c) Del bloque de “química orgánica” la pregunta se elegirá entre dos apartados, A o B, con una puntuación de 2,0 puntos.

De esta forma el alumnado deberá realizar un total de 5 preguntas que consideramos es adecuado a la duración de la prueba.

5.2. Matriz de especificaciones

Se considera que nos es necesaria la matriz de especificaciones en esta materia.

5.3. Modelo de examen

El alumnado tendrá que responder, a un número de preguntas determinado previamente y que figurará en el examen. En el supuesto de que el alumnado, de forma voluntaria o involuntaria, responda a un número de preguntas superior al establecido previamente, únicamente se corregirán las primeras respuestas, según el orden en que aparezcan, hasta completar el número de preguntas exigido. Las restantes preguntas contestadas no serán objeto de corrección ni calificación.

El examen consta de 5 preguntas con una puntuación de 2 puntos cada una. Las primeras 4 preguntas tienen cierto carácter optativo y habrá que elegir entre la opción A o la opción B. La pregunta número 5 es de carácter obligatorio.

Pregunta 1.-

1A) Dados los valores de números cuánticos (4, 2, 3, ½), (3, 2, 1, -½); (3, 3, -1, ½), (2, 1, -1, -½) y (1, 0, 0, ½):
a) Indique si son valores permitidos o no permitidos y razone su respuesta. (1 punto) (0,5 puntos)
b) Indique para los estados permitidos, el tipo de orbital atómico en el que se encontraría el electrón. (0,5 puntos)
c) Justifique cuál de dichos orbitales tiene mayor energía. (0,5 puntos)

1B) Determine la estructura de Lewis, la geometría y la polaridad en las siguientes especies químicas, utilizando el método que considere oportuno (TEV y/o TRPECV): (0,5 puntos cada una)

i) CS_2 ii) PH_3 iii) BeF_2 iv) $[AlH_4]^-$

Pregunta 2.-

2A) El carbonato de calcio reacciona con una disolución acuosa de ácido clorhídrico para dar cloruro de calcio, dióxido de carbono (gas) y agua:

i) Ajuste la reacción química. (0,5 puntos)

ii) Calcule la pureza en carbonato de calcio de una muestra de 200 gramos sabiendo que, al reaccionar completamente con ácido clorhídrico en exceso, se generan 35,2 litros de dióxido de carbono a 1,2 atm y 13 ºC, asumiendo un rendimiento de reacción del 100%. (1 punto)

iii) Si la reacción de la muestra anterior se ha llevado a cabo utilizando 2 litros de ácido clorhídrico 2,0 M, ¿qué cantidad, en gramos, de ácido clorhídrico quedará sin reaccionar? (0,5 puntos)

Datos: $R = 0{,}082\ L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas: Ca = 40,1; C = 12,0; O = 16,0; H = 1,0; Cl = 35,5 g/mol.

2B) Dos compuestos A y B reaccionan para dar lugar al producto C a 350 K de temperatura. Para determinar la cinética de la reacción, se llevaron a cabo los siguientes experimentos:

Experimento	[A] inicial (mol · L^{-1})	[B] inicial (mol · L^{-1})	Velocidad inicial (mol · L^{-1} · s^{-1})
1	0,20	0,40	$64 \cdot 10^{-3}$
2	0,20	0,20	$16 \cdot 10^{-3}$
3	0,60	0,20	$144 \cdot 10^{-3}$

Determine:

i) El orden de la reacción respecto a los reactivos A y B, el orden global de la reacción, la ecuación de velocidad y el valor de la constante de velocidad. (1 punto)

ii) Determina la concentración inicial de B para que la velocidad de la reacción sea 12 $\cdot 10^{-2}$ (mol · L^{-1} · min^{-1}) si la concentración de [A] es 0,30 mol · L^{-1} (0,5 puntos)

iii) Si se añade un catalizador positivo a la reacción, señale cómo afectará a la variación de entalpía entre reactivos y productos (ΔH^o) y a la energía de activación del proceso (Ea). (0,5 puntos)

Pregunta 3.-

3A) Se preparan 20 mL de una disolución 0,02 M de un ácido débil HA, cuya constante de ionización Ka es igual a $4 \cdot 10^{-6}$.

i) Calcule las concentraciones en el equilibrio de A^-, HA y $H3O^+$ y el pH de dicha disolución (1 punto).

ii) ¿Cuántos miligramos de hidróxido de sodio sólido son necesarios para neutralizar la disolución del ácido HA? (0,5 puntos)

iii) Si se prepara una disolución a partir de la sal de sodio de la base conjugada (NaA) del ácido HA, ¿la disolución resultante será ácida, básica o neutra? Razone su respuesta (0,5 puntos).

