

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- La siguiente combinación de números cuánticos es posible para el electrón de un átomo: $(2, 0, 1, \frac{1}{2})$
- El radio de un átomo neutro de oxígeno [$Z(O) = 8$] es mayor que el radio de su ión O^{2-} .
- El trifluoruro de boro, BF_3 , es un compuesto en el que el átomo de boro presenta hibridación sp^3 .
- El dióxido de carbono, CO_2 , presenta enlaces polares, y por tanto, se trata de un compuesto polar.

Solución:

a) Falsa. El valor del número cuántico m_l depende del valor del número cuántico l , y puede ser cualquiera de los comprendidos entre $-l$ hasta $+l$ pasando por el 0. Luego, si $l = 0$, m_l nunca puede tomar el valor 1.

b) Falsa. El ión O^{2-} posee 2 electrones más en su corteza que el átomo neutro, por lo que el efecto de pantalla sobre el electrón más externo es mucho mayor que en el átomo neutro, y como la carga nuclear es la misma en ambas especies, es fácil deducir que la carga nuclear efectiva (carga nuclear menos apantallamiento) sobre el electrón más externo es menor en el anión que en el átomo neutro, por lo que el radio del anión es superior al del átomo neutro.

Con otras palabras, al tener ambas especies la misma carga nuclear pero distinto número de electrones en la corteza, se comprende fácilmente que sobre la corteza de la especie con menor número de electrones, el átomo neutro, aparece una mayor fuerza atractiva por parte del núcleo, lo que le provoca una mayor contracción de su volumen y, en consecuencia, una disminución de su radio.

c) Falsa. Si el átomo de boro presentara hibridación sp^3 , la molécula BCl_3 sería tetraédrica o piramidal trigonal. En el primer caso el átomo de boro se uniría covalentemente a cuatro átomos de cloro, cosa que no ocurre; y en el segundo se uniría a tres átomos de cloro y en el cuarto orbital híbrido situaría un par de electrones no compartido, lo cual es imposible por no disponer el átomo de boro de dicho par de electrones. Como además la molécula es plana trigonal, se llega a la conclusión de que la hibridación que presenta el átomo de boro es sp^2 .

d) Falsa. Una molécula es polar cuando tiene momento dipolar resultante, es decir, cuando la suma vectorial de los momentos dipolares de los enlaces de la molécula es distinto de cero. Como la molécula CO_2 es lineal y, por ello, los enlaces polares CO son opuestos, su suma vectorial es cero y la molécula es apolar.

CUESTIÓN 2.- La oxidación del dióxido de azufre, SO_2 , produce trióxido de azufre, SO_3 , según el siguiente equilibrio: $2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g) \quad \Delta H < 0$.

- Explica razonadamente tres formas distintas de actuar sobre dicho equilibrio que dificulten la formación del trióxido de azufre, SO_3 .
- Teniendo en cuenta que el trióxido de azufre, SO_3 , es, entre otros, uno de los gases responsables de la formación de la "lluvia ácida", explica cuáles son los efectos de dicho fenómeno, y comenta algunas de las posibles soluciones para evitarlo.

Solución:

a) Primera: Por ser la reacción exotérmica, un aumento de temperatura (suministro de calor) hace que el equilibrio se desplace en el sentido en el que se absorba el calor suministrado, sentido endotérmico, hacia la izquierda, por lo que se dificulta la formación del SO_3 .

Segunda: Una disminución de la presión (aumento del volumen) desplaza el equilibrio en el sentido en el que aparece un mayor número de moles, hacia la izquierda, por lo que también se dificulta la formación de SO_3 .

Tercera: Si se retira parte de uno de los reactivos, SO_2 o O_2 , el SO_3 comienza a descomponerse para formar más reactivos y recuperar el equilibrio alterado, lo que dificulta la formación del SO_3 .

b) Al convertirse el SO_3 con el agua de lluvia en H_2SO_4 y producir la llamada lluvia ácida, se provoca la destrucción de la vegetación, un grave daño a los cultivos y fauna, sobre todo a la acuática, se deteriora las construcciones y monumentos por corrosión de la piedra, etc.

