

MURCIA · PAU 2025 · ORDINARIA

Química

10 ejercicios · 90 min de duración

Instrucciones del examen

El examen consta de 5 BLOQUES con dos cuestiones en cada bloque, A y B, con una puntuación de 2 puntos cada una. Hay que CONTESTAR UNA CUESTIÓN DE CADA BLOQUE, pudiéndose elegir en un bloque la opción A y en otro bloque la B. El examen constará de 5 bloques de cuestiones, numerados de 1 a 5, con dos cuestiones en cada bloque: A y B. Los 5 bloques de cuestiones se referirán mayoritariamente a los siguientes contenidos: Bloque 1: Estructura atómica y enlace químico. Bloque 2: Ácido-base. Bloque 3: Redox. Bloque 4: Termoquímica, equilibrio y cinética. Bloque 5: Química orgánica. Se deberá elegir una cuestión de cada bloque (la A o la B), pudiéndose mezclar cuestiones A y B de distintos bloques. El máximo de cuestiones contestadas será por lo tanto de 5. Por ejemplo, podrían contestarse las cuestiones 1A, 2B, 3B, 4A y 5A. Si se contestan las dos cuestiones, A y B, de un mismo bloque, sólo se corregirá la primera de ellas contestada. Todas las cuestiones tendrán una puntuación máxima de 2 puntos. Normalmente constarán de varios apartados, indicándose la puntuación de cada uno de ellos. La duración del examen será de 90 minutos. El examen se calificará atendiendo a los siguientes criterios de valoración: o Claridad de exposición de las ideas, capacidad de análisis y de relación. La falta de argumentación en las cuestiones, cuando el enunciado requiera una explicación de las respuestas, impedirá obtener la máxima calificación correspondiente. o Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico. o Las reacciones químicas deben estar ajustadas. o Uso correcto de unidades: un resultado expresado sin las unidades adecuadas no puntuará en su totalidad. o Planteamiento y resolución de problemas: un problema planteado y resuelto correctamente en términos generales, aunque con algún error que lleve a una solución numérica incorrecta, será contabilizado parcialmente. o En la resolución de problemas deben aparecer todos los cálculos y pasos seguidos, aunque no tienen que ser explicados, a no ser que lo requiera el enunciado.

Ejercicio 1

OPCIÓN A 2 puntos

El indio es un elemento metálico perteneciente al grupo de los boroideos o térreos y de alto valor económico por sus aplicaciones tecnológicas. Se utiliza para fabricar un compuesto denominado ITO (Indium Tin Oxide), un óxido de indio(III) dopado con óxido de estaño(IV), que es un componente de las pantallas táctiles.

a) 0,4 puntos

Los dos metales presentes en el ITO, el indio y el estaño, son elementos representativos y contiguos en el Sistema Periódico. Escriba sus símbolos atómicos e indique a qué periodo pertenecen.

b) 0,6 puntos

Escriba las configuraciones electrónicas de ambos metales y, en base a ellas, justifique brevemente los estados de oxidación que presentan en el ITO, indicando qué electrones pierde cada uno de ellos.

c) 0,3 puntos

El indio debe su nombre a una línea brillante de color índigo de su espectro atómico de emisión. Si un electrón excitado del indio se encuentra en un orbital 4f, indique qué valor tomará su número cuántico l .

d) 0,4 puntos

En la siguiente tabla se dan los valores de dos propiedades atómicas para el indio y el estaño. Explique brevemente cuál de ellos se corresponderá con el Elemento 1 y cuál con el Elemento 2.

e) 0,3 puntos

Teniendo en cuenta la tabla anterior, explique brevemente a cuál de los dos elementos (1 o 2) corresponderá un valor de electronegatividad 1,8 y a cuál un valor 2,0.

Ejercicio 1

OPCIÓN B 2 puntos

El CS_2 (l) es un disolvente volátil, inflamable y tóxico, muy importante en muchos procesos industriales. Es un disolvente eficaz para aceites, ceras, azufre y muchos compuestos orgánicos. El CO_2 (g) es un gas necesario para la vida en la Tierra, pero también es el causante del efecto invernadero.

a) 0,3 puntos

Nombre ambas sustancias.

b) 0,8 puntos

Represente sus estructuras de Lewis y explique brevemente cómo será su geometría y polaridad.

c) 0,5 puntos

Justifique por qué el CS_2 es un líquido a temperatura ambiente y el CO_2 es un gas.

d) 0,4 puntos

Explique si una disolución de azufre (S_8) en CS_2 conducirá la electricidad.

