

EBAU JUNIO 2024 QUÍMICA MURCIA RESUELTA

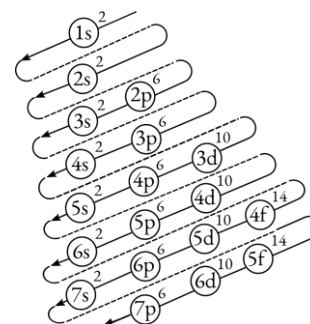
1. Dados los elementos **K** ($Z = 19$) y **Kr** ($Z = 36$):

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($Z=19$): Potasio $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ = Grupo 1 (metales alcalinos)

Periodo 4

Kr($Z=36$): Kriptón $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6$ = Grupo 18 (Gases nobles) Periodo 4



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

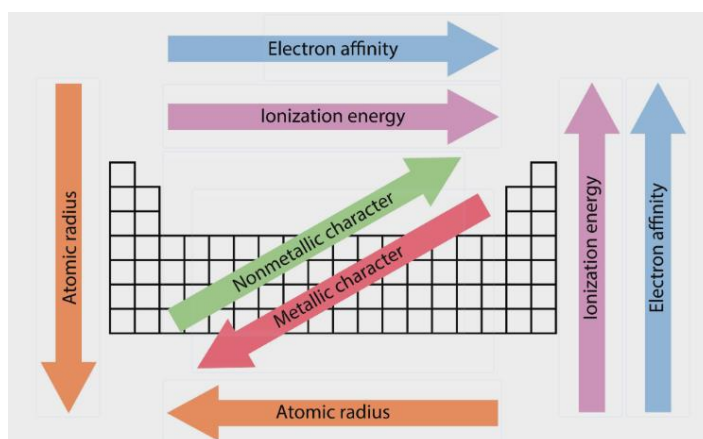
- **K**: Es un sólido metálico con electrones de valencia móviles, lo que permite el transporte de carga eléctrica.
- **Kr**: Es un gas noble con una configuración de capa completa, lo que lo hace químicamente inerte, gaseoso a temperatura ambiente y no conductor.

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

AE: El K tiene mayor tendencia a captar un electrón para completar su orbital s. En el Kr, la AE es despreciable o nula debido a la estabilidad del octeto electrónico.

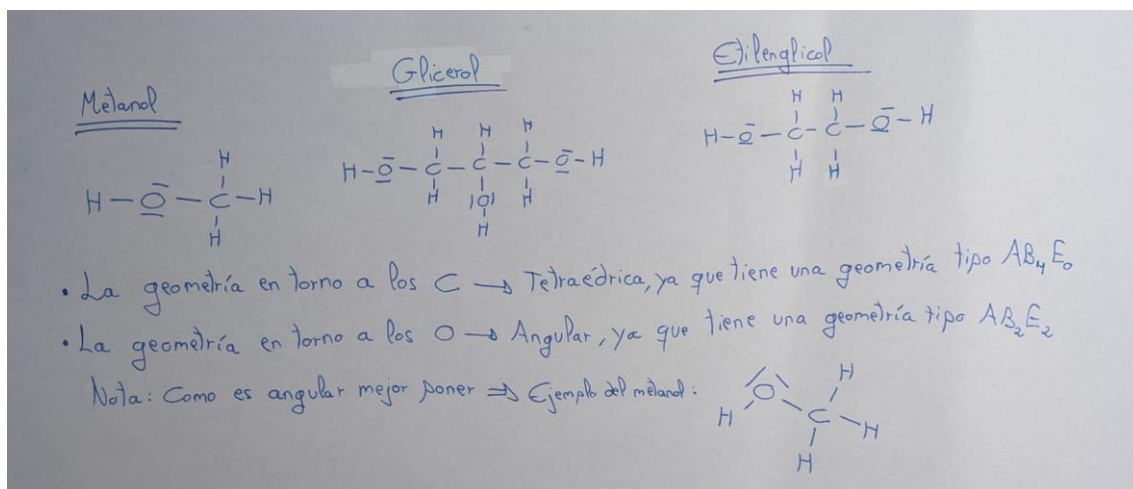
EI: El Kr lidera esta propiedad en su periodo. Su elevada estabilidad electrónica y su menor tamaño respecto al potasio hacen que arrancar un electrón requiera una cantidad de energía muy superior a la del metal alcalino.

