

## I – MỤC TIÊU

1. Mô tả được các dụng cụ và phương pháp tiến hành thí nghiệm để xác định độ nở dài của vật rắn.

2. Dựa vào Bảng 36.1 SGK ghi kết quả đo độ giãn dài  $\Delta l$  của thanh đồng thay đổi theo độ tăng nhiệt độ  $\Delta t = t - t_0$ , tính được giá trị trung bình của hệ số nở dài  $\alpha$ . Từ đó suy ra công thức nở dài.

3. Phát biểu được quy luật về sự nở dài và sự nở khối của vật rắn. Đồng thời nêu được ý nghĩa vật lí và đơn vị đo của hệ số nở dài và hệ số nở khối.

4. Vận dụng được các công thức về sự nở dài và sự nở khối của vật rắn để giải các bài tập đã cho trong bài.

5. Nêu được ý nghĩa thực tiễn của việc tính toán độ nở dài và độ nở khối của vật rắn trong đời sống và kĩ thuật.

## II – CHUẨN BỊ

### Giáo viên

Kẻ sẵn Bảng 36.1 SGK trên bảng đen hoặc trên khổ giấy A2.

## Học sinh

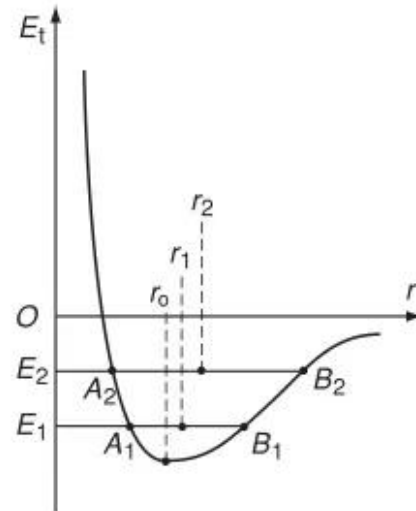
- Ghi sẵn ra giấy các số liệu trong Bảng 36.1 SGK.
- Máy tính bỏ túi.

### III – THÔNG TIN BỔ SUNG

Bài này khảo sát định lượng sự nở vì nhiệt của vật rắn, tức là xác định độ biến dạng của vật rắn do tác dụng nhiệt khi vật rắn bị nung nóng hoặc làm lạnh. Cơ chế sự nở vì nhiệt của vật rắn được giải thích dựa trên sự không đối xứng của đường cong thế năng tương tác giữa các hạt (nguyên tử, phân tử, ion) cấu tạo nên vật rắn (Hình 36.1).

1. Chuyển động của các hạt trong mạng tinh thể của vật rắn phụ thuộc vào lực tương tác giữa các hạt. Trạng thái cân bằng của mạng tinh thể được đặc trưng bởi sự cân bằng giữa lực hút và lực đẩy tác dụng lên các hạt ở các nút mạng. Đồng thời mỗi hạt lại tương tác với tất cả các hạt ở lân cận nó nên sự thay đổi chuyển động của một vi hạt trong mạng tinh thể sẽ kéo theo sự thay đổi chuyển động của các hạt khác. Hơn nữa các hạt chỉ thực hiện những dao động với biên độ nhỏ quanh vị trí cân bằng của chúng trong mạng tinh thể.

Nếu như các hạt đứng yên thì thế năng tương tác của chúng cực tiểu và khoảng cách giữa chúng là  $r_0$ . Thực tế các hạt luôn dao động và có năng lượng toàn phần là  $E_1$  biểu diễn bởi đoạn thẳng cắt đường cong thế năng tại các điểm  $A_1$  và  $B_1$ . Do tính chất không đối xứng của đường cong thế năng  $E_t$  nên khoảng cách trung bình giữa các hạt không trùng với  $r_0$  mà dịch sang phải ứng với vị trí  $r_1$ . Khi bị nung nóng, các vi hạt dao động mạnh hơn và năng lượng toàn phần của chúng tăng tới giá trị  $E_2$  (lớn hơn  $E_1$ ) biểu diễn bằng đoạn thẳng cắt đường cong thế năng tại các điểm  $A_2$  và  $B_2$ . Cũng do tính chất không đối xứng của đường cong thế năng nên khoảng cách trung bình giữa các hạt bây giờ lại dịch thêm sang phải ứng với vị trí  $r_2$ . Như vậy, khoảng cách trung bình giữa các hạt trong mạng tinh thể tăng theo nhiệt độ khi vật rắn bị nung nóng. Điều này giải thích nguyên nhân gây ra sự nở vì nhiệt của vật rắn.



