



PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO  
160 QUÍMICA. JUNIO 2016

**OPCIÓN A**

1. Responda razonadamente a las siguientes cuestiones:

- a. ¿Por qué el punto de ebullición del etanol ( $C_2H_5OH$ ) es aproximadamente  $103\text{ }^\circ C$  mayor que el del dimetiléter ( $CH_3OCH_3$ ) si ambas especies responden a la misma fórmula molecular? (1 punto)

Dado que en la molécula de etanol existe un hidrógeno unido a un elemento muy electronegativo, el oxígeno, el enlace O-H se halla muy polarizado y por tanto se establecen enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas de etanol.

Sin embargo, en la molécula de dimetiléter no existe ningún hidrógeno unido a elemento muy electronegativo, por lo que las fuerzas intermoleculares por puente de hidrógeno no existen en esta sustancia. Las únicas fuerzas existentes entre las moléculas de dimetiléter son las de Van der Waals, que presentan menor intensidad que las de puente de hidrógeno. Por consiguiente, el cambio de fase de líquido a vapor implica un mayor suministro de energía en el etanol por la necesidad de vencer las fuerzas intermoleculares por puente de hidrógeno.

- b. ¿Por qué el ángulo entre los enlaces O—S—O en el  $SO_2$  es de aproximadamente  $119^\circ$ , mientras que el ángulo entre los enlaces H—O—H en el  $H_2O$  es menor de  $109,5^\circ$ , si ambas sustancias presentan geometría angular? (1 punto)

Si establecemos las estructuras de Lewis de las dos moléculas:



Vemos que, aunque las geometrías moleculares son angulares, el número de dominios de electrones sobre el átomo central es diferente en cada caso y, por tanto, según la TRPEV las geometrías de los grupos de electrones difieren.

$SO_2$ : S presenta tres dominios de electrones: un par solitario y dos de enlace, ya que tanto el doble enlace como el sencillo se cuentan como un par. Por consiguiente, según la TRPEV la geometría de los tres dominios sería trigonal-plana y la de la molécula, sabiendo que un par de electrones es no enlazante, será angular. El ángulo O-S-O debería ser  $120^\circ$ ; sin embargo, la repulsión con el par de electrones solitario provoca un acercamiento, siendo el ángulo real de  $119^\circ$ .

$H_2O$ : O presenta cuatro dominios de electrones: dos enlazantes y dos antienlazantes. Según la TRPEV la geometría de reparto de los dominios será tetraédrica, pero como solo hay dos pares enlazantes, la molécula será angular. Y siendo el ángulo teórico entre los enlaces de  $109,5^\circ$ , realmente es menor por el acercamiento que sufren como consecuencia de la repulsión con los dominios no enlazantes.

2. Calcule el pH de las siguientes disoluciones acuosas:

- a. NaOH,  $2 \times 10^{-5}$  M. (0,5 pts)

Se trata de una base fuerte, encontrándose totalmente dissociada en disolución acuosa:  $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ .

Por tanto, la concentración de grupos hidróxido es igual a  $2 \times 10^{-5}$  M.

$$\text{pOH} = -\log(2 \times 10^{-5}) = 4,7$$

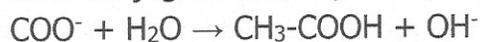
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 9,3$$

b.  $\text{CH}_3\text{-COONa}$ , 0,5 M. (1,5 pts)

Se trata de una sal, encontrándose totalmente disociada en disolución acuosa:



El catión  $\text{Na}^+$ , procedente de una base fuerte, actúa como ácido conjugado débil y no sufre hidrólisis. Sin embargo, el anión acetato, al proceder de ácido débil, actúa como base conjugada fuerte y sí sufre hidrólisis:



$$K_h = \frac{[\text{AcH}][\text{OH}^-]}{[\text{Ac}^-]} = \frac{[\text{AcH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{Ac}^-][\text{H}^+]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,85 \cdot 10^{-5}} = 5,4 \cdot 10^{-10}$$

$$K_h = 5,4 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{c-x} = \frac{x^2}{c}$$

Hemos supuesto que  $c \gg x$ .

