

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

25 de septiembre de 2017

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. Dadas las siguientes configuraciones electrónicas externas: ns^2 , ns^2np^3 y ns^2np^5 : a) Indique para cada una de ellas el grupo del sistema periódico al que pertenece y el número de oxidación más importante b) Si $n = 3$, escriba la configuración electrónica completa del elemento al que corresponde en cada caso e indique su símbolo químico. c) Indique razonadamente el orden esperado en sus radios atómicos. d). Indique razonadamente el orden esperado en sus energías de ionización.

Respuesta:

- a) La respuesta podemos encontrarla en la siguiente tabla:

Config. último nivel	Grupo	Nº ox.
ns^2	2	+2
$ns^2 np^3$	15	-3, +1, +3, +5
$ns^2 np^5$	17	-1, +1, +3, +5, +7

- b) ns^2 : **$1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2$ (Mg)**; $ns^2 np^3$: **$1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ (P)**; $ns^2 np^5$: **$1s^2, 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (Cl)**

c) A lo largo de un periodo, el radio atómico aumenta de derecha a izquierda, debido a que el nivel principal es el mismo para todos los elementos, mientras que el número de electrones en el núcleo es mayor cuanto más a la derecha. Así, el orden creciente de radios atómicos sería: **$r(\text{Cl}) < r(\text{P}) < r(\text{Mg})$** .

d) La energía de ionización aumenta en un periodo de izquierda a derecha, ya que, para alcanzar la estructura de gas noble, los elementos de más a la izquierda tienden a ceder electrones, sucediendo lo contrario para los elementos de mas a la derecha. Según esto, el orden creciente de energías de ionización sería: **$E_i(\text{Mg}) < E_i(\text{P}) < E_i(\text{Cl})$** .

2. Responda a las siguientes cuestiones: a) Indique razonadamente cuál de las siguientes sustancias tendrá mayor punto de ebullición: CH_4 y CH_3OH . b) Para las moléculas de H_2O y PH_3 indique razonadamente cual tendrá mayor ángulo H-X-H. c) Indique razonadamente si la molécula NH_3 es polar o apolar. d) Para los elementos A y B de números atómicos 4 y 16, respectivamente, razone el tipo de enlace que se podrá formar entre ellos e indique la fórmula molecular del compuesto resultante.

Respuesta:

a) El mayor punto de ebullición corresponderá al **CH_3OH** , ya que en esta molécula pueden formarse puentes de hidrógeno, a diferencia de la molécula de CH_4

b) La hibridación del átomo central es del tipo sp^3 en ambos casos, pero la presencia de dos pares de electrones no compartidos (y las consiguientes fuerzas de repulsión) en el caso del agua hace que el ángulo entre enlaces H-O-H, pase de $109,5^\circ$ a $104,5^\circ$, mientras que la menor fuerza de repulsión en el caso del PH_3 , debida a la presencia de un solo par no compartido, hace que el ángulo H-P-H pase de $109,5^\circ$ a $107,5^\circ$. El mayor ángulo corresponderá, pues, al **PH_3** .

c) El amoníaco es una molécula **polar**, dada su estructura piramidal.

d) Las respectivas configuraciones electrónicas serían: A: $1s^2 2s^2$ y B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$, por lo que entre A y B cabe esperar la formación de un enlace iónico del tipo **$A^{2+}B^{2-}$** .

3. Indique razonadamente la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: a. A temperatura ambiente el CCl_4 es líquido y el Cl_4 es sólido. b) La sustancia K_2S conduce la corriente eléctrica en estado sólido. c) La molécula de CCl_4 es apolar porque sus enlaces C-Cl presentan momento dipolar nulo.

