

BLOQUE PRIMERO.-

- CUESTIÓN 1.- a) Define el concepto de energía de ionización de un elemento.**
b) Indica cómo cambia la primera energía de ionización de un elemento al bajar en un grupo de la Tabla Periódica.
c) Dados los elementos Cl, Ar y K, ordénalos de mayor a menor energía de ionización.

Solución:

a) Energía de ionización es la que hay que comunicar a un átomo gaseoso, neutro y en su estado electrónico fundamental, para arrancarle un electrón de su capa de valencia y convertirlo en un catión monopositivo, gaseoso y en su estado electrónico fundamental: $A + E. I. \rightarrow A^+ + 1 e^-$.

b) Por ser la energía de ionización una propiedad periódica varía con el número atómico, es decir, al crecer el número atómico de los elementos al bajar en un grupo y situarse el electrón en niveles cada vez más alejado de éste, la fuerza atractiva núcleo-electrón más externo disminuye, necesiéndose aplicar menos energía para arrancarlo, es decir, al bajar en un grupo disminuye la energía de ionización de los elementos.

c) Los elementos Cl y Ar se encuentran en el mismo período, y al crecer la energía de ionización al avanzar en un período (aumenta la carga nuclear y el electrón situado en el mismo nivel energético es más fuertemente retenido por el núcleo), el átomo de cloro posee una energía de ionización más baja que el argón situado más a la derecha.

El átomo de potasio se encuentra a la izquierda en el siguiente período y un lugar más bajo en su grupo, por lo que, según se expuso en el apartado b), su energía de ionización es menor que la de los átomos anteriores, luego el orden de estos elementos de mayor a menor energía de ionización es:



CUESTIÓN 2.- Explica, en función del tipo de enlace que presentan, las siguientes afirmaciones:

- a) El cloruro sódico es soluble en agua.**
b) El hierro es conductor de la electricidad.
c) El metano tiene bajo punto de fusión.

Solución:

a) El cloruro de sodio es un sólido iónico que forma una red cristalina formada por los iones Cl^- y Na^+ , y su interacción con los dipolos del agua provoca la ruptura de la red iónica, pasando los iones, hidratados, a la disolución.

b) El hierro presenta en su estructura metálica bandas de valencia con electrones, superpuesta o muy próxima a bandas vacías, lo que permite, con poca energía, la movilidad de los electrones a lo largo del metal, constituyendo la corriente eléctrica.

c) En el metano los átomos de carbono e hidrógenos se unen por medio de un enlace covalente, muy fuerte, mientras que las moléculas se unen entre sí por débiles fuerzas de Van der Waals, y como fundir un compuesto es romper o debilitar las fuerzas que unen las moléculas en estado sólido para que pasen a líquido, se deduce fácilmente que el punto de fusión del metano sea bajo.

CUESTIÓN 5.- Ajusta por el método del ión-electrón la reacción:

$HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$, indicando, de forma justificada, las semirreacciones de oxidación y reducción, las especies oxidante y reductora.

Solución:

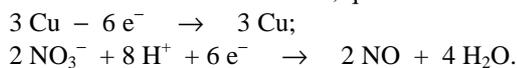
Las semirreacciones de oxido-reducción que tienen lugar son:

Semirreacción de oxidación en la que el cobre metal de número de oxidación 0, pasa a ión cobre (II) con número de oxidación + 2: $Cu - 2 e^- \rightarrow Cu^{2+}$;

Semirreacción de reducción por pasar el número de oxidación del nitrógeno del ácido nítrico de + 6 a + 2 en el óxido de nitrógeno (II): $NO_3^- + 4 H^+ + 3 e^- \rightarrow NO + 2 H_2O$.

El Cu al oxidarse y provocar la reducción del HNO_3 actúa como reductor, mientras que el HNO_3 al reducirse oxidando al Cu actúa como oxidante.

Multiplicando la semirreacción de oxidación por 3, la de reducción por 2 y sumándolas se eliminan los electrones intercambiados, quedando la ecuación iónica ajustada:



$3 \text{ Cu} + 2 \text{ NO}_3^- + 8 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ Cu} + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$. Teniendo en cuenta que los 8 protones corresponden al ácido nítrico, llevando los coeficientes obtenidos a la ecuación molecular, queda ésta ajustada: $3 \text{ Cu} + 8 \text{ HNO}_3 \rightarrow 3 \text{ Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{ NO} + 4 \text{ H}_2\text{O}$.

BLOQUE SEGUNDO.-

PROBLEMA 1.- Para cada una de las siguientes electrólisis, calcula:

- La masa de cinc metálico depositada en el cátodo al pasar por una disolución acuosa de Zn^{2+} una corriente de 2 amperios durante 30 minutos.
- El tiempo necesario para que se depositen 0,6 g de plata tras pasar por una disolución acuosa de nitrato de plata una corriente de 2 amperios.

DATOS: $F = 96.500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$; $A_r(\text{Zn}) = 65,4 \text{ u}$; $A_r(\text{Ag}) = 108 \text{ u}$.

