Ciencia...Ahora, N° 20, año 10, septiembre – octubre 2007

SOLUCIONES

Dr. José Francisco Acuña Elgueta
Docente de Química
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción

Lic. Sandra Williams Pinto
Profesora de Química
Colegio Instituto de Humanidades
Alfredo Silva Santiago (Concepción)

MSc. Luis Seminario
Docente Facultad de Ciencias Agrarias
Campus los Ángeles
Universidad de Concepción

Se puede definir una ***solución*** como una mezcla homogénea de dos o más sustancias entre sí.

Soluto y disolvente

En una solución, la sustancia disuelta se llama ***soluto***. La sustancia en la cual se disuelve el soluto se llama ***disolvente***. Cuando la cantidad relativa de una sustancia en una solución es mucho más grande que la otra, la sustancia presente en mayor cantidad se considera generalmente como el disolvente. Cuando las cantidades relativas son de mismo orden de magnitud es arbitrario especificar cual de las sustancias es el disolvente.

Solución saturada

Una ***solución saturada*** es una solución que tiene tanto soluto disuelto como puede tener el disolvente al estar en contacto con soluto sin disolver. Una solución saturada, por tanto, se define como una solución en la que el soluto disuelto y el soluto sin disolver están en equilibrio uno con el otro. La ***solubilidad*** de una sustancia a una temperatura dada es la concentración de soluto en el disolvente en una solución saturada.

Concentración de una disolución

La c***oncentración de una disolución*** es la cantidad de soluto presente en una cantidad dada de disolvente o disolución.

Los términos ***diluido y concentrado*** se utilizan a menudo para expresar concentraciones relativas. Una solución con una concentración de soluto relativamente pequeña, se dice que es diluida; y una con concentración grande, se dice que es concentrada.

La cantidad de solvente, soluto o solución puede ser expresada en unidades de masa (gramos, kilogramos), o en unidades de volumen (litros, mililitros)

En una solución la masa total del sistema corresponde a la siguiente expresión matemática:

Masa de la solución = masa del soluto + masa del solvente

Otro parámetro físico que es importante considerar es la densidad de una solución, la cual se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\textbf{\textit{Densidad solución}} = \frac{masa\ de\ la\ solución}{volumen\ de\ la\ solución}\left(g/mL\right)$$

La unidad de medida g/mL, es una de las más utilizadas, pero se puede expresar en otras unidades de masa y de volumen.

I. Concentración expresada en unidades Físicas

Cuando se emplean ***unidades físicas***, las concentraciones de las soluciones se suelen emplear en algunas de las siguientes formas.

A. Unidades porcentuales

Composición porcentual o número de unidades de masa del soluto por 100 unidades masa o volumen de solución.

a. Porcentaje masa / masa (%m/m)

Esta expresión, todavía se conoce como % p/p (porcentaje peso-peso)

Son los gramos de soluto disueltos en 100g de solución.

$$\%m/m = \frac{masa\ de\ soluto\ (g)}{masa\ de\ solución\ (g)} \cdot 100$$

Ejemplo 1: Se disuelven 23 g de NaCl en 110g de agua. Calcule el % masa/masa.

Masa de solución = masa de *soluto + masa de solvente*
= 23g +110g = 133g solución

$$\%m/m = \frac{23\ g}{133\ g} \cdot 100 = 17{,}3$$

<u>Ejercicio</u>:

1. Se prepara una solución agregando 7 g de $NaHCO_3$ a 100g de agua. Calcular el porcentaje m/m de esta solución.

2. ¿Cuántos gramos de NaCl y cuántos mililitros de agua hay que tomar para preparar 150 g de solución al 4% m/m?

b. Porcentaje masa / volumen (%m/v)

Son los granos de soluto disueltos en 100 mL de solución.

Ejemplo 2: En un vaso de precipitado se disuelven 28g de soluto en agua de tal forma que se completan 2,5 L. Calcule el porcentaje m/V.

$$\%m/v = \frac{masa\ de\ soluto\ (g)}{volumen\ de\ solución\ (mL)} \cdot 100$$

$$\%m/v = \frac{28\ g}{2500\ mL} \cdot 100 = 1{,}12$$

Ejercicio:

3. Al hacer un análisis de sangre para glucosa en un paciente, se encuentra que una muestra de 5 mL de sangre contiene 0.00812 g de glucosa. Calcular el porcentaje m/v de la glucosa en la muestra de sangre.

c. Porcentaje volumen / volumen (% v/v)

Es el volumen de soluto que se encuentra disuelto en 100 mL de solución.

