

11 SAI SỐ TRONG THÍ NGHIỆM THỰC HÀNH

I – Mục tiêu

Mục tiêu của các bài thí nghiệm thực hành (TNTH) nằm trong mục tiêu chung của chương trình Vật lí 10. Tuy nhiên do đặc thù của TNTH, nên khi thực hiện cần chú trọng các mục tiêu cụ thể sau :

1. Về kiến thức

– Thông qua hoạt động TNTH nhằm củng cố, khắc sâu một cách bản chất hơn về một số kiến thức cơ bản đã học.

– Thông qua việc vận dụng, sẽ ôn lại nhiều kiến thức có liên quan đến mỗi phương án thí nghiệm khi xử lí các *hiện tượng phụ* thường gặp trong thí nghiệm.

– Biết thêm kiến thức về thí nghiệm vật lí nói riêng và thí nghiệm khoa học nói chung như sai số, cơ sở vật lí trong nguyên lí hoạt động của một số dụng cụ thí nghiệm, thao tác tư duy thực nghiệm.

2. Về kĩ năng

– Biết sử dụng một số dụng cụ thí nghiệm để đo độ dài, lực, thời gian, nhiệt độ, khối lượng.

– Biết cách bố trí, lắp đặt, thao tác thu số liệu của các phép đo. Biết xử lí số liệu, tính sai số, phân tích số liệu, làm báo cáo, viết kết quả hợp lí. Biết nhận xét khái quát hoá, dự đoán quy luật.

– Biết cách phân tích để hiểu nguyên lí cơ bản của một số thiết bị thí nghiệm thô sơ và hiện đại.

– Bước đầu làm quen với việc phân tích các phương án TN, cách phán đoán và lựa chọn phương án tạo tiền đề cho việc hình thành khả năng sáng tạo các phương án TN khả thi.

3. Về tình cảm, thái độ, tác phong

– Làm cho HS hiểu đúng về đặc trưng của bộ môn Vật lí là môn khoa học thực nghiệm. Từ đó yêu thích bộ môn hơn.

– Rèn luyện tác phong làm việc khoa học, cẩn thận, tỉ mỉ, quen quan sát tôn trọng thực tế khách quan, trung thực trong học tập.

– Tiếp tục quá trình hình thành và phát triển ý thức cộng đồng về hoạt động nhóm trong thí nghiệm.

II – Một số điểm lưu ý khi sử dụng sách giáo khoa

1. Một số điểm mới về thí nghiệm thực hành trong SGK.

Để đạt được các mục tiêu trên, các bài thí nghiệm thực hành trong SGK Vật lí 10 nâng cao có *năm điểm mới* sau đây :

– Nội dung trình bày theo hướng "mở", tạo điều kiện để GV và HS sáng tạo, *đa dạng* trong việc tổ chức các hoạt động thí nghiệm. Ở mỗi chủ đề thí

thí nghiệm thường được nêu ra hai phương án để HS lựa chọn với sự hướng dẫn của GV theo nguyên tắc "*Hiểu 2 - Làm 1*", trong đó một phương án dùng các thiết bị của phòng thí nghiệm, còn một phương án thì dùng các dụng cụ thô sơ, dễ kiếm ở trường và ở nhà. Mục đích là kích thích tính tò mò, ham hiểu biết dẫn đến phát triển năng lực sáng tạo, tự làm thí nghiệm và tự học ở nhà của HS.

– Có bốn tiêu chí để trợ giúp khi lựa chọn phương án, đây cũng được coi là một loại kiến thức mới.

– Trình bày ngắn gọn, chỉ mang tính chất gợi ý trên cơ sở kế thừa quá trình HS đã được làm rất nhiều thí nghiệm ở lớp 6, 7, 8, 9. Hình thức các bảng biểu, báo cáo kết quả cũng không quy định chặt chẽ, mà có thể tùy thuộc sự lựa chọn chủ đề, sự vận dụng sáng tạo năng động các kỹ năng đã được hình thành ở lớp dưới của HS và GV.

– Kênh hình được coi trọng, giảm kênh chữ, dùng nhiều các ảnh chụp từ các dụng cụ thí nghiệm thật.

– Có thêm phần *Phụ lục* nhằm cung cấp các thông tin hỗ trợ cho việc thí nghiệm thực hành bộ môn. Phần này tách riêng, không đưa vào từng bài để không làm cho bài nặng nề và để nâng cao, yêu cầu HS phải suy nghĩ trước khi làm thí nghiệm, nếu có vướng mắc mới tra cứu ; qua đó, hình thành kỹ năng tra cứu.

