

PRÁCTICA NÚMERO 3

DILATACIÓN VOLUMÉTRICA DE UN LÍQUIDO

I. Objetivo

Observar el fenómeno de la dilatación térmica de un líquido y determinar su coeficiente de dilatación volumétrica.

II. Material

1. 50 ml Etanol o petróleo.
2. Frasco de dilatación.
3. Termómetro de mercurio en vidrio (si no hay de este tipo, entonces, de alcohol en vidrio).
4. Vaso de precipitados de al menos 500 ml.
5. Mechero
6. Tripié y rejilla de asbesto.
7. Un soporte.
8. Dos pinzas de sujeción.
9. Gas butano.
10. Pipeta de 10 ml.
11. Agua.

III. Introducción

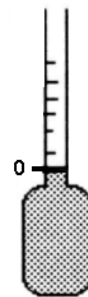
Todos los cuerpos están sujetos al fenómeno de la dilatación térmica. Generalmente cuando nosotros calentamos algún cuerpo, o alguna sustancia, esto tiende a aumentar su volumen (expansión térmica). Y si nosotros enfriamos algún cuerpo o sustancia esto que tiende a disminuir su volumen (compresión térmica). Existen algunas sustancias anómalas que se comportan de forma opuesta en condiciones especiales, es decir, cuando se calientan se contraen y cuando se enfrían se expanden. Tal es el caso del agua cuando está a la presión atmosférica y entre 0 °C y 4 °C.

Si se calienta un líquido contenido en un recipiente de vidrio (frasco de dilatación) como el de la figura 1, observaremos que se dilata tanto el líquido como el recipiente. Aprovechando esta propiedad de los líquidos y conociendo que el volumen final ($V_{final\ del\ liquido}$) de un líquido esta dado por

$$V_{final\ del\ liquido} = V_0\ (del\ liquido)(1 + \beta\Delta T) \quad (1)$$

y el volumen final del vidrio ($V_{final\ del\ vidrio}$) esta dado por

$$V_{final\ del\ vidrio} = V_0\ (del\ vidrio)(1 + 3\alpha\Delta T) \quad (2)$$



Frasco de dilatación

En la columna del frasco de dilatación a partir del cero, el volumen que asciende por ella de acuerdo con (1) y (2) será el cambio de volumen y está dado por

$$\Delta V = V_0(\text{del líquido})(1 + \beta\Delta T) - V_0(\text{del vidrio})(1 + 3\alpha\Delta T) \quad (3)$$

Además sabemos $V_0(\text{del líquido})$ y $V_0(\text{del vidrio})$ coinciden a la temperatura inicial T_0 , como son iguales le llamaremos entonces V_0 y la ecuación (3) queda como

$$\Delta V = V_0(\beta - 3\alpha)(\Delta T) \quad (3)$$

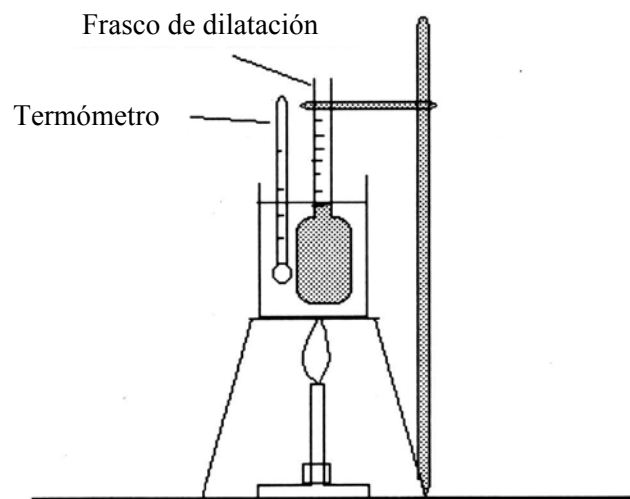
donde ΔT es el cambio de temperatura, α es el coeficiente de expansión lineal del vidrio, β el coeficiente de expansión volumétrica del líquido, se puede encontrar entonces el coeficiente de dilatación volumétrico β , conociendo α , ΔT y ΔV .

IV. Procedimiento

1. Verifique que el frasco de dilatación esté limpio y seco. Si existen residuos de otro líquido, viértase un poco de la sustancia que se va a emplear en la medición, agítese el recipiente y enseguida vacíese. Bajo estas condiciones no importa que el bulbo ya no esté seco.
2. Vierta etanol o petróleo en el frasco hasta la primera marca que posee en el cuello. Cada vez que vaya a realizar una operación de esta naturaleza, procure que la marca en cuestión quede tangente a la parte inferior del menisco.
3. Llene el vaso de precipitados de agua y colóquelo sobre el tripié. Sin encender el mechero.
4. Sumerja el bulbo del frasco de dilatación en el vaso con agua, sosteniéndolo con las pinzas de sujeción, las cuales a su vez deben estar apoyadas en el soporte.
5. Deje que el frasco de dilatación, el líquido que contiene, y el agua, alcancen el equilibrio térmico.
6. Cuando hayan alcanzado el equilibrio térmico, observe si el nivel del líquido en el frasco cambia y si es así, haga que éste vuelva hasta la primera marca agregando o extrayendo la cantidad apropiada de sustancia, que es muy pequeña generalmente.
7. Cada vez que vaya a medir la temperatura, agite primero el agua y enseguida coloque el termómetro pegado a las paredes del bulbo y entonces tome la lectura del termómetro.
8. Una vez que el nivel del líquido está en la marca indicada, estando las partes del sistema en equilibrio térmico, lea la temperatura teniendo el cuidado de hacerlo como se indica en el paso 7. Esta será la temperatura T_0 para el volumen inicial V_0 .
9. Encienda el mechero y deje que la temperatura del sistema aumente hasta, aproximadamente, 20°C por debajo de su punto de ebullición o hasta que el nivel de la sustancia en el frasco alcance la última división del cuello; lo que suceda primero. Cuando se alcance la condición indicada, apague el mechero. Tenga cuidado de que el líquido no se derrame. Deben evitarse temperaturas próximas al punto de ebullición de la sustancia para evitar errores por evaporación.
10. Una vez realizado el paso anterior, deje que la temperatura baje de 3°C a 4°C y entonces tome la primera lectura. Mida el cambio de volumen efectuado por la sustancia y la temperatura correspondiente. Las marcas que posee el frasco en su cuello proporcionan directamente el cambio de volumen.

11. Deje que el sistema se enfríe libremente y tómense lecturas de cambio de volumen y la temperatura respectiva. Puede también hacerse a la inversa: cuando el sistema llegue a una temperatura determinada, se observa el cambio de volumen que experimentó. Haga lo que resulte más sencillo de llevar a cabo.
12. Sólo realice lecturas de cambio de volumen para temperaturas superiores en 20°C a la temperatura T_0 , aproximadamente.
13. En el proceso de recolección de datos, agite regularmente el agua contenida en el vaso de precipitados para que la temperatura sea uniforme.
14. Se obtienen mejores resultados si toda la sustancia problema (etanol u otra) se mantiene completamente sumergida en el baño de agua.

DIAGRAMA



V. Actividades a realizar

1. Consulte α el coeficiente del vidrio Pyrex (es el material del frasco de dilatación)
2. Para cada cambio de volumen medido, obtenga el cambio de temperatura
3. Con el coeficiente del vidrio Pyrex, el volumen inicial, cada cambio de volumen y el cambio de temperatura correspondiente, calculará un valor para el coeficiente de dilatación volumétrico del líquido.
4. Con el conjunto de coeficientes de dilatación obtenidos, calcule:
 - el coeficiente de dilatación volumétrico promedio.
 - la desviación promedio y
 - el error porcentual en la obtención del coeficiente de dilatación volumétrica.

$$\alpha = \quad V_0 = \quad T_0 =$$

Medición	T	ΔT	ΔV	β	$\delta\beta$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

$$\bar{\beta} =$$

$$\bar{\delta\beta} =$$

$$\varepsilon_p =$$

- Grafica el cambio de volumen de la sustancia respecto al cambio de temperatura.

V. Consultas y preguntas

- Consultar notas sobre teoría de errores en el sitio:
http://www.tochtli.fisica.uson.mx/fluidos_y_calor/errores.html
- ¿Cómo es el volumen de la sustancia conforme se aumenta su temperatura?
- ¿Cómo es su densidad conforme se incrementa su temperatura? Argumente la respuesta.
- ¿Cómo se comporta el agua en el intervalo de 0°C a 4°C?
- ¿Cómo es el error porcentual obtenido en la medición del coeficiente de dilatación volumétrica de la sustancia? ¿Cuáles consideras que fueron las principales fuentes de error? Sea claro y concreto al mencionar las fuentes de error.
- ¿Por qué la medición se realizó en el descenso de la temperatura de la sustancia y no cuando se está elevando la misma?
- ¿Qué tipo de comportamiento se obtuvo al graficar el cambio de volumen respecto al cambio de temperatura de la sustancia?
- ¿Qué representa la pendiente de esa curva?
- ¿Cómo se puede obtener el coeficiente de dilatación volumétrica a partir de conocer el valor de la pendiente?
- Si no se hubiese tomando en cuenta la dilatación del vidrio como cambian sus resultados.