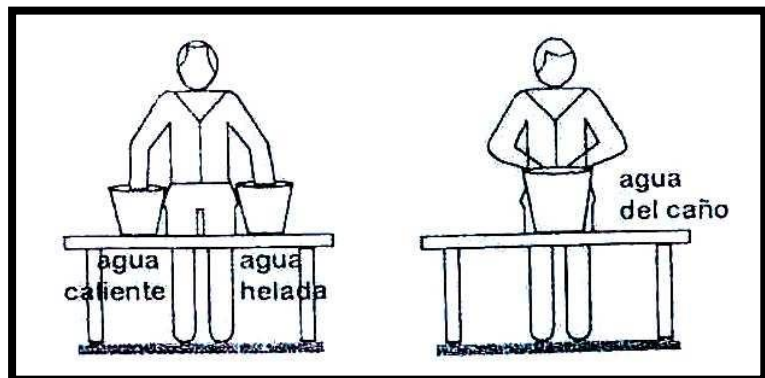


DILATACIÓN

Cuando nos hablan de verano o invierno, inmediatamente lo asociamos a nuestro conocimiento de lo caliente y de lo frío. Estas palabras se ven muchas veces acompañadas de calor y temperatura, dos cosas distintas, pero que se encuentran muy vinculadas entre sí. Muchos fenómenos térmicos se deben al calor, y todos ellos serán explicados a partir de este capítulo. Sin embargo iniciaremos nuestro estudio con el análisis de la temperatura,

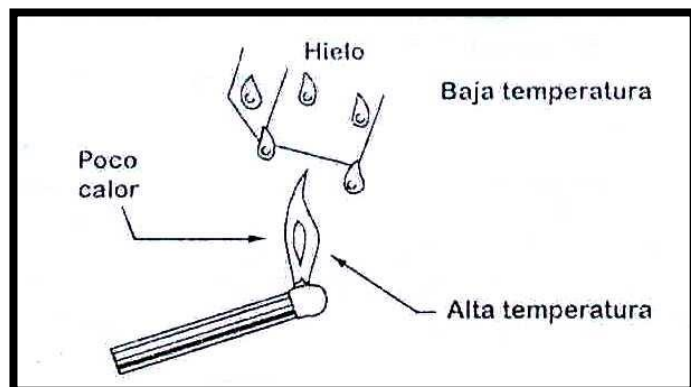
SENSACIONES TÉRMICAS

Mediante nuestro sentido del tacto y otras circunstancias fisiológicas experimentamos ciertas sensaciones por las que afirmamos que un cuerpo está frío o caliente. Lamentablemente, por su carácter cualitativo y subjetivo, no podemos distinguir si una sensación es doble o triple de otra sensación similar que hayamos experimentando antes. La experiencia del filósofo inglés John Locke (1632 - 1704), que se muestra la figura, plantea la pregunta: ¿El agua que sale del caño está fría o caliente?. Esto nos demuestra que nuestras experiencias sensoriales no son buena base para la física; sin embargo, debemos reconocer que el mismo estímulo térmico que produce en nosotros las sensaciones de frío o caliente produce en otros cuerpos modificaciones observables, como por ejemplo: la dilatación.



DILATACIÓN SUPERFICIAL

Cuando las moléculas de un cuerpo se agitan en promedio con gran rapidez, decimos que su temperatura es alta, y si la agitación es lenta diremos que su temperatura es baja. Así pues **la temperatura es una magnitud tensorial que nos indica el grado de agitación molecular que en promedio tiene un cuerpo.** Obviamente no tiene sentido hablar de la temperatura del vacío.

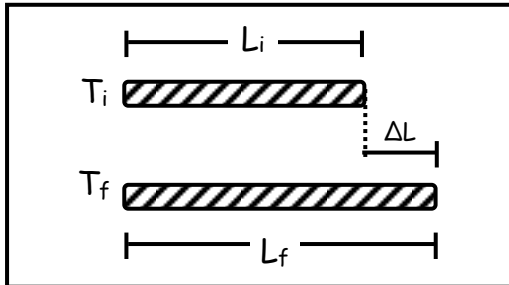


- **Calor:** En la figura, el calor es la energía que se transmite del fósforo hacia el hielo.

