

PRUEBA GENERAL

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- A partir de la reacción: $2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g}) \quad \Delta H^\circ < 0$. Responde de forma razonada a las siguientes cuestiones:

- ¿Se producirá un aumento o una disminución de la entropía? ¿Es una reacción endotérmica o exotérmica?**
- ¿Se trata de una reacción que siempre será espontánea?**
- Si la cinética del proceso sigue una ley de velocidad $v = k \cdot [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2]$, ¿cuál es el orden de la reacción?**
- Si se añade un catalizador al sistema de reacción, ¿cuáles de los siguientes parámetros se verán afectados, Energía de activación, ΔH o ΔG ?**

Solución:

a) La entropía es una función de estado que mide el desorden de un sistema. Como el sistema ha pasado de tres moles gaseosas a sólo dos, se ha producido una disminución del desorden o un aumento del orden, por lo que la entropía del sistema ha disminuido, es decir, $\Delta S < 0$.

Reacción endotérmica es aquella que necesita suministrar energía calorífica los reactivos para producirse; mientras que reacción exotérmica es la que desprende energía calorífica mientras se produce. Al desprenderse calor en la reacción, $\Delta H^\circ < 0$, la reacción es exotérmica.

b) La espontaneidad o no de una reacción viene dada por el valor de su energía libre; si $\Delta G^\circ < 0$ la reacción es espontánea, mientras que si $\Delta G^\circ > 0$ la reacción no es espontánea, pero si la inversa, y si $\Delta G^\circ = 0$, la reacción se encuentra en equilibrio.

La variación de energía libre de una reacción se determina por la expresión $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$, y si se analiza el signo de las variables, puede determinarse si la reacción es o no espontánea. En efecto, al ser la entalpía y entropía negativa, la variación de energía libre de Gibbs será negativa si el valor absoluto de $|\Delta H^\circ|$ es mayor que el del producto $|T \cdot \Delta S^\circ|$, es decir, $|\Delta H^\circ| > |T \cdot \Delta S^\circ|$, y eso sólo ocurre para valores bajos de la temperatura. Luego, la reacción no es siempre espontánea.

c) Orden de una reacción es la suma de los exponentes a los que se encuentran elevadas las concentraciones de los reactivos en la ecuación de velocidad. En este caso el orden de reacción es 3.

d) Energía de activación es la energía que hay que suministrar a los reactivos, para que las moléculas al chocar, puedan formar el complejo activado. Si se añade un catalizador al sistema de reacción, sólo la energía de activación es el factor que se afecta, pues los otros dos, la entalpía y la energía libre de Gibbs, al ser funciones de estado, sólo se afectan por cambio en el estado actual del sistema, es decir, sus variaciones sólo dependen del estado inicial y final del sistema, y no del camino seguido para ir de uno a otro.

CUESTIÓN 2.- Dados los compuestos orgánicos siguientes: 1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHCl-CH=CH}_2$;

2) $\text{CH}_2\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$; 3) CHBr=CHBr ; 4) $\text{CH}_2=\text{CHBr}$.

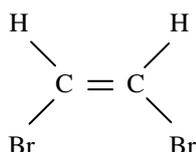
- ¿Cuál o cuáles de ellos presenta un carbono quiral? Señala el carbono quiral con un asterisco.**
- ¿Cuál o cuáles de ellos presenta isomería geométrica? Dibuja las estructuras de los dos estereoisómeros.**
- Si se hace reaccionar el compuesto 2) con ácido clorhídrico, HCl, indica el tipo de reacción y escribe la fórmula del producto obtenido.**
- Indica tres posibles isómeros del compuesto 1).**

Solución:

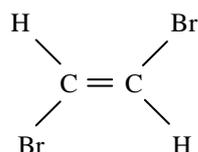
a) Carbono quiral o asimétrico es el que se encuentra unido a cuatro sustituyentes distintos. De los compuestos orgánicos propuestos, sólo el primero es el que posee un carbono quiral.



b) Isomería geométrica es la que presentan compuestos orgánicos con doble enlace debido a que no puede producirse libre rotación. El compuesto 3 es el único que presenta isomería geométrica. Los dos estereoisómeros son:

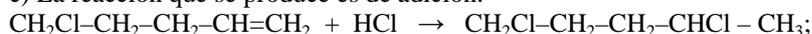


cis 1,2-dibromobuteno (los bromos al mismo lado)

