

EBAU JULIO 2024 QUÍMICA MURCIA

1. Dados los **elementos S** ($Z = 16$), **Se** ($Z = 34$), **Sr** ($Z = 38$), **Sn** ($Z = 50$) y **Sb** ($Z = 51$):

a) Indique, en cada caso, cuál de ellos (pueden repetirse elementos):

- a1) Es un metal alcalinotérreo. **(0,25 puntos)**
- a2) No presenta afinidad electrónica. **(0,25 puntos)**
- a3) Es el más electronegativo. **(0,25 puntos)**
- a4) Tiene el mayor radio atómico. **(0,25 puntos)**
- a5) Presenta como números de oxidación importantes +3 y +5. **(0,25 puntos)**
- a6) Al ganar dos electrones, es isoelectrónico con el Kr. **(0,25 puntos)**

b) Elija dos de ellos que formen entre sí un compuesto iónico de fórmula general **AB** (hay varios posibles).
 Formule y nómbralo, e indique si será conductor de la electricidad en estado sólido. **(0,50 puntos)**

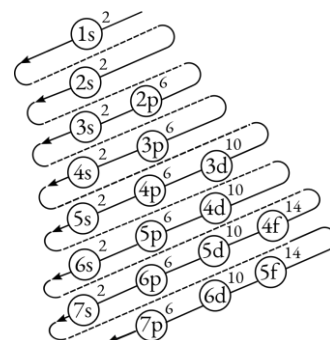
S($Z=16$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

Se ($Z= 34$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$

Sr ($Z = 38$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$

Sn ($Z= 50$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$

Sb ($Z= 51$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^3$



a1) Es un metal alcalinotérreo. (0,25 puntos)

El Sr ($5s^2$)

a2) No presenta afinidad electrónica. (0,25 puntos)

El Sr (los alcalinotérreos no quieren ganar electrones).

a3) Es el más electronegativo. (0,25 p)

El S al estar más arriba (eso significa que su radio es menor, por lo tanto, los electrones de la última capa están más cerca del núcleo, es más fácil ganar electrones cuanto más cerca del núcleo se encuentre) y a la derecha en la Tabla Periódica (es el que necesita ganar menos electrones para conseguir la estructura de gas noble).

a4) Tiene el mayor radio atómico. (0,25 p)

El Sr (está más abajo y a la izquierda en la Tabla)

Al bajar en la tabla periódica, aumentas el periodo, estando más lejano la última capa de electrones del núcleo.

El Sr, Sn y Sb se encuentran en el periodo 5, sin embargo, cuantos más electrones en su última capa, más atraído se encuentra al núcleo y por tanto menor radio. Entonces el Sr al tener menos electrones del periodo 5, sus electrones no están tan atraídos al núcleo, y, por tanto, su radio será mayor.

a5) Presenta como números de oxidación importantes +3 y +5. (0,25 p)

El Sb (perdiendo los $e^- 5s^2 5p^3$)

El Sb se encuentra en el Grupo 15. Las valencias del Grupo 15 son +3,+5, -3. (Menos el nitrógeno que son +1,+3,+5,-3) (Vídeo explicando las valencias y excepciones en la página web BachiQuímica)

a6) Al ganar dos electrones, es isoelectrónico con el Kr. **(0,25 p)**

El Se (Se^{2-} : [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^6$)

Kr: [Ar] $4s^2 3d^{10} 4p^6$

b) Elija dos de ellos que formen entre sí un compuesto iónico de fórmula general **AB** (hay varios posibles).
Formule y nómbrelo, e indique si será conductor de la electricidad en estado sólido. **(0,50 puntos)**

Los posibles son:

SrS: sulfuro de estroncio

SnS: sulfuro de estaño(II) / monosulfuro de estaño

SrSe: selenuro de estroncio

SnSe: selenuro de estaño(II) / monoselenuro de estaño

Como el estroncio solo tiene una valencia, no es necesario indicar la valencia 2.

No será conductor en estado sólido ya que los iones se encuentran inmovilizados en la red iónica. La conducción eléctrica en estos compuestos solo es posible mediante la fusión o disolución, procesos que rompen la red y permiten el movimiento libre de los iones.

