

Proves d'accés a la universitat

Química

Serie 1

Qualificació			TR
Qüestions	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

Responda a CUATRO de las siete cuestiones siguientes. En caso de que responda a más cuestiones, solo se valorarán las cuatro primeras.

Cada cuestión vale 2,5 puntos.

1. La hidracina (N_2H_4) y la dimetilhidracina ($\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2$) son combustibles líquidos. La hidracina reacciona con oxígeno y se obtiene $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ y $\text{N}_2(\text{g})$. La dimetilhidracina reacciona con oxígeno y se obtiene $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{N}_2(\text{g})$ y $\text{CO}_2(\text{g})$.

- a) Escriba las dos reacciones de combustión. Calcule la entalpía estándar de reacción de cada combustible a 298 K. Si le pidieran consejo en la elección de uno de los dos combustibles para hacer señales desde un barco, considerando que la bodega del barco está casi al límite del peso permitido, ¿cuál de los dos recomendaría? Justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

- b) Represente el diagrama entálpico del proceso de combustión de la hidracina. En la etiqueta de un envase que contiene hidracina, se observan los dos pictogramas siguientes. Explique qué significan estos pictogramas y de qué peligros nos alertan.

[1,25 puntos]



Pictograma 1



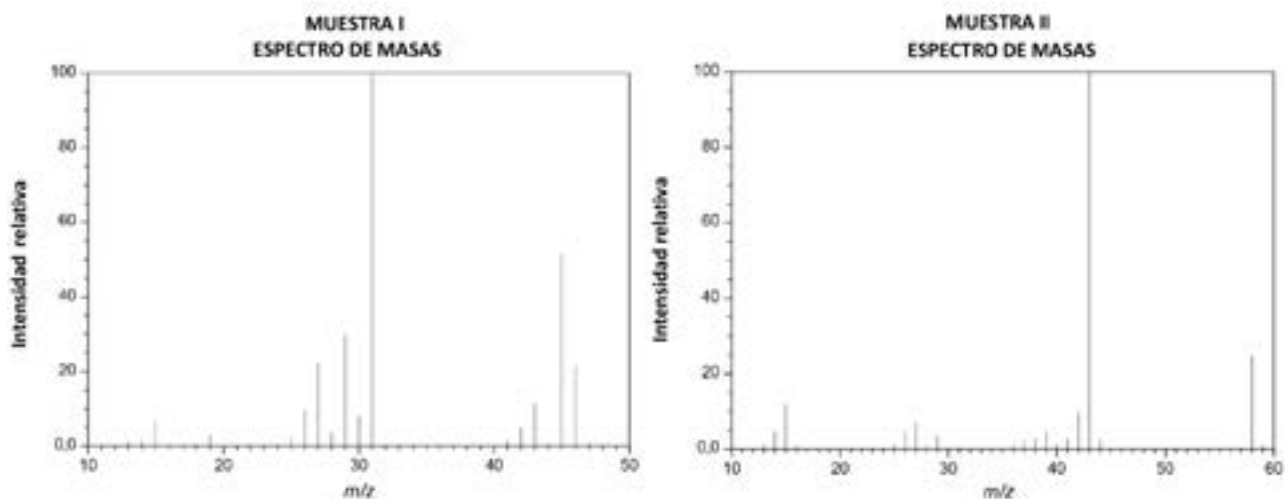
Pictograma 2

DATOS: Masas atómicas relativas: H = 1,0; C = 12; N = 14,0; O = 16,0.

Entalpías estándares de formación a 298 K:

Sustancia	$\text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$	$\text{N}_2\text{H}_2(\text{CH}_3)_2(\text{l})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$	50,6	42,0	-241,8	-393,5

2. En una empresa química que produce disolventes tienen un problema de identificación de dos lotes elaborados, uno de etanol y otro de acetona, también llamada *propanona*. Para poder identificar qué disolvente contiene cada lote, realizan un espectro de masas de una muestra de cada uno de los lotes.



- a) Formule el etanol y la acetona. Indique cuál es el pico base y el pico del ion molecular de los espectros de cada muestra. ¿Qué información dan estos picos? ¿Qué espectro corresponde a cada disolvente? Justifique las respuestas.

[1,25 puntos]

- b) El pico característico para identificar una cetona en un espectro de absorción infrarrojo (IR) corresponde a un número de onda de 1700 cm^{-1} . Calcule la longitud de onda, la frecuencia y la energía correspondientes a este pico.