2. Cách chọn phương án thí nghiệm

Mỗi chủ đề thí nghiệm đều có hai phương án để thực hiện theo nguyên tắc "*Hiểu 2 - Làm 1*". GV cần hướng dẫn HS hiểu rõ cơ sở lý thuyết của cả hai phương án, sau đó vận dụng 4 tiêu chí (qua thảo luận) để lựa chọn một phương án, rồi tổ chức cho HS thực hiện đầy đủ. Các tiêu chí để lựa chọn phương án thí nghiệm cũng chỉ có tính chất tham khảo, không coi đó là chuẩn mực cố định, bất biến. Cần hướng dẫn cho HS hiểu đúng để vận dụng, cụ thể là :

a) *Cơ sở khoa học đúng*

Cần xem xét phương án thí nghiệm có nhằm đúng mục tiêu khoa học cần giải quyết không. Có phù hợp với cơ sở lý thuyết đã học không. Phải dự báo được độ chính xác của phương án có phù hợp với yêu cầu của chương trình Vật lý phổ thông hay không (không quá thấp nhưng cũng không được quá cao).

Hướng dẫn HS phân tích cơ sở khoa học của các phương án, chính là giúp HS củng cố và vận dụng nhiều kiến thức vật lí liên quan. Tùy theo đối tượng HS và tình huống sư phạm cụ thể mà lựa chọn mức độ phân tích cho phù hợp. Trong đó, việc phân tích các hiện tượng phụ (với các quy luật khác với mục tiêu chính của thí nghiệm) để khống chế và làm nổi bật hiện tượng chính, là rất hữu ích cho việc nâng cao trình độ của GV và HS.

b) Có tính khả thi

Đây là điều thiết yếu nhất để lựa chọn. Phương án được chọn phải có tính khả thi cao, có nghĩa là phải có khả năng để đa số HS làm được. Cần tránh tình trạng chỉ có thí nghiệm mô tả hoặc chỉ học lí thuyết về thí nghiệm rồi không làm.

c) Sai số nhỏ

Đây là một yêu cầu hơi khó vì "Chưa làm thì biết sai số bao nhiêu?". Tuy nhiên, đây cũng là một yêu cầu luôn đặt ra trong mọi tình huống khi ta xây dựng và lựa chọn phương án. GV cần hướng dẫn HS cách tư duy, phán đoán về diễn biến, về thao tác, về dụng cụ, và dự báo trên cơ sở lí thuyết về sai số,... sai số hệ thống, sai số ngẫu nhiên.

d) Thao tác đơn giản

Phương án sử dụng ít dụng cụ, bố trí lắp ráp đơn giản, ít yêu cầu các điều kiện ngoại vi phức tạp, ít thao tác đo lường, quy trình ngắn. Đây cũng là yêu cầu khó xác định cụ thể mà phải hướng dẫn phán đoán.

Khi vận dụng cả bốn tiêu chí trên thì không một phương án nào có đủ cả bốn ưu thế "Cơ sở khoa học đúng hơn - tính khả thi cao hơn - sai số nhỏ hơn - thao tác đơn giản hơn". Chính vì vậy, khi lựa chọn nên coi trọng tính khả thi, tránh tình trạng phân tích xong rồi không thể thực hiện được.

3. Tổ chức hoạt động trong các bài thực hành

a) Về thiết kế tiết học

Theo phân phối chương trình, mỗi bài được tiến hành trong hai tiết. Có thể phân phối thời gian cho các hoạt động chính như sau :

- 25% : Thảo luận về các phương án, cơ sở lí thuyết liên quan, lựa chọn phương án, chuẩn bị dụng cụ, tổ chức nhóm...

- 50% : Làm thí nghiệm theo nhóm với phương án đã chọn, lấy số liệu, lập bảng.

- 25% : Viết báo cáo, xử lí số liệu, trao đổi kinh nghiệm, thu báo cáo.

Không nhất thiết tất cả các nhóm cùng làm một phương án mà có thể chia các nhóm làm theo hai phương án khác nhau.

b) Về sử dụng sai số :

Không đi sâu vào lí thuyết sai số như xác suất thống kê, các quy tắc tính sai số phức tạp... Chỉ nên hướng dẫn HS phân biệt sai số tuyệt đối với sai số tỉ đối, sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên, biết cách tính sai số theo các công thức đã cho. Biết cách ghi kết quả không vi phạm các quy tắc :

– Sai số của kết quả không nhỏ hơn sai số của dụng cụ đo có sai số lớn nhất.

– Số chữ số có nghĩa của kết quả không nhiều hơn số chữ số có nghĩa trong số liệu của phép đo có số chữ số có nghĩa ít nhất.

