

Solubilidad

22. El ácido nítrico, HNO_3 , es un reactivo muy común en el laboratorio y con múltiples aplicaciones. Por ejemplo, se utiliza para fabricar explosivos como la nitroglicerina y el trinitrotolueno (TNT) y fertilizantes (nitrato de amonio). Las botellas de 1 L de ácido nítrico, HNO_3 , del laboratorio tienen un porcentaje del 96,0 % en masa y una densidad de $1,50 \text{ g mL}^{-1}$.

- ¿Cuántos moles de HNO_3 contiene cada botella?
- ¿Qué volumen del ácido concentrado contiene 1 mol de HNO_3 ?
- ¿Qué volumen del ácido concentrado es necesario para preparar $2,00 \cdot 10^2 \text{ mL}$ de una disolución $1,50 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido nítrico?

Solución: a) 22,9 mol de HNO_3 ; b) 43,8 mL; c) 13,1 mL

23. El ácido clorhídrico es una disolución acuosa del gas HCl. Es el principal componente del jugo gástrico, con la función de favorecer la digestión de los alimentos. Suponiendo que se encuentra en un porcentaje del 3,00 % en masa y una densidad $1,03 \text{ g mL}^{-1}$:



- ¿Qué cantidad de HCl se forma en el estómago si se producen 3,00 L de jugo gástrico al día?
- Calcula la concentración molar del jugo gástrico.
- Se prepara una disolución disolviendo 5,00 mL de ácido concentrado del 36,0 % en masa y densidad $1,18 \text{ g mL}^{-1}$ en agua hasta una masa final de 100,0 g. ¿Tendrá una concentración mayor o menor que la del jugo gástrico?

Solución: a) 92,7 g de HCl; b) $0,85 \text{ mol L}^{-1}$

24. Para elaborar un producto de limpieza que elimine manchas de cal y de óxido de hierro se necesita preparar 1,0 L de ácido clorhídrico $0,50 \text{ mol L}^{-1}$, comercialmente denominada Salfuman.

- Calcula el número de moles contenidos en 1,0 L de la disolución.
- Al añadir 0,50 L de una disolución $2,0 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl a la disolución anterior, ¿cuál será la nueva concentración molar?
- Si se quiere preparar el producto de limpieza a partir de una disolución de HCl del 5,0 % en masa y de densidad $1,0 \text{ g mL}^{-1}$ y otra disolución $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl, ¿qué volumen habrá que tomar de cada una?

Solución: a) 0,5 mol; b) $1,0 \text{ mol L}^{-1}$; c) $3,1 \cdot 10^2 \text{ mL}$ y $6,9 \cdot 10^2 \text{ mL}$

25. En la industria alimentaria se utiliza el grado Brix ($^\circ\text{Bx}$) como una medida de la concentración de azúcares en líquidos. Cada $^\circ\text{Bx}$ equivale a un 1 % en masa de sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

- Si un mosto de uva tiene $16 \text{ }^\circ\text{Bx}$, ¿cuál es su concentración equivalente de sacarosa en gramos de sacarosa por kilogramo de disolución?
- Si mezclamos 100 g de esa disolución con 400 g de agua, ¿cuál será la molalidad de la nueva disolución?

Solución: a) 160 g kg^{-1} ; b) $0,094 \text{ mol kg}^{-1}$

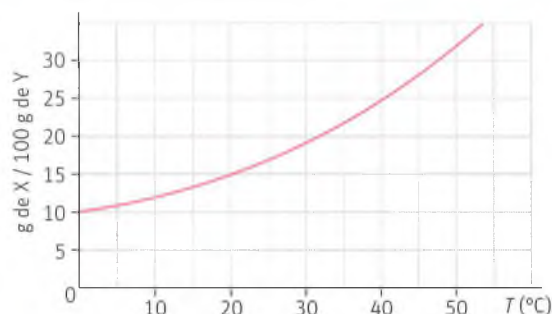
26. La gran demanda de alimentos de origen vegetal hace necesaria la utilización de fertilizantes. El cloruro de potasio y el nitrato de potasio son dos fuentes de potasio, elemento fundamental para el crecimiento de las plantas. En la siguiente tabla se indica el efecto de la temperatura en la solubilidad de estas dos sales.

