



PREPARATORIA ABIERTA PUEBLA

DILATACIÒN TÈRMICA

Preparatoria

abierta

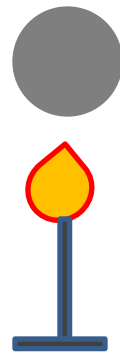
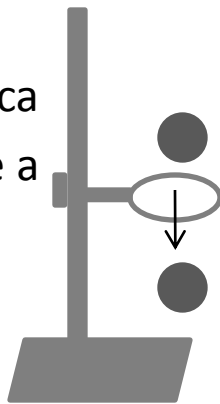
ELABORÓ

LUZ MARÍA ORTIZ CORTÉS

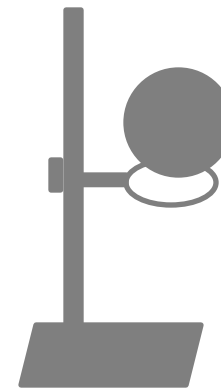
DILATACIÓN

- El calor es una forma de energía que da lugar a cambios físicos y químicos en la materia.
- La dilatación es un cambio físico que consiste en el aumento del tamaño o volumen de un objeto debido al calentamiento del mismo.
- La dilatación puede ocurrir en sólidos, líquidos y gases.

La esfera metálica
pasa libremente a
Través de anillo



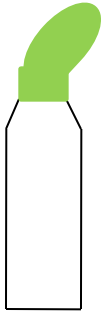
la esfera
se dilata al
calentarse



la esfera ya
no pasa a
través del
anillo

Dilatación de un gas

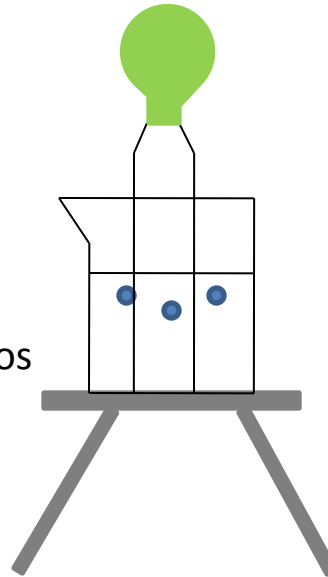
globo
Semiinflado
con un
poco de aire



Globo inflado con el aire dilatado
debido al calentamiento

vaso de
precipitados

Tripié



Agua en ebullición

Tela de asbesto

Dilatación térmica

- La mayoría de los objetos se dilatan al calentarse y se contraen al enfriarse. El hule y el agua tienen un comportamiento contrario.
- Los gases se dilatan mucho más que los líquidos y éstos más que los sólidos.
- Las partículas de gases y líquidos chocan continuamente unas con otras, pero al calentarse chocarán violentamente rebotando a mayores distancias, lo que provocará su dilatación. Las partículas de los sólidos vibran alrededor de posiciones fijas, pero aumentan su movimiento al calentarse, alejándose de sus centros de vibración, lo que da como resultado su dilatación. Al bajar la temperatura las partículas vibran menos provocando la contracción del sólido.

Dilatación lineal

- Objetos sólidos como alambres, varillas o barras, experimentan un aumento de longitud al elevar su temperatura, es decir, su dilatación lineal.
- **Coefficiente de dilatación lineal.** Es el incremento relativo de longitud que presenta una varilla de determinada substancia, con un largo inicial de un metro, cuando su temperatura se eleva un grado Celsius. Por ejemplo, una varilla de aluminio de un metro de longitud aumenta 0.0000224 metros ($22.4 \times 10^{-6} \text{ m}$) al elevar su temperatura 1°C . A este incremento se le llama coeficiente de dilatación lineal y se representa con la letra griega alfa α .

Coeficiente de dilatación lineal

Substancia	Coeficiente de dilatación lineal $\alpha/^\circ\text{C}$
Hierro Fe	11.7×10^{-6}
Aluminio Al	22.4×10^{-6}
Plata Ag	18.3×10^{-6}
Plomo Pb	27.3×10^{-6}
Níquel Ni	12.5×10^{-6}
Zinc Zn	35.4×10^{-6}
Cobre	16.7×10^{-6}
Vidrio	7.3×10^{-6}
Acero	11.5×10^{-6}

Coeficiente de dilatación lineal

- Para calcular el coeficiente de dilatación lineal se emplea la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{L_f - L_o}{L_o(T_f - T_o)}$$

Donde:

α = coeficiente de dilatación lineal en $1/^\circ\text{C}$ o en $^\circ\text{C}^{-1}$

L_f = longitud final medida en metros (m)

L_o = longitud inicial expresada en metros (m)

T_f = Temperatura final medida en grados Celsius $^\circ\text{C}$

T_o = Temperatura inicial expresada en grados Celsius $^\circ\text{C}$

COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL

- Si se conoce el coeficiente de dilatación lineal de una sustancia y queremos calcular la longitud final que tendrá un objeto al variar su temperatura, despejamos la longitud final de la ecuación anterior.

$$L_f = L_o [1 + \alpha (T_f - T_o)]$$

Dilatación

- Tomando en cuenta que la temperatura ambiente cambia continuamente durante el día, cuando se construyen vías de ferrocarril, puentes de acero, estructuras de concreto armado, o cualquier estructura rígida, se deben dejar huecos que permitan dilatarse libremente a los materiales para evitar rompimientos o deformaciones que pongan en peligro al estabilidad de lo construido. Por esta razón se instalan juntas de dilatación, articulaciones móviles que absorben las variaciones de longitud. En los puentes se usan rodillos en los cuales se apoya su estructura para que al dilatarse no se produzcan daños por movimientos estructurales resultado de los cambios de temperatura y de la dilatación no controlada.

Dilatación

- Se deja un espacio libre entre los rieles para evitar que la dilatación levante las vías férreas.



Problemas resueltos

1. Un alambre de plata tiene una longitud de 2 m a una temperatura de 20°C. ¿Cuál será la longitud al aumentar la temperatura a 40 °C?

