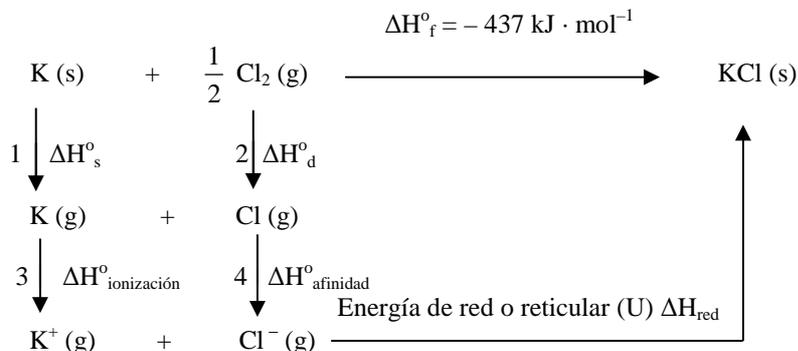


PRUEBA GENERAL

OPCIÓN A

**PROBLEMA 1.-** Calcula la energía de red,  $\Delta H_{\text{red}}$ , del KCl (s) a partir de los siguientes datos: entalpía de formación del KCl (s),  $\Delta H_f^\circ = -437 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; entalpía de sublimación del K (s),  $\Delta H_s^\circ = 89,24 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; entalpía de disociación del  $\text{Cl}_2$  (g),  $\Delta H_d^\circ = 244 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; energía de ionización del K (g),  $\Delta H_{\text{ionización}}^\circ = 418,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; afinidad electrónica del  $\text{Cl}_2$  (g),  $\Delta H_{\text{afinidad}}^\circ = -349 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

Solución:



La energía reticular se obtiene despejándola de la ecuación:

$$\Delta H_f^\circ = \Delta H_s^\circ + \frac{1}{2} \Delta H_d^\circ + \Delta H_{\text{ioniza}}^\circ + \Delta H_{\text{afini}}^\circ + \Delta H_{\text{red}} \Rightarrow \Delta H_{\text{red}} = \Delta H_f^\circ - (\Delta H_s^\circ + \frac{1}{2} \Delta H_d^\circ + \Delta H_{\text{ioniza}}^\circ + \Delta H_{\text{afini}}^\circ) = -437 - 89,24 - 122 - 418,9 + 349 = -718,14 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

**Resultado: b)  $\Delta H_{\text{red}} = -718,14 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .**

**CUESTIÓN 4.- a)** Ordena las siguientes especies de acuerdo con el valor creciente de los radios iónicos:  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{N}^{3-}$ . Justifica la respuesta.

**b)** Escribe la estructura de Lewis del catión  $\text{NH}_4^+$ . Deduce y dibuja su forma geométrica e indica los ángulos de enlace aproximados de la molécula.

**DATOS:** Z (N) = 7; Z (O) = 8; Z (F) = 9.

Solución:

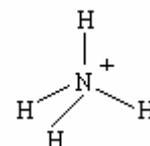
a) Los iones  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$  y  $\text{N}^{3-}$  son isoelectrónicos por poseer el mismo número de electrones en su corteza. Como el anión de menor carga nuclear es el  $\text{N}^{3-}$ , seguido del  $\text{O}^{2-}$  y el de mayor carga nuclear es el  $\text{F}^-$ , y además tienen 3, 2 y 1 electrones más que sus respectivos átomos neutros, es fácil comprender que la fuerza atractiva núcleo-electrón más externo se encuentra debilitada, y la repulsiva entre los electrones más fortalecida, lo que se traduce en un mayor incremento del volumen en el  $\text{N}^{3-}$ , algo menor en el  $\text{O}^{2-}$  y menor en el  $\text{F}^-$  y, por consiguiente, el radio del  $\text{N}^{3-}$  es mayor que el del  $\text{O}^{2-}$  y el de este mayor que el de  $\text{F}^-$ . Luego, el orden creciente de los radios de los iones es:  $\text{F}^- < \text{O}^{2-} < \text{N}^{3-}$ .

b) El ión amonio,  $\text{NH}_4^+$ , corresponde a la molécula  $\text{NH}_3$  en la que el par de electrones solitario que tenía, lo ha empleado en formar un enlace covalente dativo con un



protón. La estructura de Lewis de esta especie es:

El átomo de N forman cuatro orbitales híbridos  $\text{sp}^3$  de la misma energía y dirigidos, desde él, hacia los vértices de un tetraedro regular, por lo que la geometría del catión es la tetraédrica, según indica la figura, con unos ángulos de enlace H — N — H de aproximadamente  $109^\circ$ .