Ví dụ :

Trong một thí nghiệm đã dùng thước đo được $d = 2,05$ cm (ba chữ số có nghĩa), dùng cân đo được $m = 36,90$ g (bốn chữ số có nghĩa). Các số liệu trên được dùng để tính khối lượng riêng, khi bấm máy tính được kết quả là : 8,7543212.

Kết quả này không được lấy là $8,754$ g/cm³ (hoặc nhiều chữ số hơn), mà chỉ có thể lấy là $8,8$ g/cm³ hoặc cùng lắm là $8,75$ g/cm³ (3 chữ số có nghĩa). Khi ghi kết quả, cần ghi đủ cả sai số. Trường hợp này ta sẽ viết là : $d = 8,75 \pm 0,01$ (g/cm³).

c) Về bản báo cáo kết quả thí nghiệm

Cần có các bảng ghi kết quả đo trực tiếp của các đại lượng vật lí như ở THCS HS đã làm. Bảng số liệu nên có cấu trúc như sau :

– Các hàng là các lần đo : lần 1, lần 2, lần 3.

– Các cột là các đại lượng vật lí được đo trực tiếp và gián tiếp.

Ví dụ :

Lần đo	P (N)	h (cm)	b (cm)	μ
Lần 1				
Lần 2				
Lần 3				

Các bảng đã cho ở một số bài thí nghiệm trong SGK cũng chỉ là để tham khảo, GV có thể hướng dẫn, khuyến khích HS sáng tạo thêm các dạng bảng khác.

Đặc biệt, nên tận dụng cách biểu diễn kết quả bằng đồ thị, biểu đồ thích hợp, tạo thuận lợi cho việc rèn luyện năng lực phân tích xử lý kết quả. Đây là một công cụ rất hữu ích cho việc học vật lí, cho nên cũng là một yêu cầu rất quan trọng cần rèn luyện liên tục từ lớp 6, 7, 8, 9, 10...

d) Về thiết bị thí nghiệm

Trong hai phương án, thì một phương án dùng các thiết bị lấy từ phòng thí nghiệm là chủ yếu, còn phương án kia thì thường là phải có sự chuẩn bị trước của GV và HS từ ở nhà rồi mang đến lớp thực hiện.

GV nên tập cho HS làm quen với tính đa dạng của dụng cụ thí nghiệm và từ đó hiểu rằng sự đa dạng, khác nhau về kết quả, có *sai số là tất yếu*. Không bao giờ có thí nghiệm vật lí thật sự mà lại chính xác 100%, hoặc kết quả giống nhau 100%. Ta nên nhớ rằng, trong khoa học thực nghiệm, mọi kết quả đều chỉ là tương đối, chỉ có "tính tương đối" mới là tuyệt đối.

Vì thế, cần khắc phục quan niệm sai lầm là "*Phải có dụng cụ thí nghiệm thật chính xác thì mới làm thí nghiệm !!!*" Điều cốt yếu là phải xác định được sai số và nguyên nhân chính gây ra sai số.

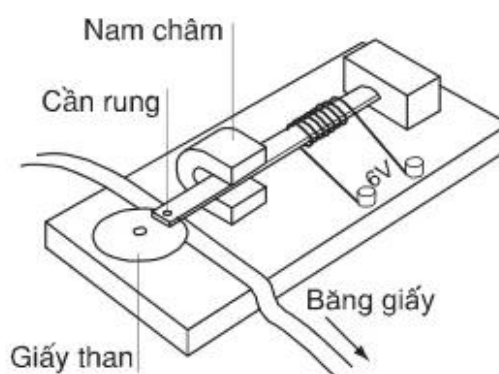
Trong SGK có giới thiệu một số dụng cụ. GV cần hiểu đại cương về cấu tạo, nguyên lí hoạt động ; còn về cách sử dụng thì phải tương đối thành thạo. Khi dùng các dụng cụ này, cần lưu ý thêm các điểm sau :

- Bộ rung đo thời gian (Hình 11.1)

Khoảng thời gian giữa hai chấm trên băng giấy là 0,02 s. Khoảng cách giữa các chấm liên tiếp là $\Delta s_1, \Delta s_2, \Delta s_3$ tương ứng với các khoảng thời gian :

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 = 0,02 \text{ s.}$$

Sở dĩ, khoảng thời gian là 0,02 s là do cần rung đã bị nhiễm từ và tương tác với nam châm ngoài, do đó trong nửa chu kì của dòng điện xoay chiều thì cần rung bị nâng lên, còn nửa chu kì kia thì cần rung bị hạ xuống. Kết quả trong một chu kì, cần rung chỉ đánh dấu một lần.



