

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Razona sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) En los orbitales 2p solo puede haber 4 electrones.
- b) Si en los orbitales 3d se colocan 6 electrones no habrá ninguno desapareado.
- c) En un mismo orbital dos electrones se diferencian por su número cuántico m_s .
- d) La configuración electrónica externa $3s^2 3p^6$ corresponde a un gas noble.

Solución:

a) Falsa. Son 3 los orbitales 2p, $2p_x$, $2p_y$ y $2p_z$, y en cada uno de ellos caben 2 electrones, con los valores del número cuántico $m_s + \frac{1}{2}$ uno y $-\frac{1}{2}$ el otro. Luego el número total de electrones en los orbitales 2p son 6.

b) Falsa. El número de orbitales d depende del valor del número cuántico l, pues los valores que pueden tomar el número cuántico m_l van desde $-l$ hasta $+l$ pasando por el 0. Es decir, si $l = 3$, los valores de m_l son $-3, -2, -1, 0, +1, +2$ y $+3$, seis orbitales 3d, y al igual que en el apartado anterior, en cada uno de ellos caben 2 electrones con los valores del número cuántico $m_s + \frac{1}{2}$ uno y $-\frac{1}{2}$ el otro. Luego, si en estos orbitales se colocan 6 electrones se va situando uno en cada orbital, según el criterio de llenado que sigue el orden creciente de energía, y los seis se encuentran desapareados.

c) Verdadero. Al situarse en un orbital 2 electrones, que poseen los mismos números cuánticos n , l y m_l , para que puedan diferenciarse han de poseer distinto número cuántico m_s , uno de ellos con el valor $+\frac{1}{2}$ y el otro con el valor $-\frac{1}{2}$.

d) Verdadera. En el último nivel energético o capa de valencia de los no metales, parte derecha de la tabla periódica, está completo el orbital ns y se están llenando los orbitales np, y como en el orbital ns caben 2 electrones y en los np 6, el total son los 8 electrones de la capa de valencia correspondiente a los gases nobles.

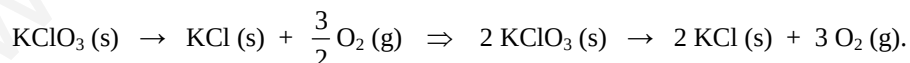
PROBLEMA 2.- Cuando se calienta clorato de potasio, $KClO_3$, se descompone en cloruro de potasio, KCl, y oxígeno.

- a) Ajusta la reacción que tiene lugar.
- b) Calcula la cantidad de clorato de potasio del 60 % de riqueza en peso, que será necesario para producir 1 Kg de cloruro de potasio.
- c) ¿Cuántos moles de oxígeno se producirán y qué volumen ocuparán en condiciones normales?

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{K}) = 39 \text{ u}$.

Solución:

a) La ecuación química que corresponde a la reacción de descomposición del $KClO_3$ es:



b) Los moles de cloruro de potasio que se quieren obtener son: $1.000 \text{ g KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol KCl}}{74,5 \text{ g KCl}} = 13,42 \text{ moles}$,

y como la estequiometría de la ecuación indica que por cada 2 moles de $KClO_3$ se obtienen 2 moles de KCl, es evidente que de $KClO_3$ se necesitan los mismos moles que de KCl, 13,42 moles, a los que corresponden la masa $13,42 \text{ moles KClO}_3 \cdot \frac{122,5 \text{ g KClO}_3}{1 \text{ mol KClO}_3} = 1.643,95 \text{ g de KClO}_3$, y como el compuesto

que se utiliza sólo contiene el 60 % de $KClO_3$, la cantidad de compuesto que se necesita utilizar es $1.643,95 \text{ g KClO}_3 \cdot \frac{100 \text{ g KClO}_3 \text{ impuro}}{60 \text{ g KClO}_3} = 2.739,92 \text{ g de compuesto}$.

c) La estequiometría de la ecuación química indica que por cada 2 moles de KClO_3 se forman 3 moles de O_2 , por lo que, de los 13,42 moles de KClO_3 que se utilizan, se formarán $13,42 \cdot \frac{3}{2} = 20,13$ moles de O_2 . Despejando el volumen de la ecuación de estado de los gases ideales, sustituyendo valores y operando, $V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{20,13 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 450,63 \text{ L}$.