$x = (2,7 \cdot 10^{-10})^{1/2} = 1,64 \cdot 10^{-5}$  M. El valor obtenido para  $x$  demuestra que la suposición anterior es correcta.

$$[\text{OH}^-] = 1,64 \cdot 10^{-5} \text{ M}; \quad \text{pOH} = 4,78; \quad \text{pH} = 9,2$$

3. Formule o nombre los siguientes compuestos: (2 puntos)

a)  $\text{BH}_3$  Borano / Trihidruro de boro

b)  $\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$  Hidrogenosulfato de hierro(II)  
Hidroxidotrioxidosulfato(1-) de hierro(2+)  
Bis[hidrogeno(tetraoxidosulfato)] de hierro

c)  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  Ácido crómico  
Dihidrogeno(tetraoxidocromato)  
Dihidroxidodioxidocromo

d)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$  Propanoato de etilo

e)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-NH}_2$  Butan-2-amina

f) peróxido de cobre(I)  $\text{Cu}_2\text{O}_2$

g) fosfato de calcio  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

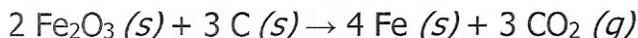
h) cloroformo  $\text{CHCl}_3$

i) ácido pentanodioico  $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

j) 4-metilocta-2,6-diino  $\text{H}_3\text{C-C}\equiv\text{C-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO  
160 QUÍMICA. JUNIO 2016

4. Calcule a partir de qué temperatura la siguiente reacción será espontánea:



Sabiendo que la entalpía estándar de formación de  $\text{CO}_2 (g)$  es igual a  $-393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$  y la del  $\text{Fe}_2\text{O}_3 (s)$  es  $-824 \text{ kJ/mol}$ . Las entropías estándar son:  $213,7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  para  $\text{CO}_2 (g)$ ;  $27,2 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  para  $\text{Fe} (s)$ ;  $87,4 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  para  $\text{Fe}_2\text{O}_3 (s)$  y  $5,7 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$  para  $\text{C} (s)$ . (2 pts)

La reacción será espontánea si  $\Delta G < 0$ .

Dado que  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ , procedemos al cálculo de  $\Delta H$  y  $\Delta S$  para dicha reacción.

$$\Delta H_r^o = \sum n_p \cdot \Delta H_f^o(\text{productos}) - \sum n_r \cdot \Delta H_f^o(\text{reactivos})$$

Teniendo en cuenta que la entalpía de formación estándar de un elemento puro en su forma más estable es cero:

$$\Delta H_r^o = [3 (-393,5) + 4 \cdot 0] - [2 (-824) + 3 \cdot 0] = -1180,5 + 1648 = 467,5 \text{ kJ}$$

La variación de entropía estándar de la reacción se calcula según:

$$\Delta S_r^o = \sum n_p \cdot S^o(\text{productos}) - \sum n_r \cdot S^o(\text{reactivos})$$

$$\Delta S_r^o = [4 (27,2) + 3 (213,7)] - [2 (87,4) + 3 (5,7)] = 108,8 + 641,1 - 174,8 - 17,1 = 558 \text{ J} = 0,558 \text{ kJ}$$

$$\Delta G = 467,5 - T \cdot 0,558 = 0$$

$$T = 837,8 \text{ K}$$

Por tanto, la reacción será espontánea a  $T$  superiores a  $837,8 \text{ K}$ , ya que para esos valores  $\Delta G < 0$ .

5. La combustión de  $0,5 \text{ g}$  del compuesto orgánico 2,2,3-trimetilbutano ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ) produjo  $650 \text{ mL}$  de  $\text{CO}_2$  medidos a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $1 \text{ atm}$  de presión.

a. Calcule el rendimiento de la reacción (1,5 pts)



$$\text{Masa molecular de } \text{C}_7\text{H}_{16} = 12 \times 7 + 16 = 100$$

$$\text{Moles de } \text{C}_7\text{H}_{16} = 0,5 / 100 = 0,005$$

Calculamos los moles de  $\text{CO}_2$  producidos:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ;

$$1 \cdot 0,65 = n \cdot 0,082 \cdot 273$$

$$n = 0,029$$

Según la estequiometría de la reacción:  $1 \text{ mol C}_7\text{H}_{16} \text{ ----- } 7 \text{ moles CO}_2$   
 $0,005 \text{ ----- } x$

$$x = 0,035 \text{ moles}$$

Por tanto, si el rendimiento de la reacción fuese del 100%, se producirían 0,035 moles:

$0,035 \text{ moles ----- } 100\%$   
 $0,029 \text{ ----- } x$

$$X = 82,86\%$$

El rendimiento de la reacción es del 82,86%.

b. Calcule el número de moléculas de  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  contenidas en los 0,5 g del compuesto (0,5 ptos)

Ya que un mol de materia corresponde a la cantidad de dicha materia que contiene tantas unidades (átomos, moléculas, iones...) como el valor del número de Avogadro, y dado que 0,5 g de  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  son 0,005 moles; el número de moléculas será igual a

$$6,023 \cdot 10^{23} \cdot 0,005 = 3,01 \cdot 10^{21}$$

Dato: Masas atómicas: C=12; H=1; R=0,082 atm L mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>; N<sub>AV</sub>=6,023 x 10<sup>23</sup>

## OPCIÓN B

1. Considere tres elementos (A, B y C) cuyas configuraciones electrónicas en el nivel de mayor energía son:  $3s^2 3p^3$  para A;  $3s^2 3p^4$  para B y  $3s^2 3p^5$  para C.

a. Indique el grupo de la Tabla Periódica al que pertenece cada uno de ellos (0,5 puntos)

A: 15 ó 5A ó nitrogenoideos.

B: 16 ó 6A ó anfígenos

C: 17 ó 7A ó halógenos

b. Indique razonadamente el orden esperado para sus radios atómicos (0,75 puntos)

A>B>C: Este orden se explica teniendo en cuenta que los tres elementos pertenecen a la misma fila de la Tabla Periódica y que el radio atómico tiende a disminuir de izquierda a derecha dentro de cada periodo. El factor principal de esta tendencia es el aumento en la carga nuclear efectiva hacia la derecha, que incrementa la fuerza con que son atraídos los electrones que se hallan dentro del mismo nivel energético.

c. Indique razonadamente el orden esperado en sus energías de ionización (0,75 puntos)  
 C>B>A: Dado que la energía de ionización (I) es la energía mínima requerida para separar un electrón de un átomo neutro, a mayor I mayor dificultad para separar dicho electrón. Dentro de un periodo de la Tabla, I aumenta hacia la derecha, lo que puede explicarse teniendo en cuenta que la configuración electrónica de los elementos indicados cada vez se

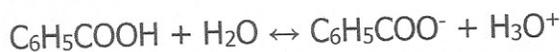


PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO  
160 QUÍMICA. JUNIO 2016

acerca más a la configuración estable de gas noble ( $ns^2 np^6$ ) y/o porque el radio atómico es menor para C y por tanto el electrón a arrancar está más fuertemente atraído por el núcleo.

2. Si una disolución de ácido benzoico ( $C_6H_5COOH$ ) de concentración 0,01 M está ionizada al 7,6%, calcule:

a. La constante de ionización de dicho ácido (1 pto)



$$K_a = \frac{c \alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{0,01 \cdot 0,076^2}{1 - 0,076} = \frac{5,776 \cdot 10^{-5}}{0,924} = 6,25 \cdot 10^{-5}$$

b. El pH de dicha disolución. (0,5 ptos)

$$[H_3O^+] = c\alpha = 0,01 \cdot 0,076 = 7,6 \cdot 10^{-4} \text{ M}; \quad \text{pH} = 3,12$$

c. La concentración de ácido benzoico sin ionizar que se halla presente en el equilibrio. (0,5 ptos)

$$[C_6H_5COOH] = c(1-\alpha) = 0,01(1-0,076) = 9,24 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