DILATACIÓN LÍNEAL

Si calentamos una varilla o alambre como el de la figura, comprobaremos que sufre una dilatación (ΔL), cuyo valor dependerá de la longitud inicial (L_i) y del cambio de temperatura (ΔT) por el coeficiente de dilatación lineal (α).

$$\Delta L = L_i \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad \Rightarrow \quad L_f = L_i (1 + \alpha \Delta T)$$



$$\Delta L = L_f - L_i$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

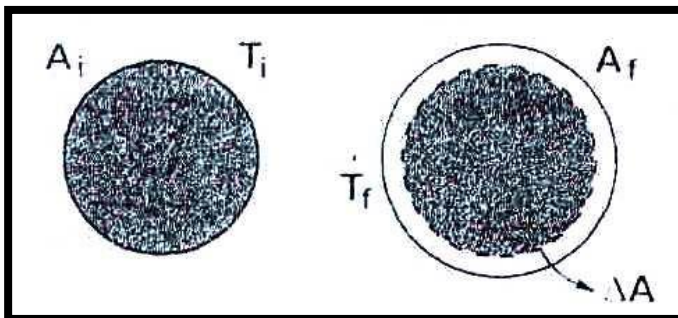
$$\text{Unidad } (\alpha) = ^\circ\text{C}^{-1}, ^\circ\text{F}^{-1}, \text{K}^{-1}$$

$$\alpha = \text{coeficiente de dilatación lineal}$$

DILATACIÓN SUPERFICIAL

Cuando calentamos una lámina o placa como la mostrada en la figura, comprobamos que su superficie experimenta una dilatación (ΔA), cuyo valor viene dado por:

$$\Delta A = A_i \cdot \beta \cdot \Delta T \rightarrow A_f = A_i (1 + \beta \Delta T)$$



$$\Delta A = A_f - A_i$$

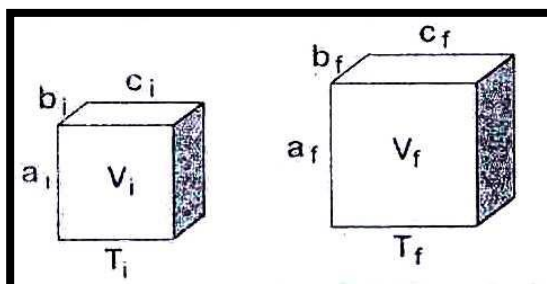
$$\beta \approx 2\alpha$$

$$\beta = \text{Coeficiente de dilatación superficial}$$

DILATACIÓN VOLUMÉTRICA

Es indudable que al calentar o enfriar un cuerpo, todas sus dimensiones: largo, ancho y altura, experimentan cambios. Por ello se afirma que en todo fenómeno de dilatación realmente se produce una variación en el volumen. (ΔV), cuyo valor estará dado por.

$$\Delta V = V_i \cdot \gamma \cdot \Delta T \rightarrow V_f = V_i (1 + \gamma \Delta T)$$