Datos: Masas atómicas: Na = 23,0; H = 1,0; O = 16,0 g/mol.

3B)

i) "El cobre elemental Cu es un metal relativamente difícil de oxidar. Su reacción con ácidos fuertes como el HCl, no tiene lugar de forma espontánea, mientras que la reacción de HCl con hierro elemental Fe, genera un gas y la sal de Fe(II) correspondiente de forma espontánea." Razone la veracidad o falsedad de esta afirmación en base a los potenciales de reducción estándar de ambos metales y del par redox $2H^+/H2$. (0,5 puntos)

ii) El ácido nítrico es capaz de oxidar el cobre elemental, ya que el anión nitrato, en medio ácido, tiene un poder oxidante mayor que el del par $2H^+/H2$. Ajuste la siguiente reacción mediante el método del ion-electrón en medio ácido y calcule el potencial estándar de la pila voltaica que se podría formar: (1,5 puntos)

$$Cu(s) + HNO3(ac) \longrightarrow Cu(NO3)2(ac) + NO(g) + H2O(l)$$

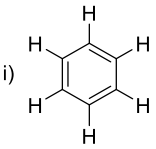
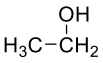
Datos: $E^o(2H^+/H_2)$ = 0,0 V; $E^o(Fe^{2+}/Fe)$ = -0,44 V; $E^o(Cu^{2+}/Cu)$ = +0,34 V; $E^o(NO3^-/NO)$ = +0,96 V

Pregunta 4.-

4A)

i) Realice un esquema con los principales tipos de isomería estructural en compuestos orgánicos. Añada un ejemplo de cada uno de ellos y nombre correctamente todos los compuestos. (1,5 puntos)

ii) ¿Qué compuesto de los siguientes es más soluble en agua? Razone su respuesta. (0,5 puntos)

i)  ii) H_3C-CH_3 iii) 

4B) Nombre los reactivos en negrita, escriba la fórmula semidesarrollada de los productos de las siguientes reacciones orgánicas e identifique el tipo de reacción que tiene lugar: (0,4 puntos por apartado)

i) **CH_3-CH_2-CH_2-Cl** + NaCN ⟶

ii) **CH_2=CH_2** + H_2O ⟶

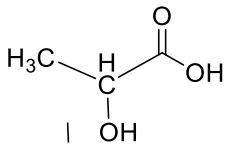
iii) **CH_3-COOH** + CH3-CH2-OH ⟶

iv) **CH_3-CH_2-CH_3** + 5O2 ⟶

v) **CH_3-CO-CH_3** + HCN ⟶

Pregunta 5. – El ácido láctico se trata de un compuesto orgánico con fórmula química C3H6O3 que juega un papel muy importante en numerosos procesos biológicos de nuestro organismo. Este ácido es un ácido orgánico débil, con un pKa de 3,86, y tiene una estructura perteneciente al grupo de los hidroxiácidos, con un grupo carboxilo y un grupo hidroxilo. Este ácido se produce, entre otras reacciones, por la fermentación láctica de la lactosa, un glúcido presente en la leche, y que da lugar a diferentes productos habituales de consumo humano, como el yogur.

Su estructura es la siguiente:



i) El ácido láctico es una molécula quiral, razone este hecho y dibuje ambos enantiómeros. (0,5 puntos)

ii) Las disoluciones acuosas de ácido láctico tienen carácter ácido. Calcule el pH de una disolución 0,05 M de este ácido en agua. (1 punto)

iii) Además de la síntesis a partir de lactosa, el ácido láctico se puede sintetizar en el laboratorio a partir de etanal, cianuro de sodio y ácido sulfúrico en agua mediante la siguiente reacción:

$$2\,H_3C-CHO + 2\,NaCN + 2\,H_2SO_4 + 4\,H_2O \longrightarrow \underset{\text{ácido láctico}}{2\,H_3C-CH(OH)-COOH} + 2\,Na_2SO_4 + 2\,(NH_4)SO_4$$

