



**EVALUACIÓN DE BACHILLERATO  
PARA EL ACCESO A LA  
UNIVERSIDAD (EBAU)  
FASE DE OPCIÓN  
CURSO 2018-2019**

**MATERIA: QUÍMICA**

**OPCIÓN A**

- 1.- **Dados los elementos (A) y (B) con números atómicos 19 y 35 respectivamente:**
- Escriba la configuración electrónica de cada uno de ellos.**
  - Justifique, en base a sus configuraciones electrónicas, el grupo y periodo al que pertenece cada uno.**
  - Razone qué tipo de enlace se formará entre los elementos (A) y (B) y cuál sería la fórmula del compuesto resultante.**
  - Nombre y/o formule los siguientes compuestos:**
    - $N_2O$
    - $CuCl_2$
    - Ácido perbrómico [*hidrogeno(tetraoxidobromato)*]
    - $Fe(OH)_3$
    - Clorato de potasio (*trioxidoclorato de potasio*)

**Solución:**

- Las configuraciones electrónicas de dichos elementos son:  
 A ( $Z=19$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$   
 B ( $Z = 35$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$
- Si tenemos en cuenta las configuraciones electrónicas, el elemento A tiene un electrón en la capa más externa. Pertenece por tanto, al grupo 1 (I A) que corresponde a la familia de los **Metales Alcalinos**. Al tener su electrón más externo con un número cuántico principal 4, dicho elemento se encuentra en el **4º Periodo**.  
 En lo que respecta al elemento B, como tiene siete electrones en la capa más externa, pertenece al grupo 17 (VIIB) que corresponde a la familia de los **Halógenos**. Como el mayor valor mayor del número cuántico principal es 4, este elemento se encuentra en el **4º Periodo**.
- Como el elemento A tiene un electrón en su capa más externa, tiende a adquirir la configuración de gas noble cediendo un electrón, formando un ion positivo (catión)  $A^+$ . Por su parte, el elemento B al tener 7 electrones en la capa más externa tiende a adquirir la configuración de gas noble captando un electrón y formando un ion negativo (anión)  $B^-$ . Teniendo en cuenta que se produce una transferencia de 1 electrón, se forman iones de distinto signo que se atraerán por fuerza de Coulomb mediante un **enlace iónico**. El compuesto resultante será **AB**. (KBr)
- Óxido de dinitrógeno [óxido de nitrógeno (I)].  
 Dicloruro de cobre [Cloruro de cobre (II)].  
 $HBrO_4$   
 Trihidróxido de hierro [Hidróxido de hierro (III)].  
 $KClO_3$

**Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos**

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

<b>PREGUNTA 1</b>	
a) Cada configuración electrónica correcta.	0,25 c/u
b) Grupo y periodo correctamente justificado.	0,25 c/u
c) Tipo de enlace correcto y fórmula correcta.	0,25 c/u
d) Cada compuesto bien nombrado y/o formulado (x5)	0,10 c/u

2.- a) Nombre y/o formule los siguientes compuestos:

- a.1)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH}$  a.2)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  a.3) 4-Bromo-2-butanona (4-bromobutan-2-ona)  
a.4) 1,3-Butadieno (*buta-1,3-dieno*) a.5) Etanamida.

b) Justifique cuál de ellos presenta isomería óptica.

c) Si hacemos reaccionar el compuesto (a.1) con el compuesto (a.2) en medio ácido, ¿Qué compuesto orgánico se obtiene?

d) Nombre el compuesto orgánico obtenido en el apartado c), e indique el tipo de reacción que tiene lugar.

**Solución**

a) *Ácido 2-metilbutanoico.*

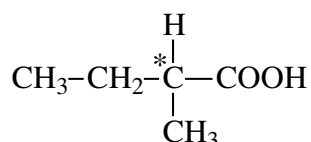
*Etanol (alcohol etílico)*

$\text{BrCH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_3$

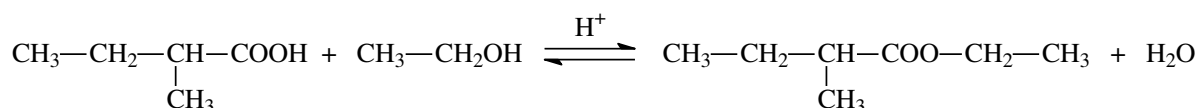
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$

