

PRUEBAS EBAU QUÍMICA

Juan P. Campillo Nicolás

31 de octubre de 2018

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:

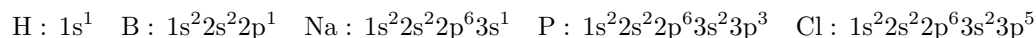
a) El punto de fusión de $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$ corresponde al oxígeno, que forma moléculas apolares mediante enlace covalente. Al ser apolares dichas moléculas, las interacciones entre ellas son muy poco intensas, lo que se traduce en un bajo punto de fusión. El punto de fusión de $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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.

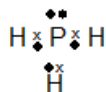
2. Dados los siguientes compuestos: PH_3 , BH_3 y NaCl : a) Deduce la estructura de Lewis del PH_3 e indica su geometría. b) ¿Se puede afirmar que el BH_3 es un compuesto polar? Razona la respuesta. c) ¿Es cierto que el NaCl en estado sólido conduce la corriente eléctrica? Razona la respuesta. d) ¿Cuál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

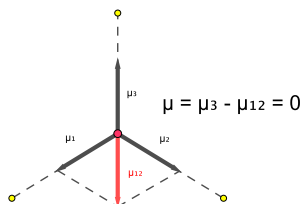


La estructura de Lewis del PH_3 es la siguiente: La existencia de un par de electrones no enlazantes



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.

3. 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.

4. Dados los compuestos siguientes: NH_3 , NF_3 , F_2 y NaF , responde razonadamente a las preguntas siguientes: a) ¿Qué compuesto es soluble en benceno? b) ¿Por qué el $\text{NH}_3(\text{l})$ presenta una temperatura de ebullición superior al $\text{NF}_3(\text{l})$? c) ¿Qué compuesto conduce la corriente eléctrica en estado fundido? d) ¿Y en estado sólido? e) ¿Puede afirmarse que la molécula de F_2 presenta un doble enlace?

Respuesta:

a)

5. Responde de forma razonada a las siguientes preguntas: a) ¿Cuál de los tres elementos, S, Ca y Cl presenta menor electronegatividad? b) Justifica la geometría de la molécula de SH_2 mediante el modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia. ¿Se puede afirmar que es una molécula apolar? c) ¿Qué fuerzas de interacción deben superarse para disolver el $\text{CaS}(\text{s})$ en agua?

Respuesta:

a) El elemento situado más a la izquierda de los tres en la tabla periódica es el que presenta menor electronegatividad, en este caso, el **Ca**.

b) Dada la configuración electrónica de S ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$) e H ($1s^1$), veremos que se forman dos enlaces covalentes entre H y S, quedando dos pares de electrones de este elemento sin compartir. Según el modelo RPECV, los cuatro pares de electrones del S tendrán una disposición tetraédrica, siendo **angular** y, por tanto, **polar** la molécula.

c) El CaS es un compuesto iónico, por lo que deben vencerse las **fuerzas de atracción electrostática entre los iones Ca^{2+} y S^{2-}** .

6. Sean los elementos: K y Cl. a) Escribe la configuración electrónica del ion más estable del Cl. b) ¿Cuál de los dos elementos presenta mayor energía de ionización? Justifica la respuesta. c) ¿Se puede afirmar que el radio del ion K^+ es mayor que el del K? Razona la respuesta. d) Explica el tipo de enlace químico en el $\text{K}(\text{s})$ y en la molécula de $\text{Cl}_2(\text{g})$.

Respuesta:

a) El ion más estable del Cl es el Cl^- , cuya configuración electrónica es: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

b) El elemento que se encuentre situado más a la derecha de ambos en la tabla periódica es el que posee mayor energía de ionización, concretamente, el **Cl**.

