

## OPCIÓN A

**CUESTIÓN 1.- Sean 4 elementos del Sistema Periódico, A, B, C y D, cuyos números atómicos son 19, 20, 35 y 36, respectivamente.**

- Escribe sus configuraciones electrónicas.
- Señala y justifica cuál de los elementos presenta mayor afinidad electrónica y cuál presenta la menor energía de ionización ( $I^{\circ}$ ).
- Razona el tipo de enlace que se establecerá entre A y C.

Solución:

a) A (Z = 19):  $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ ; B (Z = 20):  $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ ;  
C (Z = 35):  $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ ; D (Z = 36):  $\Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$ ;

b) La afinidad electrónica es la energía que se desprende cuando un átomo neutro, gaseoso y en estado electrónico fundamental, gana un electrón y se transforma en ión mononegativo, también gaseoso y en su estado electrónico fundamental. Es una propiedad periódica que mide la tendencia de un átomo para formar un anión.

Es obvio, que mientras mayor sea la ocupación del orbital de valencia np, mayor será la afinidad electrónica de un elemento, pues de esta forma adquiere estructura electrónica de gas noble muy estable. Por ello, al avanzar en un período de izquierda a derecha aumenta esta propiedad, y por encontrarse los cuatro elementos propuestos en el mismo período, el que posee una mayor afinidad electrónica es el que se encuentra más a la derecha, el que tiene más electrones en el orbital 4p, el C. No puede considerarse el elemento D por ser un gas noble y presentar gran estabilidad.

La energía de ionización es la energía que hay que suministrar a un átomo neutro, gaseoso y en su estado electrónico fundamental, para arrancarle un electrón y convertirlo en un ión monopositivo, gaseoso y en su estado electrónico fundamental.

La energía de ionización es una propiedad periódica que aumenta con el número atómico en un período. La razón se debe a que al avanzar en un período, el electrón que se va ganando se sitúa en el mismo nivel, y al ir aumentando también la carga nuclear, la fuerza atractiva núcleo-electrón más externo va haciéndose mayor y se necesita más cantidad de energía para arrancarlo.

Por el contrario, al bajar en un grupo el electrón se va situando en un nivel cada vez más alejado del núcleo, y aunque aumenta la carga nuclear, la distancia hace que la fuerza atractiva núcleo-electrón sea cada vez menor, necesiándose menos cantidad de energía para arrancarlo.

De lo expuesto se deduce que, por pertenecer los cuatro elementos al mismo período, el cuarto, el de menor energías de ionización es el A, por encontrarse más a la izquierda en el período.

c) Al ser A un elemento alcalino y C un elemento halógeno, el primero pierde un electrón que gana el segundo para convertirse en los iones,  $A^+$  y  $C^-$ , que se unen mediante un enlace iónico.

**CUESTIÓN 3.- a) Formula las siguientes sustancias químicas:**

**Óxido de bario; Cloruro de plata; Hidruro de estroncio; Hidróxido de plomo (IV);  
Perclorato de potasio; Ácido 2-hidroxihexanoico; Etilamina; Butanonitrilo;  
2-cloro-2-penteno; 3-etil-2-metilpentano;  $Cu^{2+}$ ;  $SO_3^{2-}$ ;  $H_3PO_4$ ;  $Fe(OH)_3$ ;  $KClO_3$ ;  
 $CH_2OH-CH_2OH$ ;  $CH_3-O-CH_3$ ;  $CH_3-O-CH_2-CH_3$ ;  $CH_2=CH-CHO$ ;  $CH_3-CO-NH_2$ .**

Solución:

Óxido de bario =  $BaO$ ; Cloruro de plata =  $AgCl$ ; Hidruro de estroncio =  $SrH_2$ ;

Hidróxido de plomo (IV) =  $Pb(OH)_4$ ; Perclorato de potasio =  $KClO_4$ ;

Ácido 2-hidroxihexanoico =  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHOH-COOH$ ;

Etilamina =  $CH_3-CH_2-NH_2$ ; Butanonitrilo =  $CH_3-CH_2-CH_2-CN$ .

2-cloro-2-penteno =  $CH_3-CCl=CH-CH_2-CH_3$ ;

3-etil-2-metilpentano =  $CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_2CH_3)-CH_2-CH_3$ ;

$Cu^{2+}$  = Cation cobre (II);  $SO_3^{2-}$  = Anión sulfito;  $H_3PO_4$  = Ácido fosfórico;

$KClO_3$  = Clorato de potasio;  $CH_2OH-CH_2OH$  = 1,2-etanodiol;  $CH_3-O-CH_3$  = Dimetiléter;

$CH_3-O-CH_2-CH_3$  = Etilmetiléter;  $CH_2=CH-CHO$  = 2-propenal;

$CH_3-CO-NH_2$  = Acetamida.