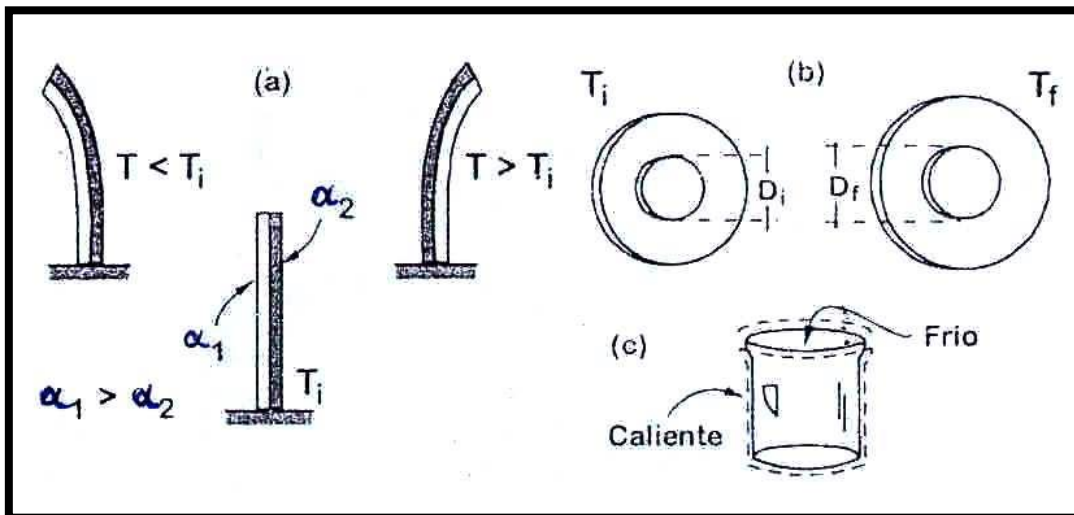
$$\Delta V = V_f - V_i$$

$$\gamma \approx 3\alpha$$

$$\gamma = \text{Coeficiente de dilatación volumétrica}$$

APLICACIONES DE LA DILATACIÓN

- A) **Listones bimetálicos.**- Una buena cantidad de dispositivos que funcionan automáticamente lo hacen utilizando un listón extendido o enrollado, compuesto por dos metales de diferente coeficiente " α ", de manera que al sufrir un cambio en su temperatura se doble, se enrolla más o se desenrolla. Esto se explica por la diferente dilatación que cada componente experimenta. En la figura (a) el listón a la temperatura " T_1 " presenta una orientación vertical, dado que cada componente del listón posee la misma longitud.
- B) **Dilatación de Agujeros.**- En el experimento de Gravesande la esfera podrá pasar por el aro si ésta también se ha calentado. Esto significa que los agujeros en los sólidos se dilatan como si estuvieran llenos del material que los rodea (b). Lo mismo le sucede al interior de las vasijas cuando las calentamos (c).
- C) **En las construcciones.**- Cuando se construye una vía de ferrocarril, se deja un espacio entre riel y riel por los cambios de temperatura ambiental. Por esta misma razón se adicionan rodillos en los extremos de los puentes.



LA DENSIDAD DEPENDE DE LA TEMPERATURA

Es evidente que si calentamos un cuerpo su volumen aumenta, pero como su masa es prácticamente la misma, concluimos que su densidad disminuye, dado que ésta es inversamente proporcional con el volumen. Esto explicaría que los vientos se producen por causa de que el aire frío que es de mayor densidad, baja a ocupar su lugar. En general, la densidad " D_f " de un cuerpo a la temperatura " T_f " viene dada por:

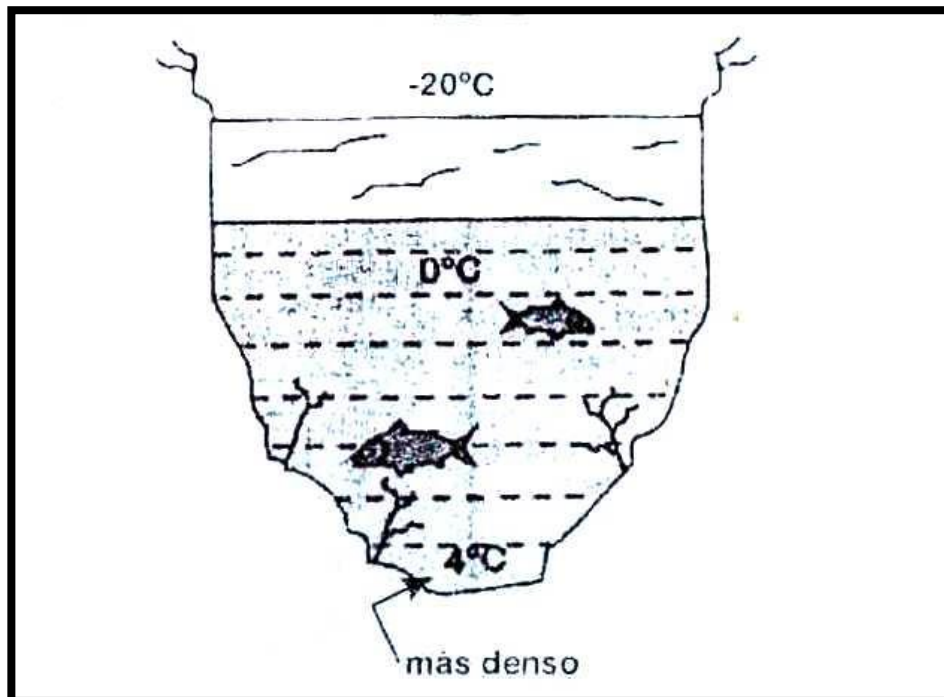
$$D_f = \frac{D}{1 + \gamma (T_f - T_0)}$$

COEFICIENTES α DE SÓLIDOS**COEFICIENTES γ DE LÍQUIDOS**

SUSTANCIA	$10^{-5} (^\circ\text{C}^{-1})$	SUSTANCIA	$10^{-4} (^\circ\text{C}^{-1})$
Aluminio	2,3	Aceite	6
Bronce	1,8	Alcohol	7,5
Zinc	2,9	Agua (10-20°C)	1,5
Cobre	1,7	Gasolina	10
Acero	1,2	Glicerina	5
Latón	1,9	Kerosene	10
Oro	1,4	Mercurio	1,8
Plata	0,9	Petróleo	10
Plomo	2,9		
Vidrio	0,9		
Pyrex	0,3		

