

OBJETIVOS

- Calcular el peso molecular de un soluto desconocido, por medio del descenso crioscópico.
- Determinar los factores que influyen en el descenso del punto de congelación de un solvente.
- Determinar la constante crioscópica K_f de un solvente.
- Definir el punto de congelación de una solución.
- Observar la influencia del peso molecular de un solvente en la determinación de su constante crioscópica.
- Reconocer la importancia de las propiedades coligativas tanto a nivel químico, como a nivel industrial.
- Observar como varía el punto de congelación de un solvente puro a medida que se le agrega un soluto.
- Conocer la constante crioscópica del fenol a partir de su calor de fusión a su temperatura de fusión.
- Investigar que expresa la i en la ecuación para el descenso crioscópico para electrolitos disociables.

DATOS Y OBSERVACIONES

En un tubo de ensayo de los de menor diámetro, vertimos 10 ml de ácido acético, medidos con pipeta volumétrica. Introdujimos el termómetro y un agitador, calentando hasta 30°C.

Luego lo sumergimos en un beaker con agua y hielo. Esperamos a que la temperatura del ácido acético bajara a 28 ó 29°C, y desde este momento comenzamos a medir la temperatura cada 15 segundos agitando continuamente tanto el ácido acético como el agua con hielo, hasta observar la formación de los primeros cristales del ácido acético. continuamos midiendo hasta obtener el punto de congelación, lo cual ocurrió a una temperatura de 14°C.

En intervalos de 15 segundos se obtuvieron las siguientes temperaturas:

Se leen de arriba hacia abajo y de izq. a derecha

29.0	23.5	20.0	17.9	15.8	14.2	13.6
28.9	22.9	19.8	17.6	15.6	14.0	13.8
28.5	22.7	19.4	17.3	15.4	13.9	13.9
27.1	22.1	19.2	17.1	15.2	13.9	13.9
26.5	21.9	19.1	16.9	15.0	13.8	14.0
26.2	21.6	18.9	16.6	14.9	13.6	14.1
25.6	21.2	18.5	16.4	14.7	13.5	14.0
25.1	20.9	18.3	16.1	14.6	13.4	14.0
24.8	20.3	18.1	16.0	14.4	13.3	14.0

El ácido acético del procedimiento anterior lo calentamos para aumentar su temperatura hasta 28°C. Luego le adicionamos 0.5 gramos de ácido benzoico y esperamos a que su temperatura bajara a los 24°C para repetir el procedimiento anterior. Nos dimos cuenta, experimentalmente que, su punto de congelación fue de 12°C

Los resultados fueron los siguientes:

Se leen igual que la tabla anterior

25.0	21.3	18.1	16.2	14.7	13.8	12.5	11.4
24.5	20.7	17.9	16.0	14.6	13.6	12.4	11.3
24.3	20.4	17.7	15.8	14.6	13.6	12.2	11.2
23.9	20.2	17.5	15.6	14.4	13.4	12.1	11.5
23.3	19.9	17.3	15.5	14.3	13.2	11.9	11.8
23.0	19.4	17.0	15.3	14.1	13.1	11.8	11.9
22.5	18.9	16.8	15.2	14.0	13.1	11.7	12.0
21.8	18.6	16.6	15.1	13.8	12.9	11.5	12.0
21.6	18.4	16.4	14.9	13.8	12.7	11.5	12.0

Luego de esto lavamos el tubo de ensayo y le agregamos nuevamente 10 ml. de ácido acético y le adicionamos 0.5 gr. de muestra problema, pesados en balanza analítica, y lo diluimos sin que la temperatura pasara de los 28°C. Luego de esto esperamos a que la temperatura bajara a unos 25°C y repetimos los procedimientos anteriores. Se tuvieron algunos problemas en cuanto a que la temperatura de congelación de la muestra era de aproximadamente 10°C y a nosotros se nos congeló a los 4°C. Para llegar a ésta conclusión tuvimos en cuenta en el experimento nos tocó sacar el tubo de ensayo que contenía la muestra problema del tubo de mayor diámetro y sumergirlo de lleno en el balde con hielo y agua para que pudiera llegar a su punto de congelación. Suponemos que el problema sucedió al no diluir bien el ácido acético con la muestra problema.

25.0	20.1	16.9	14.4	12.9	11.6	11.2	10.5
24.7	19.7	16.6	14.1	12.7	11.5	11.4	10.3
24.2	19.4	16.5	14.0	12.5	11.5	11.4	10.7
23.9	19.1	16.2	13.9	12.4	11.5	11.5	10.7
23.4	18.9	16.1	13.8	12.3	11.4	11.2	10.8
22.9	18.5	15.9	13.6	12.1	11.4	11.2	10.9
22.1	18.2	15.8	13.5	12.1	11.4	11.1	10.8
21.8	18.0	15.5	13.4	12.0	11.3	11.0	10.7
21.5	17.8	15.1	13.3	12.0	11.2	10.9	9.5
21.1	17.5	15.0	13.1	11.9	11.2	10.9	7.3
20.9	17.4	14.8	13.0	11.9	11.3	10.7	6.9
20.5	17.2	14.6	12.9	11.7	11.3	10.6	4.0

Donde se ve en la última columna un cambio brusco de la temperatura, nos indica que fue el momento en donde se sacó el tubo de ensayo. Y se introdujo al agua con hielo.

CALCULOS

Realizar un Gráfico de T vs Tiempo para el solvente puro y las dos soluciones y calcular el descenso del punto de congelación de éstas últimas

SOLVENTE PURO

SOLVENTE CON ÁCIDO BENZÓICO:

SOLVENTE CON MUESTRA PROBLEMA:

Evaluar la constante crioscópica del solvente:

Calcular el porcentaje de error en la evaluación de la constante crioscópica:

ANÁLISIS DE CÁLCULOS Y RESULTADOS

En el desarrollo de la práctica se da un sistema abierto que se encuentra en contacto con la atmósfera, en el que ligándonos al parámetro las fases condensadas eran de 1 atmósfera pero cada una de estas fases podía ejercer una presión de vapor.

Las curvas de presión de vapor como función de la temperatura que se dan para los disolventes puros y para las disoluciones, muestran de una forma mas o menos clara su proximidad al punto de congelación.

Para estos diagramas se da que el sólido, cuya presión de vapor no esta afectada por la presencia del soluto en la disolución, está en equilibrio con la disolución a temperatura más baja que la que corresponde al equilibrio con el disolvente puro. A partir de esto se puede deducir la ecuación para determinar la constante crioscópica, que no depende sino de las características propias y particulares del disolvente considerándose como una propiedad coligativa.

La forma de obtener la constante crioscópica es igualando los resultados obtenidos, el que resulta de evaluar el descenso en el punto de congelación como resultado del descenso de la temperatura con el de la evaluación del efecto combinado de la adición del soluto y el descenso de la temperatura de la disolución.

Esta constante también pudo haberse hallado igualando los potenciales químicos del disolvente sólido y del disolvente en la solución, que se puede realizar de una forma muy similar a como lo realizamos en el laboratorio de presión de vapor.

La elección del disolvente esta determina, en la mayoría de las ocasiones por la solubilidad y reactividad química de la sustancia, cuyo peso molecular se quiere medir. Se consiguen resultados de mayor garantía cuando se utiliza un disolvente cuya constante de descenso del punto de congelación tenga un valor elevado.

SOLUCIÓN AL CUESTIONARIO

¿Cómo se define el punto de congelación de un líquido?

El punto de congelación de un líquido es la temperatura a la cual, las fases sólida y líquida de una sustancia pueden coexistir entre sí bajo una presión determinada constante.

¿Se tiene dos soluciones acuosas una glucosa (PM =180) 0.1 molal y otra de sacarosa (PM =342) 0.1 molal Cual de las dos presenta mayor descenso crioscópico

El descenso crioscópico en una solución está dado por:

$$T = K_f m$$

donde m es la molalidad del soluto en moles por kilogramo de solvente. En este caso tanto la solución de

sacarosa como la de glucosa tienen igual molalidad, y como ambas son soluciones acuosas, la constante crioscópica de ambas es la misma y corresponde a la constante crioscópica del agua. Por lo tanto, el descenso crioscópico para ambas soluciones es el mismo.

Además, el descenso crioscópico es una propiedad coligativa, por lo que depende de la concentración del soluto en el solvente y no de su naturaleza, y como para ambas soluciones las concentraciones son iguales, entonces el descenso crioscópico para ambas es el mismo.

¿Consultar y mostrar en un diagrama presión vs temperatura como se ilustra la disminución del punto de congelación?

Ya hemos visto la relación directa entre la disminución de la presión de vapor y la fracción mol del disolvente. Los efectos del soluto sobre los puntos de congelación y de ebullición del solvente también están relacionados con la concentración de la solución. Si examinamos detalladamente la presión de vapor de una solución, encontraríamos un desplazamiento de las curvas de congelación y ebullición del disolvente, como se observa en la siguiente figura (los datos de esta figura representan el comportamiento de una solución 1 molar de un soluto molecular, tal como el azúcar, disuelto en agua. Así la presencia de 1 mol de un soluto molecular en 1000 gr. de agua abate el punto de congelación normal en 1.86° y eleva el punto de ebullición normal en 0.51°):

1 atm

\

¿Para solutos electrolitos y disociables la ecuación para el descenso crioscópico se escribe así: $\Delta T = i K_f m$ Que expresa la i en esta ecuación?

La i expresa el número de moléculas del compuesto, es decir, en el caso del CaCl_2 , el número de moléculas es tres, entonces la i será tres.

La explicación de esto es que un mol de electrolito se disocia en el solvente. A consecuencia de esta disociación, en la solución no habrá una mol de partículas sino dos o tres, o el número de moléculas del compuesto, lo que no ocurre con los no electrolitos como por ejemplo la sacarosa que al disolverse en agua produce un mol de partículas y por lo tanto, una solución que se identifique como 1m, tendrá un punto de congelación de 1.86°C más bajo que el agua pura, mientras que una solución marcada NaCl 1m tendrá un punto de congelación de $2 \times 1.86 = 3.72^\circ\text{C}$ mas bajo que el agua pura.

¿Tres aplicaciones prácticas de las propiedades coligativas?

Las cuatro propiedades coligativas, descenso crioscópico, disminución de la presión de vapor, aumento en el punto de ebullición y presión osmótica, son consecuencia de la reducción de potencial químico que se produce en el disolvente debido a la adición del soluto. Las propiedades coligativas se emplean en la determinación de pesos moleculares y coeficientes de actividad. La presión osmótica es especialmente útil para calcular pesos moleculares de los polímeros y de sustancias nuevas que se caracterizan por primera vez, incluyendo especies biológicas tales como ácidos nucleicos y proteínas.

Otro uso que se le da a las propiedades coligativas en la industria es para la criogenésis.

Consultar cuál es calor de fusión del fenol a su temperatura de fusión y determinar su constante crioscópica.

El calor de fusión del fenol es 173000 cal / mol a su temperatura de fusión que es de 313.9 K . El peso

molecular del fenol es 94 grs. / mol. A partir de la ecuación 2 que aparece en la guía podemos calcular la constante crioscópica para el fenol, así:

$$K_f = RT_f^2 M / (H_{\text{fusión}} 1000 \text{ gr./kg.})$$

$$K_f = [(1.987 \text{ cal/mol K})(313.9 \text{ K})^2 (94 \text{ grs./mol})] / [(173000 \text{ cal/mol})(1000 \text{ gr./kg.})]$$

