

BÀI 36

36.1. D. Áp dụng công thức : $\Delta l = \alpha l_0(t - t_0)$, ta tìm được :

$$\Delta l = 11.10^{-6}.10.(40 - 10) = 3,3.10^{-3} = 3,3 \text{ mm}$$

36.2. A. Độ dài của thanh nhôm ở $t^\circ\text{C}$: $l_1 = \alpha_1 l_0(t - t_0)$.

Độ dài của thanh thép ở $t^\circ\text{C}$: $l_2 = \alpha_2 l_0(t - t_0)$.

Từ đó suy ra độ dài của thanh đồng và thanh thép ở nhiệt độ $t^\circ\text{C}$ bất kì chênh nhau một đoạn bằng :

$$\Delta l = l_2 - l_1 = l_0(t - t_0)(\alpha_1 - \alpha_2)$$

hay
$$l_0 = \frac{\Delta l}{(\alpha_1 - \alpha_2).(t - t_0)}$$

Thay số, ta tìm được độ dài l_0 của hai thanh đồng và thanh thép ở 0°C :

$$l_0 = \frac{0,5.10^{-3}}{(24.10^{-6} - 11.10^{-6})(100 - 0)} \approx 0,38 \text{ m}$$

36.3. B. Độ dài của đường sắt ở $t_1 = 20^\circ\text{C}$ và ở $t_2 = 40^\circ\text{C}$ lần lượt bằng :

$$l_1 = l_0(1 + \alpha t_1); l_2 = l_0(1 + \alpha t_2)$$

nên ta suy ra :
$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}$$

hay :
$$\frac{l_2 - l_1}{l_1} = \frac{(1 + \alpha t_2) - (1 + \alpha t_1)}{1 + \alpha t_1} = \frac{\alpha(t_2 - t_1)}{1 + \alpha t_1}$$

Vì $\alpha t_1 \ll 1$, nên khi nhiệt độ tăng từ $t_1 = 20^\circ\text{C}$ đến $t_2 = 40^\circ\text{C}$ thì đoạn đường sắt này sẽ dài thêm một đoạn gần đúng bằng :

$$\Delta l = l_2 - l_1 \approx l_1 \alpha (t_2 - t_1)$$

Thay số ta tìm được : $\Delta l \approx 1500.10^3.11.10^{-6}(40 - 20) = 330 \text{ m}$.

- 36.4.** a) Thước kẹp bằng thép : Sai số tuyệt đối của 150 độ chia tương ứng với 150 mm trên thước kẹp khi nhiệt độ của thước tăng từ $t_0 = 0^\circ\text{C}$ đến $t_1 = 50^\circ\text{C}$ là :

$$\Delta l = l_0 \alpha_{\text{th}} t_1 \approx 150.11.10^{-6}.50 = 82,5 \mu\text{m}$$

- b) Thước kẹp bằng hợp kim Inva : Hợp kim Inva có hệ số nở dài $\alpha_{\text{inv}} = 0,90.10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Áp dụng công thức tính tương tự phần (a), ta xác định được sai số tuyệt đối của thước kẹp này khi nhiệt độ của thước tăng từ $t_0 = 0^\circ\text{C}$ đến $t_1 = 50^\circ\text{C}$ là :

$$\Delta l' = l_0 \alpha_{\text{inv}} t_1 \approx 150.0,9.10^{-6}.50 = 6,75 \mu\text{m}.$$

- 36.5.** Gọi α là hệ số nở dài của thanh kim loại ghép. Độ dài của thanh này ở nhiệt độ $t = 100^\circ\text{C}$ được tính theo công thức :

$$l = l_0 (1 + \alpha t) \Rightarrow \alpha = \frac{l - l_0}{l_0 t}$$

với $l = l_1 + l_2 = 100,24 + 200,34 = 300,58 \text{ mm}$, còn $l_0 = l_{01} + l_{02}$ là độ dài của thanh kim loại ghép ở 0°C , với l_{01} và l_{02} là độ dài tương ứng của thanh nhôm và thanh đồng ở 0°C . Vì $l_1 = l_{01}(1 + \alpha_1 t)$ và $l_2 = l_{02}(1 + \alpha_2 t)$, nên ta có :

$$l_{01} = \frac{l_1}{1 + \alpha_1 t} = \frac{100,24}{1 + 24.10^{-6}.100} = \frac{100,24}{1,0024} = 100 \text{ mm}$$

$$l_{02} = \frac{l_2}{1 + \alpha_2 t} = \frac{200,34}{1 + 17.10^{-6}.100} = \frac{200,34}{1,0017} = 200 \text{ mm}$$

Từ đó ta tìm được :

$$\alpha = \frac{300,58 - (100 + 200)}{(100 + 200).100} = 19,3.10^{-6} \text{ K}^{-1}.$$

36.6. Muốn bỏ viên bi thép vừa lọt lỗ thủng thì đường kính D của lỗ thủng ở nhiệt độ $t^\circ\text{C}$ phải vừa đúng bằng đường kính d của viên bi thép ở cùng nhiệt độ đó, tức là :

$$D = D_0(1 + \alpha t) = d$$

trong đó D_0 là đường kính của lỗ thủng ở 0°C , α là hệ số nở dài của thép. Từ đó suy ra nhiệt độ cần phải nung nóng tấm thép :

$$t = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{d}{D_0} - 1 \right) = \frac{1}{11 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(\frac{5,00}{4,99} - 1 \right) \approx 182^\circ\text{C}$$

36.7. Độ nở dài tỉ đối của :

– Thanh thép khi bị nung nóng từ nhiệt độ t_1 đến t_2 :

$$\frac{\Delta l}{l} \approx \alpha (t_2 - t_1)$$

– Thanh thép khi bị biến dạng kéo tính theo định luật Húc :