Resultado: b) 2.739,92 g; c) 450,63 L.

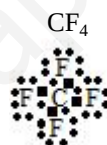
CUESTIÓN 4.- a) Escribe la estructura de Lewis para las moléculas NF_3 y CF_4 .

b) Dibuja la geometría de cada molécula según la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.

c) Considerando las geometrías moleculares, razona acerca de la polaridad de ambas moléculas.

Solución:

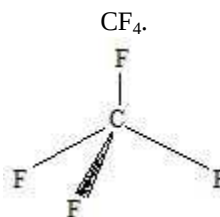
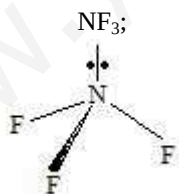
a) A los átomos N, F y C, cuyas configuraciones electrónicas de su capa de valencia son $2s^2 2p^3$, $2s^2 2p^5$ y $2s^2 2p^2$, respectivamente, faltan a cada uno de ellos 3, 1 y 4 electrones, respectivamente, para conseguir configuración electrónica de gas noble, es decir, ocho electrones (octeto electrónico) en su capa de valencia. Por ello, el nitrógeno forma tres enlaces covalentes con tres átomos de flúor compartiendo los pares de electrones, quedándole un par de electrones sin compartir, mientras que el átomo de carbono forma cuatro enlaces covalentes, compartiendo el par de electrones, con cuatro átomos de flúor. La estructura de Lewis de cada una de las moléculas es:



b) La teoría de la Repulsión de los Pares de Electrones de la Capa de Valencia dice que, los pares de electrones compartidos y libres se alejan en el espacio lo más posible, para así conseguir la menor repulsión entre ellos; de la orientación adquirida depende la geometría de la molécula.

En la molécula NF_3 , con tres pares de electrones compartidos y un par libre sobre el átomo de N, la distribución espacial es la que los dirige hacia los vértices de un tetraedro, uniéndose los de los vértices de la base a los átomos de F, siendo la geometría de la molécula piramidal.

Para la molécula de CF_4 sin par de electrones libres, la distribución espacial de los pares de electrones compartidos es la que los dirige hacia los vértices de un tetraedro, siendo la geometría molecular tetraédrica.



c) Una molécula es polar cuando tiene resultante del momento bipolar de los enlaces. En la molécula NF_3 los enlaces NF son polares debido a la diferencia de electronegatividad de los átomos, con el polo negativo sobre el F y el positivo sobre el N, es decir, $\text{F}^{\delta-} - \text{N}^{\delta+}$, por lo que la suma de los vectores momento bipolar de los enlaces toma un valor superior a cero y hace que la molécula sea polar. Por el contrario, en la molécula CF_4 , aunque los enlaces CF son más polares que en el caso anterior, la geometría tetraédrica regular hace que la suma vectorial de los dipolos de enlace sea cero, por lo que la molécula es apolar.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Dados los elementos A y B cuyos números atómicos son, respectivamente, $Z = 20$ y $Z = 35$.

a) Escribe la configuración electrónica de ambos elementos.

- b) Razona cuál de los dos tendrá mayor radio.
c) Razona cuál de los dos tendrá mayor afinidad electrónica.

