

OPCIÓN A

CUESTIÓN 2.- Dadas las moléculas BCl₃ y H₂O:

- Deduce la geometría de cada una mediante la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de la Capa de Valencia.
- Justifica la polaridad de las mismas.

Solución:

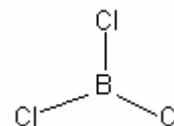
a) La teoría de Repulsión de Electrones de la Capa de Valencia dice: “los pares de electrones enlazantes y no enlazantes que rodean al átomo central de una molécula covalente, se orientan, alejándose entre sí lo suficiente, para conseguir que las repulsiones coulombianas entre ellos sean mínimas.

En la molécula BCl₃, la configuración electrónica de la capa de valencia del boro, átomo central, es 2s² 2p¹, promocionando un electrón desde el orbital 2s al 2p para adquirir covalencia 3 (3 electrones desapareados 2s¹ 2p²), mientras que el cloro, con configuración electrónica en su última capa de valencia 3s² 3p⁵ presenta covalencia 1 (1 electrón desapareado).

La estructura de Lewis de la molécula es:



En esta molécula los tres pares de electrones enlazantes, para que la repulsión entre ellos sea mínima, se dirigen hacia los vértices de un triángulo equilátero, siendo la estructura de la molécula plana triangular.



En la molécula de agua, H₂O, la configuración electrónica de la capa de valencia del oxígeno es 2s² 2p⁴, poseyendo covalencia 2 (2 electrones desapareados).

La estructura de Lewis de la molécula es:



Los pares de electrones enlazantes y no enlazantes se dirigen hacia los vértices de un tetraedro, ubicándose los dos átomos de hidrógeno en dos de sus vértices y los dos pares de electrones libres en los otros dos, presentando la molécula estructura angular. Debido a la interacción de los pares de electrones enlazantes y no enlazantes, el ángulo de enlace es inferior a 109°, concretamente 104,5°.



b) Una molécula es apolar cuando la resultante de los momentos dipolares de sus enlaces es cero, mientras que si dicho momento es distinto de cero la molécula es polar. La geometría de la molécula tiene una gran incidencia en la polaridad o no de la molécula.

En ambas moléculas, la diferencia de electronegatividad entre sus átomos, B^{δ+}—Cl^{δ-} y O^{δ-}—H^{δ+}, polariza los enlaces, los cuales presentan un determinado momento dipolar. En la molécula BCl₃, su geometría, plana triangular, hace que la resultante del momento dipolar de sus enlaces sea cero, por lo que es apolar, mientras que en la molécula H₂O, su geometría angular, aporta un momento dipolar resultante distinto de cero, siendo polar.

CUESTIÓN 3.- Para la reacción HNO₃ + C → CO₂ + NO + H₂O, justifica la veracidad o falsedad de las afirmaciones siguientes:

- El número de oxidación del oxígeno pasa de -2 a 0.
- El carbono se oxida a CO₂.
- El HNO₃ se reduce a NO.

Solución:

a) Falsa. El número de oxidación 0 corresponde a un elemento libre, y en la reacción el oxígeno se encuentra formando parte de un compuesto, por lo que su número de oxidación continúa siendo -2.

b) Verdadera. En el primer miembro, el carbono se encuentra como elemento libre siendo su número de oxidación 0, y en el segundo miembro se encuentra formando la molécula CO₂, en la que su número de oxidación es +4.

c) Verdadera. En el compuesto HNO₃ el nitrógeno posee un número de oxidación +5, mientras que en el NO es +2, lo que pone de manifiesto que se ha producido una reducción.

CUESTIÓN 4.- Utilizando la teoría de Brönsted y Lowry, justifica el carácter ácido, básico o neutro de las disoluciones acuosas de las siguientes especies:

- a) CO_3^{2-} ; b) Cl^- ; c) NH_4^+ .