Hình 36.1

– Đối với các vật rắn đa tinh thể, sự nở dài có tính đẳng hướng, nghĩa là sự nở dài theo mọi phương đều giống nhau. Vì thế một khối cầu bằng chất rắn đa tinh thể khi bị nung nóng sẽ giữ nguyên dạng của nó mặc dù kích thước tăng theo nhiệt độ.

– Đối với các vật rắn đơn tinh thể, sự nở dài có tính dị hướng, nghĩa là sự nở dài theo các phương khác nhau không giống nhau. Một khối cầu bằng chất rắn đơn tinh thể khi bị nung nóng sẽ có dạng một khối bầu dục (elipsoit).

*Chú ý :* Nếu đường cong thế năng tương tác giữa các hạt trong mạng tinh thể có dạng đối xứng thì khi vật rắn bị nung nóng, dù các hạt dao động ngày càng mạnh hơn nhưng khoảng cách trung bình giữa chúng vẫn không tăng theo nhiệt độ và do đó vật rắn không bị nở ra. Vì vậy không nên giải thích tùy tiện nguyên nhân gây ra sự nở vì nhiệt của vật rắn dựa trên quan niệm thiếu chuẩn xác cho rằng : khi vật rắn bị nung nóng, các hạt trong mạng tinh thể dao động mạnh hơn, do đó khoảng cách giữa các hạt tăng theo nhiệt độ và làm vật rắn nở ra.

**2.** Khi chứng minh công thức nở khối  $\Delta V = \beta V_0 \Delta t$  với  $\beta = 3\alpha$ , tức là hệ số nở khối  $\beta$  lớn gấp ba lần hệ số nở dài  $\alpha$  (xem phần trả lời bài tập số 9 của bài này), ta giả thiết xét vật rắn đồng chất và đẳng hướng. Điều này chỉ đúng đối với các vật rắn đa tinh thể. Với các vật rắn đơn tinh thể có tính dị hướng thì  $\beta \neq 3\alpha$ .

**3.** Công thức nở khối nêu trên cũng áp dụng cho cả các chất lỏng, trừ nước ở nhiệt độ lân cận  $4^{\circ}\text{C}$ . Thực nghiệm chứng tỏ sự nở khối của nước khác với các chất lỏng khác : nước ở  $4^{\circ}\text{C}$  bị co lại và có thể tích nhỏ nhất nên khối lượng riêng của nó lớn nhất ; khi tăng hoặc giảm nhiệt độ từ  $4^{\circ}\text{C}$  thì nước lại nở ra và thể tích của nước tăng lên, nên khối lượng riêng của nó lại giảm. Dựa vào đặc điểm này, ta có thể giải thích hiện tượng nước biển (hoặc sông, hồ) về mùa đông chỉ có thể đóng băng ở lớp bề mặt của nó. Khi bị lạnh tới  $4^{\circ}\text{C}$ , lớp nước lạnh ở nhiệt độ này (nặng hơn) bị chìm xuống phía dưới và lớp nước ấm hơn nổi lên trên. Khi bị lạnh đến  $0^{\circ}\text{C}$ , lớp nước ở  $4^{\circ}\text{C}$  (nặng hơn) bị chìm xuống dưới và lớp nước lạnh hơn lại nổi lên trên và tiếp tục bị làm lạnh cho tới khi đông cứng thành băng.

#### **IV – GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC**

**1.** Ở lớp 6, HS đã tiến hành các thí nghiệm khảo sát định tính sự nở vì nhiệt của vật rắn. Trong bài này ta chỉ tập trung khảo sát hiện tượng này về mặt định lượng.

Nên hướng dẫn HS phối hợp việc phân tích kết quả thí nghiệm với việc thực hiện câu lệnh C1 để có thể tự rút ra các kết luận trong bài học. Từ đó, HS có thể dễ dàng nêu được ý nghĩa vật lí của hệ số nở dài và hệ số nở khối.

2. Để giúp HS dễ nhớ các công thức nở dài và nở khối của vật rắn, nên hướng dẫn cho HS so sánh các công thức này. Có thể nói thêm : công thức nở khối trong SGK cũng áp dụng được cho các chất lỏng (trừ nước ở lân cận  $4^{\circ}\text{C}$ ).

3. Sự nở vì nhiệt của vật rắn có ý nghĩa thực tiễn rất quan trọng. Do đó, nên cho HS nêu lại các ví dụ trong bài học hoặc gợi ý để HS tìm thêm những ví dụ về tác dụng có lợi hoặc có hại do sự nở vì nhiệt của vật rắn (hoặc chất lỏng) gây ra trong đời sống và kĩ thuật.