Datos:

$$\alpha_{Ag} = 18.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 20^\circ\text{C}$$

$$T_f = 40^\circ\text{C}$$

$$L_o = 2 \text{ m}$$

$$L_f = ?$$

Fórmula:

$$L_f = L_o [1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

Sustitución:

$$L_f = 2 \text{ m} \left[1 + 18.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} (20^\circ\text{C}) \right] = L_f = 2.000732 \text{ m}$$

Problemas resueltos

2. A una temperatura de 15°C una varilla de hierro tiene una longitud de 5 m. ¿Cuál será la longitud al aumentar la temperatura a 25°C?

Datos:

$$\alpha = 11.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T = 15^\circ\text{C}$$

$$L_o = 5 \text{ m}$$

$$L_f = ?$$

$$T_f = 25^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$L_f = L_o [1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

PROBLEMAS RESUELTOS

- Sustitución:

$$L_f = (5 \text{ m} [1 + 11.7 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (25^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C})])$$

$$L_f = 5.000585 \text{ m}$$

Su dilatación es igual a:

$$L_f - L_o = 5.000585 \text{ m} - 5 \text{ m} = 0.000585 \text{ m}$$

PROBLEMAS RESUELTOS

3. ¿Cuál es la longitud de un cable de cobre al disminuir la temperatura de 14°C , si con una temperatura de 42°C mide 416 m?

Datos:

$$\alpha_{\text{Cu}} = 16.7 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$L_o = 416 \text{ m}$$

$$L_f = ?$$

$$T_o = 42^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 14^{\circ}\text{C}$$

Fórmula:

$$L_f = L_o [1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

PROBLEMAS RESUELTOS

Sustitución:

$$L_f = 416 \text{ m} [1 + 16.7 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (-28^\circ\text{C})]$$

Resultado:

$$L_f = 415.80547 \text{ m}$$

Su contracción es igual a:

$$L_f - L_0 = 415.80547 \text{ m} - 416 \text{ m} = -0.19453 \text{ m}$$

El signo menos se debe a que disminuye su longitud.

Problemas resueltos

4. Un puente de acero tiene 100 m de largo a 8°C, aumentando su temperatura a 24°C. ¿Cuánto medirá su longitud?

Datos:

$$L_o = 100 \text{ m}$$

$$T_o = 8^\circ\text{C}$$

$$T_f = 24^\circ\text{C}$$

$$L_f = ?$$

$$\alpha_{\text{acero}} = 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Sustitución:

$$L_f = 100 \text{ m} [1 + 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (24 - 8)^\circ\text{C}] =$$

$$L_f = 100.0184 \text{ m}$$

PROBLEMAS RESUELTOS

5. Un puente de acero tiene una longitud de 200 m a 10°C, ¿A cuánto deberá ascender su temperatura para que su longitud sea de 200.0345 m?

Datos:

$$\alpha_{\text{acero}} = 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$L_o = 200 \text{ m}$$

$$T_o = 10^\circ\text{C}$$

$$T_f = ?$$

$$L_f = 200.0345 \text{ m}$$

Fórmula:

$$L_f = L_o [1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

Despeje:

$$T_f = \left[\frac{\left[\frac{L_f}{L_o} \right] - 1}{\alpha} \right] + T_o$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$T_f = \left(\frac{\left[\frac{200.0345 \text{ m}}{200 \text{ m}} \right] - 1}{0.0000115 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} \right) + 10^\circ\text{C}$$

Resultado:

$$T_f = 25^\circ\text{C}$$

Problemas resueltos

6. ¿Cuál es la longitud de un riel de hierro de 50 m a 40°C si desciende la temperatura a 6°C?

Datos:

$$\alpha_{\text{Fe}} = 11.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$L_f = ?$$

$$L_o = 50 \text{ m}$$

$$T_o = 40^\circ\text{C}$$

$$T_f = 6^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$L_f = L_o[1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

Problemas resueltos

Sustitución:

$$L_f = 50 \text{ m} [1 + 11.7 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (-34^\circ\text{C})]$$

Resultado:

$$L_f = 49.98011 \text{ m}$$

Se contrajo:

$$L_f - L_o = 49.98011 \text{ m} - 50 \text{ m} = 0.01989 \text{ m}$$

Problemas resueltos

7. ¿Cuál es la longitud de un alambre de plata al disminuir la temperatura de 15°C, si con una temperatura de 50°C mide 100 m?

Datos:

$$\alpha_{\text{Ag}} = 18.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$L_o = 100 \text{ m}$$

$$L_f = ?$$

$$T_o = 50^\circ\text{C}$$

$$T_f = 15^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$L_f = L_o[1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$L_f = 100 \text{ m} [1 + 18.3 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (-35^\circ\text{C})]$$

Resultado:

$$L_f = 99.936 \text{ m}$$

Su contracción:

$$L_f - L_o = 99.9342 \text{ m} - 100 \text{ m} = -0.064 \text{ m}$$

El signo negativo es porque se contrajo el alambre

Problemas resueltos

8. A una temperatura de 20°C una varilla de acero tiene una longitud de 6 m, ¿Cuál será la longitud al aumentar la temperatura a 30°C?

Datos:

$$\alpha_{\text{acero}} = 11.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$T_o = 20^\circ\text{C}$$

$$L_o = 6 \text{ m}$$

$$L_f = ?$$

$$T_f = 30^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$L_f = L_o[1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

Problemas resueltos

Sustitución:

$$L_f = 6 \text{ m} [1 + 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (10^\circ\text{C})]$$

$$L_f = 6.00069 \text{ m}$$

Su dilatación fue de 0.00069 m

Problemas resueltos

9. Un puente de acero de 200 m de largo a 10 °C, aumenta su temperatura a 30°C, ¿Cuánto medirá su longitud?

Datos:

$$\alpha_{\text{acero}} = 11.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$L_o = 200 \text{ m}$$

$$T_o = 10^\circ\text{C}$$

$$T_f = 30^\circ\text{C}$$

$$L_f = ?$$

Fórmula:

$$L_f = L_o[1 + \alpha(T_f - T_o)]$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$L_f = 200 \text{ m} [1 + 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (20^\circ\text{C})] = 200.046 \text{ m}$$

Su dilatación es:

$$L_f - L_o = 200.046 \text{ m} - 200 \text{ m} = 0.046 \text{ m}$$

Dilatación superficial

- Un área o superficie se dilata incrementando sus dimensiones en la misma proporción. Una lámina metálica aumenta su largo y ancho, lo cual significa un incremento de área.

