

UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
PRUEBA DE ACCESO A UNIVERSIDAD

Curso 2024-2025
MATERIA: QUÍMICA

INSTRUCCIONES GENERALES Y
CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda 4 preguntas de la siguiente forma:

- Responda a la pregunta 1 (sin optatividad).
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 2A y 2B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 3A y 3B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 4A y 4B.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Cada pregunta tiene una calificación máxima de 2,5 puntos.

1. Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) En el laboratorio se dispone de una disolución acuosa de Ag^+ 1 M y varios electrodos, cuyos potenciales de reducción se indican en la Tabla 1. Utilizando estos datos, razone qué electrodo/s puede/n actuar de ánodo para que en el cátodo se obtenga plata metálica de forma espontánea. Para el/los procesos redox seleccionado/s, escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, y calcule el potencial de la pila formada.
- b) (0,75 puntos) A partir de los datos de la Tabla 1, razone si se disuelve plata metálica en una disolución de ácido nítrico 1 M. Formule y ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación, reducción y la reacción iónica.
- c) (0,75 puntos) La galvanostegia es un proceso electrolítico mediante el cual se recubre un objeto metálico con una lámina de otro metal; esta técnica se emplea, por ejemplo, para el cromado, dorado o plateado de metales menos nobles (Figura 1). Se ha preparado una disolución de nitrato de plata y se quiere utilizar para recubrir de plata una cucharilla metálica. Calcule durante cuántos minutos debe ser aplicada una corriente de 5,00 A a la disolución de nitrato de plata para depositar 10,1 g de plata metálica sobre la cucharilla.

Datos. Masa atómica (u): $\text{Ag} = 107,9$. $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Tabla 1. Potenciales de reducción

Par redox	$E^\circ(\text{V})$
Au^{3+}/Au	1,52
NO_3^-/NO	0,96
Ag^+/Ag	0,80
Cu^{2+}/Cu	0,34
Fe^{2+}/Fe	-0,44

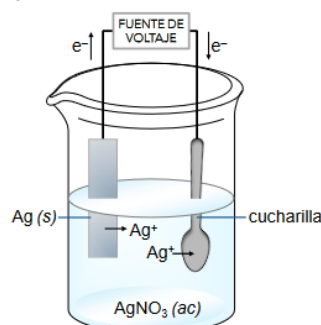
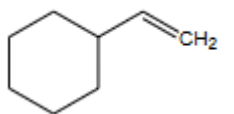


Figura 1. Recubrimiento de un objeto en un baño de nitrato de plata.

2. **A) Dados los elementos: A (Z = 11), B (Z = 16) y C (Z = 17), responda a las siguientes cuestiones:**
- (1 punto) Identifique su nombre, símbolo y escriba su configuración electrónica. Indique y explique de forma razonada cuál es su ion más estable.
 - (1 punto) Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico, mayor energía de ionización y mayor afinidad electrónica.
 - (0,5 puntos) Considere los compuestos que se obtienen cuando se combina A: i) consigo mismo y ii) con el elemento C. Para cada uno de ellos escriba su fórmula y, explique el tipo de enlace más probable.
2. **B) A temperatura ambiente, la sal común, NaCl, es un sólido cristalino y el COCl₂ es un gas.**
- (0,75 puntos) Explique el tipo de enlace intramolecular para cada una de las sustancias.
 - (0,75 puntos) Dibuje la estructura de Lewis y nombre y dibuje la geometría molecular de COCl₂ utilizando el modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia. Indique la hibridación del átomo de C.
 - (1 punto) Represente el ciclo de Born-Haber para la formación de NaCl (s): Na (s) + ½ Cl₂ (g) → NaCl (s), indicando el nombre de las energías implicadas en cada etapa.
3. **A) Responda a las siguientes cuestiones:**
- (1,25 puntos) Indique el producto mayoritario de reacción, y nombre y explique la regla que lo produce.
Escriba los nombres de reactivos y productos de los compuestos orgánicos, indicando cis y trans para los isómeros geométricos cuando existan:
- i)  + HCl →
- ii) CH₃-CHOH-(CH₂)₂-CH₃ + H₂SO₄ / calor →
- (1,25 puntos) Complete las siguientes reacciones identificando las sustancias A, B, C y D (fórmula y nombre): i) etanol + H₂SO₄/calor → A; ii) etanol + oxidante (frío) → B; iii) B + oxidante → C; iv) n A(polimerización) → D.
3. **B) Indique si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa y justifique las respuestas formulando la reacción a la que se alude.**
- (0,75 puntos) La adición de hidrógeno molecular, en presencia de un catalizador, al doble enlace del trans-but-2-eno permite obtener el alcano correspondiente.
 - (0,75 puntos) La reducción del butanal conduce al ácido carboxílico con el mismo número de átomos de carbono.
 - (0,5 puntos) La etilamina se comporta como base en una disolución acuosa.
 - (0,5 puntos) La deshidratación del etanol, por el ácido sulfúrico, produce etino.