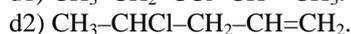
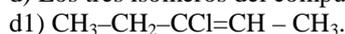


trans 1,2-dibromobuteno (en lados opuestos)

c) La reacción que se produce es de adición.



d) Los tres isómeros del compuesto 1) son:



PROBLEMA 1.- Se tiene una disolución 0,5 M de ácido hipocloroso, HClO. Si se sabe que su constante de disociación K_a vale $3,3 \cdot 10^{-8}$ y que el equilibrio de disociación es:

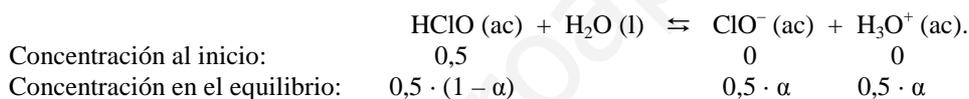


a) Calcula el pH de la disolución y el grado de disociación del ácido.

b) Si a la disolución de HClO se le añade una disolución de NaOH, ¿en qué sentido se desplazará el equilibrio de disociación? Justifica la respuesta.

Solución:

a) Llamando α al grado de disociación, las concentraciones de las distintas especies al inicio y en el equilibrio son:



Llevando estos valores de concentración a la constante de disociación del ácido, despreciando en el denominador α frente a 1 y operando sale para α el valor:

$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]} \Rightarrow 3,3 \cdot 10^{-8} = \frac{0,5^2 \cdot \alpha^2}{0,5 \cdot (1 - \alpha)} \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{3,3 \cdot 10^{-8}}{0,5}} = 2,57 \cdot 10^{-4}.$$

La concentración de los iones oxonios, H_3O^+ es: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,5 \cdot 2,57 \cdot 10^{-4} = 1,3 \cdot 10^{-4}$ M, y el pH de la disolución: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 1,3 \cdot 10^{-4} = 4 - 0,114 = 3,886$.

b) Al añadir una disolución básica a la disolución del ácido, ambas sustancias reaccionan para formar el compuesto hipoclorito de sodio, NaClO, totalmente ionizado, por lo que el equilibrio se desplazará en el sentido en que se produce más ión hipoclorito, hacia la derecha.



OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Responde, razonando la respuesta, las cuestiones siguientes:

a) ¿Qué tipo de enlace se formara entre el elemento A ($Z = 17$) y el elemento B ($Z = 20$)?

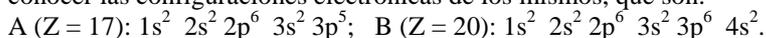
b) Indica la geometría del BeCl_2 y PCl_3 . ¿Cuál de las dos moléculas será polar?

c) Escribe el equilibrio de solubilidad del sulfato de bario [tetraoxosulfato (VI) de bario] y obtén la expresión de la solubilidad en función del producto de solubilidad, K_{sp} .

DATOS: $Z(\text{Be}) = 4$; $Z(\text{P}) = 15$; $Z(\text{Cl}) = 17$.

Solución:

a) Para determinar el tipo de enlace que se produce entre átomos de ambos elementos, hay que conocer las configuraciones electrónicas de los mismos, que son:



Puesto que los elementos son un no metal, el halógeno, cloro, y un metal, el alcalinotérreo calcio, el enlace entre ellos es el iónico, pues dos átomos de cloro aceptan el par de electrones del último nivel

del átomo de calcio para formar los iones Cl^- y Ca^{2+} , entre los que se produce una atracción electrostática para formar un compuesto iónico cristalino, el CaCl_2 .

b) La teoría RPECV dice: los pares de electrones compartidos y libres situados alrededor del átomo central, adquieren determinadas direcciones en el espacio para conseguir la mínima repulsión entre ellos. La orientación adquirida determina la geometría de la molécula.

