

OPCIÓN A

PROBLEMA 2.- Se disuelven 5 g de nitrato de plata, AgNO_3 , impuro en 500 mL de agua. Para precipitar toda la plata como cloruro de plata, AgCl , se añaden a esta disolución 20 mL de otra disolución de ácido clorhídrico, HCl , de densidad $1,07 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ y riqueza del 4 % en peso, calcula:

a) La riqueza de la muestra de nitrato de plata.

b) La molaridad del ácido clorhídrico.

DATOS: $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$; $A_r(\text{N}) = 14 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{Ag}) = 108$.

Solución:

b) La concentración molar de 1 L de disolución del ácido clorhídrico de las propiedades dadas es: $1,07 \frac{\text{g disolución}}{\text{mL disolución}} \cdot \frac{1000 \text{ mL disolución}}{1 \text{ L disolución}} \cdot \frac{4 \text{ g HCl}}{100 \text{ g disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol HCl}}{36,5 \text{ g HCl}} = 1,173 \text{ M}$.

a) La reacción de precipitación del cloruro de plata es: $\text{Ag}^+(\text{ac}) + \text{Cl}^-(\text{ac}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$, en la que la estequiometría es mol a mol, es decir, un mol de iones plata reaccionan con un mol de iones cloruro para producir un mol de cloruro de plata.

La ecuación de disolución de la sal nitrato de plata, sal completamente soluble en agua, es:

$\text{AgNO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}^+(\text{ac}) + \text{NO}_3^-(\text{ac})$, que indica que un mol de sal produce un mol de ión plata y un mol de ión nitrato.

Luego, determinando los moles de ácido clorhídrico en los 20 mL de disolución que se utiliza, se obtienen los moles de plata pura en la muestra de nitrato y de ahí se calcula su riqueza.

Aplicando la definición de molaridad, despejando los moles, sustituyendo valores y operando se calculan los moles de HCl , y por tanto, de moles de iones cloruro utilizados:

$M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen}} \Rightarrow \text{moles} = M \cdot \text{volumen} = 1,173 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,020 \text{ L} = 0,0235 \text{ moles}$, lo que pone de

manifiesto que de iones Ag^+ en disolución y, por tanto, de nitrato de plata puro en la muestra hay 0,0235 moles, a los que corresponden la masa: $0,0235 \text{ moles AgNO}_3 \cdot \frac{170 \text{ g AgNO}_3}{1 \text{ mol AgNO}_3} = 3,995 \text{ g de AgNO}_3$, por lo

que la riqueza de la muestra de nitrato de plata es: $\frac{3,995}{5,0} \cdot 100 = 79,9 \%$.

Resultado: a) 79,9 % de riqueza; b) 1,173 M.

PROBLEMA 4.- La siguiente reacción redox tiene lugar en medio ácido:



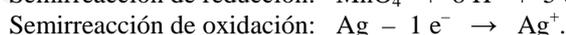
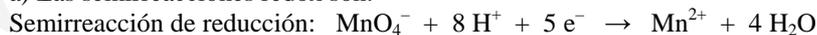
a) Ajusta esta reacción por el método del ión electrón.

b) Calcula los gramos de plata metálica que podría ser oxidada por 50 mL de una disolución acuosa de permanganato de sodio 0,2 M.

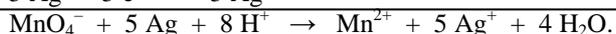
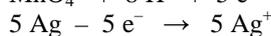
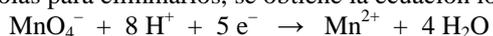
DATOS: $A_r(\text{Ag}) = 108$.

Solución:

a) Las semirreacciones redox son:



Multiplicando la semirreacción de oxidación por 5 para igualar los electrones intercambiados, y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica ajustada:



b) La reacción ajustada indica que un mol de permanganato oxida a 5 moles de plata metálica, por lo que determinando los moles de permanganato de sodio contenidos en los 50 mL de disolución, se obtienen los moles de plata metálica que se oxidan.

Los moles de permanganato de sodio se obtienen despejando de la definición de molaridad los moles, sustituyendo valores y operando:

$M = \frac{\text{moles}}{V (\text{volumen})} \Rightarrow \text{moles} = M \cdot V = 0,2 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,050 \text{ L} = 0,01 \text{ moles}$, lo que indica que de plata metálica se oxidan 5 veces más moles, es decir, $5 \cdot 0,01 = 0,05 \text{ moles}$, a los que corresponden la masa:

$$0,05 \text{ moles Ag} \cdot \frac{108 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 5,4 \text{ g de Ag.}$$

Resultado: b) 5,4 g Ag.

CUESTIÓN 5.- Razona si las siguientes afirmaciones son correctas o no:

- a) 17 g de NH_3 ocupan, en condiciones normales, un volumen de 22,4 L.
- b) En 17 g de NH_3 , hay $6,023 \cdot 10^{23}$ moléculas.
- c) En 32 g de O_2 hay $6,023 \cdot 10^{23}$ átomos de oxígeno.