$\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$

b) De los cinco compuestos indicados el único que presenta un carbono quiral (\*), es decir que contiene un C unido a 4 grupos diferentes, es el ácido 2-metilbutanoico

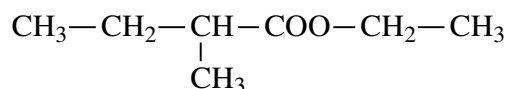


c) La reacción del compuesto (a.1) con (a.2) en medio ácido dará lugar al compuesto:



**2-metilbutanoato de etilo**

d) Se trata de la reacción entre un ácido carboxílico y un alcohol en medio ácido que da lugar a la formación de un éster más agua. El éster que se formará es el 2-metilbutanoato de etilo. Es por tanto una **reacción de esterificación** (reacción de condensación)



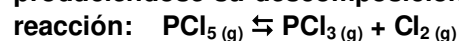
**2-metilbutanoato de etilo**

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

<b>PREGUNTA 2</b>	
a) Cada compuesto bien nombrado o formulado.	0,10 c/u
b) Isomería óptica correcta.	0,50
c) Compuesto orgánico correcto	0,50
d) Por el compuesto orgánico bien nombrado	0,25
Por el tipo de reacción correcto	0,25

3.- En un matraz de 1 litro se introducen 6,26 g de pentacloruro de fósforo y se calienta a 250 °C produciéndose su descomposición para formar tricloruro de fósforo y cloro (dicloro) según la reacción:



Cuando se alcanza el equilibrio la presión total es de 2 atm. Calcule:

a) El grado de disociación ( $\alpha$ ) del pentacloruro de fósforo.

b) Las presiones parciales de los gases presentes en el equilibrio.

c) El valor de las constantes  $K_c$  y  $K_p$ .

Dato:  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Masas atómicas: (Cl) = 35.5 u. (P) = 31 u.

**Solución:**

- a) En primer lugar, procedemos a calcular el número de moles de pentacloruro de fósforo iniciales:  
Masa molecular ( $\text{PCl}_5$ ) =  $1 \times 31 + 5 \times 35,5 = 208,5 \text{ g/mol}$

$$n = \frac{6,26 \text{ g}}{208,5 \text{ g/mol}} = 0,03 \text{ mol PCl}_5$$

El balance de moles del equilibrio de descomposición viene dado por:

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3(\text{g})$	$+$	$\text{Cl}_2(\text{g})$
Moles iniciales:	0,03		---		---
Descomposición:	- 0,03 $\alpha$		+ 0,03 $\alpha$		+ 0,03 $\alpha$
Moles equilibrio:	0,03(1 - $\alpha$ )		0,03 $\alpha$		0,03 $\alpha$

El número de moles totales en el equilibrio sería entonces:

$$n_{\text{totales equil.}} = 0,03 - 0,03\alpha + 0,03\alpha + 0,03\alpha = 0,03 + 0,03\alpha = 0,03(1 + \alpha)$$

Como nos proporcionan la presión total en el equilibrio, aplicamos la ecuación de los gases ideales y obtenemos que:

$$(2 \text{ atm}) \cdot (1 \text{ Litro}) = 0,03(1 + \alpha) \cdot (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}) \cdot (250 + 273 \text{ K})$$

De donde resulta que  $\alpha = 0,55$

- b) Para calcular las presiones parciales calculamos el número de moles de cada una de las especies presentes en el equilibrio:

$$n(\text{PCl}_5) = 0,03(1 - \alpha) = 0,03(1 - 0,55) = 0,013 \text{ mol}$$

$$n(\text{PCl}_3) = n(\text{Cl}_2) = 0,03\alpha = 0,03 \times 0,55 = 0,017 \text{ mol}$$

Aplicando la ecuación de los gases ideales a cada una de las especies presentes en el equilibrio:

$$P(\text{PCl}_5) \cdot (1 \text{ Litro}) = 0,013 \text{ mol} \cdot (0,082) \cdot (523), \text{ de donde } P(\text{PCl}_5) = 0,56 \text{ atm}$$

$$P(\text{PCl}_3) \cdot (1 \text{ Litro}) = 0,017 \text{ mol} \cdot (0,082) \cdot (523), \text{ de donde } P(\text{PCl}_3) = 0,73 \text{ atm}$$

$$P(\text{Cl}_2) \cdot (1 \text{ Litro}) = 0,017 \text{ mol} \cdot (0,082) \cdot (523), \text{ de donde } P(\text{Cl}_2) = 0,73 \text{ atm}$$

(También se podrían calcular las presiones parciales empleando la expresión:  $P_i = x_i \cdot P_{\text{total}}$ )

- c) Conocidas las presiones parciales de cada una de las especies en el equilibrio, calculamos  $K_p$

$$K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \times P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{(0,73) \cdot (0,73)}{0,56} = 0,95$$

Conocido el valor de  $K_p$  calculamos el valor de  $K_c$  haciendo uso de la expresión:  $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$ , donde sustituyendo valores, donde  $\Delta n = 2 - 1 = 1$ , nos queda:

$$0,95 = K_c (0,082 \cdot 523)^1$$

$$K_c = 0,022$$

\* También se podría resolver planteando el equilibrio en términos de concentración:

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3(\text{g})$	$+$	$\text{Cl}_2(\text{g})$
Moles iniciales:	0,03		0		0
Disociación:	-x		+ x		+ x
Moles equilibrio	0,03 - x		x		x

Como nos dan como dato la presión total de la mezcla en el equilibrio, procedemos a calcular la concentración total en el equilibrio (o los moles totales si trabajan con moles) y haciendo uso de la ecuación de los gases ideales calculamos el valor de x:

$$\text{Moles total} = 0,03 - x + x + x = 0,03 + x$$

Sustituyendo en la ecuación de los gases ideales  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$  tenemos que:

$$P = \frac{n}{V} \cdot R \cdot T = ([\text{PCl}_5] + [\text{PCl}_3] + [\text{Cl}_2]) \cdot R \cdot T$$

Sustituyendo valores tenemos que:

$$(2 \text{ atm}) = (0,03 + x \text{ mol/L}) \cdot (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}) \cdot (250 + 273 \text{ K})$$

De donde  $x = 0,017 \text{ mol/L} = 0,017 \text{ M}$ .

Sustituyendo en la expresión de la constante de equilibrio ( $K_c$ ) nos queda que:

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{x \cdot x}{0,03 - x} = \frac{(0,017)^2}{0,013} = 0,022$$

Para calcular  $K_p$  hacemos uso de la expresión que nos relaciona ambas constantes:

$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$ , donde sustituyendo valores, donde  $\Delta n = 2 - 1 = 1$ , nos queda:

$$K_p = 0,022 (0,082 \cdot 523)^1$$

Resultando que:  $K_p = 0,94$

El grado de disociación sería entonces:

$$\alpha = x/C_0 = 0.017/0,03 = 0,57$$

Las presiones parciales se calcularían de la forma antes indicada.

Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 3	
a) Cálculo grado de disociación ( $\alpha$ ) correcto. - Solo planteamiento correcto de los moles en el equilibrio	1,00 0,50
b) Cálculo correcto de las presiones parciales.	0,50
c) Cálculo correcto de las constantes $K_c$ y $K_p$ .	0,50

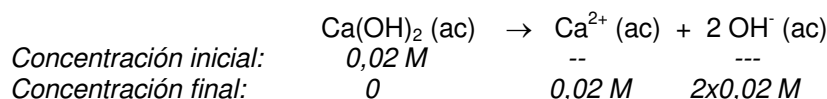
#### 4.- Calcule el pH de las siguientes disoluciones:

a) Una disolución de hidróxido de calcio (*dihidróxido de calcio*) 0,02 M.

b) Una disolución acuosa de cianuro de hidrógeno (*ácido cianhídrico*) 0,2 M. ( $K_a = 6,2 \cdot 10^{-10}$ ).

#### Solución:

a) El hidróxido de calcio es un base fuerte, por lo tanto se encuentra disociada totalmente en sus iones:

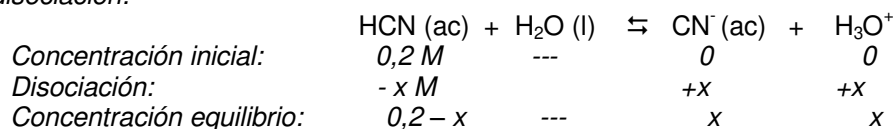


En consecuencia:

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log (2 \times 0,02) = -\log (0,04) = -\log (4 \cdot 10^{-2}) = 2 - \log 4 = 2 - 0,60 = 1,40$$

