



QUÍMICA JUNIO 2009

EJERCICIO RESUELTO.

BLOQUE 1

- A. Ordene los siguientes átomos: C (Z = 6), Si (Z = 14), Ca (Z = 20) y Sr (Z = 38), en orden creciente de su:
- Primera energía de ionización.
 - Primera afinidad electrónica.
 - Radio atómico.
- Justifique su respuesta. **(1,50 puntos)**
- B. En el siguiente grupo de átomos e iones: F (Z = 9), N (Z = 7), S²⁻ (Z = 16), Mg²⁺ (Z = 12), indique aquél que tenga el mayor número de electrones desapareados en su estado fundamental. **(1,00 punto)**

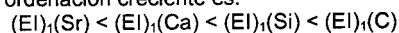
Solución:

Apartado A: **(1,50 puntos)**

i) El primer **potencial de ionización** aumenta hacia la derecha en un período y disminuye al descender en un grupo. **(0,25 puntos)**

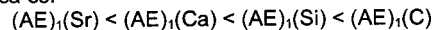
El Ca y el Sr son metales alcalino-térreos (grupo 2) que pertenecen a los períodos 4 y 5, respectivamente. En el caso del par C, Si, son elementos del bloque p (grupo 4) y de los períodos 2 y 3, respectivamente. **(0,50 puntos)**

Luego la ordenación creciente es:



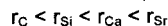
ii) La primera **afinidad electrónica** de los átomos aumenta hacia la derecha en un período y disminuye al descender en un grupo. **(0,25 puntos)**

Para los átomos indicados, dada su posición en la tabla periódica, la ordenación creciente según su primera afinidad electrónica es:



iii) El **radio atómico** disminuye hacia la derecha en un período y aumenta al descender en un grupo. **(0,25 puntos)**

De acuerdo con estas tendencias, la ordenación creciente de tamaños es:



Si las **tres** ordenaciones son correctas **(0,25 puntos)**

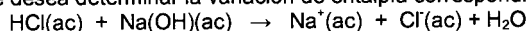
Apartado B: **(1,00 puntos)**

F (Z = 9)	1s ² ,2s ² 2p ⁵	1 electrón desapareado	(0,25 puntos)
N (Z = 7)	1s ² ,2s ² 2p ³	3 electrones desapareados	(0,25 puntos)
S ²⁻ (Z = 16)	1s ² ,2s ² 2p ⁶ ,3s ² 3p ⁶	0 electrones desapareados	(0,25 puntos)
Mg ²⁺ (Z = 12)	1s ² ,2s ² 2p ⁶	0 electrones desapareados	(0,25 puntos)

Si tiene las cuatro configuraciones bien pero no indica el número de electrones desapareados **(0,50 puntos)**. Si escribe correctamente las cuatro configuraciones e indica que el N es el de mayor número de electrones desapareados **(1,00 puntos)**.

BLOQUE 2

En el laboratorio se desea determinar la variación de entalpía correspondiente a la reacción:



- Dibuje el montaje experimental necesario indicando los nombres de los instrumentos que se deben utilizar. **(0,75 puntos)**
- Al mezclar 50 mL de HCl(ac) 2M, a 20°C, con otros 50 mL de Na(OH)(ac) 2M, a 20°C, la temperatura del sistema varía de 20°C a 39,5°C. Calcule el valor de ΔH para la reacción, en kJ/mol, e indique si la reacción será endotérmica o exotérmica. **(1,75 puntos)**

Datos:

$$C_e(\text{disolución}) \approx C_e(\text{agua}) = 4,18 \text{ kJ/kg K.}$$

$$\text{Equivalente calorífico en agua del calorímetro } (C_{\text{calorímetro}}) = 3,8 \times 10^{-2} \text{ kJ/K.}$$

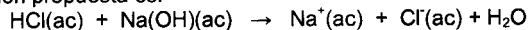
Considere las disoluciones de HCl(ac) y Na(OH)(ac) como diluidas y su densidad igual a la del agua (1,0 × 10³ kg/m³).

Solución:

Dibujar el esquema de un calorímetro en el que figuren: vaso de poliestireno con tapadera y mezcla de reacción **(0,25 puntos)**, termómetro **(0,25 puntos)**, agitador **(0,25 puntos)**.

ii.