- **Coeficiente de dilatación superficial**

Es el incremento relativo de área o superficie que experimenta un objeto de determinada substancia, de área igual a la unidad, al elevar su temperatura un grado centígrado. Este coeficiente se representa con la letra griega gamma γ .

Coeficiente superficial

- El coeficiente de dilatación superficial se usa para sólidos.
- El coeficiente de dilatación superficial de un sólido es dos veces mayor que su coeficiente de dilatación lineal.

$$\gamma = 2 \alpha$$

El coeficiente de dilatación lineal del acero es $34.5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, por lo que su coeficiente de dilatación superficial es:

$$\gamma = 2 \alpha = 2 \times 34.5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} = 69 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Coeficiente de dilatación superficial

- Al conocer el coeficiente de dilatación superficial de un objeto sólido se puede calcular el área final que tendrá al variar su temperatura con la siguiente expresión:

$$A_f = A_o [1 + \gamma (T_f - T_o)]$$

Donde:

A_f = área final en m^2

A_o = área inicial en m^2

γ = coeficiente de dilatación superficial en $1/^\circ C$ o $^\circ C^{-1}$

T_f = Temperatura final en $^\circ C$.

T_o = Temperatura inicial en $^\circ C$.

Coeficiente de dilatación superficial

Substancia	γ (1/°C)
Hierro Fe	23.4×10^{-6}
Aluminio Al	44.8×10^{-6}
Cobre Cu	33.4×10^{-6}
Plata Ag	36.5×10^{-6}
Plomo Pb	54.6×10^{-6}
Níquel Ni	25×10^{-6}
Acero	2.3×10^{-6}
Vidrio	14.6×10^{-6}

Problemas resueltos

1. A una temperatura de 17°C una ventana de vidrio tiene un área de 1.6 m^2 . ¿Cuál será su área final al aumentar su temperatura a 32°C ?

Datos:

$$\gamma_{\text{vidrio}} = 14.6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A_o = 1.6 \text{ m}^2$$

$$A_f = ?$$

$$T_f = 32^{\circ}\text{C}$$

Sustitución:

$$A_f = 1.6 \text{ m}^2 [1 + (14.6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})(15^{\circ}\text{C})]$$

Fórmula:

$$A_f = A_o [1 + \gamma(T_f - T_o)]$$

Resultado:

$$A_f = 1.6003504 \text{ m}^2$$

PROBLEMAS RESUELTOS

2. A una temperatura de 23°C un puente de aluminio mide 2 m de largo y 0.9 de ancho. ¿Cuál será su área final al disminuir su temperatura a 12°C?

Datos:

$$\gamma_{Al} = 44.8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\ell = 2 \text{ m}$$

$$A_o = 0.9 \text{ m}$$

$$T_o = 23^\circ\text{C}$$

$$T_f = 12^\circ\text{C}$$

$$A_f = ?$$

Se determina el área del puente:

$$A = 2 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} = 1.8 \text{ m}^2$$

Fórmulas:

$$A_f = A_o [1 + \gamma(T_f - T_o)]$$

$$A = \ell \times \ell$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$A_f = 1.8 \text{ m}^2 [1 + (44.8 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})(-11^\circ\text{C})]$$

Resultado:

$$A_f = 1.79911 \text{ m}^2$$

Problemas resueltos

3. Una lámina de acero tiene un área de 2 m² a una temperatura de 8°C, ¿Cuál será su área final al elevarse su temperatura a 38°C?

Datos:

$$\gamma_{\text{acero}} = 2.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$A_o = 2 \text{ m}^2$$

$$A_f = ?$$

$$T_o = 8^\circ\text{C}$$

$$T_f = 38^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$A_f = A_o [1 + \gamma(T_f - T_o)]$$

Sustitución:

$$A_f = 2 \text{ m}^2 [1 + 2.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} (30^\circ\text{C})]$$

Resultado:

$$A_f = 2.00138 \text{ m}^2$$

Problemas resueltos

4. A una temperatura de 33.5°C , un portón de hierro tiene un área de 10 m^2 , ¿Cuál será su área final al disminuir su temperatura a 9°C ?

Datos:

$$\gamma_{\text{Fe}} = 23.4 \times 10^{-6}$$

$$A_o = 10\text{ m}^2$$

$$A_f = ?$$

$$T_o = 33.5^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 9^{\circ}\text{C}$$

Sustitución:

$$A_f = 10\text{ m}^2 (1 + 23.4 \times 10^{-6} \cancel{\text{C}^{-1}} (-24.5 \cancel{\text{C}}))$$

Fórmula:

$$A_f = A_o [1 + \gamma (T_f - T_o)]$$

Resultado:

$$A_f = 9.994\text{ m}^2$$

Problemas resueltos

5. A una temperatura de 18°C , una ventana de vidrio tiene un área de 1.8 m^2 . ¿Cuál será su área final al aumentar su temperatura a 35°C ?

Datos:

$$\gamma_{\text{vidrio}} = 14.6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_0 = 18^{\circ}\text{C}$$

$$A_0 = 1.8 \text{ m}^2$$

$$A_f = ?$$

$$T_f = 35^{\circ}\text{C}$$

Sustitución:

$$A_f = 1.8 \text{ m}^2 [1 + 14.6 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} (17^{\circ}\text{C})]$$

Fórmula:

$$A_f = A_0 [1 + \gamma(T_f - T_0)]$$

Resultado:

$$A_f = 1.800446 \text{ m}^2$$

Problemas resueltos

6. ¿Cuál será el área inicial de un puente de aluminio a 23°C si al disminuir su temperatura a 12°C su área final es de 1.7911 m² ?

Datos:

$$\gamma_{Al} = 44.8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$A_o = ?$$

$$T_o = 23^\circ\text{C}$$

$$T_f = 12^\circ\text{C}$$

$$A_f = 1.79911 \text{ m}^2?$$

Sustitución:

$$A_o = [1.79911 \text{ m}^2 - 0.0000448^\circ\text{C}^{-1} (-11^\circ\text{C})]$$

Fórmula:

$$A_f = A_o [1 + \gamma(T_f - T_o)]$$

Despeje:

$$A_o = A_f - \gamma(T_f - T_o)$$

Resultado:

$$A_o = 1.8 \text{ m}^2$$

Problemas resueltos

7. Una lámina de acero tiene un área de 3 m² a una temperatura de 10°C, ¿Cuál será su área final al elevarse la temperatura a 40°C?