Y entonces  $pH = 14 - pOH = 14 - 1,40 = 12,60$ .

b) Como se trata de un ácido débil como se deduce el valor de su constante de acidez, existirá un equilibrio de disociación:



Aplicando la expresión de la constante de disociación del ácido nos queda:

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} = \frac{x \cdot x}{0,2 - x} = 6,2 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,2 - x}$$

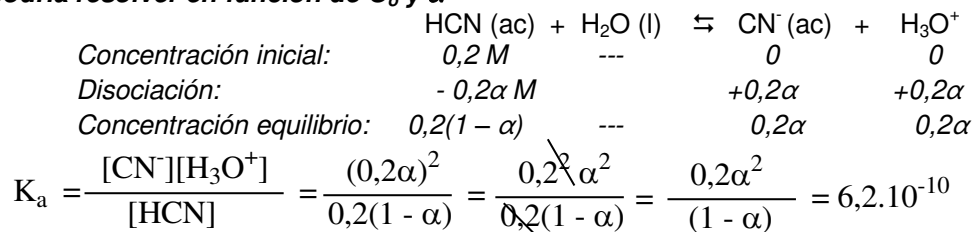
Teniendo en cuenta el valor de  $K_a$  y la concentración del ácido podemos hacer la aproximación:

$$0,2 - x \approx 0,2 \quad \text{con lo cual nos queda que: } x^2 = 0,2 \times 6,2 \cdot 10^{-10} = 1,24 \cdot 10^{-10}$$

Resolviendo la ecuación nos queda:  $x = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ M} = [\text{H}_3\text{O}^+]$

Entonces  $pH = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1,11 \cdot 10^{-5}) = 5 - \log 1,11 = 5 - 0,045 = 4,955$ .

\* También se podría resolver en función de  $C_0$  y  $\alpha$



Teniendo en cuenta el valor de  $K_a$  (ácido muy débil) podemos hacer la aproximación:  $1 - \alpha \approx 1$

Por lo tanto, nos queda:  $0,2\alpha^2 = 6,2 \cdot 10^{-10}$

De donde resulta que:

$$\alpha = \sqrt{\frac{6,2 \cdot 10^{-10}}{0,2}}$$

De donde resulta que:  $\alpha = 5,57 \cdot 10^{-5}$

Luego  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (0,2 \times 5,57 \cdot 10^{-6}) = -\log (1,11 \cdot 10^{-5}) = 4,955$

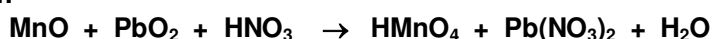
Puntuación máxima por apartado: a) 0,6 puntos; b) 1,4 puntos

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 4	
a) Cálculo correcto del pH del hidróxido	0,60
b) Cálculo correcto del pH del ácido	1,40
- Sólo planteamiento correcto del equilibrio ácido-base	0,50

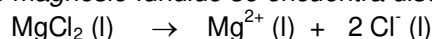
5.- a) ¿Cuáles serían los productos de la electrólisis del cloruro de magnesio (*dicloruro de magnesio*) fundido? Escriba las correspondientes semirreacciones que tienen lugar en cada electrodo.

b) Ajuste por el método del ion-electrón, indicando las semirreacciones que intervienen, la siguiente reacción:



#### Solución:

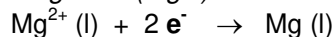
a) El cloruro de magnesio fundido se encuentra disociado en sus iones según la ecuación:



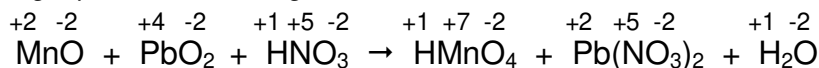
En el **ánodo** es el electrodo donde se produce la reacción de oxidación y la especie que se oxida sería el ion cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).