4. A) Para las siguientes reacciones en equilibrio, responda a las preguntas:

- a) (1,25 puntos) $\text{H}_2\text{S (g)} + \text{I}_2 \text{(s)} \rightleftharpoons 2 \text{HI (g)} + \text{S (s)}$ a $60\text{ }^\circ\text{C}$. Calcule K_p y K_c si las presiones parciales en el equilibrio para HI y H_2S son $3,65 \times 10^{-3}$ atm y 0,99 atm, respectivamente.
- b) (1,25 puntos) $\text{SO}_2 \text{(g)} + 1/2 \text{O}_2 \text{(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_3 \text{(g)}$. Utilizando las entalpías de formación, determine hacia dónde se desplazará el equilibrio al aumentar la temperatura.

Datos. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{SO}_3, \text{g}) = -395,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{SO}_2, \text{g}) = -296,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

4. B) Se dispone de 3 disoluciones acuosas a $25\text{ }^\circ\text{C}$: i) HNO_3 con $\text{pH} = 1$;

ii) ácido acetilsalicílico ($\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}$) con $\text{pH} = 2,24$; iii) NaOH con $\text{pH} = 12$.

- a) (1,25 puntos) Para cada disolución, escriba los equilibrios de disociación en agua y calcule su
- b) concentración inicial.
- c) (1,25 puntos) Explique, sin hacer cálculos, si al combinar volúmenes iguales de las disoluciones anteriores de HNO_3 y de NaOH , el pH será igual, superior o inferior a 7.

Dato. $K_a(\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}) = 3,1 \times 10^{-4}$.



SOLUCIONES

1. Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) En el laboratorio se dispone de una disolución acuosa de Ag^{+1} M y varios electrodos, cuyos potenciales de reducción se indican en la Tabla 1. Utilizando estos datos, razone qué electrodo/s puede/n actuar de ánodo para que en el cátodo se obtenga plata metálica de forma espontánea. Para el/los procesos redox seleccionado/s, escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo, y calcule el potencial de la pila formada.
- b) (0,75 puntos) A partir de los datos de la Tabla 1, razone si se disuelve plata metálica en una disolución de ácido nítrico 1 M. Formule y ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación, reducción y la reacción iónica.
- c) (0,75 puntos) La galvanostegia es un proceso electrolítico mediante el cual se recubre un objeto metálico con una lámina de otro metal; esta técnica se emplea, por ejemplo, para el cromado, dorado o plateado de metales menos nobles (Figura 1). Se ha preparado una disolución de nitrato de plata y se quiere utilizar para recubrir de plata una cucharilla metálica. Calcule durante cuántos minutos debe ser aplicada una corriente de 5,00 A a la disolución de nitrato de plata para depositar 10,1 g de plata metálica sobre la cucharilla.

