

Nghiên cứu, chế tạo thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do

Nguyễn Ngọc Thanh*

*ThS, Trường Sĩ quan Phòng hóa

Received: 02/11/2023; Accepted: 09/11/2023; Published: 20/11/2023

Abstract: In teaching the phenomenon of free fall, fall free test experiment plays a vital role. Currently, the test equipment for free fall has some limitations such as the difficulty in observing the situation. The author's test equipment for verifying free fall has overcome the obstacles of present equipment. It can be used in physics practice lessons or as an introductory experiment to determine the free fall of objects.

Keywords: Free fall, equipment.

1. Đặt vấn đề

Hiện tượng rơi tự do là một trong những hiện tượng có nhiều ứng dụng rất nhiều trong thực tế. Bất kỳ chương trình đào tạo của môn Vật lý ở bậc học Trung học Phổ thông cũng đều có hiện tượng rơi tự do. Hiện tượng rơi tự do cũng được đưa vào các chương trình đào tạo phần Cơ học ở hầu hết các trường Cao đẳng và Đại học. Trên thế giới và ở Việt Nam, thiết bị thí nghiệm rơi tự do sử dụng trong giảng dạy còn nhiều hạn chế. Thiết bị thí nghiệm rơi tự do của Tác giả khắc phục được tất cả nhưng hạn chế của các thiết bị hiện tại.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Hiện tượng rơi tự do

Hiện tượng rơi tự do là hiện tượng khi một vật thả xuống mà không có sự tác động bên ngoài, chỉ có tác động của trường hấp dẫn của Trái Đất. Khái niệm hiện tượng rơi tự do được đưa ra vào khoảng thế kỷ 16-17 bởi nhà vật lý người Italia là Galileo Galilei. Ông đã thực hiện những thí nghiệm với những vật rơi tự do và phát hiện ra rằng thời gian rơi của chúng là không phụ thuộc vào khối lượng của vật.

Sau đó, nhà vật lý người Anh Isaac Newton đã phát triển lý thuyết về hiện tượng rơi tự do trong địa cầu và đã chứng minh được rằng tốc độ rơi tự do của một vật không phụ thuộc vào cường độ của trường hấp dẫn. Ông đã cũng cố vài lần định luật của mình thông qua những thí nghiệm với vật rơi tự do.

Trong thế kỷ 19, nhà vật lý người Pháp Jean-Bernard-Léon Foucault đã sử dụng một con lắc để chứng minh rằng Trái Đất quay xung quanh trục của nó. Ông đã dùng lực ma sát giữa lưỡi dao và một tấm kim loại để làm cho con lắc dao động liên tục và theo dõi hướng dao chuyển động. Kết quả cho thấy dao đã chuyển động, chứng tỏ rằng Trái Đất quay xung

quanh trục của nó.

Khi các vật có hình dạng, kích thước, khối lượng riêng khác nhau, chúng rơi trong không khí với tốc độ khác nhau. Nguyên nhân là do ảnh hưởng bởi sức cản của không khí, bởi gió.

Hiện tượng rơi của các vật khi bỏ qua sức cản của không khí, gió là hiện tượng rơi tự do của các vật.

2.2. Ý nghĩa của thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do

Thí nghiệm rơi tự do nhằm kiểm tra lại giả thuyết về sự rơi của các vật khi rơi trong điều kiện không có sự ảnh hưởng của các tác động bên ngoài như gió, không khí, các vật dù có hình dạng, kích thước, khối lượng riêng khác nhau, chúng đều rơi với tốc độ như nhau.

Vì thế nếu chúng ta tạo được môi trường chân không, và có thể thả rơi 2 vật có hình dạng, khối lượng riêng khác nhau (ví dụ như chiếc lông chim và viên bi sắt) thì chúng ta có thể tạo ra được thí nghiệm rơi tự do.

Trong thực tế, không thể có được môi trường chân không để giáo viên tiến hành thí nghiệm rơi tự do. Người học cũng khó tưởng tượng được về hiện tượng rơi tự do khi giáo viên dùng lời để mô tả. Thí nghiệm giúp cho giáo viên có được minh họa tốt nhất về hiện tượng rơi tự do. Từ đó giúp người học hiểu hơn về hiện tượng rơi tự do, điều kiện để thực hiện hiện tượng này.

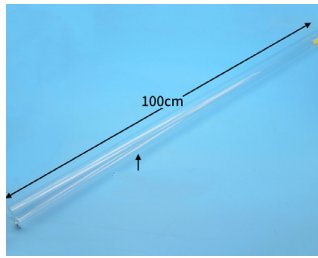
Khi hiện tượng rơi tự do được kiểm chứng, giáo viên mới tiếp tục đi đến hướng dẫn người học về việc đo gia tốc trọng trường.

