Universidad de Castilla la Mancha – Selectividad – Junio 2.011

Opción A

1.- El hidróxido de cromo (III) es oxidado por el cloro gaseoso (Cl_2) en presencia de hidróxido de potasio, obteniéndose cromato de potasio (tetraoxocromato (VI) de potasio), cloruro de potasio y agua como productos de la reacción.

a) Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ion-electrón.
b) Calcula el rendimiento de la reacción si se obtienen 14 g de cloruro de potasio mediante la reacción de 2,5 litros de cloro medidos a 760 mm Hg y 25ºC.

Datos: Masas atómicas Cl = 35,5; K = 39,1.

$$\overset{+3}{Cr}(OH)_3 + \overset{0}{Cl_2} + KOH \rightarrow K_2\overset{+6}{Cr}O_4 + K\overset{-1}{Cl} + H_2O$$

Oxidación

$$Cr^{3+} + 8\ OH^- \rightarrow CrO_4^{2-} + 4\ H_2O + 3\ e^-$$

x2

Reducción

$$Cl_2 + 2\ e^- \rightarrow 2\ Cl^-$$

x3

$$2\ Cr^{3+} + 16\ OH^- \rightarrow 2\ CrO_4^{2-} + 8\ H_2O + 6\ e^-$$

$$+$$

$$3\ Cl_2 + 6\ e^- \rightarrow 6\ Cl^-$$

Ecuación Iónica $\quad 2\ Cr^{3+} + 3\ Cl_2 + 16\ OH^- \rightarrow 2\ CrO_4^{2-} + 6\ Cl^- + 8\ H_2O$

Ecuación Molecular $\quad 2\ Cr(OH)_3 + 3\ Cl_2 + 10\ KOH \rightarrow 2\ K_2CrO_4 + 6\ KCl + 8\ H_2O$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \rightarrow n = \frac{1 \cdot 2.5}{0.082 \cdot 298} = \mathbf{0.1023\ mol\ Cl_2} \cdot \frac{6\ mol\ KCl}{3\ mol\ Cl_2} \cdot \frac{74.6\ gr\ KCl}{1\ mol\ KCl} = 15.26\ gr\ KCl$$

$$\eta = \frac{Real}{Teórico} \cdot 100 = \frac{14\ gr\ KCl}{15.26} \cdot 100 \rightarrow \boldsymbol{\eta = 91.74\%}$$

2.- Se pretenden comparar las características energéticas de la miel y la ginebra asumiendo que la primera está constituida por un 80% en peso de glucosa, $C_6H_{12}O_6$ (s), y que la segunda contiene un 45% en peso de etanol, C_2H_5OH (l). Para ello:

a) Escribe las reacciones de combustión de los dos compuestos mencionados anteriormente, quedando el agua en estado líquido.
b) Calcula las entalpías estándar de combustión de ambos compuestos en $kJ \cdot mol^{-1}$.
c) Calcula la energía desprendida por cada kg de miel y por cada kg de ginebra.

Datos: Masas atómicas: C=12; H=1; O=16; $\Delta H_f^o (kJ \cdot mol^{-1})$: $C_6H_{12}O_6$(s)=-1260; C_2H_5OH(l)=-277,6; CO_2(g)=-393,5 ; H_2O(l)=-285,8.

$$C_6H_{12}O_6\ (s) + 6\ O_2\ (g) \rightarrow 6\ CO_2\ (g) + 6\ H_2O\ (l)$$

$$C_2H_5OH\ (l) + 3\ O_2\ (g) \rightarrow 2\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (l)$$

ΔH_C^o glucosa:

$$\Delta H^o_C = \sum \Delta H^o_F\ (productos) - \sum \Delta H^o_F\ (reactivos) = [6(-393.5) + 6(-285.8)] - (-1260) \rightarrow \boldsymbol{\Delta H^o_C = -2815.8\ {}^{kJ}/_{mol}}$$

ΔH_C^o etanol:

$$\Delta H^o_C = \sum \Delta H^o_F\ (productos) - \sum \Delta H^o_F\ (reactivos) = [2(-393.5) + 3(-285.8)] - (-277.6) \rightarrow \boldsymbol{\Delta H^o_C = -1366.8\ {}^{kJ}/_{mol}}$$

Energía desprendida por cada kg de miel:

$$1000\ gr\ miel \cdot \frac{80\ gr\ C_6H_{12}O_6}{100\ gr\ miel} \cdot \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}{180\ gr\ C_6H_{12}O_6} \cdot \frac{-2815.8\ kJ}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} = \mathbf{-12514.6\ kJ}$$

Energía desprendida por cada kg de ginebra:

$$1000\ gr\ ginebra \cdot \frac{45\ gr\ C_2H_5OH}{100\ gr\ ginebra} \cdot \frac{1\ mol\ C_2H_5OH}{46\ gr\ C_2H_5OH} \cdot \frac{-12514.6\ kJ}{1\ mol\ C_2H_5OH} = \mathbf{-122425.43\ kJ}$$

Por tanto, se puede concluir que la ginebra es aproximadamente unas 10 veces más energética que la miel.

www.clasesalacarta.com

3.- Dado el compuesto propen-2-ol:

a) Escribe su fórmula química.
b) Explica la hibridación que presentan los carbonos 2 y 3.
c) Señala un enlace σ y otro π.
d) Señala un enlace polar.

a) $C^3H_2=C^2H-C^1H_2-OH$

b) La configuración electrónica de la capa de valencia del C^2 es $2s^1 2p^3$ (ha promocionado un electrón del orbital 2s al 2p, de ahí la tetravalencia del carbono). Este C^2 posee un doble enlace y 2 enlaces simples, es decir, establece 3 enlaces σ y uno π. Así, por combinación lineal del orbital $2s^1$ y los orbitales $2p_x$ y $2p_z$ se forman los 3 orbitales híbridos **sp^2** (3 enlaces σ), quedando el orbital $2p_z$ sin hibridar (enlace π).

El C^3 posee, al igual que el anterior, un doble enlace y 2 enlaces simples, por lo tanto, también presenta hibridación **sp^2**.

c) Un enlace σ es cualquier enlace simple, por ejemplo, los enlaces **C–H**. Un enlace π está presente en los dobles enlaces, por tanto, **C=C**.

d) Un enlace polar es el que presenta un desplazamiento del par de electrones del enlace covalente que unen los átomos, debido a la diferencia de electronegatividad de los átomos unidos,. Este enlace polar es el que aparece entre **O–H**, siendo también polar el que aparece entre el **C–O**.

4.- Escribe la configuración electrónica del átomo de Rb (Z = 37) y una combinación posible de números cuánticos para su electrón de valencia.

Rb (Z=37): $1s^2\ 2s^2p^6\ 3s^2p^6d^{10}\ 4s^2p^6\ 5s^1$

Su electrón de valencia es el $5s^1$, por lo que la única combinación posible de números cuánticos es: n=5, l=0, m=0 y s=+½: **(5, 0, 0, +½)**

5.- El producto de solubilidad del sulfuro de cobalto (II) es $4\cdot10^{-21}$. Calcula la solubilidad de esta sal en moles por litro.

$$CoS\ (s) \leftrightarrow Co^{2+}\ (aq) + S^{2-}\ (aq)$$

$$C_{eq} \quad s \qquad s \qquad s$$

$$K_S = \left[Co^{2+}\right]_{eq} \cdot \left[S^{2-}\right]_{eq} = s^2 \rightarrow s = \sqrt{K_S} = \sqrt{4\cdot10^{-21}} \rightarrow \mathbf{s = 6.32\cdot10^{-11}M}$$

www.clasesalacarta.com

Opción B

1.- Una muestra de un vinagre de vino tiene un pH de 2,37. Considerando el vinagre como una disolución acuosa de ácido acético, CH_3COOH, calcula:

a) La concentración de iones H_3O^+ en el vinagre
b) La concentración inicial de ácido en el vinagre
c) El porcentaje de ionización del ácido acético.

Datos: Constante de acidez del CH_3COOH, Ka = $1{,}8\cdot10^{-5}$.

$$pH = -\log[H_3O^+] \rightarrow 2.37 = -\log[H_3O^+] \rightarrow \mathbf{[H_3O^+] = 4.266\cdot10^{-3}\ M}$$

	CH_3-COOH	+ H_2O	↔ CH_3-COO^-	+ H_3O^+
C_0	C			
C_{eq}	C - x		x	x
	$C - 4.266\cdot10^{-3}$		$4.266\cdot10^{-3}$	$\mathbf{4.266\cdot10^{-3}}$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-]_{eq}\,[H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} \rightarrow 1.8\cdot10^{-5} = \frac{\left(4.266\cdot10^{-3}\right)^2}{C - 4.266\cdot10^{-3}} \rightarrow \mathbf{[CH_3COOH]_0 = 1.015\ M}$$

$$\alpha = \frac{\text{reaccionado}}{\text{total}}\cdot 100 = \frac{4.266\cdot10^{-3}}{1.015}\cdot 100 \rightarrow \mathbf{\alpha = 0.42\%}$$

2.- En un recipiente de 3 litros se introducen inicialmente 2 moles del compuesto A y 2 moles del compuesto B y se calienta a 500ºC hasta que se alcanza el equilibrio indicado por la reacción: A (g) + B (g) ↔2C (g). Sabiendo que la fracción molar del compuesto C en la mezcla en equilibrio es 0,6, calcula:

a) Las concentraciones de todos los compuestos en el equilibrio.
b) El valor de las constantes de equilibrio Kc y Kp.
c) La presión total en el recipiente cuando se alcanza el equilibrio a 500ºC.

	A (g)	+ B (g)	↔ 2 C (g)	V=3L
n_o	2	2		T = 773K
				$\chi_{C.eq} = 0.6$
n_{eq}	2 - x	2 - x	2x	

$$n_T = (2 - x) + (2 - x) + 2x \rightarrow \mathbf{n_T = 4} \rightarrow \chi_{C.eq} = \frac{n_C}{n_T} \rightarrow 0.6 = \frac{2x}{4} \rightarrow \mathbf{x = 1.2}$$

$\mathbf{[A]_{eq} = [B]_{eq} = 0.26\ M}$ $\mathbf{[C]_{eq} = 0.8\ M}$

$$K_C = \frac{[C]^2_{eq}}{[A]_{eq}\cdot[B]_{eq}} = \frac{0.8^2}{0.26^2} \rightarrow \mathbf{K_C = 9.46}$$

$$K_P = K_C\cdot(R\cdot T)^{\Delta n} = 9.46\cdot(0.082\cdot 773)^0 \rightarrow \mathbf{K_P = 9.46}$$

$$P_T = \frac{n_T\cdot R\cdot T}{V} = \frac{4\cdot 0.082\cdot 773}{3} \rightarrow \mathbf{P_T = 84.51\ atm}$$

3.- Se tienen tres elementos cuyas configuraciones electrónicas para la capa de valencia son: A: $3s^2\ 3p^3$; B: $3s^2\ 3p^5$; C: $3s^1$. Indica razonadamente:

a) El orden creciente de sus radios atómicos.
b) La fórmula del compuesto B-C y la de uno de los posibles compuestos A-B.
c) El tipo de enlace en cada uno de estos compuestos.

a) Viendo las configuraciones electrónicas de la capa de valencia podemos decir que los tres elementos se encuentran en el tercer periodo y que se encuentran en los grupos:
   - A: grupo 15 (nitrogenoideos): fósforo
   - B: grupo 17 (halógenos): cloro
   - C: grupo 1 (alcalinos): sodio

www.clasesalacarta.com

El radio atómico es una propiedad periódica que decrece al avanzar en un período de izquierda a derecha. Debido a que va aumentando la carga nuclear de los átomos, mientras que el electrón diferenciador se va situando en el mismo nivel energético. Esto hace que la fuerza de atracción entre los protones del núcleo y los electrones vaya creciendo al avanzar en el período provocando una contracción del volumen del átomo o lo que es lo mismo, una disminución del radio atómico. Por tanto, el orden creciente del radio atómico será: **B (Cl) < A (P) < C (Na).**

b) B: Cl: el ión más frecuente es el cloruro Cl^{-1}, ya que así acepta el electrón que le hace falta para adquirir la configuración de gas noble.
C: Na: el ión más frecuente es el catión monopositivo Na^{+}, cediendo así el electrón que le sobra para adquirir la configuración más estable.
Por tanto, el Na le cederá su electrón al Cl, estableciéndose un **enlace iónico** entre ambos, así se forma el cloruro sódico: **NaCl**.
A: P: uno de los iones que forma es el P^{3+}, que al combinarse con tres Cl^{-} forman el tricloruro de fósforo: **PCl_3**, comparten tres pares de electrones, por tanto se forman **tres enlaces simples covalentes**.

4.- Dada la celda galvánica $Al/Al^{3+}//Cu^{2+}/Cu$, indica razonadamente:
a) ¿Cuál de los dos electrodos tendrá mayor potencial de reducción?
b) Las reacciones anódica y catódica.

a) En la anotación de la pila se observa que el **aluminio** es el **ánodo** (se oxida) y el **cobre** es el **cátodo** (se reduce). En estas celdas el ánodo lo forma siempre el par con potencial estándar de reducción más negativo o menos positivo, mientras que el cátodo lo forma el par con Eº más positivo o menos negativo, por lo que, el **electrodo de Cu**, cátodo, es el que tiene **mayor potencial de reducción,** mientras que el de **Al**, ánodo, es el que tiene un potencial de reducción **menor**.

b) La reacción anódica es la oxidación del átomo de aluminio, mientras que la reacción catódica es la reducción del catión cobre. Estas reacciones son:

Ánodo: $Al \rightarrow Al^{3+} + 3\ e^{-}$ **Cátodo: $Cu^{2+} + 2\ e^{-} \rightarrow Cu$**

5.- El nailon-6,6 es una poliamida que se produce por reacción entre la 1,6-hexanodiamina y el ácido hexanodioico. Se utiliza en cuerdas, hilo para neumáticos, prendas, etc. Formula los monómeros constituyentes y una unidad esquemática del polímero.

$HOOC\text{-}(CH_2)_4\text{-}COOH$ + $H_2N\text{-}(CH_2)_6\text{-}NH_2$ $\xrightarrow{-\ H_2O}$ $[\text{-}OC\text{-}(CH_2)_4\text{-}CO\text{-}NH\text{-}(CH_2)_6\text{-}NH\text{-}]$

Ácido hexanodioico 1,6-hexanodiamina **Nylon 6,6**

www.clasesalacarta.com