

Hola! en la guía de ejercicios de la primera clase de soluciones (Soluciones I) vamos a ver fundamentalmente dos cosas muy importantes. La primera es diferentes formas de expresar la concentración de una solución usando distintas unidades. La segunda es el concepto de solubilidad para sustancias sólidas y gaseosas en solventes líquidos.

Te propongo lo siguiente, tomate un tiempo para leer en el libro “Química General para Agronomía” que está colgado en el aula virtual, el **capítulo 5 “SOLUCIONES Y PROPIEDADES COLIGATIVAS”** (página 84) correspondiente a este tema. Por ahora alcanza con que leas:

- **Solución soluto y solvente**
- **Unidades de concentración**
- **Modos de expresar la concentración**
- **Manejo e interconversión de las unidades de concentración.**

Ahora vamos a hacer un experimento. Seguro que en tu casa tenés:

Sustancias	sal (NaCl) (si no tenés sal puedes usar azúcar, (sacarosa $C_{12}H_{22}O_{11}$))
	agua
Utensilios de medida	cuchara sopera (Una cucharada de sal medida con esta cuchara al ras son aproximadamente 8 g)
	taza (una taza llena de agua contiene aproximadamente 250 ml o 250 g, si pensamos que la densidad es 1 g/ml para el agua)

Te invito a que hagas una solución que contenga 24 g de sal y 250 g de agua. Mientras la preparás te hago algunas preguntas para que respondas sobre esta solución.

Este sistema material con el que estás trabajando, ¿es una solución ni bien mezclas el agua con la sal? ¿Qué tipo de sistema es, homogéneo u heterogéneo? ¿Por qué? ¿Cuántas fases tiene?

Revolvé la sal en el agua hasta que se disuelva completamente y se forme una solución. Listo, la tenés, ahora te pido que calcules cual es la concentración de la solución usando la unidad de

En el laboratorio usaríamos un material de vidrio específico, densímetros de diferente rango, así como balanzas para medir la masa de las sustancias y no tazas o cucharas. Sin embargo, la idea de que vos realices esto en tu casa es que puedas ver desde adentro cómo se hace una solución y qué consideraciones se deben tener en cuenta.

concentración %p/p, fracción molar (X_{solute} y X_{solvente}) y molalidad (m).

Te ayudo con la primera, %p/p:

Para expresar la concentración en distintas unidades siempre vamos a comenzar por pensar cual es la definición de esa unidad, así sabemos que tenemos qué modificar de los datos con los que contamos o qué tenemos que dejar igual o qué cálculo hay que hacer.

Consejo! cuando hagas esta guía de ejercicios tené a mano las distintas definiciones de las unidades de concentración

Entonces, %p/p se define como la masa de soluto (sal=NaCl, en este caso) que hay contenidos en 100 g de solución

¿Qué datos tenemos? La masa de sal disuelta (24g) y la masa de solvente que usamos para disolverla (agua, 250g).

Pregunta, ¿la masa de solvente coincide con la masa de solución? ¿Es lo mismo?

Respuesta: ¡NO!

Necesito saber la masa de solución porque de ello depende que pueda calcular esta unidad de concentración.

Pensemos que la masa no se puede crear ni destruir, por lo tanto si mezclamos una masa de sal con una masa de agua, la masa de solución que está formada por las masas de las dos cosas (solute + solvente), entonces será la suma de las masas.

$$m_{\text{solución}} = m_{\text{solvente}} + m_{\text{solute}} = 24g + 250g = 274g$$

Listo, ¡la masa de solución es de 274g!

Entonces en esos 274g hay contenidos 24g de soluto. Me faltaría saber ahora cuántos gramos hay contenidos en 100 g de solución.

$$274g \text{ de solución} \xrightarrow{\text{hay contenidos}} 24g \text{ de soluto}$$

$$100g \text{ de solución} \xrightarrow{\text{hay contenidos}} x = \frac{100g \text{ de solución} \times 24g \text{ de soluto}}{274g \text{ de solución}} = 8,76g \text{ de soluto}$$

Entonces, la solución tiene 8,76 g de soluto disuelto en 100 g de solución. Por lo tanto, su concentración es 8,76% p/p.