Hiện nay, hiện tượng rơi tự do được áp dụng trong nhiều lĩnh vực, từ vật lý cơ bản đến ứng dụng thực tiễn như trong công nghệ đo đạc, thiết kế máy bay, cảm biến độ cao và đo tốc độ.

2.3. Thực trạng của bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do hiện nay

2.3.1. Cấu tạo

Bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do hiện nay có cấu tạo gồm một ống thủy tinh dài 1m, có thể hút hết không khí trong ống (như hình 2.1). Trong ống có đặt một viên bi sắt và một chiếc lông chim.



Hình 2.1: Thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do hiện hành

2.3.2. Cách tiến hành

Cách tiến hành thí nghiệm: Thao tác tiến hành thí nghiệm tương đối đơn giản, người ta cầm ống dựng đứng, quay ngược 180° để cho chiếc lông chim và quan sát sự rơi của lông chim và viên bi sắt.

2.3.3. Ưu điểm

Bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do hiện hành có thao tác tiến hành rất đơn giản, ai cũng có thể làm được, thời gian triển khai thí nghiệm rất ngắn. Chính vì thế, bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do của các vật hiện hành có ý nghĩa rất lớn trong việc sử dụng chúng như một thí nghiệm mở đầu và kiểm chứng ngay trong giờ học lý thuyết.

2.3.4. Hạn chế:

Thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do hiện hành có buồng chân không tháo rời, không thể kín tuyệt đối. Sau một khoảng thời gian, không khí sẽ đi vào buồng chân không, làm cho môi trường chân không sẽ không còn. Khi đó, thí nghiệm sẽ không còn được chính xác.

Khi tiến hành thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do của vật hiện hành, ta phải tiến hành quay chiếc ống chân không, dẫn đến thí nghiệm này có đồng thời cả hai chuyển động đó là chuyển động quay và chuyển động rơi tự do của hai vật trong ống. Điều này dẫn đến việc người quan sát khó tập trung được để quan sát.

Trong khi đó, chiều dài của ống chân không hay quãng đường chuyển động của vật trong ống là khá ngắn, dẫn đến thời gian chuyển động của vật cũng khá ít. Cụ thể, thời gian chuyển động của vật được tính bởi biểu thức:

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2.1}{9.8}} \approx 0,5s$$

Chính vì vậy, người quan sát vừa quan sát vật

chuyển động quay, vừa quan sát chuyển động rơi tự do diễn ra trong khoảng thời gian 0,5 s là rất khó khăn.

2.4. Nghiên cứu chế tạo thiết bị thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do

2.4.1. Cấu tạo

Thí nghiệm gồm một buồng chân không được cố định vào một chân đế. Buồng chân không được kết nối với máy hút khí nhờ vòi cao su và được kết nối với một áp kế ngược (như hình 2.2).

Buồng chân không:

Buồng chân không được làm bằng Meca chịu lực, dày 1 cm, trong suốt, dựng thẳng đứng, cao 1,5 m (như hình 2). Các vách ngăn nhờ được gắn vào một chân đế. Buồng được đổ một lớp keo chuyên dụng để sao cho buồng chân không phải hoàn toàn kín. Buồng chân không phải chịu được áp lực rất lớn 76 cmHg (Tức là áp lực của một vật có khối lượng 10000 kg đè lên một diện tích là 1m²)



Hình 2.2: Thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do

Áp kế:

Áp kế ở đây là “áp kế ngược”, tức là áp kế đo áp suất âm, do trong khi tiến hành thí nghiệm, khí được hút ra khỏi bình, áp suất khí trong buồng chân không nhỏ hơn áp suất khí quyển phía ngoài buồng chân không. Thang đo của áp kế từ 0 cmHg đến -76 cm Hg (Giá trị áp suất của chân không tuyệt đối). Áp kế được kết nối với khí trong buồng chân không, Áp kế được gắn ở phía trên của buồng chân không thông qua nắp bằng gỗ dày (như hình 2.3).



Hình 2.3: Áp kế và nắp buồng chân không

Nắp buồng chân không:

Nắp buồng chân không được làm bằng gỗ, trên có khoan một lỗ để lắp áp kế. Phần bên dưới nắp, ta lắp thêm hệ thống gioăng cao su để đảm bảo kín hoàn toàn. Bốn phôi của nắp, ta bố trí các khóa liên kết giữa nắp với buồng chân không (như hình 2.3, 2.4). Phía dưới nắp buồng chân không, ta gắn một nam châm điện.

Nam châm điện:

Nam châm điện được gắn ở phía nắp bên trên của buồng chân không. Nam châm điện hoạt động và điều khiển nhờ nguồn điện một chiều được tạo ra từ máy đổi người 12 vòng. Nam châm điện được điều khiển bởi công tắc phía ngoài buồng chân không (như hình 2.4).