Datos:

$$\gamma_{\text{acero}} = 2.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$A_o = 3 \text{ m}^2$$

$$T_o = 10^\circ\text{C}$$

$$A_f = ?$$

$$T_f = 40^\circ\text{C}$$

Sustitución:

$$A_f = 3 \text{ m}^2 [1 + 2.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} (30^\circ\text{C})]$$

Fórmula:

$$A_f = A_o [1 + \gamma(T_f - T_o)]$$

Resultado:

$$A_f = 3.000207 \text{ m}^2$$

DILATACIÓN CÚBICA

- Cuando aumentan las dimensiones de un objeto: largo, ancho y alto, se incrementa el volumen del mismo, lo que se refiere a su **dilatación cúbica**.
- Al incremento relativo de volumen que experimenta un objeto de determinada substancia, de volumen igual a la unidad, al elevar su temperatura un grado Celsius, se le llama **coeficiente de dilatación cúbica**.
- Este coeficiente se representa con la letra griega beta β . Por lo general, el coeficiente de dilatación cúbica se emplea para los líquidos. Sin embargo, si se conoce el coeficiente de dilatación lineal de un sólido, su coeficiente de dilatación cúbica será tres veces mayor:

$$\beta = 3 \alpha$$

Coeficiente de dilatación cúbica

- Por ejemplo, el coeficiente de dilatación lineal del hierro es $11.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; por tanto, su coeficiente de dilatación cúbica es:

$$\beta = 3 \alpha = 3 \times 11.7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} = 35.1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Al conocer el coeficiente de dilatación cúbica de una sustancia se puede calcular el volumen final que tendrá al variar su temperatura con la siguiente expresión:

$$V_f = V_o [1 + \beta (T_f - T_o)]$$

COEFICIENTE DE DILATACIÓN CÚBICA

Donde:

V_f = volumen final determinado en m^3

V_o = volumen inicial expresado en m^3

beta = coeficiente de dilatación cúbica determinado en $1/^\circ C$
 $o\ ^\circ C^{-1}$

T_f = temperatura final medida en $^\circ C$

T_o = temperatura inicial medida en $^\circ C$.

Notas:

1. En el caso de los sólidos huecos, la dilatación cúbica se calcula considerando al sólido como si estuviera lleno del mismo material, es decir, como si fuera macizo.

Coeficiente de dilatación cúbica

2. Para la dilatación cúbica de los líquidos se debe tomar en cuenta que cuando se ponen a calentar, también se calienta el recipiente que los contiene, el cual, al dilatarse, aumenta su capacidad, por ello, el aumento real del volumen del líquido será igual al incremento de volumen del recipiente más el aumento de volumen de líquido en el recipiente graduado.
3. El coeficiente de dilatación cúbica es igual para todos los gases. Es decir, cualquier gas, al ser sometido a una presión constante, por cada grado Celsius que cambie su temperatura variará $1/273$ el volumen que ocupaba a 0°C .

$$\beta = \frac{1}{273} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \text{Para cualquier gas.}$$

Coeficiente de dilatación cúbica

- En otras palabras, si se toman 273 litros de cualquier gas, por ejemplo, oxígeno a 0°C y sin cambiar la presión (proceso isobárico), se calienta 1°C , el volumen nuevo será de 274 litros. Un incremento de 2°C lo aumentará a 275 litros. Si se calienta 3°C , el gas ocupará un volumen de 276 litros y así sucesivamente.

Coeficiente de dilatación cúbica

Substancia	β (1/°C)
Hierro Fe	35.1×10^{-6}
Aluminio Al	67.2×10^{-6}
Cobre Cu	50.1×10^{-6}
Acero	34.5×10^{-6}
Vidrio	21.9×10^{-6}
Mercurio Hg	182×10^{-6}
Glicerina	485×10^{-6}
Alcohol etílico	746×10^{-6}
Petróleo	895×10^{-6}
Gases a 0°C	1/273

Dilatación irregular del agua

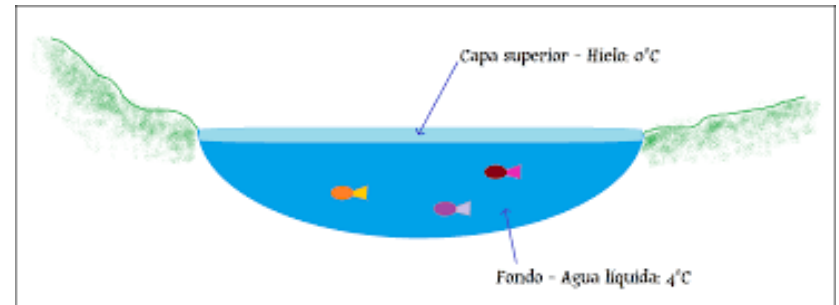
- Generalmente un material o sustancia aumenta su volumen cuando se eleva su temperatura, pero algunas sustancias, en determinados intervalos de temperatura, presentan un comportamiento inverso, es decir, disminuyen de volumen cuando su temperatura se eleva. De aquí que tales sustancias tengan, en esos intervalos, ese coeficiente de dilatación negativo.
- El agua es una de las sustancias que presentan estas irregularidades en su dilatación. Cuando la temperatura del agua es entre 0°C y 4°C , su volumen disminuye. Al hacer que su temperatura se eleve a más de 4°C , el agua se dilatará normalmente.

Dilatación irregular del agua

- En países donde el invierno es muy riguroso, los lagos y los ríos se congelan únicamente en la superficie, mientras que en el fondo queda agua con máxima densidad, es decir, agua a 4°C. Este hecho es fundamental para la preservación de la fauna y de la flora de dichos lugares. Si el agua no presentara esta irregularidad en su dilatación, los ríos y lagos se congelarían por completo ocasionando daños irreparables a las plantas y los animales acuáticos.

Dilatación irregular del agua

- Cuando el lago se congela, sólo se forma una capa de hielo en el lago. Bajo esta capa gélida hay agua a 4°C.



Dilatación irregular del agua

- El fenómeno de la dilatación irregular del agua se observa cuando al introducir un refresco en el congelador y después de cierto tiempo se observa que al congelarse el refresco, el envase se rompió debido a que el agua no se contrajo al disminuir su temperatura sino que aumentó su volumen al cambiar de líquido a sólido.