Solución:

a) La configuración electrónica de los elementos propuestos es:

A (Z = 20): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$; B (Z = 35): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$.

b) Por ser el número cuántico principal de la capa de valencia de ambos elementos $n = 4$, lo dos pertenecen al cuarto período, y como al avanzar de izquierda a derecha en un período aumenta la carga nuclear, y el electrón diferenciador (electrón demás respecto al átomo anterior) se sitúa en el mismo nivel energético, la fuerza atractiva núcleo-último electrón va aumentando y, por ello, el átomo se contrae y en consecuencia disminuye su radio. Luego, el elemento B es el de menor radio al encontrarse en el período más a la derecha.

c) Afinidad electrónica es la energía puesta en juego cuando un átomo gaseoso de un elemento, en su estado electrónico fundamental, gana un electrón y se transforma en un anión, gaseoso y también en su estado electrónico fundamental. Esta es también una propiedad periódica que disminuye al avanzar en un período, pues en ese sentido crece la tendencia de los átomos de los elementos a aceptar electrones para conseguir configuración estable de gas noble. Es obvio, que por ser el elemento B el situado más a la derecha en el período, es el que necesita menos electrones para conseguir configuración electrónica de gas noble y, es por ello, el de menor afinidad electrónica.

PROBLEMA 2.- Una disolución acuosa de ácido clorhídrico tiene una riqueza en peso del 65 % y una densidad de $1,18 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Calcula:

- a) El volumen de esa disolución que se debe tomar para preparar 500 mL de disolución 0,2 M de HCl.
b) El volumen de disolución de NaOH 0,15 M necesario para neutralizar 50 mL de la disolución diluida (0,2 M) del ácido.

DATOS: $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Solución:

a) La concentración molar de 1 L de la disolución dada es:

$$1,18 \frac{\text{g disoluc.}}{\text{mL disoluc.}} \cdot \frac{1.000 \text{ mL disoluc.}}{1 \text{ L disoluc.}} \cdot \frac{65 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disoluc.}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} = 21,01 \text{ M.}$$

Los moles de HCl que han de encontrarse disueltos en los 500 mL de disolución que se quiere preparar se obtienen despejándolos de la definición de molaridad:

$n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,2 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,1 \text{ moles}$, que son los que han de estar contenidos el volumen de disolución que se tome, que se determina despejándolo de la definición de molaridad:

$$M = \frac{\text{moles}}{V} \Rightarrow V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0,1 \text{ moles}}{21,01 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,00476 \text{ L} = 4,76 \text{ mL.}$$

b) La ecuación química ajustada entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio, reacción de neutralización, es $\text{HCl}(\text{ac}) + \text{NaOH}(\text{ac}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$, en la que se aprecia como un mol de ácido reacciona con un mol de base. Pues bien, determinando los moles de ácido que reaccionan, se conocen los de base y de ellos, despejando el volumen de la definición de molaridad, se calcula su valor.

Los moles de ácido son $n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,2 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,05 \text{ L} = 0,01 \text{ moles}$, que son también los de base que han de estar disueltos en el volumen de base que se tome, cuyo valor es:

$$M = \frac{\text{moles}}{V} \Rightarrow V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0,01 \text{ moles}}{0,15 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,06667 \text{ L} = 66,67 \text{ mL.}$$

Resultado: a) 4,76 mL; b) 66,67 mL.

CUESTIÓN 3.- Indica cuales de las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) La adición de un catalizador a una reacción rebaja la energía de activación.
b) La adición de un catalizador a una reacción modifica la velocidad de reacción directa.
c) La adición de un catalizador modifica el estado de equilibrio de la misma.

Solución:

a) Verdadera. La presencia de un catalizador, positivo, hace que los choques de las moléculas de los reactivos formen el complejo activado con más facilidad, lo que implica que disminuyen la energía de activación.

b) Verdadera. La ecuación de Arrhenius pone de manifiesto la relación entre la constante de velocidad, k , con la energía de activación y la temperatura: $k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{R \cdot T}}$, y puede observarse como, si se modifica el valor de E_a , disminuyendo, el exponente aumenta, aumenta también la potencia y, como es lógico, también crece el valor de k , lo que indica que se modifica la velocidad de una reacción con la adición de un catalizador, por modificarse la energía de activación.

c) Falsa. Un catalizador, al disminuir en la misma magnitud la energía de activación de la reacción directa e inversa, influye en la rapidez en la que se consigue el estado de equilibrio, pero no afecta a la constante de equilibrio ni hace que éste se desplace en uno o en otro sentido.