Hình 11.1

Khi sử dụng, cần chú ý tư thế đặt băng giấy sao cho nó ít bị cọ xát vào thành hộp, lăn nhẹ theo trục lăn. Chỉ nhỏ mực vừa đủ vào đầu bút dạ (khoảng 1 giọt).

Băng giấy cần tương đối dai, có kích thước đều đặn (khoảng $1,5 \times 30$ cm).

Gia trọng kẹp vào một đầu băng nặng khoảng 50 g, buộc bằng sợi chỉ vào một kẹp giấy chắc chắn rồi kẹp vào một đầu băng giấy, nhưng không làm rách giấy (Hình 11.2).

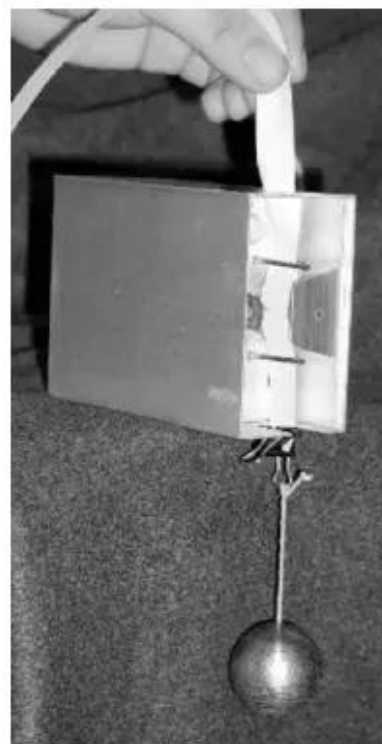
– *Máng trượt trên đệm không khí (Hình 11.3)*

Trước khi làm thí nghiệm phải chỉnh thẳng băng cho máng :

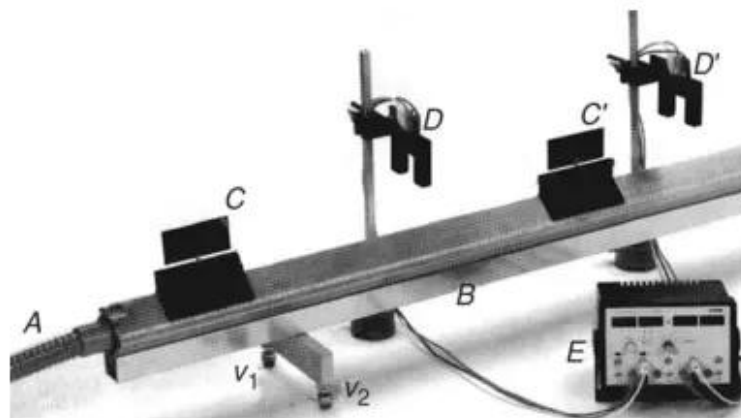
Đặt máng trên mặt bàn ngang (không nghiêng), đặt một vật trượt lên máng, cho thổi khí vào máng, chỉnh các vít ở chân đế sao cho vật bị nâng lên khỏi máng và đứng tương đối cố định, không bị trượt. Việc này phải làm tỉ mỉ, nếu quen tay thì chỉ mất khoảng ba phút.

Bộ phận đo thời gian khá tinh vi, bao gồm hai bộ cảm biến quang điện D, D' và một máy đếm xung điện tử E hiển thị kết quả bằng số. Các máy thông thường đều có nhiều cách ghi thời gian. Ví dụ, ghi thời lượng mà tấm chắn C trên vật lướt qua cảm biến, ghi thời điểm vật chắn nhỏ lướt qua cảm biến... Tùy yêu cầu của phương án thí nghiệm và đặc điểm của mỗi máy mà lựa chọn cho phù hợp.

Nói chung, dụng cụ này chỉ nên dành cho GV sử dụng trong các thí nghiệm chứng minh và nên đặt cố định tại phòng học, tránh di chuyển.



Hình 11.2



Hình 11.3

– Đồng hồ bấm giây (Hình 11.4)

Hiện có hai loại thông dụng là đồng hồ kim và đồng hồ hiện số. Cách sử dụng gần giống nhau. Loại phổ biến (hay dùng trong thể thao) thường chỉ có một nút bấm, hoặc ba nút bấm.

Ban đầu cần đưa kim về 0, bấm lần 1 kim bắt đầu chạy, bấm tiếp kim dừng, bấm tiếp kim lại trở về 0. Nếu có nhiều nút thì mỗi nút có tác dụng riêng.

