

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- a) Clasifica, según la teoría de Brønsted y Lowry, las siguientes especies, justificando la respuesta:

I) NH_4^+ ; II) HSO_4^- ; III) I^- .

b) Justifica el carácter ácido, básico o neutro de las disoluciones acuosas, resultantes del proceso de hidrólisis, de las siguientes sales:

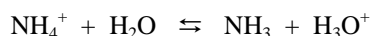
I) NaNO_3 ; II) CH_3COOK .

Solución:

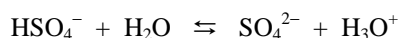
a) Según Brønsted y Lowry, ácido es toda especie química que en disolución es capaz de ceder un protón a otra, y base es toda especie química capaz de aceptar un protón de otra.

De las especies propuestas:

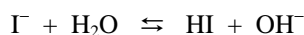
I.- NH_4^+ es un ácido por ceder, en medio acuoso, un protón a la base agua:



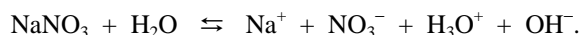
II.- HSO_4^- es un ácido por ceder, en medio acuoso, un protón al agua que actúa como base:



III.- I^- es una base por recibir, en disolución acuosa, un protón del agua que actúa como ácido:



b) I.- De la sal, NaNO_3 , completamente dissociada y formada por una base y ácido muy fuertes, sus iones Na^+ y NO_3^- , ácido y base conjugados extremadamente débiles de la base NaOH y ácido HNO_3 , no sufren hidrólisis, siendo la disolución neutra por ser la concentración de los iones OH^- y H_3O^+ las que corresponden al equilibrio iónico del agua.



II.- De la sal, CH_3COOK , completamente dissociada y formada por una base muy fuerte, KOH , y ácido débil, CH_3COOH , el ión K^+ , ácido conjugado extremadamente débil no sufre hidrólisis, ocurriendo lo contrario con la base conjugada CH_3COO^- relativamente fuerte. El equilibrio de hidrólisis es:

$\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$, aumentando la concentración de iones OH^- , lo que provoca un pH de la disolución superior a 7, siendo por ello la disolución básica.

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

Cloruro de nitrógeno (III); Hidróxido de calcio; Peróxido de litio; Sulfuro de sodio; Óxido de hierro (II); 1,2-dicloroetano; Propanodial; Ácido propanoico; 1-penten-3-ino; Aminometano; Mg^{2+} ; CO_3^{2-} ; HNaSO_4 ; BaO ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$; $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COONa}$; $\text{CH}_3\text{-CN}$; $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH-CH}_2\text{-CH}_3$; $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH-CO-CH}_3$.

Solución:

Cloruro de nitrógeno (III) = NCl_3 ; Hidróxido de calcio = Ca(OH)_2 ; Peróxido de litio = Li_2O_2 ;
Sulfuro de sodio = Na_2S ; Óxido de hierro (II) = FeO ; 1,2-dicloroetano = $\text{CH}_2\text{Cl-CH}_2\text{Cl}$;
Propanodial = $\text{OHC-CH}_2\text{-CHO}$; Ácido propanoico = $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$; 1-penten-3-ino = $\text{CH}_2=\text{CH-C}\equiv\text{C-CH}_3$;
Aminometano = $\text{CH}_3\text{-NH}_2$;

Mg^{2+} = ión magnesio; CO_3^{2-} = ión carbonato; HNaSO_4 = Hidrogenosulfato de sodio;
 BaO = Óxido de bario; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = dicromato de potasio; $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ = n-propanol;
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COONa}$ = Butanoato de sodio; $\text{CH}_3\text{-CN}$ = Etanonitrilo;
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH-CH}_2\text{-CH}_3$ = 2-butanol; $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH-CO-CH}_3$ = 3-pentino-2-ona.

PROBLEMA 1.- A 473 K y 2 atm de presión, el PCl_5 se disocia en un 50 %: $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$.

a) ¿Cuánto valdrán K_c y K_p ?

b) Calcula las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.

