

INSTRUCCIONES Y CRITERIOS GENERALES DE CALIFICACIÓN

La prueba consta de dos opciones, A y B, y el alumno deberá optar por una de las opciones y resolver las tres cuestiones y los dos problemas planteados en ella, sin que pueda elegir cuestiones o problemas de diferentes opciones. Cada cuestión o problema puntuará sobre un máximo de dos puntos. No se contestará ninguna pregunta en este impreso.

TIEMPO: una hora y treinta minutos

OPCIÓN A

Cuestión 1A.- Considere las moléculas de amoníaco y sulfuro de hidrógeno.

- Escriba sus estructuras de Lewis.
- Justifique por qué el ángulo HNH es mayor que el ángulo HSH.
- Justifique cuál o cuáles son polares.
- Justifique cuál de las dos moléculas puede formar enlaces de hidrógeno.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 2A.- Se preparan disoluciones acuosas de los siguientes compuestos: ácido metanoico, cloruro de sodio, cianuro de sodio y nitrato de amonio.

- Justifique el carácter ácido, básico o neutro de cada una.
- Escriba la reacción que se produce al mezclar la disolución del ácido más fuerte con la disolución de la base más fuerte.

Datos. K_a ácido metanoico = 10^{-4} ; K_a ácido cianhídrico = 10^{-11} ; K_b amoníaco = 10^{-5}

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

Cuestión 3A.- Suponiendo una pila galvánica formada por un electrodo de Mg(s) sumergido en una disolución de $Mg(NO_3)_2$ y un electrodo de Cu(s) sumergido en una disolución de $Cu(NO_3)_2$, indique:

- La reacción que tendrá lugar en el ánodo.
- La reacción que tendrá lugar en el cátodo.
- La reacción global.
- El potencial de la pila.

Datos. $E^0 (Mg^{2+}/Mg) = -2,37 V$; $E^0 (Cu^{2+}/Cu) = 0,34 V$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 1A.- El octano es un componente de las gasolinas y su densidad es $0,70 g \cdot mL^{-1}$. Calcule:

- La entalpía de combustión estándar de un mol de octano líquido.
- La energía desprendida en la combustión de 2 L de octano.
- El volumen de oxígeno, medido a $37^\circ C$ y 2 atm, que se gastará en la combustión anterior.

Datos. $R = 0,082 atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$; masas atómicas: C = 12; H = 1

Entalpías de formación ($kJ \cdot mol^{-1}$): $CO_2(g) = -393$; $H_2O(l) = -286$; octano (l) = -250 .

Puntuación: a) y c) 0,75 puntos; b) 0,5 puntos.

Problema 2A.- Se dispone de un recipiente A de 1,2 L y otro recipiente B de volumen desconocido. A $532 K$ se introducen 0,1 moles de PCl_5 en cada uno de los recipientes. Cuando se alcanza el equilibrio $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$, la cantidad de PCl_5 se reduce un 50% en el A y un 90% en el B. Calcule:

- La presión final en el recipiente A.
- La constante de equilibrio K_c .
- El volumen del recipiente B.
- La presión final en el recipiente B.

Datos. $R = 0,082 atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

OPCIÓN B

Cuestión 1B.- Dadas las siguientes configuraciones electrónicas de la última capa, identifique cada elemento, determine su número atómico e indique grupo y periodo al que pertenecen.

- a) $2s^2 2p^4$
- b) $3s^2$
- c) $3s^2 3p^1$
- d) $3s^2 3p^5$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 2B.- Para la reacción $C(\text{grafito}) \rightarrow C(\text{diamante})$, $\Delta H = 1,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ y $\Delta G = 2,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. A partir de estos datos, conteste razonadamente a las siguientes preguntas:

- a) ¿Cuál es la forma más estable del carbono, el diamante o el grafito?
- b) ¿Cuál es el valor de la entalpía de formación estándar del diamante?
- c) Dibuje un diagrama energético de las especies involucradas para justificar si desprende más energía quemar un gramo de grafito o quemar un gramo de diamante.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y b), y 1 punto apartado c).

Cuestión 3B.- Complete las siguientes reacciones químicas, formule todos los reactivos y productos orgánicos resultantes, nombre los productos e indique en cada caso de qué tipo de reacción se trata.

- a) 3-metil-2-hexeno + bromo.
- b) 2-metil-1-butanol en presencia de ácido sulfúrico en caliente.
- c) 2-clorobutano + hidróxido de sodio acuoso.
- d) eteno + hidrógeno en presencia de catalizador.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 1B.- 58,5 gramos de bismuto metálico reaccionan completamente con una disolución de ácido nítrico 14 M, obteniéndose monóxido de nitrógeno y Bi^{3+} .

- a) Escriba y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción.
- b) Escriba la reacción molecular global que tiene lugar.
- c) ¿Qué volumen de disolución de ácido nítrico es necesario?
- d) ¿Qué volumen de NO , medido a 1 atm y 25°C , se obtiene?

Datos. Masa atómica $\text{Bi} = 209$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 2B.- Si 1 L de disolución acuosa de HCl se neutraliza añadiendo 1,48 g de hidróxido de calcio (se supone que no hay variación de volumen). Calcule:

- a) Los moles de HCl que había en la disolución inicial.
- b) El pH de la disolución inicial de HCl .
- c) El pH de la disolución que se obtiene si a 1 L de agua se añaden 0,005 moles de hidróxido de calcio (considérese el hidróxido de calcio totalmente dissociado).

Datos. Masas atómicas: $\text{Ca} = 40$; $\text{O} = 16$; $\text{H} = 1$.

Puntuación máxima por apartado: a) 1 punto; b) y c) 0,5 puntos.

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

Cada una de las cuestiones y cada uno de los problemas se podrá calificar con un máximo de 2 puntos.

Si se han contestado cuestiones o problemas de más de una opción, únicamente deberán corregirse las cuestiones y problemas de la opción a la que corresponda la cuestión o el problema resuelto en primer lugar.

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

- 1.- Claridad de comprensión y exposición de conceptos.
- 2.- Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico.
- 3.- Capacidad de análisis y relación.
- 4.- Desarrollo de la resolución de forma coherente y uso correcto de unidades.
- 5.- Aplicación y exposición correcta de conceptos en el planteamiento de los problemas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio

OPCIÓN A

- Cuestión 1A.- 0,5 puntos cada uno de los apartados
- Cuestión 2A.- 1 punto cada uno de los apartados
- Cuestión 3A.- 0,5 puntos cada uno de los apartados
- Problema 1A.- 0,75 puntos los apartado a) y c), y 0,5 puntos el apartado b)
- Problema 2A.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

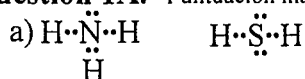
OPCIÓN B

- Cuestión 1B.- 0,5 puntos cada uno de los apartados
- Cuestión 2B.- 0,5 puntos los apartados a) y b) y 1 punto el apartado c)
- Cuestión 3B.- 0,5 puntos cada uno de los apartados
- Problema 1B.- 0,5 puntos cada uno de los apartados
- Problema 2B.- 1 punto apartado a); 0,5 puntos apartados b) y c)

QUÍMICA
SOLUCIONES (orientaciones para el corrector)

OPCIÓN A

Cuestión 1A.- Puntuación máxima por apartado: 0,5



- b) Los ángulos HSH y HNH son casi tetraédricos por presentar el átomo central 4 direcciones con pares de electrones (también podría justificarse diciendo que el átomo central presenta hibridación sp^3), pero el ángulo HSH es menor porque los pares de electrones no compartidos ocupan mayor espacio que los de enlace y el azufre tiene dos pares sin compartir mientras que el nitrógeno solo tiene uno.
- c) Son polares las dos (amoníaco y sulfuro de hidrógeno) porque sus enlaces son polares y no se compensan geoméricamente.
- d) El NH_3 . Solo forman enlaces de hidrógeno F, O y N, dado que son muy electronegativos y de pequeño tamaño.

Cuestión 2A.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Ácido metanoico: ácida pues es un ácido débil.
 Cloruro de sodio: neutra pues tanto el ión cloruro como el ión sodio son neutros, al proceder de especies fuertes.
 Cianuro de sodio: básica, al ser el ión cianuro una base procedente del ácido cianhídrico y el ión sodio neutro que procede de una base fuerte.
 Nitrato amónico: ácido, al ser el ión amonio un ácido que procede de la base amoniaco y el ión nitrato neutro procedente de un ácido fuerte.
- b) El ácido mas fuerte es el ácido metanoico ($K_a = 10^{-4}$) pues tiene mayor K_a que el otro ácido, NH_4^+ ($K_a = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$). La base más fuerte es el ión cianuro pues tiene la mayor K_b ($K_b = 10^{-14}/10^{-11} = 10^{-3}$). La reacción será: $\text{HCOOH} + \text{CN}^- \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{HCN}$

Cuestión 3A.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Ánodo: $\text{Mg(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^-$
 b) Cátodo: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu(s)}$
 c) $\text{Mg(s)} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Cu(s)}$
 d) $E^0 = 0,34 \text{ V} - (-2,37 \text{ V}) = 2,71 \text{ V}$

Problema 1A.- Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos; b) 0,5 puntos

- a) $\text{C}_8\text{H}_{18} + 25/2 \text{ O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$
 $\Delta H^0 \text{ combustión} = 8 \times (-393) + 9 \times (-286) - (-250) = -5468 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- b) Masa molecular (C_8H_{18}) = $8 \times 12 + 18 = 114$; $n^\circ \text{ moles} = 2 \cdot 10^3 \times 0,70 / 114 = 12,28 \text{ moles octano}$
 $12,28 \times 5468 = 67147 \text{ kJ}$
- c) $12,28 \times 25/2 = 153,5 \text{ moles de oxígeno}$
 $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $V = 153,5 \times 0,082 \times 310 / 2$; $V = 1951 \text{ L}$

