

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- La reacción $2 A (g) + B (g) \rightleftharpoons 2 C (g)$ que se efectúa en un recipiente cerrado, es exotérmica en el sentido de izquierda a derecha y a $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ el valor de K_p es 0,42. Indica cómo afectará al equilibrio:

- a) Una variación de la temperatura. b) Una variación de la presión.
c) La presencia de un catalizador.

Solución:

a) El valor de la constante de equilibrio depende de la temperatura, por lo que toda variación de ésta provoca un cambio de valor en K_p .

Por ser la reacción tal cual esta escrita exotérmica, un aumento de la temperatura supone ceder calor al sistema, y éste evoluciona desplazándose en el sentido endotérmico de la reacción para alcanzar un nuevo equilibrio, hacia la izquierda, para así contrarrestar la alteración externa producida, principio de Le Chatelier. En este supuesto, el valor de K_p disminuye por aumentar las presiones parciales de los reactivos (aumentan sus moles y por ello sus presiones parciales).

Si la temperatura desciende es ahora el sistema el que cede calor, y el equilibrio evoluciona hacia el sentido exotérmico de la reacción, hacia la derecha, para contrarrestar la alteración externa producida, principio de Le Chatelier. Ahora, el valor de K_p aumenta al aumentar la presión parcial de los productos de reacción y disminuir la de los reactivos (se incrementan los moles de C y disminuyen los de A y B).

b) Si se aumenta la presión disminuye el volumen, y este descenso en la capacidad del reactor se traduce en un desplazamiento del equilibrio, hasta alcanzar uno nuevo, en el sentido en el que aparece un menor número de moles, hacia la derecha, para así contrarrestar la alteración externa producida.

Si la presión disminuye el volumen aumenta, y este aumento de la capacidad del reactor se traduce en un desplazamiento del equilibrio, hasta conseguirlo nuevamente, en el sentido en que aparece un mayor número de moles, hacia la izquierda.

c) La presencia de un catalizador, al no tener influencia alguna sobre la variación del número de moles de las sustancias que intervienen en el equilibrio, y sí sobre la energía de activación del sistema, no afecta para nada al equilibrio, limitándose sólo a que éste se alcance antes si el catalizador es positivo (aumenta la velocidad de reacción), o después si es negativo (disminuye la velocidad de reacción).

PROBLEMA 1.- En condiciones normales de presión y temperatura un mol de dióxido de carbono contiene $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas.

- a) ¿Cuántas moléculas habrá en 60 g de CO_2 a $129\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 748 mm Hg?
b) ¿Cuál será la densidad del CO_2 en condiciones normales?
c) ¿Y a $129\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 748 mm Hg?

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

Solución:

a) La masa de cualquier sustancia no cambia con la variación de presión y temperatura, por lo que en las condiciones dadas, los 60 g de CO_2 permanece constante y a partir de sus moles se calculan las moléculas que contienen:

$$60 \text{ g } \text{CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{CO}_2}{44 \text{ g } \text{CO}_2} \cdot \frac{6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas } \text{CO}_2}{1 \text{ mol } \text{CO}_2} = 8,21 \cdot 10^{23} \text{ moléculas } \text{CO}_2.$$

b) En condiciones normales un mol de CO_2 (44 g) ocupan un volumen de 22,4 L, por lo que la densidad del CO_2 será:

$$d = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}} = \frac{44 \text{ g}}{22,4 \text{ L}} = 1,96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

c) El volumen que ocupa un mol de CO_2 en estas condiciones es:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 402 \text{ K}}{748 \text{ mm Hg} \cdot \frac{1 \text{ atm}}{760 \text{ mm Hg}}} = 33,49 \text{ L}, \text{ por lo que el nuevo valor de}$$

la densidad es: $d = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}} = \frac{44 \text{ g}}{33,49 \text{ L}} = 1,31 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Resultado: a) $8,21 \cdot 10^{23}$ moléculas; b) $d(\text{C.N.}) = 1,96 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; c) $d = 1,31 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

PROBLEMA 3.- El permanganato potásico en medio ácido oxida a los sulfuros a azufre elemental, pasando a Mn^{2+} .