$$K_f = 0.106 \text{ kg. K / mol.}$$

CONCLUSIONES

- El punto de fusión y el de congelación para una sustancia pura a una determinada presión, están a la misma temperatura.
- El punto de congelación de una sustancia pura desciende cuando a la sustancia se le adiciona un soluto.
- El descenso en el punto de congelación es muy utilizado actualmente en diferentes procesos industriales.
- El descenso en el punto de congelación es una consecuencia directa de la disminución de la presión de vapor por parte del solvente al agregarle un soluto.
- El proceso de congelación, al igual que el de fusión y el de evaporación son procesos isotérmicos. Esto debido a que el calor ganado o perdido por la sustancia es liberado en su transformación de un estado a otro.
- El cambio en la presión trae como consecuencia un cambio en el punto de ebullición, congelación y fusión.
- Las propiedades de una solución que depende de la concentración de las partículas de soluto y no de su identidad se conocen como propiedades coligativas.
- Las propiedades coligativas incluyen disminución de la presión de vapor, elevación del punto de ebullición, descenso del punto de congelación y de la presión osmótica.
- A partir de las propiedades coligativas se puede determinar el peso molecular de un soluto desconocido. Además, en la industria son utilizadas también para la criogénesis.
- La presencia de un soluto siempre disminuye el punto de congelación si éste es insoluble en la fase sólida.
- La disminución, o descenso del punto de congelación, hace que la línea de equilibrio sólido – líquido se desplace a la izquierda en el diagrama de fase.
- Soluciones de solutos con pesos moleculares diferentes diluidos en un mismo solvente a una misma concentración tienen la misma constante crioscópica para el solvente.
- El factor i se define como la razón del efecto coligativo producido por una concentración m de electrolito diluida por el efecto observado para la misma concentración de un no-electrolito.
- El punto de congelación de un líquido es la temperatura a la cual las fases sólida y líquida de una

sustancia pueden coexistir entre sí.

BIBLIOGRAFÍA

- MAHAN, Bruce H. Química, curso universitario. Santafé de Bogotá: Fondo Educativo Interamericano S.A., 1977. Pág. 138, 149, 332–336.
- SLABAUGH, Wendell H, PARSONS, Thera D. Química General. México: Editorial Limusa–Wiley, 1968. Pág. 180.
- LEVINE, Ira N. Fisicoquímica. Madrid McGRAW HILL Interamericana de España S.A., 1991. Pág. 227, 368–381, 405–408.
- RUSSELL, John B. Química General. Santafé de Bogotá: Editorial McGRAW HILL Latinoamericana S.A., 1985. Pág. 280.
- CASTELLAN, Gilbert W. Fisicoquímica. EEUU: Addison–Wesley Iberoamericana S. A., 1987. Pág. 297, 301.

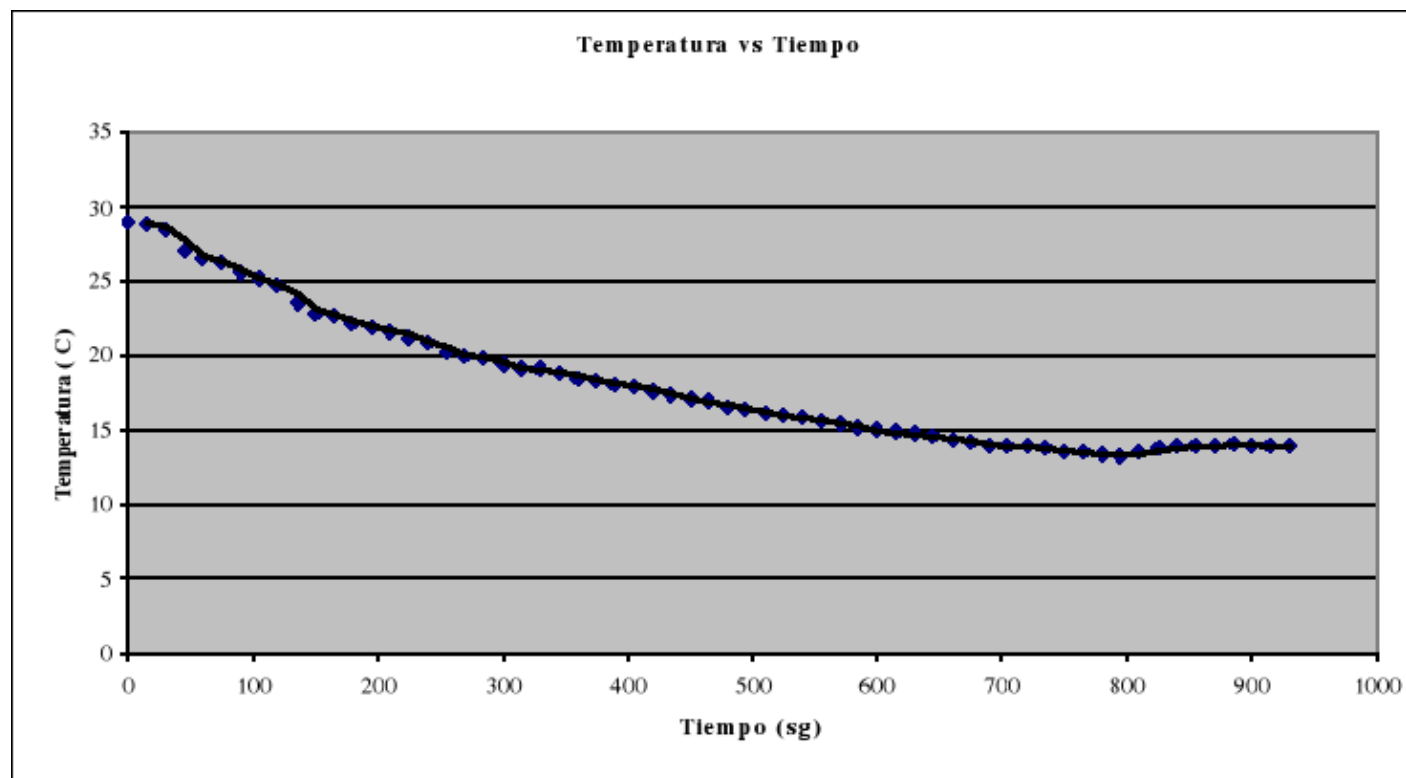
P

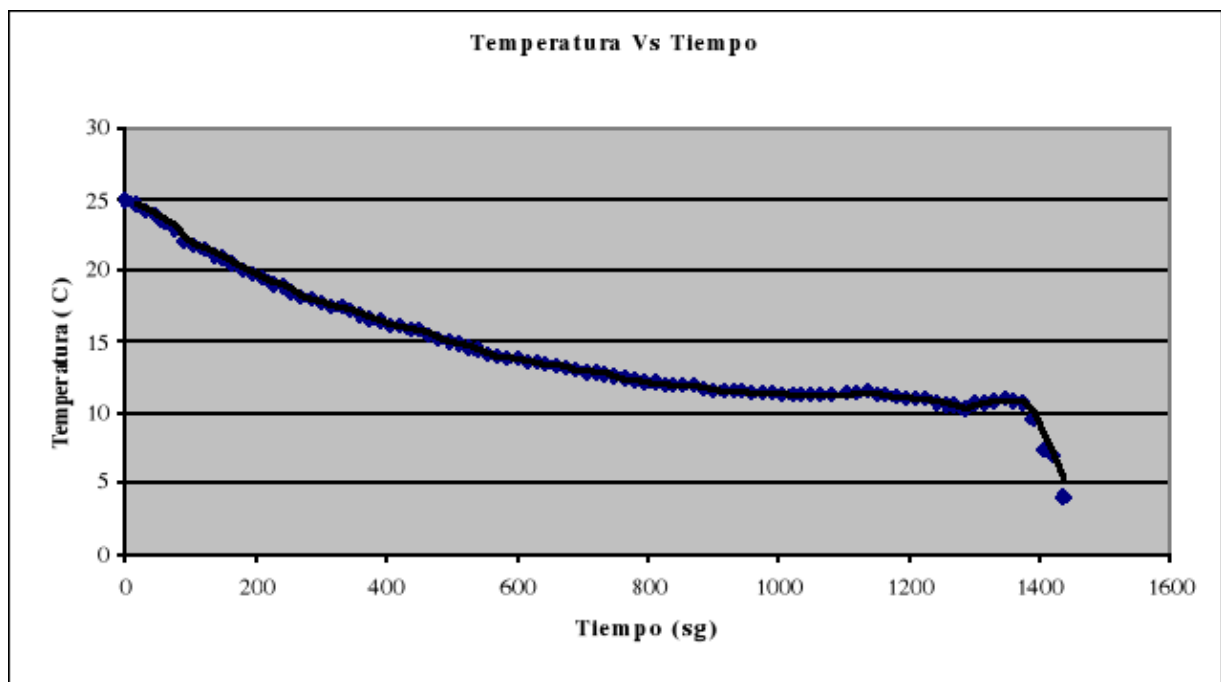
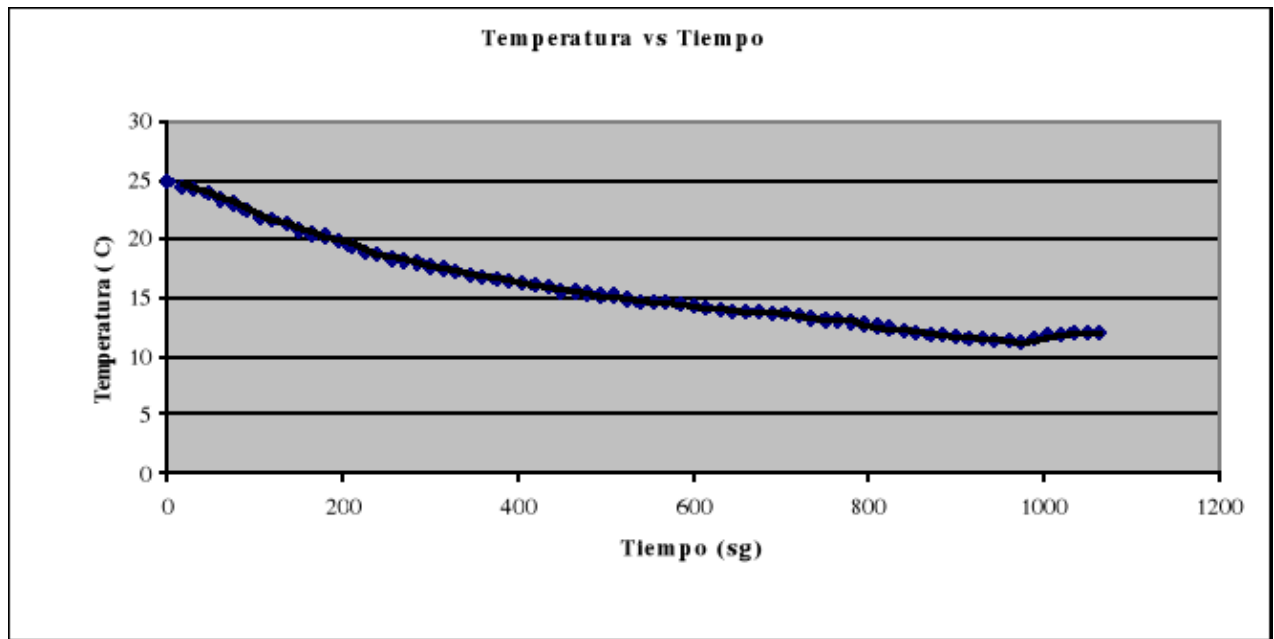
a

b

T

T¹ T₁ T_b T^b





$$K_f = \frac{R \cdot (T_f)^2 \cdot M}{\Delta H_f \cdot 100.000}$$

$$R = 1.987 \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$$

$$T_f = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$M = 60 \text{ gr}$$

$$\Delta H_f = 36.22 \text{ gr} \cdot \text{cal}$$

$$K_f = 2.7112 \frac{\text{Kg} \cdot (^\circ\text{K})}{\text{mol}}$$

$$\%E = \left(\frac{K_{fT} - K_{fex}}{K_{fT}} \right) * 100$$

$$\%E = \frac{3.5379 - 2.7112}{3.5379} = 23.3669\%$$