



EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOMCE – JULIO 2022

QUÍMICA

INDICACIONES

1. La prueba consta de 10 ejercicios distribuidos en tres bloques.
2. Se debe realizar un total de cinco ejercicios, eligiendo, al menos, uno de cada bloque.
3. Si entre los cinco realizados no figura al menos uno de cada bloque, no se corregirán los últimos del bloque con más ejercicios ni aquellos que excedan de cinco.
4. Si se resuelven más de cinco ejercicios, solo se corregirán los primeros, según el orden en que aparezcan resueltos en el cuadernillo de examen.

BLOQUE 1

1. [2 PUNTOS] El ion positivo de un elemento M tiene de configuración electrónica: $M^{2+} : 1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^4$.
 - a) [0,5 PUNTOS] ¿Cuál es el número atómico de M?
 - b) [0,5 PUNTOS] ¿Cuál es la configuración de su ion M^{3+} ?
 - c) [0,5 PUNTOS] ¿Qué números cuánticos corresponderían a un electrón 3d de ese elemento?
 - d) [0,5 PUNTOS] Indique la posición del elemento M en la tabla periódica y a qué tipo de elementos pertenece
2. [2 PUNTOS] Justifique las siguientes afirmaciones:
 - a) [0,5 PUNTOS] A 25 °C y 1 atm, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno (H_2S) es un gas.
 - b) [0,5 PUNTOS] El etanol es soluble en agua y el etano no lo es.
 - c) [0,5 PUNTOS] En condiciones normales el flúor y el cloro son gases, el bromo es líquido y el yodo es sólido.
 - d) [0,5 PUNTOS] El KCl tiene un punto de fusión mayor que el Cl_4C .

BLOQUE 2

3. [2 PUNTOS] Se construye una pila galvánica utilizando las semicélulas siguientes: a) una lámina de zinc sumergida en una disolución acuosa de $Zn^{2+}(ac)$, 1M; b) un hilo de Pt sumergido en una disolución acuosa ácida que contiene $MnO_2(s)$ en suspensión y $[MnO_4^-]$ 1 M.
 - a) [1 PUNTO] Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción y la reacción global que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila, ajustadas por el método de ion-electrón en forma iónica.
 - b) [0,5 PUNTOS] Indique la especie química que actúa como oxidante y la que actúa como reductora durante el funcionamiento espontáneo de la pila.
 - c) [0,5 PUNTOS] Calcule la fuerza electromotriz (o potencial) de la pila en condiciones estándar.
4. [2 PUNTOS] Para platear una joya se necesitan 10 gramos de plata, por lo que se realiza una electrolisis con una disolución de $AgNO_3$, aplicando una corriente de 3 A.
 - a) [1 PUNTO] Averiguar el tiempo necesario, en minutos, para recubrir la joya.
 - b) [1 PUNTO] Si se utiliza una carga de 10000 C (Culombios) sobre la misma disolución, ¿cuántos gramos de Ag se depositan?

DATOS: $1 \text{ Faraday} = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; Masas atómicas: Ag = 108

5. [2 PUNTOS] En un recipiente de 1 litro se introducen 0,095 moles de COCl_2 y se calienta a $100\text{ }^\circ\text{C}$, estableciéndose el equilibrio siguiente: $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Si sabemos que el valor de la constante K_c para dicho equilibrio es $2,2 \cdot 10^{-6}$ a la temperatura indicada, calcule:

- [1,2 PUNTOS] Las concentraciones de las especies presentes en el equilibrio y el grado de disociación del COCl_2 .
- [0,4 PUNTOS] El valor de K_p .
- [0,4 PUNTOS] ¿Hacia dónde se desplazaría el equilibrio si se produce un aumento de la presión? Razone la respuesta.

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L} / \text{mol}\cdot\text{K}$

6. [2 PUNTOS] Se dispone de dos frascos, sin etiquetar, con disoluciones 0,1M de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 0,1 M de ácido acético (ácido etanoico). Se mide su acidez, resultando que el frasco A tiene $\text{pH} = 2,9$ y el frasco B, $\text{pH} = 0,7$.