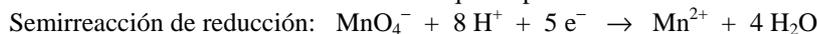
- a) Escribe la reacción completamente ajustada.
 b) ¿Qué volumen de permanganato potásico 0,375 M hará falta para oxidar 50 mL de sulfuro sódico 1,250 M?

Solución:

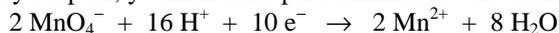
a) La ecuación molecular de la reacción química es:



Las semirreacciones de oxido-reducción que se producen son:



Multiplicando la primera semirreacción por 2 y la segunda por 5 para igualar los electrones que se ceden y aceptan, y sumándolas para eliminar los electrones, se obtiene la ecuación iónica ajustada:



2 $\text{MnO}_4^- + 5 \text{S}^{2-} + 16 \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{S} + 8 \text{H}_2\text{O}$, y llevando estos coeficientes a la ecuación molecular, ajustando por tanteo los cloruros de sodio y potasio, se obtiene ésta ajustada:



b) Los moles de sulfuro de sodio oxidados son:

$n(\text{Na}_2\text{S}) = M \cdot V = 1,250 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,050 \text{ L} = 0,0625 \text{ moles}$, y como por cada 2 moles de KMnO_4 se oxidan 5 moles de Na_2S , los moles de KMnO_4 que se consumen en la valoración son:

$$0,0625 \text{ moles } \text{Na}_2\text{S} \cdot \frac{2 \text{ moles } \text{KMnO}_4}{5 \text{ moles } \text{Na}_2\text{S}} = 0,025 \text{ moles de } \text{KMnO}_4, \text{ que se encuentran disueltos en}$$

el volumen de disolución: $V = \frac{\text{moles soluto}}{\text{molaridad}} = \frac{0,025 \text{ moles}}{0,375 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,06667 \text{ L} = 66,67 \text{ mL}.$

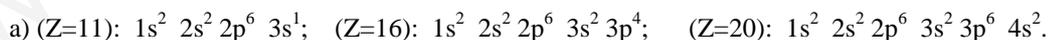
Resultado: $V(\text{KMnO}_4) = 66,67 \text{ mL}.$

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- a) Indica la configuración electrónica de los elementos de números atómicos 11, 16 y 20. ¿A qué grupo y período pertenecen?

b) ¿Cuál es la configuración electrónica del ión más estable de cada uno de dichos elementos?

Solución:



El grupo al que pertenece un elemento se debe al número de electrones de su capa de valencia, que en las configuraciones anteriores, por no corresponder a elementos de transición, viene dada por el valor del número cuántico principal n , que también determina el período en el que se sitúa el elemento. Es decir, la capa de valencia del elemento de $Z = 11$ es $3s^1$, que por ser $n = 3$ indica que pertenece al período 3º y por tener sólo un electrón al grupo 1.

La capa de valencia del elemento de $Z = 16$ es $3s^2 3p^4$ que pone de manifiesto, al pasar del orbital $3s$ al $3p$, que se ha sobrepasado los 10 elementos de transición, por lo que el grupo se obtiene sumando a 12 (10 elementos de transición más los dos grupos ns^2), los electrones de los orbitales p. Luego, por ser $n = 3$ el elemento de $Z = 16$ se sitúa en el período 3º, y por tener en los orbitales $3p$ 4 electrones pertenece al grupo 16 (12 + 4 electrones p).