Problema 2A.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Reacción: $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$
 $n^\circ \text{ mol Inic.} \quad 0,1$
 $n^\circ \text{ mol Equ.} \quad 0,1-x \quad x \quad x$ $n_T = 0,1+x$; si $x = 0,05 \Rightarrow n_T = 0,15$
- $$P_A = \frac{n_T \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,15 \times 0,082 \times 532}{1,2} = 5,4 \text{ atm}$$
- b) $K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{x^2}{V \cdot (0,1-x)} = \frac{0,05^2}{1,2 \times (0,1-0,05)} = 0,042$
- c) $x' = 0,9 \times 0,1 = 0,09$; $V'_B = \frac{x'^2}{K_c \cdot (0,1-x')} = \frac{0,09^2}{0,042 \times (0,1-0,09)} = 19,3 \text{ L}$
- d) $n'_T = 0,1 + x' = 0,19$; $P'_B = \frac{n'_T \cdot R \cdot T}{V'} = \frac{0,19 \times 0,082 \times 532}{19,3} = 0,43 \text{ atm}$

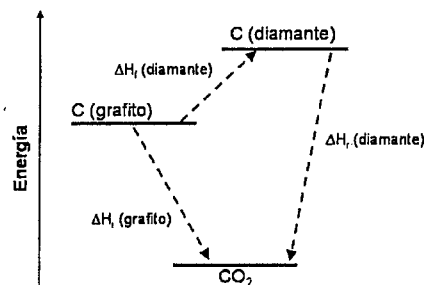
OPCIÓN B

Cuestión 1B.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Será un elemento del grupo VIA (16 ó anfígenos) y del segundo periodo; el elemento tendrá $Z=8$ y es por tanto el oxígeno (símbolo O).
- Será un elemento del grupo IIA (2 ó alcalinotérreos) y del tercer periodo; el elemento tendrá $Z=12$ y es por tanto el magnesio (símbolo Mg).
- Será un elemento del grupo IIIA (13 ó térreos) y del tercer periodo; el elemento tendrá $Z=13$ y es por tanto el aluminio (símbolo Al).
- Será un elemento del grupo VIIA (17 ó halógenos) y del tercer periodo; el elemento tendrá $Z=17$ y es por tanto el cloro (símbolo Cl).

Cuestión 2B.- Puntuación máxima por apartado: a) y b) 0,5 puntos, y c) 1 punto.

- Como ΔG es positivo, el diamante tiene mayor energía de Gibbs que el grafito. La estabilidad está relacionada con la menor energía de Gibbs posible, luego el grafito es la forma más estable.
- El grafito es la forma estándar del C (s), por lo que el valor $\Delta H = 1,9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = \Delta H_f(\text{diamante})$.
- La reacción en ambos casos es $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$. Los procesos de combustión son exotérmicos. La transformación de grafito en diamante es endotérmica. Por lo tanto, se desprende más energía al quemar 1 g de diamante que 1 g de grafito.



Cuestión 3B.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $\text{CH}_3\text{-CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{Br-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (2,3-dibromo-3-metilhexano) Adición
- $\text{CH}_2\text{OH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (2-metil-1-buteno) Eliminación
- $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{-CH}_3$ (2-butanol) Sustitución
- $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Catalizador}} \text{CH}_3\text{-CH}_3$ (etano) Adición

Problema 1B.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Oxidación $\text{Bi}^0 \rightarrow \text{Bi}^{3+} + 3\text{e}^-$
Reducción $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Bi}^0 + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Bi}^{3+} + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Bi}^0 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$
- Estequiometría 1:4
 $58,5/209 = 0,28$ moles de Bi^0
se necesitarán $0,28 \times 4 = 1,12$ moles de HNO_3
 $1,12 \times 1000/14 = 80$ mL de HNO_3
- Se producirán 0,28 moles de NO;
 $V = 0,28 \times 0,082 \times 298/1 = 6,84$ L de NO

Problema 2B.- Puntuación máxima por apartado: a) 1 punto; b) y c) 0,5 puntos.

- Si se neutraliza es porque el número de moles de H^+ es igual al número de moles de OH^- del $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
 $n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-) = 2n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$
Masa molecular $[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 40,0 + 2(16+1) = 74$; n° moles $[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 1,48/74 = 0,02$ moles
 $n(\text{OH}^-) = 2 \times 0,02 = 0,04$ moles = $n(\text{H}^+)$ n° moles HCl = 0,04
- $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(0,04/1) = 1,4$
- $[\text{OH}^-] = 0,005 \times 2 = 0,01$ M; $\text{pOH} = 2$; $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 12$