

OPCIÓN A

PROBLEMA 2.- Se pretende depositar cromo metal, por electrolisis, de una disolución ácida que contiene óxido de cromo (VI), CrO_3 .

a) Escribe la semirreacción de reducción.

b) ¿Cuántos gramos de cromo se depositarán si se hace pasar una corriente de $1 \cdot 10^4 \text{ C}$?

DATOS: $A_r(\text{Zn}) = 51,99 \text{ u}$; $1F = 96.485 \text{ C}$.

Solución:

a) La semirreacción de reducción es: $\text{CrO}_3 + 6 \text{H}^+ + 6 \text{e}^- \rightarrow \text{Cr} + 3 \text{H}_2\text{O}$.

b) Aplicando la expresión deducida de las leyes de Faraday se obtiene la masa de cromo que se deposita:

$$m = \frac{M(\text{Cr}) \cdot Q}{z \cdot F} = \frac{51,99 \text{ g} \cdot 1 \cdot 10^4 \text{ -C}}{6 \cdot 96.485 \text{ -C}} = 0,898 \text{ g Cr.}$$

Resultado: b) 0,898 g Cr.

CUESTIÓN 1.- En relación con la energía de ionización:

a) Define la primera energía de ionización.

b) Qué grupo de la tabla periódica es el más estable respecto a la pérdida de un electrón. Justifica la respuesta.

c) Escribe claramente los nombres y los símbolos de los elementos que constituyen el grupo deducido en el apartado b).

Solución:

a) Primera energía de ionización es la menor cantidad de energía necesaria, para arrancar a un átomo gaseoso, neutro y en su estado electrónico fundamental de un elemento, un electrón de su capa de valencia para dar lugar a un ión monopositivo gaseoso y en su estado electrónico fundamental.

b) La estructura electrónica más estable de un átomo de un elemento, es la que posee en su capa de valencia ocho electrones, es decir, $ns^2 np^6$, que es la configuración electrónica correspondiente a los gases nobles ubicados en el grupo 18 de la tabla periódica. Estos elementos son los que conforman el grupo de elementos más estables respecto a la pérdida de un electrón.

c) Los elementos que conforman este grupo, dados conforme se desciende en el grupo son: helio, He; neón, Ne; argón, Ar; criptón, Kr; xenón, Xe y radón, Rn.

CUESTIÓN 2.- En relación con los números cuánticos:

a) Define los números cuánticos, su significado y posibles valores.

b) Deduce que valores de n , l y m_l pueden tener cada orbital de la subcapa "5d".

Solución:

a) Los parámetros de los que dependen las soluciones de la ecuación de onda de Schrödinger son los números cuánticos n , l , m_l .

n representa un nivel energético y está relacionado con el tamaño y la energía del orbital. Sus valores pueden ser 1, 2, 3, 4,

l representa un subnivel del nivel energético y se encuentra relacionado con la forma, energía del orbital y con el módulo del momento angular. Sus valores pueden ser 0, 1, 2, ... $n - 1$.

m_l está relacionado con la orientación del orbital. Sus valores pueden ser $-l, 0, \dots, +l$.

b) Los valores de los números cuánticos, dados en el orden (n, l, m_l) , son: $n = 5$; $l = 2$; $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 2.- Para el equilibrio: $2 \text{H}_2\text{S} (\text{g}) + 3 \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g}) + 2 \text{SO}_2 (\text{g})$ $\Delta\text{H} = -1.036 \text{ kJ}$. Predecir hacia donde se desplazará el equilibrio si:

- Se aumenta el volumen del recipiente a temperatura constante.
- Se extrae $\text{SO}_2 (\text{g})$.
- Se aumenta la temperatura.
- Se absorbe el vapor de agua.
- Se añade 10 moles de helio.

Solución:

a) Si aumenta el volumen del recipiente se produce una disminución de la concentración molar, es decir, disminuye el número de moléculas por unidad de volumen, y el sistema, para contrarrestar este efecto, incrementa la reacción entre las moléculas de H_2O y SO_2 para producir más H_2S y O_2 , es decir, el sistema desplaza el equilibrio hacia la izquierda hasta volverlo a alcanzar. Con otras palabras, el aumento de la capacidad del reactor permite albergar más cantidad de sustancia, y en consecuencia, el equilibrio se desplaza en el sentido en el que aparece mayor número de moles, hacia la izquierda.

b) La extracción de SO_2 provoca una disminución de su concentración, y para contrarrestar este efecto, el sistema provoca el consumo de H_2S y O_2 para producir más cantidad de H_2O y SO_2 hasta que se alcance un nuevo estado de equilibrio, es decir, el sistema evoluciona en el sentido en el que se produce la sustancia retirada, hacia la derecha.

c) Si se suministra calor al sistema aumentando la temperatura, éste evoluciona en el sentido en el que se absorbe el calor suministrado, en el sentido endotérmico, y como la reacción tal cual esta escrita es exotérmica, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda. Además, este efecto provoca una variación en el valor de la constante de equilibrio.

d) Si se absorbe el vapor de agua producido, el efecto que se produce en el sistema es el mismo que el explicado para la retirada de SO_2 , es decir, el equilibrio se desplaza hacia la derecha hasta alcanzar un nuevo equilibrio al producirse más cantidad de la sustancia retirada, agua, y dióxido de azufre.

e) La adición de la cantidad que se considere de helio, gas noble inerte que no reacciona con los gases del equilibrio, aunque incrementa la presión total del sistema, disminuye la fracción molar de cada gas, permaneciendo invariable la presión parcial de los mismos así como su concentración molar. Luego, la constancia en el valor de las presiones parciales y concentraciones molares de los componentes de la mezcla, hace que el equilibrio no se vea alterado por la adición de un gas noble.

