

OPCIÓN A

CUESTIÓN 2.- Considera los elementos Be, O, Zn y Ar.

- a) Escribe las configuraciones electrónicas de los átomos anteriores.
- b) ¿Cuántos electrones desapareados presentan cada uno de esos átomos?
- c) Escribe las configuraciones electrónicas de los iones más estables que puedan formar.

DATOS: Be (Z = 4); O (Z = 8); Zn (Z = 30); Ar (Z = 18).

Solución:

a) La configuración electrónica de los átomos propuestos es:

Be (Z = 4): $1s^2 2s^2$; O (Z = 8): $1s^2 2s^2 2p^4$; Zn (Z = 30): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$;
Ar (Z = 18): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

b) Los orbitales de los átomos se van llenando colocándose un electrón en cada orbital en orden creciente de energía. En cada orbital atómico caben 2 electrones, situándose primero uno y luego el otro. En los orbitales degenerados los electrones, debido a la repulsión entre ellos, se sitúan lo más alejados posible, uno en cada uno de los orbitales, y cuando están todos los orbitales semioocupados, el siguiente se coloca en uno de los orbitales ya ocupados apareándose.

De lo expuesto se deduce que el átomo Be no posee ningún electrón desapareado; el O con 4 electrones en tres orbitales 2p presenta 2 electrones desapareados; el Zn y el Ar no presentan ningún electrón desapareado, pues tanto sus orbitales atómicos simples como los degenerados, se encuentran con un par de electrones en cada uno.

c) La formación de iones exige que estos adquieran la configuración electrónica fundamental del gas noble anterior o posterior. Por ello, la configuración electrónica de los iones más estables que pueden formar los átomos propuestos son: Be^{2+} (Z = 4): $1s^2$; O^{2-} (Z = 8): $1s^2 2s^2 2p^6$; Zn^{2+} (Z = 30): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$. El Ar, gas noble, no forma ión alguno.

CUESTIÓN 3.- Dados los valores de potencial de reducción estándar de los sistemas $\text{Cl}_2/\text{Cl}^- = 1,36$ V, $\text{Br}_2/\text{Br}^- = 1,07$ V y $\text{I}_2/\text{I}^- = 0,54$ V. Indica razonadamente:

- a) ¿Cuál es la especie química más oxidante entre las mencionadas anteriormente?
- b) ¿Es espontánea la reacción entre el cloro molecular y el ión yoduro?
- c) ¿Es espontánea la reacción entre el yodo molecular y el ión bromuro?

Solución:

a) La especie oxidada del par con mayor potencial de reducción positivo o menor negativo es la de mayor poder oxidante. Luego, de las propuestas, el cloro molecular es la especie con mayor poder oxidante.

b) Una reacción es espontánea si el potencial estándar de la reacción es positivo.

Las semirreacciones que se producen con sus potenciales son:

Semirreacción de oxidación: $2 \text{I}^- - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{I}_2$ $E^\circ = -0,54$ V (Es de oxidación)

Semirreacción de reducción: $\text{Cl}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-$ $E^\circ = 1,36$ V

$\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$ $E^\circ = 0,82$ V, que por ser positivo

indica que el proceso es espontáneo.

c) Para ello se procede como en el apartado anterior.

Semirreacción de oxidación: $2 \text{Br}^- - 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Br}_2$ $E^\circ = -1,07$ V (Es de oxidación)

Semirreacción de reducción: $\text{I}_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{I}^-$ $E^\circ = 0,54$ V

$\text{I}_2 + 2 \text{Br}^- \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{Br}_2$ $E^\circ = -0,53$ V, que al ser negativo

pone de manifiesto que la reacción no es espontánea.

PROBLEMA 2.- A cierta temperatura el producto de solubilidad en agua del AgI es $8,3 \cdot 10^{-17}$. Para esa temperatura calcula la solubilidad molar del compuesto en:

- a) Una disolución 0,1 M en AgNO_3 .
- b) Una disolución de ácido yodhídrico de pH = 2.

Solución:

a) El equilibrio de ionización del bromuro de plata es: $\text{AgI} \rightleftharpoons \text{I}^- + \text{Ag}^+$.

La sal soluble en agua AgNO_3 se encuentra totalmente disociada, por lo que, la concentración de iones Ag^+ en la disolución, suponiendo un litro de la misma, es 0,1 M, y por el efecto del ión común Ag^+ , el equilibrio de ionización del compuesto AgI se encuentra desplazado hacia la izquierda, hacia la formación del compuesto poco soluble. La concentración del Ag^+ en la nueva disolución es 0,1 M. Luego, siendo S la solubilidad del anión I^- , el producto de solubilidad es:

$$K_{ps} = S \cdot 0,1 \Rightarrow 8,3 \cdot 10^{-17} = 0,1 \cdot S, \text{ y despejando S: } S = \frac{8,3 \cdot 10^{-17}}{0,1} = 8,3 \cdot 10^{-16} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

b) Si la disolución de HI tiene un pH = 2, la concentración de iones $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{I}^-] = 10^{-2} \text{ M}$, es muchísimo mayor que la correspondiente al mismo ión procedente de la ionización del compuesto poco soluble. Al igual que en el caso anterior, el efecto del ión común hace que el equilibrio se desplace hacia la izquierda, correspondiendo la concentración del anión yoduro a la procedente de la ionización del ácido yodhídrico. Luego, operando como en el apartado anterior:

$$K_{ps} = S \cdot 0,01 \Rightarrow 8,3 \cdot 10^{-17} = 0,01 \cdot S, \text{ y despejando S: } S = \frac{8,3 \cdot 10^{-17}}{0,01} = 8,3 \cdot 10^{-15} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Resultado: a) $S = 8,3 \cdot 10^{-16}$; b) $S = 8,3 \cdot 10^{-15} \text{ M}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 2.- Con relación a los compuestos benceno, (C_6H_6), y acetileno, (C_2H_2), ¿cuáles de las siguientes afirmaciones son ciertas? Razona la respuesta.

- a) Los dos tienen la misma fórmula empírica.
- b) Los dos tienen la misma fórmula molecular.
- c) Los dos tienen la misma composición centesimal.

Solución:

a) Verdadera. En la fórmula empírica los subíndices indica la proporción de los átomos de cada elemento en una molécula, y en ellas se cumple. La fórmula empírica para ambos es CH, en la que hay un átomo de carbono por cada átomo de hidrógeno.

b) Falsa. En la fórmula molecular los subíndices indican el número de átomos de cada elemento en una molécula, y en ellas no se cumple. Sus fórmulas moleculares son: C_6H_6 , 6 átomos de carbono y 6 átomos de hidrógeno; y C_2H_2 , 2 átomos de carbono y 2 átomos de hidrógeno.

c) Verdadera. Sus fórmulas moleculares ponen de manifiesto la misma proporcionalidad entre los átomos de carbono e hidrógeno, un átomo de carbono por cada átomo de hidrógeno, y ello pone de manifiesto que ambos tienen la misma composición centesimal.

CUESTIÓN 4.- Razona si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- a) Dos disoluciones acuosas de pH = 2 de distintos ácidos siempre tienen la misma concentración de ácido.
- b) Una base débil es aquella cuyas disoluciones acuosas siempre son diluidas.
- c) La disociación de un ácido fuerte en agua es prácticamente total.

Solución:

a) Falsa. El pH de la disolución acuosa de un ácido, $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$, depende de la fortaleza del ácido y de su grado de disociación, es decir, a mayor fuerza del ácido mayor grado de ionización y mayor concentración de iones oxonios, H_3O^+ (protones hidratados). Por ello, sólo y únicamente, si la fuerza de los dos ácidos es la misma, la extensión de la ionización también lo es y, por tanto, la concentración de los ácidos, para igualdad de pH, también es la misma para las dos disoluciones.

En los demás casos, casi en general, de los dos ácidos es siempre uno más fuerte que el otro y, por ello, el más fuerte posee un mayor grado de ionización que el más débil, lo que evidencia que la concentración de

iones oxonios es mayor para el ácido fuerte que para el ácido débil, por lo que, a igualdad de pH, la concentración de los ácidos han de ser distintas.

b) Falsa. La mayor o menor dilución de una base no implica nada sobre su fortaleza o debilidad. Una base débil es aquella cuya extensión de ionización es muy pequeña, siendo tanto más débil la base cuanto más pequeño es su grado de ionización.

c) Verdadera. La fortaleza de un ácido viene indicada por la extensión de su ionización y, por ello, mientras mayor sea el grado de ionización de un ácido en disolución acuosa, mayor es la fortaleza del mismo, ocurriendo que si el ácido es muy fuerte, su ionización es total.

PROBLEMA 1.- En una botella de ácido clorhídrico concentrado figuran los siguientes datos: 36 % en masa, densidad $1,18 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$. Calcula:

a) La molaridad de la disolución y la fracción molar del ácido.

b) El volumen de este ácido concentrado que se necesita para preparar 1 L de disolución 2 M.

DATOS: $A_r(\text{Cl}) = 35,5 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$.

Solución:

$$M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

a) La concentración molar de la disolución, suponiendo un litro de la misma es:

$$1,18 \frac{\text{g disolución}}{\text{mL disolución}} \cdot \frac{1000 \text{ mL disolución}}{\text{L disolución}} \cdot \frac{36 \text{ g ClH}}{100 \text{ g disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol ClH}}{36,5 \text{ g ClH}} = 11,64 \text{ M}$$

Si la masa de un mililitro es 1,18 g, 1 L de disolución tendrá una masa de 1.180 g, de los que el 36 %, $1.180 \cdot 0,36 = 424,8 \text{ g}$ son de HCl, y el resto, 755,2 g son de agua. Luego, pasando los gramos de cada sustancia, HCl y H_2O , a mole, se determina la fracción molar del ácido.

$$\text{Moles de HCl: } n = 424,8 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{36,5 \text{ g}} = 11,77 \text{ moles, y los de H}_2\text{O: } n' = 755,2 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = 41,96$$

moles, siendo los moles totales en la disolución $41,96 + 11,77 = 53,73$ moles, por lo que la fracción molar del ácido es: $\chi(\text{HCl}) = \frac{11,77}{53,73} = 0,22$.

b) El litro de disolución dos molar tiene disueltos 2 moles de HCl, por lo que el volumen que se tome del ácido concentrado inicial ha de contener esos 2 moles. Para determinar el volumen se despeja de la definición de molaridad, se sustituyen valores y se opera:

$$M = \frac{\text{moles}}{V} \Rightarrow V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{2 \text{ moles}}{11,64 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}} = 0,1718 \text{ L} = 171,8 \text{ mL}.$$

Resultado: a) $[\text{HCl}] = 11,64 \text{ M}$; $\chi(\text{HCl}) = 0,22$; b) $V = 171,8 \text{ mL}$.