

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán sobre 2 puntos.

A.1 Considere los elementos: A ($Z = 17$) y B ($Z = 12$).

- (0,5 puntos) Escriba la configuración electrónica e indique el nombre, símbolo, grupo y periodo de ambos.
- (0,5 puntos) Justifique cuál es el elemento de mayor energía de ionización.
- (0,5 puntos) Justifique cuál es el ion más estable de cada elemento y escriba sus configuraciones electrónicas.
- (0,5 puntos) Explique si el radio del ion más estable de cada elemento es mayor o menor que el de su respectivo átomo neutro.

A.2 Responda a las siguientes cuestiones:

- (0,5 puntos) Formule el compuesto 3-bromo-4-metilpentanal. Formule y nombre un isómero de función.
- (0,5 puntos) Formule y nombre dos isómeros de posición del éter con fórmula molecular $C_4H_{10}O$.
- (0,5 puntos) Escriba y ajuste la reacción de combustión del compuesto etino.
- (0,5 puntos) Escriba la reacción de obtención del ácido 2-metilbutanoico a partir del aldehído necesario, indicando el tipo de reacción que se produce y nombrando dicho aldehído.

A.3 Responda a las siguientes cuestiones:

- (0,5 puntos) Formule el equilibrio de solubilidad del fluoruro de magnesio, indicando el estado de cada especie. Escriba la expresión para K_s en función de la solubilidad.
- (0,5 puntos) Determine el valor de la solubilidad del fluoruro de magnesio en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ y en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- (0,5 puntos) Determine la concentración de ion fluoruro en una disolución saturada de fluoruro de magnesio.
- (0,5 puntos) Justifique cómo varía la solubilidad del fluoruro de magnesio al añadirle un exceso de ácido fluorhídrico.

Datos. K_s (fluoruro de magnesio) = $5,2 \times 10^{-11}$; Masas atómicas (u): F = 19,0; Mg = 24,3.

A.4 La reacción en fase gaseosa $2 A \rightarrow 2 B + C$ es de segundo orden. Cuando la concentración de A es 0,050 M presenta una velocidad de $7,8 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$.

- (0,5 puntos) Escriba la ecuación de velocidad y deduzca las unidades de la constante de velocidad.
- (0,5 puntos) Determine la constante de velocidad y calcule la velocidad cuando la concentración de A sea 0,090 M.
- (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la velocidad de la reacción la presencia de un catalizador.
- (0,5 puntos) Justifique, mediante la ecuación de Arrhenius, cómo afecta a la constante de velocidad un aumento de la temperatura.

A.5 La reacción entre dióxido de azufre y sulfato de cobre(II), en presencia de cloruro de sodio, permite preparar cloruro de cobre(I), produciéndose también sulfato de sodio y ácido sulfúrico.

- (0,75 puntos) Formule y ajuste por el método del ion electrón las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar. Indique las especies que actúan como oxidante y reductora.
 - (0,75 puntos) Ajuste las reacciones iónica y molecular.
 - (0,5 puntos) Calcule el volumen de SO_2 que reacciona con 7,0 g de sulfato de cobre(II), a 1,0 atm y 25 °C.
- Datos. Masas atómicas (u): O = 16,0; S = 32,0; Cu = 63,5. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

B.1 Para las moléculas: NH_3 y SH_2 .

- a) (0,5 puntos) Indique y represente la geometría molecular aplicando el método de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (RPECV).
- b) (0,5 puntos) Indique la hibridación del átomo central.
- c) (0,5 puntos) Justifique su polaridad.
- d) (0,5 puntos) Justifique la fuerza intermolecular más importante que presenta cada una de ellas.

B.2 Formule los reactivos y el producto mayoritario de las siguientes reacciones. Indique el tipo de reacción, la regla que sigue si es el caso, y nombre los productos.

