

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Dados los siguientes elementos y sus respectivos números atómicos, A (Z = 2), B (Z = 9), C (Z = 11), D (Z = 12) y E (Z = 13), escribe sus configuraciones electrónicas e indica de manera razonada cuál de ellos:

- a) Corresponde a un gas noble.
- b) Es un metal alcalino.
- c) Es el más electronegativo.

Solución:

La configuración electrónica de los elementos propuestos es:

A (Z = 2): $1s^2$; B (Z = 9): $1s^2 2s^2 2p^5$; C (Z = 11): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;

D (Z = 12): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; E (Z = 13): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$.

De las configuraciones se deduce que:

a) El elemento A, helio, He, es un gas noble por ser el único elemento del grupo 18, con su capa de valencia completa, 2 electrones.

b) Los metales alcalinos son los que poseen 1 electrón en su capa de valencia, ocupando en la tabla periódica el grupo 1. El elemento C, sodio, Na, es el metal alcalino.

c) La electronegatividad es una propiedad periódica que aumenta al avanzar hacia la derecha en un período y hacia arriba en un grupo. De los elementos propuestos, el B, flúor, F, es el que se encuentra más a la derecha en los períodos y más arriba en los grupos, luego, es el más electronegativo.

PROBLEMA 2.- El carbonato de calcio sólido reacciona con una disolución de ácido clorhídrico para dar agua, cloruro de calcio y dióxido de carbono gas. Si se añaden 120 mL de la disolución de ácido clorhídrico, que es del 26,2 % en masa y tiene una densidad de $1,13 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, a una muestra de 40,0 g de carbonato de calcio sólido, ¿cuál será la molaridad del ácido clorhídrico en la disolución cuando se haya completado la reacción? El volumen de la disolución permanece constante.

DATOS: $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{Ca}) = 40 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Solución:

La ecuación ajustada que corresponde a la reacción es:

$\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, en la que se observa que 2 moles de ácido reaccionan con 1 mol de sal.

Los moles de carbonato de calcio utilizados son: $40,0 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{100 \text{ g}} = 0,4$, mientras que los de HCl

empleados son: $120 \text{ mL disolución} \cdot 1,13 \frac{\text{g disolución}}{\text{mL disolución}} \cdot \frac{26,2 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} = 0,97 \text{ moles}$.

Los moles de ácido consumidos son el doble de los utilizados de carbonato, es decir, $0,4 \cdot 2 = 0,8$ moles, sobrando en la reacción 0,17 moles de ácido, totalmente ionizados, que al encontrarse disueltos en

120 mL, proporciona a la disolución la concentración molar: $M = \frac{0,17 \text{ moles}}{0,120 \text{ L}} = 1,42 \text{ M}$.

Resultado: 1,42 M.

CUESTIÓN 4.- a) Escribe la estructura de Lewis para las moléculas CCl_4 , F_2O y NCl_3 .

- b) Dibuja la geometría de cada molécula según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de a Capa de Valencia.
- c) Considerando las geometrías moleculares, razona a cerca de la polaridad de las moléculas.

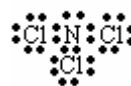
Solución:

a) El átomo de C con 4 electrones en su capa de valencia y configuración electrónica $2s^2 2p^2$, después de promocionar uno de los electrones $2s$ al orbital vacío $2p$, adquiere la configuración electrónica en su capa de valencia $2s^1 2p^3$, pudiendo formar cuatro enlaces covalentes, es decir, obtiene covalencia 4.

El átomo de O con 6 electrones en su capa de valencia y configuración electrónica $2s^2 2p^4$, forma dos enlaces covalentes y queda con dos pares de electrones libres, es decir, presenta covalencia 2.

El átomo de N con 5 electrones en su capa de valencia y configuración electrónica $2s^2 2p^3$, posee covalencia 3, lo que indica que puede formar 3 enlaces covalente y queda con un par de electrones libres.

De lo expuesto se deduce que la estructura de Lewis de cada una de las moléculas es:



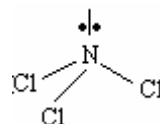
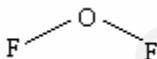
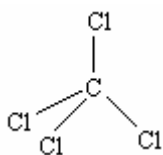
b) Los tres átomos centrales de las moléculas C, O y N, por combinación lineal de los orbitales atómicos $2s$ y $2p$, forman cuatro orbitales híbridos sp^3 , equivalentes energéticamente y dirigidos, desde el átomo central hacia los vértices de un tetraedro. Dependiendo de la existencia o no de pares de electrones libres en el átomo central, la geometría de la molécula es tetraédrica o derivada de ella.

En la molécula CCl_4 , los cuatro orbitales híbridos se ocupan por pares de electrones compartidos, cuatro enlaces covalentes, siendo la geometría de la molécula tetraédrica.