Solución:

a) La reacción de hidrólisis del ión CO_3^{2-} , base conjugada relativamente fuerte del ácido débil HCO_3^- es: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, y por provocar un incremento en la formación de iones hidroxilos, OH^- , la disolución resultante tiene un pH básico. El ión CO_3^{2-} se comporta como base y acepta un protón del agua (ácido) para dar el ión HCO_3^- .

b) El ión Cl^- , base conjugada extremadamente débil, del ácido muy fuerte HCl, no reacciona con el agua, por lo que su disolución es neutra, pH = 7.

c) El ión NH_4^+ , ácido conjugado relativamente fuerte de la base débil NH_3 reacciona con el agua según la reacción de hidrólisis $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, y al producirse un aumento de la concentración de iones oxonios, H_3O^+ , la disolución presenta un carácter ácido. El ión NH_4^+ se comporta como ácido y cede un protón al agua (base) para dar la base NH_3 .

PROBLEMA 2.- A 670 K, un recipiente de un litro contiene una mezcla gaseosa en equilibrio de 0,003 moles de hidrógeno, 0,003 moles de yodo y 0,024 moles de yoduro de hidrógeno, según el equilibrio $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$. En estas condiciones, calcula:

a) El valor de K_c y K_p .

b) La presión total en el recipiente y las presiones parciales de los gases de la mezcla.

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

Solución:

a) Al ser el volumen del recipiente 1 L, los moles de cada sustancia en el equilibrio son sus concentraciones, es decir: $[\text{H}_2] = 0,003 \text{ M}$; $[\text{I}_2] = 0,003 \text{ M}$; $[\text{HI}] = 0,024 \text{ M}$.

Sustituyendo estos valores de concentración en la expresión de la constante de equilibrio:

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = \frac{0,024^2 \text{ M}^2}{0,003 \text{ M} \cdot 0,003 \text{ M}} = 64. \text{ De la relación existente entre } K_c \text{ y } K_p \text{ se obtiene el}$$

valor de ésta: $K_c = K_p \cdot (\text{R} \cdot \text{T})^{-\Delta n} \Rightarrow K_p = K_c \cdot (\text{R} \cdot \text{T})^{\Delta n}$, y como $\Delta n = 2 - (1 + 1) = 0$, resulta que el valor de K_p es el mismo que el de K_c , es decir, $K_p = K_c \cdot (\text{R} \cdot \text{T})^0 = K_c \cdot 1 = 64$.

b) Por ser gases todas las sustancias en el equilibrio, despejando la presión y sustituyendo todas las variables y constante por sus valores y operando se obtiene su valor en el interior del reactor. Los moles totales en el recipiente son: $n_t = 0,003 + 0,003 + 0,024 = 0,03$ moles, resultando para P:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,03 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 670 \text{ K}}{1 \text{ L}} = 1,65 \text{ atm}.$$

Aplicando la misma expresión a cada sustancia ocupando todo el volumen del recipiente se obtiene su presión parcial:

$$P_{\text{H}_2} \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{H}_2} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,003 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 670 \text{ K}}{1 \text{ L}} = 0,165 \text{ atm}.$$

$$P_{\text{I}_2} \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{I}_2} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,003 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 670 \text{ K}}{1 \text{ L}} = 0,165 \text{ atm}.$$

$$P_{\text{HI}} \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P_{\text{HI}} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,024 \text{ moles} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 670 \text{ K}}{1 \text{ L}} = 1,32 \text{ atm}.$$

También puede obtenerse las presiones parciales utilizando las fracciones molares de los gases y la presión total. INTÉNTALO.

Resultado: a) $K_c = K_p = 64$; b) $P_t = 1,65 \text{ atm}$; $P_{\text{H}_2} = P_{\text{I}_2} = 0,165 \text{ atm}$; $P_{\text{HI}} = 1,32 \text{ atm}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1-Formula o nombra los siguientes compuestos: a) Ácido nitroso; b) Yoduro de níquel (II); c) 1,2-etanodiol; d) HMnO_4 ; e) ZrO_2 ; f) HOCH_2CHO .

Solución:

a) HNO_2 ; b) NiI_2 ; c) $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$; d) Ácido mangánico; e) Óxido de zirconio (IV); f) 2-hidroxietanal.