**CUESTIÓN 5.- a)** Indica, de forma razonada, si se producirá precipitado en una disolución que contenga las siguientes concentraciones:  $[\text{Ca}^{2+}] = 0,0037 \text{ M}$ ;  $[\text{CO}_3^{2-}] = 0,0068 \text{ M}$ .

**b)** Explica la diferencia entre una reacción de adición y una reacción de sustitución. Indica cuál de las dos se observa, en general, en los alquenos y cuál en los hidrocarburos aromáticos.

**DATOS:**  $K_{\text{ps}} (\text{CaCO}_3) = 2,8 \cdot 10^{-9}$ .

Solución:

a) El equilibrio de ionización de la sal  $\text{CaCO}_3$  es:  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ .

De la expresión del producto de solubilidad:  $K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$ , al sustituir valores y operar se obtiene un valor, que si es igual o menor que el  $K_{ps}$  de la sal insoluble, puede afirmarse que no se produce precipitado, mientras que si el valor que se obtiene es superior al de  $K_{ps}$  se produce precipitado:

$K_{ps} = 0,0037 \cdot 0,0068 = 2,516 \cdot 10^{-5}$ , que por ser superior a  $2,8 \cdot 10^{-9}$  precipitará la sal.

b) Una reacción de adición es la que se produce añadiendo dos átomos o grupos de átomos de un reactivo a la molécula de reactivo inicial. La adición tiene lugar por rotura de un enlace tipo  $\pi$  y unión por enlace tipo  $\sigma$ . Una reacción de sustitución es la que se produce sustituyendo un átomo unido al carbono de la cadena carbonada, por un átomo o grupo de átomos de otro reactivo.

En los alqueno se produce generalmente la reacción de adición, pues al romperse un enlace tipo  $\pi$ , los átomos de carbono que lo formaban quedan en disposición de unirse, mediante un enlace covalente simple, a un átomo o grupo de átomos de un reactivo

En los hidrocarburos aromáticos la reacción que, en general, se produce es la de sustitución de uno de los hidrógenos del ciclo por un átomo o grupo de átomos que se une mediante enlace covalente simple, al carbono al que se encontraba unido el átomo sustituido.

**Resultado: a) Se produce precipitado.**

### OPCIÓN B

**PROBLEMA 2.-** Calcula la concentración inicial de ácido cianhídrico, HCN, en una disolución acuosa cuyo pH = 5,3.

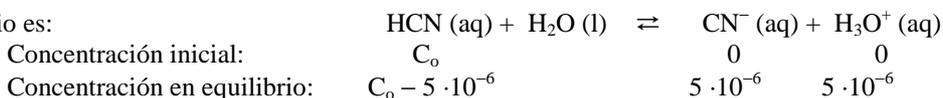
**DATOS:**  $K_a(\text{HCN}) = 4,9 \cdot 10^{-10}$ .

Solución:

Si el pH de la disolución es 5,3, la concentración de los iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  es:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5,3} = 10^{0,7} \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ M.}$$

Esta concentración de iones oxonio es también la concentración de iones cianuros, y si  $C_o$  es la concentración inicial del ácido cianhídrico, las concentraciones de todas las especies al inicio y en el equilibrio es:



Sustituyendo estas concentraciones en la constante de disociación del ácido acético:

$$K_a = \frac{[\text{CN}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCN}]} \Rightarrow 4,9 \cdot 10^{-10} = \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{C_o - 5 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow C_o = 0,051 \text{ M.}$$

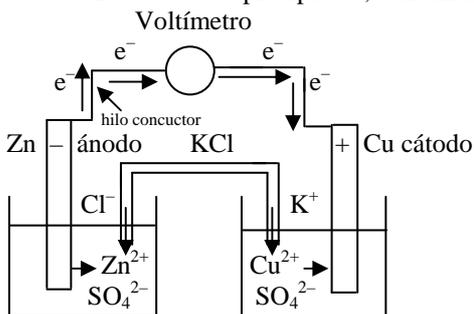
**Resultado:  $C_o = 0,051 \text{ M.}$**

**CUESTIÓN 1.-** Dibuja un esquema de la pila Daniell indicando el material de laboratorio y los reactivos utilizados para su construcción.