En el **cátodo** tiene lugar la reacción de reducción, y en nuestro caso, la única especie que puede reducirse es el ion magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ):



b) En primer lugar procedemos a asignar los números de oxidación de cada uno de los elementos:



Vemos que el Mn pasa de un estado de oxidación +2 a +7, es decir, se ha oxidado, mientras que el Pb pasa de un estado de oxidación +4 a +2, es decir, se ha reducido. En consecuencia, las semirreacciones correspondientes son:

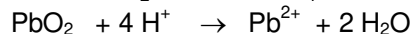
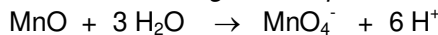


Procedemos a realizar el ajuste en masa:

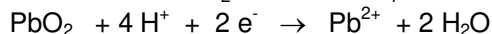
- Primero ajustamos los átomos de oxígeno con moléculas de agua:



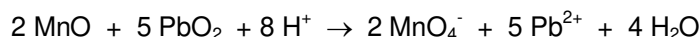
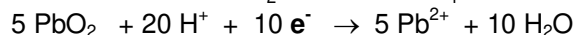
- A continuación los átomos de hidrógeno con protones ( $\text{H}^+$ ):



Ajustamos las cargas añadiendo los electrones necesarios en cada semirreacción:

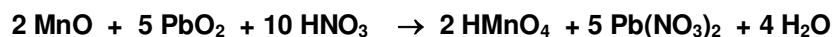


Balanceamos el ajuste multiplicando la primera reacción por 2 y la segunda reacción por 5 por último sumamos las dos semirreacciones:



Si eliminamos las especies que aparecen duplicadas en reactivos y producto, la ecuación obtenida sería la **ecuación iónica ajustada**.

Finalmente ajustamos la ecuación global teniendo en cuenta las especies que no intervienen en el proceso redox que en este caso sería la especie  $\text{NO}_3^-$ .



Puntuación máxima por apartado: a) 0,4 puntos; b) 1,6 puntos

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

<b>PREGUNTA 5</b>	
a) Semirreacciones correctas	0,20 c/u
b) - Por la reacción iónica ajustada	1,00
- Por las semirreacciones	0,20
- Por el ajuste de átomos	0,20
- Por el ajuste de electrones	0,20
- Por la combinación de semirreacciones	0,20
- Por simplificar el resultado correctamente	0,20
- Por la reacción molecular ajustada	0,60

**OPCIÓN B**

1.- Para las moléculas: clorometano (*cloruro de metilo*) y sulfuro de hidrógeno (*sulfuro de dihidrógeno*).

- Escriba sus estructuras de Lewis y razone su geometría molecular.
- Razone si alguno de estos compuestos formará enlace por puente de hidrógeno.
- Justifique la polaridad de ambas moléculas.
- Formule o nombre los siguientes compuestos:
  - $\text{CaCO}_3$
  - $\text{OCl}_2$
  - $\text{H}_2\text{SO}_3$
  - tetrahidruro de estaño [*hidruro de estaño(IV)*]
  - dihidróxido de cadmio [*hidróxido de cadmio*]

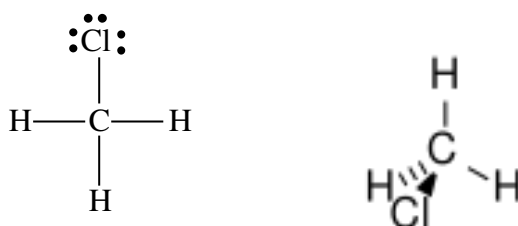
Datos: Números atómicos(Z): Cl=17; C=6; S=16; H = 1.

**Solución:**

a) Para determinar la estructura de Lewis del clorometano ( $\text{ClCH}_3$ ) hemos de tener en cuenta que:

Elemento	Configuración electrónica	Electrones capa de valencia	Electrones capa completa
C (Z = 6)	$1s^2 2s^2 2p^2$	4	8
H (Z = 1)	$1s^1$	1	2
Cl (Z = 17)	$1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^5$	7	8

Por lo tanto, la estructura de Lewis sería:



Como el átomo de carbono presenta cuatro pares de electrones enlazantes y no hay ningún par solitario (par no enlazante) según la TRPECV sería del tipo  $\text{AX}_4$  y presentaría por lo tanto una **geometría tetraédrica** (algo deformada al ser el átomo de cloro más voluminoso)

Desde el punto de vista de la teoría de la hibridación vemos que el átomo de carbono forma cuatro enlaces empleando sus cuatro electrones de valencia lo cual implica una hibridación  $\text{sp}^3$  (**tetraédrica**).

Para el caso de la molécula de ácido sulfhídrico tenemos que:

Elemento	Configuración electrónica	Electrones capa de valencia	Electrones capa completa
H (Z = 1)	$1s^1$	1	2
S (Z = 16)	$1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4$	6	8

La estructura de Lewis correspondiente es:



Según la TRPECV sería del tipo  $\text{AX}_2\text{E}_2$  (dos pares de enlace y 2 pares no enlazantes, dirigidos hacia los vértices de un tetraedro) y por tanto presentará una **geometría angular**.