Datos. Masa atómica (u): $\text{Ag} = 107,9$. $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Par redox	$E^{\circ}(\text{V})$
Au^{3+}/Au	1,52
NO_3^-/NO	0,96
Ag^+/Ag	0,80
Cu^{2+}/Cu	0,34
Fe^{2+}/Fe	-0,44

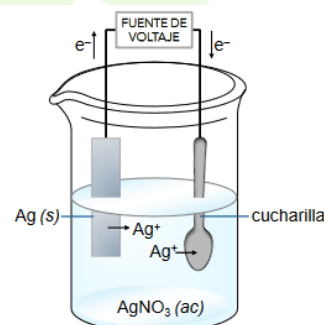


Figura 1. Recubrimiento de un objeto en un baño de nitrato de plata.

a) Si en el cátodo se tiene que depositar plata de forma espontánea, tenemos que saber que la Ag sufre una reducción y por tanto el potencial del otro electrodo tiene que tener un valor numérico menor que el potencial de la Ag .

Con los datos de la tabla, vemos que los dos electrodos que tienen menor potencial que la plata son el de Fe^{2+}/Fe y el de Cu^{2+}/Cu .

$$E^{\circ}(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}; E^{\circ}(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}; E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$$

Las reacciones que suceden son:



$$E^{\circ} = E^{\circ} \text{ cátodo} - E^{\circ} \text{ ánodo} = 0,80 - (-0,40) = 1,24 \text{ V}$$



$$E^{\circ} = E^{\circ} \text{ cátodo} - E^{\circ} \text{ ánodo} = 0,80 - 0,34 = 0,46 \text{ V}$$

b) Teniendo en cuenta los datos de la tabla, vemos que el $E^0(\text{NO}_3^-/\text{NO}) > E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag})$, y por lo tanto de forma espontánea, sí se podría disolver la Ag al sufrir un proceso de oxidación.



c) Como queremos depositar plata metálica, la plata debe reducirse y por tanto nos encontramos ante un proceso de electrólisis: $\text{Ag}^+ + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

Utilizando la expresión de Faraday, despejamos el tiempo y así sabremos el tiempo que debemos utilizar para recubrir la cucharilla:

$$m = \frac{M_{\text{át}} \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \rightarrow t = \frac{m \cdot z \cdot F}{I \cdot M_{\text{át}}} = \frac{10'1 \cdot 1 \cdot 96485}{5'0 \cdot 107'9 \cdot 60} = 30.1 \text{ min}$$

2. A) Dados los elementos: A (Z = 11), B (Z = 16) y C (Z = 17), responda a las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Identifique su nombre, símbolo y escriba su configuración electrónica. Indique y explique de forma razonada cuál es su ion más estable.
- (1 punto) Justifique qué elemento presenta mayor radio atómico, mayor energía de ionización y mayor afinidad electrónica.
- (0,5 puntos) Considere los compuestos que se obtienen cuando se combina A: i) consigo mismo y ii) con el elemento C. Para cada uno de ellos escriba su fórmula y, explique el tipo de enlace más probable.

- a) A: sodio, Na (Z = 11) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 B: azufre, S (Z = 16) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
 C: cloro, Cl (Z = 17) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

El ion más estable de un átomo neutro es el que adquiere la configuración de gas noble, de manera que tendrán en su última capa 8 electrones (excepto el H que termina con 2 electrones como el Helio) y para ello unos cederán electrones convirtiéndose en cationes y otros captarán electrones pasando a ser aniones.

Por tanto:

A: Na^+ ; B: S^{2-} ; C: Cl^-

b) Para justificar el mayor radio atómico nos fijamos en la carga efectiva del núcleo, vemos que en el mismo periodo aumenta según avanzamos, con lo que los electrones están más atraídos y el tamaño es menor. Como los tres elementos están en el mismo período, el que tiene mayor radio es el Na.

La Energía de Ionización es la energía que hay que aplicar a un átomo para arrancar el último electrón en estado fundamental y gaseoso pasando a ser un catión. En este caso, como el Cloro es el que tiene menor radio, los electrones están muy atraídos por el núcleo y por tanto es el que tendrá mayor energía de ionización.