Seguí calculando las que faltan, molalidad (m) y fracción molar (X_{ste} y X_{sto}). Si no te salen un poco más adelante te muestro un ejemplo resuelto.

Podrías obtener ahora para la misma solución la concentración expresada en % p/v? ¿Por qué? ¿Qué dato necesitás que no podes medir en tu casa? Releé qué es la “densidad” y qué información te da antes de seguir. ¿Cómo se mide la densidad?

Continuemos, como seguro no tenés un densímetro y los elementos con los que contás en tu casa no te van a permitir medir el volumen de la solución que armaste con precisión, entonces vamos a suponer que la densidad de tu solución es 1,08 g/ml. Con este dato expresá la concentración de la solución en las siguientes unidades: %p/v, M (molaridad), N (normalidad).

Antes de resolver un ejercicio de la guía te invito a que pienses esto: si vos hiciste la solución con sal, ¿qué resultados habrías obtenido para la concentración expresada en %p/p y M si hubieras hecho la solución usando azúcar? ¿Para qué unidades de concentración hubieras obtenido los mismos valores usando como soluto sal o azúcar indistintamente? ¿Cuáles hubieran sido diferentes? ¿Por qué te parece que ocurre esto? (Acordate que el azúcar es la sustancia pura sacarosa y su fórmula molecular es $C_{12}H_{22}O_{11}$). Si querés podés hacer los cálculos para verificar tus respuestas. Si hiciste la solución inicial con azúcar pensá estas mismas preguntas pero suponiendo que ahora hacés la solución con sal.

Ahora comenzamos con la guía. Hacemos uno de ejemplo, después seguís vos!

Ejercicio 2 de aplicación de la guía 2020 (SOLUCIONES I, página 34).

2) 1800g de una solución acuosa de $CaCl_2$ contienen 200g de soluto. La densidad de la solución es de 1,10 g/ml. Calcular su concentración en %p/v, %p/p, M y N.

DATOS

Masa de la solución: 1800 g

Masa de soluto: 200 g. El soluto es $CaCl_2$, como se trata de una solución acuosa el solvente es H_2O

Densidad de la solución: 1,10 g/ml

Cálculo de %p/v

Si quiero calcular la concentración de la solución en %p/v, entonces debo recordar la definición:

“%p/v: cantidad de soluto en gramos (g) disuelta en 100 ml de solución”

$$g \text{ de soluto} \xrightarrow{\text{cada}} 100ml \text{ de solución}$$

En la solución hay 200 g de soluto ($CaCl_2$) en 1800g de solución.

$$200 g \text{ de soluto} \xrightarrow{\text{cada}} \underbrace{1800 g \text{ de solución}}_{\text{Hay que transformar esta masa en un volumen equivalente}}$$

Para transformar una masa de solución en volumen o un volumen de solución en masa necesitamos el dato de la densidad de la solución. En este caso es de 1,10 g/ml (DATO).

“1,1g de la solución es lo que pesa 1 ml de la solución”.

$$1,1 \text{ g de solución} \xrightarrow{\text{es lo que pesa}} 1 \text{ ml de solución}$$

$$1800 \text{ g de solución} \xrightarrow{\text{es lo que pesan}} x = \frac{1800 \text{ g de solución} \times 1 \text{ ml de solución}}{1,1 \text{ g de solución}} = 1636,4 \text{ ml}$$

Ahora sabemos que hay 200g de soluto disueltos en 1800 g de solución=1636,4 ml de solución.

