

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- a) Ordena de mayor a menor radio iónico, justificando la respuesta, los siguientes iones: Be^{2+} ; Li^+ ; F^- y N^{3-} .

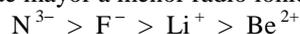
b) Ordena de mayor a menor potencial de ionización, justificando la respuesta, los elementos de los que estos iones proceden.

Solución:

a) Los iones Li^+ y Be^{2+} son isoelectrónicos, es decir, tienen el mismo número de electrones en su corteza. Como para producir los iones los átomos correspondientes han perdido 1 y 2 electrones, respectivamente, en el ión Be^{2+} la fuerza atractiva núcleo–electrones es más intensa (su carga nuclear es mayor) que en el Li^+ , por lo que la contracción del volumen es mayor en aquél que en éste, y por lo tanto, el valor del radio del ión Li^+ es mayor que el del ión Be^{2+} .

En el caso de los iones N^{3-} y F^- , también isoelectrónicos, al tener 3 y 1 electrones más que sus respectivos átomos, las fuerzas atractivas núcleo–electrones más externos se encuentran debilitadas, y las repulsivas entre los electrones es más intensa en el N^{3-} que en el F^- , lo que se traduce en un incremento mayor del volumen en el primero que en el segundo, y por consiguiente, el radio del N^{3-} es mayor que el del F^- .

Como los cuatro iones pertenecen al 2º período, y en general, el radio de los cationes es siempre menor que el de los aniones, el orden de mayor a menor radio iónico de los iones propuestos es:



b) Energía de ionización es la energía que hay que suministrar a un átomo gaseoso, en su estado electrónico fundamental y neutro, para arrancarle un electrón de su último nivel energético y formar un ión monopositivo, también en estado gaseoso y en su estado electrónico fundamental.

Para los elementos de un mismo período, al ir incrementándose la carga nuclear conforme se avanza hacia la derecha, e ir llenándose el mismo nivel energético con el electrón que se adiciona, crece la fuerza atractiva núcleo–electrón más externo, y en consecuencia, la energía de ionización.

Luego, para los elementos Li, Be, N y F en el segundo período y en el orden expuesto, el orden de mayor a menor valor del potencial de ionización es: $\text{F} > \text{N} > \text{Be} > \text{Li}$.

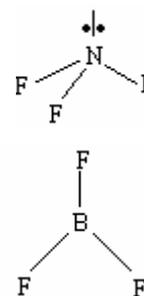
CUESTIÓN 2.- Deduce las geometrías moleculares de las especies NF_3 y BF_3 , indicando en cada caso la hibridación de orbitales atómicos del elemento central y la polaridad o no polaridad de las mismas.

Solución:

El nitrógeno presenta en sus compuestos moleculares, como el NF_3 , hibridación sp^3 , dirigidos dichos orbitales híbridos equivalentes, hacia los vértices de un tetraedro. En uno de los orbitales híbridos sitúa el par de electrones no compartidos, y los otros tres los utiliza para unirse, mediante enlaces covalentes, a los tres átomos de flúor.

La geometría de la molécula NF_3 es, en base a la hibridación producida en el nitrógeno, piramidal trigonal, y el momento dipolar resultante de la suma de los momentos dipolares de enlace es mayor que cero, por lo que la molécula es polar.

En la especie BF_3 , el boro utiliza orbitales híbridos sp^2 equivalentes, dirigidos a los vértices de un triángulo equilátero, siendo la molécula plana triangular. A pesar de ser los enlaces B — F polares debido a la gran diferencia de electronegatividad de los átomos, la molécula es apolar por ser nulo el momento dipolar resultante de los enlaces.



PROBLEMA 1.- Por necesidades de refrigeración se deben enfriar con hielo (0 °C) 100 L de agua, que se encuentran a 80 °C en un recipiente, hasta alcanzar una temperatura de 25 °C. Suponiendo que no hay desprendimiento de calor al medio ambiente, ¿qué cantidad de hielo es necesaria para este proceso?

DATOS: C_{fus} hielo = 334,7 kJ/Kg; densidad H_2O = 1 Kg/L; C_{esp} agua = 4,18 kJ/Kg · K.

Solución:

El agua al enfriarse cede cierta cantidad de calor que se emplea en fundir el hielo y llevar la masa de agua, correspondiente al hielo fundido, a la temperatura a la que se quiere refrigerar el agua de partida.

El calor que cede el agua al pasar de 353 K a 298 K es:

$$Q = m \cdot C_{\text{esp}} \cdot (T_f - T_i) = 100 \text{ kg H}_2\text{O} \cdot 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 55 \text{ K} = -22990 \text{ kJ}.$$

El signo menos sólo indica que el calor es cedido por el agua al enfriarse.

Este calor se emplea en fundir el hielo y llevar el agua de fusión a la temperatura de equilibrio, 298 K. La masa de hielo se obtiene de la expresión:

$$m_{\text{hielo}} \cdot C_{\text{fusión}} + m_{\text{hielo fundido}} \cdot C_{\text{esp}} (T_f - T_i) = Q, \text{ siendo } m_{\text{hielo}} = m_{\text{hielo fundido}}.$$
$$m_{\text{hielo}} \cdot 334,7 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} + m_{\text{hielo fundido}} \cdot 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (298 - 273) \text{ K} = 22990 \text{ kJ} \Rightarrow$$

$$439,2 \cdot m_{\text{hielo}} \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 22990 \text{ kJ} \Rightarrow m_{\text{hielo}} = \frac{22990 \text{ kJ}}{439,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}} = 52,345 \text{ kg}.$$

Resultado: 52,345 kg de hielo.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Define el concepto de energía de red y explica cuáles son los factores que afectan a dicha magnitud mediante ejemplos adecuados.

