
	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 1 / 30

ÍNDICE

Número	Práctica	Página
1	Reacciones reversibles.	2
2	Determinación de la capacidad calorífica.	6
3	Calor latente de fusión.	13
4	Aumento del punto de ebullición de las disoluciones.	19
5	Descenso del punto de congelación.	24

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 2 / 30

PRÁCTICA 1. REACCIONES REVERSIBLES.

1. Objetivo

Aprender a predecir el comportamiento de los gases.

2. Alcance

Llegar a descifrar la probabilidad referente al comportamiento de los gases dentro de cámaras.

3. Documentación de referencia

PhET. (2014). Entropy, Microstates and Probability. *PhET Interactive Simulations*.

Recuperado de <https://phet.colorado.edu/en/contributions/view/3948>


4. Definiciones

Las leyes de los gases ayudan a predecir el comportamiento de los gases, pero no explican lo que sucede a nivel molecular y qué ocasiona los cambios que observamos en el mundo macroscópico. En el siglo XIX varios físicos, entre los que destacan Ludwig Boltzmann y James Clerk Maxwell, encontraron que las propiedades físicas de los gases se explican en términos del movimiento de moléculas individuales, el cual es una forma de *energía*, que aquí definimos como la capacidad para realizar un trabajo o producir un cambio. En mecánica, el *trabajo* se define como la fuerza multiplicada por la distancia.

Los descubrimientos de Maxwell, Boltzmann y otros produjeron *numerosas generalizaciones acerca del comportamiento de los gases* que desde entonces se conocen como **la teoría cinética molecular de los gases**, o simplemente la *teoría cinética de los gases*. Dicha teoría se centra en las siguientes suposiciones:

1. Un gas está compuesto de moléculas que están separadas por distancias mucho mayores que sus propias dimensiones. Las moléculas pueden considerarse como “puntos”, es decir, poseen masa pero tienen un volumen despreciable.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 3 / 30

- Las moléculas de los gases están en continuo movimiento en dirección aleatoria y con frecuencia chocan unas contra otras. Las colisiones entre las moléculas son perfectamente elásticas, o sea, la energía se transfiere de una molécula a otra por efecto de las colisiones. Sin embargo, la energía total de todas las moléculas en un sistema permanece inalterada.
- Las moléculas de los gases no ejercen entre sí fuerzas de atracción o de repulsión.
- La energía cinética promedio de las moléculas es proporcional a la temperatura del gas en kelvins. Dos gases a la misma temperatura tendrán la misma energía cinética promedio. La energía cinética promedio de una molécula está dada por:

$$\overline{EC} = \frac{1}{2} m \overline{u^2}$$

donde m es la masa de la molécula y u es su velocidad. La barra horizontal denota un valor promedio. La cantidad $\overline{u^2}$ se denomina velocidad cuadrática media; es el promedio del cuadrado de las velocidades de todas las moléculas:

$$\overline{u^2} = \frac{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_N^2}{N}$$

donde N es el número de moléculas.

La suposición 4 permite escribir

$$\overline{EC} \propto T$$

$$\frac{1}{2} m \overline{u^2} \propto T$$


Por lo tanto,

$$\overline{EC} = \frac{1}{2} m \overline{u^2} = CT$$

donde C es la constante de proporcionalidad y T es la temperatura absoluta.

De acuerdo con la teoría cinética molecular, la presión de un gas es el resultado de las colisiones entre las moléculas y las paredes del recipiente que lo contiene. Depende de la frecuencia de las colisiones por unidad de área y de la "fuerza" con la que las moléculas golpeen las paredes. La teoría también proporciona una

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 4 / 30

interpretación molecular de la temperatura. Según la última ecuación, la temperatura absoluta de un gas es una medida de la energía cinética promedio de las moléculas. En otras palabras, la temperatura absoluta es un índice del movimiento aleatorio de las moléculas: a mayor temperatura, mayor energía de las moléculas. Como el movimiento molecular aleatorio se relaciona con la temperatura de un gas, algunas veces se hace referencia a éste como movimiento térmico.

Procedimiento

- Ingresar y en caso de ser necesario, descargar la aplicación dentro del siguiente hipervínculo <http://phet.colorado.edu/en/simulation/reversible-reactions>
- Ingresar al programa.
- Configurar para que dentro de la cámara izquierda se encuentren 2 moléculas en movimiento mientras que la cámara izquierda se encuentra vacía.
- Ejecutar la simulación y simultáneamente eliminar la barrera. Escribir resultados.