Viên bi sắt và chiếc nông chim:

Viên bi sắt và chiếc nông chim có gắn mảnh sắt ở một đầu để nam châm điện có thể hút viên bi và chiếc nông chim (như hình 2.4). Khi bật nam châm điện, viên bi sắt và chiếc nông chim bị nam châm điện hút lại. Khi tiến hành thí nghiệm, tắt công tắc, nam châm điện không hoạt động, viên bi sắt và chiếc nông chim rơi xuống.



Hình 2.4: Nam châm điện, viên bi sắt và nông chim

Máy hút chân không:

Máy hút chân không Value 1.5CFM có thông số kỹ thuật: Hoạt động dưới nguồn điện xoay chiều 220V - 50Hz; máy có lưu lượng 1.5CFM, 42 lít/phút. Công suất của máy là 0,25 hp. Máy hút chân không dùng để hút không khí ra khỏi buồng chân không, tạo môi trường chân không để tiến hành thí nghiệm. Máy hút chân không được kết nối với buồng chân không thông qua một vòi bằng cao su.

2.4.2. Cách tiến hành

Bước 1: Cắm điện để nam châm điện hoạt động. Mở nắp buồng chân không, gắn đồng thời cả viên bi sắt và chiếc nông chim vào nam châm điện.

Bước 2: Đậy nắp, đóng khóa.

Bước 3: Bật máy hút chân không hút khí ra khỏi buồng chân không. Khi nào áp suất khí trong buồng chỉ khoảng – 70 cm Hg là được.

Bước 4: Đặt mắt nhìn, quan sát ở phí chân buồng chân không, tắt máy hút chân không, tắt công tắc nam châm điện và quan sát sự rơi của viên bi và chiếc nông chim. Từ đó ta rút ra kết luận về hiện tượng rơi tự do của các vật trong chân không.

2.4.3. Ưu điểm của bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do

Bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do được thiết kế khá đơn giản nhưng vẫn bảo đảm tính chính xác rất cao. Giá thành tương đối thấp. giá của một bộ thí nghiệm vào khoảng 2,5 triệu đồng. Có thể

trang bị đại trà cho các trường học.

So với bộ thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do hiện hành, bộ thí nghiệm của tác giả có những ưu điểm sau:

Thứ nhất, do buồng chân không được gắn vò hệ thống máy hút chân không, vì thế có thể tiến hành được nhiều lần mà môi trường chân không trong buồng vẫn còn nguyên vẹn, bảo đảm cho tính chính xác của thí nghiệm cao.

Thứ hai, tác giả đã cố định buồng chân không vào một chân đế và điều chỉnh quá trình rơi tự do của các vật (gồm một chiếc nông chim và một viên bi sắt) thông qua thao tác tắt, bật công tắc để tắt hoặc mở nam châm điện rất đơn giản và nhanh chóng và chính xác.

Thứ ba, thí nghiệm tiến hành cũng tương đối đơn giản và thao tác. Do buồng chân không đặt cố định, khi tiến hành, mắt chỉ nhìn vào một vị trí, vì vậy việc quan sát dễ dàng và chính xác hơn nhiều so với bộ thí nghiệm hiện hành.

2.4.4. Phương hướng triển khai trên thực tế

Với thao tác đơn giản, thời gian tiến hành thí nghiệm trong khoảng 3 đến 5 phút, thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do của tác giả cũng tương đối gọn nhẹ, thí nghiệm có thể sử dụng ngay tại lớp học, trong các giờ dạy lý thuyết, thí nghiệm được sử dụng với vai trò là thí nghiệm mở đầu, kiểm chứng hiện tượng rơi tự do của các vật.

Thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do cũng có thể sử dụng trong các giờ dạy thực hành ở phòng thí nghiệm với vai trò như một thí nghiệm khảo sát.

3. Kết luận

Thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do của tác giả có thiết kế đơn giản, giá thành rẻ nhưng độ chính xác rất cao, khả năng qua sát đối với người học tốt hơn hẳn so với bộ thí nghiệm hiện hành. Với những ưu điểm vượt trội của mình, thí nghiệm kiểm chứng hiện tượng rơi tự do của tác giả sẽ mang lại hiệu quả to lớn khi giảng dạy về hiện tượng rơi tự do. Thí nghiệm là một công cụ tốt để giáo viên mô tả về hiện tượng rơi tự do cho người học. Từ đó giúp người học tin tưởng hơn về những giả thuyết vật lý.

Tài liệu tham khảo

1. Vũ Văn Hùng, Vật lý 10 kết nối tri thức và cuộc sống, Nxb Giáo dục Việt Nam, Hà Nội 2022.
2. Nguyễn Văn Khánh, Vật lý 10 cánh diều, Nxb Đại học Sư phạm, Hà Nội 2022.
3. Đào Văn Phúc, Lịch sử Vật lý học, Nxb Giáo dục Việt Nam, Hà Nội 2008