$$\%v/v = \frac{volumen\ de\ soluto\ (mL)}{volumen\ de\ solución\ (mL)} \cdot 100$$

Ejemplo 3: Calcular el % v/v de una solución que se formo disolviendo 20 mL de etanol en suficiente cantidad de agua para completar 500 mL de solución.

$$\%v/v = \frac{20\ mL}{500\ mL} \cdot 100 = 4$$

Ejercicios

4. Determine el volumen de soluto en 45 mL de solución al 7% v/v.

5. Determine el volumen del solvente en 0.8 L de solución al 14% v/v

6. Si se mezcla 15 mL de alcohol con 350 mL de agua, determine el % v/v de la solución.

7. Determinar el porcentaje m/m o m/v, según corresponda para cada una de las siguientes soluciones:

a. Siete gramos de NaOH disueltos en suficiente agua para obtener 200 g de solución
b. Tres gramos de KCl en 80 g de agua.
c. 0.25 g fenolftaleina en suficiente alcohol para tener 50 mL de solución.

8. Calcular los gramos de soluto y los gramos o centímetros cúbicos, según corresponda, de solvente para preparar las siguientes soluciones:

a. 600 g de solución de $KMnO_4$ al 4% m/m
b. 12 g de solución de LiOH al 2.5% m/m
c. 70 g de solución de Br_2 al 3.5% m/m
d. 55 mL de solución de tornasol al 7% v/v

9. ¿Cuántos gramos de ácido clorhídrico, (HCl) hay contenidos en 400 gramos de una solución al 25% m/m?

R: 100 gramos de HCl

10. Se disuelven 10 gramos de hidróxido de sodio, (NaOH), 240 gramos de agua obteniéndose la solución respectiva ¿Cuál es su concentración? R: 4% m/m
11. Se disponen de 150 mL de una solución al 20% m/v de ácido sulfúrico (H_2SO_4), cuya densidad es de 1.25 g/mL. ¿Cuál es su concentración en términos de % m/m?

R: 16.67% m/m

12. Se disponen 5 gramos de yodo y se tiene que preparar una solución alcohólica al 0.5% m/m. ¿Cuántos gramos de solvente se deben utilizar? ¿Cuántos gramos de solución se pueden obtener?

R: 1000 g.

13. Una solución contiene 8 gramos de ácido nítrico (HNO_3), disueltos en 50 ml de solución. ¿Cuál es su % m/m?

R: 16% m/m

14. Se tienen 500 gramos de una solución al 30% m/m de HCl y con una densidad de 1.13 g/mL. ¿Cuál es su conocimiento en términos de % m/v?

R: 33.89% m/v

B. Masa de soluto por unidad de volumen de solución. Por ejemplo: 20g de soluto por litro de solución.

C. Masa de soluto por masa (mg, g, kg, Ton, Tm) por unidad de masa de solución (mg, g, kg, Ton, Tm). Ejemplo ppm son los miligramos de soluto disuelto en 1 kg de solución.

II. Concentraciones expresadas en unidades químicas.

d. Molaridad (M)

Se define como la cantidad de soluto (en moles) que se encuentra disuelto en un volumen de un litro de solución.

Por lo tanto la expresión para la molaridad es la siguiente:

$$Molaridad\ (M) = \frac{moles\ de\ soluto}{volumen\ de\ solución\ (L)}$$

Ejemplo 4. ¿Cuál será la molaridad de una solución que contiene 4.46 moles de KOH en 3 litros de solución?

$$Molaridad\ (M) = \frac{4{,}46\ mol}{3\ L} = 1{,}48$$

Ejercicio:

15. Cuántos moles de HCl hay en 200 ml de una solución de 0.5 M de HCl?

e. Normalidad (N)

Esta unidad nos indica el número de equivalente gramos de un soluto contenido en un litro de solución.

$$N = \frac{Equivalentes\ de\ soluto}{volumen\ de\ solución\ (L)}$$

Es necesario para el cálculo de la *normalidad* determinar los equivalentes de soluto, para lo cual es necesario conocer el peso equivalente del soluto.

$$número\ \ de\ equivalentes = \frac{masa\ de\ soluto\ (g)}{peso\ equivalente\ de\ soluto}$$

Donde el peso equivalente de soluto depende del tipo de soluto. Así el peso equivalente se puede determinar de las siguientes formas:

Peso equivalente de un ácido = $\dfrac{Peso\ molecular\ del\ ácido}{número\ de\ hidrógenos\ puestos\ en\ juego}$