El Cloro es el que tiene mayor afinidad electrónica porque es el que más energía libera al captar un electrón, ya que añadiendo un electrón adquiere la configuración de gas noble.

c) i) Si el sodio se une consigo mismo se forma el Na mediante enlace metálico.

ii) Cuando el sodio se une con el cloro se forma el NaCl, cloruro de sodio, que es un producto formado mediante un enlace iónico porque se forma por la unión de un metal y un no metal.

2. B) A temperatura ambiente, la sal común, NaCl, es un sólido cristalino y el COCl₂ es un gas.

- a) (0,75 puntos) Explique el tipo de enlace intramolecular para cada una de las sustancias.
- b) (0,75 puntos) Dibuje la estructura de Lewis y nombre y dibuje la geometría molecular de COCl₂ utilizando el modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia. Indique la hibridación del átomo de C.
- c) (1 punto) Represente el ciclo de Born-Haber para la formación de NaCl (s): Na (s) + ½ Cl₂ (g) → NaCl (s), indicando el nombre de las energías implicadas en cada etapa.

a) El NaCl está formado mediante un enlace iónico donde se unen el ion Na⁺ y el Cl⁻, mientras que el COCl₂ se forma por la unión del C, Cl y O mediante enlace covalente en el que se comparten electrones.

b) Podemos obtener la estructura de Lewis utilizando la regla de Lewis:

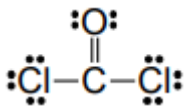
EN (electrones necesarios): 8 x 4 = 32

ED (electrones disponibles): 4 + 6 + (2x7) = 24

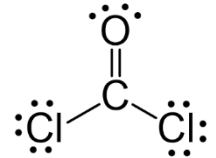
EC (electrones compartidos): 32 - 24 = 8 → 4 enlaces

ENC (electrones no compartidos): 24 - 8 = 16 e libres

Colocamos el C en el centro ya que es el elemento menos electronegativo y además tiene más electrones para compartir y nos queda:

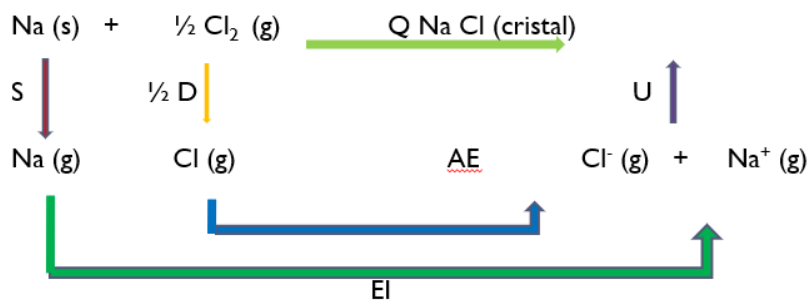


En cuanto a la geometría, tiene geometría trigonal plana en donde los ángulos entre los elementos no forman ángulos de 120° porque el enlace formado entre el C=O produce una repulsión sobre los enlaces C-Cl.



La hibridación del C aquí es una hibridación sp². Uno de los orbitales p se deja con su forma y energía original para formar el enlace doble entre el C y el O

c)



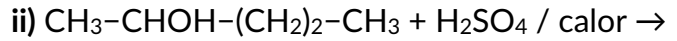
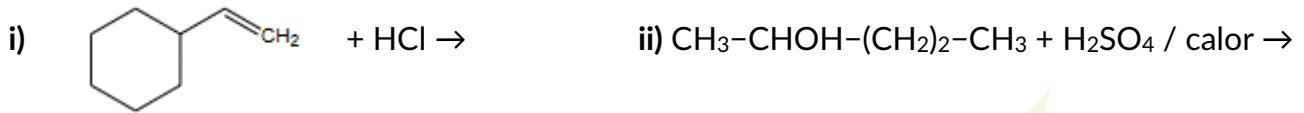
Las energías son:

S: energía de sublimación de Na sólido; D: energía de disociación del Cl₂; AE: afinidad electrónica del Cl; EI: energía de ionización del Na (g); U: energía reticular; ΔH_f: entalpía de formación de NaCl (s).