CUESTIÓN 2.- Dadas las configuraciones electrónicas:

A: $1s^2 3s^1$; B: $1s^2 2s^3$; C: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; D: $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^0 2p_z^0$, indica, razonadamente:

- La que no cumple el principio de exclusión de Pauli.
- La que no cumple el principio de máxima multiplicidad de Hund.
- La que, siendo permitida, contiene electrones desapareados.

Solución:

a) El principio de exclusión de Pauli dice que en un átomo no pueden existir 2 electrones con los cuatro números cuánticos iguales.

Este principio lo incumple la configuración electrónica B, pues en el orbital 2s sólo puede albergar 2 electrones, y por tener 3, el número cuántico m_s ha de ser el mismo para dos electrones.

b) El principio de máxima multiplicidad de Hund dice que en orbitales degenerados, de la misma energía, los electrones se sitúan ocupando cada uno orbitales diferentes con espines paralelos.

Este principio lo incumple la configuración electrónica D, pues posee dos electrones en el orbital degenerado $2p_x$ mientras los otros dos están vacíos.

c) De las configuraciones propuestas, la A, excitada, y la C son las únicas que poseen electrones desapareados, la primera por poseer un solo electrón en el orbital 3s, y la segunda por tener sólo un electrón en uno de los orbitales degenerados 3p.

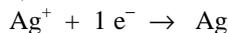
PROBLEMA 2.- Se realiza la electrolisis completa de 2 L de una disolución de AgNO_3 durante 12 minutos, obteniéndose 1,5 g de plata en el cátodo.

- ¿Qué intensidad de corriente ha pasado a través de la cuba electrolítica?
- Calcula la molaridad de la disolución inicial de AgNO_3 .

DATOS: $A_r(\text{Ag}) = 108 \text{ u}$; $A_r(\text{N}) = 14 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $F = 96500 \text{ C}$.

Solución:

a) La semirreacción de reducción del catión Ag^+ pone en juego la ganancia de 1 electrón:



El tiempo, en segundos, durante el que ha estado pasando la corriente por la cuba es:

$$t = 12 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 720 \text{ s}.$$

Aplicando la correspondiente ley de Faraday, despejando la intensidad, sustituyendo valores y operando se obtiene como valor de la misma:

$$m_{\text{Au}} = \frac{M(\text{Ag}) \cdot I \cdot t}{z \cdot F} \Rightarrow I = \frac{m_{\text{Ag}} \cdot z \cdot F}{M(\text{Ag}) \cdot t} = \frac{1,5 \text{ g} \cdot 1 \cdot 96500 \text{ A} \cdot \text{s}}{108 \text{ g} \cdot 720 \text{ s}} = 1,86 \text{ A}.$$

b) Si en los dos litros de disolución se encuentran disueltos 1,5 g de plata, la concentración de

$$\text{estos iones en la disolución es: } M = \frac{\text{moles}}{\text{Volumen}} = \frac{\frac{\text{gramos}}{M(\text{Ag})}}{\text{Volumen}} = \frac{1,5 \text{ g Ag}^+}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,007 \text{ M}.$$

Al estar la sal totalmente disociada en sus iones, esta es también la concentración del AgNO_3 .

También puede resolverse este apartado calculando los moles de AgNO_3 disueltos, multiplicando los gramos de plata obtenidos por las correspondientes relaciones de equivalencia, y de ellos la molaridad

de la disolución: $1,5 \text{ g Ag} \cdot \frac{170 \text{ g AgNO}_3}{108 \text{ g Ag}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgNO}_3}{170 \text{ g AgNO}_3} = 0,014 \text{ moles AgNO}_3$, correspondiéndole una

concentración molar: $M = \frac{\text{moles}}{\text{Volumen}} = \frac{0,014 \text{ moles}}{2 \text{ L}} = 0,007 \text{ M}$.

Resultado: a) I = 1,86 A; b) [AgNO₃] = 0,007 M.