Solución:

El material utilizado en la construcción de una pila Daniell es el siguiente:

Dos vasos de precipitado, conteniendo uno una disolución acuosa de sulfato de cinc uno, y el otro una disolución acuosa de sulfato de cobre; dos láminas metálicas, una de cinc que se utilizará de ánodo y otra de cobre que se utilizará de cátodo; un voltímetro; un hilo de cobre que se utilizará de conductor externo; un tubo de vidrio doblado en U que se utilizará como puente salino, que contiene una disolución de un electrolito inerte para los procesos redox de la pila, y cuya misión es cerrar el circuito y mantener la neutralidad eléctrica de las disoluciones anódica y catódica.



**CUESTIÓN 4.-** a) Indica de forma razonada la notación del orbital que corresponde a una de las siguientes combinaciones de números cuánticos: a<sub>1</sub>) n = 1, l = 0; a<sub>2</sub>) n = 3, l = - 3; a<sub>3</sub>) n = 3, l = 2; a<sub>4</sub>) n = 2, l = 1. Si la combinación de números cuánticos no es permitida, escribe “no permitida”.

b) A partir de los siguientes datos:

PROPIEDAD FÍSICA	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> S
Punto de ebullición normal (°C)	100	- 60,7
Punto de fusión normal (°C)	0,0	- 85,5

b<sub>1</sub>) Indica, de forma razonada, la sustancia que presenta fuerzas intermoleculares más intensa.

b<sub>2</sub>) Indica el tipo de fuerzas intermoleculares que presenta cada una de las sustancias.

Solución:

a) Un orbital viene determinado por los valores naturales del número cuántico principal **n**, que proporciona un conocimiento de la energía y tamaño del nivel, y los valores enteros del número cuántico orbital o del momento angular **l**, que asigna una letra a cada subnivel dado por cada valor **n**, lo relaciona con la forma y energía del orbital.

Como los valores que pueden tomar **n** son 1, 2, 3, 4, ..... y los que pueden tomar **l** son 0, 1, 2, ... n - 1, la notación del orbital que corresponde a las combinaciones de números cuánticos **n** y **l** que se proponen son: a<sub>1</sub> = 1s; a<sub>2</sub> = no permitida por no ser posible el valor negativo de **l**; a<sub>3</sub> = 3d; a<sub>4</sub> = 2p.

b) b<sub>1</sub>) Los valores de las propiedades físicas punto de fusión y de ebullición determinan el tipo de enlace y, por consiguiente, la intensidad de las fuerzas que unen las moléculas entre sí, y que hay que vencer para separarlas y llevarlas al estado líquido o gaseoso. De los valores propuestos para ambas sustancias, se deduce que las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas de agua, tanto en el estado sólido como líquido, son mucho más intensas que las que unen a las moléculas de sulfuro de hidrógeno en ambos estados.

b<sub>2</sub>) Concretamente las fuerzas intermoleculares en el agua son las debidas al enlace o puente de hidrógeno (enlace que se produce en moléculas en las que el átomo de hidrógeno se une por enlace covalente muy polarizado, a un átomo muy electronegativo y de pequeño tamaño), mientras que las que unen las moléculas de sulfuro de hidrógeno son las de Van der Waals apolares o muy poco polarizadas.

## PRUEBA ESPECÍFICA

### OPCIÓN A

**PROBLEMA 2.-** Para la reacción  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   $K_c = 3,8 \cdot 10^{-2}$  a 250 °C. Un recipiente de 2,5 L contiene una mezcla de 0,20 moles de  $\text{PCl}_5(\text{g})$ , 0,10 moles de  $\text{PCl}_3(\text{g})$  y 0,10 moles de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  a la temperatura de 250 °C.

a) Justifica si la mezcla se encuentra inicialmente en equilibrio.

b) Calcula el número de moles de cada gas en la mezcla una vez alcanzado el equilibrio.