- [1 PUNTO] Explique qué frasco corresponde a cada uno de los ácidos.
- [1 PUNTO] Calcule la constante de acidez (K_a) del ácido acético.

7. [2 PUNTOS] El hidróxido magnésico $\text{Mg}(\text{OH})_2$ es insoluble, su producto de solubilidad vale $8,9 \cdot 10^{-12}$.

- [0,5 PUNTOS] Calcule la máxima cantidad de moles del hidróxido que se podrá disolver en un litro.
- [0,5 PUNTOS] Calcule el pH de una disolución saturada de hidróxido magnésico.
- [0,5 PUNTOS] Indique y razone algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.
- [0,5 PUNTOS] Razone si la adición de una sal soluble de magnesio disminuirá la solubilidad.

8. [2 PUNTOS] La energía de activación para la reacción $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ es de 30 kJ. La energía de activación de la reacción inversa es de 55 kJ. Explicar razonadamente:

- [0,5 PUNTOS] Si el proceso directo es exotérmico o endotérmico.
- [0,5 PUNTOS] Si la presencia de un catalizador disminuye la energía de activación directa.
- [0,5 PUNTOS] Si un incremento de temperatura aumenta o disminuye la velocidad de reacción y/o la energía de activación.
- [0,5 PUNTOS] Si la entalpía de reacción varía al añadir un catalizador.

NOTA: Utiliza diagramas energéticos del avance de la reacción.

BLOQUE 3

9. [2 PUNTOS]

- [1 PUNTO] Se utiliza H_2 para reducir catalíticamente pentanal, razone y nombre el/los producto/s obtenidos.
- [1 PUNTO] Si en vez de reducir el pentanal se lleva a cabo una oxidación del mismo, razone y nombre el/los producto/s de la oxidación.

10. [2 PUNTOS] La siguiente fórmula molecular, $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, corresponde a varios compuestos orgánicos isómeros.

- [0,5 PUNTOS] Escriba la fórmula desarrollada de dos isómeros con grupos funcionales diferentes.
- [0,5 PUNTOS] Nombre dichos compuestos.
- [0,5 PUNTOS] Escriba una reacción de oxidación de uno de ellos y nombre el producto.
- [0,5 PUNTOS] Escriba una reacción de reducción de uno de ellos y nombre el producto.

BLOQUE 1

1.- [2 PUNTOS] El ion positivo de un elemento M tiene de configuración electrónica: $M^{2+} : 1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^4$.

a) (0,5 p) ¿Cuál es el número atómico de M?

El ion M^{2+} tiene 22 electrones, por lo que el elemento M tendrá 2 electrones más (ha perdido los dos electrones del subnivel 4s), es decir 24, por lo que el número atómico del elemento M es $Z = 24$.

NOTA: El elemento de $Z = 24$ es el cromo y presenta una configuración electrónica "anómala": $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$, debido a que tener semiocupado el subnivel 3d le confiere una mayor estabilidad.

b) (0,5 p) ¿Cuál es la configuración de su ion M^{3+} ?

$M^{3+} (Z = 24): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$

c) (0,5 p) ¿Qué números cuánticos corresponderían a un electrón 3d de ese elemento?

Por estar situado en el subnivel 3d, el valor del número cuántico principal será $n = 3$ y el valor del número cuántico secundario será $l = 2$. El valor del número cuántico magnético podrá tomar cinco valores $m = 2, 1, 0, -1, -2$. El valor del número cuántico de spin podrá tomar dos valores, $s = 1/2$ o $-1/2$.

d) (0,5 p) Indique la posición del elemento M en la tabla periódica y a qué tipo de elementos pertenece

La configuración electrónica de acuerdo al diagrama de Moller para este elemento es (aunque ya he indicado que esta no es su configuración real): $M (Z = 24): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$

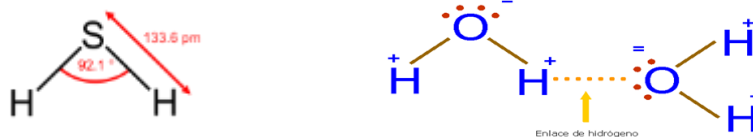
El período se asigna por el máximo nivel de energía ocupado y el grupo por la configuración electrónica del nivel de valencia. Este elemento tiene como máximo nivel de energía ocupado el nivel 4, por lo que pertenece al cuarto período, y tiene una configuración en el nivel de valencia del tipo: $ns^2 (n-1)d^4$, por lo que pertenece al grupo 6.

