

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

12 de octubre de 2017

1. EL ÁTOMO. ENLACE QUÍMICO.

1. a) Los puntos de fusión de dos sustancias son $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Indica, de manera justificada, qué punto de fusión corresponde al O_2 y cual a la sílice (SiO_2). b) Justifica la geometría de la molécula de CH_4 y la hibridación del átomo de carbono.

Respuesta:

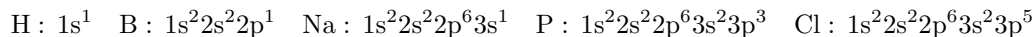
a) El punto de fusión de $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$ corresponde al oxígeno, que forma moléculas apolares mediante enlace covalente. Al ser apolares dichas moléculas, las interacciones entre ellas son muy poco intensas, lo que se traduce en un bajo punto de fusión. El punto de fusión de $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ corresponde a la sílice, que aunque también presenta enlace covalente, su estructura es la de una red cristalina, lo que implica una elevada temperatura de fusión.

b) La molécula de CH_4 es tetraédrica, de forma que entre los pares de electrones se produzca el máximo alejamiento. Esto es compatible con una hibridación de tipo sp^3 para el átomo de carbono. Al ser equivalentes los cuatro orbitales, se dispondrán formando ángulos iguales entre cada dos de ellos. En la molécula formada, el carbono ocupará el centro del tetraedro, mientras que los cuatro átomos de oxígeno ocuparan los vértices.

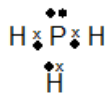
- a) Dados los siguientes compuestos: PH_3 , BH_3 y NaCl : a) Deduce la estructura de Lewis del PH_3 e indica su geometría. b) ¿Se puede afirmar que el BH_3 es un compuesto polar? Razona la respuesta. c) ¿Es cierto que el NaCl en estado sólido conduce la corriente eléctrica? Razona la respuesta. d) ¿Cuál de los siguientes elementos: Cl o Na, posee mayor potencial de ionización? Razona la respuesta.

Respuesta:

a) las configuraciones electrónicas de los elementos que forman los anteriores compuestos son las siguientes:

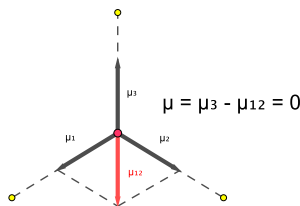


La estructura de Lewis del PH_3 es la siguiente: La existencia de un par de electrones no enlazantes



produce fuerzas de repulsión sobre los tres pares de electrones enlazantes, de forma que la geometría de la molécula pasa a ser **piramidal trigonal**.

b) A diferencia de la molécula de PH_3 , la molécula de BH_3 no posee ningún par de electrones no enlazantes, por lo que la forma de la molécula es trigonal plana. A pesar de que cada uno de los enlaces B-H es polar, la suma de los momentos dipolares es nula, tal y como podemos ver en la siguiente imagen:



c) **No es correcto**, pues los compuestos iónicos no conducen en estado sólido, debido a las intensas fuerzas de atracción entre los iones.

d) En un mismo periodo, el potencial de ionización aumenta de izquierda a derecha. Puesto que el Na y el Cl se encuentran en el mismo periodo, el elemento situado más a la derecha (**Cl**) tendrá un mayor potencial de ionización.

2. Responde de manera razonada a las siguientes preguntas: a) ¿Qué número de electrones desapareados presenta, en su estado fundamental, el átomo de Se ($Z = 34$). b) Un electrón que se aloja en un orbital 3d, ¿podría tener el siguiente conjunto de números cuánticos: (3, 2, 3, $-1/2$)? c) ¿Cuál de los siguientes elementos presenta un mayor radio atómico; S o Se?