[1,25 puntos]

DATOS: Masas atómicas relativas: $H = 1,0$; $C = 12$; $O = 16,0$.

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

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

3. El cloruro de sulfurilo (SO_2Cl_2) es un líquido a temperatura ambiente de olor penetrante que a menudo se utiliza como fuente de gas cloro, ya que al tratarse de un líquido su almacenamiento y manipulación son más fáciles. Es muy utilizado en síntesis de compuestos orgánicos para transformar enlaces C–H en enlaces C–Cl. También se ha utilizado, en el tratamiento de la ropa de lana, para evitar que encoja. El cloruro de sulfurilo se obtiene industrialmente por reacción entre el cloro y el dióxido de azufre, utilizando carbón activo como catalizador. Se realizó la reacción de obtención de SO_2Cl_2 en un recipiente cerrado de 1,0 L a 400 K:



- a) Cuando la reacción alcanzó el equilibrio, se comprobó que el recipiente contenía 0,40 mol de SO_2Cl_2 , 0,10 mol de SO_2 y 0,50 mol de Cl_2 . Determine el valor de la constante de equilibrio en concentraciones (K_c). Si, después de alcanzar el equilibrio, se adicionan 0,30 mol de SO_2 a la mezcla de reacción, ¿cuál es la nueva concentración de cloruro de sulfurilo en el equilibrio?

[1,25 puntos]

- b) Razone qué efecto tendría sobre el rendimiento de la reacción:

- un aumento de la temperatura del recipiente;
- un aumento del volumen del recipiente;
- la eliminación del catalizador.

Razone también qué efecto tendrían sobre el valor de la K_c las tres acciones mencionadas anteriormente.

[1,25 puntos]

4. El ácido hipocloroso (HClO) se considera uno de los desinfectantes más potentes y es utilizado en centros sanitarios con la voluntad de extremar las medidas de desinfección de sus instalaciones a raíz del COVID-19. A menudo este ácido débil se utiliza como desinfectante en soluciones de concentración 0,05 M.

a) Calcule la constante de acidez del ácido hipocloroso, sabiendo que una solución acuosa 0,30 M de este ácido tiene un pH de 4,02 a 25 °C. Otro ácido, el ácido cloroso (HClO_2), tiene una constante de acidez K_a de $1,00 \times 10^{-2}$. ¿Qué pH tendrá una solución de concentración 0,30 M de este segundo ácido?

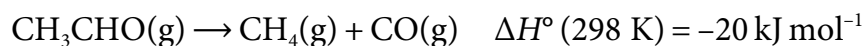
[1,25 puntos]

b) Al valorar 40,0 mL de una solución de desinfectante, de concentración de ácido hipocloroso desconocida, con una solución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH) 0,05 M, se necesitan 33,0 mL de esta base para llegar al punto final. Escriba la reacción de valoración. ¿Cuál es la concentración de ácido hipocloroso en el desinfectante? ¿Esta concentración es mayor o menor que la concentración habitual de los desinfectantes utilizados más frecuentemente? Diga si el pH en el punto de equivalencia será ácido, neutro o básico, y justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

DATOS: Masas atómicas relativas: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

5. El acetaldehído (CH_3CHO) se descompone en metano y monóxido de carbono según la reacción siguiente:



Esta reacción tiene una energía de activación de 188 kJ mol^{-1} si no se utiliza catalizador y una energía de activación de 135 kJ mol^{-1} utilizando yodo como catalizador.

- a) Justifique si se trata de una reacción endotérmica o exotérmica. Calcule el valor de la entalpía estándar de formación del acetaldehído a 298 K. Dibuje en un mismo gráfico la energía de la reacción en función de la coordenada de reacción de la reacción catalizada y no catalizada, indicando la posición de los estados de transición, las energías de activación y la entalpía de reacción.

[1,25 puntos]

- b) Determine las energías de activación de la reacción de síntesis del acetaldehído a partir de metano y monóxido de carbono del proceso catalizado y no catalizado. ¿Qué es un catalizador? Razone, a partir del modelo cinético del estado de transición, cómo afecta un catalizador a la velocidad de la reacción.

[1,25 puntos]

DATOS: Entalpías estándares de formación a 298 K:

Sustancia	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$	-75	-111

6. El sulfato de bario (BaSO_4) es un compuesto poco soluble en agua que se utiliza como contraste radiológico en análisis de rayos X del esófago, el estómago y los intestinos. Generalmente, hay que beber una suspensión de sulfato de bario una o dos veces antes del análisis radiológico.

a) Calcule la solubilidad molar del sulfato de bario en agua. Calcule qué cantidad de ion bario (Ba^{2+}), en mg, se ingiere si se toman 200 mL de una solución saturada de sulfato de bario antes de un análisis radiológico.

[1,25 puntos]

b) Algunos estudios indican que aproximadamente el 2 % de la población es alérgica al ion bario. En el caso de que un paciente sea alérgico al ion bario, razone si añadir una cierta cantidad de sulfato de sodio (Na_2SO_4) a la suspensión de sulfato de bario que se debe tomar sería adecuado para disminuir los efectos de la alergia. A las personas alérgicas al ion bario, ¿qué suspensión les provocará más alergia: una de sulfato de bario o una de carbonato de bario (BaCO_3)? Justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

DATOS: Constantes del producto de solubilidad a 25 °C: $K_{\text{ps}}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \times 10^{-10}$;

$$K_{\text{ps}}(\text{BaCO}_3) = 3,2 \times 10^{-9}.$$

Masas atómicas relativas: Ba = 137,3; S = 32,1; O = 16,0.

7. El recubrimiento electrolítico con cromo se utiliza para proteger superficies metálicas de la corrosión, así como para mejorar su aspecto y sus prestaciones.

a) Se quiere cromar un objeto de acero rectangular que tiene una superficie de $1\,400\text{ cm}^2$ con una capa de cromo de $0,1\text{ mm}$ de grosor. Para ello, se coloca este objeto como cátodo en una cubeta de electrólisis que contiene iones Cr^{3+} en solución. Escriba la reacción de electrodeposición del cromo. Si la corriente es de $20,0\text{ A}$, ¿cuántas horas tiene que durar la electrólisis?

[1,25 puntos]

b) Los ánodos de sacrificio también se utilizan como sistema de protección anticorrosivo. Estos recubrimientos se oxidan antes que el metal que protegen. Justifique cuáles de los metales de la siguiente tabla podrían utilizarse como ánodos de sacrificio para proteger una superficie que contiene hierro. Defina *oxidante* y *reductor*. En la vida cotidiana, ¿cuáles son los principales agentes causantes de la corrosión de los metales?

[1,25 puntos]

Potenciales estándares de reducción a 298 K :

$E^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu})$	$E^\circ(\text{Co}^{2+}/\text{Co})$	$E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe})$	$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$	$E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al})$	$E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg})$
$0,52\text{ V}$	$-0,28\text{ V}$	$-0,44\text{ V}$	$-0,76\text{ V}$	$-1,66\text{ V}$	$-2,37\text{ V}$

DATOS: Densidad del cromo: $7,1\text{ g cm}^{-3}$.

Constante de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4\text{ C mol}^{-1}$.

Masa atómica relativa: $\text{Cr} = 52,0$.

--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



Institut
d'Estudis
Catalans

Proves d'accés a la universitat

Química

Serie 5

Qualificació			TR
Qüestions	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
Suma de notes parcials			
Qualificació final			

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal

Número del tribunal

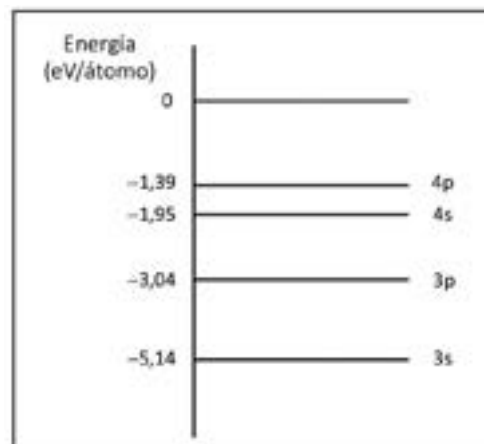
Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

Responda a CUATRO de las siete cuestiones siguientes. En caso de que responda a más cuestiones, solo se valorarán las cuatro primeras.

Cada cuestión vale 2,5 puntos.

1. El diagrama de la figura adjunta representa la energía de algunos orbitales que pueden ser ocupados por el electrón más externo del átomo de sodio.



- a) Defina el término *orbital atómico* según el modelo ondulatorio del átomo, y escriba la configuración electrónica del átomo de sodio en estado fundamental. Explique qué es la energía de ionización de un átomo y calcule su valor para el átomo de sodio, expresado en kJ mol^{-1} .

[1,25 puntos]

- b) En el espectro de emisión del sodio se observa una línea intensa que corresponde a la transición electrónica $3p \rightarrow 3s$. ¿De qué color es esa radiación?

[1,25 puntos]

DATOS: Número atómico: $Z(\text{Na}) = 11$.

Número de Avogadro: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

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

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

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

$1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$.

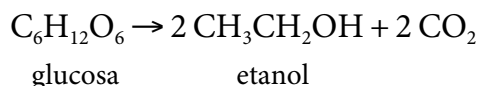
Espectro electromagnético visible:

Color de la radiación	violeta	azul	verde	amarillo	naranja	rojo
Longitud de onda (nm)	380-450	450-495	495-570	570-590	590-620	620-750

2. Para montar una pila, en condiciones estándares y a 25 °C, se dispone de una placa metálica de cobre y otra de aluminio, una botella que contiene una disolución 1,0 M de sulfato de cobre(II) y otra botella que contiene una disolución 1,0 M de cloruro de aluminio.
- a)** Justifique qué electrodo actuará de cátodo y cuál de ánodo en esta pila. Escriba las semirreacciones que tendrán lugar en cada electrodo, la reacción iónica global y la notación de la pila. Calcule su fuerza electromotriz estándar (FEM).
[1,25 puntos]
- b)** Explique cómo montaría esta pila en el laboratorio, indicando el material y las otras sustancias químicas que necesitaría. Realice un dibujo del montaje experimental.
[1,25 puntos]

DATOS: Potenciales estándares de reducción a 25 °C:
 $E^{\circ}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^{\circ}(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,68 \text{ V}$.

3. En las bodegas donde se elabora vino, y durante el tiempo que dura el proceso de fermentación del mosto, se oye un constante susurro que rompe el silencio, lo que en el mundo de la enología se conoce con la expresión «el vino hierve». El azúcar (glucosa) se convierte en etanol y, simultáneamente, se produce dióxido de carbono gaseoso:



- a) Sabemos que las entalpías estándares de combustión de la glucosa y del etanol son, respectivamente, $-2\,816,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ y $-1\,366,9 \text{ kJ mol}^{-1}$. Calcule el calor que se desprende, a presión constante, cuando se forma un mol de etanol por fermentación de la glucosa.

[1,25 puntos]

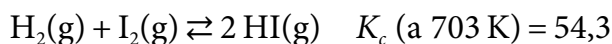
NOTA: Las entalpías estándares de combustión están expresadas por mol de sustancia que se quema.

- b) En las tablas termodinámicas se puede encontrar la entalpía estándar de formación de un compuesto. Escriba la reacción química correspondiente a la entalpía estándar de formación del etanol gaseoso, y estime su valor a partir de los siguientes datos de energía de enlace:

Enlace	C—C	C—O	C—H	H—H	O—H	O=O
Energía de enlace (kJ mol^{-1})	347	360	414	436	464	498

[1,25 puntos]

4. El yoduro de hidrógeno es un gas incoloro, fácilmente soluble en agua, que se utiliza en química como agente reductor. Se puede sintetizar a partir de yodo e hidrógeno, en fase gaseosa, según la siguiente reacción:



En un reactor de 1,00 L se mezclan 0,0130 mol de H_2 , 0,0080 mol de I_2 y 0,0440 mol de HI; se calienta a 703 K de temperatura, y se inicia la reacción. Dos horas más tarde, se observa que el reactor contiene 0,0480 mol de HI.

- a) Calcule las concentraciones de las tres sustancias cuando han transcurrido dos horas desde el inicio de la reacción, y el valor del cociente de reacción (Q) en este momento. Diga si el contenido del reactor está en equilibrio o no lo está, y justifique la respuesta.

[1,25 puntos]

- b) Suponga que, después de cinco horas, la cantidad de HI se estabiliza, de forma que ni aumenta ni disminuye si se deja transcurrir más tiempo. Justifique qué efecto tendría sobre la cantidad de moles de HI si, en este momento:

- se disminuye el volumen del reactor;
- se elimina una parte del hidrógeno gaseoso del reactor;
- se introduce un catalizador en el reactor;
- se aumenta la temperatura del reactor.

[1,25 puntos]

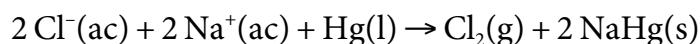
DATO: Entalpía estándar de formación a 298 K: $\Delta H_f^\circ (\text{HI}) > 0$.

5. A raíz de la pandemia provocada por el coronavirus SARS-CoV-2, a mediados de marzo de 2020 la Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria publicó en su web un conjunto de recomendaciones de limpieza y desinfección de instalaciones de empresas alimentarias para la prevención de este virus. La Agencia recomendó el uso, como desinfectante, de una disolución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 0,1 % en masa, después de la limpieza con un detergente neutro.

a) Escriba la reacción del ion hipoclorito en agua. Calcule el pH, a 25 °C, de la disolución desinfectante que recomendaba la Agencia. Suponga que la densidad de la disolución es $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.

[1,25 puntos]

b) Para seguir uno de los métodos de fabricación de hipoclorito de sodio, se necesita cloro gaseoso (Cl_2). Este cloro se obtiene principalmente mediante la electrólisis de cloruro de sodio, empleando un cátodo de mercurio y un ánodo de titanio:



Se efectúa la electrólisis de 2,00 L de una disolución de NaCl utilizando una corriente constante de 4,00 A. ¿Cuál es la concentración de cloro que habrá en la celda electrolítica después de 180 minutos?

[1,25 puntos]

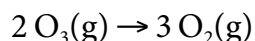
DATOS: Masa molar del hipoclorito de sodio (NaClO) = $74,5 \text{ g mol}^{-1}$.

Constante de acidez del ácido hipocloroso (HClO) a 25 °C: $K_a = 3,2 \times 10^{-8}$.

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

Constante de Faraday: $F = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$.

6. En la superficie terrestre, el ozono (O_3) es uno de los indicadores de la contaminación del aire. Varios estudios indican que, cuando el ozono se encuentra en estado estacionario, es decir, cuando la velocidad de la reacción de producción y de destrucción del ozono es la misma, su concentración es $2,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$. Suponga que el único proceso de destrucción del ozono es la formación de oxígeno molecular, según la siguiente reacción química:



- a) Escriba la ecuación de velocidad de la reacción de destrucción del ozono, si se sabe que sigue una cinética de segundo orden. Calcule la constante de velocidad de esta reacción si se estima que la producción del ozono debido a todas las fuentes es $7,2 \times 10^{-13} \text{ mol L}^{-1} \text{ h}^{-1}$, y que el ozono se encuentra en estado estacionario. Explique, a partir de un modelo cinético, cómo afecta la temperatura a la velocidad de reacción.

[1,25 puntos]

- b) Calcule la energía de Gibbs estándar de la reacción de destrucción del ozono a 298 K y justifique que es espontánea. Si se sabe que la espontaneidad de esta reacción no depende de la temperatura, razone si la reacción es endotérmica o exotérmica.

[1,25 puntos]

DATO: Energía de Gibbs estándar de formación a 298 K: $\Delta G_f^\circ (\text{O}_3) = 142,7 \text{ kJ mol}^{-1}$.

7. La litiasis urinaria consiste en la presencia de cálculos en el riñón o en las vías urinarias debido a concentraciones altas de ciertas sustancias que deberían eliminarse por la orina. En la litiasis cálcica, que es la más frecuente, estos cálculos se forman a causa de un aumento de la concentración de calcio en la orina, que provoca la precipitación de varias sales, como el fosfato de calcio, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

a) ¿Se puede disolver, a 25 °C, un cálculo de 1,25 mg de fosfato de calcio en 10,0 L de agua? Razónelo cuantitativamente.

[1,25 puntos]

b) En cuatro tubos de ensayo se pone un poco de fosfato de calcio sólido en contacto con 10 mL de disolución acuosa saturada de esta sal. Se añaden a cada uno de los tubos unos mililitros de las disoluciones que se muestran en la siguiente tabla:

<i>Tubo</i>	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3	Tubo 4
<i>Sustancia añadida</i>	$\text{CaCl}_2(\text{ac})$	$\text{HCl}(\text{ac})$	$\text{EDTA}(\text{ac})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Explique, razonada y cualitativamente, qué se observará en cada tubo.

[1,25 puntos]

NOTA: EDTA (ácido etilendiaminotetraacético): ligando orgánico que forma complejos solubles con muchos iones metálicos (incluidos los alcalinotérreos).

DATOS: Masas atómicas relativas: O = 16,0; P = 31,0; Ca = 40,1.

Producto de solubilidad del fosfato de calcio a 25 °C: $K_{\text{ps}} = 2,07 \times 10^{-33}$.

--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



Institut
d'Estudis
Catalans