Calcule el volumen de etanal, en mililitros, necesario para producir 3,5 g de ácido láctico. (0,5 puntos)

Datos: Masas atómicas: C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0 g/mol. Densidad del etanal (H3C-CHO) = 788 kg/m^3

5.4. Solucionario del modelo propuesto

Pregunta 1.-

1A) Dados los valores de números cuánticos (4, 2, 3, ½), (3, 2, 1, -½); (3, 3, -1, ½), (2, 1, -1, -½) y (1, 0, 0, ½):
a) Indique si son valores permitidos o no permitidos y razone su respuesta. (1 punto)
(4, 2, 3, ½): No, m no puede ser > l .
(3, 2, 1, -½): Si, orbital de nivel de energía 3. l < n-1, m entre -l y l, spin -1/2 es válido.
(3, 3, -1, ½): No, m = l no permitido
(2, 1, -1, -½): Si, orbital de nivel de energía 2, l < n-1, m entre -l y l, spin -1/2 es válido.
(1, 0, 0, ½): Si, orbital de nivel de energía 2, l < n-1, m = l, spin 1/2 es válido.
0,2 cada uno, si no ponen justificación, contar 0,1 si está bien.

b) Indique para los estados permitidos, el tipo de orbital atómico en el que se encontraría el electrón. (0,5 puntos) 3d, 2p, 1s (con poner la letra suficiente, 1/3 cada respuesta)

c) Justifique cuál de dichos orbitales tiene mayor energía. (0,5 puntos) El 3d, porque es el orbital de los permitidos con el número cuántico n, que está directamente relacionado con la energía del orbital. (Si no justifican, 0,15)

1B) Determine la estructura de Lewis, la geometría y la polaridad en las siguientes especies químicas, utilizando el método que considere oportuno (TEV y/o TRPECV): (0,5 puntos cada una)

i) CS_2	ii) PH_3	iii) BeF_2	iv) $[AlH_4]^-$
Lineal	piramidal trigonal	lineal	tetraédrica
Apolar	polar	apolar	polar (es un ion)/ no polar según TEV, ambas válidas si está razonado

Pregunta 2.-
2A) El carbonato de calcio reacciona con una disolución acuosa de ácido clorhídrico para dar cloruro de calcio, dióxido de carbono (gas) y agua:

i) Ajuste la reacción química. (0,5 puntos)

$CaCO_3(s) + 2HCl(ac) \rightarrow CaCl_2(ac) + CO_2(g) + H_2O(l)$ (si no ponen los estados, -0,20)

ii) Calcule la pureza en carbonato de calcio de una muestra de 200 gramos sabiendo que, al reaccionar completamente con ácido clorhídrico en exceso, se generan 35,2 litros de dióxido de carbono a 1,2 atm y 13 ºC, asumiendo un rendimiento de reacción del 100%. (1 punto)

$nCO_2 = nCaCO_3 = 1.80$; m $CaCO_3$ = 180,3 g. Pureza = 90.1% (error numérico -1/3, error de formulación arrastrado si está bien el cálculo de moles, -1/3)

iii) Si la reacción de la muestra anterior se ha llevado a cabo utilizando 2 litros de ácido clorhídrico 2,0 M, ¿qué cantidad, en gramos, de ácido clorhídrico quedará sin reaccionar? (0,5 puntos)

4 moles totales, reaccionan 3,6 moles. Sobran 0,4 moles. gHCl exceso = 14,6 gramos (-1/3 por cada error)

Datos: R = 0,082 $L \cdot atm \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; Masas atómicas: Ca = 40,1; C = 12,0; O = 16,0; H = 1,0; Cl = 35,5 g/mol.