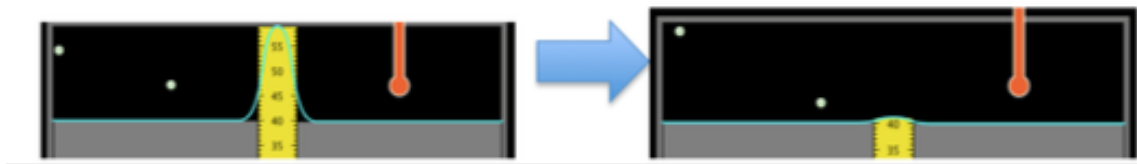



Figura 1 Expansión de un gas con 2 moléculas

- Modificar a 50 moléculas dentro de la cámara izquierda y 25 dentro de la derecha. Ejecutar el programa y simultáneamente eliminar la barrera. Escribir resultados.
- Continua interactuando libremente con el programa.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 5 / 30

g. Intenta calcular la probabilidad de que dos partículas se encuentren dentro de una misma cámara.




Figura 2 Expansión de un gas con 50 moléculas.

5. Bibliografía

[1] Chang, R., & Goldsby, K. (2017). *Química (12a. McGraw Hill Mexico.)*

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 6 / 30

PRÁCTICA 2. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD CALORÍFICA.

1. Objetivo

Identificar la diferencia entre capacidad calorífica y capacidad calorífica específica.

2. Alcance

Determinar la capacidad calorífica de un líquido problema utilizando un calorímetro simple.

3. Documentación de referencia

Jiménez Rodríguez, A. R., & Ordorica Morales, M. G. (2006). Manual de Prácticas de Termodinámica. *Instituto Politécnico Nacional - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología - Departamento Bioingeniería - Academia de Ingeniería Básica.*

4. Definiciones

Son varias las propiedades relacionadas con la energía interna que son importantes en Termodinámica. Una de ellas es la capacidad calorífica, conocida también como calor específico, el cual es útil cuando los cálculos termodinámicos corresponden al modelo del gas ideal.


Las propiedades intensivas c_v y c_p se conocen como capacidades caloríficas porque en ciertas condiciones especiales relacionan el cambio de temperatura en un sistema con la cantidad de energía añadida por transferencia de calor, y para sustancias puras compresibles (líquidos y sólidos), se definen de la siguiente manera:

$$c_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_v$$

$$c_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$$

Dónde los subíndices v y p representan, respectivamente, las variables que se mantienen fijas durante el proceso de medición. Los valores de c_v y c_p pueden obtenerse mediante la mecánica estadística utilizando medidas espectroscópicas.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 7 / 30

Pueden determinarse también macroscópicamente mediante medidas de propiedades con gran precisión. Puesto que U y H pueden expresarse bien sobre la base de masa de unidad, bien por mol, los valores de las capacidades caloríficas pueden expresarse de modo similar. Las unidades SI son KJ/kg K o bien KJ/Kmol K . Sus correspondientes unidades inglesas son $\text{BTU/lbmol } ^\circ\text{F}$.


Cada uno de los calores específicos denota la razón de cambio de una propiedad con respecto a la temperatura, mientras otra se mantiene constante. Asimismo, la definición de c_p implica que la entalpía de una sustancia pura es función de la temperatura y de la presión. En consecuencia, el c_p depende en general de la temperatura y la presión. De manera análoga, la definición de c_v implica que la energía interna de una sustancia pura es función de la temperatura y del volumen específico. Por tanto, el c_v depende en general de la temperatura y del volumen específico. Sin embargo, cuando los gases están a presiones relativamente bajas, los calores específicos sólo dependen de la temperatura y se cumple la relación $c_p = c_v + R$. En el caso de líquidos y sólidos, los calores específicos son prácticamente iguales en magnitud, y dependen fundamentalmente de la temperatura.

Para la determinación experimental de la capacidad calorífica tanto de sólidos como de líquidos es necesario hacer un balance de energía en todo el sistema, incluyendo el recipiente donde se efectúa la medición, ya que este también consume calor, por lo que es necesario evaluar previamente la capacidad calorífica del mismo.

5. Procedimiento

- a) Procedimiento investigativo.
 - a. Defina calorimetría y describa 2 calorímetros de uso común.
 - b. ¿Cuál es la diferencia entre capacidad calorífica y calor específico?
¿Cuáles son sus unidades en Sistema Internacional y Sistema Inglés?
Realizar un cuadro comparativo de ambas.
 - c. Investigar la capacidad calorífica y densidad del agua a distintas temperaturas y unidades de medida.
 - d. Mencione cual es la importancia de la determinación de la capacidad calorífica.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 8 / 30

- e. Investigue la capacidad calorífica de otros líquidos.
 - f. Elegir un líquido para trabajar durante la experimentación e investigar la capacidad calorífica del mismo.
 - g. Realizar un diagrama de flujo de la secuencia experimental.
- b) Material.
- a. 1 Calorímetro con tapón horadado.
 - b. 1 Termómetro.
 - c. 1 agitador de vidrio.
 - d. 2 probetas de 250 mL.
 - e. 1 matraz Erlenmeyer de 250 mL.
 - f. 1 vaso de precipitados de 250 mL.
 - g. 1 picnómetro de 10 mL.
 - h. 1 parrilla eléctrica.
- c) Secuencia experimental.
- a. Determinación de la capacidad calorífica del calorímetro.
 - i. Siguiendo las instrucciones, armar el arreglo experimental que se muestra en la figura 3.