2. Considere los **compuestos covalentes**: H_2CO_3 , CO_2 , SiO_2 .

a) Nómbrelos. **(0,50 p)**

H_2CO_3 : ácido carbónico / dihidroxidooxidocarbono / dihidrogeno(trioxidocarbonato)

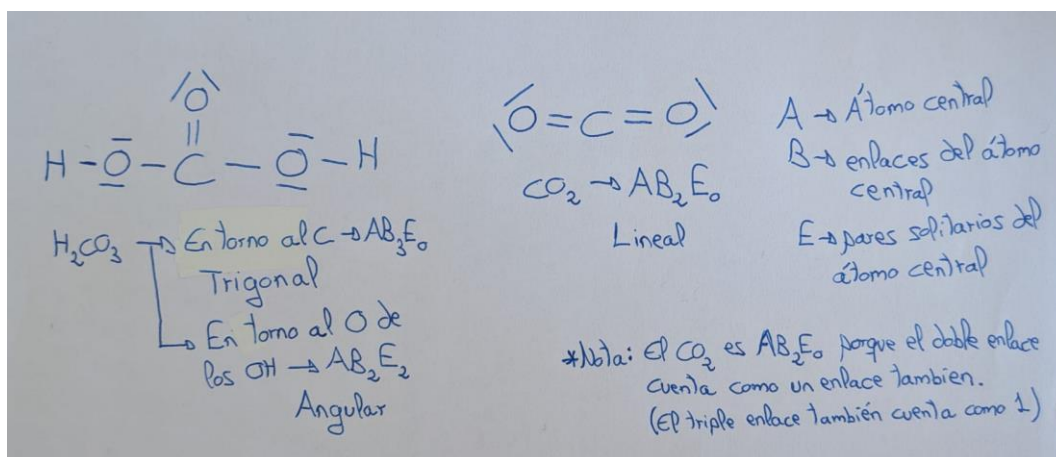
CO_2 : dióxido de carbono / óxido de carbono(IV)

SiO_2 : dióxido de silicio / óxido de silicio

El silicio en algunos sitios pone que tiene valencia +2 y +4, y otras solo la +4.

La existencia de compuestos de silicio con valencia +2 existen, solo que son inestables.

b) Represente las estructuras de Lewis del H_2CO_3 y del CO_2 y, en base a ellas, indique cómo será la geometría en torno a los átomos de C de cada uno de estos compuestos, así como en torno a los átomos de O de los grupos OH del H_2CO_3 . **(1,00 puntos)**



c) Para cada uno de los tres compuestos, indique si es un compuesto covalente atómico o molecular y, basándose en esta respuesta, indique cuál de los tres tendrá un mayor punto de fusión. **(0,50 puntos)**

El SiO_2 destaca por tener el mayor punto de fusión de la serie al ser un compuesto covalente atómico. A diferencia de los compuestos covalentes moleculares como el CO_2 y el H_2CO_3 (estabilizados solo por fuerzas intermoleculares débiles), el sílice forma una red gigante de enlaces covalentes.

3. Considere la siguiente reacción en fase gaseosa: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g}) \quad \Delta H = -8 \text{ kJ}$

Datos: Entalpías de enlace ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$): H-I : 297; I-I : 151; Masas atómicas ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$): $\text{H} = 1$, $\text{I} = 126,9$

a) Nombre las sustancias que intervienen en la reacción. (0,50 puntos)

H_2 : dihidrógeno

I_2 : yodo

HI : yoduro de hidrógeno / yodano (Al encontrarse en fase gaseosa no se puede nombrar como ácido yodhídrico)

b) Calcule la energía que se desprende al formarse 10 kg de HI (g). (0,75 puntos)

Peso molecular del HI es 127,9 g/mol

En 10 kg (10000 g) habrá 78,2 moles.

$$n = \frac{m}{P_m} = \frac{10000 \text{ g}}{127,9 \text{ g/mol}} = 78,2 \text{ moles de HI}$$

Viendo la reacción vemos que 2 moles de HI desprenden 8 KJ.