Radio: El K es el átomo más voluminoso de los dos. Al estar al inicio del periodo, experimenta la menor atracción nuclear efectiva sobre sus electrones externos, permitiendo que la corteza electrónica esté más expandida que en el caso del criptón.



2. Considere las siguientes sustancias orgánicas: **metanol** (CH_4O), **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)**



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)**

El orden creciente de puntos de ebullición es metanol < etilenglicol < glicerol. El factor determinante es la multiplicación de los grupos $-\text{OH}$, que incrementa el número de puentes de hidrógeno posibles entre moléculas. Como factor secundario, el aumento de la masa molecular también favorece esta progresión al intensificar las fuerzas de London.

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

No conducen la electricidad porque son compuestos covalentes moleculares. Sus electrones están localizados en los enlaces y no poseen iones libres ni una nube electrónica deslocalizada, por lo que carecen de movilidad de carga eléctrica.

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

Estas sustancias son miscibles entre sí y con el agua porque todas son moléculas polares capaces de formar puentes de hidrógeno.

3. La piedra caliza está compuesta mayoritariamente por CaCO_3 que descompone al calentar según la siguiente reacción: $\text{CaCO}_3 (\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} (\text{s}) + \text{CO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H^\circ = 177 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

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 nombres. **(0,30 puntos)**

CaO: óxido de calcio

CO₂: dióxido de carbono, óxido de carbono(IV)

El CaCO₃ es una oxosal

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

No es una reacción redox ya que los números de oxidación no cambian: el calcio permanece como +2, el carbono como +4 y el oxígeno como -2. Al no haber cambios en estos valores, no hay especies que se oxiden ni que se reduzcan.

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

Se produce un aumento de entropía ($\Delta S > 0$) porque hay un incremento en el número de moles de gas. Al pasar de un estado sólido ordenado a un estado gaseoso desordenado, el grado de libertad de las partículas aumenta, elevando el desorden total de la reacción.

d) Calcule la ΔH°_f del $\text{CaCO}_3 (\text{s})$. **(0,50 puntos)**

$$\Delta H^\circ_r = \Sigma(n \cdot \Delta H^\circ_f)_{\text{productos}} - \Sigma(n \cdot \Delta H^\circ_f)_{\text{reactivos}}$$

$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_f (\text{CO}_2) + \Delta H^\circ_f (\text{CaO}) - \Delta H^\circ_f (\text{CaCO}_3)$$

$$177 = -393,5 - 635,62 - \Delta H^\circ_f (\text{CaCO}_3)$$

$$\Delta H^\circ_f (\text{CaCO}_3) = -1206,12 \text{ kJ/mol}$$

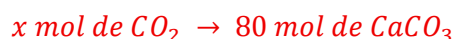
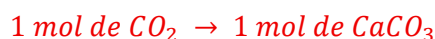
e) Si una muestra de 10 kg de piedra caliza contiene un 80% de CaCO_3 , calcule el volumen de CO_2 que se formará en su descomposición, en condiciones normales (25°C y 1 atm). **(0,70 puntos)**

Como contiene un 80%, son 8 kg de CaCO_3 (80% de 10 kg)

Pm $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$

$$n = \frac{8000 \text{ gramos}}{100 \text{ g/mol}} = 80 \text{ moles de CaCO}_3$$

Viendo la estequiometría de la reacción:



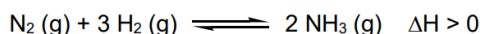
$$x = 80 \text{ mol de CO}_2$$

Aplicando la ecuación de los gases ideales podemos saber el volumen de CO_2 producido:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{80 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = 1955 \text{ L de CO}_2.$$

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)**

Primero calculamos las concentraciones iniciales de los gases:

$$[N_2] = 0,90 \text{ moles} / 3 \text{ L} = 0,30 \text{ M}$$

$$[H_2] = 1,5 \text{ moles} / 3 \text{ L} = 0,5 \text{ M}$$



Concentraciones iniciales: 0,30 0,5 0

Concentraciones equilibrio: 0,30 – x 0,5 – 3x 2x

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

$$0,5 - 3x = 0,2$$

$$x = 0,1$$

Por lo tanto, las concentraciones en el equilibrio son:

$[NH_3] (2x) = 0,2 \text{ M}$ $[N_2] (0,30 - x) = 0,2 \text{ M}$ $[H_2] (0,5 - 3x) = 0,2 \text{ M}$

- c) Si se aumenta la temperatura en 50°C , explique brevemente si:

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

Sí, el valor de la constante cambiará. La constante de equilibrio depende estrictamente de la temperatura; por ello, una variación en esta última modifica la constante y, en consecuencia, la composición de la mezcla en equilibrio.