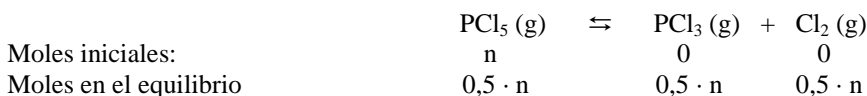
c) Justifica cómo influirá en el grado de disociación un aumento de la presión.

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

Solución:

a) Considerando n moles iniciales de PCl_5 , al disociarse el 50 % quedarán sin disociar la mitad de los moles iniciales, $0,5 \cdot n$, y se formarán $0,5 \cdot n$ moles de PCl_3 y $0,5 \cdot n$ moles de Cl_2 .

Esquemáticamente, los moles iniciales y en el equilibrio son:



Las fracciones molares de cada una de las especies en el equilibrio, siendo los moles totales $1,5 \cdot n$, son:

$$\chi_{\text{PCl}_5} = \frac{0,5 \cdot n}{1,5 \cdot n} = 0,33; \quad \chi_{\text{PCl}_3} = \frac{0,5 \cdot n}{1,5 \cdot n} = 0,33; \quad \chi_{\text{Cl}_2} = \frac{0,5 \cdot n}{1,5 \cdot n} = 0,33, \text{ y sus correspondientes}$$

presiones parciales, por ser iguales las fracciones molares, son también iguales y de valor:

$$P_{\text{PCl}_5} = \chi_{\text{PCl}_5} \cdot P = 0,33 \cdot 2 = 0,66 \text{ atm} = P_{\text{PCl}_3} = P_{\text{Cl}_2}, \text{ y sustituyendo estos valores en la expresión de la}$$

$$\text{constante de equilibrio } K_p \text{ se obtiene el valor: } K_p = \frac{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{PCl}_5}} = \frac{0,66 \text{ atm} \cdot 0,66 \text{ atm}}{0,66 \text{ atm}} = 0,66 \text{ atm}.$$

De la relación entre K_p y K_c se obtiene el valor de K_c :

$$K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}} \text{ y como } \Delta n = 2 - 1 = 1, K_c = \frac{0,66 \text{ atm}}{0,081 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 473 \text{ K}} = 0,017 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b) Las presiones parciales se han calculado en el apartado anterior.

c) Al aumentar la presión disminuye el volumen para mantenerse constante el producto $P \cdot V$ según la ley de Boyle-Mariotte, por lo que el equilibrio se desplaza en el sentido en el que se produce una disminución en el número de moles, hacia la izquierda, disminuyendo por ello el grado de disociación del PCl_5 .

Resultado: a) $K_p = 0,66 \text{ atm}$; $K_c = 0,017 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$; b) las 3 iguales a $0,66 \text{ atm}$; c) α disminuye.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 2.- a) Explica la hibridación sp^3 , sp^2 y sp .

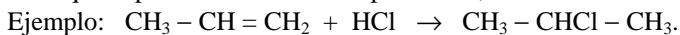
b) Define y pon un ejemplo de cada una de las siguientes reacciones: I) adición; II) de sustitución.

Solución:

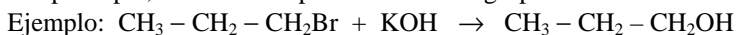
a) La hibridación de orbitales, en el carbono por ejemplo, se realiza por la promoción de uno de los electrones del nivel de valencia 2s al orbital atómico vacío 2p, y combinación lineal de los orbitales necesarios.

Después de la promoción electrónica, el átomo de carbono adquiere la configuración $2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$. La combinación lineal de los cuatro orbitales atómicos origina cuatro orbitales híbridos sp^3 equivalentes en energía y forma; si se combinan el orbital atómico 2s con dos de los orbitales atómicos 2p se forman tres orbitales híbridos sp^2 equivalentes en forma y energía; y si la combinación lineal se realiza entre los orbitales atómicos 2s y uno 2p, aparecen dos orbitales híbridos sp equivalentes en forma y energía.

b) Una reacción de adición es aquella en la que un enlace doble o triple se rompe, y a cada uno de los átomos que soportaban el doble o triple enlace, se une otro átomo o grupo de átomos.