Respuesta:

- a) La frase es **correcta**,. Las dos sustancias son apolares, y sus respectivas moléculas están unidas por fuerzas de Van der Waals. Dichas fuerzas son tanto mayores cuanto mayor sea el tamaño de la molécula, por lo que las moléculas de Cl_4 se encuentran unidas más fuertemente entre sí, dando lugar a que esta sustancia sea sólida.
- b) La frase **no es correcta**, pues entre el K y el S se forma un enlace iónico, no conduciendo este tipo de sustancia en estado sólido.
- c) La frase **no es correcta**. La molécula es, efectivamente, apolar, pero cada uno de sus enlaces presenta polaridad. No obstante, la suma de los vectores momento dipolar de los cuatro enlaces es nula.
4. Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones. a) El número de oxidación más probable para el elemento de $Z=9$ es $+1$. b) $(2, 0, 0, -1/2)$ es un conjunto posible de valores para los números cuánticos del electrón más externo del átomo de $Z=9$. c) Para el elemento de $Z=8$, su primera energía de ionización es menor que su segunda energía de ionización. d) ^{12}C y ^{14}C tienen el mismo número de protones..

Respuesta:

- a) La frase **no es correcta**, ya que, al tratarse de un elemento muy electronegativo (F), su estado de oxidación más probable es el **-1**.
- b) La afirmación **no es correcta**, pues el número cuántico l no puede tomar el valor 0 al encontrarse el electrón más externo en un **orbital de tipo p**.
- c) La frase es **correcta**, pues la primera energía de ionización de un elemento es siempre menor que su segunda energía de ionización, al encontrarse el segundo electrón atraído más fuertemente que el primero.
- d) La frase es **correcta**. Los isótopos de un mismo elemento tienen el mismo número de protones (número atómico).

2. ESTEQUIOMETRÍA.**3. CINÉTICA DE REACCIONES.**

1. Sabiendo que la energía de activación para la reacción: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ es igual a 30 kJ, y para la reacción inversa su valor es 50 kJ: a) Indique justificadamente si la reacción directa será exotérmica o endotérmica. b) Si la energía media de los productos de la reacción directa es igual a 35 kJ, ¿Cuál será la energía de los reactivos? c) Justifique como afectaría la presencia de un catalizador positivo a la energía de activación y al orden de la reacción directa. .

Respuesta:

- a) Al ser menor la energía de activación para la reacción directa que para la inversa, la energía de los reactivos es mayor que la de los productos, por lo que la reacción será **exotérmica**.
- b) Para los reactivos y productos, podemos plantear la siguiente relación:

$$E_R + E_{ad} = E_P + E_{ai}$$

Siendo E_R la energía de los reactivos, E_{ad} la energía de activación de la reacción directa, E_{ai} la energía de activación de la reacción inversa, y E_P la energía de los productos. Sustituyendo los valores suministrados en el enunciado, tendremos:

$$E_R + 30 = 35 + 50 \quad E_R = 55 \text{ kJ}$$

c) Un catalizador positivo **disminuye** la energía de activación, tanto de la reacción directa como de la inversa. **No afecta** al mecanismo de la reacción y, por tanto **al orden** de aquella.

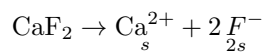
4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. La solubilidad de CaF_2 en agua es de 0,132 g por cada 100 mL de disolución. Calcule: a) La concentración molar de anión fluoruro (F^-) en una disolución saturada de CaF_2 b) El producto de solubilidad de este compuesto. Datos: Masas atómicas: Ca = 40; F = 19 g/mol.

Respuesta:

a) La disociación del CaF_2 puede ser representada de la siguiente forma:



Siendo la solubilidad:

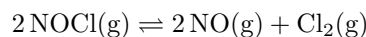
$$s = \frac{0,132/78}{0,1} = 0,017 \text{ M}$$

$$\text{Y } [\text{F}^-] = 2s = 2 \cdot 0,017 = \mathbf{0,034 \text{ M}}$$

b) El producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] [\text{F}^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot 0,017^3 = \mathbf{1,97 \cdot 10^{-5}}$$

2. En un recipiente de 1 L se introdujeron 131 g de NOCl , calentándose seguidamente hasta 462 °C. Una vez alcanzado el equilibrio siguiente:



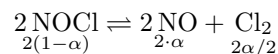
Se comprobó que se había disociado un 33 % de NOCl . Para dicho equilibrio: a) Calcule K_c . b) Calcule K_p . c) Indique razonadamente cómo evolucionaría al disminuir la concentración de cloro. Datos: Masas atómicas: N = 14, O = 16; Cl = 35,5 g/mol. R = 0,082 atm L/mol K

Respuesta:

a) La concentración inicial de NOCl será:

$$[\text{NOCl}] = \frac{131/65,5}{1} = 2 \text{ M}$$

El equilibrio puede ponerse de la siguiente forma:



Por lo que K_c será:

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 [\text{Cl}_2]}{[\text{NOCl}]^2} = \frac{(2 \cdot 0,33)^2 \cdot 0,33}{[2(1 - 0,33)]^2} = \mathbf{0,073}$$

b) La relación entre K_c y K_p será:

$$K_p = K_c(\text{RT})^{\Delta n} \rightarrow K_p = 0,073 \cdot 0,082 \cdot 735 = \mathbf{4,4}$$

c) La disminución en la concentración de un producto haría que el equilibrio se desplazara hacia la **derecha** (formación de productos).

3. Sabiendo que el producto de solubilidad (Kps) de la especie $\text{Zn}(\text{OH})_2$ es igual a $2 \cdot 10^{-17}$: a) Calcule el pH de una disolución saturada de dicha especie. b) Calcule la concentración de Zn^{2+} en una disolución saturada de $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Expresar el resultado en g/L. c) Si $K_{ps}(\text{Co}(\text{OH})_2) = 1,6 \cdot 10^{-15}$, indique razonadamente cuál de los dos hidróxidos es más soluble en agua. Dato: Masa atómica: $\text{Zn} = 65,4$ g/mol.

Respuesta:

- a) A partir de la constante del producto de solubilidad, podremos escribir:

$$2 \cdot 10^{-17} = [\text{Zn}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = s(2s)^2 \quad s = 1,71 \cdot 10^{-6} \text{ y } [\text{OH}^-] = 2s = 3,42 \cdot 10^{-6}$$

El pH de la disolución será, por tanto: $\text{pH} = 14 + \log [\text{OH}^-] = 8,23$

- b) La concentración de Zn^{2+} , expresada en g/L será:

$$[\text{Zn}^{2+}] = 1,71 \cdot 10^{-6} \cdot 65,4 = 1,19 \cdot 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

c) Al ser mayor el producto de solubilidad del $\text{Co}(\text{OH})_2$ y tratarse de un hidróxido donde el Co presenta la misma valencia que el Zn (con lo que $K_{ps} = 4s^3$, al igual que en el hidróxido de zinc, el **$\text{Co}(\text{OH})_2$ es más soluble en agua**

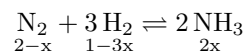
4. En un recipiente de 10 L en el que se ha hecho vacío se introducen 56 g de N_2 y 2 g de H_2 . Se calienta la mezcla a 300°C estableciéndose el siguiente equilibrio: $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ Cuando se alcanza el equilibrio, el número de moles de H_2 es igual al de NH_3 . a) Calcule los moles de cada componente en el equilibrio. b) Calcule K_c y K_p . c) Razone como afectaría al equilibrio una disminución del volumen del sistema. Datos: Masas atómicas: $\text{N} = 14$; $\text{H} = 1$ g/mol. $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$.

Respuesta:

- a) El número inicial de moles de nitrógeno y d hidrógeno será, respectivamente:

$$n_{0\text{N}_2} = \frac{56}{28} = 2 \quad n_{0\text{H}_2} = \frac{2}{2} = 1$$

El equilibrio puede ser representado por:



Puesto que en el equilibrio, el número de moles de H_2 es igual al de NH_3 , podremos escribir: $1-3x = 2x$, con lo que $x = 0,2$ moles. Por tanto, en el equilibrio tendremos:

$$n_{\text{N}_2} = 2 - 0,2 = 1,8 \quad n_{\text{H}_2} = 1 - 0,6 = 0,4 \quad n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot 0,2 = 0,4$$

- b) Las constantes K_c y K_p son, respectivamente:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{\left(\frac{0,4}{10}\right)^2}{\left(\frac{1,8}{10}\right)\left(\frac{0,4}{10}\right)^3} = 138,9$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} = 138,9(0,082 \cdot 573)^{-2} = 0,063$$

c) Según el Principio de Le Chatelier, una disminución de volumen tiende a desplazar el equilibrio hacia donde el número de moles gaseosos sea menor, en este caso, **hacia la formación de NH_3** .

