

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Las algas rojas se han especializado en elaborar compuestos halogenados como sistema defensivo para evitar ser comidas, con estructuras similares a la que se indica:



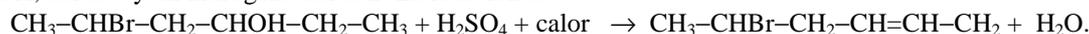
- Indica si dicho compuesto posee carbonos quirales. Señálalo con (*).
- Indica las hibridaciones de los carbonos C-3 y C-5 razonando la respuesta.
- Si ese compuesto por reacción da lugar a la formación de un doble enlace entre los carbonos C-2 y C-3, más una molécula de agua, ¿de qué tipo de reacción se trata?

Solución:

a) Los carbonos quirales, asimétricos, unidos a cuatro radicales distintos, que posee el compuesto son el C-3 y el C-5. $\text{CH}_3 - * \text{CHBr} - \text{CH}_2 - * \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3.$

b) Los carbonos C-3 y C-5 son tetravalentes, lo que pone de manifiesto que emplean en sus uniones orbitales híbridos sp^3 , para lo cual, uno de los dos electrones 2s es promocionado al orbital vacío 2p, y por combinación lineal entre ellos se forman los cuatro orbitales híbridos antes mencionados, de la misma energía y dirigidos hacia los vértices de un tetraedro regular.

c) Se trata de una reacción de eliminación, pues de la molécula se eliminan el grupo alcohol, -OH, del C-3 y un hidrógeno del C-2. La reacción es:



CUESTIÓN 3.- a) Formula las siguientes especies químicas:

Óxido de aluminio; Ácido hipoyodoso; Sulfito de hierro (III); Hidruro de plomo (IV); Etilpropiléter; 3-hidróxi-2-pentalal; Butilamina; Pentanonitrilo.

b) Nombra las siguientes especies químicas:

Na_2S ; Fe_2O_3 ; $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$; NiH_3 ; $\text{CH}_3 - \text{CHCl} - \text{CH} = \text{CH}_2$; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$; $\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3.$

Solución:

a) Al_2O_3 ; HIO ; $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3$; PbH_4 ; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COH} = \text{CHCHO}$; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CN}.$

b) Sulfuro de sodio; Óxido de hierro (III); Hidruro de níquel (III); 3-cloro-1-buteno; propanoato de etilo; 3-metil-pentanoico; 4-pentin-2-ona.

PROBLEMA 1.- A 473 K y 2 atm de presión el PCl_5 (g) se disocia en un 50 % según la reacción:

PCl_5 (g) \rightleftharpoons PCl_3 (g) + Cl_2 (g). Se pide:

- Calcula las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.
- Calcula los valores de K_p y K_c .
- Justifica cómo influirá en el grado de disociación un aumento de la presión.

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}.$

Solución:

a) Al ser el grado de disociación del PCl_5 , en las condiciones propuestas, del 50 %, hay el mismo número de moles de las tres especies en el equilibrio. En efecto, suponiendo que es x el número de moles de PCl_5 que se disocian, los moles de cada especie en el equilibrio, siendo n los moles iniciales de PCl_5 de los que se parten, son:



Moles en el equilibrio:



Como el grado de disociación, en tanto por ciento, se obtiene dividiendo los moles de PCl_3 o Cl_2 formados entre los iniciales de PCl_5 y multiplicando el cociente obtenido por 100, puede determinarse el

valor de x despejándolo de la expresión: $50 = \frac{x}{n} \cdot 100 \Rightarrow x = \frac{50 \cdot n}{100}$, y sustituyendo n por cualquier

valor, se comprueba que los moles de las tres especies en el equilibrio es el mismo.

