

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 Los iones X^{2+} e Y^{-} presentan las siguientes configuraciones electrónicas: X^{2+} ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$) e Y^{-} ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$). Responda a las siguientes cuestiones.

- (0,5 puntos) Justifique el número atómico de los elementos X e Y, e indique su posición (periodo y grupo) en el sistema periódico.
- (0,5 puntos) Razone qué elemento, X o Y, tiene mayor radio atómico.
- (0,5 puntos) Indique qué tipo de enlace presenta a temperatura ambiente cada una de las sustancias X e Y por separado.
- (0,5 puntos) Justifique la estequiometría y el tipo de enlace del compuesto que forma el elemento X con el elemento Y.

A.2 A, B, C, D y E son compuestos orgánicos que reaccionan de acuerdo a los siguientes procesos:

- $A + HBr \rightarrow$ 2-bromopropano;
- $B + C \rightarrow$ propanoato de etilo + agua;
- $D +$ oxidante \rightarrow propanona;
- $E + H_2SO_4$ (concentrado) \rightarrow but-2-eno.

- (0,5 puntos) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los productos orgánicos de cada una de las cuatro reacciones del enunciado.
- (0,5 puntos) Identifique, con sus fórmulas semidesarrolladas y su nombre, los compuestos A, B, C, D y E.
- (0,5 puntos) Indique de qué tipo es cada reacción del enunciado.
- (0,5 puntos) Diga si en alguna de estas reacciones se puede obtener más de un producto. Si es así, escriba sus fórmulas semidesarrolladas y nombre dichos compuestos.

A.3 En un laboratorio se tiene un matraz A, que contiene 15 mL de una disolución acuosa de ácido clorhídrico 0,050 M, y otro matraz B, que contiene 15 mL de una disolución acuosa de ácido acético 0,050 M.

- (1 punto) Determine el pH de cada disolución por separado.
- (1 punto) Calcule la cantidad de agua que se debe añadir a la disolución más ácida para que el pH de las dos disoluciones sea el mismo. Suponga volúmenes aditivos.

Dato. K_a (ácido acético) = $1,8 \times 10^{-5}$.

A.4 El pH de una disolución saturada de $Ca(OH)_2$ en agua pura, a una cierta temperatura, es 9,36.

- (0,5 puntos) Escriba el equilibrio de solubilidad ajustado, detallando el estado de todas las especies.
- (1 punto) Calcule la solubilidad molar del hidróxido de calcio y su producto de solubilidad.
- (0,5 puntos) Si sobre la disolución saturada de $Ca(OH)_2$ en agua pura se adiciona nitrato de calcio, razone el efecto que produce sobre el equilibrio, la solubilidad y la cantidad de $Ca(OH)_2$.

A.5 Para depositar totalmente el cobre en una célula electrolítica que contiene 800 mL de una disolución acuosa de sulfato de cobre(II), se hace pasar una corriente de 1,50 A durante 3 horas.

- (0,5 puntos) Escriba la reacción que tiene lugar en el cátodo.
- (0,75 puntos) Calcule los gramos de cobre depositados.
- (0,75 puntos) Una vez depositado todo el cobre, calcule el pH de la disolución, sabiendo que la reacción que tiene lugar es: $2 Cu^{2+}(ac) + 2 H_2O(l) \rightarrow 2 Cu(s) + O_2(g) + 4 H^+$. Suponga que al finalizar la electrólisis el volumen de la disolución se ha mantenido constante y que en el H_2SO_4 se disocian completamente los dos protones.

Datos. $F = 96485 C \cdot mol^{-1}$. Masa atómica (u): $Cu = 63,5$.

B.1 Considere las sustancias Cl_2 , HBr , Fe y KI .

- (0,5 puntos) Indique el tipo de enlace que presenta cada una de ellas.
- (0,5 puntos) Justifique si conducen la corriente eléctrica a temperatura ambiente.
- (0,5 puntos) Escriba las estructuras de Lewis de aquellas que sean covalentes.
- (0,5 puntos) Justifique si cada una de ellas es soluble en agua o no.

B.2 Considere los pares de compuestos siguientes: (i) etanoato de etilo y ácido butanoico; (ii) pent-1-eno y ciclopentano; (iii) but-1-eno y but-2-ino.

- (1 punto) Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los seis compuestos.
- (0,5 puntos) Razone si alguno de los pares corresponde a dos compuestos isómeros. En caso afirmativo, indique de qué tipo de isómeros se trata.
- (0,5 puntos) Indique si cada uno de los compuestos del par (ii) reaccionará con agua en medio ácido. En caso afirmativo, formule y nombre el producto mayoritario de la reacción.

B.3 Se preparan disoluciones acuosas de igual concentración de las especies: ácido nítrico, cloruro de potasio, cloruro de amonio e hidróxido de potasio. Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- (0,5 puntos) ¿Qué disolución tiene mayor pH?
- (0,5 puntos) ¿Qué disolución no cambia su pH al diluirla con agua?
- (0,5 puntos) ¿Qué reacción se producirá al mezclar volúmenes iguales de las disoluciones de cloruro de amonio y de hidróxido de potasio?
- (0,5 puntos) El pH de la disolución formada en el apartado c), ¿será ácido, básico o neutro?

Dato. $K_a(\text{NH}_4^+) = 6,7 \times 10^{-10}$.