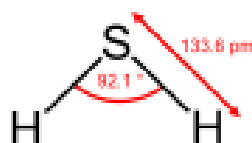
Desde el punto de vista de la teoría de la hibridación el átomo central (átomo de azufre) dispone de cuatro pares de electrones, por lo tanto presentará una hibridación  $\text{sp}^3$ , pero como dos son pares de electrones solitarios (pares no enlazantes) y los otros dos forman enlaces, la geometría de la molécula será una **geometría angular**.



- b) Ninguno de los compuestos formará enlace por puente de hidrógeno, ya que se requiere la presencia de un enlace muy polar como O–H, N–H o F–H.
- c) La molécula de clorometano será una molécula **polar** debido a que el enlace C–Cl es un enlace polar mientras que los enlaces C–H son prácticamente apolares, y debido a la geometría de la molécula los dipolos no se anulan.



En la molécula de  $H_2S$ , los dos enlaces azufre-hidrógeno son enlaces polares pero, debido a la geometría angular, los dipolos no se anulan y podemos decir que la molécula es **polar**.



- d) 1) Carbonato de calcio (trioxidocarbonato de calcio)  
 2) Óxido de cloro (I) (dicloruro de oxígeno).  
 3) Ácido sulfuroso [dihidrógeno(trioxidosulfato)]  
 4)  $SnH_4$   
 5)  $Cd(OH)_2$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 1	
a) Cada estructura de Lewis y la geometría correcta (x2)	0,25 c/u
b) Razonamiento correcto enlace de hidrógeno.	0,50
c) Justificación correcta de la polaridad	0,50
d) Por cada compuesto bien nombrado (x5)	0,10 c/u

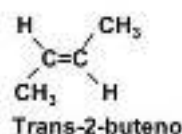
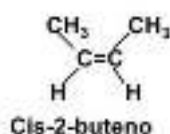
2.- a) Nombre y/o formule los siguientes compuestos:

- 1)  $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CHO$     2)  $CH_3-C(Cl)=CH-COOH$     3) 3-cloropentanamida  
 4) propanonitrilo    5) 1-hexen-3-ino (*hex-1-en-3-ino*)

- b) El compuesto  $CH_3 - CH = CH - CH_3$  ¿Presentará isomería geométrica? Justifique la respuesta.
- c) Cuando se hace reaccionar el 2-buteno (*but-2-eno*) con ácido clorhídrico (*cloruro de hidrógeno*) se obtiene un compuesto que presenta isomería óptica, ¿de qué compuesto se trata?. Nómbralo.
- d) Indique un isómero de función y otro de cadena del 2-butanol (*butan-2-ol*).

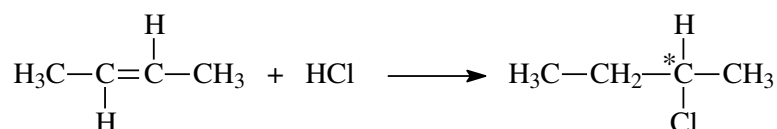
**Solución:**

- a) 1) 3-metilbutanal  
 2) ácido 3-cloro-2-butenoico (ácido 3-cloropent-2-enoico).  
 3)  $CH_3 - CH_2 - CH(Cl) - CH_2 - CONH_2$   
 4)  $CH_3 - CH_2 - C \equiv N$  ( $CH_3 - CH_2 - CN$ )  
 5)  $H_2C = CH - C \equiv C - CH_2 - CH_3$
- b) En el 2-buteno, al tener dos sustituyentes distintos en los dos carbonos del doble enlace, son posibles dos disposiciones espaciales, por lo tanto, presentará isomería geométrica.