PROBLEMA 2.- Una muestra de 500 mg de un ácido monoprótico fuerte se neutralizó con 33,16 mL de disolución 0,15 M de KOH. Calcula:

- La masa molecular del ácido.
- El pH de la mezcla cuando se han añadido 40 mL de la base, suponiendo un volumen final de 50 mL.

Solución:

a) La ecuación correspondiente a la reacción de neutralización es: $\text{HA} + \text{KOH} \rightarrow \text{KA} + \text{H}_2\text{O}$, indica que se consume un mol de ácido por cada mol de KOH empleado, es decir, la estequiometría de la reacción es 1 a 1, por lo que, calculando los moles de base gastados se conocen los presentes de ácido y de ellos la obtención de su masa molar.

Moles KOH: $n(\text{KOH}) = M \cdot V = 0,15 \text{ moles} \cdot 0,03316 \text{ L} = 0,00497 \text{ moles de KOH}$, que son también los moles del ácido, siendo la masa molar del mismo:

$$500 \text{ mg HA} \cdot \frac{1 \text{ g HA}}{1.000 \text{ mg HA}} \cdot \frac{1 \text{ mol HA}}{M} = 0,00497 \text{ moles} \Rightarrow M = \frac{500 \text{ mg HA} \cdot 1 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol HA}}{1.000 \text{ mg} \cdot 0,00497 \text{ moles}} = 100,5 \text{ g.}$$

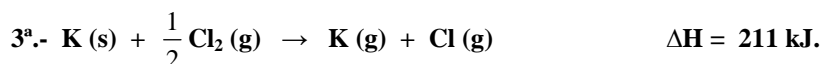
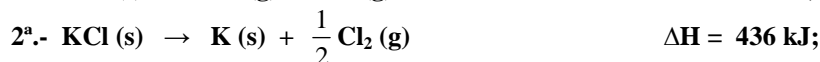
b) Si la neutralización se realizó con la adición de 33,16 mL, si se añaden 40 mL hay un exceso de 6,84 mL de base, por lo que el pH de la disolución resultante será básico.

Moles de base en exceso: $n(\text{KOH}) = M \cdot V = 0,15 \text{ moles} \cdot 0,00684 \text{ L} = 0,001026 \text{ moles}$ de KOH, que por ser una base muy fuerte se encuentra en disolución totalmente ionizada. La concentración de la nueva disolución es: $M = \frac{\text{moles}}{V(L)} = \frac{0,001026 \text{ moles}}{0,050 \text{ L}} = 0,0205 \text{ M}$ que es también la concentración de los iones hidróxidos, $[\text{OH}^-]$, siendo el pOH de la disolución: $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 0,0205 = 1,69$, y por ser la relación entre el pH y el pOH: $\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,69 = 12,31$.

Resultado: a) M(HA) = 100,5 g; b) pH = 12,31.

CUESTIÓN 3.- Contesta razonadamente a las siguientes cuestiones:

a) Dadas las reacciones:

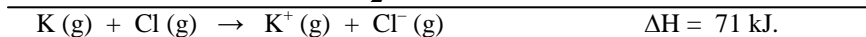
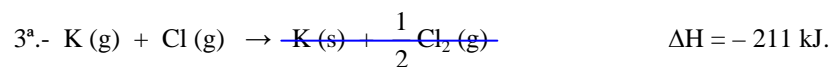
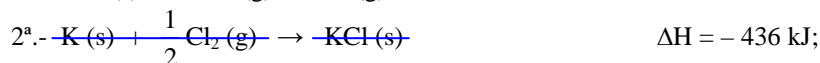


Calcula la ΔH para la reacción: $\text{K (g)} + \text{Cl (g)} \rightarrow \text{K}^+ \text{ (g)} + \text{Cl}^- \text{ (g)}$.

b) Una reacción es espontánea a 975 °C pero no es espontánea a 25 °C. ¿Qué signos tendrán ΔH° y ΔS° para dicha reacción?

Solución:

a) Para calcular la variación entálpica de la reacción propuesta se aplica la ley de Hess. Para ello, se invierten la segunda y tercera ecuaciones (y se les cambia el signo a las entalpías) y luego se suman las tres:



b) La espontaneidad de una reacción química viene dada por su variación de energía libre de Gibbs. Esta energía se obtiene de la expresión $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$, y si su valor es inferior a cero, $\Delta G^\circ < 0$, la reacción es espontánea, no siéndolo para valores distintos. Luego, para que una reacción sea espontánea a altas temperaturas, tanto ΔH° como ΔS° han de ser positivos, pues así puede cumplirse que el producto $T \cdot \Delta S^\circ$ sea mayor que el valor de ΔH° , y, por tanto, la diferencia $\Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$ sea negativa.