Ejercicio 2

OPCIÓN A 2 puntos

El NaHCO_3 es un antiácido que se toma para aliviar la acidez de estómago, causada principalmente por HCl .

a) 0,25 puntos

Escriba la reacción de neutralización que tiene lugar entre estos dos compuestos.

b) 0,7 puntos

Teniendo en cuenta que el H_2CO_3 es inestable y descompone para dar CO_2 y H_2O , calcule el volumen de CO_2 (g), a 25°C y presión atmosférica, que se formará en la reacción de una pastilla que contiene 500 mg de NaHCO_3 , con HCl en exceso.

c) 0,6 puntos

El anión HCO_3^- es anfótero, lo que significa que puede actuar como un ácido ($K_a = 4,7 \cdot 10^{-11}$) y como una base ($K_b = 2,5 \cdot 10^{-8}$). Escriba sus reacciones de hidrólisis ácida y básica y, sin necesidad de hacer cálculos, explique si, como resultado de ambas reacciones, una disolución de HCO_3^- será neutra, ácida o básica.

d) 0,45 puntos

Nombre los compuestos NaHCO_3 , HCl y H_2CO_3 .

Ejercicio 2

OPCIÓN B 2 puntos

Las hormigas segregan HCOOH como un mecanismo de defensa frente a otros insectos. Las abejas también lo producen, y lo utilizan para mantener limpia la colmena, ya que actúa como un desinfectante natural. Se trata de un ácido débil ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$).

a) 0,2 puntos

Nombre el HCOOH .

b) 0,3 puntos

Si una hormiga roja emplea 140 ng (nanogramos) de HCOOH en cada mordisco, en un volumen de $1 \cdot 10^{-5} \text{ mL}$, ¿cuál es la concentración en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ del HCOOH producido por la hormiga?

c) 0,9 puntos

La disolución acuosa de HCOOH segregada por las abejas melíferas produce, al disociarse, un pH de 2,2. Escriba la reacción de disociación del ácido y calcule su concentración inicial.

d) 0,3 puntos

La K_a del CH_3COOH es diez veces menor que la del HCOOH . Si se mide el pH en sendas disoluciones de los dos ácidos, de la misma concentración inicial, explique en cuál de ellas el pH será mayor.

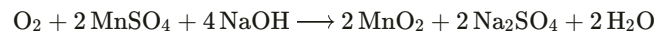
e) 0,3 puntos

Teniendo en cuenta la información del apartado d), calcule K_b para el anión acetato.

Una de las mayores amenazas que se cierne sobre el Mar Menor es la eutrofización, proceso en el que un exceso de nutrientes produce un crecimiento desmesurado del fitoplancton ("sopa verde"), que impide que la luz solar llegue a las zonas más profundas, y que el resto de organismos fotosintéticos pueda seguir produciendo oxígeno (mueren las praderas de algas). Se genera así un desequilibrio entre los organismos consumidores de oxígeno, nutridos por el exceso de materia orgánica, y los que lo generan, causando episodios de hipoxia (muy bajos niveles de oxígeno) y la muerte masiva de la fauna del ecosistema. Se considera que un ecosistema acuático está en peligro de hipoxia si la concentración de O_2 en el agua es inferior a $4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. La determinación de este parámetro puede hacerse mediante el método de Winkler:

a) 0,6 puntos

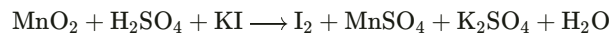
El primer paso consiste en fijar in situ el O_2 de la muestra de agua mediante la siguiente reacción redox:



Indique cuál es la especie oxidante y la reductora, y cómo varían sus números de oxidación.

b) 0,6 puntos

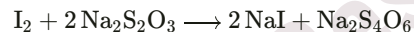
Una vez en el laboratorio, el MnO_2 se reduce en medio ácido con KI, que se oxida a I_2 :



Ajuste esta reacción mediante el método del ion-electrón, escribiendo ambas semirreacciones.

c) 0,3 puntos

Finalmente, el I_2 se valora con una disolución de tiosulfato sódico, que se oxida a tetratiónato:



Indique el número de oxidación del S en las oxosales involucradas en esta reacción.

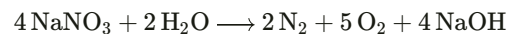
d) 0,5 puntos

De todo lo anterior se deduce que el método Winkler sigue la siguiente secuencia estequiométrica: 1 mol $O_2 \rightarrow 2$ moles MnO_2 ; 2 moles I_2 reaccionan con 4 moles de $Na_2S_2O_3$. Si para una muestra inicial de 100 mL de agua se consumieron en la valoración final $6,875 \cdot 10^{-5}$ moles de $Na_2S_2O_3$, calcule cuál era la concentración de O_2 en la muestra, en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, y si hay riesgo de hipoxia.

Ejercicio 3

OPCIÓN B 2 puntos

La contaminación por nitratos se ha señalado como una de las causas de la eutrofización del Mar Menor y, a nivel mundial, afecta a la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Uno de los métodos propuestos para su eliminación es la desnitrificación electroquímica, en la que se consigue su transformación en los gases inocuos N_2 y O_2 . Aunque se trata de un proceso complejo, una versión global simplificada sería:



a) 0,5 puntos

Indique qué compuesto se reduce, cómo varía su estado de oxidación y, por tanto, cuántos moles de electrones se intercambian tal y como está escrita la reacción (ya está ajustada).

b) 0,5 puntos

Según la Ley de Faraday, $I \cdot t = n_e \cdot F$, donde I es la intensidad de corriente en amperios ($1 A = 1 C \cdot s^{-1}$) y n_e son los moles de electrones que circulan en la celda electrolítica. Calcule n_e si para eliminar 40 moles de $NaNO_3$ se han necesitado $1,93 \cdot 10^7 C$ y explique si el resultado es coherente con el del apartado a).

c) 0,5 puntos

Calcule qué volumen conjunto de N_2 y O_2 se habrá formado en el apartado b), a $25^\circ C$ y 1 atm.

d) 0,25 puntos

Explique brevemente si durante el transcurso de la reacción el pH aumentará o disminuirá.

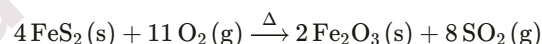
e) 0,25 puntos

Indique cómo será el signo de ΔG° y de E° para la reacción.

Ejercicio 4

OPCIÓN A 2 puntos

La Sierra Minera de Cartagena-La Unión ha sido explotada desde la Antigüedad, siendo fuente de riqueza y desarrollo, pero causando también un enorme impacto medioambiental, dramáticamente visible en la bahía de Portmán, que quedó enterrada bajo millones de toneladas de estériles mineros en la segunda mitad del S. XX. De las minas de la Unión se han extraído tres sulfuros: la galena (PbS), la blenda (ZnS) y la pirita (FeS_2). La pirita (FeS_2) no es un sulfuro de $Fe(IV)$, sino un persulfuro de $Fe(II)$. Por su alto contenido en S se emplea, entre otros usos, para la obtención de ácido sulfúrico, siendo el primer paso la tostación de la pirita, proceso en el que se produce la oxidación tanto del $Fe(II)$ como del S:



a) 0,2 puntos

Indique cuál es el estado de oxidación del S en el FeS_2 .

b) 0,8 puntos

Calcule la entalpía de reacción estándar de la tostación del FeS_2 , a partir de los siguientes datos:

$$\Delta H_f^\circ (kJ \cdot mol^{-1}) : FeS_2(s) = -177,5; Fe_2O_3(s) = -822,2; SO_2(g) = -296,8$$

c) 0,4 puntos

La tostación de la pirita es un proceso exotérmico, pero aun así necesita altas temperaturas para vencer la energía de activación. Explique brevemente cuál de los siguientes diagramas entálpicos (perfiles de reacción) representa mejor el proceso (R y P indican reactivos y productos):

d) 0,6 puntos

El SO_2 obtenido a partir del FeS_2 se usa para la obtención de H_2SO_4 , según la siguiente reacción:



¿Cuántos moles de H_2SO_4 se obtendrán a partir de 100 kg de pirita del 80% de pureza en FeS_2 ?

