

Một vấn đề thường gặp phải với các bạn sinh viên là xử lý số liệu báo cáo thí nghiệm. Qua quá trình hướng dẫn thí nghiệm tôi thấy các lỗi thường gặp khi xử lý số liệu chủ yếu liên quan tới vấn đề sai số. Hiện nay có rất nhiều bạn lấy rất nhiều số sau dấu phẩy (chắc là nghĩ lấy càng nhiều càng chính xác thì phải ^^) do đó dẫn đến sai quy tắc làm tròn sai số. Để các bạn có thể hiểu được quy tắc làm tròn sai số tôi sẽ tóm tắt những điểm mấu chốt của vấn đề này

PHẦN 1: CÁC LOẠI SAI SỐ

1. Sai số hệ thống: Nhìn cái tên cũng đủ cho ta biết đây là một loại sai số mang tính chất hệ thống → tức là có quy luật nào đó ví dụ như các lần đo đều thấy lớn hơn giá trị chúng ta dự đoán → nguyên nhân sai số hệ thống thường là rất dễ xác định (tất nhiên là những gì theo quy luật thì thường dễ xác định rồi → sợ nhất là kiểu nghĩ và làm không theo quy luật ☺). Sai số hệ thống mà mọi người thường gặp nhất trong quá trình thí nghiệm chính là chưa chỉnh “0” các dụng cụ đo. Điều này có nghĩa là đôi khi chưa có tín hiệu vào mà kim chỉ thị của dụng cụ đo đã ở vị trí khác 0 → làm cho giá trị đo được có thể luôn lớn hơn hoặc luôn nhỏ hơn giá trị cần đo. Một ví dụ khác là ta xét viên bi rơi trong nước chẳng hạn, nếu bình thường thì nó rơi rất nhanh. Nhưng vào một ngày đẹp trời ta thả viên bi lại thấy rơi rất từ từ → tư duy ngay là có thể do viên bi (bị đưa nào đổi bi) hoặc do nước (nước có vấn đề) → và sau một hồi mày mò tìm hiểu ném thử vị nước thấy có vị khác khác (vị gì thì các bạn tự tưởng tượng) → chắc chắn nước là nguyên nhân gây sai số.

Tóm lại, hãy luôn để ý dụng cụ đo xem đã chỉnh “0” chưa!

2. Sai số ngẫu nhiên: Cái này thì lại ngược lại hoàn toàn so với sai số hệ thống. Nguyên nhân gây ra sai số này thường rất khó đoán chính xác (đến Gia Cát Dự đôi khi cũng phải pó tay) vì nhiều khi nó chỉ là những yếu tố rất nhỏ nhất như gió, sức cản không khí, điện áp không ổn định, hay đại loại là một cái gì đó bất thường. Vậy làm sao để nhận dạng được sai số này. Rất đơn giản là nếu làm đúng các bước mà thấy không đo được kết quả thì tức là đã gặp phải sai số này. Vậy làm sao để khắc phục? “Kinh nghiệm” và “quan sát” là hai yếu tố quan trọng nhất để đoán biết được cái gì đã gây ra sai số. Để giảm tới đa sai số ngẫu nhiên ta cần tiến hành đo nhiều lần. Ví dụ các bạn muốn xét tốc độ rơi của Iphone 4 khi thả từ tầng 10 thư viện Tạ Quang Bửu chẳng hạn. Chắc chắn là để có kết quả chính xác các bạn cần chuẩn bị trước khoảng 10 cái để thả (vừa sướng tay vừa chính xác). Vậy vì sao phải thả tới 10 lần → đơn giản là vì điều kiện rơi trong 10 lần chắc chắn khác nhau

do ảnh hưởng của gió, của lực cản không khí,... → kết quả cuối cùng sẽ phải lấy là giá trị trung bình trong 10 lần đo để có được đánh giá chính xác nhất

3. Sai số dụng cụ: Sai số này nằm ngay tại dụng cụ đo → có thể khắc phục được sai số này không? 100% là không vì làm gì có cái sản phẩm nào hoàn hảo 100% đâu. Tuy nhiên, có thể làm giảm sai số này bằng cách lựa chọn các thiết bị có độ chính xác cao, có xuất xứ từ những nơi có uy tín (ví dụ cùng độ chính xác như nhau mà một cái ở China và một cái ở Japan thì biết thừa cái nào chuẩn hơn rồi). Rắc rối lớn nhất của sai số dụng cụ là nhiều bạn sinh viên gặp phải là việc tính toán ra sai số dụng cụ (phần này sẽ trình bày chi tiết trong các phần sau).

