

**Universidad de Castilla la Mancha – Selectividad – Junio 2007****Opción A**

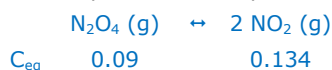
**1.-** En un recipiente cerrado se establece el equilibrio  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \leftrightarrow 2 \text{NO}_2(\text{g})$ , siendo las concentraciones de  $\text{N}_2\text{O}_4$  y  $\text{NO}_2$  0,090 y 0,134 M, respectivamente.

a) Calcula el valor de la constante de equilibrio  $K_c$ .

Si el volumen del recipiente se duplica:

b) Indica razonadamente hacia donde se desplaza el equilibrio de la reacción.

c) Calcula las nuevas concentraciones de cada compuesto en el equilibrio.



$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}} = \frac{0.134^2}{0.09} \rightarrow K_c = 0.199$$

Según el principio de Le Chatelier, si en un sistema en equilibrio se modifica algún factor (presión, temperatura, concentración,...) el sistema evoluciona en el sentido que tienda a oponerse a dicha modificación. En este caso, si duplicamos el volumen (diluímos a la mitad la concentración), la reacción se desplazará hacia donde haya mayor número de moléculas gaseosas, en este caso, se desplazará hacia la **derecha** (formación de productos).



$$C_0 \quad \frac{0.09}{2} \quad \frac{0.134}{2} \quad V' = 2V$$

$$C_{\text{eq}} \quad 0.045 - x \quad 0.067 + 2x$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]_{\text{eq}}^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}}} \rightarrow 0.199 = \frac{(0.067 + 2x)^2}{0.045 - x} \rightarrow \begin{cases} x_1 = -0.125 \\ x_2 = 8.8 \cdot 10^{-3} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} [\text{N}_2\text{O}_4]_{\text{eq}} = 0.0361 \text{ M} \\ [\text{NO}_2]_{\text{eq}} = 0.0847 \text{ M} \end{cases}$$

**2.-** La descomposición térmica del carbonato de calcio sólido da lugar a la formación de óxido de calcio sólido y dióxido de carbono gas. Calcula:

a) La entalpía estándar de la reacción de descomposición.

b) Los kg de óxido de calcio que se podrán obtener mediante dicha reacción utilizando 5000 kJ de energía, si el rendimiento de la misma es del 90%.

Datos:  $\Delta H^\circ_f$  en kJ mol<sup>-1</sup>:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) = -1209.6$ ;  $\text{CO}_2(\text{g}) = -392.2$ ;  $\text{CaO}(\text{s}) = -635.1$ . Masas atómicas: Ca=40 ; O=16



$$\Delta H^\circ_R = \sum \Delta H^\circ_f(\text{productos}) - \sum \Delta H^\circ_f(\text{reactivos}) = [-392.2 - 635.1] - [-1209.6] \rightarrow \Delta H^\circ_R = 182.3 \text{ kJ/mol}$$

$$5000 \text{ kJ} \cdot \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{182.3 \text{ kJ}} \cdot \frac{1 \text{ mol CaO}}{1 \text{ mol CaCO}_3} \cdot \frac{56 \text{ gr CaO}}{1 \text{ mol CaO}} \cdot \frac{90}{100} = 1382.33 \text{ gr CaO} = 1.382 \text{ kg CaO}$$

**3.-** Los puntos de fusión de tres sustancias son -22°C, 1410°C y 661°C. Se sabe que estas sustancias son Si, NaBr y CCl<sub>4</sub>. Indica razonadamente:

a) Cual punto de fusión corresponde a cada una de las sustancias;

b) Qué tipo de enlace se da entre los átomos respectivos de los compuestos NaBr y CCl<sub>4</sub>.

El silicio es una sustancia atómica, estando cada átomo de Si unido a otros 4 átomos de Si covalentemente, formando una red cristalina. Esta sustancia se caracteriza por poseer un punto de fusión muy elevado, por lo que el punto de fusión de **1.400°C** corresponde al **Si**.

El NaBr es un compuesto iónico que forma una red cristalina estable térmicamente, siendo su punto de fusión elevado, por lo que la temperatura de fusión de **661°C** corresponde al punto de fusión del **NaBr**.

El compuesto **CCl<sub>4</sub>** es una sustancia molecular, es decir, las moléculas de CCl<sub>4</sub> se unen entre sí por débiles fuerzas de Van der Waals, por lo que su punto de fusión es muy bajo, correspondiéndole la temperatura de **-22°C**.