2B) Dos compuestos A y B reaccionan para dar lugar al producto C a 350 K de temperatura. Para determinar la cinética de la reacción, se llevaron a cabo los siguientes experimentos:

Experimento	[A] inicial (mol · L^{-1})	[B] inicial (mol · L^{-1})	Velocidad inicial (mol · L^{-1} · s^{-1})
1	0,20	0,40	$64 \cdot 10^{-3}$
2	0,20	0,20	$16 \cdot 10^{-3}$
3	0,60	0,20	$144 \cdot 10^{-3}$

Determine:

i) El orden de la reacción respecto a los reactivos A y B, el orden global de la reacción, la ecuación de velocidad y el valor de la constante de velocidad. (1 punto)

Orden 2 en A (0,15) y orden 2 en B (0,15). Orden total = 4 (0,1). Ecuación de velocidad (0,1). K = 10 $mol^{-3} \cdot l^3 \cdot s^{-1}$. (0,5, si no ponen las unidades, -0,25)

ii) Determina la concentración inicial de B para que la velocidad de la reacción sea 12 $\cdot 10^{-2}$ (mol · L^{-1} · min^{-1}) si la concentración de [A] es 0,30 mol · L^{-1} (0,5 puntos)

[B] = 0,047 M (-0,25 si no añaden unidades). En caso de no convertir la velocidad a s^{-1} o la constante a min^{-1}, -0,5 puntos)

iii) Si se añade un catalizador positivo a la reacción, señale cómo afectará a la variación de entalpía entre reactivos y productos (ΔH^o) y a la energía de activación del proceso (Ea). (0,5 puntos)

ΔH^o no varía, Ea disminuye. (-0.25 cada uno)

Pregunta 3.-

3A) Se preparan 20 mL de una disolución 0,02 M de un ácido débil HA, cuya constante de ionización Ka es igual a $4 \cdot 10^{-6}$.

i) Calcule las concentraciones en el equilibrio de A^-, HA y $H3O^+$ y el pH de dicha disolución (1 punto).

[$H3O^+$] = 2,81-2,83$\cdot 10^{-4}$ M. [HA] = 0,0197 M. pH = 3,55. Despreciando la x vale también. (sin unidades -0.15), error de cálculo -1/3. Si calculan el pH y no calculan las concentraciones, máximo la mitad.

ii) ¿Cuántos miligramos de hidróxido de sodio sólido son necesarios para neutralizar la disolución del ácido HA? (0,5 puntos)

nNaOH = $4 \cdot 10^{-4}$ moles; mg NaOH = 16mg

iii) Si se prepara una disolución a partir de la sal de sodio de la base conjugada (NaA) del ácido HA, ¿la disolución resultante será ácida, básica o neutra? Razone su respuesta (0,5 puntos).

Será ligeramente básica, disociación de la sal, la base conjugada de un ácido débil, es una base débil.

Datos: Masas atómicas: Na = 23,0; H = 1,0; O = 16,0 g/mol.

3B)

i) "El cobre elemental Cu es un metal relativamente difícil de oxidar. Su reacción con ácidos fuertes como el HCl, no tiene lugar de forma espontánea, mientras que la reacción de HCl con hierro elemental Fe, genera un gas y la sal de Fe(II)

correspondiente de forma espontánea." Razone la veracidad o falsedad de esta afirmación en base a los potenciales de reducción estándar de ambos metales y del par redox $2H^+/H2$. (0,5 puntos)

Verdadero. Calcular los potenciales de la reacción (Fe(s) + H^+ = +0.44 V / Cu(s) + H^+ = -0.34 V) y relacionar con ΔG^o y espontaneidad, con respecto al dato de potencial de hidrógeno.

ii) El ácido nítrico es capaz de oxidar el cobre elemental, ya que el anión nitrato, en medio ácido, tiene un poder oxidante mayor que el del par $2H^+/H_2$. Ajuste la siguiente reacción mediante el método del ion-electrón en medio ácido y calcule el potencial estándar de la pila voltaica que se podría formar: (1,5 puntos)

1 punto el ajuste, y 0,5 puntos el potencial.

3Cu(s) + 8HNO3(ac) ⟶ 3Cu(NO3)2(ac) + 2NO(g) + 4H2O(l) potencial = 0,62V

Datos: Eº(2H+/H2) = 0,0 V; Eº(Fe2+/Fe) = -0,44 V; Eº(Cu2+/Cu) = +0,34 V; Eº(NO3-/NO) = +0,96 V

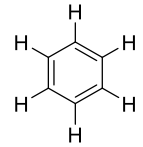
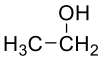
Pregunta 4.-

4A)

i) Realice un esquema con los principales tipos de isomería estructural en compuestos orgánicos. Añada un ejemplo de cada uno de ellos y nombre correctamente todos los compuestos. (1,5 puntos)

De cadena (0,5); de posición(0,5); de función(0,5). 0,25 para los ejemplos e isomería y 0,25 para formulación orgánica.

ii) ¿Qué compuesto de los siguientes es más soluble en agua? Razone su respuesta. (0,5 puntos)

i)  ii) H_3C-CH_3 iii) 

Etanol, tiene puentes de hidrógeno es muy polar y miscible con agua.