Sal	Solubilidad (g/100 mL agua)	
	20 °C	80 °C
Cloruro de potasio	33	50
Nitrato de potasio	33	168

- ¿Cómo afecta la temperatura a la solubilidad de ambas sales?
- ¿En qué sal se produce mayor variación de la solubilidad con la temperatura?
- Se disuelve cloruro de potasio en 500 g de agua, a $80 \text{ }^\circ\text{C}$, hasta saturación y posteriormente se deja enfriar hasta $20 \text{ }^\circ\text{C}$, ¿qué cantidad de sal cristalizará?
- Si la sal disuelta a saturación fuese nitrato de potasio, ¿cuánta sal cristalizaría al descender de $80 \text{ }^\circ\text{C}$ a $20 \text{ }^\circ\text{C}$?

Solución: c) 85 g; d) 675 g

27. La gráfica muestra la solubilidad de un soluto X en un disolvente Y a diferentes temperaturas.



- ¿Qué relación existe entre la solubilidad y la temperatura para dicha sustancia?
- Indica la solubilidad del soluto a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y a $40 \text{ }^\circ\text{C}$.
- Si se mezclan 90 g de soluto X con 500 g de disolvente Y, a una temperatura de $30 \text{ }^\circ\text{C}$, ¿se disolverá todo el soluto? ¿Y si se realiza a $0 \text{ }^\circ\text{C}$?
- ¿Qué sucederá si se disuelven 25 g de X en 100 g de Y a una temperatura de $40 \text{ }^\circ\text{C}$ y luego se deja enfriar hasta una temperatura de $0 \text{ }^\circ\text{C}$?

Solución: b) 15 g de X/100 g de Y; 25 g de X/100 g de Y; d) cristalizan 15 g de X

28. Las bebidas carbónicas son disoluciones de CO_2 en líquido. Estas disoluciones siguen la ley de Henry, según la cual la concentración de un gas en un líquido es proporcional a la presión del gas sobre la disolución, $c = \lambda p$, donde λ es característico de cada pareja disolvente-soluto, y suele disminuir con la presión.

- ¿Por qué al mirar al trasluz una botella de cerveza cerrada no se ven burbujas de gas? ¿Por qué se desprenden al destapar la botella?
- ¿Por qué al agitar la botella se desprenden burbujas de manera violenta?

Propiedades coligativas

29. La urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, es el principal producto formado en el metabolismo de las proteínas. Si la presión de vapor del agua pura es 24 mm de Hg y la de una disolución acuosa de urea es 23 mm de Hg.



- Calcula la fracción molar de la urea.
- La orina humana contiene una media de 20,0 gramos por litro. Calcula la disminución de la presión de vapor de la orina suponiendo que está formada por urea y agua.

Solución: a) 0,04; b) $\Delta p = 0,14$ mm de Hg

30. Un litro de disolución contiene 1 mol de un soluto disuelto a 0°C de temperatura.

- Calcula la presión osmótica de la disolución.
- ¿Qué volumen tendría que tener la disolución para que la presión osmótica fuese la mitad?
- ¿Cuál será la presión osmótica a 27°C ?

Solución: a) 22,4 atm; b) 2 L; c) 24,6 atm

31. Cuando se pronostican fuertes nevadas, y con el fin de evitar la formación de hielo, se añade sal común en las calles y carreteras:



- ¿Qué concentración molar de una disolución de cloruro de sodio disminuye el punto de congelación hasta -10°C ?
- Si el soluto disuelto fuese cloruro de potasio, ¿cambiaría el punto de congelación si mantenemos la misma concentración? (Se supone que las disoluciones de los apartados a) y b) cumplen las leyes de Raoult)

$$K_c(\text{agua}) = 1,86^\circ\text{C kg mol}^{-1}$$

Solución: a) $5,4 \text{ mol kg}^{-1}$

32. Se añaden $5,00 \cdot 10^2$ g de una sustancia anticongelante de masa molar $62,0 \text{ g mol}^{-1}$ a $2,00 \cdot 10^3$ g de agua.

- Calcula el punto de congelación de la disolución.
- ¿Se congelará el líquido de refrigeración del motor un día en que la temperatura sea de -5°C ? ¿Y si la temperatura es de -20°C ?
- ¿Qué cantidad habría que añadir para que no se congelase a -20°C ?
- Calcula el punto de ebullición de la disolución.

$$K_c(\text{agua}) = 1,86^\circ\text{C kg mol}^{-1} \text{ y } K_e(\text{agua}) = 0,52^\circ\text{C kg mol}^{-1}$$

Solución: a) $-7,5^\circ\text{C}$; c) $1,33 \cdot 10^3$ g; d) $102,1^\circ\text{C}$

33. Una disolución acuosa contiene 1,20 g de un polímero y 140 g de agua. La densidad de la disolución a 18°C es de $1,02 \text{ g mL}^{-1}$ y la presión osmótica es de $4,20 \cdot 10^{-3}$ atm. Calcula:

- El volumen de la disolución.
- La concentración molar de la disolución.
- La masa molar del polímero.