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

El enunciado dice que es una reacción endotérmica, por lo que, un aumento de la temperatura hará que el equilibrio se desplace hacia la derecha, por lo que la $[NH_3]$ aumentará.

Sin embargo, esta reacción es la reacción de Haber, que es una reacción exotérmica, por lo que el enunciado está mal. Si es una reacción exotérmica, al aumentar la temperatura la $[NH_3]$ disminuirá ya que disminuye la constante de equilibrio.

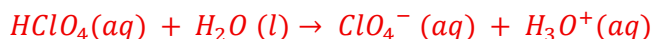
- d) Si a una temperatura de 400°C , $K_c = 2,07$, calcule el valor de K_p a esa temperatura. **(0,50 puntos)**

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

$$K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n} = 2,07 \cdot (0,082 \cdot 673)^{2-4} = 6,8 \cdot 10^{-4}$$

5. Un bidón contiene 10 L de una disolución de 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)**



HClO_4 : ácido perclórico / hidroxidotrioxidocloro / hidrogeno(tetraoxidoclorato)

ClO_4^- : perclorato / tetraoxidoclorato(1-)

b) Calcule el pH de la disolución. **(0,25 puntos)**

Un ácido fuerte se disocia por completo, por lo que la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ será igual a la concentración inicial del ácido (0,2M).

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

$$\text{pH} = -\log 0,2 = 0,7$$

c) Indique la cantidad, en moles, de protones presentes en 1 L de dicha disolución. **(0,25 puntos)**

Como la disolución es 0,2M.

La molaridad nos indica el número de moles de soluto disueltos en un litro de disolución.

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

$$0,2 M = \frac{n}{1 L}$$

Por lo tanto, en un litro tenemos 0,2 moles de protones.

d) Calcule los moles de ClO_4^- presentes en 2 L de dicha disolución, y el pH en esos 2 L. **(0,50 puntos)**

Como hemos dicho anteriormente: $[\text{ClO}_4^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2 M$

En 2 L habrá 0,4 moles de aniones ClO_4^- .

El pH seguirá siendo 0,7. Tomar un volumen diferente no modifica la concentración de la disolución. Como el pH solo depende de la concentración de la especie ácida y esta permanece constante, el valor del pH no varía.

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

$$1 L \rightarrow 0,2 M$$

$$10 L \rightarrow x$$

$$x = 0,02 M$$

f) ¿Cuál sería el pH de una disolución de HClO_4 2 M? **(0,20 puntos)**

$$[\text{ClO}_4^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 M$$

Esta vez hemos cambiado la concentración de protones, por lo tanto, también cambiaría el pH.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2 = -0,3$$

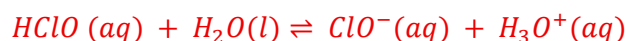
6. Un bidón contiene 10 L de una disolución 0,2 M de **HClO**. Se mide el pH y resulta ser igual a 4,1.

- 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)**

Si fuera un ácido fuerte: Un ácido fuerte se disocia por completo, por lo que la $[H_3O^+]$ será igual a la concentración inicial del ácido (0,2M).

Entonces se trata de un ácido débil ya que el pH experimental es mayor, la $[H_3O^+]$ es menor a 0,2 M, lo que demuestra que el ácido está parcialmente ionizado.