3. A) Responda a las siguientes cuestiones:

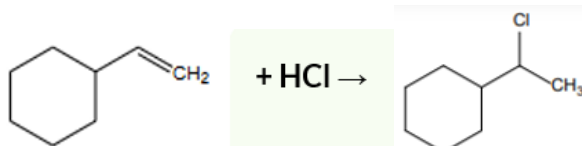
a) (1,25 puntos) Indique el producto mayoritario de reacción, y nombre y explique la regla que lo produce.

Escriba los nombres de reactivos y productos de los compuestos orgánicos, indicando cis y trans para los isómeros geométricos cuando existan:



b) (1,25 puntos) Complete las siguientes reacciones identificando las sustancias A, B, C y D (fórmula y nombre): i) etanol + $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{calor} \rightarrow \text{A}$; ii) etanol + oxidante (frío) $\rightarrow \text{B}$; iii) B + oxidante $\rightarrow \text{C}$; iv) n A(polimerización) $\rightarrow \text{D}$.

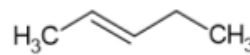
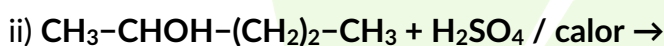
a)



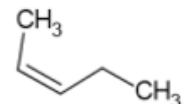
i) etenilciclohexano

(1-cloroetil) ciclohexano

Es el producto mayoritario y sigue la regla de Markovnikov, la cual dice que “el protón o grupo electropositivo se une al carbono menos sustituido, es decir, al carbono con más hidrógenos”.



+



pentan-2-ol

trans-pent-2-eno

cis-pent-2-eno

Esta reacción sigue la regla de Saytzeff, que dice “en las reacciones de eliminación, el H sale del carbono adyacente al grupo funcional que tiene menos hidrógenos”



etanol

eteno o etileno



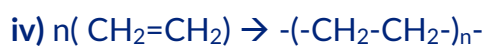
etanol

etanal



etanal

ácido acético o etanoico



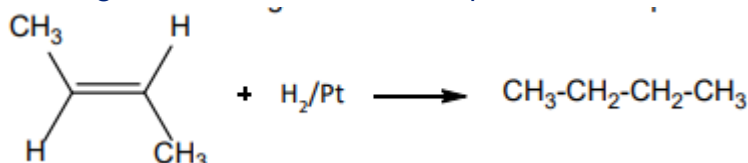
eteno

polieteno

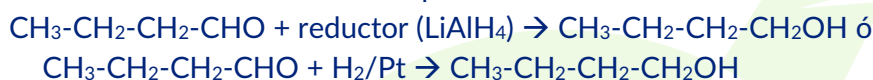
3. B) Indique si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa y justifique las respuestas formulando la reacción a la que se alude.

- a) (0,75 puntos) La adición de hidrógeno molecular, en presencia de un catalizador, al doble enlace del trans-but-2-eno permite obtener el alcano correspondiente.
- b) (0,75 puntos) La reducción del butanal conduce al ácido carboxílico con el mismo número de átomos de carbono.
- c) (0,5 puntos) La etilamina se comporta como base en una disolución acuosa.
- d) (0,5 puntos) La deshidratación del etanol, por el ácido sulfúrico, produce eteno.

