

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Define el concepto de energía de red y ordena los compuestos iónicos NaF, KBr y MgO según los siguientes criterios:

- a) Energía de red creciente. b) Punto de fusión creciente.

CUESTIÓN 2.- Escribe las ecuaciones termoquímicas correspondientes a los procesos de formación estándar, a partir de sus elementos, del dióxido de carbono, agua y ácido metanoico, y la reacción de combustión de este último.

Resultado: b) $\Delta H_c^\circ = -270,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

CUESTIÓN 3.- En una valoración ácido-base se valora un ácido débil HA con una base fuerte BOH. Al llegar al punto final razona sobre la veracidad de las siguientes afirmaciones:

- a) Sólo se han neutralizado parte de los iones OH^- de la base.
b) El pH en el punto de equivalencia es 7.
c) Se han gastado los mismos moles de ácido que de base.

PROBLEMA 1.- Se introducen 0,85 moles de H_2 y 0,85 moles de CO_2 en un recipiente de 5 L y se calienta la mezcla a 1600°C . Al establecerse el equilibrio: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, se encuentra que la mezcla de gases contiene 0,55 moles de CO.

- a) Determina las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.
b) Si a los gases en el equilibrio se añaden 0,4 moles de CO, ¿Cuáles serán las concentraciones de los gases cuando se alcance de nuevo el equilibrio a la misma temperatura?

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

Resultado: a) $P_{\text{H}_2} = P_{\text{CO}_2} = 9,2 \text{ atm}$; $P_{\text{CO}} = P_{\text{H}_2\text{O}} = 16,9 \text{ atm}$;

b) $[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = 0,0714 \text{ M}$; $[\text{CO}] = 0,179 \text{ M}$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,099 \text{ M}$.

CUESTIÓN 4.- a) Utilizando los valores de los potenciales de reducción estándar, indica de forma razonada si el ácido nítrico reaccionará con el cobre metal para dar iones Cu^{2+} y óxido de nitrógeno (II).

b) Si el apartado anterior es afirmativo escribe la ecuación iónica, ajústala por el método del ión-electrón e indica el agente oxidante y el reductor.

DATOS: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO}) = 0,96 \text{ V}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1 .- Explica, con las ecuaciones químicas necesarias, por qué al mezclar 20 mL de ácido clorhídrico 0,1 M con 10 mL de amoníaco 0,2 M, la disolución resultante no es neutra. Indica si su pH será mayor o menor de 7.

CUESTIÓN 2.- Sabiendo que los números atómicos del Ar y K son 18 y 19 respectivamente, razona sobre la veracidad de las siguientes afirmaciones:

- a) El número de electrones de los iones K^+ es igual al de los átomos neutros del Ar.
b) El número de protones de los iones $^{39}\text{K}^+$ es igual al de los átomos ^{40}Ar .
c) Los iones K^+ y los átomos de argón no son isótopos.
d) El potasio y el argón tienen propiedades químicas distintas.

CUESTIÓN 3.- Una sustancia desconocida tiene un punto de fusión bajo, es muy soluble en benceno, ligeramente soluble en agua y no conduce la electricidad. Explica razonadamente a cuál de los siguientes grupos pertenecería probablemente:

- a) Un sólido covalente o atómico; b) Un metal; c) Un sólido iónico;
d) Un sólido molecular.

PROBLEMA 1.- Se necesita disponer de una disolución cuyo pH sea 11,5. Para ello se disuelven en agua 18,4 g de una base BOH hasta alcanzar un volumen de 1L. Si la masa molecular de la base es 160, calcula su constante de disociación.

Resultado: $K_b = 8,9 \cdot 10^{-5}$.

PROBLEMA 2.- Una mezcla de yoduros de litio y de potasio tiene una masa de 2,5 g. Al tratarla con nitrato de plata 1 M se obtuvieron 3,8 g de yoduro de plata.

a) Determina la composición porcentual de la mezcla.

b) Calcula el mínimo volumen necesario de la disolución de nitrato de plata.

DATOS: $A_r(\text{Li}) = 7 \text{ u}$; $A_r(\text{K}) = 39 \text{ u}$; $A_r(\text{I}) = 127 \text{ u}$; $A_r(\text{Ag}) = 108 \text{ u}$.

Resultado: a) 30,8 % de LiI y 69,2 % de KI; b) 16,1 mL.

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Define el concepto de energía de red y ordena los compuestos iónicos NaF, KBr y MgO según los siguientes criterios:

- a) Energía de red creciente. b) Punto de fusión creciente.**

Solución:

Energía de red o reticular es la que se desprende en la formación de un mol de compuesto iónico a partir de sus iones en estado gaseoso. Su valor se obtiene de la expresión:

$$U = -N_A \cdot A \cdot \frac{Z_c \cdot Z_a \cdot e^2}{r_0} \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)$$
, de donde se deduce que es directamente proporcional a las cargas de los iones, e inversamente proporcional a la distancia interiónica.

a) Se deduce por tanto, que mientras mayor sea la carga de los cationes que forman el compuesto iónico, y menor su tamaño, mayor será, en valor absoluto, la energía de red, siendo el orden decreciente respecto a esta magnitud de los compuestos citados: $\text{MgO} > \text{NaF} > \text{KBr}$.

b) Como fundir un compuesto iónico es romper las fuerzas que mantienen los iones unidos en la red iónica, mientras mayor sea la energía de red en valor absoluto, mayor será la energía a aplicar, siendo el orden decreciente de los respectivos puntos de fusión de estos compuestos: $\text{MgO} > \text{NaF} > \text{KBr}$.

CUESTIÓN 3.- En una valoración ácido-base se valora un ácido débil HA con una base fuerte BOH. Al llegar al punto final razona sobre la veracidad de las siguientes afirmaciones:

- a) Sólo se han neutralizado parte de los iones OH^- de la base.**
b) El pH en el punto de equivalencia es 7.
c) Se han gastado los mismos moles de ácido que de base.

Solución:

a) Verdadera. El punto final de una valoración ácido-base se alcanza cuando se produce el cambio de color del indicador adicionado. La valoración es buena cuando coinciden los puntos final y de equivalencia. Si el punto final no coincide con el punto de equivalencia, todos los iones OH^- añadidos de la base se neutralizan; pero como el anión del ácido débil se hidroliza $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$, es correcto afirmar que sólo parte de los iones OH^- han sido neutralizados.

b) Falso. El pH en el punto de equivalencia es 7 cuando se valora un ácido fuerte con una base fuerte, pero al ser el ácido débil, su anión base conjugada de fuerza media, sufre hidrólisis produciendo iones OH^- , por lo que, la disolución en el punto de equivalencia es básica, es decir, su pH es superior a 7.

c) Verdadero. Al producirse la reacción de neutralización mol a mol, en el punto de equivalencia el número de moles de ácido gastados ha de ser igual al número de moles de base, pues en caso contrario, la valoración no se encontraría en el punto de equivalencia.

CUESTIÓN 4.- a) Utilizando los valores de los potenciales de reducción estándar, indica de forma razonada si el ácido nítrico reaccionará con el cobre metal para dar iones Cu^{2+} y óxido de nitrógeno (II).

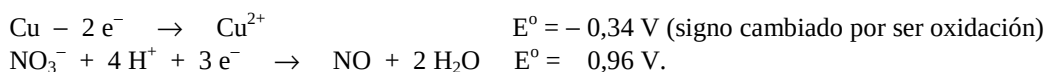
b) Si el apartado anterior es afirmativo escribe la ecuación iónica, ajústala por el método del ión-electrón e indica el agente oxidante y el reductor.

DATOS: $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO}) = 0,96 \text{ V}$.

Solución:

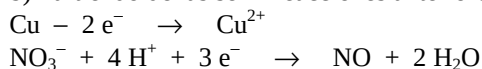
a) Para comprobar si el proceso de oxidación del cobre por el ácido nítrico es posible, se escriben las semirreacciones iónicas correspondientes, con los respectivos valores de sus potenciales de reducción estándar, y se calcula la fuerza electromotriz de la reacción global. Si es positiva la reacción propuesta es espontánea, y si es negativa no lo es (reacción imposible en las condiciones dadas).

Por ser el ácido nítrico el que posee un mayor potencial de reducción estándar, es el que sufre la reducción, obligando al cobre a oxidarse. Las semirreacciones de oxido-reducción iónicas son:

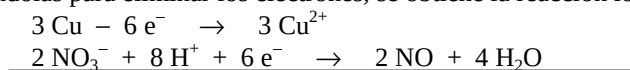


El potencial de la reacción global es la suma de los potenciales de reducción estándar, siendo su valor 0,62 V que por ser positivo indica que la reacción es espontánea, o lo que es lo mismo, el ácido nítrico oxida al cobre a ión Cu^{2+} .

b) Partiendo de las semirreacciones anteriores:



Multiplicando la primera por 2 y la segunda por 3 para igualar los electrones intercambiados, y sumándolas para eliminar los electrones, se obtiene la reacción iónica ajustada:



Teniendo presente que los protones corresponden al ácido nítrico, sustituyendo los coeficientes obtenidos en la ecuación molecular, queda ésta ajustada:

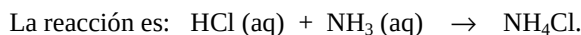


El agente oxidante es el que provoca la oxidación, el NO_3^- , y el agente reductor el que provoca la reducción, el Cu.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Explica, con las ecuaciones químicas necesarias, por qué al mezclar 20 mL de ácido clorhídrico 0,1 M con 10 mL de amoníaco 0,2 M, la disolución resultante no es neutra. Indica si su pH será mayor o menor de 7.

Solución:

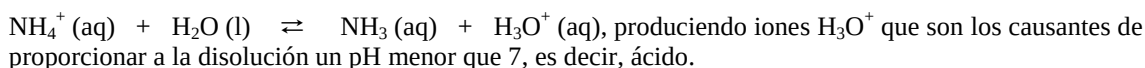


Los moles de ácido utilizados en la reacción son:

$$M = \frac{n(\text{moles})}{V(\text{L})} \Rightarrow n = M(\text{moles} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot V(\text{L}) = 0,1 \text{ moles} \cdot \cancel{\text{L}^{-1}} \cdot 0,020 \cancel{\text{L}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ moles},$$

$$\text{y los de base: } M = \frac{n(\text{moles})}{V(\text{L})} \Rightarrow n = M(\text{moles} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot V(\text{L}) = 0,2 \text{ moles} \cdot \cancel{\text{L}^{-1}} \cdot 0,010 \cancel{\text{L}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ moles}.$$

A pesar de consumirse en la reacción el mismo número de moles de ácido que de base, el pH de la disolución no es 7 debido a que el ión amonio, NH_4^+ , se hidroliza según la ecuación:



CUESTIÓN 2.- Sabiendo que los números atómicos del Ar y K son 18 y 19 respectivamente, razona sobre la veracidad de las siguientes afirmaciones:

- El número de electrones de los iones K^+ es igual al de los átomos neutros del Ar.
- El número de protones de los iones $^{39}\text{K}^+$ es igual al de los átomos ^{40}Ar .
- Los iones K^+ y los átomos de argón no son isótopos.
- El potasio y el argón tienen propiedades químicas distintas.

Solución:

a) Al tener el ión K^+ un electrón menos que el átomo neutro, su configuración electrónica y la del átomo neutro argón, son:



Puede comprobarse que el número de electrones en ambas especies es el mismo, por lo que la afirmación propuesta es verdadera. Ambas especies son isoelectrónicas.

b) Falsa. El número atómico de los átomos son los protones de éste en el núcleo, por lo que el número de protones de cada especie es: 19 para el K^+ y 20 para el Ar.

c) Verdadera. Isótopos son átomos del mismo elemento químico que, teniendo el mismo número atómico, se diferencian en el número de neutrones. El ión K^+ y el átomo Ar son especies distintas y pertenecen a elementos químicos diferentes, por lo que nunca pueden ser isótopos.

d) Verdadera. Ambos elementos pertenecen a grupos distintos del sistema periódico, y por ello, sus propiedades químicas son diferentes. El K es un metal de carácter reductor muy reactivo y el Ar es un gas noble muy poco reactivo, casi inerte.