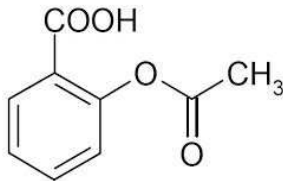
- c) La afirmación es **incorrecta**, por que, teniendo ambas especies el mismo número atómico, el último nivel ocupado es menor en el K^+ , lo que se traduce en una mayor fuerza de atracción electrostática entre los electrones externos y el núcleo y, en consecuencia, un menor tamaño del ion con respecto al átomo.
- d) En el K se produce un enlace de tipo **metálico**, mientras en el Cl_2 se produce un enlace **covalente molecular**.
7. a) Los valores de las energía reticulares de los compuestos KF y CaO son, respectivamente, -826 y -3461 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Justifica la diferencia entre los valores de la energía reticular del KF y CaO. ¿Cuál de los dos compuestos presenta mayor dureza? Razona la respuesta. b) Justifica la geometría de la molécula de CH_3Cl mediante el modelo de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia. ¿Se puede afirmar que es una molécula apolar? Razona la respuesta.

Respuesta:

- a) La energía reticular depende directamente de la carga de los iones e inversamente de su tamaño. Al ser éste semejante entre K y Ca, por una parte, y F y O por la otra, y ser la carga de cada ion doble en el CaO que la de los iones del KF, se justifica la mayor energía reticular del CaO. La mayor dureza corresponderá al compuesto de mayor energía reticular, es decir, el **CaO**.
- b) El elemento central tiene cada uno de sus cuatro electrones de valencia compartido con un electrón del H (tres enlaces) y uno del cloro (1 enlace). Según el modelo RPECV, la molécula será **tetraédrica y polar**, puesto que, para ser apolar, los cuatro átomos con los que se enlaza en C debería tener la misma electronegatividad, siendo la del Cl mayor que la del hidrógeno.

2. ESTEQUIOMETRÍA.

1. El ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$) es el principio activo de la aspirina, medicamento que se utiliza como analgésico y antiinflamatorio. En un estudio publicado en 2012, en la revista 2012 Lancet se comprobó que un grupo de personas que habían ingerido diariamente y durante cinco años 70 mg de aspirina se redujo en un 20 % la incidencia de padecer un tumor gástrico respecto a les que no ingirieron este medicamento. a) Si la ingesta diaria de estos 70 mg de ácido acetilsalicílico se hace con 300 mL de agua, ¿se puede asegurar que la concentración ingerida es inferior a 0,01 M? Razona la respuesta. b) Indica dos grupos funcionales presentes en la molécula de ácido acetilsalicílico (ver figura)



Respuesta:

- a) El número de moles del compuesto es:

$$n = \frac{7 \cdot 10^{-2} \text{ g ácido}}{(9 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 4 \cdot 16) \text{ g ácido} \cdot \text{mol}^{-1}} = 3,89 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Siendo la concentración:

$$c = \frac{3,89 \cdot 10^{-4}}{0,3} = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ M} (< 0,01 \text{ M})$$

- b) Se encuentran el grupo ácido, $-\text{COOH}$ y el grupo éster, $\text{R}-\text{COO}^-$)

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.
2. La reacción $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ presenta la siguiente ecuación de velocidad: $v = k[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{NH}_3]$, donde $k = 5,0 \cdot 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, a 25°C . a) Calcula la velocidad de reacción cuando $[\text{CH}_3\text{COOH}] = [\text{NH}_3] = 0,02 \text{ M}$. b) En general, se puede afirmar que un aumento de la temperatura disminuye la velocidad de la reacción? Razona la respuesta. c) Nombra el compuesto siguiente: CH_3CONH_2 .