Para evitar estos efectos es conveniente disminuir la combustión de combustibles fósiles ricos en azufre en la industria, centrales eléctricas, automoción, etc.; exigir a las empresas el uso de tecnologías que disminuyan la emisión de óxidos de azufre; fomentar el desarrollo de centrales eólicas, nucleares etc., avanzar en la producción de automóviles eléctricos, o a gas etc.

PROBLEMA 1.- A partir de los valores de las entalpías de formación a 298 K del metanol, CH_3OH (l), dióxido de carbono, CO_2 (g), y agua, H_2O (l), que son, respectivamente, $-238,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $-393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ y $-285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Calcula:

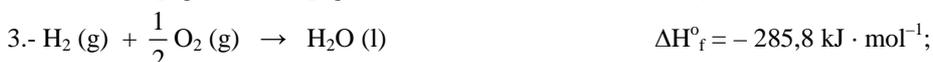
a) La entalpía de combustión del metanol, haciendo uso de la ley de Hess.

b) ¿Qué cantidad de calor se desprenderá en la combustión de 150 g de metanol?

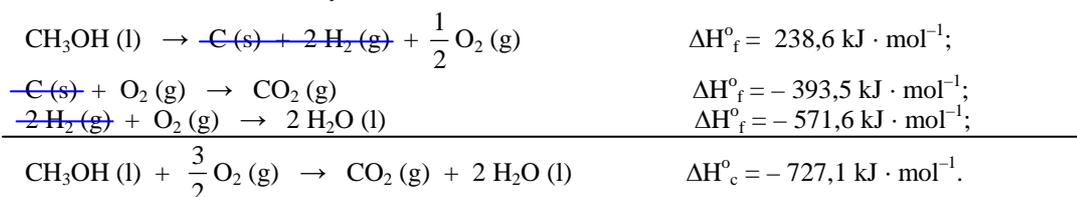
DATOS: $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Solución:

a) Las reacciones de formación de estas sustancias con sus correspondientes entalpías son:



Invirtiendo la ecuación 1 y cambiando el signo a su entalpía de formación, multiplicando por 2 la ecuación 3, incluida su entalpía de formación y sumando las tres ecuaciones, ley de Hess, se obtiene la ecuación de combustión del metanol y su calor:



b) La cantidad de calor que se desprende al quemar 150 g de metanol es:

$$150 \text{ g } \text{CH}_3\text{OH} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g } \text{CH}_3\text{OH}} \cdot \frac{-727,1 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{OH}} = -3.408,28 \text{ kJ, que estar precedido por el signo}$$

menos indica que el calor es desprendido.

Resultado: a) $\Delta H_c^\circ = -727,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; b) $Q = -3.408,28 \text{ kJ}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 2.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- En el acetileno o etino, C_2H_2 , los átomos de carbono presentan hibridación sp^2 .
- El dimetiléter, $\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$, y el etanal, $\text{CH}_3 - \text{CHO}$, son isómeros de función.
- El ácido 2-metilpropanodioico, $\text{HOOC} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{COOH}$, es un compuesto que presenta isomería óptica.
- La deshidratación de un alcohol es una reacción de eliminación en la que se obtiene un alcano y agua.

Solución:

a) Falsa. La hibridación de orbitales es un método utilizado para explicar la geometría de las moléculas. Si la hibridación es sp^3 la geometría molecular es tetraédrica; si es sp^2 es plana triangular y si es sp es lineal. Al ser la geometría de la molécula de acetileno lineal, ambos carbonos utilizan en las uniones entre sí y con los hidrógenos orbitales híbridos sp para formar enlaces σ , mientras que el solapamiento entre los orbitales atómicos, cada uno con un electrón desapareado, que queda a cada átomo

de carbono los emplea para formar entre ellos dos enlace π , por lo que la fórmula de la molécula es: $H - C \equiv C - H$.

b) Falsa. Dos isómeros de función son los que poseen la misma fórmula molecular y distinto grupo funcional, por lo que sus fórmulas desarrolladas también son distintas. Los compuestos propuestos, aunque tienen distinto grupo funcional no son isómeros por no poseer la misma fórmula molecular.