Se trata de un elemento o metal de transición, ya que la configuración de su nivel de valencia corresponde al tipo: $ns^2 (n-1)d^x$.

2.- [2 PUNTOS] Justifique las siguientes afirmaciones:

a) (0,5 p) A 25 °C y 1 atm, el agua es un líquido y el sulfuro de hidrógeno (H_2S) es un gas.

Aunque ambas son sustancias covalentes moleculares de carácter polar debido a su geometría angular, por lo que entre sus moléculas se establecen fuerzas de Van der Waals, en el agua existen enlaces O – H de muy alta polaridad que permiten la formación de enlaces de hidrógeno.



La existencia en el agua de enlace de hidrógeno es lo que explica que el agua sea líquida en estas condiciones de presión y temperatura.

b) (0,5 p) El etanol es soluble en agua y el etano no lo es.

El etanol es una sustancia covalente molecular polar, debido a la polaridad de los enlaces O – H del grupo hidroxilo, que hacen que sea soluble en un disolvente polar como el agua, mientras que el etano es una sustancia covalente molecular prácticamente apolar.

c) (0,5 p) En condiciones normales el flúor y el cloro son gases, el bromo es líquido y el yodo es sólido.

Todas ellas son sustancias covalentes moleculares de carácter apolar cuyas moléculas están unidas mediante débiles fuerzas de dispersión (fuerzas de London). Este tipo de fuerzas intermoleculares, de carácter electrostático, aumentan de intensidad con el tamaño atómico (es más fácil polarizar las capas más externas) y con la masa molecular. Por eso el bromo y el yodo, que son elementos de

mayor tamaño y masa, presentan fuerzas intermoleculares más fuertes que permiten que a temperatura ambiente sean líquido y sólido, respectivamente.

d) (0,5 p) El KCl tiene un punto de fusión mayor que el Cl₄C.

El cloruro de potasio es un sólido iónico, formado por un metal (K) y un no-metal (Cl), mientras que el Cl₄C es una sustancia covalente molecular apolar debido a su estructura tetraédrica que anula la polaridad de los enlaces C – Cl, entre cuyas moléculas solo existen fuerzas de dispersión o de London (dipolo instantáneo – dipolo inducido). La mayor intensidad del enlace iónico en el KCl explica su mayor punto de fusión.

BLOQUE 2

3.- [2 PUNTOS] Se construye una pila galvánica utilizando las semicélulas siguientes: a) una lámina de zinc sumergida en una disolución acuosa de Zn²⁺ (ac), 1M; b) un hilo de Pt sumergido en una disolución acuosa ácida que contiene MnO₂ (s) en suspensión y [MnO₄⁻] 1 M.

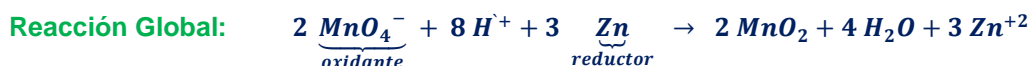
DATOS: E° (Zn²⁺/ Zn) = - 0,76 V; E° (MnO₄⁻ / MnO₂) = + 1,70 V

- (1 p) Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción y la reacción global que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila, ajustadas por el método de ion-electrón en forma iónica.
- (0,5 p) Indique la especie química que actúa como oxidante y la que actúa como reductora durante el funcionamiento espontáneo de la pila.
- (0,5 p) Calcule la fuerza electromotriz (o potencial) de la pila en condiciones estándar.