Si quiero averiguar los gramos de soluto disueltos en 100 ml de solución, entonces:

$$1636,4 \text{ ml de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} 200 \text{ g de soluto}$$

$$100 \text{ ml de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} x = \frac{100 \text{ ml de solución} \times 200 \text{ g de soluto}}{1636,4 \text{ ml de solución}} = 12,22 \text{ g de soluto}$$

Respuesta: La concentración de la solución es 12,22%p/v

Cálculo de %p/p

Si quiero calcular la concentración de la solución en %p/p, entonces debo recordar la definición:

“%p/p: cantidad de soluto en gramos (g) disuelta en 100 g de solución”

$$g \text{ de soluto} \xrightarrow{\text{cada}} 100 \text{ g de solución}$$

En la solución hay 200 g de soluto (CaCl₂) en 1800g de solución.

$$1800 \text{ g de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} 200 \text{ g de soluto}$$

$$100 \text{ g de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} x = \frac{100 \text{ g de solución} \times 200 \text{ g de soluto}}{1800 \text{ g de solución}} = 11,11 \text{ g de soluto}$$

Respuesta: La concentración de la solución es 11,11%p/p

Cálculo de M

Si quiero calcular la concentración de la solución en molaridad (M), entonces debo recordar la definición:

“M: cantidad de soluto en moles disuelta en 1000 ml de solución”

$$\text{moles de soluto} \xrightarrow{\text{cada}} 1000 \text{ ml de solución}$$

En la solución hay 200 g de soluto (CaCl₂) en 1800g de solución=1636,4 ml de solución.

Como para esta concentración la cantidad de soluto la medimos en moles, hay que calcular cuántos moles de soluto son 200 g de CaCl_2 . PMR (CaCl_2)= 111

$$111 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{pesa}} 1 \text{ mol de } \text{CaCl}_2$$

$$200 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{pesan}} x = \frac{200 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \times 1 \text{ mol}}{111 \text{ g de } \text{CaCl}_2} = 1,80 \text{ moles de } \text{CaCl}_2$$

Entonces, 200g de CaCl_2 = 1,80 moles. Por lo tanto, en 1636,4 ml hay disueltos 1,80 moles de CaCl_2 . Resta calcular cuántos moles hay disueltos en 1000 ml de la solución.

$$1636,4 \text{ ml de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} 1,8 \text{ moles de } \text{CaCl}_2$$

$$1000 \text{ ml de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} x = \frac{1000 \text{ ml de solución} \times 1,8 \text{ moles de } \text{CaCl}_2}{1636,4 \text{ ml de solución}} = 1,1 \text{ moles de } \text{CaCl}_2$$

Respuesta: La concentración de la solución es 1,1 M

Cálculo de N

Si quiero calcular la concentración de la solución en Normalidad (N), entonces debo recordar la definición:

“N: equivalentes de soluto disueltos en 1000 ml de solución”

$$\text{equivalentes de soluto} \xrightarrow{\text{cada}} 1000 \text{ ml de solución}$$

En la solución hay 200 g de soluto (CaCl_2) en 1636,4 ml de solución. Como para esta concentración la cantidad de soluto la medimos en equivalentes, hay que calcular cuántos equivalentes de soluto son 200 g de CaCl_2 . Recordando la definición de equivalentes para las sales:

$$1 \text{ equivalente de } \text{CaCl}_2 = \frac{\text{peso de 1 mol}}{\text{número de cargas positivas o negativas}}$$

$$1 \text{ equivalente de } \text{CaCl}_2 = \frac{111 \text{ g}}{2} = 55,5 \text{ g}$$

$$55,5 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{pesa}} 1 \text{ equivalente de } \text{CaCl}_2$$

$$200 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \xrightarrow{\text{pesan}} x = \frac{200 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \times 1 \text{ equivalente}}{55,5 \text{ g de } \text{CaCl}_2} = 3,60 \text{ equivalentes de } \text{CaCl}_2$$

Entonces, 200g de CaCl_2 = 3,6 equivalentes. Por lo tanto, en 1636,4 ml hay disueltos 3,6 equivalentes de CaCl_2 . Resta calcular cuántos equivalentes hay disueltos en 1000 ml de la solución.

$$1636,4 \text{ ml de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} 3,6 \text{ equivalentes de } \text{CaCl}_2$$

$$1000 \text{ ml de solución} \xrightarrow{\text{contienen}} x = \frac{1000 \text{ ml de solución} \times 3,6 \text{ moles de CaCl}_2}{1636,4 \text{ ml de solución}}$$

$$= 2,2 \text{ equivalentes de CaCl}_2$$

Respuesta: La concentración de la solución es 2,2 N

Otra forma. Si ya calculamos en un paso previo la M de la solución podemos transformarla en N o viceversa de una forma sencilla. Basta con recordar la definición de equivalentes para las diferentes sustancias. En este caso tenemos una sal, entonces:

$$1 \text{ equivalente de CaCl}_2 = \text{peso de 1 mol} / \text{número de cargas positivas o negativas}$$

$$1 \text{ equivalente de CaCl}_2 = 111 \text{ g} / 2 = 55,5 \text{ g}$$

Es decir, 1 mol de $\text{CaCl}_2 = 2$ equivalentes de CaCl_2

Por lo tanto si ya sé cuántos moles hay en 1000 ml de solución (1,1 M) puedo calcular cuántos equivalentes son esos moles y listo.

$$1 \text{ mol de CaCl}_2 = 2 \text{ equivalentes de CaCl}_2$$

$$1,1 \text{ moles de CaCl}_2 \times \frac{2 \text{ equivalentes de CaCl}_2}{1 \text{ mol de CaCl}_2} \xrightarrow{\text{están en}} 1000 \text{ ml de solución}$$

$$2,2 \text{ equivalentes de CaCl}_2 \xrightarrow{\text{están en}} 1000 \text{ ml}$$

Respuesta: La concentración de la solución es 2,2 N

Ahora tenés que volver al libro de química pero a la página 107 del libro (;saltéate todo lo que está en el medio sin culpas!), llegá al título que dice **Solubilidad**, de esa parte leé:

- **Solubilidad**
- **Solubilidad de sólidos en líquidos**
- **Solubilidad de gases en líquidos**

¡Hagamos un ejercicio para practicar este tema!

Ejercicio 8 de aplicación de la guía 2020 (SOLUCIONES I, página 35).

8a) ¿Qué es la “solubilidad”?

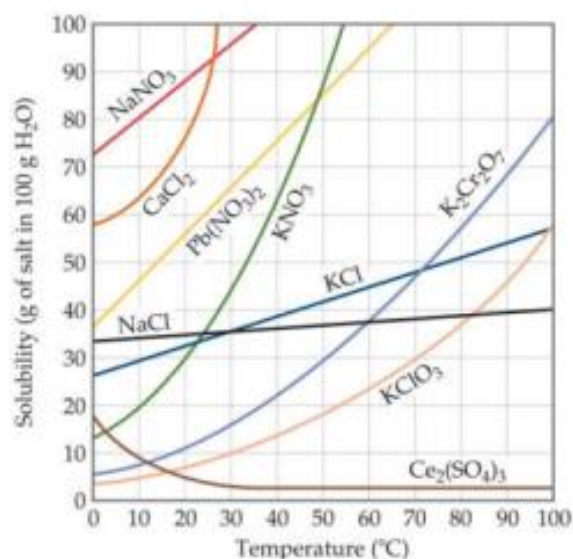
b) ¿Qué es una “curva de solubilidad”?

c) Ubique en el gráfico una solución saturada de KClO_3 a 70°C . Indique como debería modificarse la temperatura para obtener una solución sobresaturada. ¿Cómo se podría lograr la precipitación del soluto a partir de ésta última solución?

d) Indique 3 formas de obtener una solución saturada a partir de una sobresaturada.

e) Usted tiene 2 soluciones: KCl y $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ambas 25 % p/p. Cómo es cada una de esas soluciones a 40°C ? Justifique.

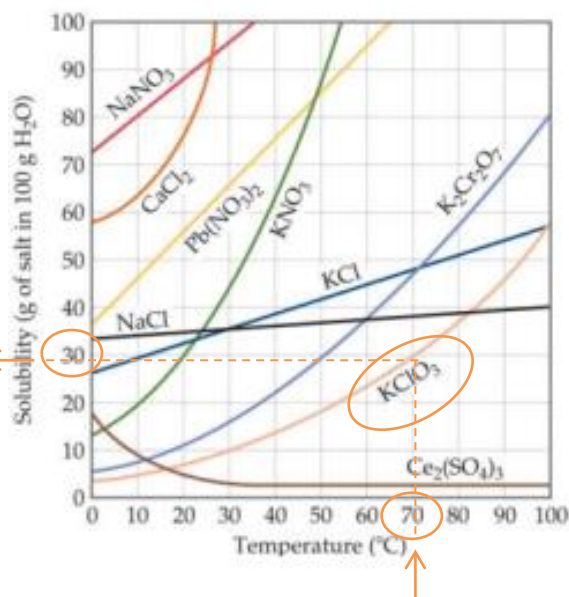
f) ¿Cómo será una solución de KNO_3 15,2 % p/v y $\delta=1,23\text{ g/ml}$ a 30°C ?



Después de leer el tema en el libro seguro vas a poder responder las dos primeras preguntas del ejercicio 8 (a y b). Si no te sale podés consultar por el foro o por el chat o por videoconferencia que preparamos en el aula virtual para vos!

c) Para ubicar en el gráfico una solución saturada de KClO_3 a 70°C debemos seguir los pasos 1 y 2 indicados en el gráfico siguiente:

2° El valor de "Y" correspondiente a ese punto sobre la curva del KClO_3 a 70°C será la solubilidad de esta sal a esa temperatura.



1° Ingreso al gráfico por el eje "X". En este caso busco la temperatura 70°C y subo por esa temperatura hasta chocar la curva del KClO_3

Respuesta: Una solución saturada a 70°C de KClO_3 contendrá aproximadamente 30 g de KClO_3 cada 100 g de agua.

Si leíste el tema en el libro vas a poder responder las otras preguntas de este inciso así como el inciso "d".

e) Usted tiene 2 soluciones: KCl y $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ambas 25 % p/p. Cómo es cada una de esas soluciones a 40°C ? Justifique.

DATOS

Dos soluciones una de KCl y otra de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Concentración de las soluciones: 25%p/p

Temperatura: 40°C

Las dos soluciones tienen la misma concentración expresada como %p/p:

$$25 \text{ g de sal} \xrightarrow{\text{disueltos en}} 100 \text{ g de solución}$$

¿Me sirve este dato para poder entrar en el gráfico de solubilidad?

Respuesta NO!!

Porque, en el gráfico de solubilidad se representan en el eje “y” los gramos de sal disueltos en 100 g de agua y ya vimos antes que la masa de solución no es igual a la masa de solvente.

¿Entonces?

Tenemos que pensar cómo con los datos que tenemos podemos sacar los gramos de agua (solvente) que hay en la solución.

$$m_{\text{solución}} = m_{\text{solvente}} + m_{\text{solute}} = m_{\text{solvente}} + 25g = 100g$$

$$m_{\text{solvente}} + 25g = 100g \xrightarrow{\text{despejando } m_{\text{solvente}}} m_{\text{solvente}} = 100g - 25g = 75g$$