DATOS: $A_r (\text{H}) = 1 \text{ u}$; $A_r (\text{N}) = 14 \text{ u}$; $A_r (\text{O}) = 16 \text{ u}$; Número de Avogadro, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$.

Solución:

a) 17 g de NH_3 son 1 mol de NH_3 , y como 1 mol de cualquier gas, en condiciones normales, ocupa un volumen de 22,4 L, la afirmación es correcta..

b) En un mol de cualquier sustancia existen el número de Avogadro de átomos o moléculas, $6,023 \cdot 10^{23}$, y como 17 g de amoniaco son un mol, la afirmación es correcta.

c) 32 g de O_2 son un mol de moléculas de O_2 , y como cada molécula está formada por 2 átomos, ello indica que en un mol de moléculas de O_2 hay el número de Avogadro, $6,023 \cdot 10^{23}$, de moléculas, pero el doble de átomos de O, es decir, $12,046 \cdot 10^{23}$ átomos, por lo que la afirmación no es correcta.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- a) Define el concepto de energía de ionización de un elemento.

b) Justifica por qué la primera energía de ionización disminuye al descender en un grupo de la tabla periódica.

c) Dados los elementos F, Ne y Na, ordénalos de mayor a menor energía de ionización.

Solución:

a) Es la energía que hay que suministrar a un átomo gaseoso, neutro y en su estado electrónico fundamental, para arrancarle el último electrón de su capa de valencia y transformarlo en un ión positivo, catión, gaseoso y en su estado electrónico fundamental.

b) Al descender en un grupo de la tabla periódica, los átomos van aumentando su radio atómico, situándose el último electrón cada vez más alejado del núcleo, por lo que la fuerza atractiva de la carga nuclear sobre el electrón va haciéndose cada vez menor y, en consecuencia, va disminuyendo la cantidad de energía (energía de ionización) a aplicar al átomo para arrancarle el electrón más externo.

c) La energía de ionización es una propiedad periódica que aumenta de valor al avanzar en un período de izquierda a derecha, pues al incrementarse el número atómico de los elementos y situarse el electrón más externo en el mismo nivel energético, el radio atómico de los elementos va haciéndose cada vez menor y la carga nuclear cada vez mayor, por lo que la fuerza atractiva núcleo-electrón se va haciendo cada vez mayor y la energía de ionización va aumentando.

Luego, al encontrarse los elementos F y Ne en el mismo período, el 2º, y el Na en el 3º, es obvio, según lo expuesto sobre la variación de la energía de ionización en los grupos y períodos, que el orden de mayor a menor energía de ionización es: E. I. (Ne) > E. I. (F) > E. I. (Na).

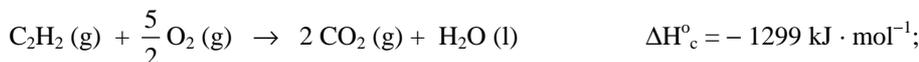
PROBLEMA 3.- Las entalpías de formación del agua líquida y del dióxido de carbono gas son a 25 °C – 286 y – 393 kJ · mol⁻¹, respectivamente, y la entalpía de combustión del acetileno es – 1299 kJ · mol⁻¹.

a) Calcula la entalpía de formación del acetileno si se considera que el agua formada en la combustión se encuentra en estado líquido.

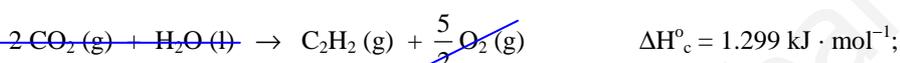
b) Sabiendo que la entalpía de formación del etano es $-85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, calcula la entalpía de hidrogenación del acetileno según la reacción $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$.

Solución:

a) Las ecuaciones de formación y combustión de las especies que se especifican son:



Aplicando la ecuación de Hess a las ecuaciones anteriores, se multiplica (entalpía incluida) por 2 la ecuación de formación del CO_2 , se invierte la ecuación de combustión del acetileno (se cambia el signo a la entalpía) y se suman:



b) De la expresión: $\Delta H_r^\circ = \sum n \cdot \Delta H_f^\circ \text{ productos} - \sum m \cdot \Delta H_f^\circ \text{ reactivos}$, sustituyendo valores y operando, se obtiene la entalpía de hidrogenación del acetileno:

$\Delta H_r^\circ = -85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 225 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -310 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. (Se recuerda que los elementos simples tienen de entalpía de formación el valor 0).

Resultado: a) $\Delta H_f^\circ = 225 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; b) $\Delta H_r^\circ = -310 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

CUESTIÓN 5.- Formula o nombra, según corresponda, los siguientes compuestos:

a) Permanganato de sodio;

d) Ag_2O ;

b) Nitrato de cinc (II);

e) Fe_2S_3 ;

c) Hidróxido de estroncio;

f) HClO_4 .

Solución:

a) NaMnO_4 ;

d) Óxido de plata;

b) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$;

e) Sulfuro de hierro (III);

c) $\text{Sr}(\text{OH})_2$;

f) Ácido perclórico.