



5. Termometría: Ley de Enfriamiento.

5.1 Objetivos

5.1.1 General

Obtener por métodos gráficos y analíticos la constante de enfriamiento para dos termómetros a partir de datos experimentales de temperatura y tiempo.

5.1.2 Específicos

- Realizar la solución analítica de la ecuación diferencial para procesos de enfriamiento.
- Establecer la medición de tiempo y temperatura durante el enfriamiento de un termómetro de circuito integrado (*LM35*).
- Establecer la medición de tiempo y temperatura durante el enfriamiento para el termómetro de mercurio y/o alcohol.
- Hallar experimentalmente la ecuación de la Ley de Enfriamiento de Newton para dos sistemas distintos.
- Estudiar fenómenos de decaimiento exponencial, a partir de la constante de tiempo.

5.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

Un objeto que tiene una temperatura diferente a la de sus alrededores siempre termina alcanzando un igual temperatura a la de sus alrededores. Un objeto relativamente caliente se enfría al calentar sus alrededores; un objeto frío se calienta cuando enfría a sus alrededores.

Si se establece la rapidez con la que se enfría algo, es decir; qué tan rápido ó qué tan lento se enfría, se debe pensar en su la tasa de enfriamiento: lo que es igual a definir con certeza cuántos grados de temperatura cambia por unidad de tiempo, bien sea por segundo, por hora u otra unidad temporal.

Es sumamente importante pensar en la tasa de enfriamiento del objeto, ya que esta depende de que tanto la temperatura del objeto es mayor respecto a la de temperatura de sus alrededores. De la experiencia se conoce que el cambio de temperatura, en cada minuto, de una tasa de café caliente será mayor si se pone en el

congelador, que si se deja sobre la mesa del comedor. Debido a que si el café es enfriado en el congelador, la diferencia de temperatura entre él y sus alrededores es mayor.

En un día frío un hogar tibio dejará salir calor a la intemperie más rápido cuando haya una gran diferencia entre las temperaturas en su interior y de la intemperie. Mantener la temperatura alta en tu hogar durante un día frío te cuesta más que si lo mantienes a menor temperatura. Si mantienes pequeña la diferencia de temperaturas, en consecuencia el enfriamiento será más lento.

La interacción térmica entre los objetos y sus alrededores permite la transferencia espontánea de calor, que siempre ocurre de los objetos más calientes a los más fríos. Para objetos en contacto con diferentes temperaturas, los que están más calientes se enfrían y los que están más fríos se calientan, hasta alcanzar una temperatura común; a saber existen tres maneras de conseguir dicha temperatura, por conducción, por convección y por radiación.

La tasa de enfriamiento, ya sea por conducción, convección o radiación, es proporcional a la diferencia de temperaturas, ΔT , entre la del objeto y la de sus alrededores. A esto se le llama ley de Newton del enfriamiento. Esta ley es también válida para el calentamiento. Si un objeto está más frío que sus alrededores, también su tasa de calentamiento es proporcional ΔT . El alimento congelado se calentará más rápido en un recinto caliente que en uno frío. La tasa de enfriamiento que sentimos en un día frío puede aumentar cuando el viento causa más convección. Esto es lo que llamamos “helarnos” por el viento. Por ejemplo, un viento helado de -20 C quiere decir que perdemos calor con la misma rapidez que si la temperatura fuera de -20 C y no hubiera viento.

5.3 Actividades Previas al Laboratorio

Con base en la bibliografía propuesta, responda las siguientes preguntas relacionadas con la temperatura y su medición:

1. Defina la Ley de enfriamiento de Newton con su relación matemática e identifique sus términos.
2. Si se requiere enfriar en el menor tiempo posible una lata de bebida que se encuentra a temperatura ambiente ¿Se debe poner en el compartimiento del congelador, o en el espacio principal del refrigerador? O bien, ¿no importa dónde?.
3. ¿Qué se enfriara mas rápido un trozo de carbón al rojo vivo"dentro de un horno caliente, o un trozo de carbón al rojo vivo"dentro de una habitación fría? O bien, ¿se enfrían en el mismo tiempo?.
4. ¿La ley de Newton del enfriamiento se aplica también al calentamiento?
5. Un recipiente con agua caliente a 80 C se enfría a 79 C en 15 segundos, cuando se coloca en un recinto que está a 20 C . Aplica la ley de Newton del enfriamiento para estimar el tiempo que se tardará en enfriarse de 50 a 49 C . Y después el tiempo que tardará para enfriarse de 40 a 39 C .
6. En un recinto a 25 C , el café caliente de un termo se enfría de 75 a 50 C en ocho horas. ¿Cuál será su temperatura después de otras ocho horas?