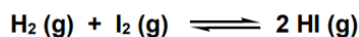
$2 \text{ moles de HI} \rightarrow \text{se desprenden } 8 \text{ KJ}$

$78,2 \text{ moles de HI} \rightarrow \text{se desprenden } x \text{ KJ}$

$x = \text{se desprenden } 312,8 \text{ KJ}$

c) Calcule la entalpía del enlace H-H : $\Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H})$. (0,75 puntos)

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_r &= \Sigma(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{rotos}} - \Sigma(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{formados}} \\ &= \Sigma(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{reactivos}} - \Sigma(n \cdot \Delta H^\circ_{\text{E}})_{\text{productos}} \end{aligned}$$



En esta reacción se rompe un enlace H-H y un enlace I-I y se forman dos enlaces H-I :

$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H}) + \Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{I-I}) - 2\Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-I})$$

$$-8 = \Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H}) + 151 - 2 \cdot 297$$

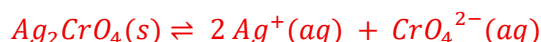
$$\Delta H^\circ_{\text{E}}(\text{H-H}) = 594 - 151 - 8 = 435 \text{ kJ/mol}$$

4. A 298 K la **solubilidad** (s) del Ag_2CrO_4 en agua es $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

a) Nombre el compuesto Ag_2CrO_4 , y escriba su equilibrio de solubilidad. (0,40 puntos)

Cromato de plata (o de diplata)/tetraoxidocromato de plata/ tetraoxidocromato(2-) de plata.

El equilibrio de solubilidad es:



b) Exprese la solubilidad en gramos por cada 100 mL. (0,40 puntos)

Datos: Masas atómicas ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$): $\text{Ag} = 107,9$; $\text{Cr} = 52$; $\text{O} = 16$

Peso molecular del Ag_2CrO_4 es 331,8 g/mol ($(107,9 \cdot 2) + 52 + (16 \cdot 4)$)

$1,3 \cdot 10^{-4}$ moles de Ag_2CrO_4 en un litro de agua.

$$n = \frac{m}{P_m}$$

$$m = n \cdot P_m = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 331,8 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ gramos}$$

Por lo que en 100 ml la solubilidad:

$$1000 \text{ ml agua} \rightarrow 4,3 \cdot 10^{-2} \text{ gramos}$$

$$100 \text{ ml agua} \rightarrow x \text{ gramos}$$

$$x = 4,3 \cdot 10^{-3} \text{ g en } 100 \text{ ml}$$

La solubilidad será $4,3 \cdot 10^{-3}$ g en 100 ml.

c) Calcule el producto de solubilidad (K_{ps}) del Ag_2CrO_4 en agua, a 298 K. **(0,70 puntos)**



Concentraciones

2s

s

en el equilibrio (mol/L)

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \cdot s = 4s^3 = 8,8 \cdot 10^{-12}$$

d) Si una disolución saturada de Ag_2CrO_4 está en equilibrio con 1 g de $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(s)$, razone cualitativamente qué ocurrirá con la $[\text{CrO}_4^{2-}]$ en disolución si:

d1) Se retiran iones Ag^+ de la disolución (por ejemplo, precipitándolos como AgI). **(0,25 puntos)**



Se producirá un aumento del $[\text{CrO}_4^{2-}]$ debido a que el sistema se desplaza hacia la derecha para compensar la retirada de los iones Ag^+ . Este proceso conlleva una mayor disociación del precipitado de cromato de plata, elevando la concentración del anión en la disolución.

d2) Se adiciona otro gramo de $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 (s)$. **(0,25 puntos)**

No habrá variación del $[\text{CrO}_4^{2-}]$. Una vez alcanzada la saturación, el equilibrio entre el sólido y sus iones es independiente de la masa total de sólido en el fondo. Por lo tanto, mientras haya suficiente sólido para mantener la saturación, la concentración en la fase líquida no cambiará.

5. Considere los siguientes **ácidos débiles**: **HIO** ($K_a = 2 \cdot 10^{-11}$) y **HF** ($K_a = 6.7 \cdot 10^{-4}$).

a) Nombre ambos ácidos. **(0,40 puntos)**

HIO: ácido hipoyodoso (ya que el yodo actúa con la valencia +1) / hidrogeno(oxidoyodato)

HF: ácido fluorhídrico / fluorano / fluroruro de hidrógeno

b) Explique brevemente cuál de ellos es un ácido más débil. **(0,25 puntos)**

Será más débil el ácido que tenga una K_a menor.

HIO ($K_a = 2 \cdot 10^{-11}$) < HF ($K_a = 6,7 \cdot 10^{-4}$) El ácido más débil es el HIO.

c) Calcule el pH de una disolución 0,1 M de HIO. **(0,75 puntos)**

Equilibrio de disociación: $HIO (aq) + H_2O (l) \rightleftharpoons IO^- (aq) + H_3O^+ (aq)$

Concentración inicio: 0,1 0 0

Concentración equilibrio: 0,1 - x x x

$$K_a = \frac{x^2}{0,1 - x} = 2 \cdot 10^{-11}$$

Al ser un ácido débil, podemos suponer que $x \ll c$

$$\frac{x^2}{0,1} = 2 \cdot 10^{-11}$$

$$x = 1,41 \cdot 10^{-6}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log x = -\log (1,41 \cdot 10^{-6}) = 5,85$$

d) Si en una disolución 0,1 M de HF, pH = 3, calcule el grado de disociación α de este ácido. **(0,60 puntos)**

$HF (aq) + H_2O (l) \rightleftharpoons F^- (aq) + H_3O^+ (aq)$

Concentración inicio: 0,1 0 0

Concentración equilibrio: 0,1(1- α) 0,1 α 0,1 α

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-3} = 0,001 M$$

$$\text{Como } [H_3O^+] = c\alpha$$

$$0,001 = 0,1\alpha$$

$$\alpha = 0,01 (\alpha = 1\%)$$

6. En una **valoración ácido-base** se tienen 30 mL de una disolución de **H₂SO₄** 0,40 M en un vaso y se va adicionando desde la bureta una disolución de **NaOH** 0,20 M. Se adicionan al vaso con H₂SO₄ unas gotas de **azul de bromotimol**, que es un indicador de color amarillo en medio ácido y azul en medio básico.

a) Nombre los compuestos H₂SO₄ y NaOH. **(0,30 puntos)**

NaOH: Hidróxido de sodio

H₂SO₄: ácido sulfúrico (Ya que el S actúa con la valencia +6) / dihidrogeno(tetraoxidosulfato)

b) Calcule el pH de la disolución de NaOH 0,20 M que se encuentra en la bureta. (0,35 puntos)

El NaOH es una base fuerte, totalmente disociada:



La concentración de OH^- será igual a la concentración de NaOH

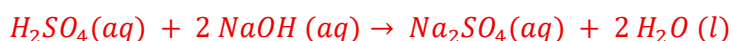
$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (0,2) = 0,7$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 0,7 = 13,3$$

c) Al inicio de la valoración, ¿cómo será el color de las disoluciones del vaso y la bureta? (0,30 puntos)

En el vaso el pH es ácido (H_2SO_4), por lo que el indicador mostrará su forma ácida (color amarillo). La bureta será incolora, ya que el indicador no se encuentra en la disolución de NaOH sino en el recipiente inferior.

d) Escriba la reacción que tiene lugar durante la valoración y nombre la sal que se forma. (0,35 puntos)



Na_2SO_4 : sulfato de sodio / sulfato de disodio / tetraoxidosulfato(2-) de sodio

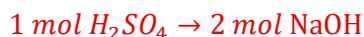
e) ¿Cuántos mL de la disolución de NaOH se consumen hasta el punto de equivalencia? (0,50 puntos)

En 30 mL de H_2SO_4 0,4 M hay 0,012 moles de H_2SO_4 .

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

$$n = 0,4 \cdot 0,030 = 0,012 \text{ moles de } H_2SO_4$$

Viendo la reacción, vemos que por cada mol de H_2SO_4 se necesitan 2 moles de NaOH.



$$x = 0,024 \text{ moles de NaOH}$$

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

Como es 0,2 M:

$$V(L) = \frac{n}{M} = \frac{0,024}{0,2} = 0,12 \text{ L} = 120 \text{ ml}$$

f) ¿Cómo será el color de la disolución del vaso, una vez pasado el punto de equivalencia? (0,20 puntos)

Al sobrepasar la equivalencia, el vaso contiene un exceso de NaOH, lo que eleva el pH por encima de 7. Por este motivo, el indicador cambia de color, pasando de amarillo a azul, indicando que la reacción de neutralización ha concluido y el medio es ahora básico.

7. Dada la siguiente reacción de **oxidación-reducción**: $P_4 + H_2O + HClO \longrightarrow H_3PO_4 + HCl$

a) Nombre los compuestos HClO, H_3PO_4 y HCl. **(0,45 puntos)**

HClO: ácido hipocloroso (ya que el Cl actúa con la valencia +1) / hidrogeno(oxidoclorato)

H_3PO_4 : ácido fosfórico (ya que P actúa con la valencia +5) / trihidrogeno(tetraoxidofosfato)

HCl: ácido clorhídrico / cloruro de hidrógeno / clorano

b) Indique cuál es el agente oxidante y el reductor, y cómo varían sus números de oxidación. **(0,45 puntos)**

El oxidante es el ClO^- , que se reduce a Cl^- (de +1 a -1). El reductor es el P_4 (fósforo blanco), que se oxida a PO_4^{3-} (de 0 a +5).

c) Ajuste la reacción mediante el método del ion-electrón. **(1,10 puntos)**

Semirreacción de oxidación:

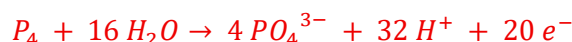


Semirreacción de reducción:



Tenemos que multiplicar x10 la semirreacción de reducción para tener el mismo número de electrones (20 electrones):

Semirreacción de oxidación:



Semirreacción de reducción:



Sumando las dos semirreacciones:



Ponemos en forma molecular, para lo que hay que sumar 10 H^+ a cada lado de la reacción:



La reacción está ajustada.

8. Considere una **pila galvánica** formada por un electrodo de Ni sumergido en una disolución de $Ni(NO_3)_2$ y un electrodo de Ag sumergido en una disolución de $AgNO_3$.

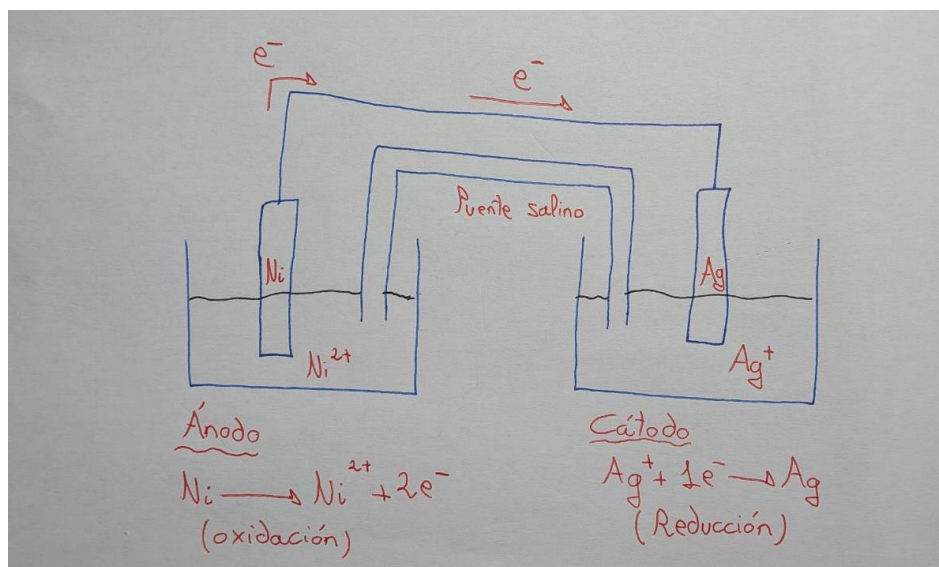
Datos: $E^\circ (Ag^+/Ag) = + 0,80 \text{ V}$; $E^\circ (Ni^{2+}/Ni) = - 0,25 \text{ V}$; $F = 96.500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

a) Nombre las sales $Ni(NO_3)_2$ y $AgNO_3$. **(0,30 puntos)**

$Ni(NO_3)_2$: Nitrato de níquel(II)

$AgNO_3$: Nitrato de plata.