4B) Nombre los reactivos en negrita, escriba la fórmula semidesarrollada de los productos de las siguientes reacciones orgánicas e identifique el tipo de reacción que tiene lugar: (0,4 puntos por apartado)

0,15 nombre, 0,15 tipo de reacción, 0,1 productos.

i) **CH3-CH2-CH2-Cl** + NaCN ⟶ Sustitución CH3-CH2-CH2-CN + NaCl (1-cloroetano)

ii) **CH2=CH2** + H2O ⟶ Adición CH2OH-CH3 (eteno, etileno)

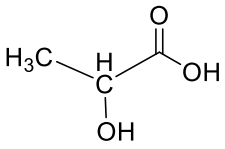
iii) **CH3-COOH** + CH3-CH2-OH ⟶ esterificación CH3-COO-CH2-CH3 + H2O (ácido acético, ácido etanoico)

iv) **CH3-CH2-CH3** + 5O2 ⟶ combustión 3CO2 + 4H2O (propano)

v) **CH3-CO-CH3** + HCN ⟶ adición CH3-C(OH)(CN)-CH3 (acetona, propanona)

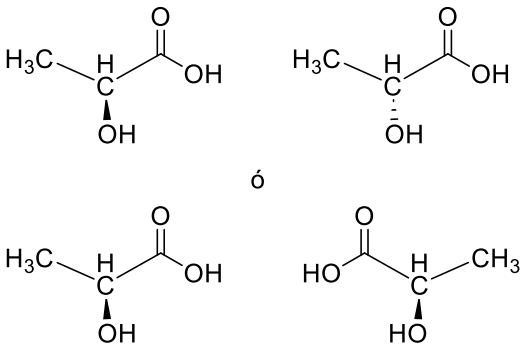
Pregunta 5. – El ácido láctico se trata de un compuesto orgánico con fórmula química $C_3H_6O_3$ que juega un papel muy importante en numerosos procesos biológicos denuestro organismo. Este ácido es un ácido orgánico débil, con un pKa de 3,86, y tiene una estructura perteneciente al grupo de los hidroxiácidos, con un grupo carboxilo y un grupo hidroxilo. Este ácido se produce, entre otras reacciones, por la fermentación láctica de la lactosa, un glúcido presente en la leche, y que da lugar a diferentes productos habituales de consumo humano, como el yogur.

Su estructura es la siguiente:



El ácido láctico es una molécula quiral, razone este hecho y dibuje ambos enantiómeros. (0,5 puntos)

Sí, el ácido láctico es una molécula quiral por tener un carbono con cuatro sustituyentes diferentes, que da lugar a dos isómeros ópticos o enantiómeros, que son imágenes especulares entre sí.

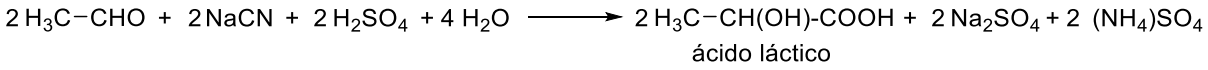


ó

i) Las disoluciones acuosas de ácido láctico tienen carácter ácido. Calcule el pH de una disolución 0,05 M de este ácido en agua. (1 punto)

Cálculo de ácido débil. Ka= $1{,}38\cdot10^{-4}$; $[H3O^+] = 8{,}3\cdot10^{-3}$ M; pH = 2,08

ii) Además de la síntesis a partir de lactosa, el ácido láctico se puede sintetizar en el



laboratorio a partir de etanal, cianuro de sodio y ácido sulfúrico en agua mediante la siguiente reacción:

Calcule el volumen de etanal, en mililitros, necesario para producir 3,5 g de ácido láctico. (0,5 puntos)

n(ácido láctico) = 0,0389 moles ; n(etanal) = 0,0389 moles; g (etanal) = 1,711 g; mL(etanal) = 2,17 mL.

Datos: Masas atómicas: C = 12,0; H = 1,0; O = 16,0 g/mol. Densidad del etanal (H_3C-CHO) = 788 kg/m^3