4. Sai số thô đại: Đây là loại sai số do chính chúng ta gây ra trong quá trình đo như mắt kém nhìn một thành hai. Nói chung có kinh nghiệm là mỗi nhóm nên lựa chọn một bạn mắt tinh để quan sát kết quả, một bạn khéo tay để tiến hành thí nghiệm → chuyên môn hóa cao → tránh sai số thô đại. Sai số thô đại thường làm kết quả sai lệch khá nhiều so với thực tế nên rất dễ dàng phát hiện và điều chỉnh.

Khi biểu diễn kết quả đo thì xuất hiện thêm hai loại sai số nữa là sai số tuyệt đối và sai số tương đối

a. Sai số tuyệt đối: theo định nghĩa là bằng tổng số học của sai số tuyệt đối trung bình của tất cả các lần đo (tất nhiên là phải lựa chọn những kết quả gần sát với thực tế nhất, những kết quả nào vượt xa là phải phi tang ngay) và sai số của dụng cụ kèm theo → công thức cơ bản sẽ là:

$$\Delta a = \overline{\Delta a} + (\Delta a)_{dc}$$

Các bạn phải cẩn thận để tránh nhầm lẫn giữa sai số tuyệt đối và sai số tuyệt đối trung bình của các lần đo:

- Các bước tính sai số tuyệt đối trung bình của tất cả các lần đo: (giả sử ta đo đại lượng A 3 lần)
 - Bước 1: Lập bảng kết quả (giả sử thu được bảng số liệu sau)

Lần đo	1	2	3
A	4	5	6

- Bước 2: Tính giá trị trung bình của A:

$$\bar{A} = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3} = 5$$

- Bước 3: Tính sai số tuyệt đối trong từng lần đo

$$\Delta A_i = |\bar{A} - A_i|$$

Như vậy ta có:

$$\Delta A_1 = |5 - 4| = 1, \Delta A_2 = |5 - 5| = 0, \Delta A_3 = |5 - 6| = 1$$

- Bước 4: Tính sai số tuyệt đối trung bình:

$$\overline{\Delta A} = \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3}{3} = \frac{2}{3} = 0,67$$

- Bước 5: Đào đầu ra nữa mà có bước 5 ☺

- Sai số dụng cụ: Hồi sau sẽ rõ ☺

b. Sai số tương đối: của phép đo đại lượng A là tỷ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị trung bình của đại lượng cần đo → tức là:

$$\delta A = \frac{\Delta A}{\bar{A}}$$

Hai loại sai số này các bạn cần phải phân biệt rõ bản chất của nó.

- **Sai số tuyệt đối:** chỉ đơn thuần cho các bạn biết giới hạn khoảng giá trị của phép đo là bao nhiêu tức là cho biết cận trên và cận dưới. Ví dụ như đại lượng trung bình $a = 10$ có sai số tuyệt đối là 1 → có nghĩa là giá trị a chỉ có thể nằm trong khoảng từ 9 → 11 → nếu vượt ra ngoài là sai. Ví dụ như bạn trai A biết bạn gái B hiện đang có trung bình khoảng 4 vệ tinh và sai số tuyệt đối là 1 thế nhưng thông tin thu được từ “cò” là có khoảng 10-20 vệ tinh → không tin được rồi → xử lý ngay con “cò” này ^^ (đảm bảo 100% con cò này đang là đối thủ cạnh tranh trực tiếp của mình)
- **Sai số tương đối:** là đại lượng đánh giá độ chính xác của phép đo, nó cho ta biết liệu phép đo này có thực sự chính xác hay không?. Giả sử các bạn xác định chiều cao của bạn gái bạn là $120 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$, và bạn cũng đo được chiều cao của một cô người mẫu là $180 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$. Như vậy rõ ràng là sai số tuyệt

đôi của cả hai trường hợp đều như nhau nhưng thực sự chúng ta cũng dễ nhận thấy là phép đo cô người mẫu chính xác hơn nhiều do chiều cao của cô ta hơn hẳn chiều cao của bạn gái bạn → do you understand????

- Mỗi quan hệ giữa sai số tuyệt đối và sai số tương đối là: $\delta = \frac{\Delta A}{A}$ → như vậy chỉ cần biết một trong hai loại sai số và biết giá trị trung bình của đại lượng A thì chúng ta sẽ xác định được loại sai số còn lại:

PHẦN 2: HAI QUI TẮC XỬ LÝ SAI SỐ TUYỆT ĐỐI VÀ SAI SỐ TƯƠNG ĐỐI

Phần này là phần mà các bạn sinh viên dính chương nhiều nhất vì một số quan niệm sai lầm sau:

- Quan niệm 1: Càng nhiều số sau dấu phẩy tức là càng chính xác → viết càng nhiều số càng tốt → hi sinh.
- Quan niệm 2: Quy tắc làm tròn là cứ lớn hơn hoặc bằng 5 thì làm tròn lên (thường thì đúng nhưng có nhiều trường hợp thì ko áp dụng được) → hi sinh tiếp.
- Quan niệm 3: Chép báo cáo ở quán photo là yên tâm nhất → hi sinh tiếp vì các báo cáo ở quán photo không phải là nguồn tài liệu chính thống → sai sót rất nhiều.

Tóm lại là chỉ cần nắm được hai qui tắc sau là các bạn có thể kê cao gối mà Zzzz.

1. Quy tròn sao cho có tối đa hai chữ số có nghĩa: lỗi này rất nhiều bạn mắc phải. Lý do đơn giản là mọi người chưa hiểu được thế nào là *chữ số có nghĩa*. Theo định nghĩa chữ số có nghĩa là những chữ số (kể cả chữ số 0) tính từ trái sang phải kể từ chữ số khác không đầu tiên. Đọc xong định nghĩa chắc có nhiều bạn vẫn rất mơ hồ nên tốt nhất là chúng ta sử dụng ví dụ để minh họa. Giả sử sai số tuyệt đối hoặc tương đối của một đại lượng A nào đó nhận một trong các giá trị sau:

0.023: 2 chữ số có nghĩa → chuẩn không cần chỉnh

0.00021: 2 chữ số có nghĩa → chuẩn không cần chỉnh

0.0230: 3 chữ số có nghĩa (mặc dù số thứ 3 bằng 0 nhưng đã viết vào kể từ sau chữ số khác 0 đầu tiên nên phải tính) → sai nên cần chỉnh

1.23: 3 chữ số có nghĩa → sai nên cần chỉnh

2.0: 2 chữ số có nghĩa → chuẩn không cần chỉnh

2.000: 4 chữ số có nghĩa → sai nên cần chỉnh

1: 1 chữ số có nghĩa → quá chuẩn cần gì phải chỉnh

2. Phần giảm bớt hoặc tăng thêm phải nhỏ hơn 1/10 giá trị gốc: quy tắc này đa phần mọi người đều không để ý và thường mặc định nếu lớn hơn hoặc bằng 5 thì

làm tròn lên còn nhỏ hơn 5 thì làm tròn xuống. Nhìn chung là phần lớn kết quả áp dụng lập luận trên đều không sai nhưng có một số trường hợp ngoại lệ nếu ta làm theo lập luận trên thì sẽ sai. Ta hãy xét ví dụ sau: Giả sử bạn thu được sai số tuyệt đối của một đại lượng A là 0.164. Quan sát đại lượng này ta thấy có 3 chữ số có nghĩa -> sai qui tắc 1 -> chắc chắn phải “chém” tối thiểu là 1 chữ (**4**) và tối đa là 2 chữ (**64**). Đối với trường hợp “chém” 1 số (4) ta có thể làm tròn thành 0.16 vì phần mất đi $0.004 < 1/10 \cdot 0.164 = 0.0164$. Nhưng nếu chúng ta “chém” hơi quá tay thì đa phần mọi người đều làm tròn thành 0.2 (nhìn thì có vẻ rất hợp lý vì đã đảm bảo quy tắc 1). Bây giờ chúng ta hãy để ý phần thêm vào để thành 0.2 là **0.036** rõ ràng là lớn hơn 1/10 giá trị gốc là **0.0164** → sai qui tắc 2. Tóm lại đối với sai số tuyệt đối của một đại lượng A trong ví dụ này ta chỉ được làm tròn tới **2 chữ số có nghĩa**.

*** Chú ý:** Sai số tương đối của hằng số thì không đóng góp vào sai số của của đại lượng đo → tóm lại cứ thấy hằng số thì don't care ngay.

Hi vọng các bạn đã nắm được hai quy tắc quan trọng trong phần 2. Sau đây tôi sẽ trình bày về qui tắc tương xứng giữa giá trị trung bình và sai số tuyệt đối khi viết kết quả.

PHẦN 3: QUY TẮC TƯƠNG XỨNG GIỮA GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH VÀ SAI SỐ TUYỆT ĐỐI

Rất nhiều các bạn xử lý sai số tuyệt đối và sai số tương đối rất chuẩn nhưng đến khi viết kết quả cuối cùng thì lại vi phạm qui tắc tương xứng → cầm được vàng rồi lại để vàng rơi → cứ tưởng tốt rồi mà vẫn bị trả lại 😊. Vấn đề chính là sự tương xứng trong kết quả. Nội dung của qui tắc tương xứng này vô cùng đơn giản (chắc vì đơn giản nên chả ai để ý → viết kết quả toàn sai).

- **Phẩy tương xứng:** sai số tuyệt đối lấy bao nhiêu số sau dấu phẩy thì giá trị trung bình cũng phải lấy bấy nhiêu số sau dấu phẩy.

- **Mũ tương xứng:** nếu giá trị trung bình có dạng A.10 mũ n thì sai số tương đối cũng phải để ở dạng B.10 mũ n. Không thể có chuyện bên này mũ n mà bên kia lại là mũ m

Chú ý: Phẩy tương xứng và mũ tương xứng phải thỏa mãn đồng thời vì đôi khi phẩy thì tương xứng nhưng mũ không tương xứng → kết quả sai.

Sau đây là ví dụ minh họa những lỗi liên quan tới qui tắc này mà các bạn thường gặp phải! Click and See!

CÁC LỖI KHI VIẾT KẾT QUẢ

GTTB	±	SSTĐ	Nhận xét	CHỈNH SỬA		
				Giá trị trung bình	±	Sai số tuyệt đối
1482.5	±	10.6	Cân đối nhưng Sai qui tắc 1	1483	±	11
$4,78.10^{-8}$	±	$6,67.10^{-11}$	Sai qui tắc 1 – không cân đối 10^8 và 10^{11} -> qui đổi về cùng bậc	$4,78XX.10^{-8}$	±	$0,0067.10^{-8}$
$7,31.10^{-4}$	±	$0,19.10^{-4}$	Chuẩn		±	
123434	±	1234	Cân đối – sai qui tắc 1	1234.10^2	±	12.10^2
0.03243	±	0.0031	Đúng qui tắc 1 – không cân đối	0.0324	±	0.0031
0.06421	±	0.00310	Cân đối – sai qui tắc 1	0.0642	±	0.0031

PHẦN 4: THIẾT LẬP CÔNG THỨC TÍNH SAI SỐ

Có một loại câu hỏi thường xuyên xuất hiện ở các bài thí nghiệm là **“Thiết lập các công thức tính sai số của một đại lượng nào đó?”**. Về cơ bản đây thuần túy chỉ là vấn đề liên quan tới toán học, do đó nếu các bạn có kiến thức cơ bản về toán học (vi phân, đạo hàm) thì giải quyết vấn đề này cực kỳ nhẹ nhàng êm ái. Tuy nhiên, nhiều bạn ngại tính hoặc học thuộc mà không hiểu bản chất nên khi gặp một đại lượng bất kì thì “tịt ngòi” luôn. Do đó, tôi sẽ trình bày ngắn gọn để các bạn hiểu và áp dụng thành thạo các phương pháp thiết lập sai số của phép đo gián tiếp.

Vậy tại sao lại gọi là phép đo gián tiếp? Quá đơn giản vì nó không phải là phép đo trực tiếp? Đùa vậy thôi, chứ điều này bắt nguồn từ thực tế, có những thứ mà các bạn không thể đo trực tiếp được mà phải thông qua đại lượng gián tiếp nào đó. Hoặc có thể ví dụ một cách hình tượng thế này, bạn trai Bách Khoa A rất có cảm tình với bạn gái Bách Khoa B, nhưng khổ nỗi anh chàng này tính tình thì hiền lành nhút nhát nên chẳng dám này nọ trực tiếp mà phải nhờ **“cò”**. Các thông tin có được liên quan tới bạn gái B đều thông qua **“cò”** nên chắc sẽ có sai số (đây là chưa kể trường hợp nhờ nhằm **“cò”** cũng đang để ý cô bạn gái B kia → sai lệch về thông tin là khá lớn). Vậy thì để đánh giá mức độ chính xác của thông tin ta phải **“tính sai số”** thôi.

Đến đây sẽ xuất hiện hai khái niệm sai số tuyệt đối và sai số tương đối.

Sau đây, tôi sẽ trình bày phần chính của bài này. Chúng ta thông thường sẽ sử dụng các cách sau

1. Phương pháp 1: Vi phân riêng

Ưu điểm: đây là phương pháp thường dùng khi đại lượng F có dạng là một tổng hoặc hiệu của các đại lượng đo trực tiếp x và y

Cơ sở lý thuyết: dựa vào công thức vi phân riêng phần: $dF = \frac{\partial F}{\partial x} dx + \frac{\partial F}{\partial y} dy$. Ở đây ta chỉ xét hàm đơn giản $F = F(x,y)$, có những bài toán mà xuất hiện nhiều đại lượng thêm vào như z , g , h thì các bạn cứ bổ sung thêm vào công thức trên thôi. Phương pháp này sẽ giúp ta tính sai số tuyệt đối trước \rightarrow sai số tương đối

Các bước làm:

- Bước 1: $dF = \frac{\partial F}{\partial x} dx + \frac{\partial F}{\partial y} dy$
- Bước 2: $d \rightarrow \Delta$ và thêm trị tuyệt đối vào các đạo hàm riêng phần (ở đây là $\frac{\partial F}{\partial x}$ và $\frac{\partial F}{\partial y}$)

$$\Delta F = \left| \frac{\partial F}{\partial x} \right| \Delta x + \left| \frac{\partial F}{\partial y} \right| \Delta y$$

- Bước 3: Áp dụng mối liên hệ để tìm sai số tương đối

2. Phương pháp 2: Logarit hóa

Ưu điểm: đây là phương pháp thường dùng khi đại lượng F có dạng là một tích hoặc thương của các đại lượng đo trực tiếp x và $y \rightarrow$ nếu có cả tổng (hiệu) – tích (thương) thì ta vẫn nên sử dụng phương pháp này.

Cơ sở lý thuyết: dựa vào quá trình ln hóa hai vế và vi phân toàn phần $d(\ln F) = \frac{dF}{F}$. Phương pháp này sẽ giúp ta tính sai số tương đối trước \rightarrow sai số tuyệt đối

Các bước làm:

- Bước 1: $\ln F = \ln F(x,y)$
- Bước 2: $d(\ln F) = \frac{dF}{F} = d \ln F(x,y) = \frac{\partial \ln F(x,y)}{\partial x} dx + \frac{\partial \ln F(x,y)}{\partial y} dy$

- Bước 3: Rút gọn về phải và gộp các thành phần dx và dy lại \rightarrow thu được dạng

$$\frac{dF}{F} = f(x, y)dx + g(x, y)dy$$

- Bước 4: thay $d \rightarrow \Delta$, $F \rightarrow \bar{F}$, $x \rightarrow \bar{x}$, $y \rightarrow \bar{y}$, ... \rightarrow sai số tương đối có dạng:

$$\delta = \frac{\Delta F}{\bar{F}} = |f(\bar{x}, \bar{y})|\Delta x + |g(\bar{x}, \bar{y})|\Delta y$$

\rightarrow Sai số tuyệt đối

3. Chú ý:

- Sai số tuyệt đối và sai số tương đối luôn dương.
- Sai số tuyệt đối của một đại lượng cho trước phải cùng bậc và bằng 1 đơn vị.
VD: $B = 19.99 \text{ mT} \rightarrow$ sai số tuyệt đối 0.01 mT , thước $L = 500 \text{ mm} \rightarrow$ sai số tuyệt đối 1 mm
- Sai số tuyệt đối và sai số tương đối không được quá 2 chữ số có nghĩa
- Hằng số không đóng góp vào sai số của đại lượng cần đo \rightarrow không quan tâm đến hằng số khi thiết lập công thức tính sai số của phép đo gián tiếp \rightarrow nếu công thức tính sai số tương đối hoặc tuyệt đối mà lại thấy xuất hiện các đại lượng là hằng số thì có nghĩa các bạn đã thiết lập sai.

Ví dụ minh họa: Xét hàm $F = \frac{a}{a-b} \rightarrow$ thương, hiệu \rightarrow phương pháp 2 có lợi hơn (nhận xét $a, b > 0$, $a - b > 0$ vì ở đây ta quan tâm đến độ lớn của đại lượng F)

- Bước 1: $\ln F = \ln \frac{a}{a-b} = \ln a - \ln(a - b)$
- Bước 2: $d(\ln F) = \frac{dF}{F} = d[\ln a - \ln(a - b)] = d \ln a - d \ln(a - b) = \frac{da}{a} - \frac{d(a-b)}{a-b}$
- Bước 3: $d(\ln F) = \frac{dF}{F} = \frac{da}{a} - \frac{da}{a-b} + \frac{db}{a-b} = \frac{-b}{a(a-b)} da + \frac{1}{a-b} db$
- Bước 4: $\delta = \frac{\Delta F}{\bar{F}} = \frac{\bar{b}\Delta a}{\bar{a}(\bar{a}-\bar{b})} + \frac{\Delta b}{\bar{a}-\bar{b}} = \frac{\bar{b}\Delta a + \bar{a}\Delta b}{\bar{a}(\bar{a}-\bar{b})}$

Chú ý một số phép tính vi phân:

$$d(x \pm y) = dx \pm dy$$

$$d(f(x)) = f'(x)dx$$

$$d(uv) = u dv + v du$$

$$d \frac{u}{v} = \frac{u dv - v du}{v^2}$$

$$d(f(x, y)) = \frac{\partial f}{\partial x} dx + \frac{\partial f}{\partial y} dy$$

$$d(\alpha f(x)) = \alpha d(f(x))$$

PHẦN 5: SAI SỐ DỤNG CỤ VÀ VẼ ĐỒ THỊ

1. Sai số dụng cụ:

- Thước kẻ: chính là độ chia nhỏ nhất
- Banme: chính là độ chính xác của thước kẹp.
- Đồng hồ đo điện chỉ thị kim: $(\Delta a)_{dc} = \delta \cdot a_{max}$
 - δ : cấp chính xác của vôn kế hoặc ampe kế (thường ghi trên mặt đồng hồ đo, ở góc dưới cùng bên trái hoặc bên phải \rightarrow giá trị thường gặp là 1.5% hoặc 2%).
 - a_{max} : thang đo lớn nhất (thang hiện đang sử dụng).
- Hộp điện trở mẫu và điện dung mẫu: $(\Delta a)_{dc} = \delta \cdot a$
 - δ : cấp chính xác ứng với thang đo hiện thời (chú ý với hộp điện trở mẫu thì cấp chính xác thường là 0.2%)
 - a : giá trị đo được (chú ý là không phải giá trị lớn nhất của thang đo \rightarrow tức là nếu đo được giá trị R bằng 10 ôm chẳng hạn thì $\Delta R = 0,2\% \cdot 10$)
- Dụng cụ đo hiện số (cái này tính toán cũng hơi phức tạp một chút):

$$(\Delta a)_{dc} = \delta \cdot a + n \cdot \alpha$$

Như vậy ta thấy có 4 đại lượng cần tìm để xác định sai số của đồng hồ đo hiện số:

- δ : cấp chính xác của dụng cụ đo
- n : phụ thuộc vào dụng cụ đo và thang đo (nhà sản xuất quy định) \rightarrow số này khá là ảo vì đôi khi cán bộ hướng dẫn cũng không biết.

Qui ước: đối với dòng điện một chiều DC: $\delta = 0.5$; $n = 1$. Đối với dòng điện xoay chiều AC: $\delta = 0.8$; $n = 2$ hoặc 3 (nói chung chọn 2 hay 3 thì tốt nhất là nên hỏi cán bộ hướng dẫn)

- α : giá trị hiển thị trên dụng cụ đo \rightarrow cái này nhìn thì biết ngay \rightarrow xác định dễ nhất ☺.
- α : độ phân giải. Các đồng hồ sử dụng trong thí nghiệm đều là loại 4 số (tức là **2000** digital). Với thang đo 20V thì U_{max} là 19.99V, 200V thì U_{max} là 199.9V tương tự I cũng thế. Để tính độ phân giải ta sẽ lấy thang đo lớn nhất chia cho 2000.

$$\alpha = \frac{U_{max}}{2000} = \frac{19,99}{2000} \approx 0.01$$

(thực ra có thể lấy thẳng số thang đo chia cho 2000 vì cũng chả khác nhau là mấy).

- \rightarrow đối với dụng cụ đo chỉ thị số thì tốt nhất là các bạn nên hỏi giáo viên các đại lượng như cấp chính xác, giá trị n , độ phân giải. Đôi lúc để cho tiện tính toán có những giáo viên vẫn chấp nhận coi như sai số chính tương ứng với bậc của số sau dấu phẩy (VD: nếu giá trị hiển thị là 28,99 \rightarrow sai số 0,01; 197,8 \rightarrow sai số 0,1. Cho nên hỏi cho yên tâm, cứ theo ý các giáo viên hướng dẫn là tốt nhất \rightarrow đây gọi là gió thổi chiều nào theo chiều đấy ☺.

2. Vẽ đồ thị:

Phần vẽ đồ thị cũng là một phần khá nhiều bạn mắc lỗi vì cứ nghĩ chấm vài ba điểm rồi nối vào là xong. Đối với đồ thị thì phải luôn nhớ tới ô sai số (có một số đồ thị do các biến quá phức tạp lại phụ thuộc vào nhiều các đại lượng gián tiếp nên có thể giáo viên sẽ không đánh giá phần ô sai số \rightarrow nhưng nói chung số lượng bài rơi vào trường hợp này khá hiếm hoi). Các bước cơ bản để vẽ đồ thị là:

- B1: Vẽ trục và chọn đơn vị cho hợp lý.
- B2: Chấm các điểm biểu diễn trên đồ thị.
- B3: Vẽ ô sai số, chú ý kích thước ô sai số sẽ là $2x\Delta y$ và $2x\Delta x$. (tuy nhiên có nhiều trường hợp ô sai số quá bé không thể vẽ trên hình được thì ta vẽ các ô sai số tượng trưng rồi phóng to 1 trong các ô đó ra và ghi chú thích **kích thước và đơn vị đầy đủ**).

- B4: Nói thành đồ thị → các đường không nhất thiết phải đi qua đúng điểm mà chỉ cần đi qua ô sai số.

Đôi khi để thuận lợi và dễ quan sát các bạn sẽ thấy là người ta sẽ đổi biến số để đưa các đồ thị phức tạp về dạng tuyến tính.

P/S: Rất mong sự góp ý của các bạn để tôi hoàn thiện bài soạn.

CHÚC MỌI NGƯỜI HỌC TỐT

^_^