

Capítulo 10 Disoluciones II.

En este tema se tratará el comportamiento de las disoluciones, estudiando las propiedades coligativas de las disoluciones de no-electrolitos y de electrolitos. Los ejercicios se han dividido en tres bloques: uno general, el segundo para no-electrolitos, y el tercero para electrolitos.

10.1 Propiedades coligativas.

Ejercicio 10.1. Responder Cierto o Falso: Las propiedades coligativas dependen básicamente de la concentración de las especies en disolución, pero no de su naturaleza particular.

Ejercicio 10.2. De las siguientes propiedades indica la que no es una propiedad coligativa:

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| a. Presión osmótica | b. Conductividad eléctrica |
| c. Descenso crioscópico | d. Ascenso ebulloscópico |

Ejercicio 10.3. Relaciona los siguientes solutos con su carácter:

- | | |
|-------------------|----------------|
| 1. Etilenglicol | a. Volátil |
| 2. Etanol | b. Electrolito |
| 3. Cloruro sódico | c. No-volátil |

Ejercicio 10.4. Razona el porqué cuando nieva se lanza sal sobre la nieve acumulada en las calles o carreteras.

Ejercicio 10.5. Responder Cierto o Falso: Al agua de los radiadores de los automóviles se añade, en invierno, una sustancia llamada etilenglicol para elevar el punto de congelación del agua.

10.2 Disoluciones de no-electrolitos.

Ejercicio 10.6. Responder Cierto o Falso: El descenso de la presión de vapor en una disolución de un soluto no-volátil depende de la concentración de soluto, pero no de su naturaleza particular.

Ejercicio 10.7. ¿Cuál será la presión osmótica de una disolución 0.1 molar, de un soluto no-volátil y no-electrolito, a la temperatura de 27°C?

Ejercicio 10.8. Una disolución 0.40 molal de ácido acético en benceno presenta un descenso crioscópico de 1.02°C. Si la constante crioscópica del benceno es 5.12°C/molal, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?:

- El ácido acético está disociado en iones
- El ácido acético está dimerizado (unión de dos moléculas)
- El ácido acético está como moléculas simples
- Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta

Ejercicio 10.9. Si en una disolución ideal aumentamos la concentración de soluto no-volátil, ¿cuál de los siguientes efectos se producirá?:

- Aumentará la presión de vapor
- Aumentará la presión osmótica
- Aumentará el punto de fusión
- Disminuirá el punto de ebullición

10.3 Disoluciones de electrolitos.

Ejercicio 10.10. Elige la experiencia que en tu opinión permitiría discernir más fácilmente entre la disolución de un electrolito y la de un no-electrolito:

- Midiendo su densidad
- Observando su transparencia

- c. Midiendo su punto de ebullición
- d. Observando su conductividad eléctrica

Ejercicio 10.11. Responder Cierto o Falso: Una disolución acuosa de un electrolito (por ejemplo, NaCl) presenta un punto de congelación más alto que la disolución de una sustancia no-electrolito (por ejemplo urea o sacarosa) de la misma molalidad.

Ejercicio 10.12. La presión osmótica de la lágrima humana es equivalente al de una disolución del 0.9% en peso de cloruro sódico (disolución isotónica). ¿Cuál es esta presión osmótica a 25°C?

Datos: Considerar $d \approx 1 \text{ g cm}^{-3}$; masas atómicas: Na=23.0 Cl=35.5.

Ejercicio 10.13. La composición de la lágrima humana es de un 98.2% de agua y el resto son otras sustancias: Sales (mayoritariamente NaCl), glucosa, urea y proteínas.

a) Con estos datos y el resultado del ejercicio 12, determinar la masa molecular promedio de éstas, es decir, ¿cuál sería la masa molecular de un soluto no-volátil y electrolito tipo NaCl que produjera el mismo efecto, a la misma temperatura? b) ídem para un soluto no-electrolito.

Dato: Tomar $d \approx 1 \text{ g cm}^{-3}$.

Ejercicio 10.14. El descenso crioscópico de la lágrima es 0.56°C. Con este dato y la composición de la lágrima (ejercicio anterior), calcular la masa molecular promedio del soluto, supuesto electrolito tipo NaCl. Compara y comenta los resultados de este ejercicio con los del ejercicio anterior.

Dato: Constante crioscópica del agua = $1.86^\circ\text{C molal}^{-1}$.

10.4 Respuestas a los ejercicios.

10.1. Cierto.

10.2. b. Conductividad eléctrica.

10.3. 1 \rightarrow c, 2 \rightarrow a, 3 \rightarrow b.