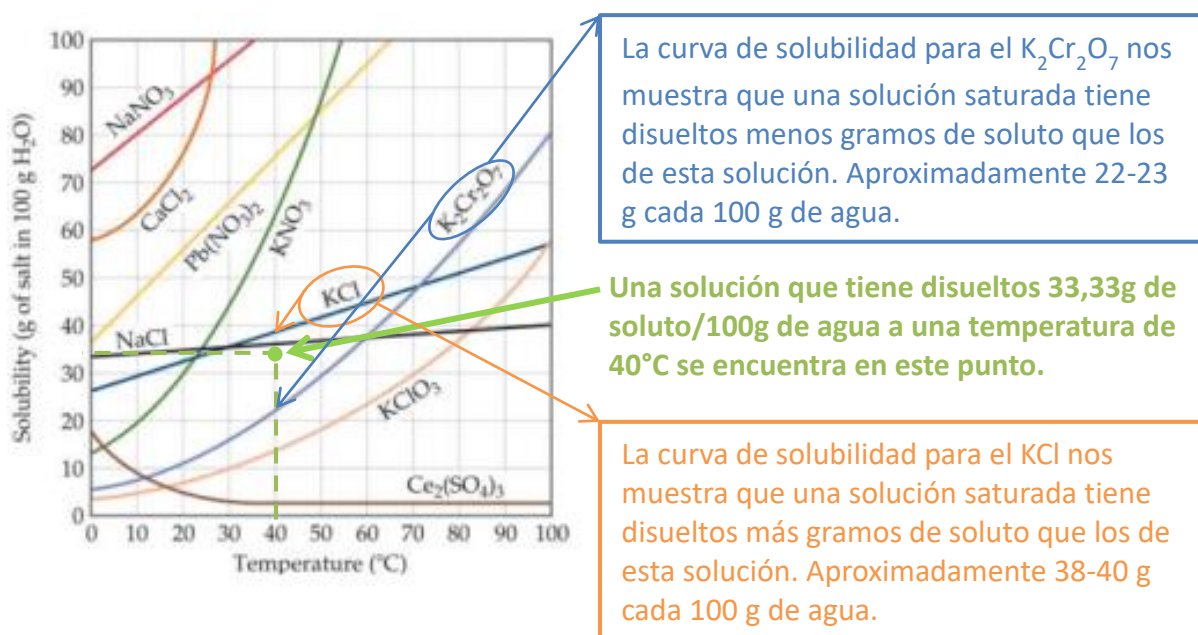
$$m_{\text{solvente}} = 75g$$

Entonces la solución tiene 75 g de solvente que en este caso es agua (H₂O). Ahora podemos calcular cuánto soluto hay en 100 g de solvente y así poder entrar en el gráfico.

$$75 \text{ g de solvente} \xrightarrow{\text{hay disueltos}} 25 \text{ g de soluto}$$

$$100 \text{ g de solvente} \xrightarrow{\text{hay disueltos}} X = \frac{100 \text{ g de solvente} \times 25 \text{ g de soluto}}{75 \text{ g de solvente}} = 33,33 \text{ g de soluto}$$

En 100 g de solvente hay disueltos 33,33 g de soluto a 40°C independientemente de quien sea el soluto. Es decir, hay 33,33g de KCl en 100 g de agua y 33,33 g de K₂Cr₂O₇ en 100 g de agua. Como cada solución tiene una curva de solubilidad diferente, entonces me tengo que fijar como será cada solución (no saturada, saturada o sobresaturada). Veamos el gráfico:



Respuesta: para el K₂Cr₂O₇ tenemos una solución sobresaturada. Hay disueltos 33,33 g de soluto cada 100 g de agua a 40°C y de

acuerdo a la solubilidad de esta sal (punto de la curva correspondiente a 40°C), la saturación de la solución se alcanza a 23 g de soluto cada 100 g de agua. Es decir hay más soluto disuelto (33,33 g) del que se puede disolver (23 g) en 100 g de agua y a esa temperatura.

En cambio, para el KCl tenemos una solución no saturada. Hay disueltos 33,33 g de soluto cada 100 g de agua a 40°C y de acuerdo a la solubilidad de esta sal la saturación de la solución se alcanza a 38 g de soluto cada 100 g de agua. Es decir hay menos soluto disuelto del que se puede disolver a esa temperatura.

Yo creo que con lo que viste hasta acá sos capaz de resolver el ejercicio del inciso “f”:
¿Cómo será una solución de KNO_3 15,2 % p/v y $\delta=1,23$ g/ml a 30 °C?

Algunas ayudas para que lo hagas:

Ahora tenés la concentración de la solución expresada en % p/v y tenés la densidad de la solución. Recordá que podés transformar el volumen de la solución en masa de solución o la masa en volumen usando la densidad y que la masa de solución siempre está formada por una parte que corresponde a soluto y una parte que corresponde al solvente.

Si necesitas más ayuda no te olvides que puedes consultar a través del chat o por los foros en el aula virtual.