B.4 En un matraz de 3,00 L se introducen 4,38 g de C_2H_6 . Se calienta a 627 °C y se da el proceso:

$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$, cuya K_p vale 0,050. Calcule:

- (0,5 puntos) La presión inicial de C_2H_6 .
- (0,5 puntos) El valor de K_c .
- (1 punto) Las concentraciones de todos los gases en el equilibrio.

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

B.5 Una muestra que contiene sulfuro de calcio se trata con ácido nítrico concentrado hasta reacción completa, según: $\text{CaS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO} + \text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

- (1 punto) Escriba y ajuste por el método del ion electrón las reacciones de oxidación, reducción, iónica y molecular.
- (1 punto) Sabiendo que al tratar 35 g de la muestra con exceso de ácido se obtienen 20,3 L de NO , medidos a 30 °C y 780 mm Hg, calcule la riqueza en CaS de la muestra.

Datos. Masas atómicas (u): $\text{S} = 32$; $\text{Ca} = 40$. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

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

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

QUÍMICA SOLUCIONES

(Documento de trabajo orientativo)

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

- a) De acuerdo a su configuración electrónica:
 X^{2+} tiene 18 electrones, luego $Z(X) = 20$. Pertenece al periodo 4, grupo 2 o alcalinotérreos.
 Y^- tiene 18 electrones, luego $Z(Y) = 17$. Pertenece al periodo 3, grupo 17 o halógenos.
- b) $r(X) > r(Y)$ por tener X su último electrón en una capa más externa que Y, con menor atracción nuclear.
- c) El elemento X es un metal y presenta enlace metálico. El elemento Y es un halógeno y formará moléculas diatómicas Y_2 , con enlace covalente.
- d) De acuerdo a sus configuraciones electrónicas se obtendrá el compuesto XY_2 , con formación de enlace iónico entre los iones X^{2+} e Y^- .

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

- a) i) $CH_3-CHBr-CH_3$; ii) $CH_3-CH_2-COO-CH_2-CH_3$; iii) $CH_3-CO-CH_3$; iv) $CH_3-CH=CH-CH_3$.
- b) i) A: $CH_2=CH-CH_3$ (propeno).
ii) B: CH_3-CH_2-COOH (ácido propanoico); C: CH_3-CH_2OH (etanol); o viceversa.
iii) D: $CH_3-CHOH-CH_3$ (propan-2-ol).
iv) E: $CH_3-CHOH-CH_2-CH_3$ (butan-2-ol).
- c) i) Adición; ii) Condensación o esterificación; iii) Oxidación; iv) Eliminación o deshidratación.
- d) En la reacción i) se podría haber obtenido $CH_2Br-CH_2-CH_3$, 1-bromopropano. En la reacción iv) se podría haber obtenido $CH_2=CH-CH_2-CH_3$, but-1-eno.
- (Nota: se admite que el alumno utilice la nomenclatura anterior a 1993)

A.3.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Matraz A: ácido fuerte, $[H_3O^+] = 0,050$ M; $pH = -\log(0,050) = 1,3$.
Matraz B: ácido débil,
- $$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + CH_3COO^-$$
- $C_{eq} \quad 0,050 - x \quad \quad \quad x \quad \quad x$
- $K_a = [CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+] / [CH_3COOH]$; $1,8 \times 10^{-5} \approx x^2 / 0,050$; $x = [H_3O^+] = 9,5 \times 10^{-4}$ M; $pH = 3,0$.
- b) Matraz A es la disolución más ácida. Si $pH = 3,0 = -\log[H_3O^+]$; $[H_3O^+] = 10^{-3,0} = 9,5 \times 10^{-4}$ M.
 $n(HCl, \text{matraz A}) = 0,050 \times 0,015 = 7,5 \times 10^{-4}$ mol; $V = 7,5 \times 10^{-4} / 9,5 \times 10^{-4} = 0,79$ L totales de disolución.
 $V_{añadido} = 0,79 - 0,015 = 0,78$ L.

A.4.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartados a) y c); 1 punto apartado b).

- a) $Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(ac) + 2 OH^-(ac)$.
- b) $pH = 9,36$; $pOH = 14 - pH = 4,64$; $[OH^-] = 10^{-pOH} = 2,29 \times 10^{-5}$ M.
 $Ca(OH)_2(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(ac) + 2 OH^-(ac)$; $[OH^-] = 2s$; $s = 2,29 \times 10^{-5} / 2 = 1,15 \times 10^{-5}$ M.
 $K_s = [Ca^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 6,1 \times 10^{-15}$.
- c) Por efecto de ion común, al adicionar Ca^{2+} , según el Principio de Le Châtelier el equilibrio se desplaza hacia los reactivos, la solubilidad disminuye y se produce mayor cantidad de $Ca(OH)_2$.

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

- a) Cátodo: $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$.
- b) $m(Cu \text{ depositados}) = (I \times t \times M) / (F \times n_e) = (1,50 \times 10800 \times 63,5) / (96485 \times 2) = 5,33$ g.
- c) $[Cu^{2+}] = 5,33 / (63,5 \times 0,800) = 0,105$ M. Por estequiometría $[H^+] = 2 \times [Cu^{2+}] = 2 \times 0,105 = 0,210$ M; $pH = 0,678$.