La reacción propuesta es:



Se mezclan 50 mL de HCl(ac) 2M + 50 mL de NaOH(ac) 2M y la variación de temperatura es:

$$\Delta T = 39,5 - 20 = 19,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{reacción}} + (Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} + (Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}} = 0 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$Q_{\text{reacción}} = - [(Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} + (Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}}]$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}} = C_{\text{calorímetro}} \times \Delta T \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{calorímetro}} = (3,8 \times 10^{-2}) (\text{Kj/K}) \times (19,5) (\text{K}) = 0,74 \text{ Kj}$$

$$(Q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} = m_{\text{disolución}} \times (C_e)_{\text{disolución}} \times \Delta T \quad \text{(0,25 puntos)}$$



$$(q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} = [5,0 \times 10^{-2} \text{ kg(HCl)}_{\text{ac}} + 5,0 \times 10^{-2} \text{ kg(NaOH)}_{\text{ac}}] \times (4,18 \text{ kJ/kgK}) \times 19,5 \text{ (K)}$$

$$(q_{\text{abs}})_{\text{mezcla}} = 8,15 \text{ kJ}$$

$$q_{\text{reacción}} = -(0,74 + 8,15) = -8,89 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H_{\text{reacción}} = \frac{q_{\text{reacción}}}{n_{\text{formados}}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$n_{\text{formados}} = 0,1 \text{ moles} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H_{\text{reacción}} = \frac{-8,89 \text{ kJ}}{0,1 \text{ moles}} = -88,9 \text{ kJ/mol}$$

La reacción es exotérmica (0,25 puntos)

Si le sale $\Delta H > 0$ e indica que la reacción es endotérmica (0,25 puntos)

BLOQUE 3

A 35°C La constante K_P para la reacción: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ tiene un valor de 0,32.

- Calcule el valor de K_C a la misma temperatura. **(0,50 puntos)**
- Si se introducen 0,2 moles de NO_2 en un recipiente vacío de 10L y se calienta a 35°C, determine la composición de la mezcla gaseosa y la presión en el interior del recipiente una vez alcanzado el equilibrio. **(1,50 puntos)**
- Si posteriormente se reduce el volumen a la mitad, manteniendo constante la temperatura, explique de forma cualitativa el sentido en el que va a evolucionar la reacción. **(0,50 puntos)**

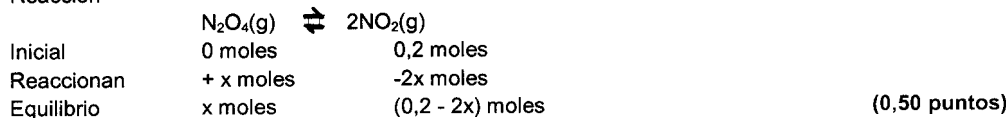
Datos: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

$$K_P = K_C(RT)^{\Delta n} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n} \quad K_C = (0,32)(0,082 \times 308)^{-1} = 1,27 \times 10^{-2} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ii. Reacción



$$[\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{equilibrio}} = \frac{x \text{ moles}}{10 \text{ L}} \quad [\text{NO}_2]_{\text{equilibrio}} = \frac{(0,2 - 2x) \text{ moles}}{10 \text{ L}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$K_C = 1,27 \times 10^{-2} = \frac{\left(\frac{0,2 - 2x}{10}\right)^2}{\frac{x}{10}} = \frac{(0,2 - 2x)^2}{10x} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$4x^2 - 0,927x + 0,04 = 0$$

$$x = \frac{+0,927 \pm \sqrt{0,86 - 0,64}}{8} \quad x_1 = 0,175 \text{ moles No válida}$$

$$x_2 = 0,057 \text{ moles Válida} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$(n_{\text{N}_2\text{O}_4})_{\text{equilibrio}} = 0,057 \text{ moles}$$

$$(n_{\text{NO}_2})_{\text{equilibrio}} = 0,086 \text{ moles}$$

Presión en el interior:

$$P_T = \frac{n_T RT}{V} \quad P_T = \frac{0,143}{10} \times 0,082 \times 308 = 0,36 \text{ atm} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

- La reducción de volumen equivale a un aumento de la presión. De acuerdo con el principio de Le Chatelier: "Un aumento de la presión del sistema hace que éste reaccione en el sentido de producir menor número de moles gaseosos". **(0,25 puntos)**

En consecuencia, al reducir el volumen a la mitad, el sistema reacciona en el sentido de producir $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. **(0,25 puntos)**

BLOQUE 4

Se dispone en el laboratorio de 1,00 L de disolución acuosa de ácido acético (CH_3COOH) 0,5M (constante de acidez $1,8 \times 10^{-5}$)



- i. Calcule el grado de disociación del ácido acético, la concentración de las especies presentes y el pH de la disolución. **(1,50 puntos)**
- ii. Otra disolución del laboratorio se obtuvo por dilución de la anterior pero quien la preparó no recuerda la cantidad de agua que añadió a la disolución 0,5M. Para averiguarlo midió el pH de la disolución diluida que resultó ser 3,00. ¿Cuál es la concentración de la disolución diluida? **(1,00 punto)**

Solución:

(1,50 puntos)



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{C_0\alpha C_0\alpha}{C_0(1-\alpha)} = \frac{C_0\alpha^2}{1-\alpha} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$C_0\alpha^2 + K_a\alpha - K_a = 0 \text{ ó simplificando } K_a \approx C_0\alpha^2$$

$$\alpha = 6 \times 10^{-3} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{equilibrio}} = C_0(1-\alpha) = 0,5 \times (1 - 6 \times 10^{-3}) = 0,497 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{equilibrio}} = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{equilibrio}} = C_0\alpha = 0,5 \times 6 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 3 \times 10^{-3} = 2,52 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ii. **(1,00 puntos)**

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{X \cdot X}{C_0 - X} = \frac{X^2}{C_0 - X} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\frac{X^2 + K_a X}{K_a} = \frac{(10^{-3})^2 + 1,8 \times 10^{-5} \times 10^{-3}}{1,8 \times 10^{-5}}$$

$$C_0 = 0,057 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

BLOQUE 5

Dada la siguiente tabla de potenciales estándar de reducción:

$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$	$E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$	$E^\circ(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+})$	$E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-)$
0,77 V	1,51 V	1,33 V	1,36 V

- i. Ordene de mayor a menor fuerza oxidante los siguientes reactivos: cloruro de hierro(III), permanganato de potasio, dicromato de potasio y cloro. ¿Podría el permanganato de potasio oxidar los iones cloruro a cloro? ¿Y el dicromato de potasio? Razonar las respuestas. **(0,75 puntos)**
- ii. Escriba la siguiente reacción y ajústela por el método del ión-electrón: Dicromato de Potasio + Cloruro de Hierro(II) + Ácido Clorhídrico → Cloruro de Cromo(III) + Cloruro de Hierro(III) + Cloruro de Potasio + Agua **(1,00 punto)**
- iii. Para oxidar el hierro(II) presente en una disolución se necesitaron 20 mL de dicromato de potasio 0,5M. ¿Cuántos gramos de hierro(II) había en dicha disolución? **(0,75 puntos)**

Datos: Masa atómica del hierro (u) = 55,9.

Solución:

i. **(0,75 puntos)**

El poder oxidante de una sustancia aumenta al aumentar el potencial estándar de reducción (más positivo). Por tanto, de mayor a menor fuerza oxidante:

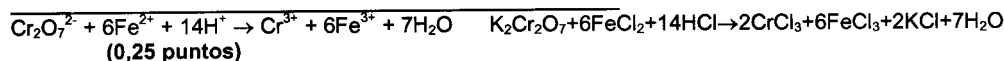
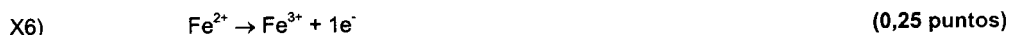
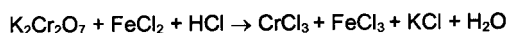


Sí, porque el potencial de reducción estándar del par $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ es mayor que el del par Cl_2/Cl^- . **(0,25 puntos)**

No, porque el potencial de reducción estándar del par $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ es menor que el del par Cl_2/Cl^- . **(0,25 puntos)**



ii. (1,00 puntos)



iii. (0,75 puntos)

$$0,020 \text{ L K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \frac{0,5 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1 \text{ L K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{6 \text{ mol Fe(II)}}{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$$

$$\frac{55,9 \text{ g Fe(II)}}{1 \text{ mol Fe(II)}} = 3,35 \text{ g Fe(II)}$$

BLOQUE 6

A. Escriba las fórmulas desarrolladas de los siguientes compuestos orgánicos (0,75 puntos):

- Trimetilamina
- 2-metil-pentanodial
- Dietil éter

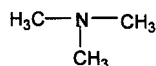
B. Escriba y nombre los isómeros geométricos (cis-trans) del alqueno con fórmula molecular C_4H_8 . (0,75 puntos)

C. Escriba y nombre el compuesto que se forma en la reacción de ácido acético con etanol. ¿Qué nombre recibe este tipo de reacción? ¿Por qué? (1,00 punto)

Solución:

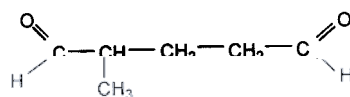
Apartado A: (0,75 puntos)

Trimetilamina



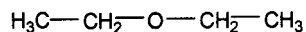
(0,25 puntos)

ii. 2-metil-pentanodial



(0,25 puntos)

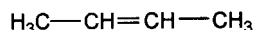
iii. Dietiléter



(0,25 puntos)

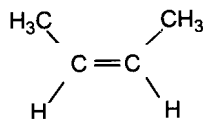
Apartado B: (0,75 puntos)

C_4H_8

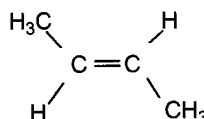


(0,25 puntos)

Isómeros geométricos:



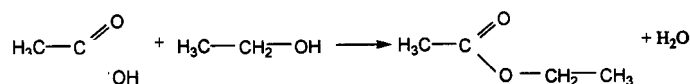
cis-2-buteno
(0,25 puntos)



trans-2-buteno
(0,25 puntos)

Apartado C (1,00 puntos)

Reacción:



(0,50 puntos)

Nombre del compuesto formado: Acetato de etilo

(0,25 puntos)

Es una reacción de esterificación, porque se forma un éster

(0,25 puntos)