Respuesta:

- a) La velocidad es:

$$v = 5,0 \cdot 10^{-3} (0,02)^2 = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

- b) La afirmación **no es correcta** pues, de acuerdo con la ecuación de Arrhenius: $v = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$, la constante (v , por tanto, la velocidad), aumenta con la temperatura.
- c) El compuesto es la **etanamida (acetamida)**

4. TERMOQUÍMICA.

5. EQUILIBRIO QUÍMICO.

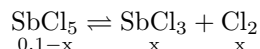
1. El SbCl_5 se descompone según la siguiente reacción: $\text{SbCl}_5 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{SbCl}_3 (\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g}) \Delta H > 0$. En un recipiente cerrado y vacío de 3.0 L se introducen 29,9 g de SbCl_5 a 455 K. Una vez alcanzado el equilibrio químico a esta temperatura, 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:

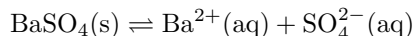
$$\alpha = \frac{0,024}{0,1} = 0,24$$

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:

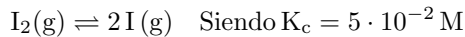


Conteste de forma razonada a las siguientes preguntas: a) En caso de que un paciente sea ligeramente alérgico al $\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$, ¿qué haría para disminuir los efectos de la alergia cuando tiene que ingerir una suspensión de $\text{BaSO}_4(\text{s})$? ¿añadir $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s})$,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

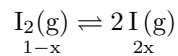
- a) Debería adicionarse Na_2SO_4 para que, por efecto del ion común, disminuya la concentración de Ba^{2+} en disolución.
- b) Producirá más alergia aquella en la que la concentración de Ba^{2+} en disolución sea mayor, es decir, la que posea un mayor producto de solubilidad, en este caso, el BaCO_3 .
3. En un recipiente cerrado y vacío de 2,0 L se introduce 1,0 mol de $\text{I}_2(\text{g})$. Después, se mantiene la temperatura a 300°C hasta alcanzar el siguiente equilibrio:



- a) Calcula la concentración de $\text{I}_2(\text{g})$ cuando se alcanza el equilibrio químico. b) ¿Cómo afectaría al equilibrio químico un aumento en la concentración de $\text{I}_2(\text{g})$? c) Se ha observado que la concentración de $\text{I}_2(\text{g})$ disminuye cuando aumenta la temperatura. Con esta información, ¿se puede deducir que la reacción de disociación del $\text{I}_2(\text{g})$ es un proceso exotérmico? Razona la respuesta. d) Determina el valor de la constante de equilibrio K_c para el siguiente equilibrio químico: $2\text{I}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g})$,

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: $[\text{I}_2] = \frac{1-0,15}{2} = 0,43\text{M}$

- b) Un aumento en la concentración de reactivos produce un **desplazamiento del equilibrio hacia la formación de productos, en este caso, el $\text{I}(\text{g})$**
- 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 $\text{I}_2(\text{g})$ no es un proceso exotérmico, sino **endotérmico**.
- d) Para la reacción inverso a la del enunciado, la constante K_c será:

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

4. El PbS presenta el siguiente equilibrio: $\text{PbS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{ac}) + \text{S}^{2-}(\text{ac})$ $K_{PS} = 1,0 \cdot 10^{-29}$ a) Indica, razonadamente, si precipitará PbS cuando se mezclen 10^{-5} moles de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ con 10^{-5} moles de Na_2S en un volumen de 10,0 L de agua b) Sabiendo que el producto de solubilidad (K_{PS}) del CuS es $4,0 \cdot 10^{-38}$, ¿cuál de los dos compuestos es más soluble en agua el CuS o el PbS ? Razona la respuesta.

Respuesta:

- a) La concentración de los iones Pb^{2+} y S^{2-} será:

$$[\text{Pb}^{2+}] = [\text{S}^{2-}] = \frac{10^{-5}}{10} = 10^{-6}\text{M}$$

sabiendo que la solubilidad del PbS es: $s = \sqrt{1,0 \cdot 10^{-29}} = 3,16 \cdot 10^{-15}\text{M}$, y ser menor este valor que 10^{-6}M , **se producirá la precipitación** del PbS ,