Solución: a) 138 mL; b) $1,76 \cdot 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$; c) $4,94 \cdot 10^4 \text{ g mol}^{-1}$

34. Los motores de explosión pueden utilizar como refrigerante agua. Cuando el tiempo es muy frío el agua puede congelarse, por ello se añade al agua algún anticongelante, concretamente el etanodiol o etilenglicol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$). Suponiendo un comportamiento ideal:

- ¿Cuánto etilenglicol hay que añadir a 1 L de agua destilada para que la mezcla congele a -15°C ?
- En caso de una bajada brusca de temperatura hay quien recomienda sustituir el agua por vino. ¿A qué temperatura congelará un vino que contiene 115 g dm^{-3} de alcohol y cuya densidad es $0,982 \text{ kg dm}^{-3}$?

$$K_c(\text{agua}) = 1,86^\circ\text{C mol}^{-1} \text{ kg}^{-1}$$

Solución: a) 500 g; b) $-5,36^\circ\text{C}$



smSaviadigital.com

35. En esta dirección se muestra un vaso de precipitados con dos selectores a la izquierda con los que se pueden modificar las cantidades de soluto y de disolución que contiene el vaso. A la derecha se indica el valor de la concentración de la disolución.

- Abre la ventana superior de soluto para seleccionar el permanganato de potasio. Selecciona *Mostrar los valores*. Mueve el cursor de volumen de disolución hasta 1 L. Mueve el cursor de cantidad de soluto, de 0,1 mol en 0,1 mol, hasta llegar a 1 mol de soluto. ¿Cómo varía la concentración? Razona tu respuesta
- Selecciona 0,5 mol de permanganato de potasio y 1 L de disolución. ¿Por qué la concentración molar no aumenta si aumentas los moles de la sal?, ¿cuál es su solubilidad?

36. Entra en esta dirección y sigue estos pasos:

- Selecciona el soluto nitrato de cobalto (II). Vacía el recipiente de agua. Pulsando en el cuentagotas, añade 200 mL del soluto en la disolución. Introduce el sensor e indica los moles de soluto añadidos.
- Vierte agua, de 100 mL en 100 mL, hasta llegar a un litro de disolución. Indica y explica cómo se modifica la molaridad que mide el sensor. Calcula los moles finales de soluto.
- ¿Cómo puedes modificar la concentración de la disolución sin añadir más soluto? Comprueba tu respuesta en el simulador.

RESUELVE



smSaviadigital.com **VALORA LO APRENDIDO** > Realiza estas actividades de autoevaluación para comprobar los conocimientos adquiridos.

**Disolución. Tipos de disoluciones**

- 1 Explica las diferencias entre soluto, disolvente, disolución y concentración de una disolución.
- 2 Pon un ejemplo de disolución en la que el disolvente sea gaseoso y el soluto sólido o líquido.

El proceso de disolución

- 1 Explica el proceso por el cual los solutos se disuelven en los disolventes.
- 2 ¿Cuáles la diferencia entre solvatación e hidratación?
- 3 ¿Por qué, en general, los líquidos y los gases se disuelven mejor que los sólidos?
- 4 Indica qué interacciones (soluto-soluto, disolvente-disolvente y soluto-disolvente) son más determinantes para realizar las siguientes operaciones:
 - a) Disolver un sólido en un disolvente líquido.
 - b) Disolver un líquido en un disolvente líquido.
 - c) Disolver un gas en un disolvente líquido.

Concentración de una disolución

- 1 Define molaridad y molalidad.
- 2 ¿Por qué la fracción molar no tiene unidades?
- 3 Se disuelven 10 g de sacarosa en 250 g de agua. Indica la concentración de la disolución en:
 - a) Masa (g) soluto/100 g de disolvente.
 - b) Masa (g) de soluto/100 g de disolución.

