

OPCIÓN A

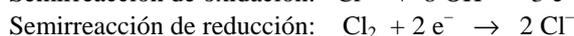
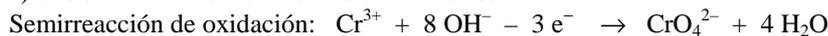
PROBLEMA 1.- El hidróxido de cromo (III), $\text{Cr}(\text{OH})_3$, es oxidado por el cloro gaseoso, Cl_2 , en presencia de hidróxido de potasio, obteniéndose cromato de potasio, K_2CrO_4 , cloruro de potasio y agua como productos de la reacción.

- Ajusta la ecuación iónica y molecular por el método del ión-electrón.
- Calcula el rendimiento de la reacción si se obtienen 14 g de cloruro de potasio mediante la reacción de 2,5 L de cloro medido a 760 mm Hg y 25 °C.

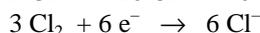
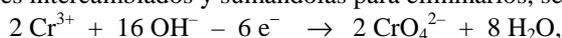
DATOS: $A_r(\text{K}) = 39,1 \text{ u}$; $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

a) Las semirreacciones de oxido-reducción son:



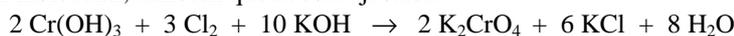
Multiplicando la semirreacción de reducción por 3 y la de oxidación por 2 para igualar los electrones intercambiados y sumándolas para eliminarlos, se obtiene la ecuación iónica ajustada:



$2 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{Cl}_2 + 16 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{CrO}_4^{2-} + 6 \text{Cl}^- + 8 \text{H}_2\text{O}$, y como 6 de los 16 OH^- corresponden al hidróxido de cromo (III), realizando esta operación queda ajustada la ecuación iónica:



ecuación molecular, también queda ésta ajustada:



b) Los moles de cloro se obtienen despejándolos de la ecuación de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 2,5 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,1023 \text{ moles de } \text{Cl}_2, \text{ y los}$$

de cloruro de potasio se obtienen multiplicando los gramos por el factor de conversión mol-masa molar:

$$14 \text{ g KCl} \cdot \frac{1 \text{ mol KCl}}{74,6 \text{ g KCl}} = 0,188 \text{ moles de KCl, y por indicar la estequiometría de la ecuación}$$

química que 3 moles de Cl_2 producen 6 moles de KCl, 0,1023 moles de cloro producen el doble de moles de KCl, es decir, 0,2046 moles, pero al obtenerse sólo 0,188 moles, ello indica que el rendimiento de la reacción no es del 100 %, obteniéndose éste multiplicando por 100 el cociente entre los moles obtenidos y

los que se debían de haber obtenidos, es decir, $\frac{0,188}{0,2046} \cdot 100 = 91,9 \%$.

Resultado: b) 91,9 %.

CUESTIÓN 3.- Dado el compuesto propen-2-ol:

- Escribe su fórmula química.
- Explica la hibridación que presentan los carbonos 2 y 3.
- Señala un enlace σ y otro π .
- Señala un enlace polar.

Solución:

a) La fórmula del propen-2-ol es: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$.

b) En los compuestos orgánicos todos los carbonos de su fórmula presentan una de las tres hibridaciones posibles, sp^3 , sp^2 o sp . Los carbonos que soportan el doble enlace en el compuesto que se estudia, presentan una geometría plana triangular, por lo que emplean tres orbitales híbridos sp^2 en sus enlaces.

La configuración electrónica de la capa de valencia del átomo de carbono es: $2s^2 2p^2$, y por promoción de uno de los electrones 2s al 2p vacío y combinación lineal del orbital $2s^1$ y dos de los $2p^1$, se forman los 3 orbitales híbridos sp^2 .

c) Uno de los orbitales sp^2 lo utilizan el carbono 2 y el 3 para unirse entre sí formando un enlace σ , utilizando los otros dos orbitales sp^2 que queda a cada carbono para unirse, el carbono 2, mediante otros enlaces σ a un átomo de hidrógeno y al carbono 1, y el carbono 3 para unirse mediante enlace σ a dos átomos de hidrógeno. Como aún queda a cada uno de los átomos de carbono 2 y 3 un orbital $2p$ con un electrón, mediante solapamiento lateral de estos se forma el enlace π , que junto al enlace σ constituyen el doble enlace entre dichos átomos de carbono.

d) Un enlace polar es el que presenta un desplazamiento, por la diferencia de electronegatividad de los átomos unidos, del par de electrones del enlace covalente que unen los átomos. Este enlace polar es el que aparece entre el oxígeno y el hidrógeno, siendo también polar el que aparece entre el carbono y el oxígeno.

CUESTIÓN 4.- Escribe la configuración electrónica del átomo de Rb ($Z = 37$) y una combinación posible de números cuánticos para su electrón de valencia.

Solución:

La configuración electrónica del rubidio es: Rb ($Z = 37$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$, y como su electrón de valencia es el $5s^1$, sus cuatro números cuánticos son: $n = 5$; $l = 0$; $m_l = 0$ y $m_s = \pm \frac{1}{2}$.

OPCIÓN B

PROBLEMA 1.- Una muestra de un vinagre de vino tiene un pH de 2,37. Considerando el vinagre como una disolución acuosa de ácido acético, $CH_3 - COOH$, calcula:

- La concentración de iones H_3O^+ en el vinagre.
- La concentración inicial de ácido en el vinagre.
- El porcentaje de ionización del ácido acético.

DATOS: $K_a(CH_3COOH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Solución:

a) La ecuación de ionización del ácido acético en disolución es:

$CH_3 - COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3 - COO^- + H_3O^+$, y por ser el pH de la disolución 2,37, la concentración de los iones oxonio es: $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,37} = 10^{0,63} \cdot 10^{-3} = 4,266 \cdot 10^{-3} M$.

b) La concentración de los iones oxonio y acetato en el equilibrio son iguales y su valor es el que se ha calculado en el apartado anterior, $4,266 \cdot 10^{-3} M$, por lo que si llamamos C_o a la concentración inicial del ácido, la concentración de éste que se disocia es la concentración de los iones en el equilibrio, por lo que las concentraciones de las distintas especies en el equilibrio son:

Concentraciones en el equilibrio: $C_o - 4,266 \cdot 10^{-3}$ $4,266 \cdot 10^{-3}$ $4,266 \cdot 10^{-3}$

y llevando estos valores de concentración a la constante ácida del acético, despejando C_o y operando, se obtiene el valor: $K_a = \frac{[CH_3 - COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3 - COOH]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{4,266^2 \cdot (10^{-3})^2}{C_o - 4,266 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow C_o = 1,015 M$.

c) Multiplicando por 100 el cociente entre la concentración de ácido ionizada, $4,266 \cdot 10^{-3} M$, y la inicial, $1,015 M$, se obtiene el tanto por ciento de la ionización del ácido acético:

$$\frac{4,266 \cdot 10^{-3}}{1,015} \cdot 100 = 0,42 \% \text{ de ionización.}$$

Resultado: a) $[H_3O^+] = 4,266 \cdot 10^{-3} M$; b) $[CH_3 - COOH]_i = 1,015 M$; c) 0,42 %.

CUESTIÓN 3.- Se tienen tres elementos cuyas configuraciones electrónicas para la capa de valencia son:

A: $3s^2 3p^3$; B: $3s^2 3p^5$; C: $3s^1$. Indica razonadamente:

- a) **El orden creciente de sus radios atómicos.**
- b) **La fórmula del compuesto B – C y la de uno de los posibles compuestos A – B.**
- c) **El tipo de enlace en cada uno de estos compuestos.**

Solución:

a) De las configuraciones electrónicas de la capa de valencia de los elementos, se deduce que los tres se encuentran situados en el tercer período, y en los grupos 1 el C, 15 el A y 17 el B.

El radio atómico es una propiedad periódica que decrece al avanzar en un período de izquierda a derecha. Ello se debe a que en ese sentido va aumentando la carga nuclear de los átomos, mientras que el electrón diferenciador (electrón demás que tiene un átomo de un elemento respecto al átomo del elemento anterior) se va situando en el mismo nivel energético, lo que hace que la fuerza atractiva núcleo-electrón vaya creciendo al avanzar en el período provocando, por ello, una contracción del volumen del átomo o lo que es lo mismo, una disminución del radio de los átomos. Luego, el orden creciente del radio atómico para los átomos de los elementos citados son: radio de B < radio de A < radio de C.

b) El elemento B es un halógeno, concretamente el cloro, mientras que el elemento C es un alcalino, el sodio, y su fórmula es CB (NaCl) producida por cesión-captación de un electrón entre ellos.

El elemento A es un no metal del grupo del nitrógeno, concretamente el fósforo, y su fórmula es AB₃ (PCl₃) formada por compartición de tres pares de electrones entre ellos.

c) En el compuesto CB, NaCl, el enlace es iónico, siendo el átomo del elemento C, el sodio, el que pierde su electrón de valencia, y el átomo del elemento B, el cloro, quién lo gana, y la fuerza atractiva de naturaleza electrostática entre estos iones, con configuración estable de gas noble, es lo que constituye el enlace iónico.

En el compuesto AB₃, los átomos de ambos elementos aportan un electrón de su orbital atómico 3p para formar, al solaparse estos orbitales, un enlace covalente compartiendo ambos átomos el par de electrones del enlace. Por producirse tres enlaces covalentes en el compuesto, ambos átomos adquieren configuración electrónica estable de gas noble.

CUESTIÓN 4.- Dada la celda galvánica Al/Al³⁺ // Cu²⁺/Cu, indica razonadamente:

- a) **Cual de los dos electrodos tendrá mayor potencial de reducción.**
- b) **Las reacciones anódica y catódica.**

Solución:

a) Tal cuál se encuentra escrita la celda galvánica el aluminio es el ánodo y el cobre es el cátodo, pues en estas celdas, el ánodo lo forma siempre el par con potencial estándar de reducción más negativo o menos positivo, mientras que el cátodo lo forma el par con potencial estándar de reducción más positivo o menos negativo, de donde se deduce, considerando que los potenciales negativos son menores que los positivos, que el electrodo de Cu, cátodo, es el que tiene mayor potencial de reducción, mientras que el de Al, ánodo, es el que tiene un potencial de reducción menor.

b) La reacción anódica es la oxidación del átomo de aluminio, mientras que la reacción catódica es la reducción del catión cobre. Estas reacciones son:

