

BÀI 7 : SAI SỐ CỦA PHÉP ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ

I. PHÉP ĐO CÁC ĐẠI LƯỢNG VẬT LÝ. HỆ ĐƠN VỊ SI

1. Phép đo các đại lượng

Phép đo một đại lượng vật lý là phép so sánh nó với đại lượng cùng loại được quy ước làm đơn vị. Công cụ để thực hiện việc so sánh gọi là dụng cụ đo.

Thí dụ: Dùng một cái cân để đo khối lượng một vật. Cái cân là một dụng cụ đo.

→ Phép đo khối lượng vật là phép so sánh khối lượng vật với khối lượng của các quả cân.

a. *Phép đo trực tiếp* là phép so sánh trực tiếp thông qua dụng cụ đo.

Thí dụ: Có thể đo trực tiếp các đại lượng vật lý như độ dài, khối lượng, thời gian.

b. *Phép đo gián tiếp* là phép xác định một đại lượng vật lý thông qua một công thức liên hệ với các đại lượng đo trực tiếp.

Thí dụ: Gia tốc rơi tự do g có thể xác định theo công thức $g = \frac{2s}{t^2}$, thông qua hai phép đo trực tiếp là phép đo độ dài quãng đường đi được s và thời gian rơi t .

2. Hệ đơn vị SI

- Hệ đơn vị là tập hợp các đơn vị có liên quan dùng trong đo lường.
- Hệ đơn vị đo lường hợp pháp của Việt Nam là Hệ đơn vị quốc tế SI.
- Hệ SI có 7 đơn vị cơ bản:
 - + độ dài : mét (m)
 - + cường độ dòng điện : ampe (A)
 - + thời gian : giây (s)
 - + cường độ sáng : candela (Cd)
 - + khối lượng : kilôgam (kg)
 - + lượng chất : mol (mol)
 - + nhiệt độ : kenvin (K)

II. SAI SỐ PHÉP ĐO

Mọi phép đo đều có sai số. Nguyên nhân gây ra của các phép đo có thể là do dụng cụ đo, quy trình đo, chủ quan của người đo...

1. Các loại sai số thường dùng

- * Sai số tuyệt đối.
- * Sai số tỉ đối.

2. Phân loại sai số theo nguyên nhân

a. Sai số hệ thống là loại sai số có tính chất quy luật ổn định.

Thí dụ: Dụng thước đo có độ chia nhỏ nhất (ĐCNN) là 1 mm thì sẽ có sai số do dụng cụ là 0,5 mm.

b. Sai số ngẫu nhiên là loại sai số do các tác động ngẫu nhiên gây nên.

Thí dụ: Người bấm đồng hồ đo thời gian sớm hay muộn sẽ gây sai số.

Sai số ngẫu nhiên làm cho kết quả phép đo trở nên kém tin cậy. Để khắc phục người ta lặp lại phép đo nhiều lần. Khi đó n lần cùng một đại lượng A , ta nhận được các giá trị khác nhau: $A_1, A_2, \dots, A_n$.

Giá trị trung bình được tính như sau :

$$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n} \quad (1)$$

Giá trị trung bình là giá trị gần đúng nhất với giá trị thực của đại lượng A .

3. Cách xác định sai số của phép đo

* **Sai số tuyệt đối ứng với mỗi lần đo** bằng trị tuyệt đối của hiệu số giữa giá trị trung bình và giá trị của mỗi lần đo.

$$\Delta A_1 = |\bar{A} - A_1|; \Delta A_2 = |\bar{A} - A_2|; \dots; \Delta A_n = |\bar{A} - A_n| \quad (2)$$

* **Sai số ngẫu nhiên** (sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo được)

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n} \quad (3)$$

Chú ý: Trong trường hợp không cho phép thực hiện đo nhiều lần ($n < 5$), người ta không tính sai số ngẫu nhiên bằng công thức (2), mà chọn giá trị lớn nhất $(\Delta A)_{\max}$ trong số các sai số tuyệt đối thu được từ (1).

* Sai số tuyệt đối của phép đo là tổng sai số ngẫu nhiên $\overline{\Delta A}$ và sai số dụng cụ $\Delta A'$:

$$\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A' \quad (4)$$

trong đó sai số dụng cụ $\Delta A'$ thông thường có thể lấy bằng *nửa hoặc một độ chia nhỏ nhất* trên dụng cụ. Nếu dụng cụ đo phức tạp thì sai số dụng cụ được tính theo một công thức do nhà sản xuất quy định.

4. Cách viết kết quả phép đo

Kết quả đo đại lượng A được viết :

$$A = \overline{A} \pm \Delta A \quad (5)$$

Chú ý:

* Sai số tuyệt đối của phép đo ΔA chỉ được viết đến *một hoặc tối đa là hai chữ số có nghĩa*, còn giá trị trung bình $\overline{A}$ được viết đến bậc thập phân tương ứng.

Các *chữ số có nghĩa* là tất cả các chữ số có trong con số, tính từ trái sang phải, kể từ chữ số khác 0 đầu tiên.

Thí dụ: Phép đo độ dài quãng đường đi được s thu được $\overline{s} = 1,36832 \text{ m}$, $\Delta s = 0,0031 \text{ m}$, thì kết quả đo được viết :

$$s = (1,368 \pm 0,003) \text{ m}$$

với $\Delta s = 0,003 \text{ m}$ lấy một chữ số có nghĩa là 3 (3 là chữ số khác 0 đầu tiên tính từ trái sang phải) và $\overline{s} = 1,368 \text{ m}$ lấy đến bậc thập phân tương ứng với Δs

5. Sai số tỉ đối

Sai số tỉ đối δA của phép đo là tỉ số giữa sai số tuyệt đối ΔA và giá trị trung bình $\overline{A}$ của đại lượng cần đo, tính bằng phần trăm :

$$\delta A = \frac{\Delta A}{\overline{A}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Sai số tỉ đối càng nhỏ thì phép đo càng chính xác.

6. Cách xác định sai số của phép đo gián tiếp

Để xác định sai số của phép đo gián tiếp, ta vận dụng quy tắc sau:

a. Sai số tuyệt đối của một tổng hay hiệu thì bằng tổng các sai số tuyệt đối của các số hạng.

Thí dụ: Giả sử F là đại lượng đo gián tiếp, X, Y, Z là những đại lượng đo trực tiếp.

$$F = X + Y - Z \rightarrow \Delta F = \Delta X + \Delta Y + \Delta Z$$

b. Sai số tỉ đối của một tích hay thương thì bằng tổng các sai số tỉ đối của các thừa số.

Thí dụ: Giả sử F là đại lượng đo gián tiếp, X, Y, Z là những đại lượng đo trực tiếp.

$$F = X \frac{Y}{Z} \rightarrow \delta F = \delta X + \delta Y + \delta Z \rightarrow \frac{\Delta F}{F} = \frac{\Delta X}{X} + \frac{\Delta Y}{Y} + \frac{\Delta Z}{Z}$$

Chú ý: Nếu trong công thức vật lý xác định đại lượng đo gián tiếp có chứa các hằng số (π , e,...) thì hằng số phải được lấy gần đúng đến số lẻ thập phân sao cho sai số tỉ đối do phép lấy gần đúng gây ra có thể bỏ qua, nghĩa là nó phải nhỏ hơn 1/10 tổng các sai số tỉ đối có mặt trong cùng công thức tính.

Thí dụ: Xác định diện tích một mặt tròn thông qua phép đo trực tiếp đường kính d của nó: $S = \frac{\pi d^2}{4}$. Biết $d = 50,6 \pm 0,1$ mm.

Sai số tỉ đối của phép đo đại lượng S tính bằng :

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{2\Delta d}{d} + \frac{\Delta \pi}{\pi} = \frac{2 \cdot 0,1}{50,6} + \frac{\Delta \pi}{\pi} = 0,4\% + \frac{\Delta \pi}{\pi}$$

Vậy phải lấy $\pi = 3,142$ để cho $\frac{\Delta \pi}{\pi} < 0,04\%$ ($= 1/10$ của $0,4\%$)

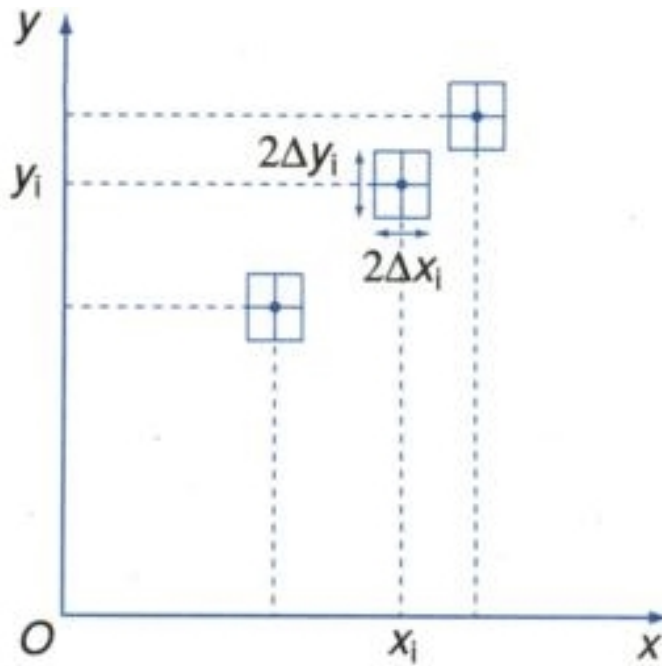
7. Biểu diễn sai số trong đồ thị

Khi sử dụng đồ thị trong thí nghiệm Vật lý cần chú ý cách biểu diễn các giá trị có sai số như sau:

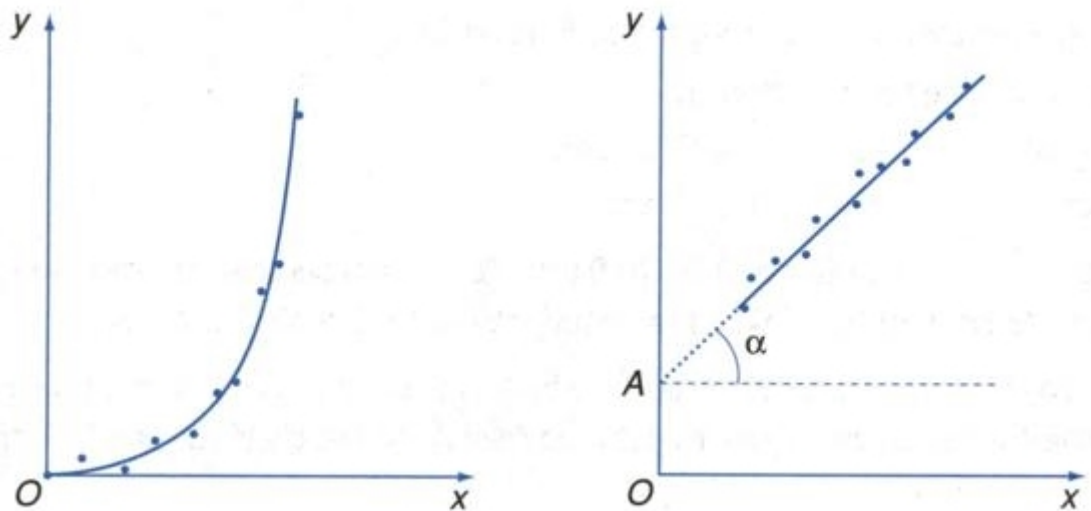
- Mỗi giá trị có được từ thực nghiệm (gọi là giá trị thực nghiệm) đều có sai số, thí dụ $x_i \pm \Delta x_i$, $y_i \pm \Delta y_i$,...

- Trên mỗi đồ thị mỗi giá trị sẽ được biểu diễn bằng một điểm nằm giữa một ô chữ nhật có cạnh là $2\Delta x_i$ và $2\Delta y_i$.

- Thông thường, không cần phải vẽ các ô sai số mà chỉ vẽ khi cần biểu diễn sai số.



- Đường biểu diễn mối quan hệ giữa các đại lượng là một đường cong trơn đi qua gần nhất các điểm thực nghiệm.



Bài tập tự luận

Câu 1) Cho biết số chữ số có nghĩa của các số sau đây : số 13,1 ; số 13,10 ; số $13,10 \cdot 10^3$.

Câu 2) Dùng một thước milimet đo 5 lần khoảng cách s giữa hai điểm A, B đều cho một giá trị như nhau bằng 798 mm. Tính sai số phép đo này và viết kết quả đo.

Câu 3) Dùng một đồng hồ đo thời gian có độ chia nhỏ nhất 0,001 s để đo n lần thời gian rơi tự do của một vật bắt đầu từ điểm A ($v_A = 0$) đến điểm B, kết quả cho trong bảng sau:

n	t	Δt	$\Delta t'$
1	0,398		
2	0,399		
3	0,408		
4	0,410		
5	0,406		
6	0,405		
7	0,402		
Trung bình	$\bar{t} =$	$\overline{\Delta t} =$	0,001

a) Hãy tính thời gian rơi trung bình, sai số ngẫu nhiên, sai số dụng cụ và sai số phép đo thời gian. Cho biết sai số dụng cụ là $\Delta t' = 0,001$ s. Phép đo này là trực tiếp hay gián tiếp ?

b) Nếu chỉ đo 3 lần ($n = 3$) thì kết quả đo bằng bao nhiêu ?

...../.....