Ejercicio 4

OPCIÓN B 2 puntos

La galena (PbS) era ya conocida y usada por los antiguos egipcios siendo, por ejemplo, el principal componente del kohl, un polvo cosmético usado como máscara de ojos. Sin embargo, el plomo es un elemento muy tóxico, que se acumula en el organismo y produce daños neurológicos (saturnismo).

a) 0,5 puntos

Afortunadamente, la solubilidad del PbS es muy pequeña ($K_{ps} = 1,3 \cdot 10^{-28}$). Calcule las concentraciones de iones Pb^{2+} y S^{2-} en una disolución saturada de kohl (PbS).

b) 0,9 puntos

Razone cualitativamente cómo variará la $[\text{Pb}^{2+}]$ en un cierto volumen de disolución saturada de PbS si:

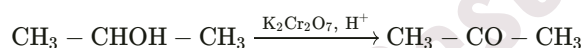
c) 0,6 puntos

En la galena argentífera, el PbS se encuentra asociado con Ag_2S . El Cabezo Rajao, en la Unión, debe su nombre a la explotación a cielo abierto de un filón de este mineral, en época romana. Si se procesaron un millón de toneladas de tierra con una riqueza media del 5% en galena argentífera que, a su vez, contenía un 0,5% en masa de Ag_2S , calcule la masa de Ag metálica que se obtuvo del yacimiento, suponiendo un aprovechamiento total en el proceso de extracción, separación y reducción de la Ag. Expresé el resultado con dos cifras significativas.

Ejercicio 5

OPCIÓN A 2 puntos

Dada la siguiente reacción:



a) 0,4 puntos

Indique qué tipo de reacción es, y nombre el compuesto de Cr que actúa como catalizador.

b) 0,6 puntos

Nombre el reactivo y el producto de la reacción, y explique brevemente si alguno de ellos puede presentar isomería espacial (óptica o geométrica).

c) 0,6 puntos

Nombre los siguientes compuestos y explique brevemente si son isómeros (y de qué tipo), de algunas de las sustancias que participan en la reacción:

d) 0,4 puntos

Uno de los cuatro compuestos orgánicos que aparecen en esta pregunta está siendo investigado como combustible alternativo, ya que puede obtenerse a partir de biomasa renovable. Cada mol produce, al quemarse, 2 moles de CO_2 y 3 moles de H_2O . Indique qué compuesto es y escriba su reacción de combustión ajustada.

Los isómeros son compuestos que presentan la misma (1) pero cuyos átomos están enlazados de forma diferente (isomería (2)) o presentan una distinta disposición espacial (isomería (3)). Un tipo de isómeros especialmente interesante son los enantiómeros, que son imágenes especulares no superponibles. Son tan similares entre sí que tienen idénticas propiedades físicas y químicas, excepto si éstas están relacionadas con factores de simetría espacial (como, por ejemplo, su interacción con la luz polarizada).

a) 0,3 puntos

Complete los huecos del texto anterior con una o dos palabras, indicando en el cuadernillo de respuestas la numeración del hueco y la palabra (o palabras) que irían en él. No copie el texto completo.

b) 0,75 puntos

Considere los siguientes pares de compuestos y copie y complete en el cuadernillo de respuestas la siguiente tabla, indicando la fórmula molecular de cada par de compuestos, si son, o no, isómeros estructurales o espaciales, y si la pareja tiene, o no, idéntico punto de fusión. (No se preocupe por la calidad del aspecto de la tabla en el cuadernillo de respuestas, sino por su claridad)

c) 0,5 puntos

Nombre los compuestos anteriores distinguiéndolos según su isomería (excepto en el caso de los isómeros ópticos, para los que no hace falta distinguirlos).

d) 0,2 puntos

Elija una de las parejas anteriores y especifique para ella el tipo y subtipo de isomería.

e) 0,25 puntos

El ácido ftálico es un importante compuesto químico que se utiliza para la fabricación de polímeros y resinas. Dibuje su fórmula e indique a partir de qué compuesto del apartado b) podrá obtenerse ácido ftálico mediante una reacción de oxidación (no es necesario que escriba dicha reacción).