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{S}$$

So sánh hai công thức này, ta tìm được lực do thanh thép tác dụng lên hai bức tường nếu nó bị nung nóng từ $t_1 = 20^\circ\text{C}$ đến $t_2 = 200^\circ\text{C}$ tính bằng :

$$F = E S \alpha (t_2 - t_1) = 21,6 \cdot 10^{10} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 11 \cdot 10^{-6} \cdot (200 - 20) \approx 171 \text{ kN.}$$

36.8.

a) Kết quả tính độ giãn dài tỉ đối $\frac{\Delta l}{l_0}$ của thanh thép ở những nhiệt độ t khác nhau (được ghi ở bảng bên).

b) Chọn tỉ xích trên các trục tọa độ :

– Trục hoành : 1 cm $\rightarrow t = 10^\circ\text{C}$

– Trục tung : 1 cm $\rightarrow \frac{\Delta l}{l_0} = 1,2 \cdot 10^{-4}$

$l_0 = 500 \text{ mm}$		
t ($^\circ\text{C}$)	Δl (mm)	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$
20	0,12	$2,4 \cdot 10^{-4}$
30	0,18	$3,6 \cdot 10^{-4}$
40	0,24	$4,8 \cdot 10^{-4}$
50	0,30	$6,0 \cdot 10^{-4}$
60	0,36	$7,2 \cdot 10^{-4}$
70	0,42	$8,4 \cdot 10^{-4}$
80	0,48	$9,6 \cdot 10^{-4}$

Đường biểu diễn đồ thị vẽ được trên Hình 36.1G có dạng đoạn thẳng.

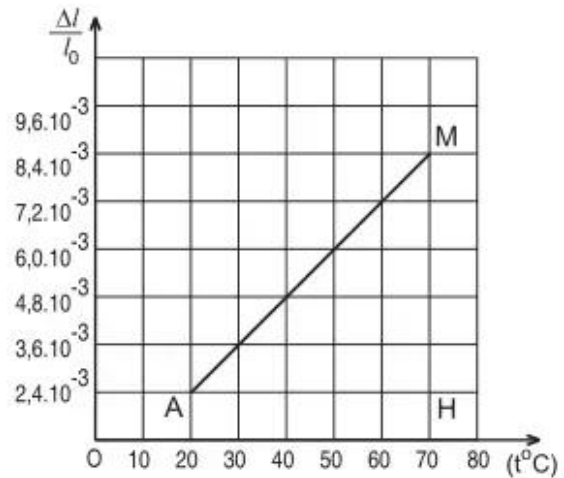
Điều này chứng tỏ độ biến dạng tỉ đối $\frac{\Delta l}{l_0}$ của thanh sắt tỉ lệ thuận với độ

tăng nhiệt độ t (tính từ 0°C):

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha t$$

Nhận xét thấy hệ số tỉ lệ α chính là hệ số nở dài của thép.

c) Hệ số tỉ lệ α được xác định bởi hệ số góc của đường biểu diễn đồ thị ở Hình 36.1G.



Hình 36.1G

36.9*. Diện tích tám đồng hình vuông ở 0°C là $S_0 = l_0^2$. Khi bị nung nóng, kích thước của tám đồng tăng theo mọi hướng, nên diện tích của tám đồng này ở $t^\circ\text{C}$ sẽ là:

$$S = l^2 = (l_0 + \Delta l)^2 = l_0^2 + 2l_0\Delta l + (\Delta l)^2$$

Theo công thức nở dài: $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$.

Vì $\alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ khá nhỏ và $\Delta t = t - t_0 = t$ không lớn, nên $\Delta l \ll l_0$.

Do đó, bỏ qua $(\Delta l)^2$ và coi gần đúng:

$$S \approx S_0 + 2l_0\Delta l \quad \text{hay} \quad \Delta S = S - S_0 \approx 2\alpha S_0 \Delta t$$

$$\text{Từ đó suy ra: } t \approx \frac{\Delta S}{2\alpha S_0} = \frac{17 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 17 \cdot 10^{-6} \cdot (0,5)^2} = 200^\circ\text{C}.$$

36.10*. Khi nhiệt độ tăng từ 0°C đến $t^\circ\text{C}$ thì độ dãn dài của:

– Thanh thép: $\Delta l_1 = l_{01}\alpha_1 t$.

– Thanh đồng: $\Delta l_2 = l_{02}\alpha_2 t$.

Từ đó suy ra độ dài chênh lệch của hai thanh thép và đồng ở nhiệt độ bất kì $t^\circ\text{C}$ có giá trị bằng:

$$\Delta l = \Delta l_1 - \Delta l_2 = l_{01}\alpha_1 t - l_{02}\alpha_2 t = (l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2)t = 50 \text{ mm}$$

Công thức này chứng tỏ Δl phụ thuộc bậc nhất vào t . Rõ ràng, muốn Δl không phụ thuộc t , thì hệ số của t phải luôn có giá trị bằng không, tức là :

$$l_{01}\alpha_1 - l_{02}\alpha_2 = 0 \quad \text{hay} \quad \frac{l_{02}}{l_{01}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

$$\text{hay :} \quad \frac{l_{02}}{l_{01} - l_{02}} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2 - \alpha_1} = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{16 \cdot 10^{-6} - 12 \cdot 10^{-6}} = 3.$$

Từ đó suy ra độ dài ở 0°C của :

– Thanh đồng : $l_{02} = 3(l_{01} - l_{02}) = 3\Delta l = 3 \cdot 50 = 150 \text{ mm}$.

– Thanh thép : $l_{01} = l_{02} + \Delta l = 150 + 50 = 200 \text{ mm}$.