10.4. La nieve se funde, se transforma en agua, cuando los automóviles o las personas pasan sobre ella. Al volver a congelarse el agua, debido a las bajas temperaturas (por debajo de cero grados centígrados), se formaría hielo, lo cuál es muy peligroso. Al echar sal se forma una disolución de sal en agua, disminuyendo el punto de congelación del agua (descenso crioscópico), y se evita la formación del hielo.

10.5. Falso.

El soluto, etilenglicol, se añade para disminuir el punto de congelación del agua; este fenómeno es común en todas las disoluciones y constituye una propiedad coligativa.

10.6. Cierto.

El descenso de la presión de vapor es una propiedad coligativa.

10.7. 2.46 atm.

La fórmula que permite calcular la presión osmótica, para un soluto no-volátil y no-electrolito, es:

$$\pi = cRT = 0.1 \times 0.082 \times 300 = 2.46 \text{ atm}$$

10.8. b.

La fórmula que relaciona el descenso crioscópico con la concentración, para un soluto no-volátil y no-electrolito, es:

$$\text{descenso crioscópico} = \text{constante crioscópica} \times \text{molalidad}$$

a partir de la cual calculamos la molalidad:

$$\text{molalidad} = 1.02 / 5.12 = 0.20$$

Si la concentración real, 0.20 molal, es la mitad de la teórica, 0.40 molal, es debido a que las moléculas están asociadas, dimerizadas en este caso $(\text{CH}_3\text{COOH})_2$.

10.9. b.

10.10. d.

La disolución de un electrolito es conductora, mientras que la otra no es conductora. Esto puede observarse fácilmente introduciendo en la disolución los extremos de un cable conductor conectado a una pila y una bombilla de poca potencia. Si la disolución es conductora se encenderá la bombilla. La medida del punto de ebullición también podría utilizarse, pero esta medida es mucho más compleja y requeriría cálculos precisos.

10.11. Falso.

A igualdad de molalidad, una disolución de un electrolito siempre presentará más especies en disolución, debido a la disociación, por lo cual la propiedad coligativa será más acusada. El punto de congelación disminuirá más en una disolución de un electrolito.

10.12. 7.52 atm.

Para una disolución de un electrolito, la presión osmótica es $\pi = i c R T$. Para el NaCl el valor del factor i es 2, ya que el cloruro sódico es un electrolito 1:1, es decir, al disociarse lo hace dando un catión y un anión. La concentración molar de la disolución al 0.9% en peso de NaCl será:

$$c = [0.9 \text{ g NaCl} \times (1 \text{ mol NaCl} / 58.5 \text{ g NaCl})] / 0.1 \text{ L} = 0.154 \text{ molar}$$

donde hemos tomado la densidad de la disolución igual a 1. El valor de la presión

osmótica, a 25°C, será:

$$\pi = 2 \times 0.154 \times 0.082 \times 298 = 7.52 \text{ atm}$$

10.13. a) 117, b) 58.

a) La concentración de un soluto electrolito tendría que ser (ver ejercicio anterior) $c = 0.154$ molar. A su vez $c = (a/M)/V$ donde a representa los gramos de soluto, M su masa molecular y V el volumen; en este caso tenemos 1.8 g de soluto en 0.1 L, ya que tomamos la densidad igual a 1, y por tanto la masa molecular promedio será:

$$M = a/(c \times V) = 1.8/(0.154 \times 0.1) = 117$$

b) Para un soluto no-electrolito que produjera la misma presión osmótica, la concentración tendría que ser el doble $c = 0.308$ molar. Entonces la masa molecular tendría que ser la mitad $M = 58$.

10.14. 122.

La fórmula del descenso crioscópico de un electrolito es:

$$\text{descenso crioscópico} = i \times \text{constante crioscópica} \times m$$

Sabiendo que el descenso crioscópico es 0.56°C, y que para un electrolito tipo NaCl el valor del factor i es 2, obtenemos la molalidad:

$$m = 0.56/(2 \times 1.86) = 0.15 \text{ molal}$$

Por la definición de molalidad $m = (a/M)/b$, donde a representa los gramos de soluto, M su masa molecular y b los Kg de disolvente; en este caso tenemos 1.8 g de soluto en 98.2 g de agua y, por tanto, la masa molecular promedio será:

$$M = a/(m \times b) = 1.8/(0.15 \times 0.0982) = 122$$

Este valor difiere ligeramente del valor obtenido en el ejercicio anterior, puesto que las ecuaciones utilizadas son sólo aproximadas a las concentraciones de la lágrima.