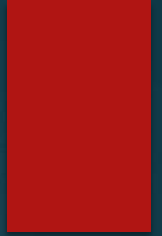


Propiedades coligativas



Objetivo

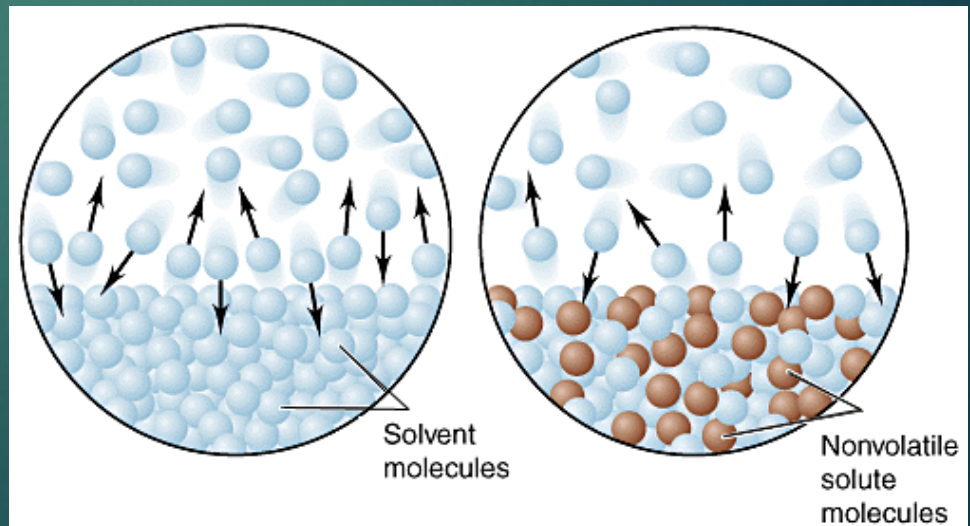
- ▶ Estudiar el equilibrio de una reacción de disolución para determinar las propiedades termodinámicas asociadas a ésta

OBJETIVOS PARTICULARES

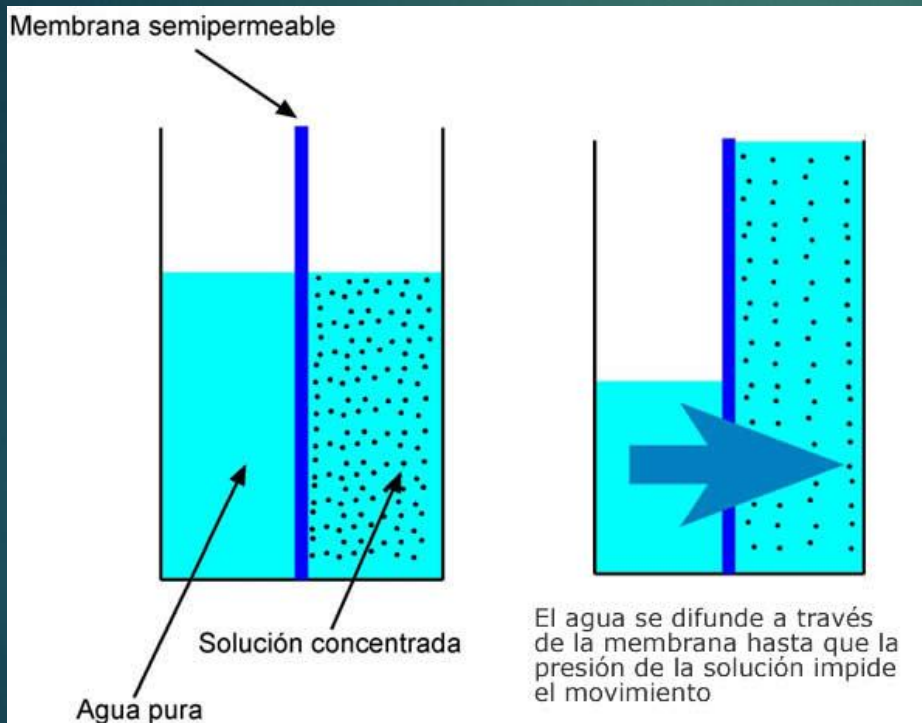
- ▶ a) Determinar la solubilidad del KNO_3 a diferentes temperaturas
- ▶ b) Determinar la influencia de la temperatura sobre la solubilidad del KNO_3 y sobre la constante de equilibrio
- ▶ c) Obtener la constante de producto de solubilidad del KNO_3
- ▶ d) Obtener la constante de equilibrio de disolución del KNO_3
- ▶ e) Obtener las propiedades termodinámicas G , H , y S para la reacción de disociación del KNO_3

Propiedades coligativas

- ▶ Las propiedades coligativas dependen de la concentración del soluto y son independientes de su naturaleza.



Propiedades coligativas

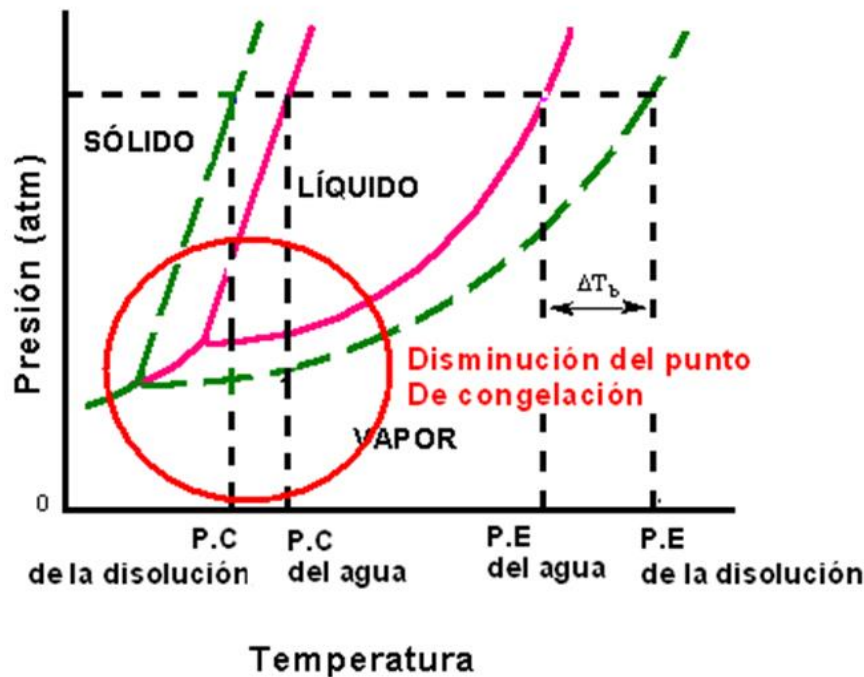


- ▶ Disminución de la presión de vapor
- ▶ Descenso de la temperatura de congelación
- ▶ Aumento de la temperatura de ebullición
- ▶ Presión osmótica.

DESCENSO RELATIVO DE LA PRESIÓN DE VAPOR - Ley de Raoult

$$P' = X_d P$$

- ▶ Cuanto más soluto añadimos, menor es la presión de vapor observada. La formulación matemática de este hecho viene expresada por la observación de Raoult de que el **descenso relativo de la presión de vapor del disolvente en una disolución es proporcional a la fracción molar del soluto**



Constantes crioscópicas y ebulloscópicas de la leche

PUNTO DE CONGELACIÓN:

- El valor promedio es de -0.54°C (varía entre -0.513 y -0.565°C). Como se aprecia es menor a la del agua, y es consecuencia de la presencia de las sales minerales y de la lactosa.

PUNTO DE EBULLICIÓN:

- La temperatura de ebullición es de 100.17°C .

CALOR ESPECÍFICO:

- La leche completa tiene un valor de $0.93 - 0.94$ cal/g $^{\circ}\text{C}$, la leche descremada 0.94 a 0.96 cal/g $^{\circ}\text{C}$

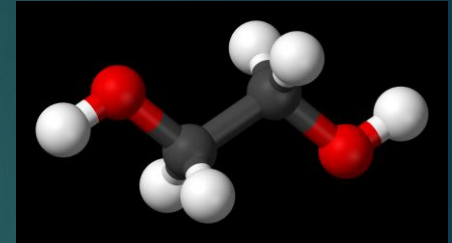


- ▶ La medición experimental del descenso de la temperatura de solidificación, es un método sencillo que es empleado para la determinación de masas molares de compuestos orgánicos.

¿Anticongelantes para automóviles? Refrigerante

▶ C₂H₆O₂

Composición del anticongelante Aunque la formulación del líquido **refrigerante** puede variar en función del país de destino, la **composición** básica de la mezcla es la siguiente: **45-75% de agua** desionizada o desmineralizada. **25-50% de etilenglicol**.



▶ $-\Delta T = K_f * m$ $K_f =$

50 g H₂O 50 g Etilen glicol
75g agua 25 g Etilen glicol
T eb, T congelación



Acong) Moles etglic = 0.8 moles
m = 16.64 molal
 $\Delta T = K_f * m = 1.86 * 16.64 = \Delta$
T = -- 30.95°C
Aeb) T = 0.52 * 16.64 =
T = 8.65 = 108.65°C

¿Como depende la temperatura de fusión de la solución (T) con respecto al número de moléculas de soluto presente?

- ▶ Se puede partir de la siguiente expresión obtenida en condiciones de equilibrio termodinámico.

$$\Delta T = - \left(\frac{MRT_0^2}{\Delta H_f} \right) m / (1 + Mm) \quad (1)$$

Donde:

- ▶ m es la molalidad
- ▶ M masa molar del solvente
- ▶ ΔH_f la entalpía de fusión del solvente
- ▶ R la constante universal de los gases.
- ▶ T_0 es Temperatura de fusión solvente puro

Soluciones muy diluidas

- ▶ Entonces “m” se aproxima a cero y T a T_0 (temperatura de fusión del solvente puro).
- ▶ El valor límite de la derivada la ecuación se transforma en:

$$- \left(\frac{dT}{dm} \right)_{p, m \rightarrow 0} = \frac{MRT_0^2}{\Delta H_f} = K_f \quad (2)$$

- ▶ Donde K_f se denomina constante de descenso de la temperatura de congelación o constante crioscópica y depende sólo de las propiedades del solvente puro.

$$K_f = \frac{MRT_0^2}{\Delta H_f} \quad (3)$$

Calculo del abatimiento de la temperatura de fusión

Se puede evaluar de manera sencilla por medio de la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} -\Delta T_f &= K_f m & K_f &= -T/m = K \text{ Kg/mol} & (4) \\ Y &= m X \end{aligned}$$

Donde:

ΔT es la disminución de la temperatura de congelación.

K_f es la constante crioscópica o constante de descenso de la temperatura de fusión

m es la molalidad de la solución que se calcula como:

$$m = n_2 (\text{kg de disolvente})^{-1} \quad (2)$$

n_2 es el número de moles de soluto.

Determinación de masa molar del soluto

La ecuación entre el descenso de la temperatura de congelación y la concentración molar del soluto en una solución ideal diluida

Se emplea a menudo para determinar masa molar del soluto (M_2) disuelto, para esto m se expresa como:

$$m = w_2 \cdot 1000 / w_1 \cdot M_2 \quad (5)$$

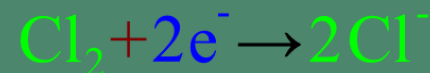
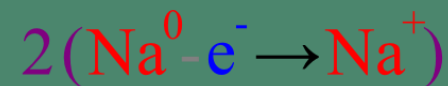
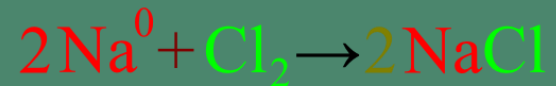
w_1 gramos de solvente, w_2 gramos de soluto.

Disolución de un electrolito fuerte

- ▶ Para una disolución acuosa diluida (0.001 m) de un electrolito fuerte (NaCl) su disociación es prácticamente completa, por ejemplo:



Para cada molécula de cloruro de sodio (solute) se producen 2 partículas (iones), así que la concentración total de partículas es el doble de las que había originalmente antes de su disolución.



Para el cloruro de calcio:

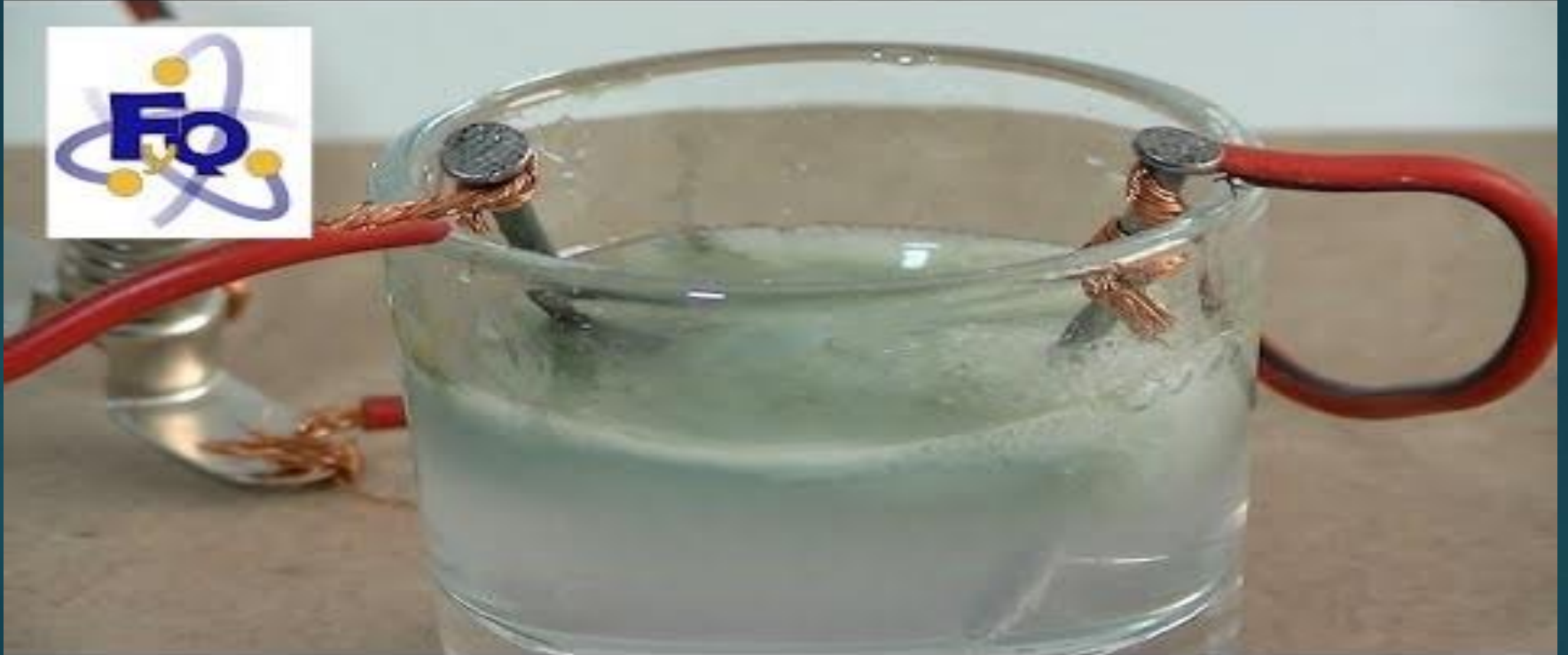


Se producen 3 partículas (iones), por lo que la concentración total de partículas es el triple; por lo que el abatimiento de la temperatura de fusión se evalúa como.

$$\Delta T = i K_f m \quad (3)$$

Donde $i =$ es el factor de van't Hoff.

Electrolitos y no electrolitos



http://www.librosite.net/data/glosarios/petrucci/videos/ca-p5/electrolitos_y_no_electrolitos.htm



Solución 0,1 M	Clasificación
HCl	Electrolito fuerte
C ₂ H ₅ OH	Electrolito débil
NaCl	Electrolito fuerte
H ₂ O (potable)	Electrolito fuerte
H ₂ O (destilada)	Electrolito débil
NH ₃	Electrolito fuerte
C ₆ H ₁₂ O ₆	Electrolito débil

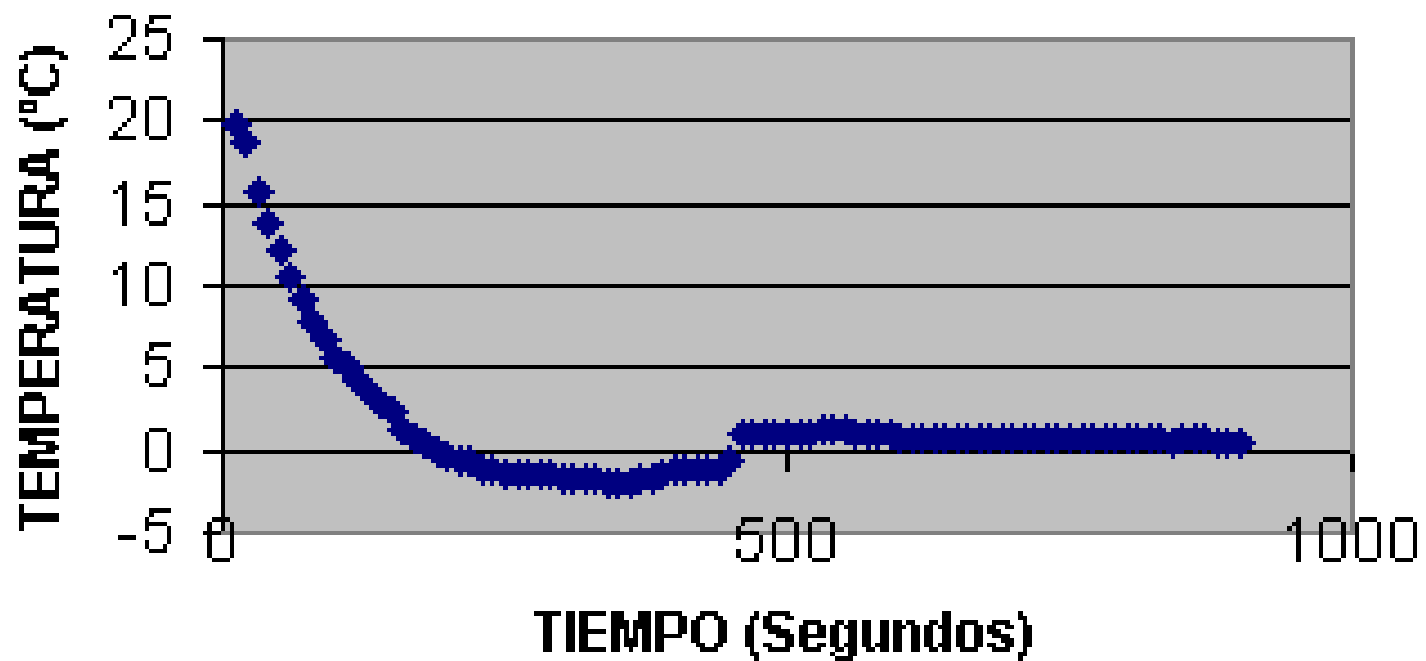
II. OBJETIVOS PARTICULARES.

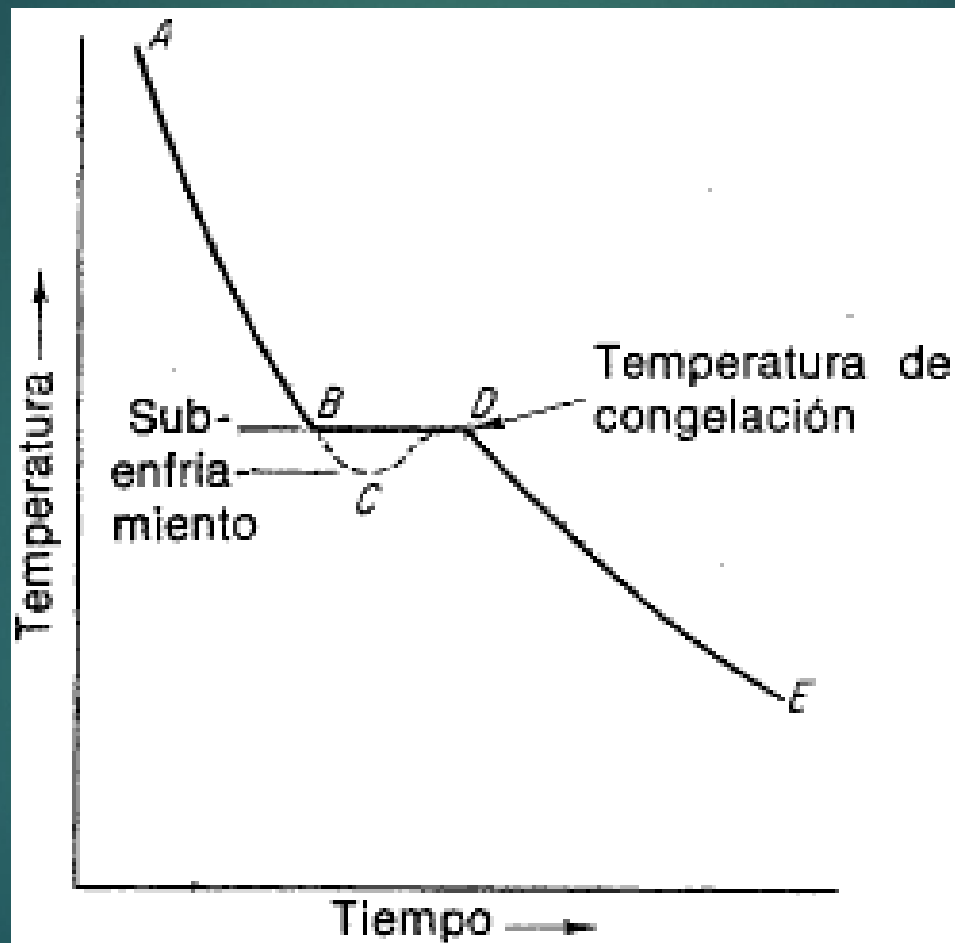
- ▶ **a.** Determinar la temperatura de congelación de disoluciones acuosas de un no electrolito, a diferentes concentraciones, a partir de curvas de enfriamiento.
- ▶ **b.** Calcular la constante crioscópica del agua con base en el efecto de la concentración de un no electrolito sobre la temperatura de congelación del agua.

Cuadro 1. Variables, hipótesis y propuesta del diseño de experimento.



Grafico del Punto de Congelacion del agua





Curva de enfriamiento para un metal puro; ABDE ideal, ABCDE real.

A.3. MATERIAL Y REACTIVOS.

Reactivos.

Agua destilada

Soluciones acuosas de urea
(0.15, 0.3, 0.45, 0.60 molal)

Soluciones acuosas de NaCl
(0.15, 0.30, 0.45, 0.60 molal)

Sal de grano (NaCl)

Hielo

Materiales.

5 tubos de ensayo de 15 mL

Vaso de precipitados de 600 mL

Vaso de unicel con tapa de un
litro

Termómetro en décimas de
grado de -10 a 32°C o digital

Cronómetro

8. Calcular los gramos de soluto de - (a) urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, (b) dextrosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) (c) NaCl , (d) CaCl_2 - que hay que adicionar a 50 g de agua para obtener las soluciones con las siguientes concentraciones molales. (Tabla 1).

Tabla 1. Preparación de soluciones. Cantidad de soluto (g) en 50 g de agua

m (mol/kg)	Gramos de urea	Gramos de dextrosa	Gramos de NaCl	Gramos de CaCl_2
0.15	0.45	1.35	0.44	0.83
0.30	0.90	2.70	0.88	1.66
0.45	1.35	4.05	1.31	2.50
0.60	1.80	5.40	1.75	3.33

Ejercicio practica 5. determina con los datos de NaCl las concentraciones correspondientes:

% (m/m)	g/50 ml sol	Vol. solución	Masa Solvente	Moles soluto	<i>m</i> molalidad	M Conc. molar	<i>densidad</i> 25 °C
1	0.5						1.00409
2	1						1.01112
4	2						1.02530
8	4						1.05412
12	6						1.08365
16	8						1.1401
20	10						1.14533
24	12						1.17776
26	13						1.19443

A.4. METODOLOGÍA EMPLEADA.

Describir detalladamente en el cuadro 2 la metodología empleada después de haber realizado el experimento.

Cuadro 2. Materiales y método utilizados.

1. Por medio del simulador determina las temperaturas de congelación.
 - A) Indica mediante el selector que solvente usaras, en este caso Agua.
 - B) Indicar mediante el selector de masa del solvente la cantidad requerida que serán 50g.
 - C) En la sección del soluto seleccionar primero el cloruro de sodio.
 - D) Seleccionar los gramos de soluto (según los cálculos de concentraciones molales que se indican en el previo) equivalentes a la concentración 0.15 m.
 - E) Repetir ajustando la cantidad de soluto en gramos que equivalen a las concentraciones de 0.3, 0.45 y 0.6 m.
 - F) Seguir el mismo procedimiento para CaCl_2
 - G) Debido a que el simulador no maneja Urea o Dextrosa, seberas calcular adicionalmente los gramos requeridos para preparar las mismas concentraciones para sacarosa
 - H) Proceder a determinar las temperaturas de congelación de la sacarosa utilizando la misma metodología.

<https://www.geogebra.org/m/bcdtuz3w#material/EqVegQcc>

Recibidos x Recibidos x Recibidos x Clases x Trabajo e x 1308-Lab x Curso: 13 x PROPIED x simulado x Propieda x +

geogebra.org/m/bcdtuz3w#material/EqVegQcc

Aplicaciones ini My Insurance Wallet https://forms.office... pensión Otros favoritos

Geogebra CREA UNA CLASE

Propiedades Coligativas de las Disoluciones

Disolvente: Agua
Punto de Ebullición: 100 °C
Punto de Fusión: 0 °C
Constante Crioscópica K_p : 1.85 °C·Kg/mol
Constante Ebulloscópica K_b : 0.52 °C·Kg/mol

Temperatura (°C)
-0.11 °C

Empezar
Reiniciar

Hot Cold

Disolventes

- Agua
- Alcanfor
- Benceno
- Tetracloruro de carbono

100 gramos

Solutos

- Cloruro de calcio CaCl_2
- Cloruro de sodio NaCl
- Sacarosa $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

2 gramos

TABLA 1. Datos experimentales de tiempo y temperatura para el agua

	Temperatura (°C)				
Sistema	H ₂ O	H ₂ O / urea			
tiempo (min)	0.0 m	0.25 m	0.50 m	0.75 m	1.0 m
0.0					
0.5					
1.0					
1.5					
2.0					
2.5					
3.0					
3.5					
4.0					
4.5					
5.0					
5.5					
6.0					
6.5					
7.0					
7.5					
8.0					

TABLA 2. Datos experimentales de tiempo y temperatura para el agua y las soluciones de dextrosa.

	Temperatura (°C)				
Sistema	H ₂ O	H ₂ O / dextrosa			
tiempo (min)	0.0 m	0.25 m	0.50 m	0.75 m	1.0 m
0.0					
0.5					
1.0					
1.5					
2.0					
2.5					
3.0					
3.5					
4.0					
4.5					
5.0					
5.5					
6.0					
6.5					
7.0					
7.5					

	Temperatura (°C)				
Sistema	H ₂ O	CaCl ₂ / H ₂ O			
tiempo (s)	0.0 m	0.15 m	0.30 m	0.45 m	0.60 m



TABLA 6. Valores de la temperatura de congelación para el agua y de

Sistema	g soluto	m (mol/Kg)	t (°C)	T (K)	ΔT (K) = $T_0 - T_{sol}$
Urea /Agua		0.00	0.00		
	0.45	0.15	-0.33		
	0.9	0.30	-0.66		
	1.35	0.45	-0.83		
	1.80	0.60	-1.16		
Dextrosa		0.00	0.00		
	1.35	0.15	-0.33		
	2.7	0.30	-0.51		
	4.05	0.45	-0.83		
	5.4	0.60	-0.96		
Sacarosa	2.56	0.15			
	5.13	0.30			
	7.69	0.45			
	10.26	0.60			

TABLA 7. Valores de la temperatura de congelación del agua y de las disoluciones de cloruro de sodio y cloruro de sodio.

m / (moles kg ⁻¹)	t / (°C) en el equilibrio	T / (K)	$\Delta T / (K) = T_0 - T_{sol}$
Agua / NaCl			
0.0			
0.15			
0.30			
0.45			
0.60			
Agua / CaCl ₂			
0.15			
0.30			
0.45			
0.60			

T_0 = temperatura de congelación del agua pura

T_{sol} = temperatura de congelación de la solución

$$\Delta T = K_f m$$

$$Y = m X$$

A.6. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS.

- ▶ **1.** Trazar las curvas de enfriamiento (temperatura en función del tiempo) para cada sistema, utilizando los datos de las tablas 1 y 2.
- ▶ **2.** Construir el gráfico de la disminución de la temperatura de congelación en función de la concentración de las disoluciones de urea y dextrosa, sacarosa. Utilizando los datos de la tabla 3.
- ▶ **3.** Construir el gráfico de la disminución de la temperatura de congelación en función de la concentración de las disoluciones de sacarosa, de cloruro de sodio, cloruro de calcio. Utilizando los datos de la tabla urea y dextrosa.



ΔT

m

$$-\Delta T = K_f m$$

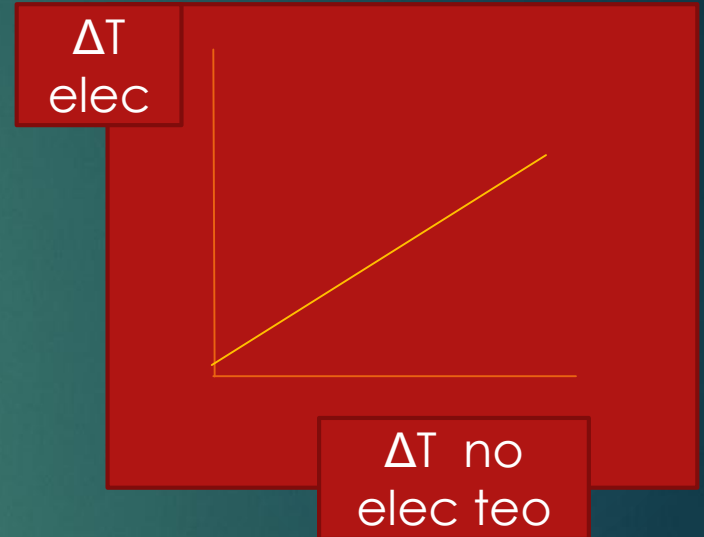
$$\Delta T = T_{\text{sol}} - T_{\text{sol}}^{\text{puro}}$$

$$\Delta T = T_{\text{puro}} - (T_{\text{sol}})$$

$$T = i K_f m$$

A.6. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS.

- ▶ 4. Construir el gráfico de la disminución de la temperatura de congelación en función de la temperatura congelación de las disoluciones de urea, dextrosa teórico y de cloruro de calcio, cloruro de sodio. Utilizando los datos de la tabla.



Abatimiento
temperatura teórico
para no electrolito

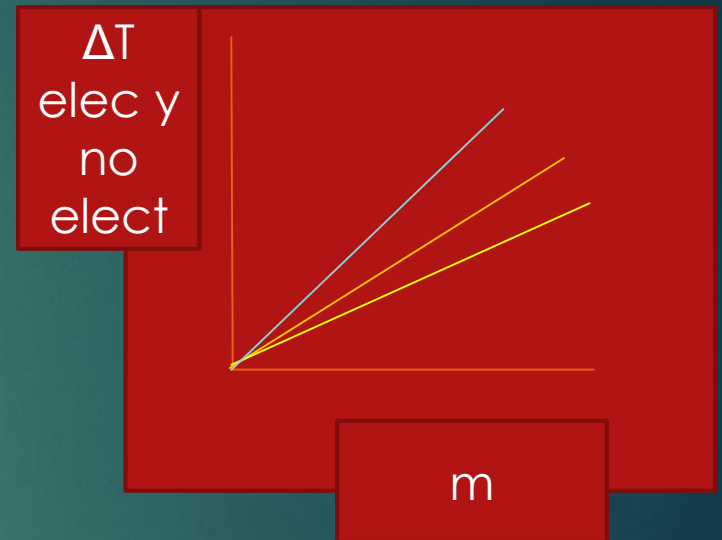
$$\Delta T = K_f * m$$

$i = \Delta T_{exp\ elect} / \Delta T_{no\ electrolito\ teo}$
 $\Delta T_{(exp)\ elect} = i (\Delta T_{noelectrolito\ teorico})$

$$Y = m X + b$$

A.6. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS.

- ▶ 5. Construir el gráfico de la disminución de la temperatura de congelación en función de la concentración de las disoluciones de **dextrosa, urea, sacarosa, cloruro de sodio y cloruro de calcio**. Utilizando los datos de las tablas 6 y 7.



TABLA

Constantes molales de elevación del punto de ebullición y depresión del punto de congelación

Disolvente	Punto de ebullición normal (°C)	K_b (°C/m)	Punto de congelación normal (°C)	K_f (°C/m)
Agua, H ₂ O	100.0	0.52	0.0	1.86
Benceno, C ₆ H ₆	80.1	2.53	5.5	5.12
Etanol, C ₂ H ₅ OH	78.4	1.22	-114.6	1.99
Tetracloruro de carbono, CCl ₄	76.8	5.02	-22.3	29.8
Cloroformo, CHCl ₃	61.2	3.63	-63.5	4.68

Cálculo requerido para experiencia de catedra: Elaboración de Nieve de limón

- ▶ Calcula mediante la ecuación usada en esta practica la Cantidad de NaCl requerida para lograr abatir la temperatura a -21°C

Datos :

3 Kg hielo = disolvente

$\Delta T = -21^{\circ}\text{C}$

NaCl \rightarrow i ?

$K_f = 1.86 \text{ K Kg/mol}$

$m = ? \rightarrow \text{g NaCl}$