INTERESANTE

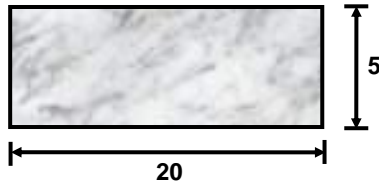
Cuando un lago se congela, baja la capa de hielo se encuentra el agua líquida a 0°C , y más abajo el agua está más caliente (4°C). Esto se explica por el comportamiento anómalo del agua.



EJERCICIOS DE APLICACIÓN

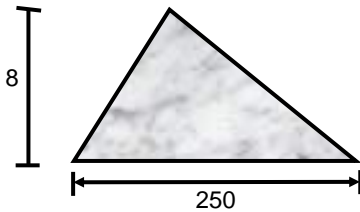
1. La figura muestra una placa que se encuentra a 5°C . Si esta placa es calentada hasta la temperatura final de 105°C . Hallar el área final respectiva que tendrá. Considere: $\beta = 16 \cdot 10^{-4}$.

- a) $101u^2$
- b) 108
- c) 116
- d) 120
- e) N.A.



2. La figura muestra una placa que se encuentra a 10°C . Si esta placa es calentada hasta la temperatura final de 80°C , hallar el área final respectiva que tendrá. Considere : $\beta = 3 \cdot 10^{-4}$.

- a) $1010u^2$
- b) 1020
- c) 1021
- d) 1024
- e) 1031



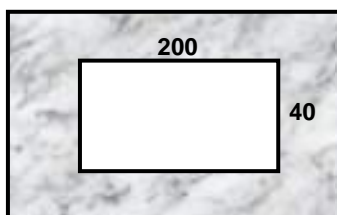
3. La figura muestra una placa que se encuentra a 6°C . Si esta placa es calentada hasta la temperatura final de 206°C . Hallar el área final respectiva que tendrá. Considere : $\beta = 5 \cdot 10^{-4}$.

- a) $2\pi m^2$
- b) 4,5
- c) 4,8
- d) 4,4 π
- e) N.A.



4. A la placa de metal se le ha aplicado un orificio como muestra la figura. Hallar cuál será el área final de dicho orificio si calentamos a la placa en 10°C . Considere: $\beta = 2 \cdot 10^{-4}$.

- a) $8016u^2$
- b) 8000
- c) 8010
- d) 8008
- e) N.A.



5. A la placa de metal mostrada se le ha aplicado un orificio como muestra la figura. Hallar cuál será el área final de dicho orificio si calentamos a la placa en 100°C . Considere: $\beta = 10^{-3}$.

- a) $18\pi u^2$
- b) $17,1\pi$
- c) $17,6\pi$
- d) $17,8\pi$
- e) $17,9\pi$



6. Una barra que mide 100m y esta a 4°C . ¿Cuánto medirá si la calentamos hasta la temperatura de 140°C ? Considere : $\alpha = 8 \cdot 10^{-5}$

- a) 107,2m
- b) 100,8
- c) 100,2
- d) 161,2
- e) N.A.

7. Una barra que mide 50m a la temperatura de 2°C . ¿A qué temperatura final habrá de ser calentada para que se dilate 5m?

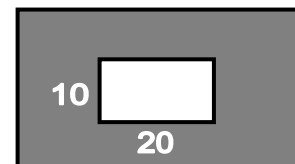
- a) 15°C
- b) 52
- c) 60
- d) 100
- e) N.A.

8. Una barra que mide 10m a la temperatura de 4°C , ¿a qué temperatura final habrá de ser calentada para que se dilate 12m?. Considere: $\alpha = 5 \cdot 10^{-4}$

- a) 240°C
- b) 304
- c) 404
- d) 200
- e) N.A.

9. En cuántos grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) se tendría que calentar a la placa mostrada para que en el orificio que se le ha practicado como muestra la figura encaje perfectamente el rectángulo de la derecha. Considere que para la placa el $\beta = 4,2 \cdot 10^{-2}$.

- a) 10°C
- b) 5
- c) 15
- d) 20
- e) N.A.