3. Formule o nombre los siguientes compuestos: (2 puntos)

a)  $Al(OH)_3$  Trihidróxido de aluminio  
Hidróxido de aluminio

b)  $Ni(ClO_3)_3$  Clorato de níquel(III)  
Trioxidoclorato(1-) de níquel(III)  
Tris(trioxidoclorato) de níquel

c)  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CO-NH_2$  Hexanamida

d)  $CH_3-CHCl-CHCl-CH=CH_2$  3,4-Dicloropent-1-eno / 3,4-Dicloro-1-penteno

e)  $CH_3-NH-CH_3$  Dimetilamina / N-Metilmetanamina

f) ácido carbónico  $H_2CO_3$

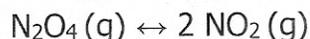
g) óxido de oro(III)  $Au_2O_3$

h) hidrógenosulfuro de amonio  $NH_4HS$

i) glicerol  $HOCH_2-CHOH-CH_2OH$

j) 2-etil-5-metilhexanal  $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-CHO$

4. En un recipiente de 10 L de capacidad se introducen 55,2 g de  $N_2O_4$  a 75,2 °C, descomponiéndose de acuerdo con la siguiente reacción:



Sabiendo que en el equilibrio la presión total del recipiente es de 1520 mm de Hg, calcule:

- a. El número de moles de cada sustancia en el equilibrio (1 punto)

$$\text{Masa molecular de } N_2O_4 = 14 \cdot 2 + 16 \cdot 4 = 92$$

$$\text{Moles de } N_2O_4 = 55,2 / 92 = 0,6$$



$$\text{Moles iniciales:} \quad 0,6 \quad 0$$

$$\text{Moles en equilibrio:} \quad 0,6-x \quad 2x$$

Cálculo del nº total de moles en el equilibrio:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ;

$$(1520/760) \cdot 10 = n_T \cdot 0,082 \cdot (75,2 + 273)$$

$$n_T = 0,7$$

$$n_T = 0,6 - x + 2x = 0,6 + x = 0,7; \quad x = 0,1 \text{ moles}$$

$$\text{moles } NO_2 = 2x = 0,2$$

$$\text{moles } N_2O_4 = 0,6 - x = 0,5$$

- b. El valor de  $K_p$  a 75,2 °C (0,75 ptos)

Calculamos las fracciones molares de las dos especies:

$$x_{NO_2} = 0,2/0,7 = 0,286$$

$$x_{N_2O_4} = 0,5/0,7 = 0,714$$

$$K_p = \frac{(x_{NO_2} \cdot P)^2}{x_{N_2O_4} \cdot P} = \frac{(0,286 \cdot 2)^2}{0,714 \cdot 2} = 0,228$$

$$\text{Otro modo: } K_c = 0,02^2/0,05 = 8 \cdot 10^{-3}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = 8 \cdot 10^{-3} (0,082 \cdot 348,2)^1 = 0,228$$

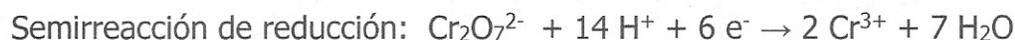
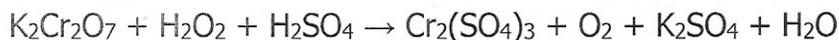
- c. Indique razonadamente cómo evolucionaría el equilibrio al disminuir el volumen del sistema (0,25 puntos)

El equilibrio se desplazaría hacia el término de la reacción donde hay menor número de moles gaseosos; es decir, hacia la izquierda, aumentando la concentración de  $N_2O_4$ .

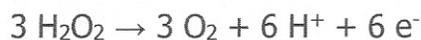
Datos:  $R=0,082 \text{ atm L/mol K}$

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO  
160 QUÍMICA. JUNIO 2016

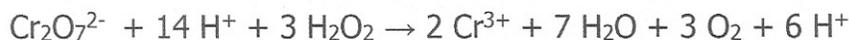
5. Ajuste la siguiente reacción de oxidación-reducción usando el método del ion-electrón: (2 puntos)



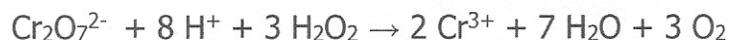
Multiplicamos por 3 la reacc. de oxidación para igualar el nº de e- intercambiados:



Sumamos las semirreacciones:



Simplificamos:



Ponemos en forma molecular:

