

## "Calibración del termómetro"

### RESUMEN

En esta práctica construimos un instrumento el cual fuera capaz de relacionar la temperatura con la distancia, es decir, diseñamos un termómetro de alcohol, agua y gas (aire), el cual consistía en calentar agua en un vaso de precipitados y con ayuda de un tubo capilar el cual va a estar graduado por nosotros, observamos que el alcohol, agua o gota de agua (en el caso del gas) iba a ir recorriendo el tubo conforme la temperatura iba aumentando, lo que encontramos fue que conforme la temperatura aumentaba, también aumentaban los cambios en su posición dentro del tubo capilar.

## OBJETIVO

Diseñar y calibrar un termómetro con diferentes fluidos (alcohol, agua y aire) a presión constante, con la ayuda de un vaso de precipitados y un tubo capilar en el cual al incrementar la temperatura se dilatará el fluido y nos darán posiciones diferentes, así que obtendremos una relación entre la temperatura y la longitud.

## INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo este experimento nos debe quedar claro algunos conceptos como qué es un termómetro de alcohol, agua y gas a presión constante; temperatura; calor; equilibrio térmico y la ley cero de la termodinámica.

El termómetro es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales.

Inicialmente se fabricaron aprovechando el fenómeno de la dilatación, por lo que se prefería el uso de materiales con elevado coeficiente de dilatación, de modo que, al aumentar la temperatura, su estiramiento fuese fácilmente visible. El metal base que se utilizaba en este tipo de termómetros ha sido el mercurio.

El creador del primer termoscopio fue Galileo Galilei; éste podría considerarse el predecesor del termómetro. Consistía en un tubo de vidrio terminado en una esfera cerrada; en el extremo abierto se sumergía debajo de una mezcla de alcohol y agua, mientras la esfera quedaba en la parte superior. Al calentar el líquido, éste subía por el tubo.

Actualmente un termómetro está constituido por un tubo capilar llamado vástago, cerrado en uno de los extremos y comunicado en el otro con el depósito de agua, alcohol o mercurio llamado bulbo, los tres de vidrio.

**Temperatura:** es una magnitud escalar relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, es una variable termodinámica que está relacionada directamente con la parte de la energía interna asociada a los movimientos de las partículas del sistema, o en forma de vibraciones, se puede definir la temperatura como la cuantificación de la actividad molecular de la materia.

**Calor:** es la energía cinética de las moléculas que conforman el sistema. Su concepto está ligado al Principio Cero de la Termodinámica.

**Equilibrio térmico:** estado en el cual no va a cambiar la temperatura del sistema cuando no existe flujo de calor de uno hacia el otro. Esta definición requiere además que las propiedades físicas del sistema, que varían con la temperatura, también con el tiempo. Algunas propiedades físicas que varían con la temperatura son el volumen, la densidad y la presión.

**La ley Cero de la Termodinámica:** establece que si un sistema A está en equilibrio térmico con un sistema B, y este sistema B está en equilibrio térmico con otro sistema C, entonces los sistemas A y C están en equilibrio térmico.

Esta Ley permite construir instrumentos para poder medir la temperatura de un sistema.

## MATERIAL

- Parrilla regulable
- Vaso de precipitados
- Un termómetro de mercurio (m.e. 1 °C)
- Un matraz de ml (m.e. 0.1 ml)
- Alcohol y agua
- Soporte
- Capilar (diferentes diámetros)

## DESARROLLO

Cabe mencionar que en nuestro sistema habrá factores que impidan la precisión exacta de las medidas que se realicen ya que estos factores pueden provocar ciertos errores y así tener un cierto porcentaje de incertidumbre al realizar el experimento. En el siguiente listado se muestran ciertos puntos que deben tomar en cuenta para que así no sea tan grande el error de porcentaje.

Colocar bien el dispositivo.

Mantener lo más firme y recto el tubo capilar, no dejar que éste esté inclinado ya que la gravedad podría afectar la manera en que suba la el fluido a la hora de llegar al punto de evaporación, para el caso de la prueba del gas.

Mantener el suministro de calor de una manera constante para que ascienda de manera uniforme y no varíe el ascenso de cada fluido.

Existen los factores de medición que producen otros errores en el experimento tales como lo son:

- Medir mal la altura del ascenso de la gota de agua.
  - Tomar mal los datos de la temperatura
  - Que los aparatos no estén calibrados de manera inadecuada (este error podría ser que no afectara porque el error sería constante y no habría alguna modificación en el análisis de datos, esto según cómo se manejen los marcos de referencia)
- 
- Se coloca el soporte
  - Se coloca la parrilla frente al soporte
  - Sobre el soporte se puede colocar el termómetro de mercurio
  - Se marca un sistema de referencia al capilar
  - Se llena el matraz con alcohol
  - Se une el matraz con el capilar, se cierra muy bien
  - Se pone a calentar en el vaso de precipitados el agua
  - Se sumerge el matraz sobre el agua, esperando a que se transfiera el calor a éste.
  - Se toman datos sobre la temperatura y distancia.

Nota: Se realiza lo mismo para el agua.

A diferencia del gas, esto sólo es:

- Se coloca el soporte
- Frente al soporte colocamos la parrilla
- Se ajusta el termómetro de mercurio sobre el soporte
- Se hace un marco de referencia sobre el capilar
- Colocamos una gota de agua en el capilar cerca de algún extremo.
- El matraz lo dejamos vacío, conectado con el capilar y bien cerrado.
- Se sumerge el matraz sobre el agua y calentamos
- Se toman medidas sobre la temperatura y la distancia recorrida de la gota de agua sobre el capilar.

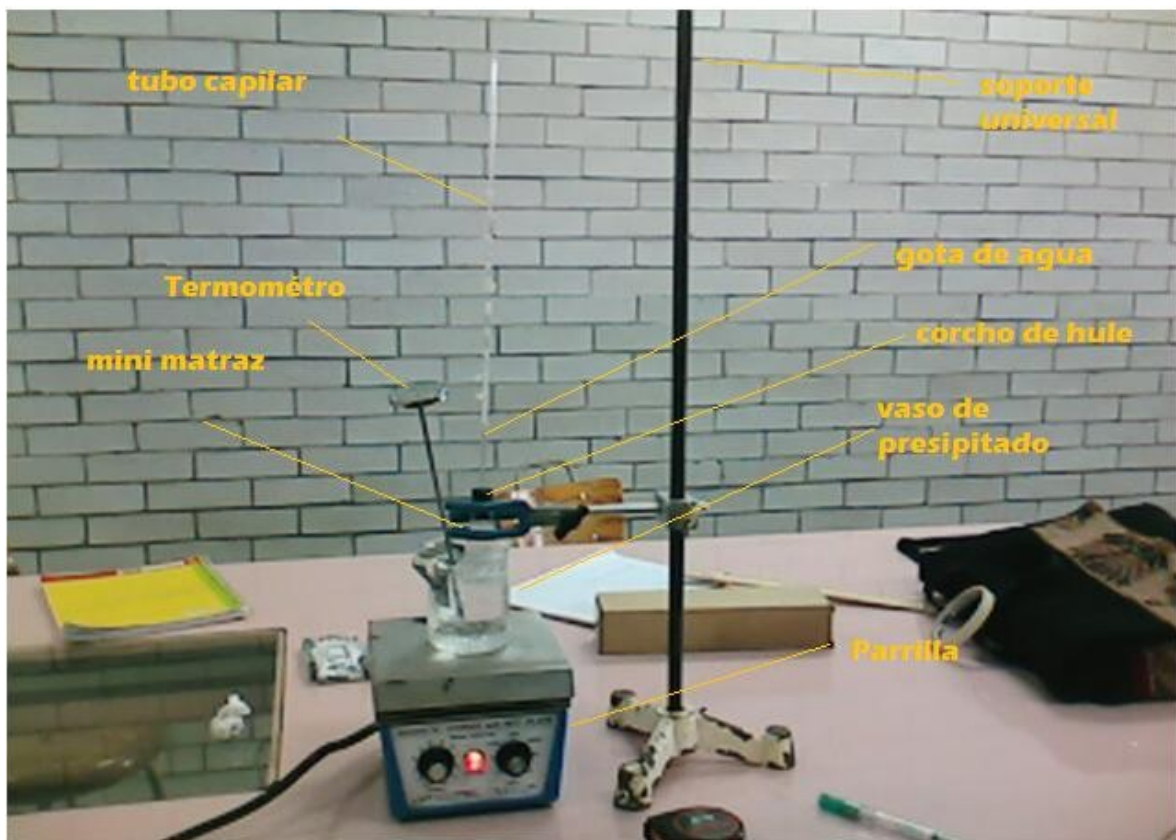


Figura 1  
Esquema del experimento

## RESULTADOS

Para que nuestros datos no variaran drásticamente y pudieran llevar el control adecuado y así tener el resultado que esperábamos se tomaron en cuenta los puntos que afectarían en nuestras mediciones ya mencionadas y así nos pudimos percatar que el ascenso de nuestros fluidos era de manera casi constante y lineal con forme se administraba un calor uniforme,

llegando a un punto en el que ya no cambió la temperatura del sistema pues ya no va a ver flujo de calor de uno hacia el otro y en este momento se dice que el sistema ha llegado a un equilibrio térmico.

Una vez montado el experimento, tomamos a la temperatura del agua contenida en el vaso de precipitados como inicial, o sea  $T_0 = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$

Cuando el termómetro marcó la temperatura del agua contenida en el matraz como  $T_0 = 23.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , el fluido en el tubo de vidrio comenzó a subir.

A continuación mostramos tablas, las cuales indican la distancia que subieron cada fluido con respecto a la temperatura.

Tabla 1 Termómetro de agua	
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Altura (cm)
22	0
27	1
32	4.4
48	8.9
53	10.2
58	12.2
63	14.4
68	18.3
73	25.5

Gráfica 1  
Representación de los datos de la tabla 1.  
Se tiene su ajuste de recta.

Tabla 1 Termómetro de alcohol	
Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Altura (cm)
22	0
27	3.9
32	7.5
37	11.6
42	16.2
47	22.2
52	29.7
57	40
62	53.7

Gráfica 2  
Representación de los datos de la tabla 2.  
Se tiene su ajuste de recta.

Tabla 3 Termómetro de gas (aire)	
Temperatura °C	Altura (cm)
22	0
30	3
35	5
38	5.5
39	8.5
40	10.5
42	15.5
43	18.5
44	21
45	25.5

Gráfica 3  
Representación de los datos de la tabla 3.  
Se tiene su ajuste de recta.

Los resultados que se han obtenido han sido tomados de un experimento en donde se utilizó un capilar con un diámetro pequeño, alrededor de 0.5 cm.

Se trató de hacer el mismo experimento con un capilar con un diámetro más grande para el caso del termómetro de gas, el diámetro era aproximadamente de 1 cm pero lamentablemente no se pudo realizar este experimento para el gas (aire) ya que cuando se aumentaba temperatura al sistema la gota de agua se disparaba muy rápido, fue imposible realizar esto.

## CONCLUSIONES

Para graduar nuestros termómetros hacemos que cuando la altura del líquido en el capilar se haya estabilizado hacemos una marca. Corresponderá a la temperatura ambiente que marque el termómetro exterior.

Ahora se introduce el matraz, junto con el termómetro, en agua fría, el nivel del líquido en el capilar descenderá. Esperemos a que se estabilice y hacemos una marca anotando la temperatura que indica el termómetro externo.

Repetimos la operación con agua templada. Volvemos a hacer una marca y anotamos la temperatura que indica el termómetro externo.

Y ya tenemos tres temperaturas marcadas. Basta con que hagamos marcas a intervalos regulares para terminar de graduar. Este termómetro es muy sensible y basta con que acerquemos las manos al matraz para que suba el nivel del fluido.

Los termómetros que hemos fabricado tienen un fundamento muy sencillo. En el matraz hemos dejado una cámara de aire que se dilata al aumentar la temperatura, aumentando la presión. Para poder equilibrarse con la presión atmosférica exterior del líquido sube por el capilar. Cuando se enfría ocurre lo contrario.

En nuestro experimento esperábamos observar que un termómetro es un instrumento que a pesar de medir la temperatura también es capaz de relacionar la temperatura con la distancia que recorre un fluido dentro de un capilar; al llevar a cabo este experimento observamos que llegó un momento que no cambió la temperatura del sistema pues ya no hubo flujo de calor de uno hacia otro y en este momento se dice que el sistema ha llegado a un equilibrio térmico y de aquí pudimos ver cómo nuestro sistema A va a entrar a un equilibrio térmico con nuestro sistema B, el cual está en equilibrio térmico con un sistema C, entonces A y C están en equilibrio térmico, es decir, vimos la aplicación de la Ley de la Termodinámica, que era lo que esperábamos.

Lo que nos dicen las gráficas que es que para el caso del agua cuando no hay altura, la temperatura vale  $26^{\circ}\text{C}$ ; lo mismo sucede para el alcohol, cuando no hay altura la temperatura vale  $26^{\circ}\text{C}$ ; y para la gráfica del termómetro de gas (aire) nos dice que cuando no hay altura, la temperatura mide  $29^{\circ}\text{C}$ .

Los valores independientes de las ecuaciones obtenidas muestran que son algo confiables nuestros resultados, esto se debe seguro a la mala toma de datos que no fue tanto el error.

Tenemos que en base a nuestros datos y comparándolos con los de algún libro tenemos que el termómetro de agua no es tan bueno para medir temperaturas, éste además puede tomar temperaturas desde los  $0^{\circ}\text{C}$  hasta  $100^{\circ}\text{C}$  en una atmósfera de presión; el de alcohol es todavía menos impreciso, éste puede tomar temperaturas desde los  $-114.3^{\circ}\text{C}$  hasta los  $78.4^{\circ}\text{C}$ ; mientras que el termómetro de gas (aire) fue muy preciso y tiene un margen de aplicación extraordinario, desde  $-27^{\circ}\text{C}$  hasta los  $1477^{\circ}\text{C}$ .

Se cumplió nuestro objetivo de lograr la Ley cero de la Termodinámica y la construcción de un termómetro confiable.

## BIBLIOGRAFÍA

Robert, Resnick.  
Física parte 1  
Compañía editorial continental S.A. de C.V.  
México 1990, segunda edición.

Serway, Raymond A. y Jewett, Jhon W.  
MCGRAW-HILL/ INTERAMÉRICANA DE MÉXICO  
Tercera edición