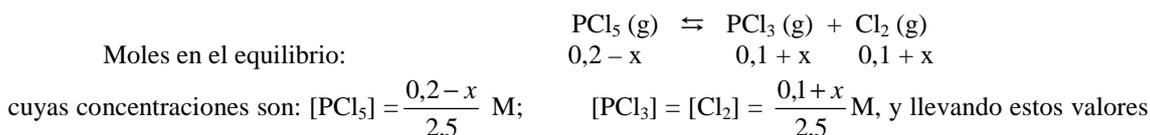
Solución:

a) Para conocer si la mezcla se encuentra o no en equilibrio hay que determinar el valor del cociente de reacción,  $Q_c$ , y si su valor es igual al de la constante  $K_c$ , la mezcla se encuentra en equilibrio, y si su valor es mayor o menor que el de  $K_c$ , la mezcla no se encuentra en equilibrio.

$$Q_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{\frac{0,10}{2,5} M \cdot \frac{0,10}{2,5} M}{\frac{0,20}{2,5} M} = 0,02 \text{ M, que por ser inferior a } 0,038 \text{ pone de manifiesto}$$

que la mezcla no se encuentra en equilibrio.

b) Por ser el valor de  $Q_c$  inferior al de  $K_c$ , el sistema evoluciona hacia la derecha para alcanzar el equilibrio, por lo que, si se llama  $x$  a los moles de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  que se disocia, se formarán  $x$  moles de  $\text{PCl}_3(\text{g})$  y  $x$  moles de  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , siendo los moles de cada gas en el equilibrio:



a la constante de equilibrio y resolviendo la ecuación de segundo grado que aparece, se obtiene para  $x$  los valores:

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} \Rightarrow 0,038 = \frac{\frac{0,1 + x}{2,5} \cdot \frac{0,1 + x}{2,5} \text{ M}^2}{\frac{0,2 - x}{2,5} \text{ M}} \Rightarrow x^2 + 0,295 \cdot x - 0,009 = 0, \text{ que resuelta produce}$$

dos soluciones, una negativa carente de sentido y otra  $x = 0,028$  que es la solución válida. Luego, los moles de cada uno de los gases en el equilibrio son:  $\text{PCl}_5 = 0,172$  moles;  $\text{PCl}_3 = \text{Cl}_2 = 0,128$  moles.

**Resultado: a) No se encuentra en equilibrio; b)  $\text{PCl}_5 = 0,172$  moles;  $\text{PCl}_3 = \text{Cl}_2 = 0,128$  moles.**

**CUESTIÓN 2.- a) Escribe las configuraciones electrónicas de los elementos X ( $Z = 13$ ) e Y ( $Z = 49$ ) e indica el grupo y período de la tabla periódica al que pertenece cada uno de los elementos. A partir de esas configuraciones electrónicas, indica, de forma razonada, el elemento que presenta el valor más alto de la primera energía de ionización.**

**b) Indica, justificando la respuesta, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de NaClO.**

**DATOS:  $K_a(\text{HClO}) = 2,9 \cdot 10^{-8}$ .**

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas de los elementos son:

X ( $Z = 13$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ ;      Y ( $Z = 49$ ):  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^1$ .

El número que precede al último orbital ocupado por electrones, el número cuántico principal  $n$ , indica el período al que pertenece el elemento, por lo que el elemento X pertenece al período 3º y el Y al período 5º. Por otra parte, el número de electrones del último orbital ocupado revela el grupo al que pertenece el elemento, es decir, si el último orbital ocupado es el  $ns$ , el elemento pertenece al grupo 1 o 2 dependiendo que el número de electrones en ese orbital sea 1 o 2; si el último orbital ocupado por los electrones es el  $(n - 1)d$ , el elemento pertenece a uno de los grupos  $2 + \text{número de electrones } d$ ; y si el último orbital ocupado es el  $np$ , el elemento pertenece a uno de los grupos  $12 + \text{número de electrones } p$ . Luego, los elementos X e Y, con 1 electrón cada uno de ellos en el orbital  $3p$  y  $5p$ , respectivamente, pertenecen al grupo  $12 + 1 = 13$ .