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. Calcule el volumen de NaOH de riqueza del 40 % y densidad 1,20 kg/L necesario para: a) Preparar 5 L de disolución de pH 13. b) Neutralizar 25 mL de una disolución acuosa de HNO₃ de concentración 3 mol/L. Datos: Masas atómicas: Na = 23; H = 1; O = 16 g/mol.

Respuesta:

a) Al ser el pH 13, la concentración de OH⁻ será: [OH⁻] = 0,1. Para preparar 5 litros de una disolución de esta concentración, necesitaremos una masa *m* de NaOH puro:

$$0,1 = \frac{m/40}{5} \rightarrow m = 20 \text{ g}$$

Esta masa se puede encontrar en una cantidad de NaOH del 40 % de riqueza de:

$$m' = 20 \frac{100}{40} = 50 \text{ g}$$

Siendo, finalmente, el volumen:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{50}{1,2} = 41,67 \text{ ml}$$

b) Para la neutralización tendremos:

$$n^{\circ} \text{ moles ácido} = n^{\circ} \text{ moles base} \quad (*)$$

Suponiendo un volumen de 1 L (masa = 1200 g), la concentración del NaOH de partida será:

$$c = \frac{0,40 \cdot 1200/40}{1} = 12 \text{ M}$$

Aplicando (*) tendremos:

$$25 \cdot 3 = V \cdot 12 \rightarrow V = 6,25 \text{ mL}$$

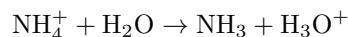
2. Para una disolución acuosa de cloruro de amonio (NH₄Cl) de concentración 0,015 mol/L, calcule: a) La constante de hidrólisis. b) El grado de hidrólisis. c) El pH. Datos: Kb(NH₃) = 1,7·10⁻⁵

Respuesta:

a) Para el amoniaco podemos escribir el siguiente equilibrio:



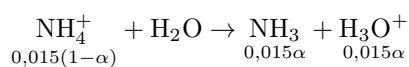
La hidrólisis es la siguiente:



Siendo la constante:

$$K_h = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 5,88 \cdot 10^{-10}$$

b) Para calcular el grado de disociación:



$$5,88 \cdot 10^{-10} = \frac{0,015\alpha^2}{1 - \alpha}$$

Resolviendo la ecuación, obtenemos $\alpha = 1,98 \cdot 10^{-4}$

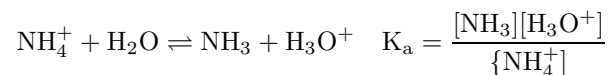
c) El pH será:

$$\text{pH} = -\log 0,015\alpha = -\log 0,015 \cdot 1,98 \cdot 10^{-4} = 5,53$$

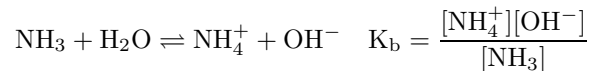
3. Sea una disolución acuosa de NH_3 de concentración 0,1 mol/L. Calcule: a) La constante de basicidad del NH_3 . b) El grado de disociación del NH_3 (1 punto) Datos: $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,7 \cdot 10^{-10}$.

Respuesta:

a) El equilibrio de disociación para el ion NH_4^+ es:

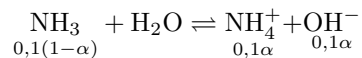


El equilibrio de ionización del NH_3 y su constante son:



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{K_a} = 1,75 \cdot 10^{-5}$$

b) Para el equilibrio de ionización del NH_3 , podremos escribir:

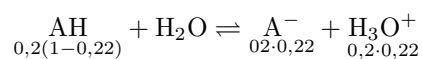


$$1,75 \cdot 10^{-5} = \frac{0,1\alpha^2}{1 - \alpha} \quad \alpha = 0,013$$

4. Se dispone de 1 L de una disolución de un ácido débil de fórmula molecular AH, con una concentración 0,2 mol/L. Si el grado de disociación es del 22%: a) Calcule constante de acidez de la especie AH. b) Calcule el pH de dicha disolución. c) Justifique la veracidad o falsedad de la siguiente afirmación: "La base conjugada del ácido AH no sufre hidrólisis".

Respuesta:

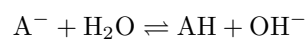
a) El equilibrio de disociación es el siguiente:



la constante K_a será:

$$K_a = \frac{0,2 \cdot 0,22^2}{1 - 0,22} = 1,24 \cdot 10^{-2}$$

b) El valor de la constante de acidez nos dice que el ácido es relativamente débil, por lo que el anión A^- podría experimentar hidrólisis en cierta medida, según el equilibrio:



7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

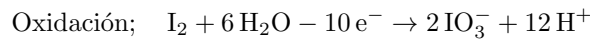
1. Considere la siguiente reacción química:



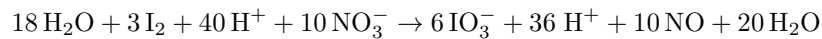
- a) Ajústela por el método del ion-electrón. b) Identifique justificadamente el agente oxidante y el agente reductor.

Respuesta:

- a) Las respectivas semirreacciones de oxidación y de reducción son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por 3, la segunda por 10, y sumando algebraicamente, nos queda:



Pasando a un solo miembro los elementos que se repitan en ambos, y poniendo en forma molecular, nos quedará finalmente:

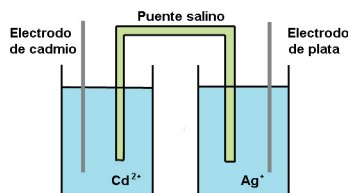


- b) El I_2 es el reductor, puesto que se oxida a IO_3^- , mientras que el HNO_3 es el oxidante, al reducirse a NO .

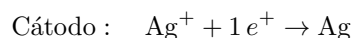
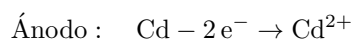
2. Se propone la construcción en el laboratorio de una pila con electrodos de cadmio y plata: a) Dibuje un esquema de la pila, detallando todos los elementos necesarios para su funcionamiento. b) Indique el sentido de circulación de los electrones. c) Indique las reacciones que tienen lugar en cada uno de los electrodos así como la reacción global de la pila. d) Calcule su fuerza electromotriz. Datos: $E^0(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$; $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$

Respuesta:

- a) Un esquema de la pila podría ser el siguiente:



- b) Los electrones circularán desde el electrodo de cadmio (ánodo) hasta el de plata (cátodo).
c) Las reacciones son las siguientes:



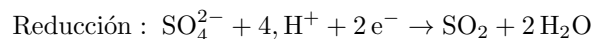
d) La fuerza electromotriz es:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - (-0,40) = 1,20 \text{ V}$$

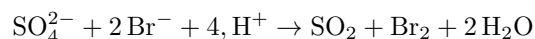
3. Sea la siguiente reacción de oxidación-reducción: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KBr} \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ a. Ajústela por el método del ion-electrón. b) Identifique justificadamente el agente oxidante y el agente reductor.

Respuesta:

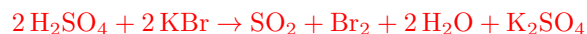
a) Las semirreacciones de oxidación y de reducción son las siguientes:



Sumando ambas semirreacciones, tendremos:



En forma molecular:



b) El oxidante es la sustancia que se reduce, es decir, el SO_4^{2-} mientras el reductor es la sustancia que se oxida, esto es, el Br^-

8. QUÍMICA ORGÁNICA.