El Na es un metal (electropositivo) y el Br es un no metal (electronegativo). El primero se transforma en el catión Na<sup>+</sup>, y el bromo en el anión Br<sup>-</sup>, así el metal le cede su electrón al no metal, apareciendo entre ellos aparecen fuerzas atractivas de naturaleza electrostáticas que constituyen el **enlace iónico** que los unen.

Entre los átomos de C y cada uno de los átomos de Cl, ambos no metales, se comparten los electrones de valencia, dando lugar a un **enlace covalente**.

**4.-** Indica cuales de las siguientes afirmaciones sobre una disolución acuosa de un ácido son ciertas:

a) El pH de la disolución es básico.

b) El producto  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  de la disolución es  $10^{-14} \text{ M}$ .

c) La concentración de protones en disolución es mayor que  $10^{-7} \text{ M}$ .

d) El pOH es menor que el pH.

a) **Falsa**. El pH de una disolución acuosa de un ácido nunca puede ser básico, ya en el medio hay una concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  (moléculas de agua que aceptan el protón del ácido), que son los responsables de la acidez de la disolución y los que determinan el valor de su pH:  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$ . Mientras mayor es la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  más bajo es el valor del pH.

- b) **Verdadera.** El agua se autoioniza produciendo la misma cantidad de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  que de iones  $\text{OH}^-$ . Cuando un ácido débil se disuelve en agua cede un protón produciendo un exceso de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  respecto de los iones  $\text{OH}^-$ , manteniéndose la constancia del producto iónico del agua, es decir,  $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ .
- c) **Verdadera.** Por tratarse de un ácido y ceder, por ello, un protón al agua, la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  en la disolución es superior a  $10^{-7}$  M, pues a la correspondiente autodisociación del agua ( $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7}$ ) hay que sumarle la procedente de la aceptación del protón por parte de moléculas de agua, por lo que  $[\text{H}_3\text{O}^+] > 10^{-7}$  M.
- d) **Falsa.** Si el pH de una disolución ácida es inferior a 7, el pOH, por ser muy inferior la concentración de iones  $\text{OH}^-$  respecto de la de  $\text{H}_3\text{O}^+$ , ha de ser superior a 7, según se deduce de las respectivas definiciones:  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$  y  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$ , por lo que, el pOH siempre ha de ser mayor que el pH.

5.- En cada par de átomos y/o iones indica razonadamente cual tendrá mayor radio:

- a) Ca y K.  
b) K y  $\text{K}^+$ .

Datos: números atómicos: Ca = 20 ; K = 19



El radio atómico es una propiedad periódica que ↓ al avanzar en un período hacia la derecha y ↑ al bajar en un grupo. Se deduce por tanto, que **K > Ca**.



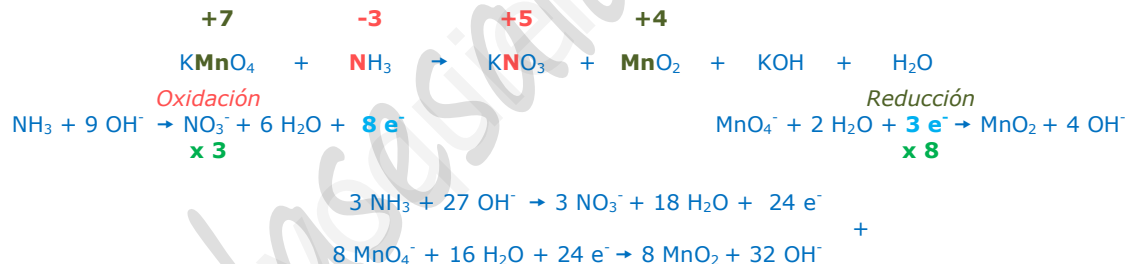
Ambos tienen el mismo Z (misma carga positiva en el núcleo), sin embargo, el catión posee un electrón menos en la corteza. De esta forma en el catión, la fuerza de atracción entre el núcleo y la corteza será mayor, existiendo una mayor contracción y por tanto el catión es el que va a tener menor radio, por tanto:  **$\text{K}^+ > \text{K}$** .

### Opción B

1.- El permanganato de potasio (tetraoxomanganato (VII) de potasio) reacciona con el amoníaco (trihidruro de nitrógeno), en medio básico, obteniéndose nitrato de potasio (trioxonitrato (V) de potasio), dióxido de manganeso, hidróxido de potasio y agua.