c) Falsa. Un compuesto orgánico presenta isomería óptica cuando en su molécula contiene un carbono quiral o asimétrico, es decir, un carbono unido a cuatro sustituyentes o radicales distintos. En el compuesto propuesto, sólo el carbono dos, C (2), posee cuatro radicales, pero dos de ellos, concretamente los grupos ácidos, $-COOH$, son iguales, por lo que el carbono dos no es asimétrico o quiral y, por ello, el compuesto no presenta isomería óptica.

d) Falsa. En efecto, la deshidratación de un alcohol es una reacción de eliminación, un átomo de hidrógeno y un grupo $-OH$ de carbonos contiguos se eliminan para producir agua y en vez de un alcano un alqueno, pues los carbonos contiguos que pierden el grupo $-OH$ y el $-H$ se unen por un doble enlace.

CUESTIÓN 3.- Formula, según corresponda, las siguientes especies químicas:

Óxido de selenio (VI) [Trióxido de selenio]; Disulfuro de carbono [Sulfuro de carbono (IV)];

Ácido crómico [Tetraoxocromato (VI) de hidrógeno] 1-bromo-2,3-diclorobutano;

Sulfito de aluminio [Trioxosulfato (IV) de aluminio] Etanoato de metilo;

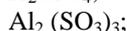
Dimetilamina; 2-metil-1,5-hexadien-3-ino [2-metil-1,5-hexadien-3-ino].

Nombra (de una sola forma), según corresponda, las siguientes especies químicas:

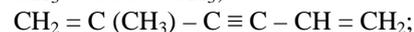


Solución:

Formula: SeO_3 ;



CS_2 ;



Nombre: Óxido de bromo (V);

Ácido nitroso;

1,3-pentadieno;

2-butanona.

Ioduro de magnesio;

Sulfato de potasio;

3-butin-1-ol;

2-oxobutanoico.

PROBLEMA 1.- A cierta temperatura, el valor de la constante K_c vale 0,82 para el equilibrio:

$2 HCl(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Cl_2(g)$. Si la reacción se inicia en un recipiente de 5,0 L, colocando en él 15,0 g de cloruro de hidrógeno, HCl. Calcula:

a) El grado de disociación del cloruro de hidrógeno.

b) La concentración de cada uno de los gases presentes en el equilibrio.

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

Solución:

$$a) \text{ Los moles de HCl introducidos son: } n = \frac{\text{gramos}}{M(HCl)} = \frac{15,0 \text{ g}}{36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,41 \text{ moles.}$$

$$\text{La concentración de partida de HCl en la reacción es: } M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} = \frac{0,41 \text{ moles}}{5,0 \text{ L}} = 0,082 \text{ M.}$$

Llamando α al grado de disociación del HCl, α moles que se disocian por mol introducido, las concentraciones de todas las especies al inicio y en el equilibrio son:



y llevando estos valores a la constante de equilibrio K_c , preparando y resolviendo la ecuación de segundo grado que resulta, sale para α el valor:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{HCl}]^2} \Rightarrow 0,82 = \frac{0,082^2 \cdot \alpha^2}{4 \cdot 0,082^2 \cdot (1 - \alpha)^2} \Rightarrow 3,198 \cdot \alpha^2 - 6,56 \cdot \alpha + 3,28 = 0,$$

que proporciona el valor: $\alpha = 0,8635$, que expresado en tanto por ciento es: $\alpha = 86,35 \%$.

b) La concentración de cada especie en el equilibrio es:

$$[\text{HCl}] = 0,082 \cdot (1 - 0,8635) = 0,0112 \text{ M}; \qquad [\text{H}_2] = [\text{Cl}_2] = \frac{0,082 \cdot 0,8635}{2} = 0,0354 \text{ M}.$$

Resultado: a) $\alpha = 86,35 \%$; b) $[\text{HCl}] = 0,0112 \text{ M}$; $[\text{H}_2] = [\text{Cl}_2] = 0,0354 \text{ M}$.