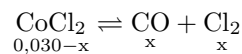
b) **Es más soluble aquel cuyo producto de solubilidad sea mayor**, ya que, en ambos casos, $s = \sqrt{K_{ps}}$, siendo:

$$s_{PbS} = \sqrt{1,0 \cdot 10^{-29}} = 3,16 \cdot 10^{-15} M \quad y \quad s_{CuS} = \sqrt{4,0 \cdot 10^{-38}} = 2,0 \cdot 10^{-19} M,$$

5. En un recipiente cerrado de dos litros de capacidad y vacío se introduce 0,030 moles de gas fosgeno $COCl_2(g)$ y se mantiene la temperatura a 800 K. Al alcanzarse el equilibrio químico: $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$. se observa que la presión parcial del $CO(g)$ es de 0,497 atm. a) Calcula el valor de la constante de equilibrio, K_c , a 800 K. b) Calcula la presión total del sistema a 800 K. c) Si se aumenta la presión de $CO(g)$, ¿hacia donde se desplazará el equilibrio químico? Razona la respuesta. d) ¿Se puede asegurar que, si se introduce inicialmente un catalizador en la mezcla, tardará más tiempo en alcanzarse el equilibrio químico? Justifica la respuesta.

Respuesta:

a) El equilibrio es el siguiente:



Aplicando la ecuación de los gases: $0,497 \cdot 2 = x \cdot 0,082 \cdot 800$, con lo que se obtiene $x = 0,015$ moles. Con este dato, la constante de equilibrio K_c será:

$$K_c = \frac{\left(\frac{0,015}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,030 - 0,015}{2}\right)} = 0,075$$

b) Conocidas la presión parcial del CO y su fracción molar, tendremos:

$$0,497 = P \frac{0,015}{0,045} \quad P = 1,49 \text{ atm}$$

c) El aumento en la presión de CO (y, por tanto, de su concentración) implica el desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda, en aplicación del Principio de Le Chatelier, ya que un aumento en la concentración de alguno de los productos produce el desplazamiento del equilibrio hacia la formación de reactivos.

d) En general un catalizador incrementa la velocidad de una reacción (tanto la reacción directa como la inversa), por lo que **la frase es incorrecta**.

6. En un recipiente de volumen constante se genera $SO_3(g)$ a 500 K según la siguiente reacción ajustada $2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g)$ $\Delta H = -1200 \text{ kJ}$; $K_p(500 \text{ K}) = 2,5 \cdot 10^{10} \text{ atm}^{-1}$. a) ¿Cómo afectaría al equilibrio químico una disminución del volumen total del recipiente? Justifica la respuesta. b) Determina el valor de la constante K_c a 500 K. c) Si la temperatura aumenta a 600 K, ¿se puede afirmar que aumentará la formación de $SO_3(g)$? Razona la respuesta.

Respuesta:

a) Una disminución del volumen produce un desplazamiento del equilibrio hacia donde el número de moles de sustancias gaseosas sea menor, en este caso, **hacia la derecha**.

A 500 K, la constante K_c tendrá el valor:

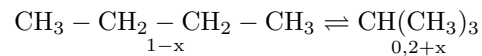
$$K_c = K_p(RT)^{-\Delta n} = 2,5 \cdot 10^{10} (0,082 \cdot 500) = 1,025 \cdot 10^{12}$$

c) Al ser exotérmica la reacción, un aumento de temperatura desplazará el equilibrio en el sentido en que la reacción sea endotérmica, en este caso, **hacia la izquierda**.

7. La reacción de isomerización del butano ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$) en metilpropano ($\text{CH}(\text{CH}_3)_3$) viene dada por la reacción ajustada siguiente: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}(\text{CH}_3)_3 (\text{g})$ $K_c (300 \text{ K}) = 2,5$ a) Si inicialmente se inyecta de manera simultánea 1 mol de butano y 0,2 moles de metilpropano en un reactor vacío de 2,0 L que se mantiene a 300 K, calcula la concentración de butano cuando se establece el equilibrio químico. b) Determina la presión parcial de metilpropano cuando se establece el equilibrio químico a 300 K. c) Si se aumenta la presión total del sistema, aumentará la formación de metilpropano? Razona la respuesta.