Reacción de sustitución es aquella en la que un átomo o grupo de átomos enlazados a un átomo de la cadena principal, es sustituido por otro átomo o grupo de átomos.



CUESTIÓN 3.- formula o nombra, según corresponda, las siguientes especies químicas:

Bromuro de plata; Clorato de amonio; Cloruro de mercurio (II); Peróxido de potasio; Fosfito diácido de sodio; Propanona; Etil-propil-éter; Pentino; Ácido hexanoico;

3-metil-1-buteno; Pb^{2+} ; NO_3^- ; $Ca(HCO_3)_2$; NaOH; H_2SO_3 ; CH_3-CHO ; $CH_3-CH_2-CONH_2$; $CH_3-COO-CH_2-CH_3$; $CH_3-CHCl-CH=CH_2$; $CH_2OH-CHOH-CH_3$.

Solución:

Bromuro de plata = AgBr; Clorato de amonio = NH_4ClO_3 ; Cloruro de mercurio (II) = $HgCl_2$
Peróxido de potasio = K_2O_2 ; Fosfito diácido de sodio = NaH_2PO_4 ; Propanona = $CH_3-CO-CH_3$;
Etil-propil-éter = $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$; Pentino = $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$;
Ácido hexanoico = $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$;
3-metil-1-buteno = $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2$;

Pb^{2+} = catión plomo (II); NO_3^- = anión nitrato; $Ca(HCO_3)_2$ = Hidrogenocarbonato de calcio;
NaOH = hidróxido de sodio; H_2SO_3 = Ácido sulfuroso; CH_3-CHO = etanal;
 $CH_3-CH_2-CONH_2$ = Propanamida; $CH_3-COO-CH_2-CH_3$ = Acetato de etilo;
 $CH_3-CHCl-CH=CH_2$ = 3-cloro-1-buteno; $CH_2OH-CHOH-CH_3$ = 1,2-propanodiol.

PROBLEMA 1.-a) ¿Cuál es el pH de 50 mL de una disolución 0,1 M de NaOH?

b) Si se añade agua a la anterior disolución hasta que el volumen resultante sea diez veces mayor, ¿cuál será el pH?

c) ¿Qué cantidad de HCl 0,5 M hace falta para neutralizar la disolución inicial?

Solución:

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

El pOH es: $pOH = -\log [OH^-] = -\log 0,1 = 1$, y como $pH + pOH = 14$, resulta para el pH de la disolución: $pH = 14 - 1 = 13$.

b) Al diluir la disolución hasta un volumen de 500 mL, como los moles disueltos son los mismos disminuye la concentración y aumenta el pOH, o lo que es lo mismo, disminuye el pH.

Los moles contenidos en los 50 mL de disolución 0,1 M son:

$n = M \cdot V = 0,1 \text{ moles} \cdot 0,050 \text{ L} = 0,005 \text{ moles}$, que al encontrarse disueltos en un volumen de 500 mL, produce a la disolución una concentración: $M = \frac{n \text{ moles}}{V \text{ litros}} = \frac{0,005 \text{ moles}}{0,5 L} = 0,01 M$, que es la

concentración de los iones OH^- por ser el NaOH una base muy fuerte y encontrarse totalmente ionizada.

$pOH = -\log [OH^-] = -\log 10^{-2} = 2 \Rightarrow pH = 14 - 2 = 12$.

c) Al ser la reacción de neutralización $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$ y consumirse un mol de ácido por cada mol de base, por encontrarse disueltos en los 50 mL de disolución de NaOH 0,005 moles, se necesitan consumir 0,005 moles de HCl, a los que corresponde una masa:

$$0,005 \text{ moles} \cdot \frac{36,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 0,1825 \text{ g de HCl.}$$

Resultado: a) pH = 13; b) pH = 12; c) 0,1825 g.