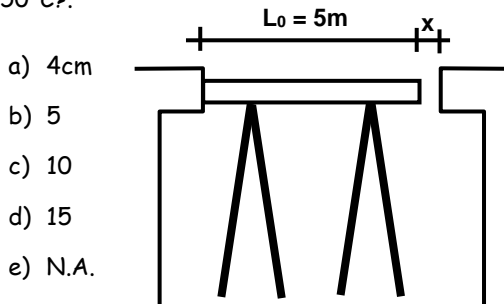
10. Una barra de 400m y $\alpha_L = 10^{-3}$ es calentada y elevada su temperatura en 20°C . ¿En cuánto aumenta su longitud?

- a) 4m
- b) 6
- e) 8
- d) 10
- e) N.A.

11. Un regla metálica de 100m. de longitud y hecha de aluminio, es calentada y eleva su temperatura en 50°C . Hallar la variación en su longitud. ($\alpha_{\text{AL}} = 2 \cdot 10^{-3}$).

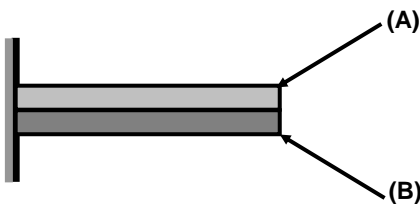
- a) 5m b) 10 c) 15
d) 20 e) N.A.

12. Se construye un puente como muestra la figura, si $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$. ¿Qué espacio "x" hay que dejar en el extremo derecho para que no haya problemas con la dilatación?. Se sabe que entre verano e invierno la temperatura varía en 50°C .



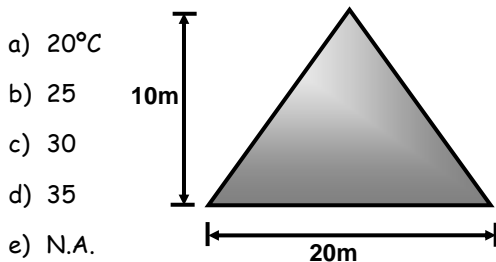
- a) 4cm
b) 5
c) 10
d) 15
e) N.A.

13. Si $\alpha_{(A)} > \alpha_{(B)}$. ¿Qué sucede si calentamos la termocopla mostrada?. (las dos barras están soldadas?)



- a) b)
c) sigue igual d) F.D.
e) N.A.

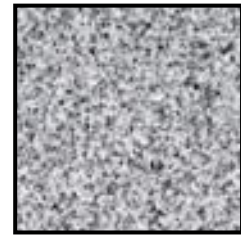
14. La placa triangular mostrada se encuentra a 5°C . ¿Hasta qué temperatura habría que calentarla para hacer que su área final sea 105m^2 . Considere $\beta = 5 \cdot 10^{-3}$?



- a) 20°C
b) 25
c) 30
d) 35
e) N.A.

15. La placa mostrada es cuadrada y su diagonal mide $4\sqrt{2}$ cm, si elevamos su temperatura en 40°C . ¿En cuánto aumenta su área si $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$?

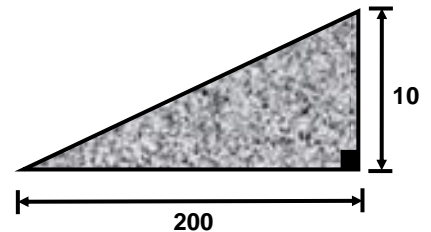
- a) 2 cm^2
b) 5
c) 7,04
d) 9,6
e) N.A.



TAREA DOMICILIARIA

1. La figura muestra una placa que se encuentra a -10°C . Si esta placa es calentada hasta la temperatura final de 90°C , hallar el incremento que sufre el área. Considere $\beta = 16 \cdot 10^{-4}$

- a) 100u^2
b) 120
c) 130
d) 150
e) 160



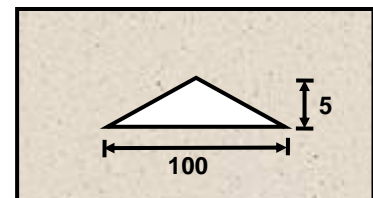
2. La figura muestra una placa que se encuentra a -5°C . Si esta placa es calentada hasta la temperatura final de 995°C , hallar el incremento que sufre el área. Considere $\beta = 4 \cdot 10^{-3}$.

- a) $10\sqrt{3}\text{ m}^2$
b) 20
c) $15\sqrt{3}$
d) $16\sqrt{3}$
e) N.A.