Peso equivalente de una base = $\dfrac{Peso\ molecular\ de\ la\ base}{número\ de\ OH^{-}\ de\ la\ base\ puestos\ en\ juego}$

Peso equivalente de una sal = $\dfrac{Peso\ molecular\ de\ la\ sal}{número\ de\ hidrógenos\ sustituídos}$

Ejemplo 5. Se disuelven 4 gramos de HNO_3 en agua hasta obtener 80 mL de solución. Calcular la normalidad de la solución.

$$Peso\ equivalente = \frac{(1\cdot 1 + 1\cdot 14 + 3\cdot 16)\ g/mol}{1\ eq/mol} = 63\ g/eq$$

$$número\ \ de\ equivalentes = \frac{4g}{63g/eq} = 0{,}063\ eq$$

$$N = \frac{0{,}063\ eq}{0{,}08\ L} = 0{,}79$$

f. Molalidad (m)

Esta unidad de concentración indica la cantidad de soluto en moles por kilogramo de solvente. Se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$m = \frac{moles\ de\ soluto}{1\ kg\ \ de\ solvente}$$

Ejemplo 6. Calcular la molalidad de una solución formada por 54 g de glucosa en 600 mL de agua, teniendo en cuenta que la densidad del agua es 1 g/mL y el peso molecular de la glucosa es 180 g/mol.

$$mol\ \ de\ glu\cos a = \frac{masa\ \ de\ glu\cos a}{masa\ \ molar\ \ de\ glu\cos a} = \frac{54\ g}{180\ g/mol} = 0{,}3\ mol$$

$$masa\ de\ agua = densidad\cdot volumen = 1\ g/mL\cdot 600\ mL = 600\ g = 0{,}6\ kg0$$

$$molalidad = \frac{0{,}3mol}{0{,}6kg} = 0{,}5$$

Ejercicios:

16. ¿Cuántos gramos de soluto se necesitan para preparar 90 mL de una solución de $Al_2(OH)_3$ 0.5 N?

17. El ácido nítrico concentrado comercial contiene 65% m/m y su densidad es 1,4 g/mL. Calcular:

a. % m/v (91.01)
b. Molaridad (14.42)
c. Normalidad (14.42)
d. Molalidad (29.42)

18. Se disuelven 180g de NaOH en 400 gramos de agua. La solución resultante tiene una densidad de 1,34 g/mL. Calcular:

a. % m/m (31)
b. gramos de soluto por litro de solución (432)
c. Normalidad (10.4)
d. Molalidad (11.25)

19. En 35 gramos de agua se disuelven 5 gramos de HCl. La densidad de la solución es 1,06 g/mL. Calcular:

a. % m/m (12.5)
b. Molaridad (3.6)
c. Normalidad (3.6)
d. Molalidad (3.9)

20. Se disuelven 100 gramos de $Al_2(SO_4)_3$ en 200 gramos de agua, obteniéndose 250 mL de solución. Calcular:

a. Molaridad (1.1)
b. Molalidad (1.46)
c. Normalidad (7)
d. % m/m (33.33)

21. El ácido clorhídrico se prepara burbujeando cloruro de hidrógeno (HCl) en agua destilada. Si se dispone de una solución de 230 g de HCl en 1,5 L de solución, calcula la molaridad de este ácido.

22. Una solución contiene 46 gramos de acetona (CH_3COCH_3) en 200 mL de solución acuosa. Calcula la molaridad de la solución.

23. ¿Cuál será el % v/v de una solución al 44% m/v, sabiendo que la densidad del soluto es 1,2 g/mL?

24. Una solución de HCl tiene una densidad de 1,17 g/mL, le corresponde una concentración de 40% m/m. Calcular:

a. %m/v (46.8)
b. Molaridad (12.8)
c. Molalidad (18.25)

25. Se prepara una solución con 6 mL de una sustancia de densidad 0,95 g/mL de peso molecular 120 g/mol, se agrega agua suficiente para preparar 280 mL de solución de densidad 1,25 g/mL. Calcular:

a. % m/m (1.62)
b. % m/v (2.03)
c. % v/v (2.14)
d. Molaridad (0.167)

26. Se disuelven 15 gramos de H_3PO_4 en agua hasta obtener 70 mL de solución. Calcular.

a. % m/v (21.42)
b. Molaridad (2.18)
c. Normalidad (6.55)

Bibliografía:

1. R.Chang, “Química”, McGraw Hill, 1992
2. D.D. Ebbing, “Química General”, McGraw Hill, 1997
3. Mahan, B.H. “Química”, Fondo Educativo Interamericano S.A. Buenos Aires – Santiago.