Solución: a) 4; b) 3,85
- 4 El agua de mar contiene un 2,8% de cloruro de sodio, NaCl, y tiene una densidad de 1,02 g/cm³ a una cierta temperatura. Calcula el volumen de agua de mar necesario para obtener 1 kg de NaCl.

Solución: 35 L
- 5 Se prepara una disolución con 5 g de NaOH en 25 g de agua destilada. Si el volumen final es de 27,1 cm³, calcula la concentración de la disolución en:

a) Porcentaje en masa.	c) Molaridad.
b) Masa (g) por litro.	d) Molalidad.

Solución: a) 16,7%; b) 184,5 g/L; c) 4,6 M; d) 5 m
- 6 Calcula la fracción molar del soluto del problema anterior.

Solución: 0,083
- 7 En 100 cm³ de una disolución de ácido clorhídrico, HCl, hay 6 g de dicho ácido. Determina:
 - a) La cantidad de esta sustancia en mol.
 - b) La molaridad de la disolución.

Solución: a) 0,16 mol; b) 1,6 M
- 8 ¿Qué cantidad de ácido sulfúrico puro, H₂SO₄, contienen 100 cm³ de disolución 0,2 M de dicho ácido?

Solución: 1,96 g

- 9 Para preparar la disolución del ejercicio anterior disponíamos de H₂SO₄ comercial al 96% y $\rho = 1,84 \text{ g/cm}^3$. Calcula el volumen de ácido que hubo que incluir para obtener los 100 cm³ de disolución 0,2 M.

Solución: 1,1 cm³

- 10 Halla la cantidad, en gramos, de nitrato de potasio, KNO₃, y agua destilada necesarios para preparar un volumen de 250 cm³ de disolución al 20%. Dato: densidad de la disolución = 1,2 g/cm³

Solución: 60 g de KNO₃; 240 g de agua destilada

- 11 Partiendo de una disolución 2 M de ácido nítrico, HNO₃, indica cómo prepararías 1 L de otra disolución del mismo ácido, pero de concentración 1 M.

- 12 Tomamos 10 mL de ácido sulfúrico comercial al 96% y densidad 1,84 g/cm³, y lo añadimos, con precaución, a un matraz de 0,5 L lleno hasta la mitad de agua destilada. Agitamos la mezcla y vertemos más agua destilada, hasta el nivel de 0,5 L. Indica la molaridad y la molalidad de la disolución así preparada.

Solución: 0,36 M; 0,37 m

- 13 Queremos preparar 2 L de disolución de HCl, 0,5 M. Calcula el volumen de HCl comercial al 37,5% y $\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$ que debemos añadir al matraz aforado, así como la cantidad de agua destilada necesaria para completar el volumen de disolución.

Solución: 81,8 mL; 1918,2 mL

- 14 Mezclamos 400 mL de una disolución 0,5 M de hidróxido de amonio, NH₄OH, con 100 mL de una disolución 2 M de la misma sustancia. ¿Qué molaridad tendrá la disolución resultante?

Solución: 0,8 M

Solubilidad

- 1 Define solubilidad e indica sus unidades.
- 2 Indica qué factores hacen variar la solubilidad de una sustancia.
- 3 ¿Cómo se puede preparar una disolución para que se considere sobresaturada?
- 4 ¿Por qué conviene pulverizar lo solutos sólidos y agitados en el seno de la disolución?
- 5 Comenta las siguientes afirmaciones:
 - a) A temperatura constante no hay límite para la cantidad de sal que se puede disolver en un litro de agua.
 - b) Una disolución saturada es aquella que contiene la mayor cantidad posible de soluto.
 - c) Una disolución puede ser saturada y diluida al mismo tiempo.
- 6 Cuando el aire está saturado de vapor de agua, se dice que la humedad relativa es del 100%. ¿A qué se debe la sensación de malestar (calor pegajoso) que experimentamos en un día caluroso de verano con una humedad relativa cercana al 100%?



¿Cómo explicas la sensación de alivio producida por un ventilador en un día asfíxico de verano?

El fenómeno de *El Niño* es una corriente marina cálida en el océano Pacífico. Una de sus consecuencias al llegar a las frías costas peruanas, pobladas de peces, es que las embarcaciones que allí faenan izan sus redes vacías. ¿A qué crees que se debe esto?

Di si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: «Aunque se le considera como una impureza del aire, sin el polvo no habría nubes ni lluvia».

Indica en cuál de estas dos situaciones resulta más dulce un café y por qué:

- a) A uno frío se le añade un terrón de azúcar y no se agita.
- b) A uno caliente se le añade azúcar en polvo y se agita.