Solución:

La energía de red o reticular es la que se desprende en la formación de un mol de cristal sólido a partir de sus iones gaseosos.

El valor de la energía de red se determina por la fórmula:

$$U = -N_A \cdot A \cdot \frac{Z_c \cdot Z_a \cdot e^2}{r} \left(1 - \frac{1}{n}\right) \text{ en donde } N_A \text{ es la constante de Avogadro; } A \text{ la constante de Madelung; } Z_c \text{ y } Z_a \text{ las cargas del catión y anión; } e \text{ la carga del electrón; } r \text{ distancia entre los núcleos de los iones y } n \text{ el exponente de Born.}$$

De la fórmula se desprende que el valor absoluto de U , es directamente proporcional a las cargas e inversamente proporcional a la distancia de los núcleos, de los iones que forman el compuesto.

Así, para el LiF en el que la carga de los iones es +1 y -1, la energía reticular tiene un valor absoluto determinado, que aumenta para el compuesto MgF₂, cuyas cargas iónicas son +2 y -1.

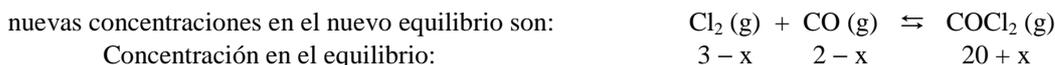
Por el contrario, la energía reticular disminuye en valor absoluto para el compuesto KBr, pues la distancia entre los núcleos de los iones K⁺ y Br⁻ es mucho mayor que la que hay entre los iones Li⁺ y F⁻.

PROBLEMA 2.- Dada la mezcla en equilibrio $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$, contenido en un matraz de 1 L y cuyas concentraciones en el equilibrio son: $[\text{CO}] = 2 \text{ M}$; $[\text{Cl}_2] = 2 \text{ M}$; $[\text{COCl}_2] = 20 \text{ M}$. Calcula la composición en el equilibrio cuando se añade 1 mol más de Cl_2 .

Solución:

$$\text{El valor de } K_c \text{ antes de añadir el mol de cloro es: } K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{Cl}_2] \cdot [\text{CO}]} = \frac{20 \text{ M}}{2 \text{ M} \cdot 2 \text{ M}} = 5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Llamando "x" a los moles de cloro que reaccionan cuando se añade al equilibrio 1 mol más, las nuevas concentraciones en el nuevo equilibrio son:



y sustituyendo estos valores en la constante de equilibrio anterior, resulta:

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{Cl}_2] \cdot [\text{CO}]} \Rightarrow 5 \text{ M}^{-1} = \frac{20+x \text{ M}}{(3-x) \text{ M} \cdot (2-x) \text{ M}} \Rightarrow 5 \cdot x^2 - 26 \cdot x + 10 = 0, \text{ que resuelta da para } x$$

el valor: $x = 0,418 \text{ M}$, siendo las nuevas concentraciones en el equilibrio:

$$[\text{Cl}_2] = 3 - 0,418 = 2,582 \text{ M}; \quad [\text{CO}] = 2 - 0,418 = 1,582 \text{ M}; \quad [\text{COCl}_2] = 20 + 0,418 = 20,418 \text{ M}.$$

Resultado: $[\text{Cl}_2] = 2,582 \text{ M}$; $[\text{CO}] = 1,582 \text{ M}$; $[\text{COCl}_2] = 20,418 \text{ M}$.

PROBLEMA 3.- Dada la mezcla en equilibrio $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{g})$, contenido en un matraz de 1 L y cuyas concentraciones en el equilibrio son: $[\text{CO}] = 2 \text{ M}$; $[\text{Cl}_2] = 2 \text{ M}$; $[\text{COCl}_2] = 20 \text{ M}$. Calcula la composición en el equilibrio cuando se añade 1 mol más de Cl_2 .

Solución:

La constante de equilibrio K_c antes de añadir el mol de cloro es:

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{Cl}_2] \cdot [\text{CO}]} = \frac{20 \text{ M}}{2 \text{ M} \cdot 2 \text{ M}} = 5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Llamando "x" a los moles de cloro que reaccionan cuando se añade al equilibrio 1 mol más de cloro, las nuevas concentraciones en el nuevo equilibrio son:



Sustituyendo estos valores en la constante de equilibrio anterior, resulta para x:

$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{Cl}_2] \cdot [\text{CO}]} \Rightarrow 5 \text{ M}^{-1} = \frac{(20+x) \text{ M}}{(3-x) \text{ M} \cdot (2-x) \text{ M}} \Rightarrow 5 \cdot x^2 - 26 \cdot x + 10 = 0, \text{ que resuelta da para } x$$

el valor: $x = 0,418 \text{ M}$, siendo las nuevas concentraciones en el equilibrio:

$$[\text{Cl}_2] = 3 - 0,418 = 2,582 \text{ M}; \quad [\text{CO}] = 2 - 0,418 = 1,582 \text{ M}; \quad [\text{COCl}_2] = 20 + 0,418 = 20,418 \text{ M}.$$

Resultado: $[\text{Cl}_2] = 2,582 \text{ M}$; $[\text{CO}] = 1,582 \text{ M}$; $[\text{COCl}_2] = 20,418 \text{ M}$.