**PROBLEMA 1.-** Se introducen 0,6 moles de tetraóxido de dinitrógeno,  $N_2O_4$ , en un recipiente de 10 L a 348,2 K. En el equilibrio:  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$ , la presión es de 2 atm. Calcula:

- El grado de disociación.
- El número de moles de cada sustancia en el equilibrio.
- El valor de  $K_p$  a esa temperatura.

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

Solución:

a) Los moles iniciales y en el equilibrio de las distintas especies químicas, suponiendo que son "x" los moles de  $N_2O_4$  que se disocian, son:



Los moles totales en el equilibrio son:  $n_t = 0,6 - x + 2 \cdot x = 0,6 + x$ , y llevando este valor a la ecuación de estado de los gases ideales, despejando x y operando, sale el valor:

$$P \cdot V = n_t \cdot R \cdot T \Rightarrow x = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} - 0,6 = \frac{2 \text{ atm} \cdot 10 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 348,2 \text{ K}} - 0,6 = 0,1 \text{ moles.}$$

El grado de disociación se obtiene dividiendo los moles de  $N_2O_4$  disociados entre los iniciales, y multiplicando el cociente por 100 para expresarlo en tanto por ciento:  $\alpha = \frac{0,1}{0,6} \cdot 100 = 16,67 \%$ .

b) En el equilibrio, los moles de  $N_2O_4$  son  $0,6 - 0,1 = 0,5$ , y los de  $NO_2$  son  $2 \cdot 0,1 = 0,2$  moles.

c) Puede resolverse este apartado de dos formas:

**PRIMERA:** calculando  $K_c$  y de la relación  $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$ , obtener el valor de  $K_p$ :

Las concentraciones de las especies en el equilibrio son:

$$[N_2O_4] = \frac{(0,6 - 0,1) \text{ moles}}{10 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}; \quad [NO_2] = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ moles}}{10 \text{ L}} = 0,02 \text{ M, y sustituyendo estos}$$

valores en la constante de equilibrio resulta:  $K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0,02^2 \text{ M}^2}{0,05 \text{ M}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ . Como  $\Delta n = 1$ ,

llevando a la relación entre las constantes de equilibrio los valores conocidos y operando, sale para  $K_p$  el valor:  $K_p = 8 \cdot 10^{-3} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 348,2 \text{ K})^1 = 0,228 \text{ atm}$ .

**SEGUNDA:** obteniendo las presiones parciales de cada gas a partir de sus fracciones molares, sustituyéndolas en la expresión de la constante de equilibrio  $K_p$  y operando.

Las fracciones molares de los gases en el equilibrio son:

$$\chi_{N_2O_4} = \frac{0,5 \text{ moles}}{0,7 \text{ moles}} = 0,714; \quad \chi_{NO_2} = \frac{0,2 \text{ moles}}{0,7 \text{ moles}} = 0,286, \text{ y sus presiones parciales:}$$

$$P_{N_2O_4} = \chi_{N_2O_4} \cdot P = 0,714 \cdot 2 \text{ atm} = 1,428 \text{ atm}; \quad P_{NO_2} = \chi_{NO_2} \cdot P = 0,286 \cdot 2 \text{ atm} = 0,572 \text{ atm.}$$

$$\text{Sustituyendo estos valores en } K_p: \quad K_p = \frac{P_{NO_2}^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{0,572^2 \text{ atm}^2}{1,428 \text{ atm}} = 0,229 \text{ atm.}$$

**Resultado:** a)  $\alpha = 16,67 \%$ ; b) 0,5 moles  $N_2O_4$  y 0,2 moles  $NO_2$ ; c)  $K_p = 0,229 \text{ atm}$ .

### OPCIÓN B

**CUESTIÓN 3.-** Formula y nombra las siguientes especies químicas:

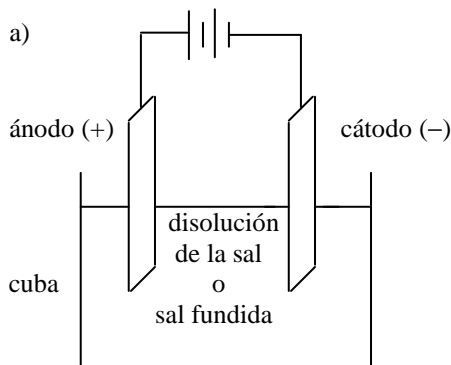
Peróxido de bario; Fosfina; Hidróxido de potasio; Óxido de hierro (III); Ácido crómico  
 2-hidroxipropanal; 1,3-butanodiol; Ácido etanodioico; 2-cloro-2-metilpentano;  
 Dimetiléter;  $Al^{3+}$ ;  $ClO_3^-$ ;  $H_2SO_4$ ;  $FeO$ ;  $CrBr_3$ ;  $CH_3-CH_2-CH_2-NH-CH_3$ ;  
 $CH_3-CH_2-COO-CH_3$ ;  $CH_3-CHCl-CH=CH_2$ ;  $NaOOC-COONa$ ;  $CH_3-CO-CH=CH_2$ ;