Problemas resueltos

1. Una barra de aluminio de 0.01 m^3 a 16°C se calienta a 44°C ,

a) ¿Cuál será su volumen final?

b) ¿Cuál fue su dilatación cúbica?

Datos:

$$\beta_{\text{Al}} = 67.2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 16^\circ\text{C}$$

$$T_f = 44^\circ\text{C}$$

$$V_o = 0.01 \text{ m}^3$$

$$V_f = ?$$

Fórmulas:

$$V_f = V_o [1 + \beta (T_f - T_o)]$$

$$\Delta V = V_f - V_o$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$V_f = 0.01 \text{ m}^3 \left(1 + 67.2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (44^\circ\text{C} - 16^\circ\text{C}) \right)$$

Resultado:

$$V_f = 0.010018816 \text{ m}^3$$

$$V_f = 0.0100188 \text{ m}^3$$

b) $\Delta v = V_f - V_o$

$$\Delta v = 0.0100188 \text{ m}^3 - 0.01 \text{ m}^3 = 0.0000188 \text{ m}^3$$

Resultado:

$$V_f = 1.88 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Problemas resueltos

2. Una esfera hueca de acero a 24°C tiene un volumen de 0.2 m^3

a) ¿Qué volumen final tendrá a -4°C en m^3 y en litros?

b) ¿Cuál fue su dilatación cúbica?

Datos:

$$\beta_{\text{acero}} = 34.5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 24^{\circ}\text{C}$$

$$V_o = 0.2 \text{ m}^3$$

$$V_f = ?$$

$$T_f = -4^{\circ}\text{C}$$

Fórmulas:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta (T_f - T_o) \right]$$

$$\Delta v = V_f - V_o$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$V_f = 0.2 \text{ m}^3 \left[1 + 34.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (-4^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C}) \right]$$

Resultado:

$$V_f = 0.19986 \text{ m}^3$$

Problemas resueltos

3. ¿Cuál será el volumen final de 2 litros de alcohol etílico si sufre un calentamiento de 18 °C a 45°C? Decir también cuánto varía su volumen en litros y en cm .

Datos:

$$\beta_{\text{alcohol}} = 746 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_o = 2 \text{ litros}$$

$$V_f = ?$$

$$T_o = 18^\circ\text{C}$$

$$T_f = 45^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta(T_f - T_o) \right]$$

$$\Delta V = V_f - V_o$$

Conversión:

$$2 \text{ litros} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}} = 0.002 \text{ m}^3$$

Problemas resueltos

- Sustitución:

$$V_f = 0.002 \text{ m}^3 \left[1 + 746 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (27^\circ\text{C}) \right] = 0.002 \text{ m}^3 = \\ = 2.04028 \text{ litros}$$

$$\Delta V = 2.04028 \text{ litros} - 2 \text{ litros} = 0.04028 \text{ litros}$$

Conversión:

$$0.04028 \text{ litros} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}} = 4.028 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$4.028 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \times \frac{(100 \text{ cm})^3}{1 \text{ m}^3} = 40.28 \text{ cm}^3$$

PROBLEMAS RESUELTOS

4. A una temperatura de 15°C un matraz de vidrio con capacidad de 1 litro se llena de mercurio y se calientan ambos a 80°C.
- ¿Cuál es la dilatación cúbica del matraz?
 - ¿Cuál es la dilatación cúbica del mercurio.
 - ¿Cuánto mercurio se derramará en litros y en cm³?

Datos:

$$\beta_{\text{vidrio}} = 21.9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta_{\text{Hg}} = 182 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_0 = 15^\circ\text{C}$$

$$V_0 = 1 \text{ litro}$$

$$T_f = 80^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$V_f = V_0 \left[1 + \beta (T_f - T_0) \right]$$

PROBLEMAS RESUELTOS

- Dilatación cúbica del matraz:

a) $V_{f \text{ vidrio}} = 1 \text{ litro} \left(1 + 21.9 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C} (65^\circ\text{C}) \right) = 1.0014235 \text{ litros}$

$$\Delta V_{\text{vidrio}} = 1.0014235 \text{ litros} - 1 \text{ litro} = \Delta_{\text{vidrio}} = 0.0014235 \text{ litros}$$

Dilatación cúbica del mercurio:

b) $V_{f \text{ Hg}} = 1 \text{ litro} \left(1 + 182 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C} (65^\circ\text{C}) \right) = 1.01183 \text{ Litros}$

$$\Delta V_{\text{Hg}} = 1.01183 \text{ litros} - 1 \text{ litro} = \Delta_{\text{Hg}} = 0.01183 \text{ litros}$$

Problemas resueltos

c) El mercurio derramado en litros y en cm^3 .

El vidrio se dilató 0.0014235 litros y el Hg 0.01183 litros, la diferencia entre los dos volúmenes equivaldrá al mercurio derramado:

0.0104065 litros

Conversión de unidades:

$$0.0104065 \text{ litros} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}} \times \frac{(100 \text{ cm})^3}{1 \text{ m}^3} = 10.4065 \text{ cm}^3$$

PROBLEMAS RESUELTOS

5. A una temperatura de 0°C un gas ocupa un volumen de 330 litros , si se incrementa su temperatura a 50°C , calcular:

- ¿Cuál será su volumen final si su presión permanece constante?
- ¿Cuál fue su dilatación cúbica?

Datos:

$$\beta_{\text{gas}} = \frac{1}{273} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 0^{\circ}\text{C}$$

$$T_f = 50^{\circ}\text{C}$$

$$V_o = 330 \text{ litros}$$

$$V_f = ?$$

$$\Delta V_{\text{gas}} =$$

Fórmula:

$$V_f = V_o [1 + \beta (T_f - T_o)]$$

Problemas resueltos

a) Sustitución:

$$V_f = 330 \text{ litros} \left[1 + (0.003663 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) (50^\circ\text{C}) \right]$$

Resultado:

$$V_f = 390.44 \text{ litros}$$

b) $\Delta V_{\text{gas}} = 390.44 \text{ litros} - 330 \text{ litros} = 60.44 \text{ litros}$

$$\Delta V_{\text{gas}} = 60.44 \text{ litros}$$

Problemas resueltos

1. Un tubo de cobre tiene un volumen de 0.009 m^3 a 10°C y se calienta a 200°C .
 - a) ¿Cuál será su volumen final?
 - b) ¿Cuál es su dilatación cúbica?

Datos:

$$\beta_{\text{Cu}} = 50.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_f = ?$$

$$V_o = 0.009 \text{ m}^3$$

$$T_o = 10^\circ\text{C}$$

$$T_f = 200^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$V_f = V_o [1 + \beta(T_f - T_o)]$$

Problemas resueltos

Sustitución:

$$a) V_f = 0.009 \text{ m}^3 \left[1 + 50.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (190^\circ\text{C}) \right]$$

$$V_f = 0.0090856 \text{ m}^3 = V_f = 9.0856 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$b) \Delta f = 9.0856 \times 10^{-3} \text{ m}^3 - 9 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.0856 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$
$$= 0.0856 \text{ Litros}$$

Problemas resueltos

2. Una barra de aluminio tiene un volumen de 500 cm^3 a 90°C .

- a) ¿Cuál es su volumen a 20°C ?
- b) ¿Cuánto disminuyó su volumen?

Datos:

$$\beta_{\text{Al}} = 67.2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_o = 500 \text{ cm}^3$$

$$T_o = 90^\circ\text{C}$$

$$V_f = ?$$

$$T_f = 20^\circ\text{C}$$

Fórmulas:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta (T_f - T_o) \right]$$

Problemas

Sustitución:

$$a) \quad V_f = 500 \text{ cm}^3 \left(1 + 67.2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (-70^\circ\text{C}) \right)$$

Resultado:

$$v_f = 497.648 \text{ cm}^3 \text{ BIEN}$$

$$V_f = 497.648 \text{ cm}^3$$

$$b) \quad \Delta V = 497.648 \text{ cm}^3 - 500 \text{ cm}^3 = -2.352 \text{ cm}^3$$

El volumen disminuyó: 2.352 cm^3

Problemas resueltos

3. Calcular el volumen final de 5.5 litros de glicerina si se calienta de 4°C a 25°C. Determinar la variación de su volumen en cm³.

Datos:

$$\beta_{\text{glicerina}} = 485 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_f = ?$$

$$V_o = 5.5 \text{ litros}$$

$$T_o = 4^\circ\text{C}$$

$$T_f = 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta V = ?$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta (T_f - T_o) \right]$$

Problemas resueltos

- Sustitución: Resultado:
$$V_f = 5.5 \ell \left[1 + 485 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} (21^\circ\text{C}) \right] = 5.556 \text{ litros}$$

$$\Delta V = 5.556 \text{ litros} - 5.5 \text{ litros} = 0.056 \text{ litros}$$

Problemas resueltos

4. Un tanque de hierro de 200 litros de capacidad a 10°C se llena totalmente de petróleo, si se incrementa la temperatura de ambos hasta 38°C.
- a) ¿Cuál es la dilatación cúbica del tanque?
 - b) ¿Cuál es la dilatación cúbica del petróleo?
 - c) ¿Cuánto petróleo se derramará en litros y en cm³?

Datos:

$$\beta_{\text{Fe}} = 35.1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta_{\text{petróleo}} = 895 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_o = 200 \text{ Litros } \ell$$

$$T_o = 10^\circ\text{C}$$

$$T_f = 38^\circ\text{C}$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta (T_f - T_o) \right]$$

Problemas resueltos

a) Sustitución:

$$V_f \text{ Fe} = 200 \ell \left[1 + 35.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (28^\circ\text{C}) \right] = 200.19656 \text{ litros}$$

La dilatación cúbica del tanque:

$$200.19656 \text{ litros} - 200 \text{ litros} = 0.19656 \text{ litros}$$

$$\text{b) } V_f \text{ petróleo} = 200 \ell \left[1 + 895 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (28^\circ\text{C}) \right] = 205.012 \ell$$

$$\Delta V = 205.012 \ell - 200 \ell = 5.012 \ell$$

$$\text{c) } 5.012 \text{ litros} - 0.19656 \text{ litros} = 4.8154 \text{ litros}$$

Problemas resueltos

5. Un gas a presión constante y a 0°C ocupa un volumen de 25 litros. Si su temperatura se incrementa a 18°C :

a) ¿Cuál es su volumen final?

b) ¿Cuál fue su dilatación?

Datos:

$$\beta_{\text{gas}} = 1/273 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 0^{\circ}\text{C}$$

$$V = 25 \text{ } \ell$$

$$T_f = 18^{\circ}\text{C}$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta(T_f - T_o) \right]$$

Problemas resueltos

$$\text{a) } 25 \ell \left[1 + 0.003663^{\circ}\text{C}^{-1} (18^{\circ}\text{C}) \right] = 26.65 \ell$$

$$\Delta V = 26.65 \ell - 25 \ell = 1.65 \ell$$

Problemas resueltos

6. Una barra de Aluminio de 0.01 m^3 a 20° se calienta a 45°C .

a) ¿Cuál es su volumen final?

b) ¿Cuál fue su dilatación cúbica?

Datos:

$$\beta_{\text{Al}} = 67.2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_o = 0.01 \text{ m}^3$$

$$T_o = 18^\circ\text{C}$$

$$T_f = 45^\circ\text{C}$$

$$V_f = ?$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left(1 + \beta(T_f - T_o) \right)$$

Problemas resueltos

Sustitución:

$$a) V_f = 0.01 \text{ m}^3 [1 + (67.2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})(25^\circ\text{C})] = 0.0100168 \text{ m}^3$$

b) Dilatación cúbica:

$$\Delta V = 0.0100168 \text{ m}^3 - 0.01 \text{ m}^3 = 0.0000168 \text{ m}^3$$

Resultado:

$$\Delta V = 1.68 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$\Delta V = 1.68 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Problemas resueltos

7. Una esfera hueca de acero a 20°C tiene un volumen de 0.3 m^3

a) ¿Qué volumen final tendrá a -5°C en cm^3 y en litros?

b) ¿Cuánto disminuyó su volumen en litros?

Datos:

$$\beta_{\text{acero}} = 34.5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$T_o = 20^{\circ}\text{C}$$

$$V_o = 0.3 \text{ m}^3$$

$$V_f = ?$$

$$T_f = -5^{\circ}\text{C}$$

Fórmulas:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta(T_f - T_o) \right]$$

$$\Delta V = V_f - V_o$$

Problemas resueltos

Sustitución:

$$a) \quad V_f = 0.3 \text{ m}^3 \left[1 + 34.5 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} (-15 \text{ }^{\circ}\text{C}) \right] = 0.29984475 \text{ m}^3$$

b) Disminución del volumen de la esfera:

$$\Delta V = 0.2999844 \text{ m}^3 - 0.3 \text{ m}^3 = -0.00015525 \text{ m}^3$$

$$\Delta V = -1.55 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = -0.15525 \ell$$

Problemas resueltos

8. Un tubo de cobre tiene un volumen de 0.008 m^3 a 12°C y se calienta a 180°C .

a) ¿Cuál es su volumen final?

Datos:

$$\beta_{\text{Cu}} = 50.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_o = 0.008 \text{ m}^3$$

$$T_o = 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_f = 180^\circ\text{C}$$

$$V_f = ?$$

$$\Delta f = ?$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta(T_f - T_o) \right]$$

Problemas resueltos

a) Sustitución:

$$V_f = 0.008 \text{ m}^3 \left(1 + 50.1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} (168^\circ\text{C}) \right) = 0.00806 \text{ m}^3$$

Problemas resueltos

9. Un tanque de hierro de 150 litros de capacidad a 15°C se llena totalmente de petróleo y se incrementa la temperatura de ambos hasta 40°C.

a) ¿Cuál es la dilatación cúbica del tanque?

b) ¿Cuál es la dilatación cúbica del petróleo?

Datos:

$$\beta_{\text{petróleo}} = 895 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\beta_{\text{Fe}} = 35.1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$V_o = 150 \text{ litros}$$

$$T_o = 15^\circ\text{C}$$

$$T_f = 40^\circ\text{C}$$

$$\Delta V_{\text{tanque}} = ?$$

$$\Delta V_{\text{petróleo}} = ?$$

Fórmula:

$$V_f = V_o \left[1 + \beta (T_f - T_o) \right]$$

Problemas resueltos

a) Sustitución:

$$V_{f_{\text{tanque}}} = 150 \ell \left[1 + 35.1 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} (25^{\circ}\text{C}) \right] = 150.13 \text{ litros}$$

$$\Delta V = 150.13 \text{ litros} - 150 \text{ litros} = 0.13 \text{ litros}$$

b) Sustitución:

$$V_{f_{\text{petróleo}}} = 150 \ell \left[1 + 895 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} (25^{\circ}\text{C}) \right] = 153.356 \ell$$

$$\Delta V = 153.356 \ell - 150 \ell = 3.356 \ell$$

Actividad experimental 1

Dilatación de Sólidos

Objetivos: que el estudiante compruebe la dilatación en sólidos.

- Que desarrolle las competencias:

Competencias genéricas:

Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.

Atributo: Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.

Dilatación de Gases

- **Competencias disciplinares:**
- Obtiene, registra y sistematiza la información obtenida para responder a las preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- Diseña prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades y demostrar principios científicos.
- Aplica medidas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.

Material :

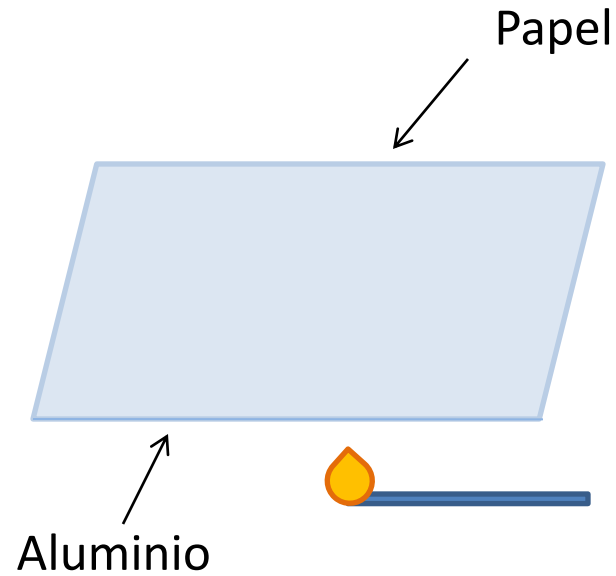
1 envoltura de dos caras: una de papel y otra de aluminio,
(como envoltura de cajetillas de cigarrillos o de algunos chocolates)

1 cerillo, encendedor o pistola para encender estufas

Dilatación de sólidos

- En la cajetillas de cigarros hay una envoltura en el interior que consta de dos partes, una hoja de papel común y otra de lámina de aluminio, unidas entre sí.
- Corta una porción de dicha envoltura y acércala a una flama, como la de un fósforo o cerillo encendido. Mantenga la flama a cierta distancia para evitar que el papel se quememe. Observa qué sucede con la porción de envoltura. Enseguida, aleja la llama y observa si la citada porción regresa a su situación inicial cuando se enfría.
- Trata de explicar tus observaciones recordando tus conocimientos sobre la dilatación.

Dilatación de sólidos



Dilatación de sólidos

- a) De acuerdo a lo observado, ¿Cuál de los dos materiales tiene mayor coeficiente de dilatación, al aluminio o el papel?
- b) Calienta ahora, una lámina delgada de aluminio (papel aluminio). Por qué en este caso no se produce el efecto observado en la envoltura de doble capa?

Actividad experimental 2

Dilatación de gases

- Material

1 baño María (puede ser una tina metálica pequeña o una cacerola de 2 litros).

1 botella de vidrio o plástico de 250 o 500 ml

1 globo que se adapte a la botella

1 mechero Bunsen o parrilla eléctrica

1 baño de hielo.

Actividad experimental

Procedimiento:

1. Calentar agua en la tina o cacerola, también puede ser en un matraz de 500 ml o de 1 litro.
2. Inflar un poco el globo y colocarlo en la boca de la botella.
3. Introducir la botella con el globo en el baño María (agua caliente en la tina) durante unos minutos. Observar.
4. Después introducir la botella con el globo en un baño de hielo y observar.

Cuestionario:

1. ¿Qué sucedió al globo al introducirlo en agua caliente?
2. ¿Qué le sucedió al colocarlo en hielo?