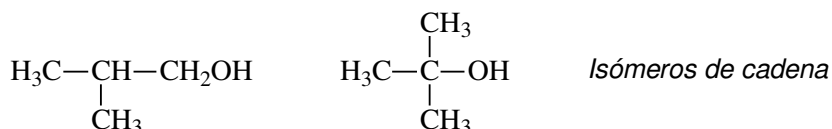
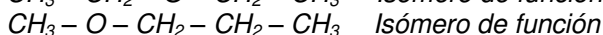
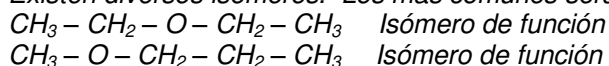
- c) La reacción entre 2-buteno y HCl es una reacción de adición al doble enlace:





Como se puede observar el compuesto tiene un carbono asimétrico o quiral y en consecuencia presentará isomería óptica. Se trata del **2-clorobutano**.

d) Existen diversos isómeros. Los más comunes serán:



Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 2	
a) Compuesto bien nombrado y/o formulado (x5)	0,10 c/u
b) Razonamiento correcto isomería geométrica.	0,50
c) Compuesto obtenido correcto y nombrado.	0,25
Razonamiento isomería óptica correcto.	0,25
b) Isómeros correctos.	0,25 c/u

3.-Se prepara una disolución de ácido benzoico (*ácido bencenocarboxílico*,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$ ) de pH = 3,1. Para ello se disuelven 0,61 g de dicho ácido en agua hasta un volumen de 500 ml. Calcule:

a) El grado de disociación ( $\alpha$ ) del ácido benzoico.

b) La constante de acidez ( $K_a$ ) del ácido benzoico.

c) La concentración de ácido benzoico que queda sin disociar presente en el equilibrio.

Datos: Masas atómicas: C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u.

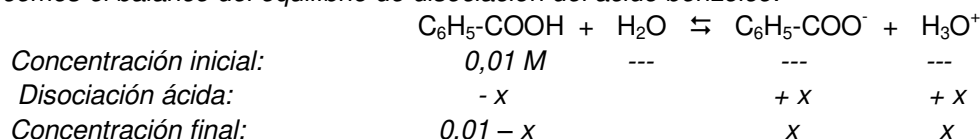
#### Solución:

a) En primer lugar se calcula la concentración del ácido benzoico. Para ello emplearemos su masa molecular:

$$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}) = 7 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16 = 84 + 6 + 32 = 122 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{\text{moles soluto}}{\text{Volumen disolución}} = \frac{\text{gramos soluto}}{M_{\text{soluto}} \times \text{Volumen}_{\text{disolución}}} = \frac{0,61 \text{ g}}{122 \text{ g/mol} \times 0,5 \text{ L}} = 0,01 \text{ M}$$

Establecemos el balance del equilibrio de disociación del ácido benzoico:



Como se conoce el pH de la disolución del ácido tenemos que:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+], \quad \text{de donde} \quad 3,1 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{y por tanto:} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,1} = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Calculamos la concentración de ácido en el equilibrio::

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] = 0,01 - 7,94 \cdot 10^{-4} = 0,00921 \text{ M} = 9,21 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Por lo tanto, el grado de disociación será:

$$\alpha = \frac{\text{concentración equilibrio}}{\text{concentración inicial}} = \frac{x}{c_0} = \frac{7,94 \cdot 10^{-4}}{0,01} = 0,0794$$

b) Las concentraciones de las especies presentes en el equilibrio son:

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 7,94 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}] = 0,01 - 7,94 \cdot 10^{-4} = 0,00921 \text{ M} = 9,21 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Aplicando la expresión de la constante de disociación ácida obtenemos:

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{x \cdot x}{0,01 - x} = \frac{(7,94 \cdot 10^{-4})^2}{9,21 \cdot 10^{-3}} = 6,84 \cdot 10^{-5}$$

c) Para el cálculo de la concentración de ácido benzoico que queda sin disociar:

$$[C_6H_5-COOH] = 0,01 - 7,94 \cdot 10^{-4} = 0,00921 \text{ M} = 9,21 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

Puntuación máxima por apartado: a) 1,2 puntos; b) 0,4 puntos; c) 0,4 puntos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 3	
a) Cálculo correcto del grado de disociación ( $\alpha$ ) - Solo planteamiento correcto de los moles en el equilibrio.	1,20 0,50
b) Cálculo correcto de la constante $K_a$	0,40
c) Cálculo correcto de la concentración de ácido benzoico.	0,40

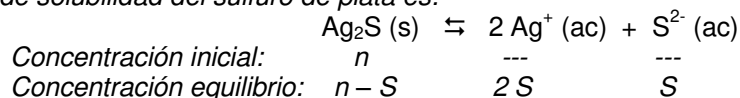
4.- a) La constante del producto de solubilidad del sulfuro de plata (*sulfuro de diplata*) es  $2,1 \cdot 10^{-49}$ . Calcule su solubilidad.

b) ¿Cuál será la concentración de iones  $Ag^+$  en una disolución saturada de esta sal?

c) Razone qué le ocurrirá a una disolución saturada de sulfuro de plata, si disolvemos en ella una sal muy soluble como el sulfuro de sodio (*sulfuro de disodio*), ¿se disolverá o precipitará más sulfuro de plata?

