

# Nghiên cứu phương pháp giải một số loại bài tập tính sai số trong phép đo

Phạm Thị Trang\*

\*ThS. Khoa Khoa học Đại cương, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Received: 18/9/2024; Accepted: 26/9/2024; Published: 16/10/2024

**Abstract:** Physics is an experimental science. Physical laws are often established and tested by collecting and comparing experimental data. In experiments, to determine the value of a physical quantity, we need to measure many times and there are errors. Therefore, the theory and practice of calculating errors are included in the curriculum. In the process of doing exercises to calculate errors, students often encounter difficulties and cannot apply the theoretical knowledge they have learned to the exercises. With the desire to help students absorb and self-study more easily, after each lesson, I often give a general method of solving exercises. In the scope of this article, I introduce the method of solving exercises to find errors in measurement in general physics.

**Keywords:** The method of solving exercises, to find errors in measurement

## 1. Đặt vấn đề

Vật lý là một ngành khoa học thực nghiệm. Đa số các định luật vật lý đều được thiết lập và kiểm tra bằng cách thu thập và so sánh các số liệu thực nghiệm. Trong thực nghiệm, để xác định giá trị của đại lượng vật lý nào đó, chúng ta cần tiến hành đo nhiều lần và có những sai số. Vì vậy, lý thuyết và thực hành tính sai số được đưa vào giảng dạy. Trong quá trình làm các bài tập tính sai số, nhiều SV thường gặp khó khăn là không tìm ra được phương pháp giải quyết vấn đề, không vận dụng được kiến thức lý thuyết đã học vào bài tập. Bởi vậy, với mong muốn có một phương pháp dạy đơn giản, dễ hiểu để những SV đại trà có thể tiếp thu và tự học được vật lý dễ dàng hơn, sau mỗi phần học, tôi thường đưa ra một phương pháp chung về cách giải quyết tốt bài tập phần đó. Trong phạm vi bài báo này, tôi giới thiệu phương pháp giải bài tập cách tìm sai số phần đo lường thuộc vật lý đại cương.

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Khái quát về phương pháp đo lường trong vật lý

#### a) Phương pháp đo lường trong vật lý:

Khi nghiên cứu các hiện tượng tự nhiên, trong Vật lý học, người ta thường tiến hành các phép đo các đại lượng vật lý đặc trưng cho hiện tượng, xác định mối liên hệ giữa chúng, từ đó rút ra quy luật vật lý. Vì vậy, việc đo lường các đại lượng vật lý là một lĩnh vực quan trọng không thể thiếu được trong nghiên cứu vật lý. Đo lường một vật là so sánh vật cần đo với một vật chuẩn gọi là đơn vị. Đo một đại lượng vật lý nghĩa là so sánh nó với đại lượng cùng loại mà ta quy ước chọn làm đơn vị.

Có 2 phép đo chính trong vật lý là phép đo trực tiếp và phép đo gián tiếp.

+ Phép đo trực tiếp: Đọc kết quả ngay trên thang đo (hoặc trên bộ hiển thị số) của dụng cụ đo

+ Phép đo gián tiếp: Xác định đại lượng cần đo thông qua các phép đo trực tiếp các đại lượng liên quan trong các hàm với đại lượng cần đo.

Chúng ta có thể dùng các phương pháp này để đo lường độ dài, khối lượng, thời gian và năng lượng, v.v... bằng các thiết bị đo lường trong vật lý như cân, thước, đồng hồ, máy đo nhiệt độ, v.v...

Các đơn vị đo các đại lượng vật lý trong hệ SI là: Mét, kilogram, giây và joule...

b) Sai số của phép đo: Khi đo đạc nhiều lần một đại lượng nào đó, dù cẩn thận đến mấy, vẫn thấy các kết quả giữa các lần đo được hầu như đều khác nhau. Điều đó chứng tỏ rằng trong kết quả đo được luôn luôn có sai số và kết quả chúng ta nhận được chỉ là giá trị gần đúng của nó mà thôi. Có nhiều nguyên nhân gây nên sai số, nhưng chủ yếu là các nguyên nhân sau: Do máy móc và dụng cụ đo thiếu chính xác, thiếu tinh vi; do người đo với trình độ tay nghề chưa cao, khả năng các giác quan bị hạn chế; do điều kiện ngoại cảnh bên ngoài tác động tới, như thời tiết thay đổi, mưa gió, nóng lạnh bất thường,... Vì vậy người ta phân loại các sai số như sau:

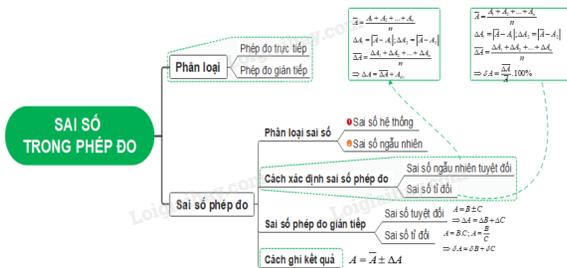
- Sai số hệ thống: Luôn sai về một hướng
- Sai số ngẫu nhiên: Mỗi lần đo sai số khác nhau
- Sai số dụng cụ: Độ chính xác của dụng cụ giới hạn

- Sai số thô đại: Do người đo

#### 3) Xác định sai số của phép đo

- Giá trị trung bình của n lần đo:  $\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n}$
- Sai số tuyệt đối của mỗi lần đo là trị tuyệt đối của hiệu giữa giá trị trung bình và giá trị của mỗi lần đo  $\Delta A_1 = |A - A_1|$ ;  $\Delta A_2 = |A - A_2|$ ;  $\Delta A_n = |A - A_n|$ ;
- Sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo:  $\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n}$
- Sai số tuyệt đối của phép đo là tổng sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ  $\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A'$
- Cách viết kết quả đo: Kết quả đo đại lượng A được viết dưới dạng:  $A = \bar{A} \pm \Delta A$
- Sai số tương đối (sai số tỉ đối) của phép đo là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng đo tính bằng phần trăm  $\delta A = \frac{\Delta A}{A}$

4) sai số phép có thể biểu diễn đo bằng sơ đồ tư duy sau:



## 2.2. Phương pháp giải tổng quát bài tập tính sai số phép đo

Để giải được bài toán sai số trong phép đo, ta có thể thực hiện các giai đoạn sau:

**Giai đoạn 1:** Tóm tắt bài toán. Lưu ý đơn vị đã cho của các đại lượng phù hợp.

**Giai đoạn 2:** Giải bài toán:

Thường thì các bài toán đo lường phần này bắt tính sai số tuyệt đối và sai số tương đối của phép đo sau đó viết kết quả đo được. Muốn tính sai số tuyệt đối của phép đo thì chúng ta phải tính được sai số ngẫu nhiên và sai số dụng cụ trong đó  $\Delta A = \overline{\Delta A} + \Delta A'$  trong đó  $\overline{\Delta A}$  là sai số ngẫu nhiên và  $\Delta A'$  là sai số dụng cụ. Thông thường thì bài toán đã cho biết sai số dụng cụ  $\Delta A'$ . Để tính sai số ngẫu nhiên, chúng ta cần tính sai số tuyệt đối trung bình của n lần đo  $\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \dots + \Delta A_n}{n}$ , trong đó chúng ta phải tính

được sai số tuyệt đối của mỗi lần đo và giá trị trung bình của n lần đo ( $\bar{A}$ ). Khi tìm được sai số tuyệt đối của phép đo, ta viết được kết quả đo là:  $A = \bar{A} \pm \Delta A$ .

**Giai đoạn 3: Kết luận**

## 2.3. Các bài tập vận dụng

Bài tập vật lý chọn làm mẫu cho SV phải có tính tổng quát, đi từ đơn giản đến phức tạp, đảm bảo cũng cố bổ sung và hoàn thiện tri thức đã học, qua đó cung cấp cho SV những hiểu biết về thực tế, kỹ thuật có liên quan đến kiến thức lý thuyết đã học.

**Bài 1: Thực hiện phép đo đường kính hình trụ trong 5 lần và được bảng kết quả sau:**

Lần đo	D (mm)
1	22,5
2	22,4
3	22,4
4	22,6
5	22,5

Cho biết sai số dụng cụ là 0,1 mm. Tính giá trị sai số tuyệt đối và tương đối của phép đo?

Ghi kết quả đo được

Giải: **Giai đoạn 1:** Cho biết:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{lần đo 1: } 22,5 \text{ mm} \\ \text{lần đo 2: } 22,4 \text{ mm} \\ \text{lần đo 3: } 22,4 \text{ mm} \\ \text{lần đo 4: } 22,6 \text{ mm} \\ \text{lần đo 5: } 22,5 \text{ mm} \\ \Delta A' = 0,1 \text{ mm} \end{array} \right. \text{ Tìm: } \left\{ \begin{array}{l} a) \Delta A = ?; \delta A = ? \\ b) A = ? \end{array} \right.$$

