

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO
160 QUÍMICA. JUNIO 2015

OPCIÓN A

1. Dadas las siguientes sustancias químicas: NH_3 , Al , $\text{C}(\text{diamante})$ y MgCl_2 . Indique de forma razonada cuál de ellas:

- a. Es buena conductora del calor y la electricidad (0,5 puntos)
 Al

Los metales presentan elevadas conductividades térmicas y eléctricas, lo que se explica considerando una estructura con electrones muy libres, con gran facilidad de movimiento, que es típica de los metales. De las cuatro especies presentadas, solo Al presenta enlace metálico entre sus átomos.

- b. Presenta moléculas entre las que existen enlaces por puente de hidrógeno (0,5 puntos)
 NH_3

El enlace por puente de hidrógeno solo se produce entre moléculas conteniendo hidrógeno y un elemento muy electronegativo y de pequeño tamaño (tipo N, F, O). De las cuatro especies, solo amoníaco cumple estos requisitos.

- c. Presenta el mayor punto de fusión (0,5 puntos)
 $\text{C}(\text{diamante})$

Esta sustancia está formada por un número muy elevado de átomos unidos entre sí mediante enlace covalente, formando una red covalente. Este tipo de estructuras son extremadamente rígidas y necesitan grandes aportes de energía para pasar de estado sólido a líquido.

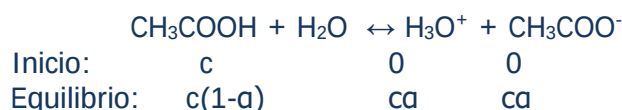
- d. Conduce la corriente eléctrica cuando se halla fundida o en disolución acuosa (0,5 puntos)
 MgCl_2

Las sustancias iónicas en la naturaleza se encuentran formando redes cristalinas, donde los iones carecen de movilidad, y por tanto no conducen la corriente eléctrica. Sin embargo, por ser una sustancia iónica es soluble en agua y cuando sus iones se hallan disociados sí presentan la movilidad suficiente para conducir la electricidad. Dicha movilidad también la presentan al fundirse.

2. Sabiendo que el pH de una disolución acuosa de ácido acético ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) es igual a 2,87; calcule:

- a. Grado de disociación del ácido en dicha disolución (1,5 puntos)
b. Concentración molar del ácido en dicha disolución (0,5 puntos)

Dato: $K_a(\text{CH}_3\text{-COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$



- a. $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,87} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ M} = c\alpha$

$$K_a = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{1,35 \cdot 10^{-3} \alpha}{1-\alpha} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

Despejando $\alpha=0,0132$

b. $1,35 \cdot 10^{-3} = c \cdot 0,013$

$c = 0,104 \text{ mol/L}$

Se acepta también como solución correcta la concentración del ácido en el equilibrio:
 $c(1-\alpha)=0,103 \text{ mol/L}$

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

- a) CaO_2 , b) H_2SO_3 , c) CuCrO_4 , d) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$, e) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$,
f) hidróxido de aluminio, g) hidrogenosulfuro de sodio, h) butanal, i) 4-metilfenol, j) ácido oxálico

a) Peróxido de calcio ó Dióxido de calcio ó Dióxido(2-) de calcio

b) Ácido sulfuroso ó Dihidróxidooxidoazufre ó Dihidrógeno(trioxidosulfato)

c) Cromato de cobre(II) ó Tetraoxidocromato(2-) de cobre(2+) ó Tetraoxidocromato de cobre

d) Propano-1,3-diol ó 1,3-Propanodiol

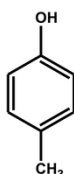
e) Metiletanamina ó Metiletilamina ó Etilmetilamina

f) $\text{Al}(\text{OH})_3$

g) NaHS

h) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$

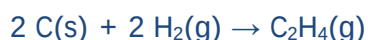
i)



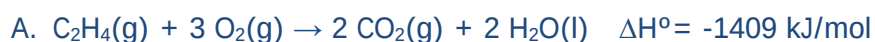
j) $\text{HOOC}-\text{COOH}$

4. Los calores de combustión bajo condiciones estándar de eteno (C_2H_4), carbono (para producir CO_2) e hidrógeno son -1409, -393,6 y -286 kJ/mol, respectivamente. A partir de estos datos:

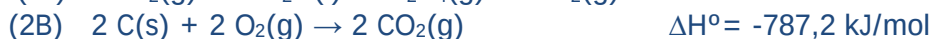
a. Calcule la entalpía de formación estándar del eteno (1 punto)



$$\Delta H^\circ_f (\text{C}_2\text{H}_4) = ?$$



La combinación $2\text{B}+2\text{C}-\text{A}$ da lugar a la reacción de formación de eteno:



$$\Delta H^\circ_f (\text{C}_2\text{H}_4) = 1409 - 787,2 - 572 = 49,8 \text{ kJ/mol}$$

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO
160 QUÍMICA. JUNIO 2015

- b. Justifique si la reacción de formación del eteno será espontánea bajo determinadas condiciones de temperatura (1 punto)

Para que una reacción química sea espontánea ha de cumplirse: $\Delta G < 0$.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

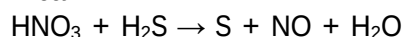
Para esta reacción química: $\Delta H > 0$ y

$\Delta S < 0$ (ya que disminuye el desorden al haber dos moles de especies gaseosas en reactivos y solo un mol en productos).

Por consiguiente: $\Delta G = \Delta H(+) - T\Delta S(-)$, la variación de energía libre será positiva a cualquier temperatura, ya que los dos términos de la suma son positivos.

La condición de espontaneidad no se cumple bajo ningún valor de T.

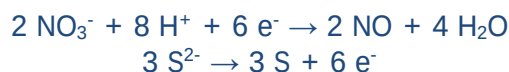
5. Considere la siguiente reacción química:



- a. Ajústela por el método del ion-electrón (1 punto)



Multiplicación por los factores correspondientes para igualar el número de electrones en ambas reacciones:



La reacción global en forma iónica será:



La reacción en forma molecular:



- b. Calcule el volumen de H_2S , medido a 55 °C y 780 mm de Hg, necesario para que reaccione con 10 mL de una disolución de HNO_3 de concentración 3 M (1 punto)

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

Moles de HNO_3 contenidos en 10 mL de una disolución 3 M:

$$\text{moles} = 0,01 \text{ L} \times 3 \text{ moles L}^{-1} = 0,03$$

Si cada 2 moles de HNO_3 reaccionan con 3 moles de H_2S , 0,03 moles de HNO_3 reaccionarán con 0,045 moles de ácido sulfhídrico.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$(780/760) \cdot V = 0,045 \cdot 0,082 \cdot (55 + 273)$$

$$V = 1,18 \text{ L}$$

OPCIÓN B

1. Un átomo del elemento A presenta la siguiente configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$. Justifique razonadamente la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a. Dicho átomo se halla en estado fundamental de energía (0,5 puntos)

Verdadero

La configuración electrónica muestra que los electrones se hallan ocupando los niveles de mínima energía, lo que corresponde al estado fundamental o basal de energía del átomo. La configuración electrónica cumple con el principio de Aufbau (también conocido como regla de Madelung o principio de construcción), que atiende a las configuraciones electrónicas en el estado de mínima energía.

- b. El elemento A pertenece al grupo de los halógenos (0,5 puntos)

Falso

Los elementos del grupo de los halógenos presentan la configuración $ns^2 np^5$ en su capa de valencia; esta configuración corresponde a la de los elementos del grupo 16, $ns^2 np^4$.

- c. $(4, 1, 2, -1/2)$ es un conjunto de números cuánticos posible para el electrón diferenciador de dicho átomo (0,5 puntos)

Falso

Ese conjunto de números cuánticos no es posible para ningún electrón, ya que si el número cuántico azimutal (l) toma el valor de 1, el número cuántico magnético (m) solo puede tomar los valores $-1, 0$ y $+1$; y en este caso muestra el valor de 2.