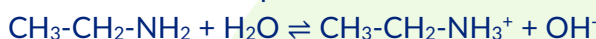
a) VERDADERO. La hidrogenación de un enlace doble produce un hidrocarburo saturado (un alcano)



b) FALSO. La reducción de un aldehído produce un alcohol.



c) VERDADERO. Las aminas presentan carácter básico porque pueden captar protones



d) FALSO. Produce eteno



4A) Para las siguientes reacciones en equilibrio, responda a las preguntas:

- a) (1,25 puntos) $\text{H}_2\text{S (g)} + \text{I}_2 \text{(s)} \rightleftharpoons 2 \text{HI (g)} + \text{S (s)}$ a 60 °C. Calcule K_p y K_c si las presiones parciales en el equilibrio para HI y H_2S son $3,65 \times 10^{-3}$ atm y 0,99 atm, respectivamente.
- b) (1,25 puntos) $\text{SO}_2 \text{(g)} + 1/2 \text{O}_2 \text{(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_3 \text{(g)}$. Utilizando las entalpías de formación, determine hacia dónde se desplazará el equilibrio al aumentar la temperatura.

Datos. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{SO}_3, \text{g}) = -395,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(\text{SO}_2, \text{g}) = -296,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$a) k_p = \frac{P_{(\text{HI})}^2}{P_{(\text{H}_2\text{S})}} = \frac{(3,65 \cdot 10^{-3})^2}{0,99} = 1,3 \cdot 10^{-5}$$

$$k_c = k_p (RT)^{-\Delta n} = 1,3 \cdot 10^{-5} (0,082 \cdot 333)^{-1} = 4,8 \cdot 10^{-7}$$

b) Como la entalpía de formación se define como:

$$\Delta H_r^0 = \sum n \Delta H_f^0(\text{productos}) - \sum n \Delta H_f^0(\text{reactivos}) =$$

$$\Delta H_f^0(\text{SO}_3) - \Delta H_f^0(\text{SO}_2) = (-395,7) - (-296,8) = -98,9 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Los resultados nos dicen que es un proceso exotérmico, por tanto, al aumentar la T^a el equilibrio se desplaza hacia donde absorbe calor, es decir, hacia la formación de los reactivos.

4B) Se dispone de 3 disoluciones acuosas a 25 °C: i) HNO₃ con pH = 1;

ii) ácido acetilsalicílico (C₈H₇O₂COOH) con pH = 2,24; iii) NaOH con pH = 12.

- a) (1,25 puntos) Para cada disolución, escriba los equilibrios de disociación en agua y calcule su concentración inicial.
- b) (1,25 puntos) Explique, sin hacer cálculos, si al combinar volúmenes iguales de las disoluciones anteriores de HNO₃ y de NaOH, el pH será igual, superior o inferior a 7.

Dato. K_a (C₈H₇O₂COOH) = $3,1 \times 10^{-4}$.

a) i) $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$

Como el ácido nítrico es un ácido fuerte, sabiendo la concentración de H₃O⁺ podemos saber la concentración inicial del ácido, y la concentración de protones la sacamos con el pH.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0'1 \text{ y por tanto } [\text{HNO}_3]_{\text{inicial}} = 0'1 \text{ M}$$

ii) En este caso, el ácido acetilsalicílico es un ácido débil y por tanto tenemos que hacer el equilibrio para determinar la concentración inicial



CO	C	-	-
Cequi	C-X	X	X

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,24} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.00575 \text{ M}$$

A partir de la K_a podemos calcular ya la concentración inicial:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COO}^-]}{[\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}]} \rightarrow 3.1 \cdot 10^{-4} = \frac{(0.00575)^2}{C - 0.00575}$$

$$[\text{C}_8\text{H}_7\text{O}_2\text{COOH}] = 0.113 \text{ M}$$

iii) El NaOH es una base fuerte, por tanto se disocia totalmente y también podemos saber la concentración inicial por el pH y el pOH.



$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ Calculamos la concentración de hidróxidos y con ello sabemos la cantidad de NaOH inicial

$$10^{-14} = 10^{-12} [\text{OH}^-] \rightarrow [\text{OH}^-] = 0.01 \text{ M}$$

b) Como la concentración de ácido nítrico es mayor que la concentración de hidróxido de sodio, al mezclar volúmenes iguales de ambas disoluciones, no se llegan a neutralizar. Queda parte de HNO₃ en la mezcla y por tanto el pH será ácido (pH < 7).