Respuesta:

a) La configuración electrónica del Se es la siguiente: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^4$. Según esta configuración, los últimos 4 electrones se colocan en tres orbitales p, siguiendo el principio de máxima multiplicidad, de forma que habrá **dos electrones desapareados**.

b) **No es posible**, ya que el número cuántico m_l no puede tener un valor superior al del número cuántico l .

c) Ambos elementos se encuentran en el mismo grupo, encontrándose en dicho grupo el Se por debajo del S. Dado que el radio atómico aumenta a medida que se desciende en un grupo, el **Se** presenta mayor radio atómico.

2. ESTEQUIOMETRÍA.

3. CINÉTICA DE REACCIONES.

1. Indica razonadamente si son ciertas las siguientes afirmaciones: a) Las constantes cinéticas o de velocidad, k , dependen de la concentración de los reactivos. b) En general, los catalizadores aumentan la velocidad de los procesos químicos debido a que aumentan las energías de activación del mecanismo de la reacción. c) Las reacciones entre reactivos que se encuentran en estados de agregación sólido o líquido dan lugar a cinéticas más rápidas que las reacciones de los reactivos que se encuentran en estado gaseoso.

Respuesta:

a) La afirmación **no es correcta**. Es la velocidad de la reacción la que depende de las concentraciones de los reactivos.

b) La afirmación **no es correcta**, puesto que las energía de activación se ven disminuidas en lugar de aumentadas.

c) La afirmación **no es correcta**, pues la mayor velocidad de reacción se dará cuando los reactivos se encuentren en estado gaseoso, lo que implica una mayor superficie de contacto entre ellos.

4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

1. El $SbCl_5$ se descompone según la siguiente reacción: $SbCl_5 (g) \rightleftharpoons SbCl_3 (g) + Cl_2 (g) \Delta H > 0$. En un recipiente cerrado y vacío de 3.0 L se introducen 29,9 g de $SbCl_5$ a 455 K. Una vez alcanzado el equilibrio químico a esta temperatura, se comprueba que la presión total es de 1,54 atm. a) Determina el grado de disociación del $SbCl_5$. b) Calcula el valor de K_c a 455 K. c) ¿Cómo afectaría al equilibrio

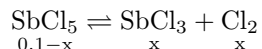
químico un aumento de la temperatura? ¿Y la adición de un catalizador? Masas atómicas: Sb 121,8; Cl 35,5.

Respuesta:

a) La masa molecular del SbCl_5 es: $121,8 + 5 \cdot 35,5 = 299,3$. El número inicial de moles de SbCl_5 será pues:

$$n_0 = \frac{29,9}{299,3} = 0,1$$

En el equilibrio tendremos:



El número total de moles en el equilibrio será: $n = 0,1-x + x + x = 0,1 + x$. Aplicando la ecuación de estado de los gases ideales, tendremos que:

$$1,54 \cdot 3 = (0,1 + x) 0,082 \cdot 455$$

De donde se obtiene $x = 0,024$ moles. El grado de disociación será, entonces:

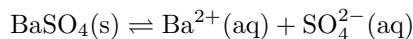
$$\alpha = \frac{0,024}{0,1} = 0,24$$

b) La constante K_c a 455 K será:

$$K_c = \frac{[\text{SbCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{SbCl}_5]} = \frac{\frac{0,024}{3} \cdot \frac{0,024}{3}}{\frac{0,1 - 0,024}{3}} = 2,53 \cdot 10^{-3}$$

c) Al ser endotérmica la reacción, un aumento de temperatura favorece el desplazamiento del equilibrio **hacia la derecha**, es decir, se favorece la descomposición del pentacloruro de antimonio a tricloruro de antimonio y cloro. la adición de un catalizador **no afecta** a la constante de equilibrio, sino solamente a la velocidad de la reacción, tanto directa como inversa.