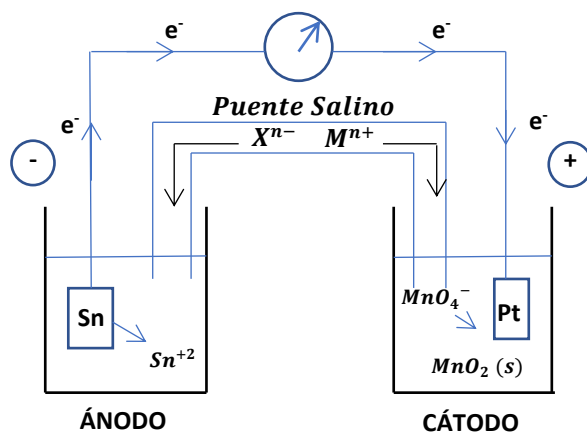
Respondo todos los apartados conjuntamente.

El electrodo de MnO₄⁻ / MnO₂ actuará de cátodo, ya que al tener mayor potencial normal de reducción se reduce más fácilmente y el electrodo de Zn²⁺/ Zn actuará de ánodo. De modo que el MnO₄⁻ actuará como oxidante y el Zn como reductor.

Las reacciones que tienen lugar durante el funcionamiento espontáneo de la pila son:



Un esquema de la pila sería:



$$E_{pila}^0 = E_{cátodo}^0 - E_{ánodo}^0 = (1,70) - (-0,76) = 2,46 V$$

4.- [2 PUNTOS] Para platear una joya se necesitan 10 gramos de plata, por lo que se realiza una electrolisis con una disolución de AgNO_3 , aplicando una corriente de 3 A.

DATOS: 1 Faraday = 96500 C. mol^{-1} ; Masas atómicas: Ag = 108

- a) (1 p) Averiguar el tiempo necesario, en minutos, para recubrir la joya.

En el cátodo de la celda electrolítica tiene lugar la reducción de los iones plata:



El tiempo necesario para que se depositen 10 g de plata metálica es:

$$t = 10 \text{ g Ag} \cdot \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} \cdot \frac{96500 \text{ C}}{1 \text{ mol Ag}} \cdot \frac{1 \text{ s}}{3 \text{ C}} = 2978,4 \text{ s} \cong 0,83 \text{ h}$$

- b) (1 p) Si se utiliza una carga de 10000 C (Culombios) sobre la misma disolución, ¿cuántos gramos de Ag se depositan?

$$m_{\text{Ag}} = 10000 \text{ C} \cdot \frac{1 \text{ F}}{96500 \text{ C}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ F}} \cdot \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 11,19 \text{ g}$$

5.- [2 PUNTOS] En un recipiente de 1 litro se introducen 0,095 moles de COCl_2 y se calienta a 100 °C, estableciéndose el equilibrio siguiente: $\text{COCl}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO} (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$. Si sabemos que el valor de la constante K_c para dicho equilibrio es $2,2 \cdot 10^{-6}$ a la temperatura indicada, calcule:

DATOS: R = 0,082 atm·L / mol·K

- a) (1,2 p) Las concentraciones de las especies presentes en el equilibrio y el grado de disociación del COCl_2 .

	$\text{COCl}_2 (\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{CO} (\text{g})$	+	$\text{Cl}_2 (\text{g})$
Concentración Inicial (mol/L)	0,095		--		--
Variación (mol/L)	-x		+x		+x
Concentración Equilibrio (mol/L)	0,095 - x		x		x

$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} \Rightarrow 2,2 \cdot 10^{-6} = \frac{x^2}{0,095 - x} \quad \text{Resolviendo: } x = \begin{cases} -4,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \\ 4,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L} \end{cases}$$

De modo que las concentraciones en el equilibrio son:

$$[\text{COCl}_2]_{\text{eq}} = 0,095 - x = 0,095 - 4,56 \cdot 10^{-4} = 9,45 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CO}]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = x = 4,56 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\alpha = \left(\frac{x}{0,095} \right) \cdot 100 = \left(\frac{4,56 \cdot 10^{-4}}{0,095} \right) \cdot 100 = 0,48 \%$$

- b) (0,4 p) El valor de K_p .

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} = K_c \cdot (R \cdot T) = 2,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,082 \cdot 373) = 6,73 \cdot 10^{-5}$$

- c) (0,4 p) ¿Hacia dónde se desplazaría el equilibrio si se produce un aumento de la presión? Razone la respuesta.

De acuerdo con el principio de Le Châtelier, al perturbar un equilibrio estable este evoluciona hacia un nuevo estado de equilibrio oponiéndose a la variación que le sacó del equilibrio inicial. En este caso, al aumentar la presión el equilibrio se va a desplazar en el sentido en el que disminuya la presión, es decir hacia donde disminuya el número de moles de gas, hacia la izquierda.

6.- [2 PUNTOS] Se dispone de dos frascos, sin etiquetar, con disoluciones 0,1 M de ácido sulfúrico (H₂SO₄) y 0,1 M de ácido acético (ácido etanoico). Se mide su acidez, resultando que el frasco A tiene pH = 2,9 y el frasco B, pH = 0,7.

a) (1 p) Explique qué frasco corresponde a cada uno de los ácidos.

El ácido sulfúrico es un ácido fuerte que está completamente disociado, mientras que el ácido acético es un ácido débil por lo que está parcialmente disociado. Al estar ambos ácidos en la misma concentración, habrá mayor concentración de iones hidrógeno (hidrogeniones) en la disolución de ácido sulfúrico. Teniendo en cuenta la definición de pH (pH = -log [H₃O⁺]), la disolución A es de ácido acético y la disolución B es de ácido sulfúrico.

b) (1 p) Calcule la constante de acidez (K_a) del ácido acético.

	CH₃-COOH (ac)	+ H ₂ O (l)	⇌	CH₃-COO⁻ (ac)	+ H ₃ O ⁺ (ac)
Concentración inicial (mol/L)	0,1				
Variación	-x			+x	+x
Concentración equilibrio (mol/L)	0,1 - x			x	x

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log [x] \Rightarrow x = 10^{-pH} = 10^{-2,9} = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$K_a = \frac{[CH_3 - COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3 - COOH]} = \frac{x^2}{0,1 - x} = \frac{(1,26 \cdot 10^{-3})^2}{0,1 - 1,26 \cdot 10^{-3}} = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

7.- [2 PUNTOS] El hidróxido magnésico Mg(OH)₂ es insoluble, su producto de solubilidad vale 8,9.10⁻¹².

a) (0,5 p) Calcule la máxima cantidad de moles del hidróxido que se podrá disolver en un litro.

	Mg(OH)₂ (s)	⇌	Mg⁺² (ac)	+	2 OH⁻ (ac)
Concentración inicial (mol/L)	a		--		--
Variación (mol/L)	-s		s		2s
Concentración en equilibrio (mol/L)	a - s		s		2s

$$K_{ps} = [Mg^{+2}] \cdot [OH^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8,9 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

En un litro de agua puede disolverse un máximo de 1,31.10⁻⁴ mol de hidróxido de magnesio.

b) (0,5 p) Calcule el pH de una disolución saturada de hidróxido magnésico.

$$pOH = -\log [OH^-] = -\log 2s = -\log (2 \cdot 1,31 \cdot 10^{-4}) = 3,58$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3,58 = 10,42$$

c) (0,5 p) Indique y razone algún procedimiento que incremente la solubilidad del hidróxido.

De acuerdo al principio de Le Châtelier podemos desplazar el equilibrio hacia la derecha, aumentando la solubilidad del hidróxido de magnesio, si disminuimos la concentración de los iones hidróxido. Esto podemos conseguirlo disminuyendo el pH de la disolución añadiendo un ácido o añadiendo una sal de amonio, ya que se producen las siguientes reacciones:



d) (0,5 p) Razone si la adición de una sal soluble de magnesio disminuirá la solubilidad.

De acuerdo al principio de Le Châtelier el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, para de este modo disminuir la concentración de iones magnesio, disminuyendo la solubilidad del hidróxido de magnesio (efecto del ion común).

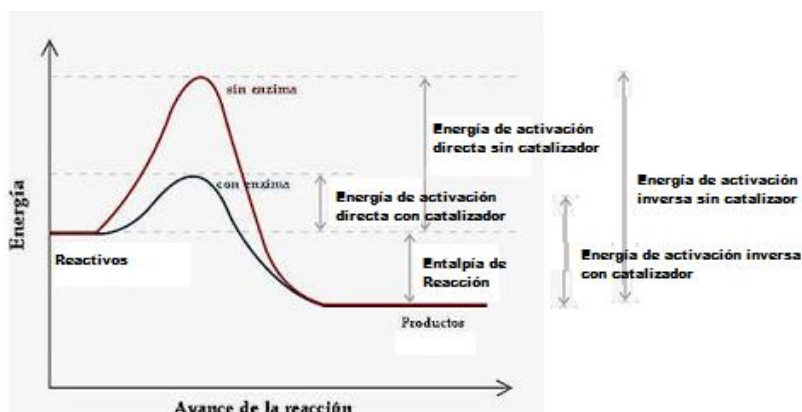
8.- [2 PUNTOS] La energía de activación para la reacción $A + B \rightleftharpoons C + D$ es de 30 kJ. La energía de activación de la reacción inversa es de 55 kJ. Explicar razonadamente:

NOTA: Utiliza diagramas energéticos del avance de la reacción.

- (0,5 p) Si el proceso directo es exotérmico o endotérmico.
- (0,5 p) Si la presencia de un catalizador disminuye la energía de activación directa.

Voy a responder conjuntamente los dos primeros apartados.

Si realizamos un diagrama entálpico del proceso, observamos que el proceso directo es exotérmico, ya que la energía de activación del proceso directo es menor que la del proceso inverso, lo que indica que los productos de reacción tienen menos entalpía que los reactivos. La presencia de un catalizador disminuye la energía de activación de ambos procesos.



- (0,5 p) Si un incremento de temperatura aumenta o disminuye la velocidad de reacción y/o la energía de activación.

Un aumento de la temperatura aumenta la velocidad de reacción, ya que incrementa la constante de velocidad de la ecuación diferencial de velocidad de acuerdo a la ecuación de Arrhenius:

$$k = A \cdot e^{-\left(\frac{E_a}{R \cdot T}\right)}$$

El incremento de temperatura no afecta a la energía de activación.

- (0,5 p) Si la entalpía de reacción varía al añadir un catalizador.

La adición de un catalizador no modifica la entalpía de reacción, que es una variable termodinámica función de estado, sólo modifica las energías de activación de los procesos directo e inverso.

BLOQUE 3

9.- [2 PUNTOS]

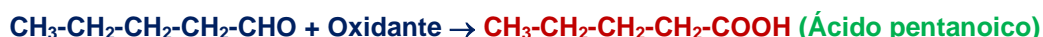
- (1 p) Se utiliza H_2 para reducir catalíticamente pentanal, razone y nombre el/los producto/s obtenidos.

La reducción de los aldehídos da lugar a la formación de alcoholes primarios:



- (1 p) Si en vez de reducir el pentanal se lleva a cabo una oxidación del mismo, razone y nombre el/los producto/s de la oxidación.

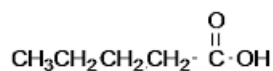
La oxidación de los aldehídos da lugar a la formación de ácidos carboxílicos:



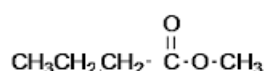
10.- [2 PUNTOS] La siguiente fórmula molecular, $C_5H_{10}O_2$, corresponde a varios compuestos orgánicos isómeros.

- (0,5 p) Escriba la fórmula desarrollada de dos isómeros con grupos funcionales diferentes.
- (0,5 p) Nombre dichos compuestos.

Resuelvo los dos apartados simultáneamente:



Ácido pentanoico



Butanoato de metilo

c) **(0,5 p)** Escriba una reacción de oxidación de uno de ellos y nombre el producto.

Los ácidos carboxílicos y sus derivados son grupos funcionales con grado de oxidación tres, el más alto que puede tener un carbono en un grupo funcional orgánico, por lo tanto, no pueden dar por oxidación otro compuesto con grupo funcional.

Como el carbono carboxílico se encuentra en un elevado estado de oxidación, las posteriores oxidaciones producen su conversión en dióxido de carbono en un proceso de descarboxilación.



d) **(0,5 p)** Escriba una reacción de reducción de uno de ellos y nombre el producto.

La reducción de los ácidos carboxílicos puede dar lugar a la formación de aldehídos o de alcoholes primarios, dependiendo de las condiciones y de la fortaleza del reductor.