Y como según Dalton, la presión total en una mezcla gaseosa es la suma de las presiones parciales de cada componente de la mezcla, dividiendo la presión total en el equilibrio entre el número de especies, se obtiene la presión de cada gas:

$$P_{PCl_5} = P_{PCl_3} = P_{Cl_2} = \frac{2 \text{ atm}}{3} = 0,67 \text{ atm.}$$

Otra forma de resolver este apartado es a partir de las fracciones molares de los componentes en el equilibrio. Si el número de moles de cada especie es el mismo en el equilibrio, sus fracciones molares también lo son. En efecto, siendo x el número de moles de cada gas en el equilibrio, la fracción molar de

cada uno de ellos es: $\chi_{PCl_5} = \chi_{PCl_3} = \chi_{Cl_2} = \frac{x}{3 \cdot x} = \frac{1}{3} = 0,333$, y la presión parcial de cada gas es el

producto de su fracción molar por la presión total: $P_{PCl_5} = P_{PCl_3} = P_{Cl_2} = 0,333 \cdot 2 = 0,67 \text{ atm.}$

b) Conocidas las presiones parciales de cada gas, sustituyendo sus valores en la expresión de la constante de equilibrio K_p , se obtiene su valor: $K_p = \frac{P_{PCl_5} \cdot P_{Cl_2}}{P_{PCl_3}} = \frac{0,67 \text{ atm} \cdot 0,67 \text{ atm}}{0,67 \text{ atm}} = 0,67 \text{ atm.}$

De la relación entre las constantes de equilibrio K_p y K_c , se obtiene el valor de la última:

$$K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}}, \text{ y al ser } \Delta n \text{ igual moles de productos menos moles de reactivos: } \Delta n = 2 - 1 = 1,$$

resulta para K_c el valor: $K_c = \frac{0,67 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 473 \text{ K}} = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$

c) Al aumentar la presión disminuye el volumen y el equilibrio se desplaza hacia la izquierda, donde hay un menor número de moles, hasta recuperarlo de nuevo. Por reaccionar cierta cantidad de PCl_3 con la misma cantidad de Cl_2 para producir más PCl_5 , el grado de disociación del PCl_3 disminuye.

Resultado: a) $P_p(PCl_5) = P_p(PCl_3) = P_p(Cl_2) = 0,67 \text{ atm}$; b) $K_p = 0,67 \text{ atm}$; $K_c = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ M}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- El amoníaco constituye la materia prima para la industria de los fertilizantes nitrogenados, obteniéndose industrialmente mediante la llamada Síntesis de Haber:



- ¿Cómo influye en el equilibrio un aumento de la temperatura?
- Si se aumenta la presión ¿en qué sentido se desplaza el equilibrio?
- ¿En qué condiciones de presión y temperatura se favorece la producción de NH_3 ?
- Si $\Delta S < 0$ ¿será espontánea la reacción?

Solución:

a) Por ser una reacción exotérmica, al suministra calor por aumento de temperatura, el equilibrio se desplaza en el sentido en que se absorbe el calor suministrado, es decir, hacia donde la reacción es endotérmica, hacia la izquierda.

b) Un aumento de presión desplaza el equilibrio en el sentido en el que aparece un menor número de moles, hacia la derecha. La razón se debe a que aumenta la concentración de los gases y, en consecuencia, se produce un aumento de la reacción entre las moléculas de N_2 y H_2 para que, al formar más NH_3 , provoque un descenso en el número de moléculas por unidad de volumen, en la concentración.

Más fácilmente: al aumentar la presión se produce una disminución del volumen (ley de Boyle-Mariotte), y este descenso de capacidad provoca que el equilibrio se desplace en el sentido en el que aparece un menor número de moles, hacia la derecha.

c) De lo expuesto en los apartados anteriores, una presión elevada y baja temperatura son las condiciones favorables para producir NH_3 .

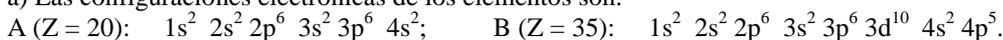
d) Una reacción es espontánea si $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$. Si $\Delta S < 0$ el término $- T \cdot \Delta S$ es positivo, y para que la expresión de ΔG sea menor que cero, el valor absoluto de ΔH ha de ser mayor que el valor absoluto de $T \cdot \Delta S$, lo que se consigue para bajas temperaturas. Luego, a temperaturas bajas la reacción es espontánea.

CUESTIÓN 2.- Dados los elementos A (Z = 20) y B (Z = 35), responde a las siguientes cuestiones:

- Escribe las configuraciones electrónicas de dichos elementos.**
- Indica a que grupo y período pertenecen.**
- ¿Cuál de ellos tendrá mayor potencial de ionización?**
- Razona qué tipo de enlace se forma entre A y B y cuál es la fórmula del compuesto que resulta.**

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas de los elementos son:



b) El elemento A, con dos electrones en el nivel de valencia 4s, pertenece al grupo 2 período 4 (n = 4), mientras que el B, con 5 electrones 4p en su nivel de valencia, se ubica en el grupo 17 (12 + 5 electrones 4p), período 4 (n = 4).

c) Potencial de ionización es la energía que hay que suministrar a un átomo neutro, gaseoso y en su estado electrónico fundamental para arrancarle un electrón y convertirlo en ión positivo, también gaseoso y en su estado electrónico fundamental. Es una propiedad periódica que aumenta al avanzar en un período de izquierda a derecha (aumenta la carga nuclear, el electrón se sitúa en el mismo nivel energético y ello incrementa la fuerza atractiva núcleo-electrón, necesitándose más energía para arrancarlo), y disminuye al bajar en un grupo (aumenta la carga nuclear, el electrón se sitúa en un nivel energético más externo y ello disminuye la fuerza atractiva núcleo-electrón, necesitándose menos energía para arrancarlo).

De lo expuesto se deduce que el elemento B es el de mayor potencial de ionización, pues está en el mismo período que el A pero mucho más a la derecha.

d) El elemento A, electropositivo, cede sus dos electrones de valencia para transformarse en el ión A^{2+} , y dos átomos de B, muy electronegativo, captan cada uno un electrón para convertirse en dos iones B^- . Los iones formados se unen entre sí por un enlace iónico, siendo la fórmula del compuesto AB_2 .

PROBLEMA 1.- a) Calcula el pH de una disolución de 100 mL de NaOH 0,1 M.

b) Si a la disolución anterior se le añade agua de forma que el volumen sea 10 veces mayor, ¿cuál será el pH de la disolución.

c) ¿Qué cantidad de HCl 0,5 M que hace falta para neutralizar 100 mL de NaOH 0,1 M?

Solución:

a) El NaOH es una base muy fuerte y se encuentra totalmente disociada en disolución, siendo la concentración de iones OH^- la misma que la de la disolución, es decir, $[OH^-] = 0,1 M$.

$$\text{De la expresión } [H_3O^+] \cdot [OH^-] = K_w \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13} M.$$

Aplicando a la concentración de H_3O^+ la definición de pH, se tiene:

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-13} = 13.$$

b) Al diluir hasta 1 L la disolución de partida cambia su concentración, y para calcularla hay que conocer los moles de NaOH disueltos en los 100 mL de la disolución primitiva.

Moles de NaOH en los 100 mL: $n = M \cdot V = 0,1 \text{ moles} \cdot \frac{1}{10} = 0,01 \text{ moles}$, que al estar disueltos, después de diluir, en 1 L de disolución, concentración de la nueva disolución es:

$$M = \frac{\text{moles}}{\text{Volumen}} = \frac{0,01 \text{ moles}}{1 L} = 10^{-2} M.$$

La concentración de iones OH^- en la disolución es $10^{-2} M$, y operando como en el apartado

anterior, el pH será: $[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12} \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log [H_3O^+] = -\log 10^{-12} = 12.$

c) Como en la los 100 mL de disolución 0,1 M hay 0,01 moles de NaOH, al transcurrir la reacción de neutralización mol a mol, $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, se necesitarán los mismos moles de HCl, que se encontrarán disueltos en el volumen de disolución ácida:

$$V = \frac{\text{moles}}{\text{molaridad}} = \frac{0,01 \text{ moles}}{0,5 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,02 \text{ L} = 20 \text{ mL}.$$

Resultado: a) pH = 13; b) pH = 12; c) V = 20 mL.