2. El sulfato de bario es un compuesto poco soluble en agua que se utiliza de forma habitual en el análisis por rayos X del tracto intestinal Algunos estudios indican que, aproximadamente un 2% de la población, es alérgica al $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$ que procede del siguiente equilibrio químico:



Conteste de forma razonada a las siguientes preguntas: a) En caso de que un paciente sea ligeramente alérgico al $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$, ¿qué haría para disminuir los efectos de la alergia cuando tiene que ingerir una suspensión de $\text{BaSO}_4(\text{s})$? ¿añadir $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$, compuesto muy soluble, o adicionar más BaSO_4 a la suspensión? b) ¿Qué disolución puede provocar más alergia al $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$: una de BaCO_3 o una de BaSO_4 ?

Compuesto	K_{ps}
BaCO_3	$3,20 \cdot 10^{-9}$
BaSO_4	$1,10 \cdot 10^{-10}$

Respuesta:

a) Debería adicionarse Na_2SO_4 para que, por efecto del ion común, disminuya la concentración de Ba^{2+} en disolución.

b) Producirá más alergia aquella en la que la concentración de Ba^{2+} en disolución sea mayor, es decir, la que posea un mayor producto de solubilidad, en este caso, el BaCO_3 .

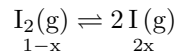
3. En un recipiente cerrado y vacío de 2,0 L se introduce 1,0 mol de $I_2(g)$. Después, se mantiene la temperatura a $300^\circ C$ hasta alcanzar el siguiente equilibrio:



- a) Calcula la concentración de $I_2(g)$ cuando se alcanza el equilibrio químico. b) ¿Cómo afectaría al equilibrio químico un aumento en la concentración de $I_2(g)$? c) Se ha observado que la concentración de $I_2(g)$ disminuye cuando aumenta la temperatura. Con esta información, ¿se puede deducir que la reacción de disociación del $I_2(g)$ es un proceso exotérmico? Razona la respuesta. d) Determina el valor de la constante de equilibrio K_c para el siguiente equilibrio químico: $2I(g) \rightleftharpoons I_2(g)$,

Respuesta:

- a) En el equilibrio, tendremos:



Aplicando la constante de equilibrio, tendremos:

$$5 \cdot 10^{-2} = \frac{(2x/2)^2}{(1-x)/2} \quad \text{de donde se obtiene : } x = 0,146 \text{ mol}$$

La concentración de I_2 en el equilibrio es: $[I_2] = \frac{1-0,15}{2} = 0,43M$

- b) Un aumento en la concentración de reactivos produce un **desplazamiento del equilibrio hacia la formación de productos, en este caso, el I (g)**

c) Para un proceso exotérmico, al aumentar la temperatura, el equilibrio se desplazará en el sentido en que la reacción sea endotérmica, por lo que la descomposición del $I_2(g)$ no es un proceso exotérmico, sino **endotérmico**.

- d) Para la reacción inverso a la del enunciado, la constante K_c será:

$$K'_c = \frac{1}{K_c} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-2}} = 20$$

6. ÁCIDOS Y BASES.

1. a) Se mezclan 50 mL de ácido nítrico (HNO_3) 0,1 M con 60 mL de KOH 0,1 M. Suponiendo que los volúmenes son aditivos, determina el pH de la disolución resultante. b) Determina el volumen de HCl 0,2 M que se necesita para neutralizar 10 mL de una disolución 0,1 M de $Ca(OH)_2$. Razona la respuesta. c) ¿Se puede afirmar que una disolución de $NaNO_3$ es ácida?

Respuesta:

- a) La reacción entre el HNO_3 y el KOH se realiza mol a mol. Sabiendo que el número de moles de ácido y de base son, respectivamente:

$$n_{HNO_3} = 0,05 \cdot 0,1 = 0,005 \quad n_{KOH} = 0,06 \cdot 0,1 = 0,006$$

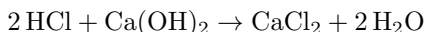
Al mezclar los volúmenes mencionados quedará un exceso de KOH sin reaccionar de $0,006 - 0,005 = 0,001$ moles, en un volumen (suponiendo aditivos los volúmenes) de 0,11 L. La concentración de OH^- será, pues:

$$[OH^-] = \frac{0,001}{0,11} = 9,1 \cdot 10^{-3} M$$

El pH será:

$$pH = 14 + pOH = 14 + \log 9,1 \cdot 10^{-3} = 11,96$$

b) La reacción entre HCl y Ca(OH)_2 será:



El número de moles de Ca(OH)_2 será: $n = 0,01 \cdot 0,1 = 0,001$ moles. Puesto que un mol de hidróxido de calcio reacciona con dos moles de HCl, tendremos:

$$0,001 \cdot 2 = V \cdot 0,2 \quad V = 0,01 \text{ L de HCl } 0,2 \text{ M}$$

c) La afirmación **no sería correcta**, pues el NaNO_3 es una sal de ácido fuerte y base fuerte, por lo que no experimenta hidrólisis.

2. a) Calcula el número de moles de ion Cl^- presentes en 100 mL de una disolución de HCl de $\text{pH} = 3,0$. b) Determina el volumen necesario de una disolución de NaOH 0,1 M para neutralizar 25 mL de una disolución acuosa 0,01 M de HCl. Sin realizar ningún cálculo numérico, razona si, en el punto de equivalencia, el pH será ácido, básico o neutro. c) Si se preparase una disolución acuosa de un ácido débil de la misma concentración que la del ácido del apartado a), sin realizar ningún cálculo, indica si el pH de la disolución será superior o inferior a 3,0.

Respuesta:

a) Al ser el $\text{pH} = 3$, la concentración de iones H_3O^+ (y la de iones Cl^-) será 10^{-3} M, al tratarse de un ácido fuerte y, por tanto, totalmente disociado. El número de moles de Cl^- en un volumen de 100 mL de disolución será, pues: $n = 0,1 \cdot 10^{-3} = 10^{-4}$

b) Puesto que la reacción se produce mol a mol, podremos escribir lo siguiente:

$$V_a \cdot M_a = V_b \cdot M_b \quad 25 \cdot 0,01 = V_b \cdot 0,1 \quad V_b = 2,5 \text{ mL}$$

En el punto de equivalencia **el pH es neutro** al formarse una sal de ácido fuerte y base fuerte, que no experimenta hidrólisis.

c) El pH sería **superior a 3,0** al no estar el ácido totalmente disociado

3. En un laboratorio se disuelven 0,01 g de NaOH y 0,01 g de KOH en 500 mL de agua destilada. a) Determina el pH de la disolución resultante. b) Explica cómo prepararías en el laboratorio 100 mL de una disolución de NaOH de concentración 0,01 g/mL, indicando el material de vidrio que utilizarías. c) En la ficha de seguridad química del NaOH aparece el siguiente pictograma:



Indica su significado.

Respuesta:

a) La concentración de OH^- será:

$$[\text{OH}^-] = \frac{0,01/40 + 0,01/56}{0,5} = 8,57 \cdot 10^{-4} \quad \text{pH} = 14 + \log[\text{OH}^-] = 10,93$$

Para preparar la disolución, pesamos 1 g de NaOH y disolvemos, agitando, en un vaso de precipitados con un volumen de agua inferior a 100 mL. Una vez disuelto el NaOH, se incorpora a un matraz aforado de 100 mL, añadiendo agua hasta completar dicho volumen.

b)

c) El pictograma indica que la sustancia es **corrosiva**.

7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN.

