

Dilatación Térmica

Equipo de Trabajo

Santos Cabrera, Nicolás; Svedas, Martina

Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Facultad de Ciencias Exactas

Asignatura: Física II - Licenciatura en Ciencias Físicas

Informe de Trabajo de Laboratorio N° 1

Contactos: svedasmarti@gmail.com

nico.santosca27@gmail.com

I. Resumen

En este trabajo se determinaron los coeficientes de dilatación térmica lineal de algunos metales como el cobre, aluminio y un material desconocido, utilizando el Equipo de Dilatación Phywe M.R y varillas huecas de los metales anteriormente mencionados.

II. Introducción

Los efectos comunes de cambios de temperatura son cambios de tamaño y cambios de estado de los materiales.

Cuando aumenta la temperatura se incrementa la distancia media entre los átomos, esto conduce a una dilatación de todo el cuerpo sólido conforme esta se eleva. El cambio de cualquiera de las dimensiones lineales del sólido, tales como su longitud, anchura o espesor, se llama dilatación lineal.

Sabemos que en la expansión térmica lineal la variación de la temperatura ΔT , tiene asociado un cambio en la longitud del material Δl que es directamente proporcional a este. Considerando además que Δl también depende de la longitud inicial l e introduciendo una constante de proporcionalidad α , tenemos:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T \quad (1)$$

Donde l_0 es su longitud inicial a temperatura ambiente T_0 y

$$\begin{aligned} \Delta T &= T - T_0 \quad (2) \\ \Delta l &= l - l_0 \end{aligned}$$

Es decir, Δl es una función lineal; cuya variable es ΔT y su pendiente αl_0 .

Entonces α es la constante que describe las propiedades de expansión térmica de un material dado, denominándose constante de expansión térmica lineal.

Si despejamos α en la función:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \Delta T} \quad (3)$$

Es decir, α representa la variación relativa de la longitud de un cuerpo por cada grado de variación de la temperatura.

La proporcionalidad directa expresada por la ecuación (1) no es exacta, sólo es *aproximadamente* correcta para valores pequeños de ΔT

III.Desarrollo Experimental

En primer lugar se dispuso el equipo de dilatación Phywe M.R (Imagen 1). Se posicionó la varilla metálica hueca, en contacto con el indicador micrométrico (imagen 2), y estos a su vez en el dilatómetro. Se utilizó una olla, de aproximadamente 30 centímetros de altura, llena de agua donde se introdujo el termostato de inmersión, que calentó el agua y funcionó como una bomba para extraer, y enviar el agua al interior de la varilla. Además se colocó una termocupla para observar el cambio de temperatura ΔT .



Imagen 1

Se unió una manguera de aproximadamente 40 cm de largo al termostato y a un extremo de la varilla que se encontraba en el dilatómetro, de la misma manera se unió el otro extremo de dicha varilla con el interior de la olla (imagen 3 y 4); formando así un circuito cerrado por el que se desplazaba el agua.



Imagen 2



imagen 4

Para el posterior análisis del coeficiente de dilatación lineal se registró la longitud inicial (L_0), de cada una de las varillas a medir, y luego se realizó la misma operación con la temperatura ambiente T_0 . Se comenzó a medir desde esta temperatura anotando el Δl correspondiente, tomando como referencia la variación ΔT con una distancia de 5°C entre cada una de estas. Tal proceso se repitió para cada uno de los metales a medir.



imagen 3

Finalmente, con los datos recogidos, se encontró la correspondiente constante α para cada metal, con la respectiva incertidumbre (ver anexo).

IV. Resultados

Con el fin de calcular la constante de dilatación lineal, se tomaron cada par de mediciones (ΔT y Δl , calculadas con las ecc. 2) y se reemplazaron en la ecc 3. Con estos valores se calculó el promedio y su respectivo error.

Estos datos se volcaron en tres gráficos, uno por cada material. Cada gráfico representa la constante α en función de la temperatura, con su respectiva incertidumbre.

Siendo la gráfica que representa el aluminio:

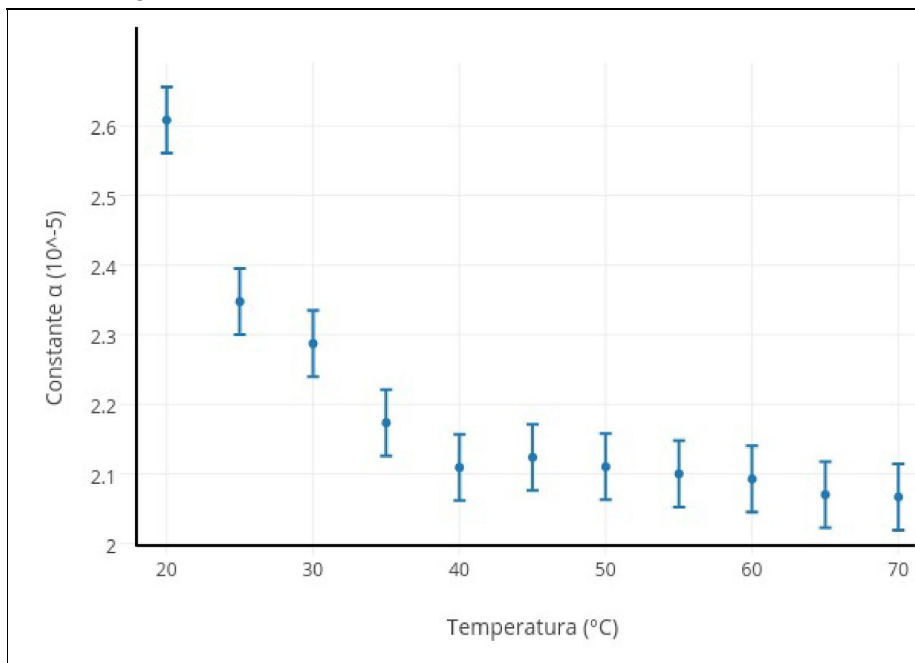


Imagen 5: se observa los distintos α del aluminio en función de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Donde cada α se encuentra multiplicado por 10^{-5}

Con el fin de determinar si la constante de dilatación lineal se ajustaba al resultado experimental, se calculó el promedio de las mediciones (ver tabla en el anexo) con su respectivo error, llegando al siguiente resultado:

$$\alpha = (2.2 \pm 0.05) \times 10^{-5}$$

Donde el valor experimental [1], correspondiente a dicho material es 2.4×10^{-5}

La gráfica que representa al cobre :

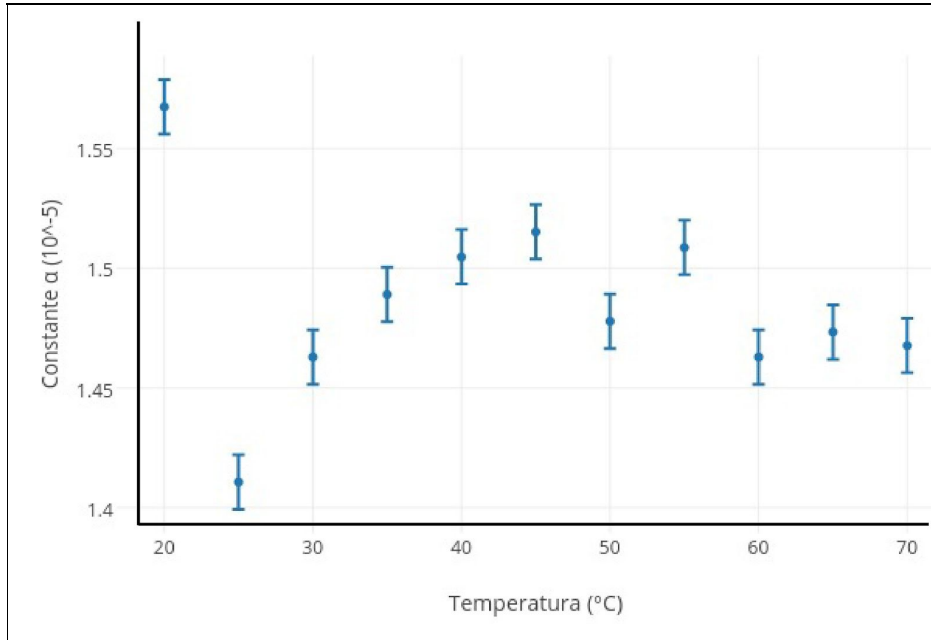


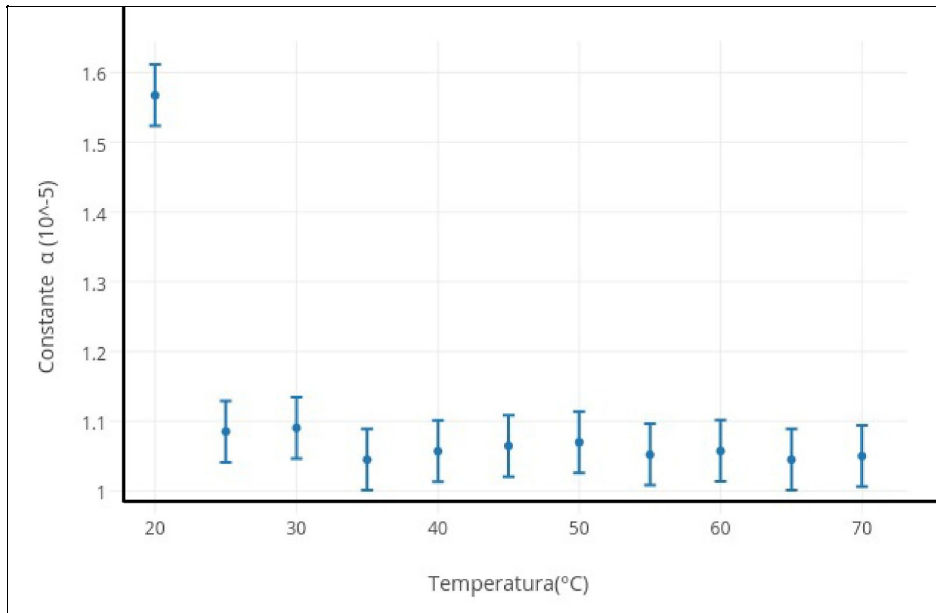
Imagen 6: Se observa las constantes α en función de T (C°) , donde α esta multiplicada por 10^{-5}

Se realizó el mismo proceso que se observa en el análisis del Aluminio con el mismo fin, dando como resultado :

$$\alpha = (1.50 \pm 0.01) \times 10^{-5}$$

Donde el valor experimental [1], correspondiente a dicho material es: **1.4×10^{-5}**

Por último, el gráfico que representa el material desconocido :



Imagen

7: Se observa los distintos α en función de T (C°), donde α están multiplicadas por 10^{-5}

Con el mismo procedimiento y fin observado en el Aluminio y el Cobre se obtuvo :

$$\alpha = (1.10 \pm 0.04) \times 10^{-5}$$

Al no conocer el material del que estaba hecha la varilla no se lo compara con ningún valor experimental.

V. Análisis

En el análisis realizado sobre la varilla de aluminio puede observarse que a partir de los 30°C, este se comporta de la manera esperada con anterioridad.

Si se observa los datos recogidos del aluminio (ver tabla correspondiente en el anexo) se puede observar que los valores de Δl no forman una función lineal precisa, sino que por el contrario, están desplazados. Esto es además, lo que puede ocasionar lo ocurrido en el intervalo que va desde los 20°C hasta los 30°C.

Para el cobre puede observarse que existe una diferencia entre el valor experimental y el intervalo medido. Esto puede deberse a impurezas que contenía el material, y no fueron consideradas en el momento de analizar los datos.

Para este material los α encontrados se presentan de una forma mucho más “desordenada”, dispersos en una nube de datos más grande en comparación a la perteneciente al aluminio. En el gráfico correspondiente al cobre también puede observarse que en intervalo desde los 20°C hasta los 30°C, también se presentan valores de la constante con diferencias apreciables al resto de las obtenidas.

En referencia al material desconocido los valores obtenidos de α fueron contrastados con los valores experimentales [1], con el fin de encontrar la identidad de este material, dando como resultado que lo que se ha medido es una variedad de Acero Inoxidable.

Para este material, la distribución de las constantes obtenidas se presentan de manera ordenada en comparación al aluminio y al cobre, exceptuando la medición tomada entre los 20°C y los 30°C.

VI. Conclusiones

En esta experiencia de laboratorio conseguimos determinar los coeficientes de dilatación térmica lineal del aluminio, cobre y, lo que finalmente se concluyó que era, una variedad de acero inoxidable, con un error porcentual de 3.78%, 6.66% y 9.09% respectivamente (se consideró el valor experimental de la bibliografía [1] para la variedad de acero inoxidable).

Durante el análisis de los datos se observa que en los 3 materiales las constantes ubicadas entre los 20°C y los 30°C son dispares al resto de medidas, y cuando comparamos los valores de dichas medidas entre sí, se puede observar que estas presentan sólo una pequeña diferencia. Lo que puede revelar que el equipo utilizado presenta dificultades al momento de medir, cuando la temperatura ΔT es muy próxima a la temperatura T_0 .

Tomando el aluminio, el valor de α conseguido con su respectivo error da resultados favorables a la hora de compararlo con el valor experimental el cual es 2.4×10^{-5} , aunque si bien no se encuentra dentro del intervalo, la diferencia entre el valor más grande de este y el valor experimental es pequeña. Esto puede deberse a que la varilla no es de aluminio puro, sino que por el contrario, presenta impurezas

Para el cobre, su valor experimental no se encuentra dentro del intervalo medido, este se encuentra fuera por 0.11×10^{-5} . Esto puede ser por errores a la hora de hacer la medición o, como sucede con el aluminio, deberse a posibles impurezas que podrían alterar el intervalo.

Por último el acero, el valor experimental medido se incluye al intervalo medido, ya que se busco el material tomando como referencia el valor de la constante obtenida.

Bibliografía

- Resnick, Halliday. Física parte I. 11ava edición. 1977.
- Sears-Zemansky. Física universitaria. 12ava edición vol1. 2009.
- Francis W. Sears. Fundamentos de física 1, mecánica calor y sonido. 4ta edición. 1962. [1]

Anexo

El valor de la incertidumbre de cada material fue calculada mediante:

$$S_n(x) = \sqrt{\frac{\sum_i (a_i - \alpha)^2}{n}}$$

Luego se utilizó la desviación estándar, para calcular la desviación estándar del promedio:

$$S_n(\bar{x}) = \frac{S_n(x)}{\sqrt{n}}$$

Dando como resultado para cada material:

Aluminio= $0.04755864461 \times 10^{-5} \cong 0.05 \times 10^{-5}$

Cobre= $0.01137249430677 \times 10^{-5} \cong 0.01 \times 10^{-5}$

Material desconocido= $0.0440513052983434 \times 10^{-5} \cong 0.04 \times 10^{-5}$

Los errores porcentuales fueron calculados mediante:

$$\Delta\alpha = \frac{|\alpha e - \alpha t|}{\alpha t}$$

donde αt es el valor hallado en la experiencia y αe es el valor experimental.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de la constante de dilatación ordenados con respecto a la ΔT comenzando con 20° y finalizando con 70°C con una diferencia de 5°C entre cada medición.

	Aluminio		Cobre		Acero	
T.Ambiente	17°C		19°C		15°C	
ΔT (°C)	α (10^{-5})	Δl (mm)	α (10^{-5})	Δl (mm)	α (10^{-5})	Δl (mm)
20	2.608242045	0.05	1,567398119	0.05	1.567398119	0.015
25	2.34741784	0.12	1,410658307	0.09	1.085121775	0.045
30	2.287227639	0.19	1,462904911	0.14	1.090363909	0.08
35	2.173535037	0.25	1,489028213	0.19	1.044932079	0.11
40	2.109227400	0.31	1,504702194	0.24	1.057082452	0.145
45	2.123854237	0.38	1,515151515	0.29	1.064647779	0.18
50	2.110304927	0.445	1,477832512	0.33	1.069811415	0.215
55	2.100321226	0.51	1,50862069	0.385	1.052089148	0.245
60	2.092659315	0.575	1,462904911	0.42	1.057521623	0.28
65	2.070292123	0.635	1,473354232	0.47	1.044932079	0.31
70	2.06690879	0.70	1,467654602	0.515	1.050004565	0.345