Su disociación es un equilibrio:



- b) Nombre el ácido y su base conjugada. **(0,40 puntos)**

HClO: ácido hipocloroso / hidroxidocloro / hidrogeno(oxidoclorato)

ClO^- : hipoclorito / oxidoclorato(1-)

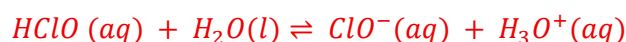
- c) Calcule el grado de disociación del ácido, expresándolo con una única cifra significativa. **(0,40 puntos)**

La $[H_3O^+]$ es igual a $c\alpha$. Como $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,1} = 7,9 \cdot 10^{-5} M$

$$7,9 \cdot 10^{-5} = 0,2 \cdot \alpha$$

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-4}$$

- d) Calcule la K_a del ácido. **(0,60 puntos)**



[inicio]: 0,2 0 0

[equilibrio]: 0,2 - x x x

$$x = [H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4,1} = 7,9 \cdot 10^{-5} M$$

$$K_a = \frac{x^2}{0,2 - x}$$

Aproximamos 0,2-x a 0,2:

$$K_a = \frac{x^2}{0,2}$$

$$K_a \cdot 0,2 = x^2$$

$$K_a \cdot 0,2 = (7,9 \cdot 10^{-5})^2$$

$$K_a = 3,1 \cdot 10^{-8}$$

- 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.

Da igual que le quites volumen, la concentración sigue siendo la misma.

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, H_2SO_4 , H_2S y Na_2SO_4 . (0,50 puntos)

NaI: Yoduro de sodio.

H_2SO_4 : Ácido sulfúrico / dihidroxidodioxidoazufre / dihidrogeno(tetraoxidosulfato).

H_2S : Sulfuro de hidrógeno (o de dihidrógeno) / sulfano / ácido sulfhídrico.

Na_2SO_4 : Sulfato de sodio / 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)

En esta reacción, el ácido sulfúrico (H_2SO_4) actúa como el agente oxidante, reduciéndose desde azufre con estado de oxidación +6 (en el sulfato) hasta azufre -2 (en el sulfuro de hidrógeno, H_2S). Es importante notar que el sulfato tiene un papel dual, ya que los iones que forman Na_2SO_4 no experimentan cambio redox. Por otro lado, el ion yoduro (I^-) es el agente reductor, oxidándose de -1 a 0 para formar yodo molecular (I_2).

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

Semirreacción de reducción:



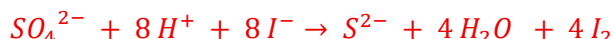
Semirreacción de oxidación:



La semirreacción de oxidación se multiplica por 4 para tener los mismos electrones que en la de reducción:



Y se suman:



Poniéndolo en forma molecular y añadiendo cationes Na^+ igualando las cargas de los reactivos y de los productos:

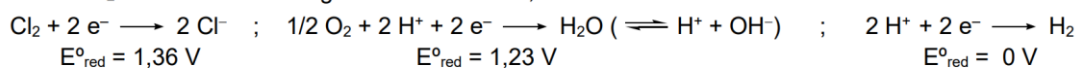


Como en los productos debemos tener H_2S y Na_2SO_4 (según la reacción sin ajustar del enunciado), vemos que nos faltan 4 sulfatos y 2 H^+ , así que los añadimos a cada lado de la reacción. A la izquierda estarán como 4 H_2SO_4 , que se suman al que ya había, y a la izquierda como H_2S y 4 Na_2SO_4 :

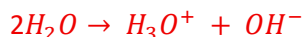


La reacción está ajustada.

8. Una corriente de 2 A circula durante 1 hora por una celda electrolítica que contiene una disolución 1 M de **HCl** en **H₂O**. 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)**



Encontraremos las siguientes especies en equilibrio:

- Provenientes del ácido clorhídrico (HCl): Debido a su ionización completa, aporta iones cloruro (Cl^-) e hidronio (H_3O^+).
- Provenientes de la autoprotólisis del agua: El equilibrio natural del solvente genera iones hidroxilo (OH^-) y, adicionalmente, más iones hidronio (H_3O^+).

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

En el cátodo se produce la reducción. Se desprende el gas H_2 .



c) ¿Qué gas (H_2 , O_2 o Cl_2) se desprenderá en el ánodo? Razone su respuesta. **(0,30 puntos)**

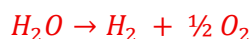
En el ánodo tendrá lugar la oxidación. Podrían oxidarse tanto los iones Cl^- (a Cl_2) como los OH^- (a O_2)

Aunque existe una competencia entre los aniones presentes:

Competencia de especies: En el ánodo se encuentran los iones cloruro (Cl^-) y los hidroxilos (OH^-) provenientes del agua. Ambas especies tienen el potencial de oxidarse.

Criterio del Potencial: Al comparar los potenciales estándar de reducción, se observa que los iones hidroxilo presentan un potencial de oxidación más favorable (menor energía requerida).