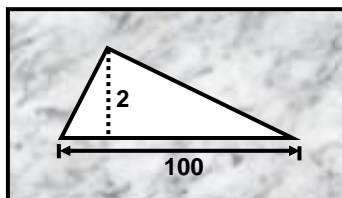
3. A la placa de metal mostrada se le ha aplicado un orificio como muestra la figura. Hallar cuál será el área final de dicho orificio si calentamos a la placa en 40°C . Considere $\beta = 6 \cdot 10^{-4}$

- a) 253u^2
b) 255
c) 258
d) 260
e) 256



4. A la placa de metal mostrada se le ha aplicado un orificio como muestra la figura. Hallar cuál será el área final de dicho orificio si calentamos a la placa en 50°C .
 Considere : $\beta = 4 \cdot 10^{-4}$.

- a) $101u^2$
 b) 102
 c) 103
 d) 104
 e) 155



5. Una barra que mide 80m y esta a 6°C . ¿Cuánto medirá si la calentamos hasta la temperatura de 56°C ?
 Considere : $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}$.

- a) 86m b) 80 c) 96
 d) 100 e) N.A.

6. Una barra que mide 10m a la temperatura de 0°C , ¿a qué temperatura final habrá de ser calentada para que se dilate 0,1m?
 Considere : $\alpha = 10^{-3}$

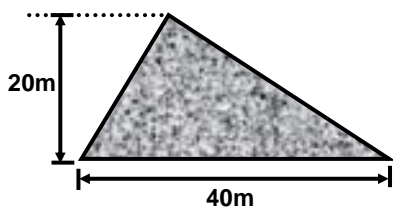
- a) 20°C b) 30 c) 10
 d) 100 e) N.A.

7. Una barra que mide 4m a la temperatura de 4°C . ¿A qué temperatura final habrá de ser calentada para que se dilate 4,5m?
 Considere : $\alpha = 5 \cdot 10^{-3}$

- a) 70°C b) 20 c) 29
 d) 50 e) N.A.

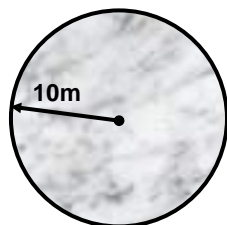
8. Hallar cuál será el área final de la placa si la calentamos en 20°C .

- a) 430m^2
 b) 432
 c) 400
 d) 420
 e) N.A.



9. Hallar cuál será el área final de la placa mostrada si la calentamos en 50°C .
 Considere: $\beta = 2 \cdot 10^{-4}$.

- a) $102\pi\text{m}^2$
 b) 101π
 c) 103π
 d) 104π
 e) N.A.



10. Un alambre de cobre media 10cm pero luego de ser calentado, su longitud aumenta a 10,5cm. ¿A cuántos grados Celsius se le habrá calentado?

$$(\alpha_{\text{Cu}} = 5 \cdot 10^{-3})$$

- a) 5°C b) 10 c) 15
 d) 20 e) N.A.

11. Una barra de metal de longitud 10m experimenta un incremento de 40cm en su longitud, al ser calentada en 10°C . ¿Cuál es el " α " de dicho metal?

- a) 10^{-3} b) $2 \cdot 10^{-3}$ c) $3 \cdot 10^{-3}$
 d) $4 \cdot 10^{-3}$ e) N.A.

12. Un alambre mide 2m y su $\alpha_L = 5 \cdot 10^{-3}$. Si el alambre actualmente esta a 10°C , ¿hasta que temperatura final habría que llevarlo para que su nueva longitud sea de 2,5m?

- a) 40°C b) 50 c) 60
 d) 70 e) N.A.

13. Se construye una riel de tren durante el invierno ($T = -5^{\circ}\text{C}$) y se sabe que cada tramo mide 4m. ¿Qué espacio debemos dejar entre cada tramo para que en verano cuando la temperatura llegue a 35°C no haya problemas con la dilatación?. Considere : $\alpha = 10^{-3}$.

- a) 10cm b) 12 c) 14
 d) 16 e) N.A.

14. Un alambre de 1m se dilata en 2mm cuando su temperatura se incrementa en 100°C . ¿Cuál es su " α ".

- a) 10^{-5} b) $2 \cdot 10^{-5}$ c) $3 \cdot 10^{-5}$
 d) $4 \cdot 10^{-5}$ e) N.A.

15. Se tiene un alambre de cobre de 100m de longitud a 0°C . ¿Qué longitud poseerá a 100°C ?
 $\alpha_{\text{Cu}} = 16 \cdot 10^{-6}$.

- a) 100,1m b) 100,15 c) 100,16
 d) 100,2 e) N.A.