Solución:

Peróxido de bario =  $\text{BaO}_2$ ; Fosfina =  $\text{PH}_3$ ; Hidróxido de potasio =  $\text{KOH}$ ;  
 Óxido de hierro (III) =  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; Ácido crómico =  $\text{HCrO}_4$ ;  
 2-hidroxiopropanal =  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH-CHO}$ ; 1,3-butanodiol =  $\text{CH}_2\text{OH-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ ;  
 Ácido etanodioico =  $\text{HOOC-COOH}$ ; 2-cloro-2-metilpentano =  $\text{CH}_3\text{-CCl(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ;  
 Dimetiléter =  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ;  $\text{Al}^{3+}$  = Cation aluminio;  $\text{ClO}_3^-$  = anión clorato;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  =  
 Ácido sulfúrico;  $\text{FeO}$  = óxido de hierro (II);  $\text{CrBr}_3$  = bromuro de cromo (III);  
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH-CH}_3$  = Metilpropilamina;  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$  = Propanoato de metilo;  
 $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH=CH}_2$  = 3-cloro-1-buteno;  $\text{NaOOC-COONa}$  = Diacetato de disodio;  
 $\text{CH}_3\text{-CO-CH=CH}_2$  = 3-buten-2-ona.

**CUESTIÓN 1.- a) Dibuja un esquema de una cuba electrolítica. Indica sus elementos constituyentes y explica la función que cada uno de ellos desempeña en el proceso electrolítico.**  
**b) Enuncia las leyes de Faraday.**

Solución:



- En la cuba se sitúa la sal fundida o en disolución, y en ella se realiza el proceso electrolítico.
- Los electrodos son las barras en cuya superficie se producen las semirreacciones: de oxidación en el cátodo y reducción en el ánodo.
- La fuente de alimentación de corriente suministra la cantidad de electricidad necesaria para que se realice el proceso. Al polo positivo se conecta el ánodo y al negativo el cátodo.

b) Primera ley: La cantidad de sustancia que se deposita en una electrólisis es directamente proporcional a la cantidad de electricidad suministrada:  $m = E \cdot Q = E \cdot I \cdot t$ .

Segunda ley: Las cantidades sustancias diferentes liberadas por la misma cantidad de electricidad son directamente proporcionales a sus pesos equivalentes:  $E = \frac{M}{z \cdot F} \Rightarrow m = E \cdot Q = \frac{M \cdot Q}{z \cdot F} = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F}$ .

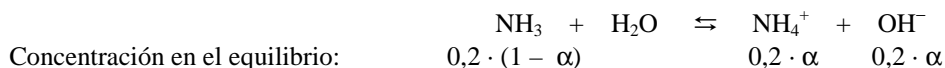
**PROBLEMA 1.- Se dispone de una disolución de amoníaco,  $\text{NH}_3$ , 0,2 M.**

- Calcula el grado de ionización de la disolución.
- ¿Cuál será el pH de la disolución formada?
- Calcula la concentración que debería tener una disolución de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$ , para que tuviera igual pH.

**DATOS:  $K_b(\text{NH}_3) = 1,85 \cdot 10^{-5}$ .**

Solución:

a) Siendo  $\alpha$  al grado de ionización del amoníaco, las concentraciones en el equilibrio de las distintas especies son:



Sustituyendo estas concentraciones en la constante de basicidad del amoníaco, despejando  $\alpha$  en el denominador por ser muy pequeño frente a 1 y operando:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} \Rightarrow 1,85 \cdot 10^{-5} = \frac{0,2^2 \cdot \alpha^2}{0,2 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{1,85 \cdot 10^{-5}}{0,2}} = 9,62 \cdot 10^{-3}, \text{ que expresado en tanto por ciento resulta: } \alpha = 9,62 \cdot 10^{-1}.$$

b) El pOH de la disolución es:  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 0,2 \cdot 9,62 \cdot 10^{-3} = -\log 1,924 \cdot 10^{-4} = 4 - 0,28 = 3,72$ ; y como  $\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,72 = 10,28$ .

c) La concentración de la disolución de NaOH, base muy fuerte que se encuentra totalmente ionizada, ha de ser igual a la concentración de iones  $\text{OH}^-$  de la disolución de amoníaco, es decir,  $[\text{NaOH}] = 0,2 \cdot 9,62 \cdot 10^{-3} = 1,924 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ .

**Resultado: a)  $\alpha = 0,962 \%$ ; b)  $\text{pH} = 10,28$ ; c)  $[\text{NaOH}] = 1,924 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ .**