

OPCIÓN A

CUESTIÓN 2.- El ión positivo de un elemento M tiene de configuración electrónica M^{2+} : $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^4$.

- ¿Cuál es el número atómico de M?
- ¿Cuál es la configuración de su ión M^{3+} expresada en función del gas noble que le antecede?
- ¿Qué números cuánticos corresponden a un electrón 3d de éste elemento?

Solución:

a) La configuración electrónica del átomo neutro del elemento M es la del ión más los dos electrones que ha perdido, y como la neutralidad del átomo exige el mismo número de electrones en la corteza que de protones en el núcleo, 24, y por ser el número atómico de un elemento su número de protones, es fácil comprender que el número atómico del elemento M es 24.

b) La configuración del ión M^{3+} es la misma que la del M^{2+} con un electrón 3d menos, es decir, $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^3$.

c) Los números cuánticos de un electrón 3d son: $n = 3$; $l = 2$; $m_l =$ uno de los valores -2 ; -1 ; 0 ; $+1$; $+2$; $m_s = +\frac{1}{2}$; $-\frac{1}{2}$.

CUESTIÓN 3.- Considera el siguiente sistema en equilibrio: $I_2 (g) + 5 CO_2 (g) \rightleftharpoons 5 CO (g) + I_2O_5 (s)$ $\Delta H = 1175$ kJ. Justifica el efecto que tendrá sobre los parámetros que se indican el cambio que se propone:

Cambio	Efecto sobre
a) Aumento de la Temperatura	K_c
b) Adición de $I_2O_5 (s)$	Cantidad de I_2
c) Aumento de la presión	Cantidad de CO

Solución:

a) Al ser la reacción endotérmica (absorbe calor) y suministrar calor aumentando la temperatura, hace que el equilibrio se desplace en el sentido en el que se absorbe el calor aportado, hacia la derecha, lo que provoca, además, un cambio en el valor de la constante de equilibrio.

b) La adición de $I_2O_5 (s)$ al equilibrio no provoca modificación en éste, pues por ser un sólido no interviene ni en la constante de equilibrio ni en el cociente de reacción, razón por la que el equilibrio queda inalterado. Luego, no varía la cantidad de $I_2 (g)$ en el equilibrio.

c) En el equilibrio heterogéneo las sustancias sólidas o líquidas no intervienen en la expresión de la constante de equilibrio, por lo que si se produce un aumento de la presión, disminución del volumen del reactor, el sistema evoluciona, ante la disminución de capacidad sufrida, desplazando el equilibrio en el sentido en el que se produce una disminución del número de moles gaseosos, hacia la derecha.

PROBLEMA 2.- En el laboratorio se tienen dos recipientes: uno contiene 15 mL de una disolución acuosa de HCl de concentración 0,05 M y otro 15 mL de una disolución acuosa 0,05 M de $CH_3 - COOH$. Calcula:

- El pH de cada una de las disoluciones.
- La cantidad de agua que se deberá añadir a la disolución más ácida para que el pH de ambas sea el mismo. Se supone que los volúmenes son aditivos.

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

Solución:

a) El ácido HCl, por ser muy fuerte, se encuentra en disolución totalmente disociado, por lo que la concentración de iones H_3O^+ es la misma que la de la disolución, es decir, $[H_3O^+] = 0,05$ M, siendo el pH que le corresponde: $pH = -\log [H_3O^+] = -\log 0,05 = 1,30$.

El ácido acético, por ser débil, se encuentra en disolución parcialmente disociado, por lo que si se toma α como su grado de disociación, las concentraciones de las distintas especies al inicio y en el equilibrio son:

	$\text{CH}_3 - \text{COOH}$	$+$	H_2O	\rightleftharpoons	$\text{CH}_3 - \text{COO}^-$	$+$	H_3O^+	
Concentración inicial:	0,05				0		0	
Concentración en el equilibrio:	$0,05 \cdot (1 - \alpha)$				$0,05 \cdot \alpha$		$0,05 \cdot \alpha$	

que llevadas a la constante de equilibrio y resolviendo la ecuación de segundo grado que aparece, se obtiene el valor α .

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{0,05^2 \cdot \alpha^2}{0,05 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow 0,05 \cdot \alpha^2 + 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha - 1,8 \cdot 10^{-5} = 0$$

El valor que se obtiene para α es: $\alpha = 0,0188$, que expresado en tanto por ciento es $\alpha = 1,88\%$.
Al mismo resultado se llega despreciando α en denominador frente a 1 y operando.

La concentración de iones H_3O^+ en disolución es $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,05 \cdot 0,0188 = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, siendo el pH de la disolución: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 9,4 \cdot 10^{-4} = 4 - \log 9,4 = 4 - 0,97 = 3,03$.

b) Para que la disolución de HCl tenga el mismo pH que la de $\text{CH}_3 - \text{COOH}$, hay que conseguir que la concentración de H_3O^+ en su disolución sea la misma que la de la disolución de ácido acético, es decir, $[\text{H}_3\text{O}^+] = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.

Los moles de HCl en los 15 mL de disolución 0,05 M son:

$n(\text{HCl}) = M \cdot V = 0,05 \text{ moles} \cdot \cancel{\text{L}^{-1}} \cdot 0,015 \cancel{\text{L}} = 0,00075 \text{ moles de HCl}$, y como la nueva disolución que se obtenga al diluir ha de contener estos mismos moles de HCl y poseer la concentración antes indicada, $9,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, despejando en la definición de molaridad el volumen y sustituyendo las otras variables por sus valores, se tiene: $M = \frac{\text{moles}}{\text{volumen (L)}} \Rightarrow V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0,00075 \cancel{\text{moles}}}{0,00094 \cancel{\text{moles}} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,798 \text{ L}$, y

como se partió de un volumen de 15 mL, restándoselos al volumen obtenido se determina el volumen de agua empleada en la dilución: $0,798 \text{ L} - 0,015 \text{ L} = 0,783 \text{ L} = 783 \text{ mL}$.