**Giai đoạn 2: Giải bài toán:**

a) Sai số tuyệt đối của phép đo:  $\Delta l = \overline{\Delta l} + (\Delta l)_{dc}$  trong đó  $(\Delta l)_{dc}$  là sai số dụng cụ đã biết đã biết. Để tính  $\overline{\Delta l}$ , đầu tiên ta cần tính giá trị trung bình của 5 lần đo:  $\bar{l} = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5}{5} = \frac{22,5 + 22,4 + 22,4 + 22,6 + 22,5}{5} = 22,48 \text{ mm}$

Tiếp đến tính sai số tuyệt đối của mỗi lần đo:

$$\Delta l_1 = |22,48 - 22,5| = 0,02 \text{ mm}; \Delta l_2 = |22,48 - 22,4| = 0,08 \text{ mm};$$

$$\Delta l_3 = |22,48 - 22,4| = 0,08 \text{ mm}$$

$$\Delta l_4 = |22,48 - 22,6| = 0,12 \text{ mm}; \Delta l_5 = |22,48 - 22,5| = 0,02 \text{ mm}$$

→ Sai số tuyệt đối của phép đo:

$$\Delta l = \overline{\Delta l} + (\Delta l)_{dc} = 0,064 + 0,1 = 0,164 \text{ mm}$$

▪ Sai số tương đối của phép đo:

$$\delta = \frac{\Delta l}{\bar{l}} \cdot 100\% = \frac{0,164}{22,48} = 0,729\%$$

b) Kết quả phép đo:  $l = \bar{l} \pm \Delta l = (22,48 \pm 0,164) \text{ mm}$

**Giai đoạn 3: Kết luận**  $\left\{ \begin{array}{l} a) \Delta l = 0,164; \delta l = 0,729\% \\ b) l = (22,48 \pm 0,164) \text{ mm} \end{array} \right.$

**Bài 2: Thời gian một vật rơi giữa hai điểm cố định như sau:**

Cho sai số dụng cụ  $(\Delta t)_{dc}$  là  $5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ .

a, Tính giá trị trung bình của thời gian rơi?

b, Tìm sai số tuyệt đối và sai số tương đối của phép đo?

c, Ghi kết quả sai số của phép đo?

**Giai đoạn 1:** Cho biết:

Lần đo	Thời gian t (s)
1	0,3027
2	0,3024
3	0,3023
4	0,3023
5	0,3022

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{lần đo 1: } 0,3027 \text{ s} \\ \text{lần đo 2: } 0,3024 \text{ s} \\ \text{lần đo 3: } 0,3023 \text{ s} \\ \text{lần đo 4: } 0,3023 \text{ s} \\ \text{lần đo 5: } 0,3022 \text{ s} \\ \Delta A = 5.10^{-3} \text{ s} \end{array} \right. \quad \text{Tìm: } \left\{ \begin{array}{l} a) \bar{t} = ? \\ b) \Delta t = ?; \delta t = ? \\ c) t = ? \end{array} \right.$$

**Giai đoạn 2: Giải bài toán:**

Giá trị trung bình của thời gian rơi:

$$\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5} = \frac{0,3027 + 0,3024 + 0,3023 + 0,3023 + 0,3022}{5} = 0,3024 \text{ s}$$

b) Sai số tuyệt đối của phép đo:  $\Delta l = \overline{\Delta l} + (\Delta l)_{dc}$

▪ Sai số tuyệt đối của mỗi lần đo:

$$\Delta t_1 = |t_1 - \bar{t}| = |0,3024 - 0,3027| = 3.10^{-4} \text{ s};$$

$$\Delta t_2 = |t_2 - \bar{t}| = |0,3024 - 0,3024| = 0 \text{ s};$$

$$\Delta t_3 = |t_3 - \bar{t}| = |0,3024 - 0,3023| = 10^{-4} \text{ s};$$

$$\Delta t_4 = |t_4 - \bar{t}| = |0,3024 - 0,3023| = 10^{-4} \text{ s}$$

$$\Delta t_5 = |t_5 - \bar{t}| = |0,3024 - 0,3022| = 2.10^{-4} \text{ s};$$

▪ Sai số tuyệt đối trung bình của 5 lần đo:

$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4 + \Delta t_5}{5} = \frac{3.10^{-4} + 0 + 10^{-4} + 10^{-4} + 2.10^{-4}}{5} = 1,4.10^{-4} \text{ s}$$

→ Sai số tuyệt đối của phép đo:

$$\Delta t = 1,4.10^{-4} + 5.10^{-3} = 0,0052 \text{ s}$$

▪ Sai số tương đối của phép đo:

$$\delta t = \frac{\Delta t}{t} \cdot 100\% = \frac{0,0052}{0,3024} = 1,72 \%$$

b) Kết quả phép đo:  $t = (\bar{t} \pm \Delta t) = (0,2024 \pm 0,0052) \text{ s}$