**Solución:**

a) El equilibrio de solubilidad del sulfuro de plata es:



La expresión de la constante del producto de solubilidad del  $Ag_2S$  es:

$$K_{ps} = [Ag^+]^2 [S^{2-}] = (2S)^2 \cdot (S) = 4S^3 = 2,1 \cdot 10^{-49}$$

De donde resulta que la solubilidad es:

$$S = 3,74 \cdot 10^{-17} \text{ M}$$

b) La concentración de iones  $Ag^+$  sería  $2S$ , es decir  $[Ag^+] = 7,48 \cdot 10^{-17} \text{ M}$ .

c) La adición de una disolución de una sal muy soluble como el  $Na_2S$  supone un aporte de iones sulfuro ( $S^{2-}$ ) y por el efecto del ion común el equilibrio se desplazará hacia la izquierda, esto es, disminuye la solubilidad del  $Ag_2S$ . Como consecuencia, se favorece la precipitación del sulfuro de plata. Por ser un equilibrio también se puede justificar haciendo uso del principio de Le Chatelier.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,8 puntos; b) 0,6 puntos; c) 0,6 puntos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 4	
a) Equilibrio de solubilidad correcto y ajustado. Por aplicación del criterio de precipitación en función del $K_{ps}$ correcto.	0,40 0,40
b) Cálculo de la concentración (moles/L)	0,60
c) Razonamiento correcto de efecto del ion común.	0,60

5.- Los potenciales normales de reducción de los pares  $Cu^{2+}/Cu$  y de  $Al^{3+}/Al$ , son  $+0,34 \text{ V}$  y  $+0,80 \text{ V}$  respectivamente.

a) Dibuje el esquema de la pila nombrado las partes que la forman, así como la sustancia a emplear para el puente salino.

b) Escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, así como su polaridad (su signo).

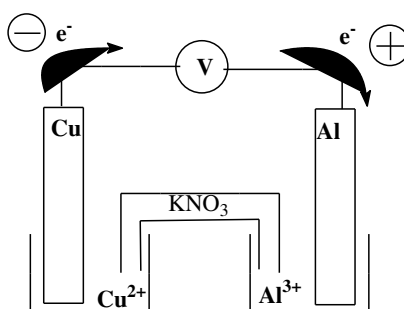
c) Indique la reacción global de la pila.

d) Calcule la fuerza electromotriz normal ( $E^0_{pila}$ ) de la pila.

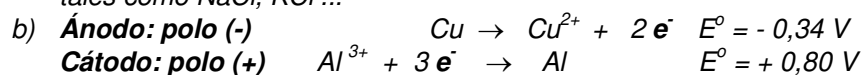
**Solución:**

a) Teniendo en cuenta los valores de los potenciales estándar el ánodo de la pila será el electrodo

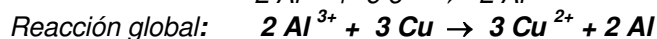
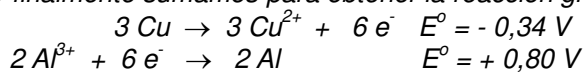
de Aluminio, mientras que el cátodo será el electrodo de Cobre. En consecuencia, el esquema de la pila sería:



Se pueden emplear para el puente salino otras sustancias siempre que sean electrolitos inertes tales como NaCl, KCl ...



c) Balanceando las reacciones para eliminar los electrones, multiplicamos la primera reacción por 3 y la segunda por 2 y finalmente sumamos para obtener la reacción global:



d) El potencial estándar de la pila (fem) es:

$$E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,80 - 0,34 = +0,46\text{ V.}$$

Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PREGUNTA 5	
a) Esquema de la pila completo y correcto.	0,50
Esquema sin indicar el compuesto del puente salino	0,25
b) Reacciones correctas en cada electrodo con su signo (x2)	0,25 c/u
c) Reacción global pila correcta ajustada.	0,50
d) Cálculo fem ( $E^\circ_{\text{pila}}$ ) correcto.	0,50