Respuesta:

- a) En el equilibrio, tendremos:



Por lo que, aplicando la constante de equilibrio, podremos escribir:

$$2,5 = \frac{0,2+x}{1-x} \quad x = 0,657 \text{ moles} \quad [\text{C}_4\text{H}_{10}] = \frac{1-0,657}{2} = 0,17 \text{ M}$$

- b) Aplicando la ecuación de los gases:

$$p \cdot 2 = (0,2 + 0,657) 0,082 \cdot 300 \quad p = 10,54 \text{ atm}$$

- c) **No se producirá variación**, pues el número de moles de sustancias gaseosas es el mismo en ambos miembros de la reacción.

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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$. 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:

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,05 \cdot 0,1 = 0,005 \quad n_{\text{KOH}} = 0,06 \cdot 0,1 = 0,006$$

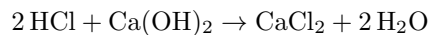
Al mezclar los volúmenes mencionados quedará un exceso de KOH sin reaccionar de $0,006 - 0,005 = 0,001$ moles, en un volumen (suponiendo aditivos los volúmenes) de 0,11 L. La concentración de OH^- será, pues:

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

El pH será:

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

b) La reacción entre HCl y $\text{Ca}(\text{OH})_2$ será:



El número de moles de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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:

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

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: $n = 0,1 \cdot 10^{-3} = \mathbf{10^{-4}}$

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**.

4. Justifica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: a) Cuando se mezclan 10 mL de HCl 0,1 M con 20 mL de NaOH 0,1 M, se obtiene una disolución neutra. b) El pH de una disolución acuosa de ácido nítrico es menor que el de una disolución de la misma concentración de ácido acético. c) La constante de basicidad (K_b) del NH_3 coincide con la constante de acidez (K_a) de su ácido conjugado (NH_4^+). Datos: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,6 \cdot 10^{-10}$.

Respuesta:

a) La afirmación es **falsa**, pues el número de moles de la base es superior al número de moles del ácido. La disolución es básica.

b) La afirmación es **correcta** pues, cuanto más fuerte sea el ácido, menor será su pH a igualdad de concentración.

c) La afirmación es **falsa**. La constante de acidez del ácido conjugado de una base es:

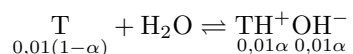
$$K_a = \frac{K_w}{K_b} \quad \text{en este caso : } K_a = 5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{10^{-14}}{K_b} \quad K_b = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

5. La trimetilamina $[\text{N}(\text{CH}_3)_3]$ es un compuesto orgánico, producto de la descomposición de animales y plantas. Este compuesto es una base débil monobásica. a) Calcula el pH de una disolución de trimetilamina 0,01 M que presenta un grado de disociación de 0,1. b) Calcula la constante de basicidad (K_b) de la trimetilamina. c) Determina el volumen de una disolución de HCl $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$ necesario para neutralizar 50 mL de la disolución de trimetilamina 0,01 M. d) Indica el material de vidrio (su nombre) que utilizarías de los representados en la figura para realizar una valoración ácido-base en el laboratorio de química.

Respuesta:



a) Representando la trietanolamina por T, tendremos que su equilibrio de disociación será:



El pH será:

$$\text{pH} = 14 + \log [\text{OH}^-] = 14 + \log 0,01 \cdot 0,1 = 11$$

b) La constante de basicidad será:

$$K_b = \frac{[\text{TH}^+][\text{OH}^-]}{[\text{T}]} = \frac{(10^{-3})^2}{0,01(1-0,1)} = 1,11 \cdot 10^{-4}$$

c) Teniendo en cuenta que la reacción entre trietanolamina y HCl se produce mol a mol, podremos establecer la igualdad:

$$5,0 \cdot 10^{-2} \cdot V = 5,0 \cdot 10^{-2} \cdot 0,01 \quad V = 0,01 \text{ L HCl}$$

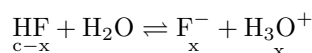
d) Se utilizarían los dos elementos situados a la izquierda de la fotografía. De izquierda a derecha, un **matraz Erlenmeyer** y una **bureta**.

6. a) En un matraz aforado se mezclan 10 mL de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,0015 M y 10 mL de agua destilada. Suponiendo que los volúmenes son aditivos, determina el pH de la disolución resultante. b) Calcula el volumen necesario de una disolución de NaOH 0,1 M para neutralizar 20,0 mL de HNO_3 10^{-2} M. Sin hacer cálculo numérico alguno, razona si la disolución en el punto de equivalencia tendrá un pH ácido, básico o neutro. c) Nombra el siguiente compuesto: NaNO_3 .
7. En un laboratorio se dispone de una disolución de HF de concentración desconocida. a) Determina la concentración del ácido sabiendo que el pH de la disolución es de 1,85. Datos: $K_a(\text{HF}) = 6,7 \cdot 10^{-4}$. b) Calcula el volumen de una disolución 1,0 M de HF que se necesita para preparar 500 mL de una disolución 0,01 M de HF. Indica el material de vidrio que utilizarías en el laboratorio para preparar la disolución 0,01 M de HF. c) En la ficha de seguridad química del HF aparece el siguiente pictograma. Indica su significado.

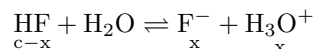


Respuesta:

a) A partir del equilibrio de disociación:



Y sabiendo que $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x = 1,85$, tendremos que:



Y sabiendo que $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log x = 1,85$, tendremos que:

$$x = 10^{-1,85} = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{M}$$

Conocida la constante de equilibrio, podremos escribir:

$$6,7 \cdot 10^{-4} = \frac{(1,41 \cdot 10^{-2})^2}{c - 1,41 \cdot 10^{-2}} \quad c = 0,31 \text{ M}$$

b) Para preparar la disolución, tendremos que:

$$0,01 = \frac{n}{0,5} \quad n = 5 \cdot 10^{-3} \text{ moles}$$

$$5 \cdot 10^{-3} = 1,0 \cdot V \quad V = 5 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

De una manera más simple, para reducir la concentración a una centésima parte de la inicial, bastará con hacer el volumen cien veces mayor. Al ser el volumen final de 500 mL, el inicial será de 5 mL.

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:

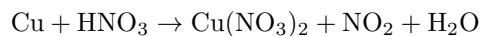


- b) El potencial de la pila será:

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

- 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.

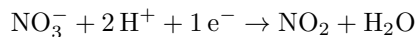
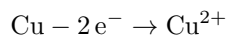
2. Dada la siguiente reacción no ajustada:



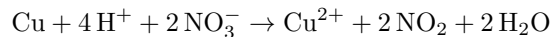
- a) Ajusta la reacción por el método del ion-electrón. b) Indica qué especie química actúa como oxidante. Razona la respuesta.

Respuesta:

- a) Las semirreacciones son las siguientes:



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



En forma molecular:



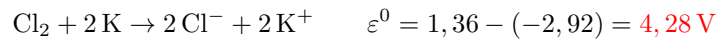
- b) **El HNO₃ actúa como oxidante**, al disminuir el estado de oxidación del N, desde + 5 hasta + 4.

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

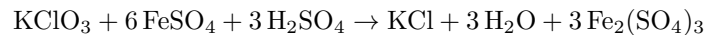
pila formada por los electrodos K^+/K (ánodo : oxidación) y K^+/K (cátodo: reducción). La reacción que se producirá es:



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.

4. El clorato de potasio reacciona con el sulfato de hierro (II) en medio ácido según la siguiente reacción ajustada::



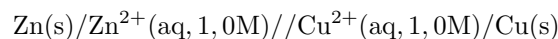
a) Indica el número de oxidación del cloro en las especies $KClO_3$ y KCl . b) ¿Cuál es la especie reductora? ¿Y la especie oxidante? Razona la respuesta. c) Determina el volumen de sulfato de hierro(II) 1,0 M necesario para reaccionar con 1 g de muestra que contiene un 80 % de $KClO_3$.

Respuesta:

- a) El número de oxidación del Cl en la especie $KClO_3$ es **+ 5**, mientras que en la especie KCl es **- 1**.
 b) **El $KClO_3$ actúa como oxidante**, pues se reduce a KCl . **El $FeSO_4$ actúa como reductor**, pues se oxida a $Fe_2(SO_4)_3$.
 c) La masa efectiva de $KClO_3$ será: $m = 1 \cdot 0,8 = 0,8$ g. A partir de la ecuación ajustada, podemos establecer la siguiente relación:

$$\frac{(39,1 + 35,5 + 16 \cdot 3) \text{ g } KClO_3}{6 \text{ mol } FeSO_4} = \frac{0,8 \text{ g } KClO_3}{1,0 \text{ V mol } FeSO_4} \quad \mathbf{V = 0,039 L disolución}$$

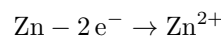
5. La notación convencional de la pila Daniell es la siguiente:



a) Escribe la semirreacción que tiene lugar en el ánodo. b) La FEM estándar de la pila Daniell es de + 1,10 V. Sabiendo que el potencial estándar de reducción del $Cu^{2+}/Cu(s)$ es de + 0,34 V, ¿cuál es el potencial estándar de reducción del $Zn^{2+}/Zn(s)$? c) Si se cambiase el electrodo de Zn^{2+}/Zn por uno de Pb^{2+}/Pb , aumentaría o disminuiría la FEM de la pila? Razona la respuesta. d) Explica qué función tiene un puente salino en una celda galvánica. Datos: $E^0 [Pb^{2+}/Pb] = -0,13$ V

Respuesta:

- a) En el ánodo se produce la reacción del Zn:



- b) La fuerza electromotriz de la pila es:

$$\varepsilon_{pila}^0 = \varepsilon_{cátodo}^0 - \varepsilon_{ánodo}^0 = 1,10 \text{ V} \quad 1,10 = 0,34 - \varepsilon_{ánodo}^0 \quad \mathbf{\varepsilon_{ánodo}^0 = -0,76 \text{ V}}$$

c) Al cambiar el electrodo de Zn por uno de plomo (que seguiría actuando como ánodo, al ser su potencial menor que el del electrodo de Cu), la f.e.m. sería:

$$\varepsilon_{pila}^0 = \varepsilon_{cátodo}^0 - \varepsilon_{ánodo}^0 = 0,34 - (-0,13) = \mathbf{0,47 \text{ V}}$$

Con lo que el potencial de la pila disminuiría.

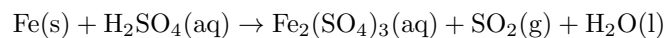
d) El puente salino **sirve para cerrar el circuito eléctrico** entre las celdas, actuando como un interruptor abierto, a la vez que **mantiene la neutralidad eléctrica** en cada una de ellas.

6. Un diodo emisor de luz (LED) es un dispositivo semiconductor que emite luz cuando se le aplica un determinado voltaje. La tecnología LED está muy extendida actualmente en iluminación, en medicina y en la industria de automoción. Unos alumnos de Química quieren construir una pila formada por electrodos de plata y plomo para iluminar un LED rojo que requiere un voltaje aproximado de 1,4-1,7 voltios. Responde justificadamente a las preguntas siguientes: a) ¿Se puede afirmar que este montaje permitirá el correcto funcionamiento del LED rojo? b) En caso negativo, ¿qué combinación de los electrodos indicados en la tabla utilizarías para que el LED pueda emitir luz roja? Indica la reacción redox global ajustada que tendría lugar .