**Giai đoạn 3: Kết luận**  $\left\{ \begin{array}{l} a) \Delta t = 0,0052; \delta t = 1,72\% \\ b) t = (0,2024 \pm 0,0052) \text{ s} \end{array} \right.$

**Bài 3:** Một người mua khoai ở siêu thị. Sau khi mua thì người đó cân lại và thấy sau 4 lần cân túi thu được các giá trị như sau:  $m_1 = 980\text{g}; m_2 = 1050\text{g}; m_3 = 1020\text{g}; m_4 = 970\text{g}$ . Hỏi các túi khoai ở siêu thị được cân với sai số bao nhiêu phần trăm?

**Giai đoạn 1:**

$$\text{Cho biết: } \left\{ \begin{array}{l} \text{lần cân 1: } 980 \text{ g} \\ \text{lần cân 2: } 1050 \text{ g} \\ \text{lần cân 3: } 1020 \text{ g} \\ \text{lần cân 4: } 970 \text{ g} \end{array} \right. \quad \text{Tìm } \{ \delta m = ? \}$$

**Giai đoạn 2: Giải bài toán:**

Để tính được sai số tương đối, chúng ta cần tính được giá trị trung bình của các lần cân và sai số tuyệt đối của phép cân:  $\delta m = \frac{\Delta m}{m}$

Giá trị trung bình của các lần cân:

$$\bar{m} = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4}{4} = \frac{980 + 1050 + 1020 + 970}{4} = 1005 \text{ g}$$

▪ Sai số tuyệt đối của mỗi lần đo:

$$\Delta m_1 = |\bar{m} - m_1| = |1005 - 980| = 25 \text{ g}; \Delta m_2 = |\bar{m} - m_2| = |1005 - 1050| = 45 \text{ g};$$

$$\Delta m_3 = |\bar{m} - m_3| = |1005 - 1020| = 15 \text{ g}; \Delta m_4 = |\bar{m} - m_4| = |1005 - 970| = 35 \text{ g}$$

▪ Sai số tuyệt đối trung bình của 4 lần đo:

$$\overline{\Delta m} = \frac{\Delta m_1 + \Delta m_2 + \Delta m_3 + \Delta m_4}{4} = \frac{25 + 45 + 15 + 35}{4} = 30 \text{ g}$$

Túi khoai ở siêu thị được cân với sai số:

$$\delta m = \frac{\Delta m}{m} \times 100\% = \frac{30}{1005} \times 100\% = 2,3\%$$

**Giai đoạn 3: Kết luận:** vạy túi khoai ở siêu thị được cân với  $\delta m = 2,3\%$

**2.4. Kết quả vận dụng phương pháp đề xuất:**

Việc chọn phương pháp giải bài tập phù hợp với đối tượng SV đại trà đã mang lại hiệu quả đáng kể. Cụ thể qua khảo sát ở các lớp thực dạy ở trường ĐH Tài nguyên và Môi trường Hà Nội (Trong phạm vi bài báo, chỉ đưa ra khảo sát bài tập phần đo lường), kết quả như sau:

Lớp	Số SV	Số SV làm được bài tập đã giao	
		Khi chưa sử dụng phương pháp phù hợp	Khi đã sử dụng phương pháp phù hợp
ĐH13QĐ4	60	20	40
ĐH13QM2	47	10	37
ĐH13QM1	46	10	36

Kết quả khảo sát cho thấy rõ sự tiến bộ của SV trong việc sử dụng phương pháp dạy phù hợp.

**3. Kết luận**

Việc hệ thống hóa kiến thức giúp SV sử dụng được các nguồn tài liệu đa dạng, phát triển tư duy logic, tư duy hình tượng, tư duy biện chứng. Qua việc hệ thống hóa kiến thức, SV được rèn luyện khả năng khái quát hoá. Khái quát hóa, đặc biệt hóa và tương tự hóa, đó là những thao tác tư duy có vai trò rất quan trọng trong quá trình dạy học. Việc hệ thống hóa và gợi ý cho SV phương pháp giải tổng quát các bài tập tính sai số phép đo đã giúp SV nắm vững kiến thức dễ dàng sâu sắc hơn.

**Tài liệu tham khảo**

- Trần Ngọc Hợi, Phạm Ngọc Thiều (2009). *Tập 1: Cơ học và Nhiệt học - Vật lý đại cương các nguyên lý và ứng dụng*. NXB Giáo dục Việt Nam
- Raymond A. Serway and Jr. J. W. Jewett, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics 9th Ed.*, Cengage Learning, USA, 2014.