

## QUÍMICA II

EXAMEN OFICIAL SELECTIVIDAD EBAU REALIZADO EN MADRID EN LA CONVOCATORIA  
2022/2023

Debe responder a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen  
en el siguiente examen:

**A.1 Los iones  $X^{2+}$  e  $Y^-$  presentan las siguientes configuraciones electrónicas:  
 $X^{2+} (1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6)$  e  $Y^- (1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6)$ . Responda a las siguientes cuestiones.**

- (0,5 puntos) Justifique el número atómico de los elementos X e Y, e indique su posición (periodo y grupo) en el sistema periódico.
- (0,5 puntos) Razone qué elemento, X o Y, tiene mayor radio atómico.
- (0,5 puntos) Indique qué tipo de enlace presenta a temperatura ambiente cada una de las sustancias X e Y por separado.
- (0,5 puntos) Justifique la estequiometría y el tipo de enlace del compuesto que forma el elemento X con el elemento Y.

Solución:

- El catión se forma tras la pérdida de dos electrones, por ello, el elemento X tiene una cantidad de protones igual al número de electrones del catión más dos unidades, es decir, 20. En este sentido, su configuración acaba en  $4s^2$ , estando en el periodo 4 y en el grupo 2 (alcalinotérreos). El anión se forma tras la ganancia de un electrón, por ello, el elemento Y tiene una cantidad de protones igual al número de electrones del anión menos una unidad, es decir, 17. En este sentido, su configuración termina en  $3p^5$ , estando en el periodo 3 y el grupo 17 (halógenos).
- El elemento de mayor radio es el Y ya que su electrón más externo está en una capa más alejada del núcleo que en el caso del X (electrón 4s frente a un electrón 3p).
- El elemento X se trata de un metal, por lo que tendrá enlace metálico. El elemento Y se trata de un no metal por lo que tendrá enlace covalente.
- La estequiometría es  $XY_2$ , siendo un compuesto iónico ya que se trata del enlace de un metal con un no metal. El metal requiere de la pérdida de dos electrones para su estabilidad y el no metal requiere de la ganancia de uno.

A.2 A, B, C, D y E son compuestos orgánicos que reaccionan de acuerdo a los siguientes procesos:

i)  $A + HBr \rightarrow$  2-bromopropano

iii)  $D + \text{oxidante} \rightarrow$  propanona;

ii)  $B + C \rightarrow$  propanoato de etilo + agua

iv)  $E + H_2SO_4$  (concentrado)  $\rightarrow$  but-2-eno.

a) (0,5 puntos) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los productos orgánicos de cada una de las cuatro reacciones del enunciado.

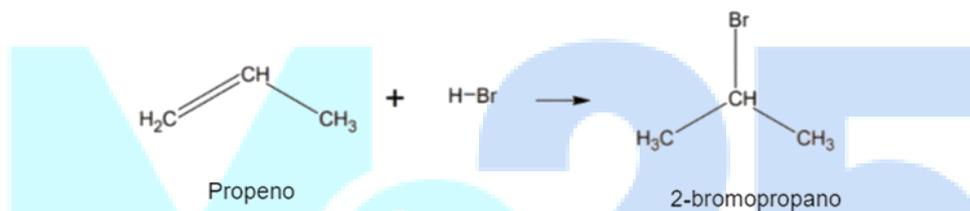
b) (0,5 puntos) Identifique, con sus fórmulas semidesarrolladas y su nombre, los compuestos A, B, C, D y E.

c) (0,5 puntos) Indique de qué tipo es cada reacción del enunciado.