PROBLEMA 2.- Una mezcla de yoduros de litio y de potasio tiene una masa de 2,5 g. Al tratarla con nitrato de plata 1 M se obtuvieron 3,8 g de yoduro de plata.

a) **Determina la composición porcentual de la mezcla.**

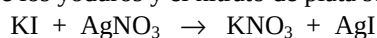
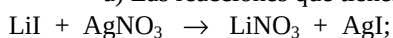
b) **Calcula el mínimo volumen necesario de la disolución de nitrato de plata.**

DATOS: $A_r(\text{Li}) = 7 \text{ u}$; $A_r(\text{K}) = 39 \text{ u}$; $A_r(\text{I}) = 127 \text{ u}$; $A_r(\text{Ag}) = 108 \text{ u}$.

Solución:

$M(\text{LiI}) = 134 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{KI}) = 166 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{AgNO}_3) = 170 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a) Las reacciones que tienen lugar entre los yoduros y el nitrato de plata son:



Llamando “x” a los gramos de yoduro de litio en la mezcla, e “y” a los de yoduro de potasio, los gramos de yoduro de plata que se obtienen en función de “x” e “y” son:

$$x \text{ g LiI} \cdot \frac{1 \text{ mol LiI}}{134 \text{ g LiI}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgI}}{1 \text{ mol LiI}} \cdot \frac{235 \text{ g AgI}}{1 \text{ mol AgI}} = 1,754 \cdot x \text{ g AgI};$$

$$y \text{ g KI} \cdot \frac{1 \text{ mol KI}}{166 \text{ g KI}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgI}}{1 \text{ mol KI}} \cdot \frac{235 \text{ g AgI}}{1 \text{ mol AgI}} = 1,416 \cdot y \text{ g AgI}.$$

Como la masa de yoduro de plata que se obtienen es 3,8 g, y la mezcla de yoduros de litio y potasio 2,5 g, se establece un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas para calcular el valor de “x” e “y”:

$$x + y = 2,5$$

$$1,754 \cdot x + 1,416 \cdot y = 3,8$$

Para resolver el sistema puede emplearse cualquier método, por ejemplo, el de sustitución, para lo que se despeja x en la primera ecuación y se sustituye su valor en la segunda, resultando:

$$x = 2,5 - y \Rightarrow 1,754 \cdot (2,5 - y) + 1,416 \cdot y = 3,8 \Rightarrow 4,385 - 1,754 \cdot y + 1,416 \cdot y = 3,8 \Rightarrow$$

$$0,338 \cdot y = 0,585 \Rightarrow y = \frac{0,585}{0,338} = 1,73 \text{ g de KI, resultando para x el valor: } x = 2,5 - 1,73 = 0,77 \text{ g de LiI}.$$

El porcentaje de cada yoduro en la mezcla es:

$$\% \text{ KI} = \frac{1,73 \text{ g}}{2,5 \text{ g}} \cdot 100 = 69,2 \%;$$

$$\% \text{ LiI} = \frac{0,77 \text{ g}}{2,5 \text{ g}} \cdot 100 = 30,8 \%.$$

b) Los moles de nitrato de plata que se consumen en las reacciones anteriores, teniendo presente que las reacciones transcurren mol a mol son:

$$0,77 \text{ g LiI} \cdot \frac{1 \text{ mol LiI}}{134 \text{ g LiI}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ mol LiI}} = 0,0057 \text{ moles de AgNO}_3,$$

$$1,73 \text{ g KI} \cdot \frac{1 \text{ mol KI}}{166 \text{ g KI}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ mol KI}} = 0,0104 \text{ moles de AgNO}_3, \text{ siendo } 0,0057 + 0,0104 = 0,0161 \text{ los}$$

moles totales de nitrato de plata consumidos, y por ser la molaridad de una disolución los moles contenidos en un volumen de disolución de un litro, es decir, $M = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{litros de disolución}}$, el volumen de

$$\text{disolución en el que se encuentran estos moles es: } V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0,0161 \text{ moles}}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,0161 \text{ L} = 16,1 \text{ mL}.$$

Resultado: a) 30,8 % de LiI y 69,2 % de KI; b) 16,1 mL.