## V – TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

**C1** Căn cứ các số liệu trong Bảng 36.1, tính giá trị của hệ số  $\alpha$  của mỗi lần đo và ghi vào trong bảng này :

Nhiệt độ ban đầu : $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ Độ dài ban đầu của thanh đồng : $l_0 = 500 \text{ mm}$		
$\Delta t (^{\circ}\text{C})$	$\Delta l (\text{mm})$	$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$
30	0,25	$16,7 \cdot 10^{-6}$
40	0,33	$16,5 \cdot 10^{-6}$
50	0,41	$16,4 \cdot 10^{-6}$
60	0,49	$16,3 \cdot 10^{-6}$
70	0,58	$16,8 \cdot 10^{-6}$

• Tính giá trị trung bình của hệ số  $\alpha$  theo công thức :

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5}{5}$$

ta tìm được :  $\bar{\alpha} \approx 16,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

• Nếu lấy sai số tỉ đối  $\delta\alpha = \frac{\Delta\alpha}{\bar{\alpha}} \approx 5\%$ , thì sai số tuyệt đối của  $\alpha$  sẽ có giá trị bằng :

$$\Delta\alpha \approx \bar{\alpha}\delta\alpha = 16,5 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05$$

hay

$$\Delta\alpha \approx 0,8.10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

Kết quả phép đo hệ số  $\alpha$  được viết dưới dạng :

$$\alpha = (16,5 \pm 0,8).10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

- C2** Từ công thức  $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t}$ , ta suy ra : khi  $\Delta t = 1$ , thì  $\alpha = \frac{\Delta l}{l_0}$ . Như vậy, hệ số nở dài  $\alpha$  có độ lớn bằng độ nở dài của mỗi đơn vị dài của vật rắn, khi nhiệt độ của vật rắn tăng thêm một độ (K hay °C).

**1, 2, 3 :** Xem bài học.

**4. D.**

Xem Bảng 36.2 SGK :

Thuỷ tinh thường có  $\alpha = 9.10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , nên  $\beta = 3\alpha = 27.10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

Thạch anh có  $\alpha = 0,65.10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , nên  $\beta = 3\alpha = 1,95.10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

**5. C.**

Theo công thức 36.3 SGK ta có thể viết :

$$\Delta l = l - l_0 = \alpha l_0 (t - t_0)$$

Thay số, ta tìm được :

$$\Delta l \approx 1\,000.12.10^{-6} \cdot (40 - 20) = 0,24 \text{ mm.}$$

**6. B.**

Khối lượng riêng  $\rho = \frac{m}{V}$ . Khi nhiệt độ tăng, khối lượng  $m$  không đổi nhưng thể tích  $V$  tăng, nên khối lượng riêng  $\rho$  giảm, tức là :

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{V_0}{V}$$

Thay  $V = V_0(1 + \beta t)$ , ta tìm được khối lượng riêng của sắt ở 800°C bằng :

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \beta t} = \frac{7,800.10^3}{1 + 3.11.10^{-6} \cdot 800} \approx 7,94.10^3 \text{ kg/m}^3.$$

7. Theo công thức 36.3 SGK :

$$\Delta l = l - l_0 = l_0 \alpha (t - t_0)$$

Thay số, ta tìm được :

$$\Delta l = 1\,800 \cdot 11,5 \cdot 10^{-6} \cdot (50 - 20) \approx 0,62 \text{ m.}$$

8. Theo công thức 36.3 SGK :

$$\Delta l = l - l_0 = l_0 \alpha (t - t_0)$$

Ta suy ra  $t_{\max} = t = \frac{\Delta l}{\alpha l_0} + t_0$

Thay số, ta tìm được :

$$t_{\max} = \frac{4,5 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-6} \cdot 12,5} + 15 = 45^\circ \text{C}$$

9. Xét vật rắn hình khối lập phương đồng chất, đẳng hướng. Giả sử ở  $0^\circ \text{C}$ , mỗi cạnh của khối lập phương là  $l_0$  và thể tích của nó bằng  $V_0 = l_0^3$ . Khi bị nung nóng đến  $t^\circ \text{C}$ , thể tích của vật sẽ bằng :

$$V = l^3 = [l_0(1 + \alpha \Delta t)]^3 = l_0^3(1 + \alpha \Delta t)^3$$

Khai triển biểu thức  $(1 + \alpha \Delta t)^3$ , ta được :

$$(1 + \alpha \Delta t)^3 = 1 + 3\alpha \Delta t + 3\alpha^2 \Delta t^2 + \alpha^3 (\Delta t)^3$$

Vì  $\alpha$  khá nhỏ ( $10^{-6} \div 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ), nên có thể bỏ qua các số hạng chứa  $\alpha^2$  và  $\alpha^3$  so với các số hạng chứa  $\alpha$  và coi gần đúng :

$$V = l^3 \approx l_0^3(1 + 3\alpha \Delta t) = V_0(1 + \beta \Delta t) \text{ hay } \Delta V = V - V_0 = \beta V_0 \Delta t.$$