En la molécula OF_2 , dos de los orbitales híbridos lo ocupan pares de electrones libres y los otros por dos pares de electrones de enlace, siendo la molécula, debido a la repulsión entre los pares de electrones libres y de enlace, angular, con un ángulo de enlace de unos 107° .

La molécula NCl_3 tiene tres orbitales híbridos ocupados por pares de electrones de enlace y uno por un par de electrones libres, siendo la geometría de la molécula, por las repulsiones entre los pares de electrones libres y compartidos, piramidal trigonal.

Estas son las geometrías de las moléculas:



c) La molécula CCl_4 , debido a su geometría regular, presenta un momento dipolar resultante, suma vectorial de los momentos dipolares de enlace, igual a cero, por lo que es apolar.

En las otras dos moléculas, su geometría y existencia de pares de electrones libres, hace que su momento dipolar resultante, suma vectorial de los momentos dipolares de enlace sea distinto de cero, lo que indica que las moléculas son polares.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Indica, razonando la respuesta, si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Dos elementos que pertenecen al mismo grupo de la tabla periódica presentan propiedades químicas similares.
- Dos elementos que pertenecen al mismo período de la tabla periódica presentan propiedades químicas similares.
- Al desplazarse hacia la derecha en un período, aumenta el número de protones y electrones en cada átomo, por lo que el radio atómico aumenta.
- Al desplazarse hacia abajo en un grupo de la tabla periódica, la energía de ionización disminuye.

Solución:

a) Verdadera. Las propiedades químicas similares de los elementos de un mismo grupo se deben, a que todos tienen la misma configuración electrónica en su capa de valencia, y ella es la responsable de dichas propiedades.

b) Falsa. En un período, a medida que se avanza de izquierda a derecha, cada átomo posee un protón y un electrón más que el anterior, y el electrón diferenciador es el responsable de la diferencia

entre las propiedades químicas de los elementos del período. Así, por ejemplo, los elementos de la parte izquierda del período son metálicos, los de la derecha no metales y los del último grupo son gases nobles.

c) Falsa. Al avanzar de izquierda a derecha en un período, si crece la carga nuclear y el número de electrones, pero al situarse este en el mismo nivel energético hace que la fuerza atractiva núcleo-último electrón vaya siendo cada vez más intensa y, por ello, se produce en el átomo una contracción de su volumen, es decir, disminuye el radio atómico.

d) Verdadera. Al bajar en un grupo crece la carga nuclear, pero al mismo tiempo, el electrón que se gana se sitúa en orbitales cada vez más alejado del núcleo, por lo que, al ser la fuerza atractiva núcleo-último electrón menos intensa, se necesita aplicar menos energía para arrancarlo, es decir, la energía de ionización disminuye al bajar en un grupo.

CUESTIÓN 3.- La energía de activación correspondiente a la reacción: $A + B \rightarrow C + D$, es de $28,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, mientras que para la reacción inversa el valor de dicha energía es de $37,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

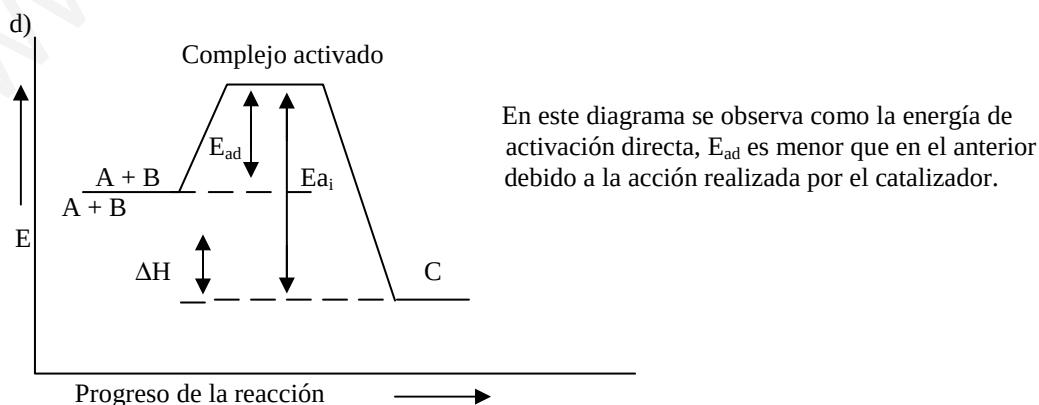
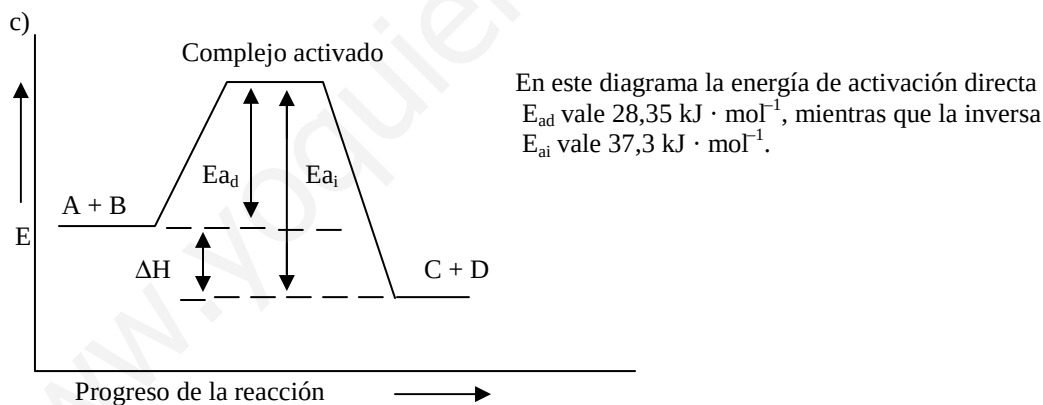
- ¿Qué reacción es más rápida, la directa o la inversa?
- La reacción directa, ¿es exotérmica o endotérmica?
- Dibuja un diagrama de energía potencial que represente ambos procesos.
- Dibuja un diagrama de energía potencial que represente el efecto de un catalizador para la reacción directa.