Propiedades coligativas

¿Por qué disminuye la presión de vapor de una disolución con respecto a la del disolvente puro?

¿Cuál es la causa por la que disminuye el punto de congelación o aumenta el de ebullición de una disolución con respecto a su disolvente puro?

Define ósmosis y presión osmótica.

¿Qué son las disoluciones isotónicas?

Indica un procedimiento para conocer la masa molar de una sustancia no iónica.

Si dejamos a la intemperie dos botellas de bebidas refrescantes, una endulzada con sacarosa y la otra con edulcorante artificial, en un día de invierno con una temperatura algo inferior a 0°C, comprobamos que, al cabo de un tiempo, la que tiene sacarosa aún está líquida, y la otra, se ha congelado. ¿Por qué?

¿Qué disolvente de los que figuran en la tabla 3.4 sería el ideal para determinar la masa molar de una sustancia (soluble en todos ellos) por crioscopia?

¿Qué pasaría si se regara con agua salada una planta cultivada en maceta?

¿Por qué se hinchan las pasas al meterlas en agua?

Teniendo en cuenta que la congelación de un líquido se produce cuando la presión de su vapor iguala a la del disolvente sólido, ¿qué ocurrirá con la temperatura de congelación de una disolución con respecto a la de su disolvente puro?

Calcula la temperatura de congelación de una disolución formada por 9,5 g de etilenglicol (anticongelante usado en los automóviles cuya fórmula es CH₂OH-CH₂OH) y 20 g de agua.

Solución: -14,25°C

Determina la temperatura de ebullición de la disolución del problema anterior.

Solución: 103,98°C

Se disuelven 2,3 g de un hidrocarburo no volátil en 97,7 g de benceno (C₆H₆). La presión de vapor de la disolución a 20°C es de 73,62 mmHg, y la del benceno es de 74,66 mmHg. Halla la masa molar del hidrocarburo.

Solución: 129,6 g/mol

Suponiendo un comportamiento ideal, ¿cuál sería la presión de vapor de la disolución obtenida al mezclar 500 mL de agua y 90 g de glucosa (C₆H₁₂O₆) si la presión de vapor del agua a la temperatura de la mezcla es de 55,3 mmHg?

Solución: 54,32 mmHg

Averigua cuál será el punto de ebullición de una disolución que contiene 10,83 g de un compuesto orgánico cuya masa molar es 120 g/mol disuelto en 250 g de ácido acético (C₂H₄O₂). Datos: K_e (ácido acético) = 3,07°C kg/mol; T_e (ácido acético) = 118°C

Solución: 119,11°C

Un cierto compuesto contiene 43,2 % de C, 16,6 % de N, 2,4 % de H y 37,8 % de O. La adición de 6,45 g de esa sustancia en 50 mL de benceno (C₆H₆), cuya densidad es 0,88 g/cm³, hace bajar el punto de congelación del benceno de 5,51°C a 1,25°C. Halla la fórmula molecular de ese compuesto.

Dato: K_c (C₆H₆) = 5,02°C kg/mol

Solución: C₆N₂O₄H₄

Si añadimos 12,5 g de una sustancia no iónica a 100 cm³ de agua, a 25°C, la presión de vapor desciende desde 23,8 mmHg hasta 23,0 mmHg. Calcula la masa molar de la sustancia.

Solución: 62,5 g/mol

La presión osmótica de una disolución es 4,2 atm a 20°C. ¿Qué presión osmótica tendrá a 50°C?

Solución: 4,6 atm

A 37°C, el plasma sanguíneo, isotónico con sus glóbulos rojos, tiene una concentración 0,3 M. Si lo introducimos en un suero salino hipotónico, de concentración 0,2 M, ¿qué sucederá?

Una muestra de 2 g de un compuesto orgánico disuelto en 100 cm³ de disolución se encuentra a una presión de 1,31 atm, en el equilibrio osmótico. Sabiendo que la disolución está a 0°C, calcula la masa molar del compuesto orgánico.

Solución: 342 g/mol

Un litro de disolución acuosa de un compuesto líquido contiene 2,02 g del mismo y ejerce una presión osmótica de 800 mmHg a 20°C. Sabiendo que la combustión de 2,350 g de compuesto produce 2,248 g de CO₂ y 0,920 g de H₂O, calcula su fórmula molecular.

Solución: CH₂O₂