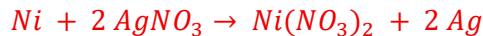
- b) Dibuje un esquema de la pila, con todos sus elementos, etiquetando los electrodos como ánodo y cátodo e indicando el sentido de circulación de los electrones por el circuito externo. **(0,40 puntos)**
- c) Escriba las semirreacciones que se producen en cada electrodo, indicando los electrones intercambiados y si se trata de una oxidación o de una reducción. **(0,40 puntos)**



- d) Escriba la reacción global de la pila. **(0,25 puntos)**



o



- e) Calcule su fuerza electromotriz (E°_{pila}), indicando si el proceso será espontáneo. **(0,40 puntos)**

$$E^{\circ}_{pila} = E^{\circ}_{cátodo} - E^{\circ}_{ánodo} = 0,80 - (-0,25) = 1,05 V$$

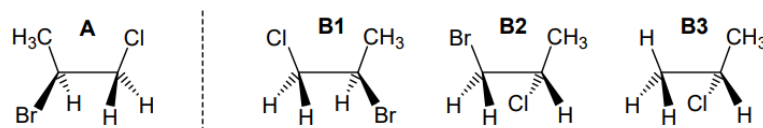
$E^{\circ}_{pila} > 0$, por lo tanto, el proceso es espontáneo.

- f) Calcule la variación de energía libre de la pila (ΔG°). **(0,25 puntos)**

$$\Delta G^{\circ} = -n \cdot E^{\circ} \cdot F = -2 \cdot 1,05 \cdot 96500 = -202.650 J = -202,65 kJ$$

Como $\Delta G^{\circ} < 0$, el proceso es espontáneo.

9. Observe atentamente los siguientes compuestos, **A**, **B1**, **B2** y **B3**:



a) Escriba sus fórmulas semidesarrolladas, y nómbralos (pueden repetirse nombres). **(0,40 puntos)**

A: $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{Cl}$ 2-bromo-1-cloropropano

B1: $\text{ClCH}_2\text{-CHBr-CH}_3$ 2-bromo-1-cloropropano

B2: $\text{BrCH}_2\text{-CHCl-CH}_3$ 1-bromo-2-cloropropano

B3: $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_3$ 2-cloropropano

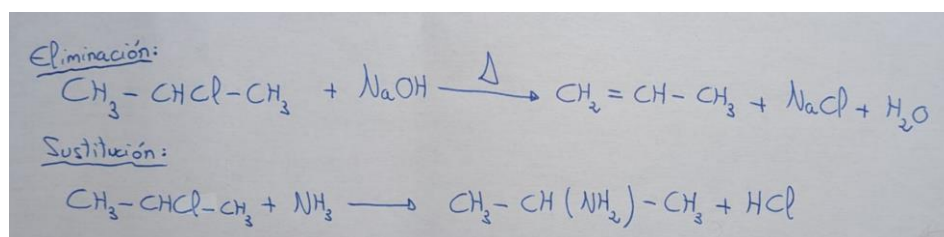
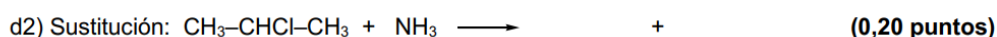
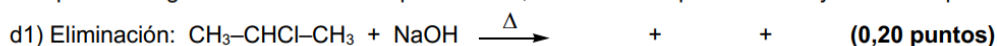
b) Explique brevemente para cada uno de ellos si tiene algún carbono asimétrico. **(0,45 puntos)**

Solo A, B1 y B2 tienen centros quirales en el carbono 2 al presentar cuatro sustituyentes diferentes. B3 carece de carbonos asimétricos, por lo que no presenta actividad óptica ni estereoisomería de este tipo.

c) Indique para cada uno de los compuestos **B** (**B1**, **B2** o **B3**) si es isómero de **A** y, si lo es, de qué tipo y subtipo de isomería se trata. **(0,75 puntos)**

- B3 queda descartado como isómero de A al poseer una fórmula molecular diferente.
- B2 y A son isómeros de posición, ya que los sustituyentes se encuentran en carbonos diferentes de la misma cadena.
- B1 y A son enantiómeros. Al tener carbonos quirales con la misma conectividad, pero diferente ordenación espacial (imágenes especulares), se clasifican como isómeros ópticos.

d) Complete las siguientes reacciones a partir de **B3**, con todos los productos mayoritarios esperados:

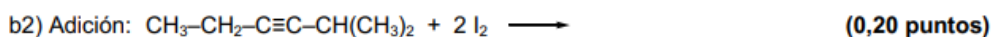
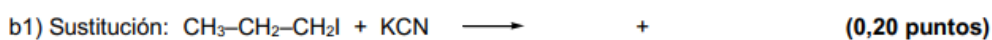


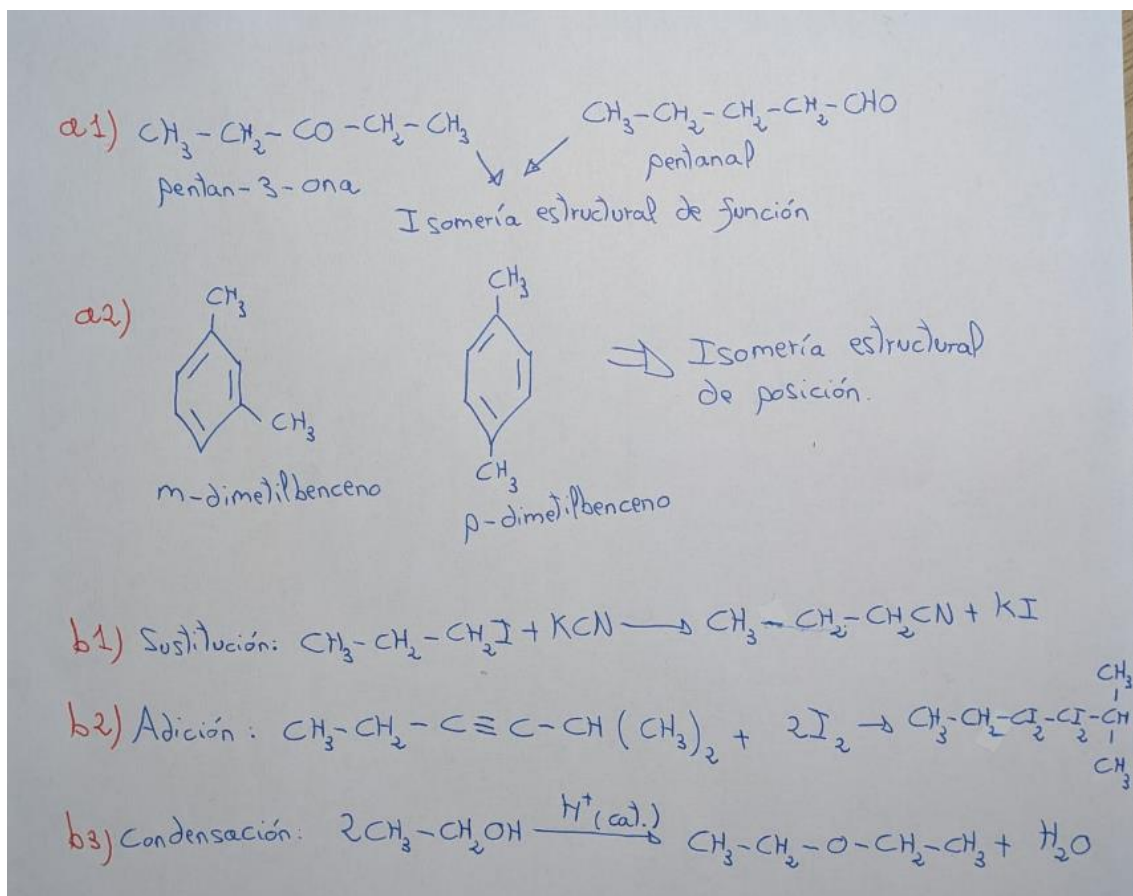
10. a) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes pares de compuestos e indique el tipo y subtipo de isomería que presentan entre sí: **(0,95 puntos)**

a1) pentan-3-ona y pentanal

a2) *m*-dimetilbenceno y *p*-dimetilbenceno

b) Complete las siguientes reacciones orgánicas con todos los productos mayoritarios esperados:





c) Nombre los productos orgánicos de partida de las reacciones del apartado anterior. (0,45 puntos)

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{I}$: 1-yodopropano

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$: 2-metilhex-3-ino

$\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$: etanol