La configuración electrónica del Be es $1s^2 2s^2$, y la del cloro $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. El átomo de berilio promociona uno de sus electrones 2s al orbital vacío 2p, siendo su nueva configuración electrónica $2s^1 2p^1$, que se hibridan para producir dos orbitales híbridos sp, por lo que el compuesto BeCl_2 se forma compartiendo el átomo de berilio sus 2 electrones sp, con dos átomos de cloro, siendo :Cl:Be:Cl: la estructura de Lewis de la molécula:

En esta molécula del tipo AB_2 sin pares de electrones libres sobre el átomo central, el Be, la RPECV propone como geometría molecular la lineal: Cl—Be—Cl

La configuración electrónica del átomo de P es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, y la del cloro $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, y para determinar la estructura de Lewis para posteriormente obtener la geometría molecular de la molécula PCl_3 , hay que conocer los siguientes números de electrones:

1º.- Número total de electrones de valencia, **n**, de los átomos, supuesta estructura de gas noble.

2º.- Número total de electrones de valencia, **v**, que poseen los átomos de la molécula.

3º.- Número total de electrones compartidos, **c**, entre los átomos de la molécula. Se obtiene de la diferencia $c = n - v$.

4º.- Número total de electrones no compartidos, **s**, de los átomos de la molécula. Se obtiene de la diferencia $s = v - c$.

Para esta molécula los valores de los números antes citados son:

Los electrones **n** son: $n = 8 e^- \cdot 1 (\text{P}) + 3 (\text{Cl}) \cdot 8 e^- = 32 e^-$.

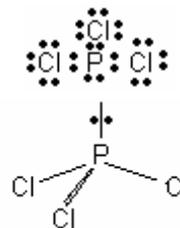
Los electrones **v** son: $n = 5 e^- \cdot 1 (\text{P}) + 3 (\text{Cl}) \cdot 7 e^- = 26 e^-$.

Los electrones **c** son: $c = 32 e^- - 26 e^- = 6 e^-$.

Los electrones **s** son: $s = 26 e^- - 6 e^- = 20 e^-$.

Distribuyendo los electrones **c** y **s** alrededor de los átomos de la molécula se determina la estructura de Lewis de la molécula:

Para esta molécula con un par de electrones libres o no compartidos sobre el átomo central, P, la geometría propuesta es la piramidal triangular, con el par de electrones libres sobre el átomo de fósforo.



c) El sulfato de bario es una sal poco soluble y en disolución acuosa se establece el equilibrio de ionización: $\text{BaSO}_4 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} (\text{ac}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{ac})$.

Teniendo presente que en los equilibrios heterogéneos la concentración de los sólidos es constante, se tiene para el equilibrio anterior, que su constante del producto de solubilidad es:

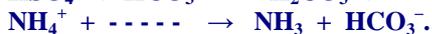
$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}].$$

Ahora bien, como por cada mol de sulfato de bario que se disuelve, se produce un mol de ión bario y un mol de ión sulfato, si la solubilidad del compuesto (moles de soluto disueltos por litro de disolución saturada) es S, la de los iones será también S, es decir, $[\text{Ba}^{2+}] = S$ y $[\text{SO}_4^{2-}] = S$, por lo que el producto de solubilidad de la sal se puede escribir también: $K_{ps} = S \cdot S = S^2$.

Luego, si se despeja la solubilidad en la expresión anterior, resulta: $S = \sqrt{K_{ps}}$.

CUESTIÓN 2.- Responde de forma razonada a las cuestiones siguientes:

a) De acuerdo con la teoría de Brönsted-Lowry, en las reacciones en disolución acuosa que se exponen, escribe las especies que faltan, e indica las que actúan como ácido y las que actúan como base.



b) Una disolución acuosa de la sal bromuro sódico [monobromuro de sodio], tendrá carácter ácido, básico o neutro.

c) Una disolución acuosa de la sal NH_4NO_3 , ¿tendrá carácter ácido, básico o neutro?

Solución:

a) En la primera reacción ácido-base falta en el segundo miembro la especie ión amonio, NH_4^+ , siendo la reacción completa: $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{NH}_4^+$. La especie H_2CO_3 es la que actúa como ácido, cede un protón, y la NH_3 como base, acepta el protón cedido.

En la segunda reacción falta en el segundo miembro la especie SO_4^{2-} , siendo la reacción completa: $\text{HSO}_4^- + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$. La especie HSO_4^- es la que actúa como ácido, cede el protón, y la HCO_3^- actúa como base, acepta el protón cedido.