La energía de ionización (energía que se necesita aplicar a un átomo neutro, gaseoso y en estado electrónico fundamental, para arrancarle un electrón y transformarlo en un catión monopositivo, también en estado gaseoso y con configuración electrónica fundamental), una propiedad periódica que aumenta conforme se avanza hacia la derecha en un período (el electrón se sitúa en el mismo nivel energético y el núcleo incrementa su carga positiva, lo que provoca un aumento de la fuerza atractiva del núcleo sobre el electrón), y disminuye al bajar en un grupo (el electrón se va separando cada vez más del núcleo siendo, por ello, la fuerza atractiva del núcleo sobre el electrón cada vez menos intensa), por lo que, el elemento X, por encontrarse más arriba en el grupo que el elemento Y, es el que posee una mayor primera energía de ionización, al tener el último electrón de la capa más externa más fuertemente retenido por el núcleo.

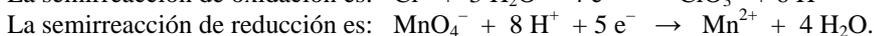
b) La sal NaClO se encuentra totalmente disociada en sus iones al disolverse en agua. Los iones formados,  $\text{Na}^+$  y  $\text{ClO}^-$ , son el ácido conjugado extremadamente débil y la base conjugada relativamente fuerte, de las base NaOH muy fuerte y el ácido HClO débil, no reaccionando el catión  $\text{Na}^+$  con el agua y sufriendo hidrólisis el anión  $\text{ClO}^-$ , según el equilibrio:  $\text{ClO}^-(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO}(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$ , y por provocar un aumento de la concentración de iones hidróxidos,  $\text{OH}^-$ , la disolución a la que pertenece presenta un pH básico.

**CUESTIÓN 3.- Una disolución contiene las siguientes concentraciones:  $[\text{Cl}^-] = 1 \text{ M}$ ;  $[\text{MnO}_4^-] = 1 \text{ M}$ . Indica las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar, y escribe las ecuaciones ajustadas correspondientes.**

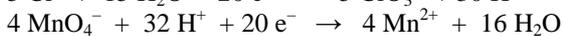
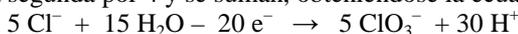
**DATOS:  $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-) = 1,45 \text{ V}$ .**

Solución:

La semirreacción de oxidación es la que provoca el paso del ión cloruro a ión clorito, mientras que la semirreacción de reducción es la que transforma el ión manganato en el catión manganeso (II).



Para igualar los electrones intercambiados y eliminarlos, se multiplica la semirreacción primera por 5, la segunda por 4 y se suman, obteniéndose la ecuación iónica ajustada.



**OPCIÓN B**

**PROBLEMA 1.- Se mezclan 50 mL de una disolución acuosa de HCl 0,0155 M con 75 mL de una disolución acuosa de NaOH 0,0106 M. Calcula el pH de la disolución resultante suponiendo que los volúmenes son aditivos.**

Solución:

El ácido y la base, muy fuertes, reaccionan para neutralizarse según la ecuación:

$\text{HCl (ac)} + \text{NaOH (ac)} \rightarrow \text{NaCl (ac)} + \text{H}_2\text{O}$ , en la que se aprecia que un mol de ácido reacciona con un mol de base para neutralizarse, y como ninguno de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , ácido y base conjugados extremadamente débiles de los correspondientes base y ácido, NaOH y HCl, no reaccionan con el agua, si la reacción es completa el pH de la disolución será neutro, y si uno de los reactivos se encuentra en exceso, dependiendo de cuál sea, la disolución será ácida si es el HCl el que se encuentra en exceso o básica si el que se encuentra en exceso es el NaOH.

Los moles de ácido y base que reaccionan son:

$$n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,0155 \text{ moles} \cdot 0,050 \text{ L} = 7,75 \cdot 10^{-4} \text{ moles};$$

$$n(\text{NaOH}) = M \cdot V = 0,0106 \text{ moles} \cdot 0,075 \text{ L} = 7,95 \cdot 10^{-4} \text{ moles}.$$