Reacción	$\varepsilon^0 (V)$
$Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag$	+0,80
$Cu^{2+} + 2 e^- \rightarrow Cu$	+ 0,34
$Pb^{2+} + 2 e^- \rightarrow Pb$	- 0,13
$Zn^{2+} + 2 e^- \rightarrow Zn$	- 0,76

Respuesta:

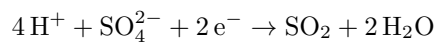
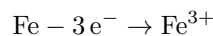
- a) El potencial de la pila $Pb|Pb^{2+}||Cu^{2+}|Cu$ tiene un potencial: $\varepsilon^0=0,80 - (-0,13) = 0,93 < 1,4 V$, La pila **no permite en funcionamiento** del LED rojo.
 b) La combinación de electrodos que hace posible el funcionamiento del LED es **Zn^{2+}/Zn y Cu^{2+}/Cu** , cuyo potencial sería: $\varepsilon^0=0,80 - (-0,76) = 1,56 > 1,4 V$
7. El Fe reacciona con el H_2SO_4 según la siguiente reacción no ajustada:



- a) Escribe y ajusta la reacción iónica y molecular por el método del ion-electrón. b) ¿Cuál es la especie oxidante? Justifica la respuesta. c) Indica un procedimiento para prevenir la corrosión del hierro por la acción del medio ambiente.

Respuesta:

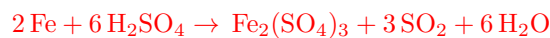
- a) Las semirreacciones son las siguientes:



Multiplicando la primera semirreacción por dos, la segunda por tres, y sumando algebraicamente:



En forma molecular:



- b) la especie oxidante es la que experimenta el proceso de reducción, esto es, el SO_4^{2-} .
 c) Un procedimiento podría ser el **galvanizado, es decir, el recubrimiento de hierro con una fina capa de Zn**, puesto que éste reacciona con el oxígeno del aire, produciendo un óxido estable que protege al Fe.

8. QUÍMICA ORGÁNICA.

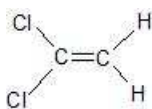
1. a) Formula o nombra los siguientes compuestos 3-metil-2-butanol, y $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ b) En la ficha de seguridad química del $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ aparece el siguiente pictograma: Cu



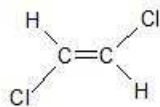
Indica su significado.

Respuesta:

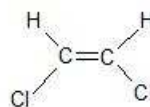
- a) 3-metil-2-butanol: $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$: **etanoato de metilo (acetato de metilo)**
- b) El pictograma indica que se trata de una **sustancia inflamable**.
2. a) Sean los siguientes compuestos: CH_4 y CH_3Cl . ¿qué compuesto 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)**
3. En la siguiente figura se muestran tres isómeros de fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$. Responde razonadamente a las preguntas siguientes: a) Indica el tipo de isomería que presentan las estructuras A y B. b) Indica el tipo de isomería que presentan las estructuras B y C. c) Indica cuál es la hibridación de orbitales atómicos que presentan los átomos de carbono en la estructura C.



A



B



C

Respuesta:

- a) Los isómeros A y B son isómeros **de cadena**.
- b) Las estructuras B y C presentan **isomería geométrica (cis-trans)**
- c) Los átomos de carbono presentan una hibridación de tipo **sp^2** , formándose entre los dos carbonos un enlace de tipo σ , entre híbridos sp^2 , y un enlace de tipo π entre orbitales p.
4. Dada la siguiente reacción de adición de Br_2 a un alqueno: $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$
- a) Nombra los compuestos $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ y $\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$. b) En general, ¿se puede afirmar que si aumentamos la concentración de los reactivos disminuirá la velocidad de reacción? Razona la respuesta.

Respuesta:

- a) El $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ es el **propeno**, y el $\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_2\text{Br}$, el **1,2-dibromopropano**.
- b) La afirmación es **falsa**, pues el número de choques que se producen entre los reactivos (y, por tanto, la velocidad de la reacción), es directamente proporcional a la concentración de aquellos.