

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 sustancias: cloruro de potasio, agua, cloro y sodio.

- Indique el tipo de enlace que presenta cada una de ellas.
- Escriba las configuraciones de Lewis de aquellas que sean covalentes.
- Justifique la polaridad del enlace en las moléculas covalentes.
- Justifique la geometría y el momento dipolar de la molécula de agua.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 2A.- Nombre los siguientes compuestos e indique si disoluciones acuosas de los mismos, de igual concentración, serían ácidas, básicas o neutras. Justifique las respuestas mediante las ecuaciones iónicas que correspondan en cada caso:

- KBr
- Li_2CO_3
- Na_2S
- NH_4NO_3

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 3A.- El dicromato de potasio oxida al yoduro de sodio en medio ácido sulfúrico originándose entre otros, sulfato de sodio, sulfato de cromo (III) y yodo.

- Formule las semirreacciones de oxidación y reducción.
- Formule la reacción iónica y diga cuáles son las especies oxidante y reductora.
- Formule la reacción molecular.
- Justifique si el dicromato de potasio oxidaría al cloruro de sodio.

Datos. $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = 1,33 \text{ V}$; $E^0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ V}$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 1A.- El etanol se utiliza como alternativa a la gasolina en algunos motores de vehículos.

- Escriba la reacción ajustada de combustión del etanol para dar dióxido de carbono y agua, y calcule la energía liberada cuando se quema una cantidad de etanol suficiente para producir 100 L de dióxido de carbono, medido a 1 atm y 25 °C.
- Calcule la energía necesaria para romper todos los enlaces de una molécula de etanol, expresando el resultado en eV.

Datos. $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Energías de enlace ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$), C–C: 347; C–O: 351; C–H: 414; O–H: 460.

Entalpías de formación ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$): Etanol (l) = –277,6; Agua (l) = –285,8; Dióxido de carbono (g) = –393,5.

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

Problema 2A.- En un recipiente de 14 L de volumen se introducen 3,2 moles de nitrógeno y 3 moles de hidrógeno. Cuando se alcanza el equilibrio a 200 °C se obtienen 1,6 moles de amoníaco.

- Formule y ajuste la reacción.
- Calcule el número de moles de H_2 y de N_2 en el equilibrio.
- Calcule los valores de las presiones parciales en el equilibrio de H_2 , N_2 y NH_3 .
- Calcule K_c y K_p a 200 °C.

Datos. Masas atómicas: N = 14, H = 1. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

OPCIÓN B

Cuestión 1B.- Considerando los elementos Na, Mg, Si y Cl:

- Indique los números cuánticos del electrón más externo del Na.
- Ordene los elementos por orden creciente de tamaño y justifique la respuesta.
- Ordene los elementos por orden creciente de su primer potencial de ionización y justifique la respuesta.
- Escriba la configuración electrónica de la especies Na^+ , Mg^{2+} , Si y Cl^- .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 2B.- La síntesis del amoníaco según la reacción en fase gaseosa, $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$, es un buen ejemplo para diferenciar factores cinéticos y termodinámicos.

- Escriba la expresión para calcular la entalpía de reacción en función de las entalpías de formación y justifique que dicha reacción es exotérmica.
- Justifique desde el punto de vista termodinámico, que dicha reacción está favorecida a bajas temperaturas.
- Justifique desde el punto de vista cinético, que dicha reacción esta favorecida a altas temperaturas.
- Escriba la expresión para K_p en función de la presión total.

Dato. $\Delta H_f^\circ(\text{NH}_3) < 0$.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 3B.- Considere las siguientes reacciones químicas:



- Dibuje un diagrama entálpico para cada una de las reacciones, justificando los dibujos.
- Considerando que las dos reacciones anteriores tienen variación de entropía negativa ($\Delta S < 0$), indique razonadamente cuál de ellas no puede ser espontánea a ninguna temperatura.

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

Problema 1B.- El cadmio metálico reacciona con ácido nítrico concentrado produciendo monóxido de nitrógeno, como uno de los productos de la reacción:

- Escriba y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción así como la ecuación iónica global.
- Calcule el potencial de la reacción y justifique si la reacción se produce de manera espontánea.
- ¿Qué volumen de ácido nítrico 12 M es necesario para consumir completamente 20,2 gramos de cadmio?

Datos. Masa atómica de Cd = 112; $E^0(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}^0) = -0,40 \text{ V}$, $E^0(\text{NO}_3^-/\text{NO}) = 0,96 \text{ V}$

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

Problema 2B.- Una disolución acuosa 0,2 M del ácido cianhídrico HCN está ionizada un 0,16 %. Calcule:

- La constante de acidez.
- El pH y la concentración de OH^- de la disolución.

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

QUÍMICA
SOLUCIONES (orientaciones para el corrector)

OPCIÓN A

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

- a) Agua y cloro presentan enlace covalente, cloruro de potasio presenta enlace iónico y sodio enlace metálico.
- b) $\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}$ $\text{H}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\text{H}$
- c) La molécula de cloro posee un enlace apolar puesto que los dos átomos enlazados son iguales. La molécula de agua presenta enlaces polares porque el hidrógeno y el oxígeno presentan electronegatividades muy diferentes.
- d) La molécula de agua tiene geometría angular (distribución tetraédrica de pares de electrones alrededor del oxígeno y solo dos de estos pares de electrones son de enlace) y es polar por presentar enlaces polares y no compensarse sus momentos por geometría molecular.
- Nota: también puede justificarse la respuesta empleando la teoría de hibridación.

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

- a) Bromuro de potasio. Neutra $\text{KBr} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{Br}^-$
 $\text{K}^+ + \text{H}_2\text{O} \not\rightarrow$ y $\text{Br}^- + \text{H}_2\text{O} \not\rightarrow$
- b) Carbonato de litio. Básica $\text{Li}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{Li}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
 $\text{Li}^+ + \text{H}_2\text{O} \not\rightarrow$ y $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- c) Sulfuro de sodio. Básica $\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$
 $\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \not\rightarrow$ y $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HS}^- + \text{OH}^-$
- d) Nitrato de amonio. Ácido $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$
 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$ y $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \not\rightarrow$

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

- a) Reducción: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$
 Oxidación: $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$
- b) Iónica: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{I}^- + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
 oxidante: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; reductora: NaI
- c) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{NaI} + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$
- d) No. El potencial de Cl_2/Cl^- es mayor que el de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ por lo que no oxidaría al cloruro.

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

- a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $\Delta H_r = 2\Delta H_f(\text{CO}_2) + 3\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 2 \times (-393,5) + 3 \times (-285,8) - (-277,6) = -1366,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ etanol.
 $n(\text{CO}_2) = pV / (RT) = 1 \times 100 / (0,082 \times 298) = 4,1$ moles;
 $n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = n(\text{CO}_2) / 2 = 2,05$; Energía liberada = $1366,8 \times 2,05 = 2802 \text{ kJ}$
- b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow 2\text{C} + 6\text{H} + \text{O}$;
 $E = E(\text{C}-\text{C}) + 5E(\text{C}-\text{H}) + E(\text{C}-\text{O}) + E(\text{O}-\text{H}) = 347 + 5 \times 414 + 351 + 460 = 3228 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 Para una molécula: $E/N_A = 5,36 \times 10^{-18} \text{ J} = 33,5 \text{ eV}$

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

- a) $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
 inicio 3 3,2
 equilibrio 3-3x 3,2-x 2x=1,6
- b) $n(\text{NH}_3) = 1,6 = 2x$; $x = 0,8$; $n(\text{N}_2) = 3,2 - x = 3,2 - 0,8 = 2,4$ moles; $n(\text{H}_2) = 3 - 3x = 3 - 3 \times 0,8 = 3 - 2,4 = 0,6$ moles
- c) $n_t = 0,6 + 2,4 + 1,6 = 4,6$ moles
 $x_{\text{NH}_3} = 1,6 / 4,6 = 0,35$; $x_{\text{N}_2} = 2,4 / 4,6 = 0,52$; $x_{\text{H}_2} = 0,6 / 4,6 = 0,13$
 $PV = nRT$; $P = nRT/V = 4,6 \times 0,082 \times 473 / 14 = 12,7 \text{ atm.}$
 $P_{\text{NH}_3} = 12,7 \times 0,35 = 4,45 \text{ atm.}$ $P_{\text{N}_2} = 12,7 \times 0,52 = 6,60 \text{ atm.}$ $P_{\text{H}_2} = 12,7 \times 0,13 = 1,65 \text{ atm.}$
- d) $K_p = P_{\text{NH}_3}^2 / (P_{\text{H}_2}^3 \cdot P_{\text{N}_2}) = 4,45^2 / (1,65^3 \times 6,60) = 0,66$
 $K_c = K_p \cdot (RT)^{-\Delta n} = 0,66 (0,082 \times 473)^2 = 993$

OPCIÓN B

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

- a) $n = 3, l = 0, m = 0$ y $m_s = +1/2$ ó $-1/2$
 b) $\text{Cl} < \text{Si} < \text{Mg} < \text{Na}$. Los radios atómicos disminuyen a lo largo de un periodo.
 c) $\text{Na} < \text{Mg} < \text{Si} < \text{Cl}$. El 1^{er} P.I. aumenta a lo largo de un periodo.
 d) Na^+ : $1s^2 2s^2 2p^6$
 Mg^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6$
 Si : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$
 Cl^- : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

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

- a) $\Delta H^0 = 2 \Delta H_f^0(\text{NH}_3) - \Delta H_f^0(\text{N}_2) - 3 \Delta H_f^0(\text{H}_2) = 2 \Delta H_f^0(\text{NH}_3) < 0$
 $\Delta H^0 < 0 \Rightarrow$ reacción exotérmica.
 b) Por Le Chatelier, las reacciones exotérmicas están favorecidas al disminuir la temperatura, por tanto esta reacción es más favorable a temperaturas bajas.
 c) Por la ecuación de Arrhenius, un aumento de temperatura aumenta la constante cinética y por tanto la velocidad de reacción es mayor a temperaturas altas.
 d)
$$K_p = \frac{1}{P^2} \frac{(x_{\text{NH}_3})^2}{x_{\text{N}_2} (x_{\text{H}_2})^3}$$

Cuestión 3B.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

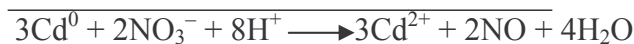
- a) La reacción (I) es exotérmica, luego la entalpía de los productos ha de ser inferior a la de los reactivos, al contrario de lo que ocurre en la reacción (II), que es endotérmica.



- b) Para que una reacción sea espontánea, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$. Si $\Delta S < 0$, el término $T\Delta S > 0$ para cualquier temperatura. Si además $\Delta H > 0$, la reacción nunca será espontánea. Por lo tanto, la reacción II no puede ser espontánea a ninguna temperatura.

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

- a) Oxidación $3 \text{Cd}^0 \longrightarrow 3 \text{Cd}^{2+} + 2e^-$
 Reducción $2 (\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e^- \longrightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O})$



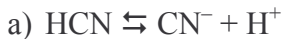
b) $E_T^0 = 0,96 - (-0,40) = 1,36 \text{ V} > 0$

c) Estequiometría 3:2

$$20,2/112 = 0,18 \text{ moles de Cd}^0, \text{ necesitarán } 0,18 \times 2/3 = 0,12 \text{ moles de NO}_3^-$$

$$0,12 \times 1000 / 12 = 10 \text{ mL de HNO}_3$$

Problema 2B.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.



$$c(1-\alpha) \quad c\alpha \quad c\alpha, \quad K_a = \frac{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HCN}]} \quad \alpha = 0,0016$$

$$[\text{CN}^-] = [\text{H}^+] = c\alpha = 0,2 \cdot 0,0016 = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{HCN}] = c(1-\alpha) = 0,2 \text{ M}$$

$$K_a = (3,2 \cdot 10^{-4})^2 / 0,2 = 5,12 \cdot 10^{-7}$$

b) $\text{pH} = -\log 3,2 \cdot 10^{-4} = 3,5$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 3,5 = 10,5$$

$$[\text{OH}^-] = 3,16 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN

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