5.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

1. Termómetro de mercurio.
2. Termómetro LM35.
3. Erlenmeyer o vaso de precipitado.
4. Estufa Eléctrica.

5. Soporte Universal.
6. Nueces y Pinzas.
7. Voltmetro

5.5 Procedimiento



Figura 5.1: Montaje experimental para la ley de enfriamiento. Termómetro de Mercurio.



Figura 5.2: Toma de datos para la ley de enfriamiento.



Figura 5.3: Montaje experimental para la ley de enfriamiento. Sensor LM35

1. Mida la temperatura ambiente.
2. Llene con agua el Erlenmeyer como mínimo tres cuartas partes de su capacidad, caliente el agua hasta que llegue al punto de ebullición (agua hirviendo).
3. Ubique el termómetro de mercurio en el interior del agua como se observa en la figura 5.1.
4. Espere mientras el termómetro llega a la temperatura de equilibrio (La máxima posible).
5. Retire el termómetro, tenga cuidado de no agitarlo demasiado, séquelo y comience la lectura y el registro de la temperatura en función del tiempo como se observa en la figura 5.2. Al comienzo del experimento lea el termómetro a intervalos de 3 segundos; luego cada 5, 10, 20 y 30 segundos (dependiendo de la velocidad del enfriamiento) hasta que alcance casi la temperatura ambiente medida inicialmente.
6. Realice un gráfico de $T - T_0$ vs Tiempo. Realice un ajuste exponencial y determine la constante de tiempo.
7. Repita todo el proceso experimental usando ahora el sensor *LM35*, y teniendo en cuenta las siguientes observaciones: 1. Cuando ponga en contacto el sensor con el agua, asegúrese de que no existan burbujas en la misma como se observa en la figura 5.3, el *LM35* es muy sensible a perturbaciones y agitaciones bruscas. Para ello, apague la estufa cuando el agua hierva y espere a que se calme la agitación. 2. Ingrese solo la cabeza del sensor al agua. 3. Es posible que no se consiga una lectura máxima estable, por ello cuando supere los 100 *mv* retire el sensor del agua. 3. Séquelo sin ningún afán, procurando no agitarlo demasiado e inicie la medidas de temperatura y tiempo.
8. Por último suele ser un poco mas practico tomar un vídeo y extraer los datos del mismo.

5.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo

De los resultados obtenidos en las secciones anteriores, detalle, explique y justifique sus análisis, respondiendo las siguientes cuestiones.

1. Realice una gráfica que relacione las variables de Temperatura vs Tiempo.

2. Encuentre la ecuación de ajuste, indicando unidades de cada uno de los parámetros de ajuste.
3. Determine la constante de enfriamiento k .
4. ¿Qué significado tiene el valor de k (constante de tiempo) encontrado en los ajustes exponenciales para las curvas de cada termómetro?.
5. Según las curvas de enfriamiento encontradas para cada uno de los termómetros. Defina si existen diferencias en los tiempos de enfriamiento para cada termómetro. Justifique su respuesta.
6. La Ley de Enfriamiento de Newton, ¿Se aplica también al calentamiento?.
7. Investigue sobre aplicaciones de la Ley de enfriamiento de Newton.

5.7 Referencias

-  Reif F. Fundamentos de Física Estadística y Térmica. Ediciones del Castillo (1974).

-  TIPLER, P. A.: "Física". Vol. I. Ed. Reverte, Barcelona.

-  HEWITH, PAUL.: "Física Conceptual". Ed. Pearson Addison-Wesley, Novena Edición, México, (2004).

-  CERVANTES, A. 1987. Los conceptos de calor y temperatura: una revisión bibliográfica, Enseñanza de las Ciencias, Vol. 5(1), pp. 66-70.