadimos cationes  $\text{Na}^+$ :



Como en los productos tenemos que tener  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (según la reacción sin ajustar del enunciado), vemos que nos faltan 4 sulfatos y 2  $\text{H}^+$ , así que los añadimos a cada lado de la reacción. A la izquierda estarán como 4  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , que se suman al que ya había, y a la izquierda como  $\text{H}_2\text{S}$  y 4  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ :

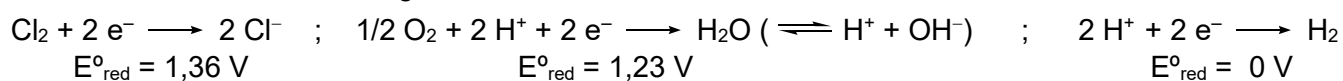


COMPROBAMOS que hay el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:

Na: 8; I: 8; S: 5; H: 10; O: 20



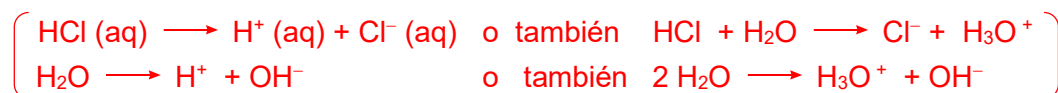
8. Una corriente de 2 A circula durante 1 hora por una celda electrolítica que contiene una disolución 1 M de HCl en H<sub>2</sub>O. Conteste a las siguientes cuestiones, teniendo en cuenta las semirreacciones:



- a) ¿Qué iones habrá en la disolución? (considerando también la autoionización del agua). **(0,30 puntos)**

Habrá iones **H<sup>+</sup>** (o H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) y **Cl<sup>-</sup>** (provenientes del HCl)

y también iones **H<sup>+</sup>** (o H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) y **OH<sup>-</sup>** provenientes de la autoionización del agua



- b) Escriba y ajuste la semirreacción del cátodo, indicando qué gas se desprende. **(0,40 puntos)**

En el cátodo tendrá lugar la reducción, y el único ion de los presentes que puede reducirse son los protones, que se reducen a H<sub>2</sub> (g):  $2 \text{H}^+ + 2 e^- \longrightarrow \text{H}_2$  Se desprende **H<sub>2</sub> (g)**

- c) ¿Qué gas (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> o Cl<sub>2</sub>) se desprenderá en el ánodo? Razone su respuesta. **(0,30 puntos)**

En el ánodo tendrá lugar la oxidación. Podrían oxidarse tanto los iones Cl<sup>-</sup> (a Cl<sub>2</sub>) como los OH<sup>-</sup> (a O<sub>2</sub>), pero vemos por los potenciales que los hidroxilos se oxidan antes, así que se desprenderá O<sub>2</sub>.

(Por tanto, la reacción global que está teniendo lugar es la electrolisis del H<sub>2</sub>O:  $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2$ )

- d) ¿Qué V de H<sub>2</sub> se desprenderá durante la electrolisis, a 298 K y 1 atm? F = 96.500 C · mol<sup>-1</sup> **(0,75 puntos)**

Según la Ley de Faraday:  $I \cdot t = n_e \cdot F$  (t en segundos);  $2 \cdot 3600 = n_e \cdot 96.500$ ;  $n_e = 0,075$  moles de e<sup>-</sup>

Como para que se desprenda un mol de H<sub>2</sub>(g) se necesitan dos moles de electrones, se desprenderá la mitad de moles de H<sub>2</sub>, es decir 0.037 moles de H<sub>2</sub>.

Con la ecuación de los gases ideales :  $PV = nRT$ , sale que  $V = 0.037 \cdot 0.082 \cdot 298 = 0.9 \text{ L}$

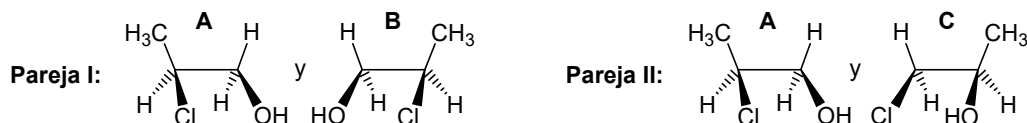
- e) Si la [HCl] fuera 2 M, razone si se desprendería el doble de H<sub>2</sub> durante el mismo tiempo. **(0,25 puntos)**

No, se desprenderían los mismos moles de H<sub>2</sub>, porque la corriente circulada es la misma y el cálculo es el mismo que en el apartado anterior. La concentración de protones no influye.

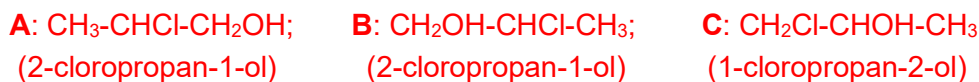


322 – QUÍMICA EBAU2024 - JUNIO

9. Observe las siguientes parejas de compuestos orgánicos, todos ellos de fórmula molecular  $C_3H_7OCl$ .



(NOTA: se recomienda escribir sus fórmulas semidesarrolladas, para contestar las siguientes cuestiones)



a) Explique brevemente si los tres compuestos, **A**, **B** y **C**, son isómeros entre sí. (0,25 puntos)

Los tres son isómeros, porque los tres corresponden a la misma forma molecular,  $C_3H_7OCl$ .

b) Explique brevemente si los compuestos **A**, **B** y **C** tienen algún carbono asimétrico. (0,45 puntos)

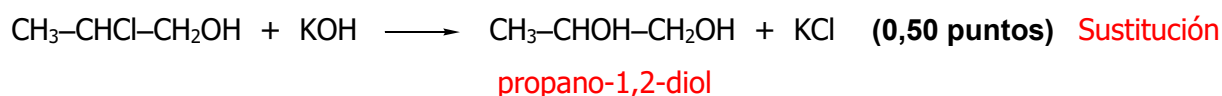
Los tres tienen un carbono asimétrico (el C-2) que está unido a 4 sustituyentes diferentes.

c) Explique brevemente el tipo y subtipo de isomería que presenta cada pareja. (0,80 puntos)

**Pareja I (A y B):** Son isómeros espaciales en concreto, enantiómeros, porque el carbono 2 es quiral, y puede verse en el dibujo que uno de los compuestos es la imagen especular del otro.

**Pareja II (A y C):** Son isómeros estructurales de posición ya que difieren en la conectividad de los átomos, en concreto en la posición de los grupos funcionales.

d) Indique de qué tipo es la siguiente reacción a partir de **A**, y nombre el producto orgánico formado:

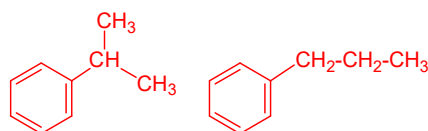


10. a) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos orgánicos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: (1,00 puntos)

a1) metil vinil éter y prop-2-en-1-ol:  $CH_2=CH-O-CH_3$  y  $CH_2=CH-CH_2OH$  Isomería estructural de función

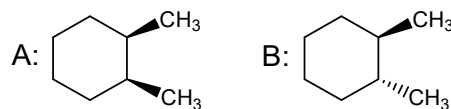
a2) isopropilbenceno y propilbenceno

Isomería estructural de cadena



b) Nombre los siguientes compuestos, distinguiéndolos según su isomería, e indique de qué tipo y subtipo de isomería se trata: (0,60 puntos)

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



A: *cis*-1,2-dimetilciclohexano: B: *trans*-1,2-dimetilciclohexano:

c) Complete la siguiente reacción de nitración (sustitución electrófila aromática), con el compuesto orgánico que se forma, y nómbre: (0,40 puntos)