Resultado: Como consecuencia, los OH^- se oxidan preferentemente, liberando oxígeno gaseoso (O_2) en lugar de cloro.



d) ¿Qué V de H_2 se desprenderá durante la electrolisis, a 298 K y 1 atm? $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ **(0,75 puntos)**

Ley de Faraday:

$$I \cdot t = n_e \cdot F \quad (t \text{ en segundos})$$

$$2 \cdot 3600 = n_e \cdot 96500$$

$$n_e = 0,075 \text{ moles de } e^-$$

De acuerdo con la estequiometría de la reducción, la relación es de 2:1. Por tanto, el número de moles de H_2 liberados equivale a la mitad de los electrones transferidos, resultando en 0,037 moles.

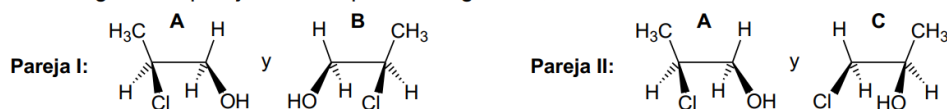
Ecuación de los gases ideales:

$$PV = nRT$$
$$V = \frac{0,037 \cdot 0,082 \cdot 298}{1} = 0,9 \text{ L}$$

e) Si la [HCl] fuera 2 M, razone si se desprendería el doble de H₂ durante el mismo tiempo. **(0,25 puntos)**

La producción de H₂ no varía (0,037 moles), pues la corriente que circula es la misma. Al ser el cálculo dependiente de los electrones transferidos, la concentración de la especie no influye en el resultado final.

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)**

A: $CH_3-CHCl-CH_2OH = 2\text{-cloropropan-1-ol}$

B: $CH_2OH-CHCl-CH_3 = 2\text{-cloropropan-1-ol}$

C: $CH_2Cl-CHOH-CH_3 = 1\text{-cloropropan-2-ol}$

Al tener la misma composición atómica (C_3H_7OCl), los tres compuestos son considerados isómeros entre sí.

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

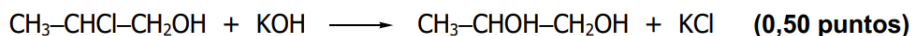
Cada una de estas moléculas posee un centro de quiralidad en el carbono 2, el cual se encuentra enlazado a cuatro grupos funcionales distintos.

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

Los compuestos A y B son enantiómeros (isómeros espaciales). Esto se debe a la quiralidad del carbono 2 y a que sus estructuras son imágenes especulares no superponibles entre sí.

En el caso de A y C, se trata de isómeros constitucionales o de posición, puesto que la ubicación de sus grupos funcionales varía en la cadena carbonada.

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



Se trata de una reacción de sustitución (El cloro por el grupo -OH).

$CH_3-CHOH-CH_2OH = \text{propano-1,2-diol}$

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 a2) isopropilbenceno y propilbenceno

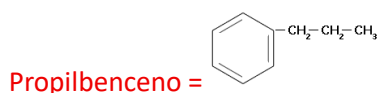
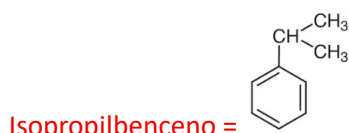
A1)

metil vinil éter $\rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_3$

prop-2-en-1-ol $\rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$

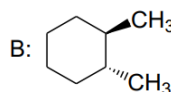
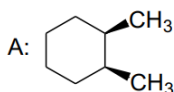
Presentan isomería estructural de función.

A2)



Presentan 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)**

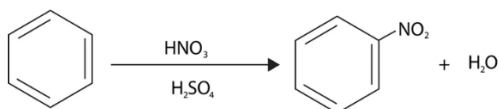
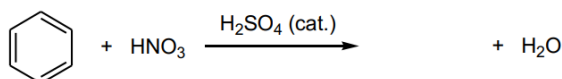


A: cis-1,2-dimetilciclohexano

B: trans-1,2-dimetilciclohexano

La isomería geométrica (cis-trans o Z/E) ocurre cuando existe una rotación restringida (generalmente por un doble enlace) que provoca un cambio en la disposición espacial de los sustituyentes respecto al plano de la molécula.

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



El compuesto orgánico que se forma es el nitrobenceno.