El elemento de $Z = 20$, utilizando los criterios anteriores, pertenece al período 4º grupo 2.

b) Los elementos tienden a conseguir configuración electrónica estable de gas noble, por lo que pierden o ganan electrones para conseguirlo. Los elementos de capa de valencia ns con 1 o 2 electrones pierden éstos para conseguir la configuración electrónica del gas noble más próximo, y los que tienen de capa de valencia ns² np, ganan los electrones necesarios para completar los orbitales np y adquirir la configuración electrónica estable del gas noble más próximo. Por ello, el elemento de Z = 11 pierde el electrón 3s¹ y la configuración electrónica estable es: 1s² 2s² 2p⁶; el de Z = 16 gana 2 electrones y consigue la configuración electrónica estable 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶, y el elemento de Z = 20 pierde los 2 electrones del orbital 4s y adquiere la configuración electrónica estable 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶.

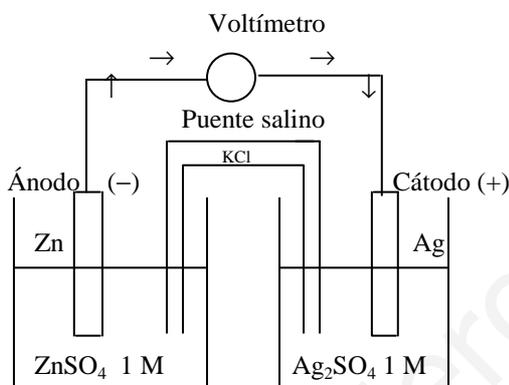
CUESTIÓN 2.- a) Describe y dibuja una pila con electrodos normales, uno de cinc y otro de plata.

b) Indica la polaridad y el proceso que se produce en cada electrodo.

DATOS: E° (Zn²⁺/Zn) = -0,76 V; E° (Ag⁺/Ag) = 0,80 V.

Solución:

a) El esquema de la pila, en la que los electrones van desde el ánodo (-) hasta el cátodo (+), a través de un conductor externo, y el puente salino (disolución de un electrolito inerte para los procesos de la pila, que cierra el circuito y mantiene la neutralidad eléctrica de las disoluciones anódica y catódica), es:



b) En el ánodo, polo negativo, se produce la oxidación del cinc: $\text{Zn} - 1 e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$, y en el cátodo, polo positivo, la reducción del ión plata: $\text{Ag}^+ + 1 e^- \rightarrow \text{Ag}$.

PROBLEMA 3.- Calcula la solubilidad del hidróxido de magnesio:

a) En agua.

b) En disolución de hidróxido de sodio 0,015 M.

DATOS: K_{ps} = 3 · 10⁻¹¹.

Solución:

a) El equilibrio de disociación del hidróxido es: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2 \text{OH}^-$.

De la estequiometría del equilibrio de solubilidad se deduce que, si la solubilidad de la sal en disolución es S moles · L⁻¹, la solubilidad de los iones Mg²⁺ es S, y la de los iones OH⁻ es 2 · S.

Del producto de solubilidad: $P_s = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = S \cdot (2 \cdot S)^2 = 4 \cdot S^3$, sustituyendo las variables conocidas por sus valores, despejando S y operando:

$$3 \cdot 10^{-11} = 4 \cdot S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 10^{-11}}{4}} = \sqrt[3]{7,5 \cdot 10^{-12}} = 1,96 \cdot 10^{-4} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b) El NaOH, base muy fuerte, se encuentra totalmente disociado en disolución acuosa, siendo la concentración de los iones OH⁻ 0,015 M, por lo que al disolver en ella la sal poco soluble Mg(OH)₂, el equilibrio de ionización, debido al efecto del ión común OH⁻, se encuentra desplazado hacia la formación del compuesto poco soluble, lo que provoca una disminución de su producto de solubilidad.

Por ser la concentración de iones OH⁻, procedente de la ionización del Mg(OH)₂, excesivamente pequeña frente a la procedente de la ionización de la base NaOH 0,015 M, el producto de solubilidad en este supuesto es:

$$P_s = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = S \cdot 0,015^2 \Rightarrow [\text{Mg}^{2+}] = S = \frac{P_s}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{3 \cdot 10^{-11}}{0,015^2} = 1,33 \cdot 10^{-7} \text{ M}.$$

Resultado: a) S = 1,96 · 10⁻⁴ M; b) S = 1,33 · 10⁻⁷ M.