Solución:

Energía de activación es la energía adicional que hay que aplicar a los reactivos para que, sus moléculas al colisionar, puedan formar el complejo activado y convertirse en productos de reacción.

a) La reacción con menor energía de activación es la más rápida, por ser mayor el número de choques eficaces de las moléculas.

b) Por ser la energía de activación de los productos de mayor valor, ello indica que la reacción directa se produce con desprendimiento de energía, es decir, es exotérmica.



PROBLEMA 5.- Un compuesto orgánico contiene C, H y O. Cuando se queman 8 g del compuesto se obtiene 15,6 g de CO₂ y 8 g de H₂O en el análisis de los productos de combustión. Su masa molecular es 90. Calcula:

a) Su fórmula empírica.

b) Su fórmula molecular.

DATOS: A_r (C) = 12 u; A_r (H) = 1 u; A_r (O) = 16 u.

Solución:

a) En la combustión del compuesto todo el carbono pasa a CO₂, todo el hidrógeno a H₂O, y el oxígeno, junto al atmosférico, a CO₂ y H₂O. Las masas de carbono e hidrógeno se obtienen de los gramos de CO₂ y H₂O, y la de oxígeno, restando a la masa de compuesto la suma de las masas de carbono e hidrógeno obtenidas.

Los gramos de carbono e hidrógeno se obtienen multiplicando las masas de CO₂ y H₂O, por las relaciones de equivalencia mol-gramos, número de moles de átomos-mol de moléculas de compuesto y gramos-mol:

$$15,6 \text{ g CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol átomos C}}{1 \text{ mol CO}_2} \cdot \frac{12 \text{ g C}}{1 \text{ mol átomos C}} = 4,25 \text{ g C};$$

$$8 \text{ g H}_2\text{O} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \cdot \frac{2 \text{ moles átomos H}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \cdot \frac{1 \text{ g H}}{1 \text{ mol átomos H}} = 0,89 \text{ g H}.$$

Los gramos de oxígeno son: 8,0 – 4,25 – 0,89 = 2,86 g.

Los moles de cada elemento, si son números enteros, son los subíndices de la fórmula del compuesto, y si son decimales se dividen por el menor de ellos para convertirlos en entero:

$$\text{C: } 4,25 \text{ g C} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} = 0,35; \quad \text{H: } 0,89 \text{ g H} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} = 0,89; \quad \text{O: } 2,86 \text{ g O} \cdot \frac{1 \text{ mol O}}{16 \text{ g O}} = 0,179$$

$$\text{Dividiendo por el menor: C: } \frac{0,35}{0,179} = 2; \quad \text{H: } \frac{0,89}{0,179} = 5; \quad \text{O: } \frac{0,179}{0,179} = 1, \text{ luego la fórmula empírica}$$

del compuesto es: C₂H₅O.

b) La fórmula molecular del compuesto orgánico contiene n veces la fórmula empírica (C₂H₅O)_n, y su masa molar es n veces mayor, es decir: M [(C₂H₅O)_n] = n · M(C₂H₅O).

Como la masa molar de la fórmula empírica es M (C₂H₅O) = 45 g · mol⁻¹, y la de la fórmula molecular es M (C₂H₅O)_n = 90 g · mol⁻¹, el valor de n se obtiene despejándolo de la relación anterior, sustituyendo las variables por sus valores y operando:

$$M [(C_2H_5O)_n] = n \cdot M(C_2H_5O) \Rightarrow n = \frac{M[(C_2H_5O)_n]}{M(C_2H_5O)} = \frac{90 \text{ g mol}^{-1}}{45 \text{ g mol}^{-1}} = 2$$

La fórmula molecular del compuesto es, por tanto, C₄H₁₀O₂.

Resultado: a) C₂H₅O; b) C₄H₁₀O₂.