Solución:

a) En el cátodo de la cuba electrolítica tiene lugar la reducción del catión. La Semirreacción es:

$\text{Zn}^{2+} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{Zn}$, y para determinar la masa de níquel que se deposita, se aplica la expresión correspondiente deducida de las leyes de Faraday:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot 96500} = \frac{65,4 \text{ g} \cdot \cancel{\text{mol}^{-1}} \cdot 2 \text{ A} \cdot 1800 \cancel{\text{ s}}}{2 \cdot 96500 \cancel{\text{ A} \cdot \text{ s}} \cdot \cancel{\text{ mol}^{-1}}} = 1,22 \text{ g de Zn}.$$

b) Escribiendo la semirreacción de reducción para conocer el número de electrones del proceso:

$\text{Ag}^+ + 1 \text{ e}^- \rightarrow \text{Ag}$, y aplicando la expresión del apartado anterior despejando el tiempo:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \Rightarrow t = \frac{m \cdot z \cdot F}{M \cdot I} = \frac{0,6 \cancel{\text{ g}} \cdot 1 \cdot 96500 \cancel{\text{ A} \cdot \text{ s}} \cdot \cancel{\text{ mol}^{-1}}}{108 \cancel{\text{ g}} \cdot \cancel{\text{ mol}^{-1}} \cdot 2 \text{ A}} = 268,056 \text{ s} = 268,056 \cancel{\text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \cancel{\text{ s}}} = 4,468 \text{ min}.$$

Resultado: a) 1,22 g Zn; b) 4,468 minutos.

PROBLEMA 3.- En la siguiente reacción: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$, $K_c = 4,0$. Si se hace reaccionar una mezcla de 46 g de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, 60 g de CH_3COOH , 176 g de $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ y 90 g de H_2O .

- ¿En qué sentido tendrá lugar el cambio neto?
- ¿Cuántos gramos de cada sustancia hay en el equilibrio?

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

Solución:

a) Los moles de cada sustancia que se introducen en el reactor son:

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 46 \cancel{\text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{46 \cancel{\text{ g}}} = 1 \text{ moles}; \quad \text{CH}_3\text{COOH} = 60 \cancel{\text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{60 \cancel{\text{ g}}} = 1 \text{ moles};$$

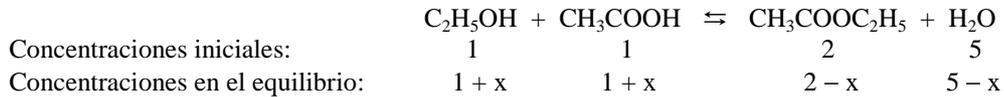
$$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 = 176 \cancel{\text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{88 \cancel{\text{ g}}} = 2 \text{ moles}; \quad \text{H}_2\text{O} = 90 \cancel{\text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18 \cancel{\text{ g}}} = 5 \text{ moles}.$$

Llevando estos valores divididos por el volumen del reactor (concentraciones de cada sustancia) al cociente de reacción, operando y comparando el valor obtenido con el de K_c , se indica con exactitud el sentido en el que evoluciona el proceso:

$$Q_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5] \cdot [H_2O]}{[C_2H_5OH] \cdot [CH_3COOH]} = \frac{\frac{2}{V} \cdot \frac{5}{V}}{\frac{1}{V} \cdot \frac{1}{V}} = \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 1} = 10, \text{ y por ser } Q_c > K_c \text{ se deduce que el equilibrio,}$$

para que disminuya Q_c , ha de desplazarse hacia la izquierda.

b) Llamando x a los moles de $CH_3COOC_2H_5$ y de H_2O que reaccionan para producir x moles de C_2H_5OH y CH_3COOH , los moles o concentraciones de cada especie al inicio y en el equilibrio son:



y llevando estas concentraciones a la constante de equilibrio y operando:

$$K_c = \frac{[CH_3COOC_2H_5] \cdot [H_2O]}{[C_2H_5OH] \cdot [CH_3COOH]} \Rightarrow 4 = \frac{(2-x) \cdot (5-x)}{(1+x) \cdot (1+x)} \Rightarrow 3 \cdot x^2 + 15 \cdot x - 6 = 0, \text{ y resolviendo}$$

la ecuación sale como valor de x la solución válida: $x = 0,37 \text{ M}$ o $0,37$ moles.

Los moles de cada sustancia en el equilibrio son:

$C_2H_5OH = CH_3COOH = 1,37$ moles; $CH_3COOC_2H_5 = 1,63$ moles y $H_2O = 4,63$ moles, siendo los gramos de cada una de ellas:

$$1,37 \text{ moles } C_2H_5OH \cdot \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} = 63,02 \text{ g}; \quad 1,37 \text{ moles } CH_3COOH \cdot \frac{60 \text{ g } CH_3COOH}{1 \text{ mol } CH_3COOH} = 82,2 \text{ g};$$

$$1,63 \text{ moles } CH_3COOC_2H_5 \cdot \frac{88 \text{ g } CH_3COOC_2H_5}{1 \text{ mol } CH_3COOC_2H_5} = 143,44 \text{ g}; \quad 4,63 \text{ moles } H_2O \cdot \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 83,34 \text{ g}.$$

Resultado: b) $C_2H_5OH = 63,02 \text{ g}$; $CH_3COOH = 82,2 \text{ g}$; $CH_3COOC_2H_5 = 143,44 \text{ g}$; $H_2O = 83,34 \text{ g}$.