

Op B c1.-

Considere los elementos con número atómico A = 9, B = 10, C = 20 y D = 35. Responda razonadamente las siguientes cuestiones:

- Justifique si los elementos A, B y C forman algún ión estable e indique la carga de dichos iones.
- Ordene por orden creciente de su primera energía de ionización los elementos A, B y D.
- Identifique el elemento cuyos átomos tienen mayor radio atómico.
- Proponga un compuesto iónico formado por la combinación de dos de los elementos mencionados.

a) Configuraciones electrónicas:

A: $1s^2 2s^2 p^5$	grupo 17 halógenos
B: $1s^2 2s^2 p^6$	grupo 18 gases nobles
C: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 4s^2$	grupo 2 metales alcalino-térreos
D: $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 4s^2 d^{10} p^5$	grupo 17 halógenos

A y D tienden a captar un electrón, por lo que formarán iones A^- y D^-

B es un gas noble, por lo que no formará iones.

C tiende a perder los dos electrones de la última capa. Formará el ión C^{2+}

b) $D < A < B$

c) El radio atómico aumenta al disminuir el número atómico dentro de un período, y aumenta al descender en un grupo. El de mayor radio atómico es C

d) C^{2+} con A^- : El compuesto iónico sería el CA_2

Op B p2.-

Una muestra de 15 g de calcita (mineral de $CaCO_3$), que contiene un 98 % en peso de carbonato de calcio puro ($CaCO_3$), se hace reaccionar con ácido sulfúrico (H_2SO_4) del 96 % en peso y densidad $1,84 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, formándose sulfato de calcio ($CaSO_4$) y desprendiéndose dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O): Calcule:

- ¿Qué volumen de ácido sulfúrico será necesario para que reaccione totalmente la muestra de calcita?
- ¿Cuántos gramos de sulfato de calcio se obtendrán en esta reacción?

Datos.- Masas atómicas relativas: H (1); C (12); O (16); S (32); Ca (40). $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

a) $CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O$ *Reacción ajustada*

15 g de calcita del 98% son $0,98 \cdot 15 = 14,7 \text{ g de } CaCO_3$

Estequiometría: 1 mol de $CaCO_3$ reacciona con 1 mol de H_2SO_4

$M_r CaCO_3 = 100 \text{ g/mol}$

100 g de $CaCO_3$ reaccionan con 1 mol de H_2SO_4

14,7 g de $CaCO_3$ “ “ n mol

$$n = \frac{14,7}{100} = 0,147 \text{ mol de } H_2SO_4$$

Tenemos una disolución de ácido del 96% en masa y densidad $1,84 \text{ g/cm}^3$

1 L de esta disolución tendrá una masa de 1840 g, de los que el 96% será H_2SO_4

96% de 1840 = 1766,4 g de H_2SO_4 , ($M_r = 98 \text{ g/mol}$) que son 18,02 moles.

Por lo tanto la disolución de ácido es 18,02 M.

Necesitamos 0,147 moles de ácido. $V = \frac{n}{M} = \frac{0,147}{18,02} = 0,00816 \text{ L} = 8,16 \text{ mL de ácido}$

b) Estequiometría: 1 mol de CaCO_3 produce 1 mol de CaSO_4 ($M_r = 136 \text{ g/mol}$)

100 g de CaCO_3 producen 136 g de CaSO_4

14,7 g de CaCO_3 producirán x g de CaSO_4

$$x = \frac{136 \cdot 14,7}{100} = 20 \text{ g de CaSO}_4$$

Op B c3.-

Se dispone en el laboratorio de cinco disoluciones acuosas de idéntica concentración, conteniendo cada una HCl , NaOH , NaCl , CH_3COOH y NH_3 . Justifique si el pH resultante de cada una de las siguientes mezclas será ácido, básico o neutro:

a) 100 mL de la disolución de HCl y 100 mL de la disolución de NaOH .

b) 100 mL de la disolución de CH_3COOH y 100 mL de la disolución de NaOH .

c) 100 mL de la disolución de NaCl y 100 mL de la disolución de NaOH .

d) 100 mL de la disolución de HCl y 100 mL de la disolución de NH_3 .

Datos.- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

(Por ser de la misma concentración, todas las mezclas contienen el mismo número de moles de ambos componentes)

a) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

El NaCl se encuentra disociado en Na^+ (ácido débil, por ser el ácido conjugado de una base fuerte, el NaOH) y Cl^- (base débil, por ser la base conjugada de un ácido fuerte, el HCl). Ninguno de los dos iones sufre hidrólisis, por lo que la mezcla será NEUTRA.

b) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

El CH_3COONa se encuentra ionizado en Na^+ y CH_3COO^- . El anión es una base fuerte, por ser la base conjugada de un ácido débil, por lo que se hidroliza:



El aumento de concentración de OH^- provoca un pH BÁSICO

c) Tanto la sal como la base se ionizan totalmente, quedando iones OH^- , que confieren a la mezcla carácter BÁSICO. Los iones Na^+ y Cl^- no se hidrolizan, por las razones expuestas en (a)

d) $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

Esta sal se ioniza totalmente en NH_4^+ y Cl^-

El NH_4^+ es un ácido fuerte, por ser el ácido conjugado de la base débil NH_3 por lo que se hidroliza: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

La mezcla presenta carácter ÁCIDO

Op B p4.-

En un recipiente de 1 L, mantenido a la temperatura de 2000 K, se introducen 0,012 moles de CO_2 y una cierta cantidad de H_2 , estableciéndose el equilibrio:



Si, tras alcanzarse el equilibrio en estas condiciones, la presión total dentro del recipiente es de 4,25 atm, calcule:

a) El número de moles de H_2 inicialmente presentes en el recipiente.

b) El número de moles de cada una de especies químicas que contiene el recipiente en el equilibrio.

Datos.- $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \quad K_c = 4,4$

Moles iniciales: $n \quad 0,012$

Intercambio: $-x \quad -x \quad x \quad x$

Equilibrio: $n-x \quad 0,012-x \quad x \quad x$

Moles totales en el equilibrio = $n-x+0,012-x+x+x = n+0,012$

$$PV = nRT \rightarrow 4,25 \cdot 1 = (n+0,012) \cdot 0,082 \cdot 2000 \rightarrow n = 0,014 \text{ mol H}_2$$

b) Puesto que el volumen del recipiente es de 1 L, el nº de moles de cada especie coincide con su concentración molar.

$$K_c = \frac{[H_2O][CO]}{[H_2][CO_2]} = \frac{x \cdot x}{(0,014 - x)(0,012 - x)} = 4,4 \Rightarrow 3,4x^2 - 0,1144x + 7,4 \cdot 10^{-4} = 0$$

Resolviendo la ecuación: $x_1 = 0,025$ (esta solución no es válida, pues supone un número mayor de moles que los 0,014 de H_2 iniciales)

$x_2 = 0,0087$ solución válida

Por tanto, el número de moles de cada especie en el equilibrio es:

$$H_2 = 0,014 - 0,0087 = 0,0053$$

$$CO_2 = 0,012 - 0,0087 = 0,0033$$

$$H_2O = 0,0087$$

$$CO = 0,0087$$

Op B c5.-

Indique, justificando brevemente la respuesta, si es verdadera o falsa cada una de las siguientes afirmaciones:

- Para la reacción $A + 2 B \rightarrow C$, todos los reactivos desaparecen a la misma velocidad.
- Unas posibles unidades de la velocidad de reacción son $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.
- El orden de reacción respecto de cada reactivo coincide con su coeficiente estequiométrico.
- Al dividir por dos las concentraciones de reactivos, se divide por dos el valor de la constante de velocidad.