- a) (0,75 puntos) 3-metilpent-2-eno + $\text{HCl} \rightarrow$
- b) (0,75 puntos) 3-metilpentan-2-ol + H_2SO_4 (concentrado) $\rightarrow$
- c) (0,5 puntos) Ácido pentanoico + etanol $\rightarrow$

B.3 Cuando se calientan 0,20 mol de HCONH_2 a 127°C en un reactor de 5,0 L, tiene lugar la siguiente reacción:



alcanzándose en el equilibrio una presión total de 1,6 atm.

- a) (0,75 puntos) Calcule las concentraciones de cada especie en el equilibrio.
 - b) (0,75 puntos) Calcule K_c , K_p y la fracción molar del reactivo que queda sin descomponer.
 - c) (0,5 puntos) Justifique lo que ocurrirá en el equilibrio al aumentar la temperatura.
- Dato. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

B.4 Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) La biotina es un ácido monoprótico, HA. Una disolución de biotina 0,010 M tiene un pH de 3,3. Determine la constante de disociación y el grado de disociación.
- b) (1 punto) Determine el volumen de una disolución de hidróxido de sodio 0,050 M necesario para neutralizar 100 mL de la disolución de HA.

B.5 A través de una celda electrolítica que contiene una disolución acuosa de CdSO_4 , se hace pasar una corriente de 2,50 A durante 90 minutos, observándose que se deposita Cd y se desprende oxígeno molecular.

- a) (1 punto) Escriba las reacciones que se producen en el ánodo y en el cátodo, y la reacción iónica y molecular, ajustadas por el método del ion electrón, indicando el estado de las especies.
- b) (1 punto) Calcule los gramos de Cd depositados.

Datos. $E^0(\text{V})$: $\text{Cd}^{2+}/\text{Cd} = - 0,40$; $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 1,23$. $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$. Masa atómica (u): Cd = 112,4.

QUÍMICA
CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

Cada una de las preguntas se podrá calificar con un máximo de 2 puntos.

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 las preguntas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio

- A.1.- 0,5 puntos por apartado.
- A.2.- 0,5 puntos por apartado.
- A.3.- 0,5 puntos por apartado.
- A.4.- 0,5 puntos por apartado.
- A.5.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- B.1.- 0,5 puntos por apartado.
- B.2.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).
- B.3.- 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).
- B.4.- 1 punto por apartado.
- B.5.- 1 punto por apartado.

QUÍMICA
SOLUCIONES

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

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

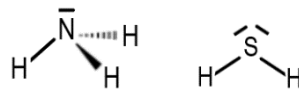
- A.3.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.**

- A.4.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.**

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

- a) Oxidación: $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{e}^- + 4 \text{H}^+$
 Reducción: $\text{Cu}^{2+} + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+$
 Especie oxidante: CuSO_4 (Cu^{2+}); especie reductora: SO_2 .
- b)
- $$\begin{array}{r} \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{e}^- + 4 \text{H}^+ \\ \hline 2 \times (\text{Cu}^{2+} + 1 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^+) \end{array}$$
- Reacción iónica: $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{Cu}^+$
 Reacción molecular: $\text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CuSO}_4 + 2 \text{NaCl} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{CuCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$.
- c) $n(\text{CuSO}_4) = 7,0 / 159,5 = 0,044 \text{ mol}$. Por estequiometría $n(\text{SO}_2) = n(\text{CuSO}_4) / 2 = 0,022 \text{ mol}$.
 $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$; $V(\text{SO}_2) = 0,022 \times 0,082 \times 298 / 1,0 = 0,54 \text{ L}$.

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



- a) NH_3 : pirámide trigonal.
 SH_2 : angular.
- b) N: sp^3 . S: sp^3 .
- c) NH_3 : polar. Los enlaces son muy polares y el par de electrones en el N también contribuye a la polaridad.
 SH_2 : polar. Los enlaces son polares y los pares de electrones en el S también contribuyen a la polaridad.
 Los momentos dipolares no se anulan en ninguna de las dos moléculas.
- d) NH_3 : La más importante es el enlace de hidrógeno. El nitrógeno, además de poseer un par de electrones no enlazados y tener un carácter muy electronegativo, es muy pequeño.
 SH_2 : La más importante es la dipolo-dipolo, ya que tiene momento dipolar permanente.