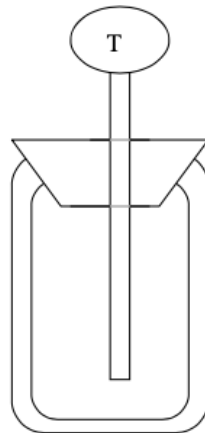



Figura 3 Arreglo experimental para la determinación de la capacidad calorífica.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 9 / 30

- ii. Destape con cuidado el calorímetro y vierta 250 mL de agua a temperatura ambiente. Tape el calorímetro y agite hasta que la temperatura del agua dentro de él sea constante (T_1) y registre este valor en la tabla correspondiente.
- iii. Determine el peso del agua contenida en el calorímetro (m_1) usando la densidad del agua a la temperatura T_1 (consultar bibliografía) y regístrela en la tabla correspondiente.
- iv. En un matraz Erlenmeyer, calentar 100 mL de agua a 40°C aproximadamente. Coloque un termómetro dentro del matraz y agite hasta obtener una temperatura constante (T_2) y regístrela en la tabla correspondiente.
- v. Agregue el agua a T_2 al calorímetro lo más rápidamente posible, agite y anote la temperatura más alta obtenida (T_3) en la tabla correspondiente.
- vi. Obtenga la masa de agua agregada (m_2) utilizando la densidad a la temperatura T_2 y regístrela en la tabla correspondiente.
- vii. Calcule la capacidad calorífica del calorímetro (C) utilizando el siguiente balance, para el cual, debe investigar el valor del calor específico del agua $C_{p_{H_2O}}$ en la bibliografía.

Calor cedido por el agua adicionada = calor ganado por el calorímetro y el agua contenida en él.

$$C_{p_{H_2O}} m_2 (T_2 - T_3) = (C + C_{p_{H_2O}} m_1) (T_3 - T_1)$$

- viii. Repetir los pasos del 1 al 7 por triplicado.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director



	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 10 / 30

Tabla 1. Valores obtenidos en la determinación de la capacidad calorífica del calorímetro

Experimento	m_1 (g)	m_2 (g)	T_1 (K)	T_2 (K)	T_3 (K)
1					
2					
3					
Promedio					

- b. Determinación de la capacidad calorífica del problema.
- i. Repetir los pasos 1 y 2 del experimento A, teniendo cuidado de vaciar el agua del experimento anterior y de secar bien el calorímetro. Anote los datos de T_1 y m_1 en la tabla correspondiente.
 - ii. En un matraz Erlenmeyer, calentar 100 mL del líquido problema a 40 °C aproximadamente. Coloque un termómetro dentro del matraz y agite hasta obtener una temperatura constante (T_4) y regístrela en la tabla correspondiente.
 - iii. Agregue el líquido problema a T_4 al calorímetro lo más rápidamente posible, agite y anote la temperatura más alta obtenida (T_5) en la tabla correspondiente
 - iv. Determine la densidad del líquido problema a la temperatura T_4 utilizando el picnómetro.
 - v. Obtenga la masa del líquido problema agregada (m_3) utilizando la densidad a la temperatura T_4 y regístrela en la tabla correspondiente.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega Función Profesor de Tiempo Completo	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa Función Director
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 11 / 30

- vi. Calcule la capacidad calorífica del líquido problema (C_p) utilizando el siguiente balance, para el cual, debe investigar el valor del calor específico del agua $C_{p_{H_2O}}$ en la bibliografía.

Calor cedido por el líquido problema = calor ganado por el calorímetro y el agua contenida en él.

$$C_p m_3 (T_4 - T_5) = (C + C_{p_{H_2O}} m_1) (T_5 - T_1)$$

- vii. Realizar los pasos del 1 al 6 por triplicado.
 viii. Realice un análisis de unidades de las ecuaciones 3 y 4.
 ix. Discuta la validez del método para la determinación de capacidades caloríficas de líquidos.
 x. Proponga un método para calcular la capacidad calorífica de sólidos.


Tabla 2. Valores obtenidos en la determinación de la capacidad calorífica del líquido problema.

Experimento	m_1 (g)	m_3 (g)	T_1 (K)	T_4 (K)	T_5 (K)
1					
2					
3					
Promedio					

d) Nomenclatura

- a. T_1 = temperatura del agua fría, °C.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega Función Profesor de Tiempo Completo	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa Función Director
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------


	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 12 / 30

- b. T_2 = temperatura del agua caliente, °C.
- c. T_3 = temperatura más alta de la mezcla de agua fría y caliente, °C.
- d. T_4 = temperatura del líquido problema caliente, °C.
- e. T_5 = temperatura más alta de la mezcla de agua fría y líquido problema caliente, °C.
- f. m_1 = masa del agua fría, g.
- g. m_2 = masa del agua caliente, g.
- h. m_3 = masa del líquido problema caliente, g.
- i. C = calor específico del calorímetro, J/K.
- j. $C_{p_{H_2O}}$ = capacidad calorífica del agua, J/kg·K.
- k. C_p = capacidad calorífica del líquido problema, J/kg·K.

6. Bibliografía

- [1] Chang, R., & Goldsby, K. (2017). *Química (12a. McGraw Hill Mexico.)*
- [2] Chang, R. (2008). *Fisicoquímica (3 edición).*

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 13 / 30

PRÁCTICA 3. CALOR LATENTE DE FUSIÓN.

6. Objetivo

Reconocer el calor como una forma de energía y determinar el calor de fusión del hielo.

7. Alcance

Ser capaz de determinar experimentalmente el calor de fusión de cualquier sólido.

8. Documentación de referencia


Jimenez Rodriguez, A. R., & Ordorica Morales, M. G. (2006). Manual de Practicas de Termodinámica. *Instituto Politécnico Nacional - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología - Departamento Bioingeniería - Academia de Ingeniería Básica.*

9. Definiciones

Para fundir un sólido o vaporizar un líquido se requiere una gran cantidad de energía. La cantidad de ésta que es absorbida o liberada durante el proceso de cambio de fase se llama *calor latente*. Específicamente, la cantidad de energía absorbida durante la fusión se llama *calor latente de fusión* y equivale a la cantidad de energía liberada durante la congelación. De modo similar, la cantidad de energía absorbida durante la evaporación se llama *calor de evaporación* y es equivalente a la energía liberada durante la condensación. Las magnitudes de los calores latentes dependen de la temperatura o presión en la que sucede el cambio de fase: a 1 atm de presión, el calor latente de fusión del agua es de 333.7 kJ/kg, mientras que el de evaporación es de 2,256.5 kJ/kg.

Durante un proceso de cambio de fase, resulta obvio que la presión y la temperatura son propiedades dependientes y que hay una relación definida entre ellas, es decir, $T_{sat} = f(P_{sat})$. Una gráfica de T_{sat} en función de P_{sat} , llamada *curva de saturación de líquido-vapor*. Una curva de esta clase es característica de todas las sustancias puras.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 14 / 30

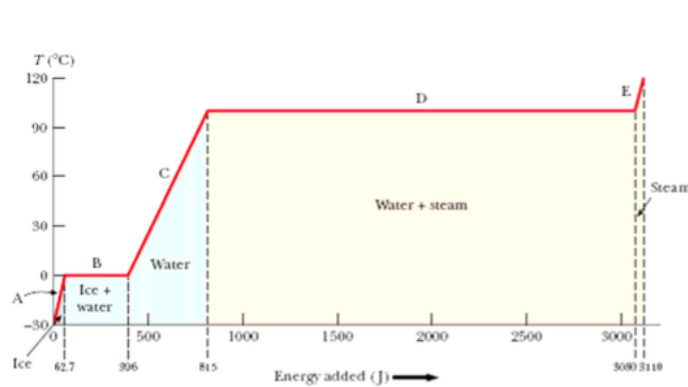



Figura 4 Gráfica de una temperatura contra la energía añadida cuando 1 g de hielo inicialmente a 30° C se convierte en vapor.

Los cambios de estado se pueden explicar de forma cualitativa del siguiente modo:

- En un sólido los átomos y moléculas ocupan las posiciones fijas de los nudos de una red cristalina. Un sólido tiene en ausencia de fuerzas externas un volumen fijo y una forma determinada.
- Los átomos y moléculas vibran, alrededor de sus posiciones de equilibrio estable, cada vez con mayor amplitud a medida que se incrementa la temperatura. Llega un momento en el que vencen a las fuerzas de atracción que mantienen a los átomos en sus posiciones fijas y el sólido se convierte en líquido. Los átomos y moléculas siguen unidos por las fuerzas de atracción, pero pueden moverse unos respecto de los otros, lo que hace que los líquidos se adapten al recipiente que los contiene pero mantengan un volumen constante.
- Cuando se incrementa aún más la temperatura, se vencen las fuerzas de atracción que mantienen unidos a los átomos y moléculas en el líquido. Las moléculas están alejadas unas de las otras, se pueden mover por todo el recipiente que las contiene y solamente interactúan cuando están muy próximas entre sí, en el momento en el que chocan. Un gas

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director


	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 15 / 30

adopta la forma del recipiente que lo contiene y tiende a ocupar todo el volumen disponible.

10. Procedimiento

- a. Procedimiento investigativo.
 - i. Investigar; ¿Qué es un cambio de fase? Mencione todos los posibles cambios que se pueden dar entre las fases de vapor, líquida y sólida de una sustancia.
 - ii. Definir calor latente de fusión y calor sensible.
 - iii. Indicar la diferencia entre calor latente y calor sensible.
 - iv. Investigar el calor latente de fusión en Sistema Internacional y Sistema Inglés.
 - v. Realizar un diagrama de flujo de la secuencia experimental.
- b. Material.
 - i. 1 calorímetro con tapón horadado.
 - ii. 2 termómetros.
 - iii. 1 agitador de vidrio.
 - iv. 2 probetas de 250 mL.
 - v. 1 matraz Erlenmeyer de 500 mL.
 - vi. 2 vasos de precipitado de 100 mL.
 - vii. 1 picnómetro de 10 mL.
 - viii. 3 cubitos de hielo.
 - ix. Balanza analítica.
- c. Secuencia experimental.
 - i. Determine el calor específico del calorímetro del mismo modo que la práctica 2.
 - ii. Pese el calorímetro.
 - iii. Se adiciona la calorímetro una cantidad de agua conocida (considere 1 mL de agua = 1 g de agua). Registre la temperatura del agua.
 - iv. Se pesa un cubito de hielo y se registra la temperatura.
 - v. Se mide la temperatura inicial del calorímetro y agua, es decir la misma temperatura ambiente.
 - vi. Se coloca la muestra de hielo del calorímetro.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 16 / 30

- vii. Se coloca el termómetro dentro del sistema (agua-hielo-calorímetro) como se muestra en la figura 5.
- viii. Registre la temperatura dentro del calorímetro cuando el hielo se derrite (cuando la temperatura permanezca constante).
- ix. Registrar los datos obtenidos dentro de su respectiva tabla.
- x. Realizar los pasos del 1 al 8 al triplicado.

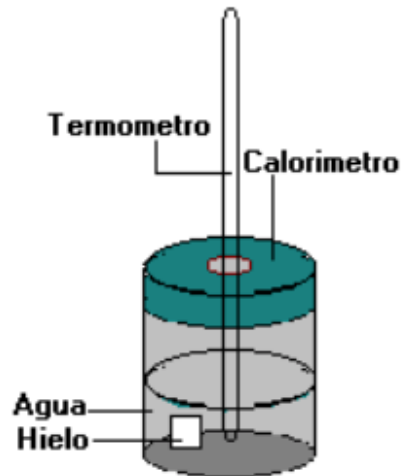


Figura 5 Arreglo experimental para la determinación del calor de fusión del hielo.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director


	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 17 / 30

Tabla 3. Datos obtenidos en la determinación del calor de fusión del hielo.

Cantidad a medir	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Promedio
Calor específico del calorímetro C, J/°C				
Masa del calorímetro m_{cal} , kg				
Masa de agua en el calorímetro m_a , kg				
Temperatura del agua T_a , °C				
Masa del cubito de hielo m_h , kg				
Temperatura del cubito de hielo T_h , °C				
Temperatura del sistema en estado estacionario T, °C				
Q_1 , J				
Q_2 , J				
Q_3 , J				
Q_T , J				
ΔH_{LFH} , J				
Porcentaje de error de la determinación de ΔH_{LFH}				

Calor específico del hielo, $C_h = 2,090 \text{ J/kg}$.


d. Tratamiento de datos.

- i. Cálculo de la energía añadida al hielo para llegar a 0°C.

$$Q_1 = m_h C_h (0 - T_h) [=] J$$

- ii. Cuando la temperatura del hielo llega a 0°C la mezcla hielo-agua permanece a esta temperatura (aunque se haya añadido energía) hasta que todo el hielo se funda. Se obtiene ΔH_{LFH} de la Tabla 3, y así la energía requerida para que el cubito de hielo se fusione a 0 °C es:

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 18 / 30

$$Q_2 = m_h \Delta H_{LF} [=] J$$

iii. Calor perdido por el calorímetro.

$$Q_3 = m_{cal} C(T - T_a) [=] J$$

iv. Se calcula el calor total involucrado en el proceso.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 [=] J$$

v. Para calcular el calor de fusión del hielo experimental.

$$\Delta H_{LFH} = \frac{Q_T}{m_h} [=] \frac{J}{kg}$$


vi. Se calcula el porcentaje de error de las determinaciones usando el valor teórico de $\Delta H_{LF} = 334,700 \frac{J}{kg}$

$$\%E = \frac{\Delta H_{LFH \text{ teórico}} - \Delta H_{LFH \text{ experimental}}}{\Delta H_{LFH \text{ teórico}}}$$

11. Bibliografía

[3] Cengel, Y. A., Boles, M. A., Campos Olgún, V., & Colli Serrano, M. T. (2003). *Termodinámica*.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 19 / 30

PRÁCTICA 4. AUMENTO DEL PUNTO DE EBULLICIÓN DE LAS DISOLUCIONES

1. Objetivo

Definir e identificar la importancia de las propiedades coligativas y ejemplificar experimentalmente la variación del punto de ebullición de una disolución.

2. Alcance

Relacionar con la importancia dentro de la carrera en estudio.

3. Documentación de referencia

Franciso Torres, G. M., Juárez Juárez, M., Miranda Reyes, P., Morín Sánchez, L. M., Nava Álvarez, R., & Padilla Martínez, I. I. (2009). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA. Recuperado de Manual para laboratorio de Físicoquímica: <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/fisicoquimica-i/practicas/manual-para-laboratorio-de-fisicoquimica/748358/view>


4. Definiciones

Cuando se encuentran dos grupos de propiedades interrelacionadas de soluciones se denominan **propiedades coligativas**. Cuando se añade un soluto con T y P constantes a un solvente puro A, la fracción molar de A disminuye y por tanto su potencial químico. Este cambio en el potencial químico del solvente afecta:

- ◇ La presión de vapor.
- ◇ El punto de ebullición estándar.
- ◇ El punto de congelación del disolvente.
- ◇ Presión osmótica.

Un soluto no volátil es aquel cuya contribución a la presión de vapor de la solución es insignificante. Esta condición se cumple en la mayor parte de los solutos sólidos, pero no los líquidos o gaseosos.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 20 / 30

El punto de ebullición es la temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido se iguala a la presión atmosférica externa. Debido a la presencia de un soluto no volátil disminuye la presión de vapor de una disolución, también debe afectar el punto de ebullición de la misma. En la siguiente figura se presenta un diagrama P-T sobre las fases de agua y los cambios que ocurren en una disolución acuosa. Debido a que a cualquier temperatura la presión de vapor de la disolución es menor que la del disolvente puro, independientemente de la temperatura, la curva líquido-vapor para la disolución siempre está por debajo de la del disolvente puro. Como consecuencia, la intersección de la curva punteada líquido-vapor y la línea horizontal que marca $P = 1 \text{ atm}$ ocurre a una temperatura *mayor* que el punto de ebullición normal del disolvente puro. Este análisis gráfico muestra que el punto de ebullición de la disolución es mayor que el del agua. La **elevación del punto de ebullición** (ΔT_b) se define como el punto de ebullición de la disolución (T_b) menos el punto de ebullición del disolvente puro (T_b^o):

$$\Delta T_b = T_b - T_b^o$$

Debido a que $T_b > T_b^o$, ΔT_b es una cantidad positiva.

El valor de ΔT_b es proporcional a la disminución de la presión de vapor y también es proporcional a la concentración (molalidad) de la disolución. Es decir

$$\Delta T_b \propto m$$

$$\Delta T_h = K_h m$$

Donde m es la molalidad de la disolución y K_b es la *constante molal de elevación del punto de ebullición*. Las unidades de K_b son $^{\circ}\text{C}/m$. Es importante entender la selección de las unidades de concentración en este caso. Se está trabajando con un sistema (la disolución) cuya temperatura *no* se mantiene constante, de modo que no es posible expresar la concentración en unidades de molaridad, pues ésta cambia con la temperatura.

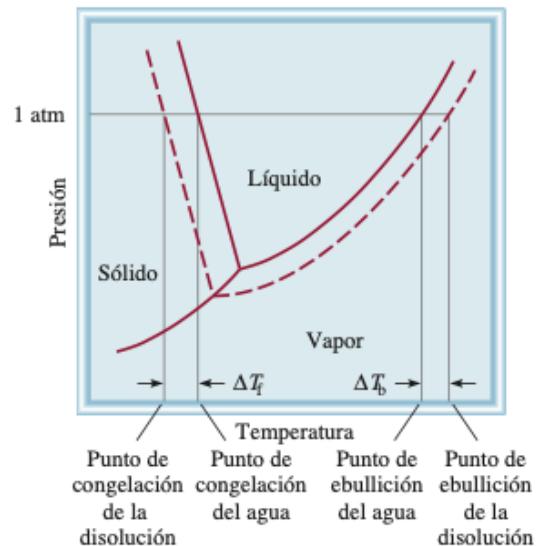



Figura 6 Diagrama Presión de vapor-Teperatura donde se muestra la línea de equilibrio líquido-vapor para el disolvente puro y la disolución. Recuperado de Chang R., (2017).

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 21 / 30

5. Procedimiento

- e) Procedimiento investigativo.
- ¿Qué es la constante ebulloscópica?
 - Explicar a qué se le llama disolución hipo-, hiper- e isotónica.
 - Elaborar un diagrama de flujo con el procedimiento a seguir durante la práctica.
- f) Materiales y reactivos.
- 2 soportes universales.
 - 2 pinzas de tres dedos con nuez.
 - 1 refrigerante Liebig.
 - 1 termómetro.
 - 1 matraz balón.
 - 1 juego de conexiones para destilación.
 - 2 matraces Erlenmeyer.
 - 1 parrilla eléctrica.
 - 1 bomba para recircular el agua.
 - Etilenglicol.
 - Agua destilada.
- g) Secuencia experimental.
- Montar el equipo para punto de ebullición de acuerdo con la figura 7.
 - Determine el punto de ebullición del agua destilada, antes de iniciar el calentamiento agregue perlas de ebullición.
 - Colocar el agua destilada y el etilenglicol (EG) en un matraz bola, de acuerdo a lo indicado en la tabla y determinar el punto de ebullición de cada disolución. Antes de calentar, añadir perlas de ebullición.
 - En la siguiente tabla, escribir los resultados obtenidos para cada solución preparada.

T_b del agua pura _____ °C.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director


	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 22 / 30

Tabla 4.
Resultados obtenidos para cada solución preparada.

Masa del EG/g	Masa del agua/g	Molalidad Mol/kg	Temperatura de ebullición/°C	$\Delta T_b/K$

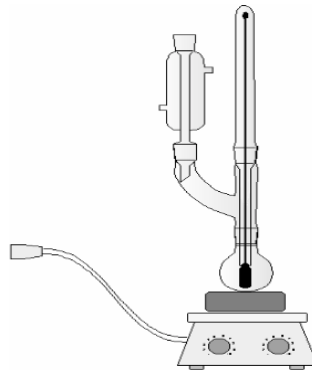



Figura 7 Aparato para determinar el incremento del punto de ebullición.


Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 23 / 30

6. Bibliografía

- [1] Chang, R., & Goldsby, K. (2017). *Química (12a. McGraw Hill Mexico.)*
- [4] Chang, R. coligativas de las soluciones.
- [5] DE, P. C. D. L. D., & ELECTRÓLITOS, N. PROPIEDADES COLIGATIVAS.
- [6] Levine, I. N. (2014). *Principios de fisicoquímica* (No. 539 L665p). Mc Graw-Hill,.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 24 / 30

PRÁCTICA 5. DECENSO DEL PUNTO DE CONGELACIÓN.

1. Objetivo

Ejemplificar experimentalmente la variación del punto de congelación de una disolución.

2. Alcance

3. Documentación de referencia

Franciso Torres, G. M., Juárez Juárez, M., Miranda Reyes, P., Morín Sánchez, L. M., Nava Álvarez, R., & Padilla Martínez, I. I. (2009). *INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGÍA*. Recuperado de Manual para laboratorio de Físicoquímica: <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/fisicoquimica-i/practicas/manual-para-laboratorio-de-fisicoquimica/748358/view>

4. Definiciones


El punto triple de la disolución debe estar a una temperatura más baja que en el líquido puro porque la disolución tiene una presión de vapor más baja que el líquido puro.

El punto de congelación de una disolución es la temperatura a la cual se comienzan a formar los primeros cristales de disolvente puro en equilibrio con la disolución. Dado que la temperatura de punto triple de la disolución es más baja que la del líquido puro, *el punto de congelación de la disolución también es más bajo que el del líquido puro*. Al igual que la elevación del punto de ebullición, la disminución del punto de congelación, ΔT_f , es directamente proporcional a la molalidad del soluto:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

Donde K_f , se denomina constante molal de disminución del punto de fusión, depende sólo del disolvente.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 25 / 30


La explicación cualitativa de la disminución del punto de congelación es la siguiente. La congelación implica la transición de un estado desordenado a un estado ordenado. Para que esto suceda, el sistema debe liberar energía. Como en una disolución hay mayor desorden que en el disolvente, es necesario que libere más energía para generar orden que en el caso de un disolvente puro. Por ello, la disolución tiene menor punto de congelación que el disolvente. Observe que cuando se congela una disolución, el sólido que se separa es el componente de disolvente puro.

Para la elevación del punto de ebullición, el soluto debe ser no volátil, pero no se aplica la misma restricción para la disminución del punto de congelación. Por ejemplo, el metanol (CH_3OH), un líquido bastante volátil que hierve a 65°C , algunas veces se utiliza como anticongelante en los radiadores de los automóviles.

5. Procedimiento

- a) Procedimiento investigativo.
 - a. ¿Qué es la constante crioscópica?
 - b. Mencionar por lo menos 3 ejemplos de membranas semipermeables.
 - c. Elaborar un diagrama de flujo con el procedimiento a seguir durante la práctica.
- b) Materiales y reactivos.
 - a. Frasco Dewar (termo) de 1L.
 - b. 1 tubo de ensayo grande con tapón.
 - c. 1 tubo de ensayo pequeño con tapón
 - d. 1 termómetro de -10 a 110°C
 - e. 1 agitador para el tubo pequeño
 - f. 2 g de urea
 - g. agua destilada o desionizada
 - h. sal de mesa
 - i. hielo
- c) Secuencia experimental
 - a. Pese el tubo de ensayo pequeño y luego por diferencia pese alrededor de 1 g de urea en él. Añada 10 ml de agua y pese de nuevo. A partir de

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 26 / 30

estas pesadas, determine la concentración molal de la disolución de prueba.

- b. Agite el tubo hasta que se haya disuelto la urea por completo y se tenga una disolución uniforme y transparente. Coloque este tubo dentro del tubo grande, para armar el equipo mostrado en la figura 8.
- c. Tome lecturas de temperatura cada minuto para elaborar la curva de enfriamiento de la disolución (temperatura vs. tiempo). Para evitar el sobre enfriado de la disolución, se debe agitar la disolución continua y vigorosamente con movimientos verticales con una frecuencia de 1 por/seg. El punto de congelación de la disolución se determina de la curva de enfriamiento, justo donde ocurre un cambio drástico de pendiente. Se sugiere graficar en forma simultánea al desarrollo del experimento para poder definir el término de éste.
- d. Se debe repetir el experimento añadiendo 1 g de urea más (debidamente pesado) a la disolución anterior y determinando de nueva cuenta el descenso en la temperatura de congelación.

Para este experimento, se utiliza una mezcla refrigerante de hielo-sal. Esta mezcla debe de ser recién preparada para cada corrida. Se mezcla una parte en volumen de sal de cocina (en grano) con cuatro partes en volumen de hielo picado en un recipiente y se deja reposar por un par de minutos y luego se coloca la cantidad adecuada en el frasco Dewar.

Peso exacto de la urea (1) _____. Peso exacto del agua (1) _____.
 Temperatura de congelamiento (1) _____.

Peso exacto de la urea (2) _____. Peso exacto del agua (2) _____.
 Temperatura de congelamiento (2) _____.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director


	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 27 / 30

Tabla 5. Experimento con 1 g de Urea.

Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega Función Profesor de Tiempo Completo	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa Función Director
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------



	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 28 / 30

Tabla 6. *Experimento con 2 g de Urea.*

Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)	Tiempo (min)	Temp. (°C)

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega Función Profesor de Tiempo Completo	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa Función Director
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 29 / 30

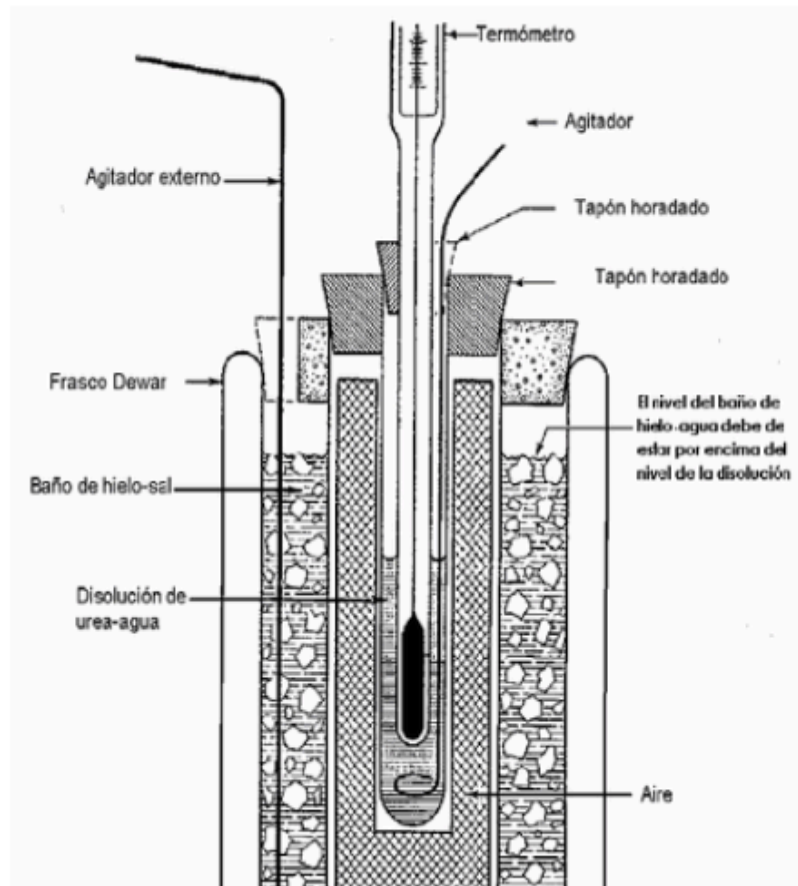



Figura 8 Aparato para la determinación del punto de congelación.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director

	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS	CÓDIGO: SG-PE-IER
	PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES	REVISIÓN No. 2
	MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO/TALLER	PAGINA 30 / 30

6. Bibliografía

- [1] Chang, R., & Goldsby, K. (2017). *Química (12a.* McGraw Hill Mexico.)
- [4] Chang, R. coligativas de las soluciones.
- [5] DE, P. C. D. L. D., & ELECTRÓLITOS, N. PROPIEDADES COLIGATIVAS.
- [6] Levine, I. N. (2014). *Principios de fisicoquímica* (No. 539 L665p). Mc Graw-Hill,.

Realizado por Dr. Luis Enrique Gómez Pineda Julia Michelle Rodríguez Delgado	Coordinado por M.I. Eric Efrén Villanueva Vega	Aprobado por M.I. Antonio Gómez Roa
Función Profesor de Tiempo Completo Alumna	Función Profesor de Tiempo Completo	Función Director