De los moles obtenidos se aprecia que el reactivo NaOH es el que se encuentra en exceso, siendo  $2,0 \cdot 10^{-5}$  los moles excedentes de NaOH, que al encontrarse disueltos en un volumen total  $0,05 + 0,075 =$

$$0,125 \text{ L}, \text{ proporciona a la disolución la concentración: } [\text{NaOH}] = \frac{\text{moles}}{\text{litros}} = \frac{2,0 \cdot 10^{-5} \text{ moles}}{0,125 \text{ L}} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ M},$$

que es la concentración de iones hidróxido en la disolución, por lo que el pOH de la misma es:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 1,6 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 1,6 = 4 - 0,204 = 3,796 \text{ y el pH se obtiene de la expresión:}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,796 = 10,204.$$

**Resultado: pH = 10,204.**

**CUESTIÓN 2.- a) Indica un valor aceptable para el número cuántico cuyo valor falta en el conjunto:  $n = 3$ ;  $l = ?$ ;  $m_l = 2$ . Justifica la respuesta. A partir de los valores de los números cuánticos  $n$  y  $l$  del conjunto anterior, indica el tipo de orbital que representa.**

**b) En estado sólido los compuestos KF y CaO presentan el mismo tipo de estructura cristalina y distancias interiónicas similares. Sin embargo, los valores de las energías de red (reticular) son:  $\Delta H_{\text{red}}(\text{KF}) = -826 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  y  $\Delta H_{\text{red}}(\text{CaO}) = -3.461 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Indica, de forma razonada, el factor o factores, que justifican la diferencia existente entre los dos valores de energía de red.**

Solución:

a) El valor del número cuántico orbital o del momento angular  $l$ , ha de ser menor que 3 (valor del número cuántico principal  $n$ ), y por ser el valor del número cuántico magnético,  $m_l$ , 2, ha de ser 2, pues si fuera 1 o 0, el valor máximo de  $m_l$  sería 1 o 0.

De los valores  $n = 3$  y  $l = 2$ , se deduce que el orbital que representa es el 3d.

b) La energía de red o reticular de un compuesto cristalino viene dada por la expresión:

$$U = -N_A \cdot A \cdot \frac{Z_c \cdot A_a \cdot e^2}{r_o} \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

en la que excepto  $Z_c$ ,  $Z_a$  y  $r_o$ , las demás magnitudes son constantes, por lo que, los factores que afectan al valor de la energía de red o reticular, son la carga del catión y anión y la distancia entre los núcleos del catión y anión. Luego, como los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{O}^{2-}$  tienen dos cargas positiva y negativa, mientras que los iones  $\text{K}^+$  y  $\text{F}^-$  sólo tienen una positiva y una negativa, y además, debido al tamaño de los iones,  $r_o$  (CaO) es menor que  $r_o$  (KF), se comprende que el valor de la energía de red o reticular del compuesto iónico CaO sea mucho mayor, en valor absoluto, que el del compuesto KF.

**CUESTIÓN 3.- a) Para la reacción:  $3 \text{Fe (s)} + 4 \text{H}_2\text{O (l)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 \text{(s)} + 4 \text{H}_2 \text{(g)}$ , siendo  $\Delta H^\circ = -150 \text{ kJ}$ . Explica el efecto de cada uno de los siguientes factores sobre la cantidad de  $\text{H}_2 \text{(g)}$  presente en la mezcla en equilibrio: a<sub>1</sub>) elevar la temperatura de la mezcla; a<sub>2</sub>) duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla, sin modificar la temperatura.**

**b) Completa la siguiente reacción y escribe las fórmulas semidesarrolladas y el nombre y las fórmulas semidesarrolladas de los productos.**



Solución:

a) En una reacción heterogénea, la constante de equilibrio sólo es función de los gases de las especies en el equilibrio. Como en el equilibrio propuesto la especie gaseosa es únicamente el hidrógeno, la alteración de los factores temperatura y volumen provoca el siguiente efecto:

a<sub>1</sub>) Por ser la reacción exotérmica, un aumento de la temperatura, suministro de calor, hace que el sistema evolucione consumiendo el calor suministrado, es decir, el equilibrio se desplaza en el sentido endotérmico de la reacción, hacia la izquierda, lo que provoca una disminución en la formación de hidrógeno.

a<sub>2</sub>) Si se duplica el volumen del recipiente se disminuye la concentración molar de la especie gaseosa, es decir, se hace menor el número de moléculas por unidad de volumen, por lo que el sistema evoluciona en el sentido en el que aparece un menor número de moles, hacia la derecha, por lo que se incrementa la cantidad de hidrógeno.