Resultado: a) pH (HCl) = 1,30; pH (CH_3COOH) = 3,03; b) V = 783 mL.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 2.- Un cilindro contiene 0,13 g de etano, calcula:

- a) El número de moles de etano.**
- b) El número de moléculas de etano.**
- c) El número de átomos de carbono.**

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

Solución:

a) Los moles de etano son: $0,13 \cancel{\text{g C}_2\text{H}_6} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}{30 \cancel{\text{g C}_2\text{H}_6}} = 0,0043 \text{ moles CH}_3 - \text{CH}_3$.

b) A partir de los moles obtenidos anteriormente y recordando el número de Avogadro:

$0,0043 \cancel{\text{ moles C}_2\text{H}_6} \cdot \frac{6,023 \cdot 10^{23} \text{ moléculas C}_2\text{H}_6}{1 \cancel{\text{ mol C}_2\text{H}_6}} = 2,59 \cdot 10^{21} \text{ moléculas de CH}_3 - \text{CH}_3$.

c) Si una molécula de etano contiene 2 átomos de carbono, las $2,59 \cdot 10^{21}$ moléculas contendrán:

$2,59 \cdot 10^{21} \cancel{\text{ moléculas C}_2\text{H}_6} \cdot \frac{2 \text{ átomos C}}{1 \cancel{\text{ molécula C}_2\text{H}_6}} = 5,18 \cdot 10^{21} \text{ átomos de C}$.

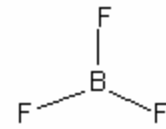
Resultado: a) 0,0043 moles; b) $2,59 \cdot 10^{21}$ moléculas; c) $5,18 \cdot 10^{21}$ átomos C.

CUESTIÓN 3.- Razona sobre la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) La molécula de BF_3 es apolar aunque sus enlaces están polarizados.**
- b) El cloruro de sodio tiene menor punto de fusión que el cloruro de cesio.**
- c) El cloruro de sodio sólido no conduce la corriente eléctrica y el cobre sí.**

Solución:

a) Verdadera. La configuración electrónica de la capa de valencia del átomo de boro, átomo central de la molécula, es $2s^2 2p^1$, mientras que la del átomo de flúor es $2s^2 2p^5$. El átomo de B promociona un electrón $2s$ a uno de los orbitales atómicos vacío $2p$, quedando su configuración $2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$, y al combinarse linealmente los orbitales con un electrón, se obtienen tres orbitales híbridos sp^2 equivalentes en forma y energía dirigidos, desde el átomo de boro, hacia los vértices de un triángulo equilátero, donde se unen con los átomos de flúor compartiendo un par de electrones con cada uno de ellos. La geometría de la molécula es, por tanto, plana triangular, y aunque los enlaces $B^{\delta+} - F^{\delta-}$ se encuentran polarizados, el momento dipolar resultante de los momentos dipolares de los enlaces, debido a la simetría de la geometría molecular se anula, siendo, por ello, la molécula apolar.



b) Falsa. El punto de fusión de los compuestos iónicos dependen de la fortaleza de la energía reticular de los compuestos, y puesto que dicha energía, en valor absoluto, es proporcional a las cargas de los iones (en ambos compuestos es la misma), e inversamente proporcional a la suma de los radios de los iones (el del cesio es mayor que el del sodio), resulta evidente que dicha energía es, en valor absoluto, menor para el cloruro de cesio que para el cloruro de sodio, siendo por ello superior el punto de fusión del NaCl que el del CsCl.

c) Verdadera. El cloruro de sodio sólido posee una estructura de red cristalina en la que los iones Cl^- y Na^+ se encuentran fijados en ella, por lo que al carecer de movimiento es imposible que conduzcan la corriente eléctrica al someterlos a una diferencia de potencial.

El cobre posee bandas de valencia llenas o semillenas de electrones solapadas o muy próximas a bandas vacías, necesitándose muy poca energía para que los electrones de las bandas llenas puedan pasar a las bandas vacías. Este movimiento de los electrones a través del metal constituye lo que se conoce como corriente eléctrica.

PROBLEMA 2.- Para platear un objeto se ha estimado que es necesario depositar 40 g de plata.

a) Si se realiza la electrolisis de una disolución acuosa de sal de plata con una corriente de 2 amperios ¿cuánto tiempo se tardará en realizar el plateado?

b) ¿Cuántos moles de electrones han sido necesarios para ello?

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

Solución:

a) Si ha de depositarse 40 g de Ag con una corriente de 2 amperios, a partir de las leyes de Faraday, despejando el tiempo, sustituyendo las variables por sus valores y operando se tiene:

$$m = \frac{M(Ag) \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \Rightarrow t = \frac{m \cdot z \cdot F}{M(Ag) \cdot I} = \frac{40 \text{ g} \cdot 1 \cdot 96.500 \text{ A} \cdot \text{s} \cdot \text{mol}^{-1}}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 2 \text{ A}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} = 4,96 \text{ h.}$$

b) Como el proceso de reducción de un catión plata se produce aceptando un electrón, por cada mol de cationes se consume un mol de electrones: $Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag$, luego, determinando los moles de plata reducidos se determinan los moles de electrones empleados: $40 \text{ g Ag} \cdot \frac{1 \text{ mol Ag}}{108 \text{ g Ag}} = 0,37 \text{ moles de Ag}$ y de electrones.

Resultado: a) 4,96 h; b) 0,37 moles de electrones.