- d. La energía de ionización de A es mayor que la del elemento B, que se encuentra justamente a la derecha de A en la Tabla Periódica (0,5 puntos)

Falso

El elemento B tendrá en su capa de valencia la configuración electrónica $4s^2 4p^5$, lo que significa que se halla más cerca de alcanzar la configuración estable de 8 electrones en la capa de valencia que el elemento A; por tanto, se necesitará más energía para arrancarle un electrón.

Otro modo de justificar: Dado que A y B se hallan en el mismo periodo del Sistema Periódico y al avanzar hacia la derecha en un periodo aumenta la carga nuclear y los electrones son introducidos en la misma capa electrónica (a igual distancia del núcleo), estos se hallarán más fuertemente retenidos por el núcleo y se necesitará mayor aporte energético para arrancar un electrón.

2. Justifique, sin realizar cálculos numéricos, si las siguientes disoluciones son ácidas, básicas o neutras; explicando los procesos que tienen lugar:

- a. Disolución acuosa de cloruro de amonio (NH_4Cl) (1 punto)

En primer lugar, considerando que NH_4Cl es una sal, se disocia en medio acuoso según:



Ahora estudiamos el carácter ácido o básico de los iones formados frente al agua:

$Cl^-(aq) + H_2O(l) \rightarrow$ no hay reacción (ya que el ión cloruro procede de un ácido fuerte, por tanto se comporta como base conjugada débil)

Dado que el catión amonio procede de la base débil NH_3 (K_b aportada nos permite identificar al NH_3 como base débil), actuará como ácido conjugado fuerte, según:

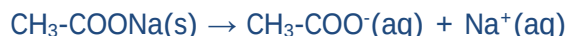


Por tanto, la producción H_3O^+ a la disolución provoca que muestre carácter ácido.

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO
160 QUÍMICA. JUNIO 2015

b. Disolución acuosa de acetato sódico ($\text{CH}_3\text{-COONa}$) (1 punto)

En primer lugar, considerando que $\text{CH}_3\text{-COONa}$ es una sal, se disocia en medio acuoso según:



Ahora estudiamos el carácter ácido o básico de los iones formados frente al agua:

$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow$ no hay reacción (ya que el catión sodio procede de una base fuerte, NaOH , y por tanto actúa como un ácido conjugado débil).

Dado que el anión acetato procede del ácido débil CH_3COOH (K_a aportada nos permite identificar al ácido como débil), actuará como base conjugada fuerte, según:



Por tanto, la producción de OH^- al medio, hace que la disolución tenga carácter básico.

Datos: $K_a(\text{CH}_3\text{-COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_b(\text{NH}_3) = 1,7 \cdot 10^{-5}$

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

a) Fe_2O_3 , b) $\text{Co}(\text{HSO}_4)_2$, c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_3$, d) $\text{CH}_3\text{-CO-NH}_2$, e) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$,
f) ácido hiponitroso, g) permanganato de potasio, h) hidruro de estroncio, i) tolueno,
j) 4-metil-2-hexino

a) Óxido de hierro(III) o Trióxido de dihierro u Óxido de hierro(3+)

b) Hidrogenosulfato de cobalto(II) ó Hidroxidotrioxidosulfato(1-) de cobalto(2+) ó Bis[hidrogeno(tetraoxidosulfato)] de cobalto.

c) Etilmetiléter ó Metoxietano

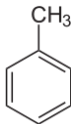
d) Etanamida

e) Pentan-3-ona ó 3-Pentanona.

f) HNO

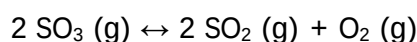
g) KMnO_4

h) SrH_2

i) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ ó 

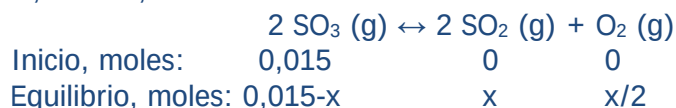
j) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$