1. Se construye una pila galvánica formada por un electrodo de Ag(s) sumergido en una disolución de AgNO₃, y un electrodo de Pb(s) sumergido en una disolución de Pb(NO₃)₂. a) Indica la reacción que tendrá lugar en el ánodo. b) Determina el potencial de la pila. c) Además de los electrodos Ag(s) / AgNO₃ (aq) , y Pb(s) / Pb(NO₃)₂ (aq) y de un voltímetro, ¿qué otros elementos son necesarios para el montaje de la pila galvánica? Indica su función. Datos: E⁰ (Ag⁺ / Ag) = 0,80 V; E⁰ (Pb²⁺ / Pb) = -0,13 V

Respuesta:

a) De los potenciales normales de los electrodos se deduce que el ion Ag⁺ actúa como oxidante y el Pb como reductor. Dado que en el ánodo se produce la reacción de oxidación, esta será:

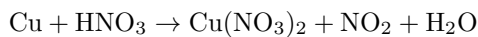


b) El potencial de la pila será:

$$\varepsilon^0 = \varepsilon_{\text{cátodo}}^0 - \varepsilon_{\text{ánodo}}^0 = 0,80 - (-0,13) = \mathbf{0,93\text{ V}}$$

c) Además de los elementos indicados, se precisa de un **punto salino**, que puede construirse introduciendo en un tubo en U una disolución de un electrolito fuerte relativamente inerte, por ejemplo, el KNO₃. Dicho puente se coloca entre los dos electrodos para cerrar el circuito eléctrico, desplazándose el ion K⁺ hacia uno de los electrodos y el ion NO₃⁻ hacia el otro.

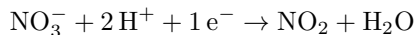
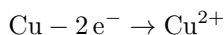
2. Dada la siguiente reacción no ajustada:



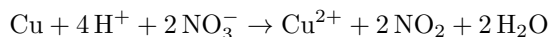
a) Ajusta la reacción por el método del ion-electrón. b) Indica qué especie química actúa como oxidante. Razona la respuesta.

Respuesta:

a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando por 2 la segunda semirreacción, y sumándole la primera, tendremos:



En forma molecular:

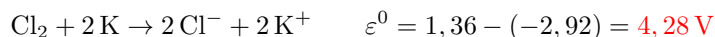


b) **El HNO₃ actúa como oxidante**, al disminuir el estado de oxidación del N, desde + 5 hasta + 4.

3. Dados los siguientes potenciales de reducción: $\varepsilon^0(\text{Na}^+/\text{Na}) = -2,71 \text{ V}$; $\varepsilon^0(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = +1,36 \text{ V}$; $\varepsilon^0(\text{K}^+/\text{K}) = -2,92 \text{ V}$; $\varepsilon^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$, contesta razonadamente a las siguientes preguntas:
 a) ¿Qué combinación de electrodos permitirá construir una pila de mayor potencial? Indica su valor y la reacción redox ajustada que tiene lugar. b) Si se introduce una barra de cobre en una disolución de NaCl, ¿se producirá algún proceso redox? c) Defina el proceso de electrolisis.

Respuesta:

a) La formada por los elementos que tengan mayor y menor potencial de reducción, en este caso, la pila formada por los electrodos K^+/K (ánodo : oxidación) y K^+/K (cátodo: reducción). La reacción que se producirá es:



b) **No se producirá ningún proceso redox**, pues el Cu no puede reducir al Na^+ a Na al ser negativo el potencial de la pila formada por los electrodos Na^+/Na y Cu^{2+}/Cu ($\varepsilon^0 = -2,71 - 0,34$)

c) La electrolisis es el procedimiento que permite, por aplicación de una corriente eléctrica, producir una reacción redox no espontánea.

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

1. a) Formula o nombra los siguientes compuestos 3-metil-2-butanol, y $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ b) En la ficha de seguridad química del $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ aparece el siguiente pictograma:



Indica su significado.

Respuesta:

- a) 3-metil-2-butanol: $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$: **etanoato de metilo (acetato de metilo)**
- b) El pictograma indica que se trata de una **sustancia inflamable**.
2. a) Sean los siguientes compuestos: CH_4 y CH_3Cl . ¿qué compuesto es soluble en agua? Razona la respuesta. b) Formula y nombra un isómero del 1-propanol.
- a) Es soluble en agua el CH_3Cl , al tratarse de un compuesto polar.
- b) $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$ (2-propanol)