- a) Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ion-electrón (el dióxido de manganeso no se encuentra disociado).  
b) Calcula la cantidad de dióxido de manganeso (en gramos) que se obtendrá en la reacción completa de 150 g de una disolución de permanganato de potasio al 5% en peso.

Datos: Masas atómicas: K = 39.1; Mn = 54.9; O = 16.

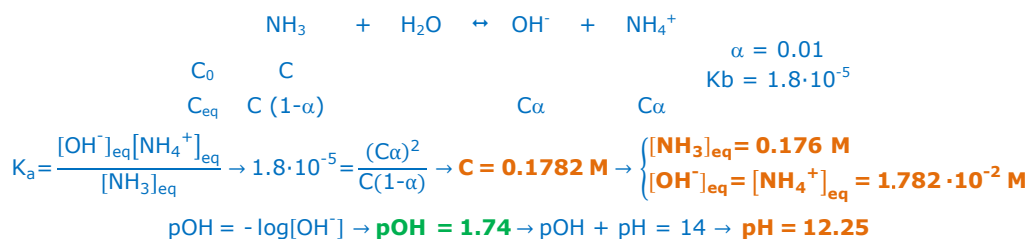


$$150 \text{ gr disolución} \cdot \frac{5 \text{ gr KMnO}_4}{100 \text{ gr disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{158 \text{ gr KMnO}_4} \cdot \frac{8 \text{ mol MnO}_2}{8 \text{ mol KMnO}_4} \cdot \frac{86.9 \text{ gr MnO}_2}{1 \text{ mol MnO}_2} = 4.125 \text{ gr MnO}_2$$

2.- Se tiene una disolución de amoníaco en agua en el que éste se encuentra disociado en un 1%. Calcula:

- a) La concentración inicial del amoníaco.  
b) La concentración de todas las especies en el equilibrio.  
c) El pH de la disolución.

Datos: Constante de basicidad del amoníaco:  $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .





3.- Las 3 primeras energías de ionización de un elemento químico son 738, 1450 y 7730 kJ mol<sup>-1</sup>. Sabiendo que se trata de un elemento perteneciente al tercer periodo del Sistema Periódico, indica razonadamente:

- A qué grupo pertenece y su configuración electrónica.
  - Qué tipo de enlace formará con los elementos del grupo de los halógenos.
- a) El valor tan elevado de la tercera energía de ionización, indica que el tercer electrón que se quiere arrancar se encuentra muy fuertemente retenido por el núcleo, lo que lleva a pensar que es uno de los electrones de la configuración electrónica ns<sup>2</sup>p<sup>6</sup> (gas noble más próximo) del ión dipositivo formado. Esto indica que, por encontrarse el elemento en el tercer período, se trata del elemento alcalinotérreo magnesio, **Mg**, situado en el **2º grupo** del sistema periódico. Su configuración electrónica es: **1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>6</sup> 3s<sup>2</sup>**
- b) Por ser muy electropositivo forma fácilmente iones Mg<sup>2+</sup>, que con los iones X<sup>-</sup> que forman los elementos del grupo de los halógenos, debido a su elevada electronegatividad, se unen mediante un **enlace iónico** (fuerzas electrostáticas que aparecen entre iones de distintas cargas).

4.- Si en una mezcla de reacción el valor del cociente de reacción es mayor que el valor de la constante de equilibrio, indica razonadamente si la reacción se producirá hacia la derecha o hacia la izquierda (tomando como referencia la ecuación química representativa de la misma).

Reactivos → Productos

$$K_c = \frac{[\text{Productos}]_{\text{eq}}}{[\text{Reactivos}]_{\text{eq}}}$$

$$Q = \frac{[\text{Productos}]}{[\text{Reactivos}]}$$

Si  $Q > K_c$ , el sistema no está en equilibrio. Al haber mayor concentración de productos que en el equilibrio, la reacción evolucionará hacia la izquierda para alcanzarlo y compensar el exceso de productos.

5.- Calcular la cantidad de níquel depositado (a partir de una disolución de Ni<sup>2+</sup>) en el cátodo de una celda electrolítica cuando se hace pasar una corriente de 0,246 amperios durante un tiempo de 3640 segundos.

Datos: 1 F = 96500 C mol<sup>-1</sup>; masa atómica del Ni: 58,7.



$$m = \frac{I \cdot t}{F} \cdot M_{\text{eq}} = \frac{0.246 \cdot 3640}{96500} \cdot \frac{58.7}{2} \rightarrow m = 0.2723 \text{ gr}$$