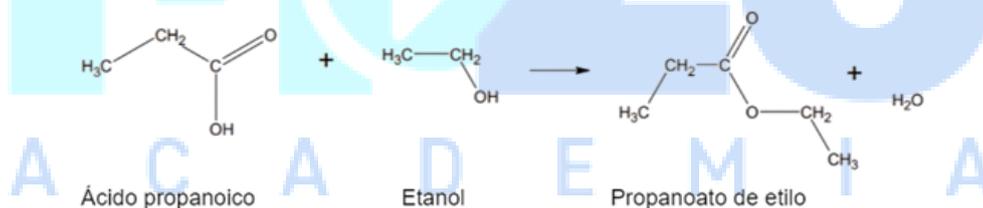
d) (0,5 puntos) Diga si en alguna de estas reacciones se puede obtener más de un producto. Si es así, escriba sus fórmulas semidesarrolladas y nombre dichos compuestos

Solución:

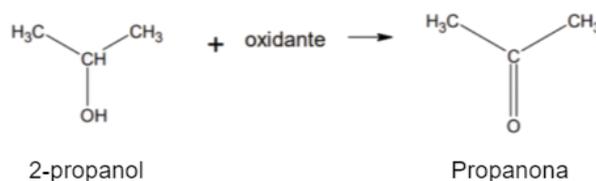
En la reacción I tenemos una adición, concretamente una adición de un ácido hidrácido para dar un halogenuro de alquilo. Esta reacción también podría dar como producto el 1-bromopropano



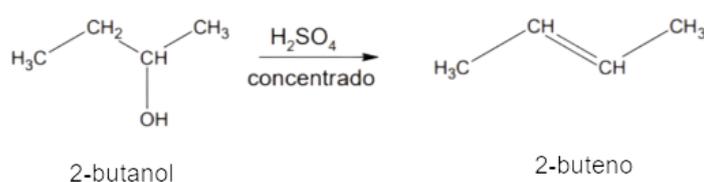
En la reacción II tenemos una condensación, concretamente una esterificación:



En la reacción III tenemos una oxidación:



En la reacción IV tenemos una eliminación, concretamente una deshidratación de un alcohol. También se podría obtener el 1-buteno como producto.



**A.3 En un laboratorio se tiene un matraz A, que contiene 15 mL de una disolución acuosa de ácido clorhídrico 0,050 M, y otro matraz B, que contiene 15 mL de una disolución acuosa de ácido acético 0,050 M.**

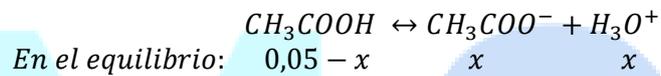
- a) (1 punto) Determine el pH de cada disolución por separado.  
 b) (1 punto) Calcule la cantidad de agua que se debe añadir a la disolución más ácida para que el pH de las dos disoluciones sea el mismo. Suponga volúmenes aditivos.  
 Dato.  $K_a$  (ácido acético) =  $1,8 \cdot 10^{-5}$ .

Solución:

a) La primera especie es el HCl, la cual es un ácido fuerte que está completamente disociado ( $HCl \rightarrow Cl^- + H_3O^+$ ), y en este sentido, tendremos la misma cantidad de protones que de ácido inicial, es decir 0,05M.

$$pH = -\log(0,05) = 1,3$$

La segunda especie es el ácido acético, el cual es una especie débil, por lo tanto habrá equilibrio:



Por lo tanto:

$$K_a = \frac{x^2}{0,05 - x} \approx \frac{x^2}{0,05} = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad \rightarrow \quad x = 9,49 \cdot 10^{-4} M$$

$$pH = -\log(9,49 \cdot 10^{-4}) = 3,02$$

b) Necesitamos que la disolución de HCl producto la concentración de protones que tiene la de acético, para ello, vamos a imponerlo. Si imponemos que la concentración de protones del ácido clorhídrico es esa, la concentración del propio ácido también debe ser esa. En este sentido, calculamos en qué volumen deben estar los moles encerrados en la disolución inicial:

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2 \quad \rightarrow \quad V_2 = \frac{15 \cdot 0,05}{9,49 \cdot 10^{-4}} = 790,3 \text{ mL}$$

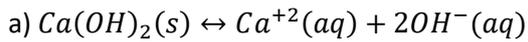
Restamos el volumen de la disolución de HCl para obtener únicamente el del disolvente (el agua):

$$V_{\text{agua}} = 790,3 - 15 = 775,3 \text{ mL}$$

**A.4 El pH de una disolución saturada de  $\text{Ca(OH)}_2$  en agua pura, a una cierta temperatura, es 9,36.**

- a) (0,5 puntos) Escriba el equilibrio de solubilidad ajustado, detallando el estado de todas las especies.  
 b) (1 punto) Calcule la solubilidad molar del hidróxido de calcio y su producto de solubilidad.  
 c) (0,5 puntos) Si sobre la disolución saturada de  $\text{Ca(OH)}_2$  en agua pura se adiciona nitrato de calcio, razone el efecto que produce sobre el equilibrio, la solubilidad y la cantidad de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Solución:



b) Si  $\text{pH} = 9,36$  , entonces  $\text{pOH} = 4,64$  y, por lo tanto:

$$[\text{OH}^{-}] = 10^{-4,64} = 2,29 \cdot 10^{-5} \text{M} \quad \text{y esto es } [\text{OH}^{-}] = 2s$$

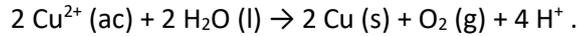
Entonces:

$$s = \frac{2,29 \cdot 10^{-5}}{2} = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{M} \quad K_{ps} = 4s^3 = 6 \cdot 10^{-5}$$

c) La adición de nitrato de calcio produce una aumento del ion calcio, y en este sentido, se produce el efecto del ion común. En este efecto, el equilibrio se desplazará hacia la izquierda para reducir la concentración de calcio. En este sentido la solubilidad de la sal baja y por lo tanto se produce mayor cantidad de hidróxido de calcio.

**A.5 Para depositar totalmente el cobre en una célula electrolítica que contiene 800 mL de una disolución acuosa de sulfato de cobre(II), se hace pasar una corriente de 1,50 A durante 3 horas.**

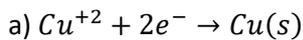
- a) (0,5 puntos) Escriba la reacción que tiene lugar en el cátodo.  
 b) (0,75 puntos) Calcule los gramos de cobre depositados.  
 c) (0,75 puntos) Una vez depositado todo el cobre, calcule el pH de la disolución, sabiendo que la reacción que tiene lugar es:



Suponga que al finalizar la electrólisis el volumen de la disolución se ha mantenido constante y que en el  $\text{H}_2\text{SO}_4$  se disocian completamente los dos protones.

Datos.  $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Masa atómica (u):  $\text{Cu} = 63,5$

Solución:



b) Calculamos la carga que pasa por la cuba y posteriormente los moles de electrones:

$$Q = I \cdot t = 1,5 \cdot 3 \cdot 3600 = 16200 \text{ C} \quad \rightarrow \quad n(\text{e}^-) = \frac{16200}{96485} = 0,17 \text{ moles}$$

Según la estequiometría:

$$n(\text{Cu}) = \frac{0,17}{2} = 0,085 \text{ moles de Cu} \quad \rightarrow \quad g(\text{Cu}) = 0,085 \cdot 63,5 = 5,31 \text{ g}$$

c) Tras la electrolisis, la cantidad que del catión del cobre que se produce es:

$$[\text{Cu}^{+2}] = \frac{5,31}{63,5 \cdot 0,8} = 0,105 \text{ M.}$$

Sabiendo que se produce, por estequiometría, el doble de protones:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,21 \text{ M} \quad \rightarrow \quad \text{pH} = -\log(0,21) = 0,68$$

**B.1 Considere las sustancias Cl<sub>2</sub>, HBr, Fe y KI.**

- a) (0,5 puntos) Indique el tipo de enlace que presenta cada una de ellas.
- b) (0,5 puntos) Justifique si conducen la corriente eléctrica a temperatura ambiente.
- c) (0,5 puntos) Escriba las estructuras de Lewis de aquellas que sean covalentes.
- d) (0,5 puntos) Justifique si cada una de ellas es soluble en agua o no.

Solución:

a) El cloro es covalente, el ácido bromhídrico es covalente, el hierro es metálico y el yoduro de potasio es iónico

b) Los covalentes no conducen la corriente eléctrica. El hierro es un metal que si conduce la corriente eléctrica. El yoduro de potasio no conduce la corriente eléctrica a temperatura ambiente puesto que es iónico y, a temperatura ambiente es sólido, por lo que sus iones no tienen movimientos si no que están en posiciones fijas.

c) El diagrama de Lewis es:



d) Los covalentes polares son solubles en agua, por lo tanto, solo es soluble el ácido bromhídrico. Los iónicos son solubles en agua y los metálicos no. Solo son solubles el KI y el HBr

**B.2 Considere los pares de compuestos siguientes: (i) etanoato de etilo y ácido butanoico; (ii) pent-1-eno y ciclopentano; (iii) but-1-eno y but-2-ino.**

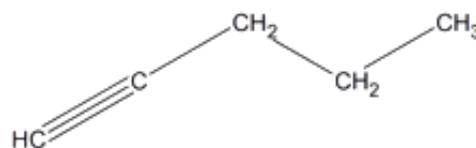
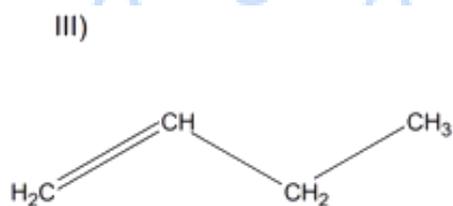
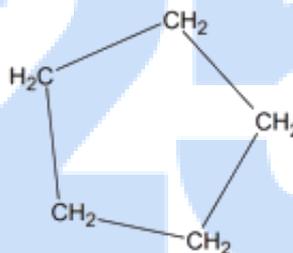
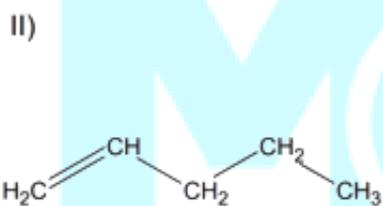
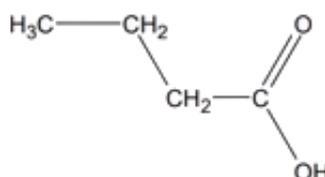
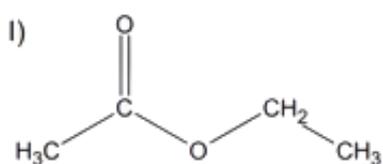
a) (1 punto) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los seis compuestos.

b) (0,5 puntos) Razone si alguno de los pares corresponde a dos compuestos isómeros. En caso afirmativo, indique de qué tipo de isómeros se trata.

c) (0,5 puntos) Indique si cada uno de los compuestos del par (ii) reaccionará con agua en medio ácido. En caso afirmativo, formule y nombre el producto mayoritario de la reacción.

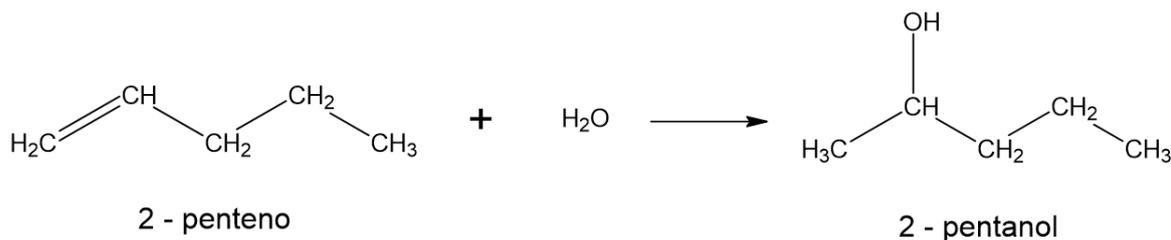
Solución:

a) Los compuestos son:



b) La pareja I son isómeros al tener la misma fórmula molecular. Son isómeros de función. La pareja II son isómeros de cadena.

c) La reacción es:



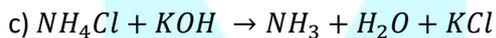
**B.3 Se preparan disoluciones acuosas de igual concentración de las especies: ácido nítrico, cloruro de potasio, cloruro de amonio e hidróxido de potasio. Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:**

- a) (0,5 puntos) ¿Qué disolución tiene mayor pH?
  - b) (0,5 puntos) ¿Qué disolución no cambia su pH al diluirla con agua?
  - c) (0,5 puntos) ¿Qué reacción se producirá al mezclar volúmenes iguales de las disoluciones de cloruro de amonio y de hidróxido de potasio?
  - d) (0,5 puntos) El pH de la disolución formada en el apartado c), ¿será ácido, básico o neutro?
- Dato.  $K_a(\text{NH}_4^+) = 6,7 \cdot 10^{-10}$

Solución:

a) En primer lugar, vamos a definir el pH de cada especie. El ácido nítrico es un ácido fuerte por lo tanto tendrá un pH muy ácido. El cloruro potásico es una sal de ácido y base fuerte por lo que será de pH neutro. El cloruro de amonio es una sal de ácido fuerte y base débil por lo que tendrá un pH ligeramente ácido. El hidróxido de potasio es una base fuerte por lo que tendrá un pH muy básico. En este sentido la disolución de hidróxido de potasio es la de mayor pH.

b) El cloruro de potasio al ser neutro no varía su pH ya que no hay hidrólisis.



d) Tendremos una disolución con mezcla de amoniaco (básico) y cloruro de potasio (neutro), esto determina un pH básico.

**B.4 En un matraz de 3,00 L se introducen 4,38 g de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. Se calienta a 627 °C y se da el proceso: C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> (g) ⇌ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (g) + H<sub>2</sub> (g), cuya K<sub>p</sub> vale 0,050. Calcule:**

- a) (0,5 puntos) La presión inicial de C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.  
 b) (0,5 puntos) El valor de K<sub>c</sub>.  
 c) (1 punto) Las concentraciones de todos los gases en el equilibrio.  
 Datos. R = 0,082 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>. Masas atómicas (u): H = 1,0; C = 12,0.

Solución:

a) La concentración inicial del etino es:

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{4,38}{30} = 0,146 \text{ moles} \rightarrow [\text{C}_2\text{H}_6] = \frac{0,146}{3} = 0,0487 \text{ M}$$

Por lo tanto:

$$PV = nRT \rightarrow P = \frac{nRT}{V} = MRT = 0,0487 \cdot 0,082 \cdot 900 = 3,59 \text{ atm}$$

b) Sabemos que:

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n} \rightarrow K_c = \frac{0,05}{0,082 \cdot 900} = 6,8 \cdot 10^{-4}$$

c) En el equilibrio:

$$K_c = \frac{x^2}{0,0487 - x} = 6,8 \cdot 10^{-4} \rightarrow x = 0,00575 \text{ M}$$

Por lo tanto:

$$[\text{C}_2\text{H}_6] = 0,04295 \text{ M}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_4] = [\text{H}_2] = 0,00575 \text{ M}$$

**B.5 Una muestra que contiene sulfuro de calcio se trata con ácido nítrico concentrado hasta reacción completa, según:**



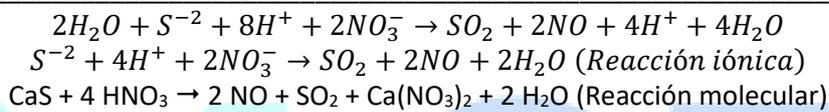
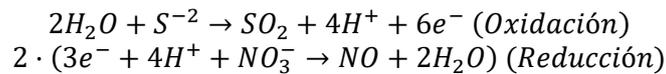
a) (1 punto) Escriba y ajuste por el método del ion electrón las reacciones de oxidación, reducción, iónica y molecular.

b) (1 punto) Sabiendo que al tratar 35 g de la muestra con exceso de ácido se obtienen 20,3 L de NO, medidos a 30°C y 780 mm Hg, calcule la riqueza en CaS de la muestra.

Datos. Masas atómicas (u): S = 32; Ca = 40. R = 0,082 atm·L·mol<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>.

Solución:

a) El ajuste es el siguiente:



b) Calculamos los moles producidos del gas:

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{\frac{780}{760} \cdot 20,3}{0,082 \cdot (273 + 30)} = 0,84 \text{ moles}$$

Los moles producidos de sulfuro de calcio son la mitad:

$$n(\text{CaS}) = 0,42 \text{ moles} \rightarrow g(\text{CaS}) = 0,42 \cdot 72 = 30,24 \text{ g}$$

Por lo tanto, la riqueza es:

$$R(\%) = \frac{30,24}{35} \cdot 100 = 86,4\%$$