4. En un recipiente de 1,0 L de capacidad se introducen 1,2 g de SO_3 y se calienta hasta 830°C , descomponiéndose el SO_3 de acuerdo con la siguiente reacción:



a. Sabiendo que en el equilibrio la presión total del recipiente es de 2 atm, calcule K_c (1,5 puntos)

moles de $\text{SO}_3 = 1,2/80 = 0,015$



El número de moles totales en el equilibrio (n), los calculamos a partir de la ecuación general de los gases:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$
$$2 \cdot 1 = n \cdot 0,082 \cdot (830 + 273)$$
$$n = 0,022$$

$$n = 0,015 - x + x + x/2 = 0,022$$
$$x = 0,014$$

Por tanto, en el equilibrio:

$$n^\circ \text{ de moles de } \text{SO}_3 = 0,015 - 0,014 = 0,001$$

$$n^\circ \text{ de moles de } \text{SO}_2 = 0,014$$

$$n^\circ \text{ de moles de } \text{O}_2 = 0,007$$

$$K_c = \frac{\left(\frac{0,014}{1}\right)^2 \left(\frac{0,007}{1}\right)}{\left(\frac{0,001}{1}\right)^2} = 1,372 \text{ mol/L (no se penaliza no poner las unidades)}$$

- b. Indique razonadamente como evolucionaría el equilibrio al aumentar la presión del sistema (0,5 puntos)

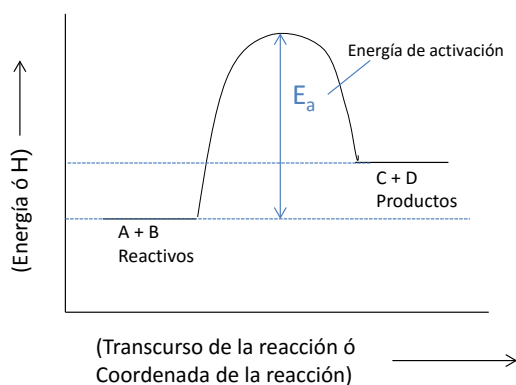
Al aumentar la presión del sistema el equilibrio se desplaza hacia la izquierda.

Dado que en reactivos es donde existe un número menor número de moles gaseosos, el equilibrio se desplaza aumentando la concentración de SO_3 .

Datos: Masas atómicas: S=32, O=16 g/mol; R=0,082 atm L/mol K

5. La energía de activación correspondiente a la reacción $A + B \rightarrow C + D$ es de 44,2 kJ/mol, mientras que para la reacción inversa es igual a 30,5 kJ/mol:

- a. Dibuje de forma detallada un diagrama entálpico que represente la reacción directa (1 punto)



PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD PARA EL ALUMNADO DE BACHILLERATO
160 QUÍMICA. JUNIO 2015

- b. Calcule la variación de entalpía de la reacción inversa, e indique razonadamente si es exotérmica o endotérmica (0,5 puntos)

$$\Delta H = H(A+B) - H(C+D) = E_a \text{ (reacción inversa)} - E_a \text{ (reacción directa)} = 30,5 - 44,2 = -13,7 \text{ kJ/mol}$$

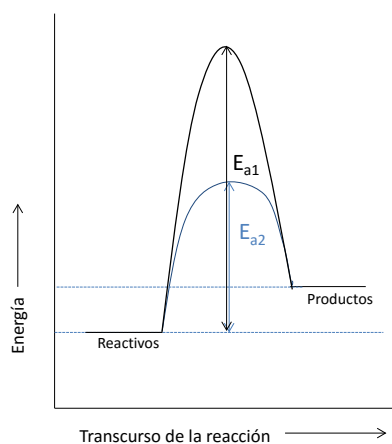
La reacción inversa es exotérmica ya que su ΔH es negativa.

- c. Dibuje un diagrama entálpico donde represente el efecto de un catalizador positivo (0,5 puntos)

E_{a1} = Energía de activación de la reacción en ausencia de catalizador

E_{a2} = Energía de activación de la reacción en presencia de un catalizador positivo.

$$E_{a2} < E_{a1}$$



También valdría un diagrama entálpico para una reacción exotérmica o de variación de entalpía nula.