

FASE GENERAL

OPCIÓN A

PROBLEMA 1.- La nitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9$ (l), se descompone a 1 atm y 25 °C para formar N_2 (g), CO_2 (g), H_2O (l) y O_2 (g), desprendiendo $1541,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ de nitroglicerina:

- Escribe la ecuación química ajustada para la descomposición de la nitroglicerina y calcula la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina.
- Calcula la energía liberada en la descomposición de 1 g de nitroglicerina.

DATOS: A_r (H) = 1 u; A_r (C) = 12 u; A_r (N) = 14 u; A_r (O) = 16 u; $\Delta H^{\circ}_f[CO_2(g)] = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H^{\circ}_f[H_2O(l)] = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Resultado: a) $\Delta H^{\circ}_f C_3H_5N_3O_9$ (l) = -353,6 kJ · mol⁻¹; b) 6,79 kJ · g⁻¹.

PROBLEMA 2.- A 1,2 g de un mineral de hierro se le añade H_2SO_4 diluido hasta que todo el hierro que contiene el mineral se disuelve como Fe^{2+} (ac). Para oxidar este Fe^{2+} (ac) a Fe^{3+} (ac), en presencia de H_2SO_4 , se consumen 20 mL de disolución acuosa de $KMnO_4$ 0,1 M.

- Escribe y ajusta por el método del ión-electrón, en forma iónica y molecular, la reacción química que tiene lugar, sabiendo que el permanganato se reduce a Mn^{2+} (ac).
- Calcule el porcentaje de hierro en el mineral.

DATOS: A_r (Fe) = 55,85 u.

Resultado: b) 46,5 %.

CUESTIÓN 3.- En un tubo de ensayo se vierten 5 mL de disolución acuosa de cloruro de sodio, NaCl, a la que se añaden gotas de disolución acuosa de nitrato de plata, $AgNO_3$, hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. Se añade a continuación gota a gota disolución acuosa de amoníaco. Indica y explica el cambio que se observa.

CUESTIÓN 4.- A. Escribe las configuraciones electrónicas de los elementos X ($Z = 7$) e Y ($Z = 33$). Indica el grupo y período de la tabla periódica al que pertenece cada uno de los elementos. A partir de esas configuraciones electrónicas, indica, de forma razonada, el elemento que presenta el valor más bajo de la primera energía de ionización.

B. Deduce el carácter polar, o no polar, de las siguientes moléculas: CCl_4 tetraédrica y H_2O angular.

DATOS: Ángulo de enlace Cl – C – Cl = 109,5°; Ángulo de enlace H – O – H = 104,5°.

CUESTIÓN 5.- A. Indica, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de NH_4Cl .

B. Complete la siguiente ecuación química: $CH_3 - CH_2OH + H_2SO_4 + Q \rightarrow$

Indica el tipo de reacción química que tiene lugar, nombra el reactivo, nombra y escribe la fórmula semidesarrollada del producto orgánico de la reacción.

DATOS: $K_b(NH_3) = 1,8 \times 10^{-5}$.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- En un recipiente de 2,0 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 0,20 moles de CO_2 , 0,10 moles de H_2 y 0,16 moles de H_2O . A continuación se establece el siguiente equilibrio a 500 K: $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$.

- Si en el equilibrio $[p(H_2O)]_{eq} = 3,51 \text{ atm}$, calcule las presiones parciales en el equilibrio de CO_2 , H_2 y CO .
- Calcule K_p y K_c para el equilibrio a 500 K.

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

Resultado: a) P_p (CO_2) = 3,895 atm; P_p (H_2) = 1,845 atm; P_p (CO) = 0,205 atm; b) $K_c = K_p = 1$.

PROBLEMA 2.- Se mezclan 100 mL de disolución acuosa de HCl (ac) con pH = 2,5 y 100 mL de disolución acuosa de NaOH(ac) con pH = 11,0. Calcule el pH de la disolución resultante. Supón que los volúmenes son aditivos.

Resultado: pH = 2,9666.

CUESTIÓN 3.- En un tubo de ensayo se colocan unos cristales de $KMnO_4(s)$ y se añaden 5 mL de un disolvente orgánico no polar. Indique y justifique la observación realizada. A continuación se añaden en

el mismo tubo 5 mL de agua, se agita la mezcla y se deja reposar hasta que se separen dos fases. Indica y justifica la coloración que presenta cada una de las fases.

CUESTIÓN 4.- A. Indique, de forma razonada, el número máximo de electrones en un átomo que pueden tener los números cuánticos: $n = 2$ y $m_s = \frac{1}{2}$.

B. Para la reacción: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$, $\Delta H^\circ = 105,5 \text{ kJ}$. Indica y justifica si existen condiciones de temperatura en las que la reacción anterior será espontánea.

CUESTIÓN 5.- A. Indica, de forma razonada, si la reacción: $\text{Sn}(\text{s}) + \text{Pb}^{2+}(\text{ac}) \rightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{ac}) + \text{Pb}(\text{s})$, transcurrirá de manera espontánea en el sentido en que está escrita. Se supone que reactivos y productos se encuentran en estados estándar.

B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos:

a) Éter metil propílico; b) 2-propanol; c) 2-penteno; d) 1,1,1-clorodifluoroetano.

DATOS: $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,137 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,125 \text{ V}$.

FASE ESPECÍFICA

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Se dispone de los pares Fe^{2+}/Fe y $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$, con potenciales estándar de reducción $-0,44 \text{ V}$ y $1,23 \text{ V}$, respectivamente. Con ellos se construye una pila voltaica.

- Escribe las ecuaciones químicas ajustadas para las semirreacciones de oxidación, de reducción y para la reacción global de la pila voltaica.
- Indica la semirreacción que ocurre en el ánodo y la que ocurre en el cátodo, así como el sentido en el que fluyen los electrones en la pila. Calcula el potencial estándar de la pila.

PROBLEMA 2.- Las entalpías estándar de formación del óxido de bario sólido, BaO , y del peróxido de bario sólido, BaO_2 , son $-553,5$ y $-634,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, respectivamente.

- Calcula la variación de entalpía estándar de la reacción de descomposición del peróxido de bario para dar óxido de bario y oxígeno.
- A una muestra de 500 g de $\text{BaO}_2(\text{s})$ se le suministran 1.200 kJ . Calcula el número de moles de $\text{O}_2(\text{g})$ que se forman y los gramos de $\text{BaO}_2(\text{s})$ que quedan sin reaccionar.

DATOS: $A_r(\text{Ba}) = 137,3 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$. **Resultado: a) 80,8 kJ; b) 5,70 moles O_2 ; no sobra BaO_2 .**

CUESTIÓN 3.- En un tubo de ensayo se vierten 5 mL de disolución acuosa de cloruro de bario (BaCl_2) y, a continuación, gotas de disolución acuosa de carbonato de sodio (Na_2CO_3) hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. Una vez formado el precipitado, se añade gota a gota una disolución acuosa de ácido clorhídrico (HCl). Indica y explica el cambio que se observa en el tubo de ensayo.

CUESTIÓN 4.- A. Escriba las configuraciones electrónicas de los átomos e iones: $X(Z = 15)$, X^{3-} , $Y(Z = 33)$ e Y^{3+} . Indica el grupo y período de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos.

B. Las moléculas de CCl_4 y de CHCl_3 presentan geometría molecular tetraédrica. Sin embargo, el CHCl_3 es diez veces más soluble en agua que el CCl_4 . Explica la diferencia de solubilidad en agua de las dos sustancias.

CUESTIÓN 5.- A. Indica, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de KCN.

B. Escriba la ecuación química correspondiente a la oxidación de etanol con $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, en medio ácido.

Escribe la fórmula semidesarrollada del reactivo orgánico y nombra y escribe la fórmula semidesarrollada del producto orgánico.

DATO: $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- Calcula el pH y el pOH de una disolución acuosa obtenida por mezcla de $10,0 \text{ mL}$ de disolución acuosa de hidróxido de bario, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $0,015 \text{ M}$ y $40,0 \text{ mL}$ de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH , $7,5 \times 10^{-3} \text{ M}$. Supón que los volúmenes son aditivos.

Resultado: pH = 11,96; pOH = 2,04.

PROBLEMA 2.- Para la reacción en equilibrio a 673 K: $\text{Br}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{BrCl}(\text{g})$ $K_c = 7,0$. Si en un recipiente de 2 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 39,95 g de $\text{Br}_2(\text{g})$ y 17,725 g de $\text{Cl}_2(\text{g})$ a 673 K.

a) Calcula las concentraciones de $\text{Br}_2(\text{g})$, $\text{Cl}_2(\text{g})$ y $\text{BrCl}(\text{g})$ en el equilibrio.

b) Calcule la presión total del sistema en equilibrio.

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $A_r(\text{Br}) = 79,9 \text{ u}$; $A_r(\text{Cl}) = 35,45 \text{ u}$.

Resultado: a) $[\text{Br}_2] = 0,055 \text{ M}$; $[\text{Cl}_2] = 0,05 \text{ M}$; $[\text{BrCl}] = 0,14 \text{ M}$; b) $P = 13,52 \text{ atm}$.

CUESTIÓN 3.- En un tubo de ensayo se colocan unos cristales de $\text{KMnO}_4(\text{s})$ y se añaden 5 mL de un disolvente orgánico no polar. Indica y justifica la observación realizada. A continuación se añaden en el mismo tubo 5 mL de agua, se agita la mezcla y se deja reposar hasta que se separen dos fases. Indica y justifica la coloración que presenta cada una de las fases.

CUESTIÓN 4.- A) De los siguientes conjuntos de números cuánticos, indica los que son posibles y los que no son posibles. Justifique la respuesta.

a1). $n = 3$; $l = 3$; $m_l = 0$; a2) $n = 2$; $l = 1$; $m_l = 0$; a3) $n = 6$; $l = 5$; $m_l = -1$; a4) $n = 4$; $l = 3$; $m_l = -4$.

B) La descomposición de agua líquida para dar oxígeno e hidrógeno gaseosos, es un proceso endotérmico. Indica, de forma razonada, el intervalo de temperaturas (altas o bajas) en el que es posible realizar la descomposición del agua.

CUESTIÓN 5.- A. Indica si el $\text{O}_2(\text{g})$ oxidará al $\text{Cl}^-(\text{ac})$ a $\text{Cl}_2(\text{g})$ en medio ácido, con formación de agua. Justifica la respuesta.

DATOS: $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = +1,23 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1,36 \text{ V}$.

B. Escribe las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: b1) butanona; b2) Trietilamina; b3) Ácido pentanoico; b4) 1-butino.