En la tercera reacción falta en el primer miembro la especie CO_3^{2-} , siendo la reacción completa: $\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCO}_3^-$. La especie que actúa como ácido, cede un protón, es el NH_4^+ y la que actúa como base, acepta el protón cedido, es el CO_3^{2-} .

b) La sal bromuro de sodio, NaBr , procede de la reacción de neutralización entre el ácido bromhídrico, HBr , muy fuerte, y de la base hidróxido de sodio, NaOH , muy fuerte, y al estar totalmente disociada en sus iones Na^+ y Br^- , que son los correspondientes ácido y base conjugados muy débiles de la base y el ácido, no sufren hidrólisis y la disolución tiene carácter neutro, es decir, su pH es 7.

c) La sal NH_4NO_3 procede de un ácido fuerte y una base débil, por lo que el ión NO_3^- , base conjugada muy débil del ácido fuerte HNO_3 , no sufre hidrólisis, mientras que el ión NH_4^+ , ácido conjugado relativamente fuerte, de la base débil NH_3 , sufre hidrólisis según la ecuación:

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, y al producirse un incremento en la concentración de iones oxonios, la disolución tiene carácter ácido, es decir, su pH < 7.

PROBLEMA 1.- En un recipiente de 1 L se introducen 0,095 moles de COCl_2 y se calienta a 100°C , estableciéndose el equilibrio siguiente: $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$. Si el valor de K_c es $2,2 \cdot 10^{-6}$ a la temperatura indicada:

- Calcula las concentraciones de las especies presente en el equilibrio y el grado de disociación del COCl_2 .
- Calcula el valor de K_p .
- ¿Hacia dónde se desplazará el equilibrio si se produce un aumento de la presión? Razona la respuesta.

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, siendo “x” los moles de COCl_2 que se descomponen, son:

	$\text{COCl}_2(\text{g})$	\rightleftharpoons	$\text{CO}(\text{g})$	$+$	$\text{Cl}_2(\text{g})$
Moles iniciales:	0,095		0		0
Moles en el equilibrio:	$0,095 - x$		x		x

Al ser el volumen del reactor 1 L, las concentraciones de las especies en el equilibrio coinciden en valor con sus moles. El valor de “x” se determina a partir del valor de K_c despreciando x frente a 0,095 en el denominador por ser mucho menor:

$$K_c = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} \Rightarrow 2,2 \cdot 10^{-6} = \frac{x^2}{0,095 - x} \Rightarrow x = \sqrt{2,2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,095} = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

Luego, las concentraciones de las especies en el equilibrio son: $[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; $[\text{COCl}_2] = 0,094543 \text{ M}$.

El grado de disociación se obtiene dividiendo los moles disociados x entre los moles iniciales, y multiplicando el resultado obtenido por 100: $\alpha = \frac{0,000457}{0,095} \cdot 100 = 0,48 \%$.

b) El valor de K_p se obtiene a partir de su relación con K_c : $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n}$, y como $\Delta n = 2 - 1 = 1$, $K_p = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot (0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 373 \text{ K})^1 = 6,73 \cdot 10^{-5} \text{ atm}$.

c) Si se incrementa la presión se produce una disminución del volumen, lo que conlleva un aumento de la concentración molar de los gases, y ante esta perturbación del equilibrio, el sistema actúa, para restablecerlo nuevamente, haciendo reaccionar moléculas de CO y Cl_2 para formar COCl_2 y de esta forma disminuir el número de moles por unidad de volumen. El equilibrio se desplaza hacia la izquierda, hacia donde aparece un menor número de moles.

**Resultado: a) $[\text{COCl}_2] = 0,094543 \text{ M}$; $[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ M}$; $\alpha = 0,48 \%$;
b) $K_p = 6,73 \cdot 10^{-5} \text{ atm}$; c) Hacia la izquierda.**

PRUEBA ESPECÍFICA

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- a) Indica justificadamente si el pH será 7, mayor que 7 o menor que 7 en cada una de las disoluciones acuosas de los siguientes compuestos:

a1) Cloruro de sodio.

a2) Hidróxido de calcio.

b) Indica justificadamente cuáles de las siguientes sustancias pueden actuar como ácidos, como bases y cuáles como ácidos y bases:

b1) CO_3^{2-} ; b2) HSO_4^- ; b3) HCO_3^- ; b4) Ácido acético o etanoico.

