

Proves d'accés a la universitat

Química

Serie 2

Espai per a la correcció

Qualificació	
Exercici 1	
Exercici 2	
Exercici 3	
Exercici 4	
Suma de notes parcials	
Qualificació final	

Espai per a la revisió

Comprovació	2a correcció

Etiqueta de qualificació

Etiqueta de correcció

Etiqueta de l'estudiant

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

El examen consta de CUATRO ejercicios obligatorios. Cada ejercicio vale 2,5 puntos. Realice los ejercicios 1, 2 y 3, y responda a TODAS las cuestiones correspondientes. En el ejercicio 4, responda a solo DOS de los cuatro apartados que se plantean. Si contesta más de dos, solo se valorarán los dos primeros.

Puede utilizar calculadora, pero no se permite el uso de calculadoras u otros aparatos capaces de almacenar datos o de transmitir o recibir información.

Las respuestas deben ser claras y deben estar redactadas de forma coherente y cohesionada, con corrección gramatical, léxica y ortográfica.

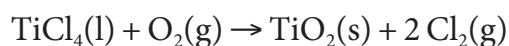
Ejercicio 1

[2,5 puntos en total]

Puntuació total de l'exercici 1

Los fotocatalizadores son compuestos capaces de promover una reacción química al ser irradiados con luz y se aplican en campos tan diversos como la degradación de contaminantes, la producción de hidrógeno verde o la valorización de las emisiones de CO₂. Uno de los fotocatalizadores más populares utilizado en algunas de estas aplicaciones es el dióxido de titanio (TiO₂), un semiconductor que absorbe radiación ultravioleta (UV).

1.1. El TiO₂ se puede obtener a través de la siguiente reacción:



Calcule la variación de energía libre de Gibbs estándar de esta reacción a 25 °C.

Indique si se trata de un proceso espontáneo en condiciones estándar a 25 °C, y determine en qué intervalo de temperaturas lo será, asumiendo que la entalpía y la entropía de la reacción no varían con la temperatura.

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 1.1

1.2. Algunos de los contaminantes que pueden ser degradados mediante la acción del dióxido de titanio bajo irradiación con luz UV son el diclorometano (CH₂Cl₂), el dibromometano (CH₂Br₂) o el tetracloroetano (C₂Cl₄).

Represente las estructuras de Lewis de estos tres compuestos organohalogenados y proponga cuál será su geometría según la teoría de repulsión de los pares de electrones de la capa de valencia (RPECV). En el caso del tetracloroetano, diga cuál será la geometría alrededor de cada uno de los átomos de carbono de la molécula.

Explique de manera justificada si el tetracloroetano es un compuesto polar o no.

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 1.2

DATOS: Números atómicos: Z(H) = 1; Z(C) = 6; Z(Cl) = 17; Z(Br) = 35.

Electronegatividad según la escala de Pauling: H = 2,20; C = 2,55; Cl = 3,16; Br = 2,96.

Sustancia	TiCl ₄ (l)	O ₂ (g)	TiO ₂ (s)	Cl ₂ (g)
Entalpía estándar de formación a 25 °C ΔH_f° (kJ mol ⁻¹)	-763,2	0,0	-944,0	0,0
Entropía estándar absoluta a 25 °C S° (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	+353,2	+205,0	+51,0	+223,0

Ejercicio 2

[2,5 puntos en total]

Puntuació total de l'exercici 2	
---------------------------------	--

Las personas con deficiencia de hierro y vitaminas, como los adolescentes en crecimiento, las mujeres embarazadas o los atletas, a menudo tienen que tomar comprimidos multivitamínicos con hierro y vitaminas de los grupos B y C para ayudar a reducir el cansancio y la fatiga, promover la formación de glóbulos rojos y mejorar el metabolismo. La determinación cuantitativa de hierro en estos comprimidos se puede realizar mediante la reacción redox del ion Fe^{2+} con una solución de Ce^{4+} de concentración conocida.

- 2.1.** Escriba la reacción redox entre los iones Fe^{2+} y Ce^{4+} y justifique cuál de esos reactivos es el reductor y cuál es el oxidante.

Determine si esta reacción tiene lugar de forma espontánea en condiciones estándar a 25 °C. Justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 2.1	
----------------------------	--

- 2.2.** El ion Fe^{2+} forma una sal insoluble con el anión sulfuro, de manera análoga a lo que sucede con otros iones de metales de transición como los iones Pb^{2+} , Ag^+ o Cu^{2+} .

Calcule la solubilidad del sulfuro de hierro(II) en agua a 25 °C.

Explique de manera razonada si la adición de alguna de las siguientes sales solubles en agua permitiría aumentar la solubilidad del sulfuro de hierro(II): a) Na_2S y b) AgNO_3 .

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 2.2	
----------------------------	--

DATOS: Potenciales estándar de reducción a 25 °C:

$$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V};$$

$$E^\circ(\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}) = 1,44 \text{ V}.$$

Productos de solubilidad a 25 °C:

$$K_{\text{ps}}(\text{FeS}) = 8,00 \times 10^{-19};$$

$$K_{\text{ps}}(\text{Ag}_2\text{S}) = 8,00 \times 10^{-51}.$$

Ejercicio 3

[2,5 puntos en total]

Puntuació total de l'exercici 3	
---------------------------------	--

El acetato de sodio o etanoato de sodio (CH_3COONa) es uno de los conservantes alimentarios (etiquetado como E 262) más utilizados, ya que sirve para regular la acidez, potenciar el sabor y alargar la vida útil de los alimentos. Por estos motivos, es común encontrarlo como aditivo en varias salsas culinarias. La determinación de su concentración en estas salsas se puede realizar de forma directa mediante una valoración ácido-base.

3.1. Cuando el acetato de sodio se disuelve en agua, ¿se comporta como un ácido o como una base? Escriba la reacción que justifica su respuesta.

En el laboratorio se dispone de soluciones patrón de ácido clorhídrico y de hidróxido de sodio de concentración conocida (0,010 M), así como de naranja de metilo como indicador ácido-base, con un intervalo de viraje entre pH 3,1 y 4,0. ¿Cuál de estas soluciones patrón utilizaría para determinar la concentración de acetato de sodio en una salsa culinaria? Justifique la respuesta.

Escriba la reacción de neutralización que tiene lugar en esta valoración ácido-base y explique de manera razonada si el pH en el punto de equivalencia será ácido, básico o neutro. ¿Sería correcto utilizar en la valoración el naranja de metilo como indicador?

La valoración de 50 mL de una salsa culinaria consume 15,6 mL del patrón correspondiente. Calcule la concentración de acetato de sodio en esta salsa (en g L^{-1}).

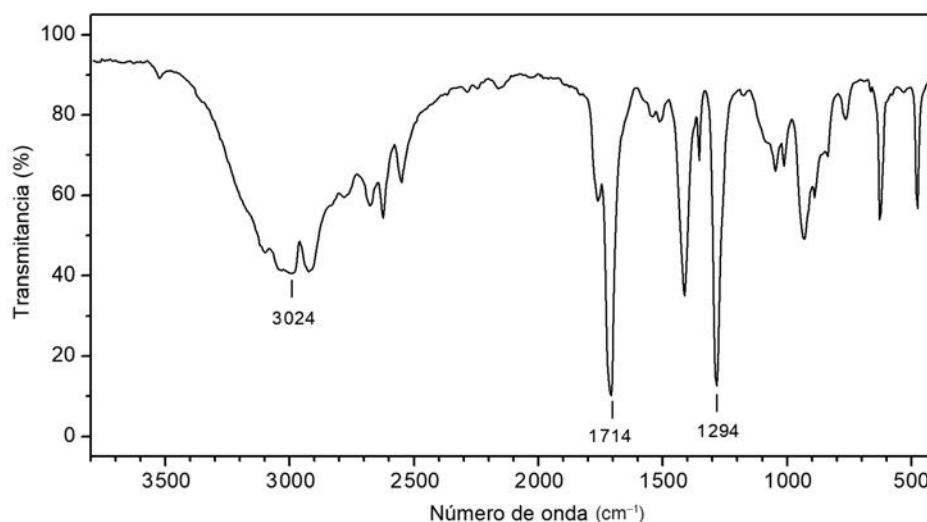
[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 3.1	
----------------------------	--

3.2. El siguiente gráfico corresponde a un espectro de absorbancia de infrarrojo (IR).

De los tres picos marcados en el espectro, ¿cuál corresponde al de más energía? Calcule la frecuencia, la longitud de onda y la energía correspondientes a este pico.

Utilizando los datos espectrales que se muestran, justifique si el espectro IR corresponde al acetato de sodio o a su producto de neutralización ácido-base.



[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 3.2	
----------------------------	--

DATOS: Números atómicos: $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{O}) = 8$.

Masas atómicas relativas: $\text{H} = 1,0$; $\text{C} = 12,0$; $\text{O} = 16,0$; $\text{Na} = 23,0$; $\text{Cl} = 35,5$.

Constante de acidez del ácido acético a 25°C : $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,78 \times 10^{-5}$.

Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.

$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

<i>Datos espectroscópicos en la región del infrarrojo</i>	
<i>Enlace</i>	<i>Intervalo de número de onda (cm⁻¹)</i>
O—H (en grupos ácido carboxílico)	3 550-2 500
C—H	3 000-2 850
C=O (en grupos ácido carboxílico)	1 800-1 650
C=O (en grupos ácido carboxílico desprotonados)	1 610-1 550

Ejercicio 4

[2,5 puntos en total]

Puntuació total de l'exercici 4	
---------------------------------	--

Responda solo a DOS de los cuatro apartados que se plantean (4.1, 4.2, 4.3 y 4.4).

El uso de fertilizantes químicos es una práctica habitual en la agricultura moderna para aumentar el rendimiento de los cultivos. Uno de los más utilizados es el nitrato de amonio (NH_4NO_3), que aporta nitrógeno en dos formas que las plantas pueden asimilar: el ion amonio (NH_4^+) y el ion nitrato (NO_3^-). Este compuesto es muy soluble en agua y, al disolverse, puede modificar el pH del suelo, y por lo tanto, afectar a la disponibilidad de los nutrientes minerales.

Cuando se disuelve en agua, el nitrato de amonio se disocia completamente:



Y el ion amonio formado se comporta como un ácido débil según el siguiente equilibrio:



En los suelos agrícolas, el pH influye fuertemente en la disponibilidad de los nutrientes. Con valores de pH bajos, los iones Fe^{2+} y Mn^{2+} se vuelven más solubles, pero el fósforo (en forma de PO_4^{3-}) queda retenido y se torna menos accesible para las plantas. Por otro lado, con valores de pH altos pasa lo contrario: el hierro se vuelve insoluble y menos accesible para las plantas, mientras que el fósforo se encuentra más disponible.

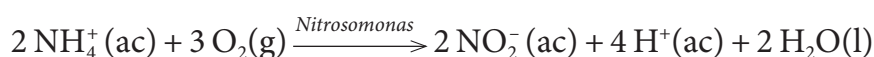
- 4.1. Determine las concentraciones (en molaridad) de todas las especies presentes en equilibrio (incluyendo los iones OH^-) en una muestra que contiene 14,25 g de nitrato de amonio disueltos en 100,0 mL de agua a 25°C .

Explique de manera razonada si la disolución resultante acidifica o alcaliniza el suelo y cómo esto puede afectar a la disponibilidad de hierro y de fósforo para las plantas.

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 4.1	
----------------------------	--

- 4.2. En los suelos agrícolas, el ion amonio puede oxidarse a nitrato mediante la acción de varios microorganismos. Por ejemplo, las enzimas de las bacterias del género *Nitrosomonas* inician este proceso catalizando la formación de nitrito a partir de amonio:

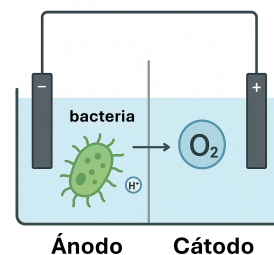


Esta reacción es lenta y su velocidad depende de diversos factores ambientales. Explique de manera justificada qué efecto tendrán los siguientes factores sobre la velocidad de esta reacción: a) un aumento de la temperatura, en un rango que no afecte a la proliferación ni a la estabilidad de las bacterias de tipo *Nitrosomonas*; b) un aumento de la concentración de oxígeno al remover el terreno con un motocultor, y c) la acidificación del medio, que reduce la población de bacterias del género *Nitrosomonas*.

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 4.2	
----------------------------	--

- 4.3. Los microorganismos que se encuentran en la tierra también pueden oxidar la materia orgánica que los rodea, y este fenómeno se puede utilizar para generar electricidad en las llamadas *biopilas* (o *microbial fuel cells*). Tal y como se muestra en la figura, en una biopila sencilla las bacterias del compartimento del ánodo descomponen compuestos orgánicos presentes en el suelo y generan electrones y protones. Los electrones se dirigen hacia el cátodo a través de un circuito externo, y generan corriente eléctrica, mientras que los protones atraviesan una membrana y alcanzan el cátodo, donde reaccionan con el oxígeno y forman agua.



Escriba la semirreacción que tiene lugar en el cátodo de la biopila.

Si en una biopila se obtienen 0,25 A de corriente de manera constante, calcule cuántos gramos de oxígeno se consumirán en el cátodo en 1 h de funcionamiento.

[1,25 puntos]

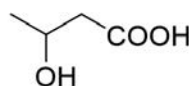
Puntuació de l'apartat 4.3	
----------------------------	--

- 4.4. Cuando las biopilas se almacenan bajo tierra, algunos fenómenos ambientales pueden afectar a su rendimiento y a la estabilidad de la corriente eléctrica que suministran. Por este motivo, se tienen que proteger con una carcasa, que habitualmente se hace de polipropileno (o polipropeno, PP) o de un poliéster biodegradable de tipo polihidroxialcanoato (PHA).

A partir de las estructuras de los monómeros utilizados para la síntesis del PP (propileno o propeno) y del PHA (ácido 3-hidroxibutanoico), dibuje las estructuras de estos polímeros.



Propileno



Ácido 3-hidroxibutanoico

¿Qué tipos de reacciones de polimerización conducen a la formación de PP y PHA?

¿La molécula de ácido 3-hidroxibutanoico es quiral? Justifique la respuesta.

Dibuje los siguientes isómeros estructurales (o constitucionales) para el ácido 3-hidroxibutanoico: un isómero estructural de cadena y un isómero estructural de posición.

[1,25 puntos]

Puntuació de l'apartat 4.4	
----------------------------	--

DATOS: Números atómicos: $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{O}) = 8$.

Masas atómicas relativas: $\text{H} = 1,0$; $\text{N} = 14,0$; $\text{O} = 16,0$.

Constante de ionización del agua a 25 °C: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$.

Constante de Faraday: $F = 96\,500 \text{ C mol}^{-1}$.

$1 \text{ A} = 1 \text{ C s}^{-1}$.

[Puede utilizar estas páginas para acabar de responder a algún ejercicio.]

Comprovació i 2a correcció:

3a correcció:

Etiqueta de l'estudiant

--



IEC
Institut d'Estudis
Catalans