Mỗi loại thì kể có thể có số nút bấm khác nhau, số chức năng khác nhau, nhưng về cơ bản HS chỉ cần thao tác tương tự như trên.

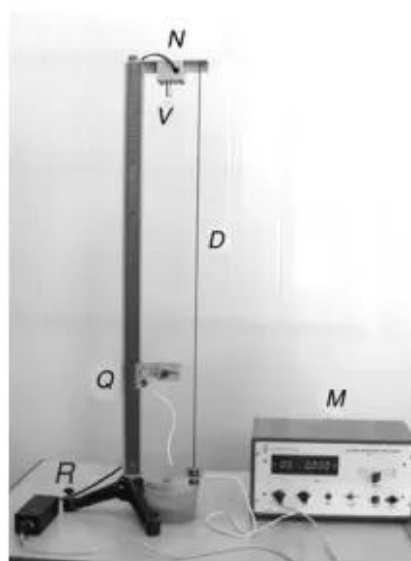
Độ chia nhỏ nhất (ĐCNN) của đồng hồ bấm giây thông thường loại hiện số là 0,01 s, còn loại dùng kim là 0,2 s.

– Đồng hồ đo thời gian hiện số có cổng quang điện (Hình 11.5a).

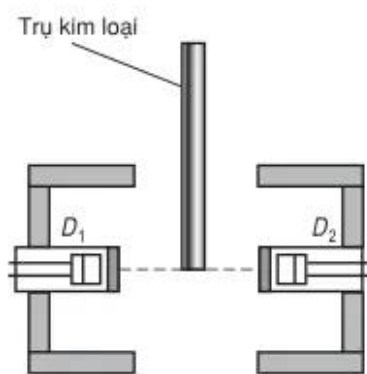
Loại này có độ chính xác cao (ĐCNN 0,001 – 0,01 s) được điều khiển bằng cổng quang điện (Hình 11.5b).



Hình 11.4



a)



b)



c)

Hình 11.5

Cổng quang điện gồm một điôt phát và một điôt nhận tia hồng ngoại. Tín hiệu điều khiển đồng hồ sẽ phát ra khi có vật chuyển động cắt ngang chùm tia hồng ngoại giữa hai điôt. Kết quả là máy đo thời gian hiện số sẽ chỉ thời gian vật rơi.

Lưu ý : Trước khi đo, cần nhấn nút RESET để đưa số chỉ về 0000 và chọn MODE ở vị trí $A \leftrightarrow B$.

– Cân Rô-béc-van (Hình 11.6)

Loại này, ở THCS HS đã làm quen, nay chỉ cần hướng dẫn HS thêm bộ phận gia trọng trượt E , vít vi chỉnh G và cách lấy sai số của dụng cụ đo cho phù hợp.

– Áp kế (Hình 11.7)

Dụng cụ này HS ít được sử dụng. Thường chỉ dùng trong các thí nghiệm chứng minh. Khi dùng, cần chú ý bảo đảm độ kín của chỗ nối và giới hạn đo (GHĐ) của áp kế.

Về đơn vị đo, các áp kế thường ghi Pa (paxcan) hoặc atm (atmôphe).

– Nhiệt kế và nhiệt lượng kế (Hình 11.8)

Trong chương trình THCS, HS đã làm quen với nhiệt kế và các bình chứa nhưng chưa có khái niệm về nhiệt lượng kế.

Cần giúp cho HS hiểu công dụng chính của nhiệt lượng kế là để tạo ra một không gian nhỏ (bên trong B) cách nhiệt gần như hoàn toàn với bên ngoài. Trong không gian đó, sẽ thực hiện các thí nghiệm về quá trình trao đổi nhiệt mà không bị sai số lớn do mất mát nhiệt ngẫu nhiên với môi trường ngoài.

Nhiệt kế A dùng trong nhiệt lượng kế B thường là nhiệt kế rượu mà HS đã biết. Khi làm thí nghiệm, ta dùng que khuấy C xuyên qua nắp kín tác dụng vào bên trong (Hình 11.8a).

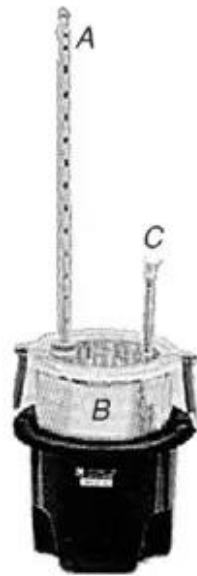


Hình 11.6



Hình 11.7

Hình 11.8b là ảnh chụp ba loại nhiệt kế sử dụng các chất giãn nở là rượu, thủy ngân, dầu.



a)



b)

Hình 11.8