B.2.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- a) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(\text{Cl})(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ (3-cloro-3-metilpentano).
 Adición. Regla de Markovnikov.
- b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CHOH-CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{concentrado}) \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)=\text{CH-CH}_3$
 (3-metilpent-2-eno). Eliminación o deshidratación. Regla de Saytzev.
- c) $\text{CH}_3\text{-(CH}_2)_3\text{-COOH} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-(CH}_2)_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$ (pentanoato de etilo) + H_2O .
 Esterificación o condensación.
- (Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

B.3.- Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

- a)
- | | | | | | |
|-----------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|---|-----------------------|
| | $\text{HCONH}_2(\text{g})$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{NH}_3(\text{g})$ | + | $\text{CO}(\text{g})$ |
| n_0 | 0,20 | | 0 | | 0 |
| n_{eq} | $0,20 - x$ | | x | | x |
- $p_T = n_T \cdot R \cdot T / V$; $1,6 = n_T \times 0,082 \times 400 / 5,0$; $n_T = 0,24 \text{ mol}$; $0,24 = 0,20 + x$; $x = 0,040 \text{ mol}$
 $n_{\text{eq}}(\text{HCONH}_2) = 0,20 - x = 0,16 \text{ mol}$; $[\text{HCONH}_2]_{\text{eq}} = 0,16 / 5,0 = 0,032 \text{ M}$; $[\text{NH}_3]_{\text{eq}} = [\text{CO}]_{\text{eq}} = 0,040 / 5,0 = 0,0080 \text{ M}$.
- b) $K_c = [\text{NH}_3] \cdot [\text{CO}] / [\text{HCONH}_2] = 0,0080^2 / 0,032 = 2,0 \times 10^{-3}$. $K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$; $\Delta n = 2 - 1 = 1$;
 $K_p = 2,0 \times 10^{-3} \times 0,082 \times 400 = 0,066$; $x(\text{HCONH}_2) = 0,16 / 0,24 = 0,67$.
- c) La reacción es endotérmica y, según el Principio de Le Châtelier, al aumentar la temperatura el equilibrio se desplaza hacia donde la reacción absorbe calor, hacia los productos.

B.4.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$; $3,3 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$; $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,3} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ M}$
- | | | | |
|-----------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| | $\text{HA} + \text{H}_2\text{O}$ | $\rightleftharpoons$ | $\text{A}^- + \text{H}_3\text{O}^+$ |
| c_0 | 0,010 | | |
| c_{eq} | $0,010 - x$ | | x |
- $x = 5,0 \times 10^{-4} \text{ M}$
 $K_a = [\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HA}]$; $K_a = (5,0 \times 10^{-4})^2 / (0,010 - 5,0 \times 10^{-4})$; $K_a = 2,6 \times 10^{-5}$.
 $x = c_0 \alpha$; $\alpha = [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HA}]_0 = 5,0 \times 10^{-4} / 0,010 = 0,050$ (5,0%).
- b) $n(\text{ácido}) = n(\text{base})$; $M(\text{ácido}) \cdot V(\text{ácido}) = M(\text{base}) \cdot V(\text{base})$;
 $0,010 \times 100 = 0,050 \times V(\text{base})$; $V(\text{base}) = 20 \text{ mL}$.

B.5.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Ánodo: $2 \text{H}_2\text{O}(\text{ac}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{ac}) + 4 \text{e}^-$
 Cátodo: $2 \times (\text{Cd}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{s}))$
 $2 \text{Cd}^{2+}(\text{ac}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ac}) \rightarrow 2 \text{Cd}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}^+(\text{ac})$
 $2 \text{CdSO}_4(\text{ac}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ac}) \rightarrow 2 \text{Cd}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{SO}_4(\text{ac})$.
- b) $m(\text{Cd depositados}) = (I \times t \times M) / (F \times n_e) = (2,50 \times 5400 \times 112,4) / (96485 \times 2) = 7,86 \text{ g}$.