Solución:

a1) El cloruro de sodio, NaCl, es una sal constituida por el anión, Cl^- , y catión, Na^+ , de un ácido y base muy fuertes, por lo que son base y ácido conjugados extremadamente débiles, y al no sufrir hidrólisis ninguno de los dos, en disolución acuosa, el pH de la misma es igual a 7.

a2) El hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, es una base muy fuerte y su disolución acuosa presenta un pH superior a 7. Efectivamente, en disolución acuosa la base se encuentra totalmente dissociada en sus iones, y por ser muy elevada la concentración de iones OH^- , el pH de la misma es superior a 7.

b) Según Brönsted –Lowry, ácido es toda sustancia que en disolución es capaz de ceder un protón a otra, mientras que base es la sustancia capaz de aceptarlo. De la definición se deduce que las especies:

b1) Al ser capaz de aceptar un protón actúa como base: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$.

b2) Por ceder el protón que posee actúa como ácido: $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$.

b3) Puede ceder el protón que posee y actuar como ácido o aceptar un protón y actuar como base. Actúa como ácido muy débil frente al agua como indica la reacción ácido-base:

$\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$, mientras que actúa como base débil frente a ácidos fuertes como indica la reacción ácido-base: $\text{HCO}_3^- + \text{HIO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{IO}_3^-$.

b4) Al ceder el protón que posee actúa como ácido: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$.

CUESTIÓN 2.- Fórmula:

a) Tres isómeros de posición de fórmula $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.

b) Dos isómeros de función de fórmula $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$.

c) Dos isómeros geométricos de fórmula C_4H_8 .

d) Un compuesto que tenga dos carbonos quirales o asimétricos de fórmula $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$.

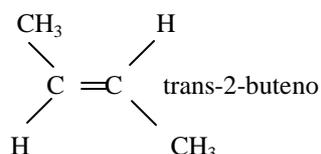
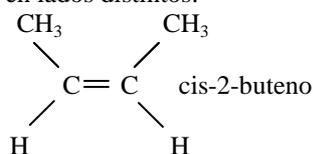
Solución:

a) Isómeros de posición son los que difieren en la posición del grupo funcional en la cadena. Son isómeros de posición:

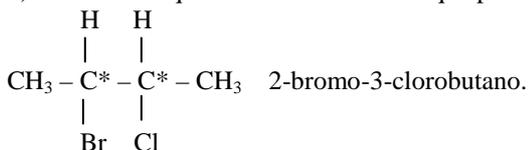
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{OH}$; $\text{CH}_3\text{--CHOH--CH}_3$; $\text{CH}_3\text{--O--CH}_2\text{--CH}_3$.
1-propanol 2-propanol Etilmetiléter

b) Son isómeros de función los que presentan diferente grupo funcional. Isómeros de función son: $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CHO}$ y $\text{CH}_3\text{--CO--CH}_3$.
propanal propanona

c) Isómeros geométricos son los que se diferencian en la disposición tridimensional de sus átomos. La presentan los compuestos con doble enlace debido a la imposibilidad de libre rotación alrededor del doble enlace. Los isómeros pueden ser cis, si los dos sustituyentes más voluminosos de los carbonos que soportan el doble enlace se encuentran en el mismo lado, y trans si estos sustituyentes se encuentran en lados distintos:



d) Un carbono quiral o asimétrico es el que posee cuatro sustituyentes distintos. El compuesto es:



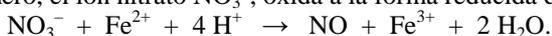
PROBLEMA 2.- Deduce razonadamente por qué el hierro (II) puede ser oxidado en medio ácido a hierro (III) por el ión nitrato y, sin embargo, este mismo ión no puede oxidar al oro en su estado fundamental a oro (III).

Justifica la respuesta desde el punto de vista electroquímico y escribe las reacciones correspondientes.

DATOS: $E^\circ(\text{NO}_3^-/\text{NO}) = 0,96 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1,50 \text{ V}$.

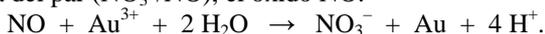
Solución:

El poder oxidante de la especie oxidada de un par redox, crece a medida que aumenta el valor positivo del potencial estándar de reducción del par. Luego, como el valor del potencial estándar de reducción del par (NO_3^-/NO) es más positivo que el del par ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$), se cumple que la forma oxidada del primero, el ión nitrato NO_3^- , oxida a la forma reducida del segundo, el ión ferroso Fe^{2+} .



Por el contrario, por ser el valor del potencial estándar de reducción del par (NO_3^-/NO) menos positivo que el del par (Au^{3+}/Au), nunca puede el ión nitrato, NO_3^- , oxidar a la forma reducida Au de éste par: $\text{NO}_3^- + \text{Au}^{3+} + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{NO} + \text{Au} + 2 \text{H}_2\text{O}$ imposible de producir.

En cambio, la forma oxidada del par (Au^{3+}/Au), el catión Au^{3+} , si puede oxidar a la forma reducida del par (NO_3^-/NO), el óxido NO.



OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- a) Justifica la geometría de las siguientes moléculas covalentes a partir del modelo de repulsión entre los pares de electrones de la capa de valencia (RPECV).

a1) BeF_2 ; a2) BCl_3 ; a3) CCl_4 .

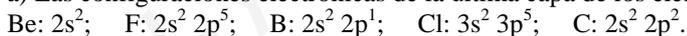
b) Justifica si es posible o no que existan electrones con los siguientes números cuánticos:

b1) (3, -1, 1, -1/2); b2) (3, 2, 0, 1/2); b3) (2, 1, 2, 1/2); b4) (1, 1, 0, -1/2).

DATOS: Be (Z = 4); F (Z = 9); B (Z = 5); Cl (Z = 17); C (Z = 6).

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas de la última capa de los elementos Be, F, B, Cl y C son:



Según el modelo RPECV los pares de electrones enlazantes y libres, para conseguir la menor repulsión entre ellos cuando se acercan al núcleo del átomo central, se orientan en el espacio alejándose entre sí lo suficiente, dependiendo de la orientación adoptada la geometría de la molécula.

a1) De las configuraciones se deduce que el átomo de berilio despareja sus electrones haciendo promocionar uno de ellos a uno de los orbitales vacíos 2p, siendo ahora su configuración $2s^1 2p^1$, con la que adquiere covalencia 2 y se une a dos átomos de flúor, a los que falta un electrón para adquirir la configuración de gas noble, para formar la molécula BeF_2 .

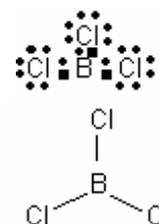
La estructura de Lewis de esta molécula es: $\text{F} \cdot \cdot \text{Be} \cdot \cdot \text{F}$

Como sólo aparece en la molécula dos pares de electrones compartidos y el átomo central, el Be, carece de pares de electrones libres, la geometría molecular es lineal:

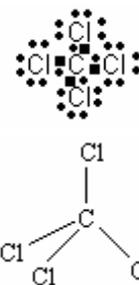


a2) Del mismo modo, el átomo de boro promociona uno de los electrones 2s a uno de los dos orbitales 2p vacíos, siendo la nueva configuración electrónica $2s^1 2p^2$, con la que adquiere el átomo de boro covalencia 3, uniéndose a 3 átomos de cloro, a los que faltan un electrón para adquirir configuración estable de gas noble, para formar el compuesto BCl_3 , siendo su estructura de Lewis:

El átomo central de la molécula, el B, sólo posee pares de átomos compartidos siendo, por ello, la geometría de la molécula plana triangular:



a3) La configuración electrónica del átomo de carbono en su estado fundamental, indica que su covalencia es 2, mientras que en el compuesto CCl_4 actúa con covalencia 4. Para ello, el átomo de C promociona uno de los electrones $2s$ al orbital vacío $2p$, siendo su nueva configuración electrónica $2s^1 2p^3$, por la que adquiere covalencia 4 y se une a cuatro átomos de cloro que adquieren configuración de gas noble. Su estructura de Lewis es:



En este compuesto, como en los anteriores, en el átomo central de la molécula, el C, los pares de electrones que lo rodean son compartidos, es decir, no aparecen pares de electrones libres, por lo que la geometría de la molécula tetraédrica:

b) Los valores que adquieren los números cuánticos se encuentran relacionados entre sí según puede observarse: el número cuántico principal, n , toma sólo los valores naturales 1, 2, 3, 4,

El número cuántico orbital o del momento angular, l , toma sólo los valores enteros 0 a $n - 1$. Cada valor corresponde a un subnivel a cada uno de los cuales se le asigna una letra: $l = 0 \rightarrow s$; $l = 1 \rightarrow p$; $l = 2 \rightarrow d$; $l = 3 \rightarrow f$; etc.

El número cuántico magnético, m_l , toma los valores enteros comprendidos entre $-l$ a $+l$ con el 0 incluido.

El número cuántico de espín, m_s , sólo puede tomar los valores $-\frac{1}{2}$ y $+\frac{1}{2}$.

b1) (3, -1, 1, -1/2). Estos valores de los números cuánticos no son correctos para la existencia de un electrón, pues el número cuántico l nunca puede tomar un valor entero negativo.

b2) (3, 2, 0, 1/2). Estos valores de los números cuánticos definen correctamente un electrón, pues entran dentro de los posibles para los números cuánticos.

b3) (2, 1, 2, 1/2). Como m_l , nunca puede tomar un valor superior al de l , este conjunto de números cuánticos no definen la existencia de un electrón.

b4) (1, 1, 0, -1/2). Estos valores de los números cuánticos tampoco definen la existencia de un electrón, pues el valor de l jamás puede ser igual al de n .

CUESTIÓN 3.- Formula las siguientes especies químicas:

Óxido de arsénico (v) [Óxido arsénico]

Ácido fosfórico [Tetraoxofosfato (V) de H]

1-bromo-2,2-diclorobutano

Trimetilamina

Nombra, de una sola forma, las siguientes especies químicas:

P_2O_5 ;

PbSO_4 ;

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CHO}$;

$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CO} - \text{CH}_3$;

Disulfuro de carbono [Sulfuro de carbono (IV)]

Sulfito ferroso [Trioxosulfato (IV) de hierro (II)]

2-metil-1,5-hexadien-3-ino.

Butanoato de 2-metilpropano.

H_2S ;

CO_3^{2-} ;

$\text{CH} \equiv \text{C} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$;

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{CONH}_2$;

Solución:

As_2O_5 ;

H_3PO_4 ;

$\text{CH}_2\text{Br} - \text{CCl}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$;

$(\text{CH}_3)_3\text{N}$;

Óxido de fósforo (V);

Sulfato de plomo (II);

2,4-dipentenal;

2,3-dibutanona;

CS_2 ;

FeS ;

$\text{CH}_2 = \text{C}(\text{CH}_3) - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2$;

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$;

Sulfuro de hidrógeno;

Ión Carbonato;

3-butinoico;

2-hidroxiobutanamida.

PROBLEMA 2.- a) Escribe el equilibrio de solubilidad del yoduro de plomo (II), PbI_2 , y calcula la solubilidad del mismo.

b) Explica, justificando la respuesta, hacia donde se desplaza el equilibrio de precipitación si se añade a una disolución saturada de PbI_2 volúmenes de otra disolución de CaI_2 . ¿Se disolverá más o menos el yoduro de plomo (II)?

DATOS: $K_{ps}(\text{PbI}_2) = 1,4 \cdot 10^{-8}$.

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad del compuesto es: $\text{PbI}_2(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^-$.

El producto de solubilidad del compuesto, en función de las concentraciones y de la solubilidad, del compuesto es: $K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2$; y como la concentración del ión Pb^{2+} es igual a la solubilidad del compuesto, es decir, $[\text{Pb}^{2+}] = S$, también se tiene para el producto de solubilidad: $K_{\text{ps}} = S \cdot (2 \cdot S)^2$. Si se despeja la solubilidad de esta expresión, se sustituyen valores y se opera se tiene:

$$1,4 \cdot 10^{-8} = 4 \cdot S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{1,4 \cdot 10^{-8}}{4}} = \sqrt[3]{0,35 \cdot 10^{-8}} = \sqrt[3]{3,5 \cdot 10^{-9}} = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} (\text{M}).$$

b) Al añadir al equilibrio de solubilidad de la sustancia volúmenes de otra disolución de CaI_2 , sal soluble en agua, la concentración de los iones I^- en la nueva disolución que se forma es la suma de la procedente de la solubilidad del PbI_2 más la añadida, y como la concentración del ión yoduro procedente de la solubilidad del compuesto poco soluble es muchísimo inferior a la que se ha añadido de disolución de CaI_2 , el equilibrio se desplazará hacia la izquierda, es decir, hacia la formación de producto insoluble.

De lo expuesto se deduce que el producto poco soluble, PbI_2 , disminuye su solubilidad al añadir volúmenes de una disolución de CaI_2 .

Resultado: a) $S = 1,52 \cdot 10^{-3} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$; b) Se disuelve menos.