Actividad experimental

Retroalimentación de la actividad experimental:

1. A la pregunta 1 se debió contestar que se infla el globo al introducirlo en agua caliente debido a que el gas contenido en él se dilata al calentarlo.
2. A la pregunta 2 la respuesta debe ser así: el globo se contrae o se arruga debido a que el gas contenido en él disminuye su volumen al enfriarse.

Se recomienda ver el video Cambios de la Materia del blog:

<http://quimicaconluzmaria.wordpress.com>

Actividad experimental 3

Dilatación de Líquidos

Material:

- 1 termómetro de 0 a 110°C
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 mechero Bunsen o parrilla eléctrica
- 1 tela de asbesto

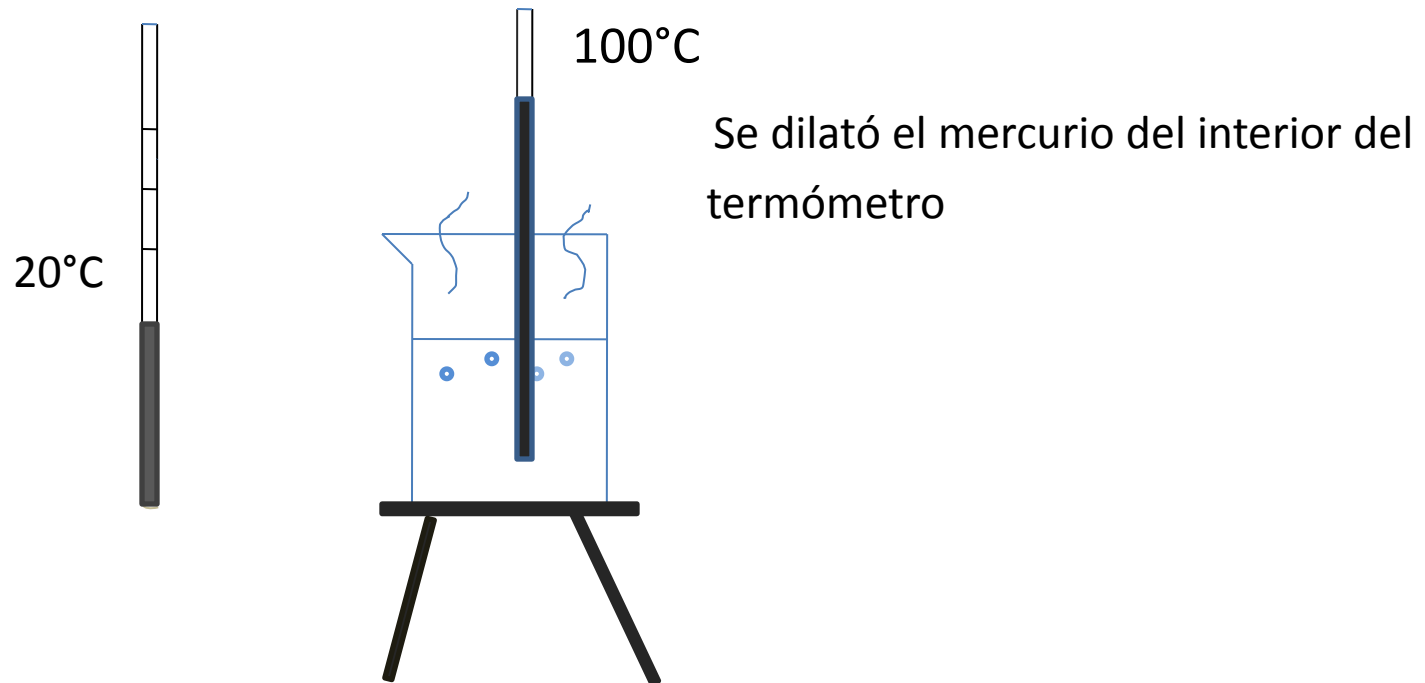
Substancias:

Agua

Procedimiento:

1. Calentar agua en un vaso de precipitados, hasta cerca de la ebullición.
2. Ver la temperatura del termómetro antes de introducirlo en el agua caliente.
3. Sacar el termómetro del agua caliente y observar su temperatura.

Dilatación de líquidos



Dilatación de líquidos

Cuestionario:

¿Qué ocurrió en el termómetro al introducirlo en el agua caliente? ¿Por qué?

El termómetro tiene mercurio en su interior, el cual se dilata con el calor, por lo que se puede ver el aumento de la temperatura en el termómetro graduado.

Lo mismo ocurre cuando se coloca el termómetro en la axila de una persona para medir su temperatura corporal, por si tuviera fiebre.

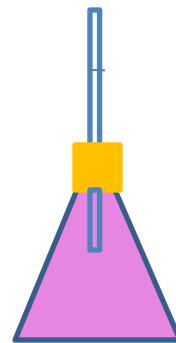
Actividad experimental 4

Dilatación de líquidos

1. Tome un frasco de vidrio de unos 50 ml o 50 cm³ de volumen. Llénelo totalmente con agua previamente coloreada (con un poco de tinta o mercurio/cromo) para facilitar las observaciones.
2. Coloque un tapón que se adapte quedando bien ajustado, a la boca del frasco de vidrio. Haga luego una perforación al tapón y pase a través de él un tubo de plástico o de vidrio (el tubo vacío del repuesto de un bolígrafo sirve bien). Coloque un poco de pegamento, tape cualquier orificio que haya quedado en la superficie del tapón. Cerrando el frasco con el tapón forrando éste para que se ajuste bien. El agua subirá hasta cierta altura en el interior del tubo, como indica la figura de este experimento.

Actividad experimental 4

3. Coloque este dispositivo así preparado en un baño de agua muy caliente (baño María), de modo que cubra bien el frasco que contiene agua coloreada. Observe qué sucede con el nivel de agua en el tubo. Después de cierto tiempo saque el dispositivo y póngalo en un baño con agua muy fría (mezcla de hielo y agua). Ver lo qué sucede al nivel de agua del tubo.



tapón

agua coloreada

Bibliografía

- Física para Bachillerato
Pérez Montiel, Héctor.
Editorial: Patria.
2011.
- Física general con experimentos.
Alvarenga, Beatriz. Máximo, Antonio.
Editorial: Oxford.
2014.