

USING DIGITAL SCALES IN PHYSICS EXPERIMENTS

Tran Thi Huyen¹, Nguyen Anh Dung², Duong Xuan Quy^{3*}

¹Ha Noi University of Pharmacy

²Ha Noi Pedagogical University 2

³Ha Noi National University of Education

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 17/11/2023	Currently, there are many types of digital scales used to measure mass with high accuracy, stable operation, and ease of operation and adjustment on the market. How to choose a suitable electronic scale to use as a dynamometer in teaching Physics and research in Physics education? Based on a review of the literature and laboratory testing, this current study introduces some experimental options with electronic balances when learning about the interaction forces of physical processes. These methods can be used to measure a physical quantity or investigate or verify a physical result in the fields of Mechanics, Electricity and Magnetism. In each plan, the theoretical basis, preparation of tools, layout, steps to conduct the experiment, and suggestions for using the experiment are stated. The proposed experimental plans can be used in the process of teaching corresponding physics content in high schools or universities in the direction of developing students' abilities.
Revised: 18/01/2024	
Published: 18/01/2024	
KEYWORDS	
Electronic scale	
Mass	
Force	
Acceleration	
Dynamics	

SỬ DỤNG CÂN ĐIỆN TỬ TRONG MỘT SỐ THÍ NGHIỆM VẬT LÝ

Trần Thị Huyền¹, Nguyễn Anh Dũng², Dương Xuân Quý^{3*}

¹Trường Đại học Dược Hà Nội

²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2

³Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 17/11/2023	Hiện nay trên thị trường có nhiều loại cân điện tử dùng để đo khối lượng có độ chính xác cao, hoạt động ổn định, dễ thao tác và điều chỉnh. Trong học tập hay nghiên cứu vật lý, làm thế nào để có thể lựa chọn loại cân điện tử phù hợp dùng làm lực kế? Dựa trên tổng quan các tài liệu và tiến hành các thí nghiệm, bài báo giới thiệu một số phương án thí nghiệm với cân điện tử khi tìm hiểu về lực tương tác của quá trình vật lý. Có thể dùng các phương án này để đo một đại lượng vật lý hoặc khảo sát hay kiểm chứng một kết quả vật lý thuộc các nội dung Cơ học, Điện và Từ. Trong mỗi phương án có nêu cơ sở lý thuyết, việc chuẩn bị các dụng cụ, cách bố trí, các bước tiến hành thí nghiệm và gợi ý cho việc sử dụng thí nghiệm. Các phương án thí nghiệm đã đề xuất có thể được sử dụng trong quá trình dạy học các nội dung vật lý tương ứng ở trường phổ thông hay trường đại học theo hướng phát triển năng lực của học sinh.
Ngày hoàn thiện: 18/01/2024	
Ngày đăng: 18/01/2024	
TỪ KHÓA	
Cân điện tử	
Khối lượng	
Lực	
Gia tốc	
Động lực học	

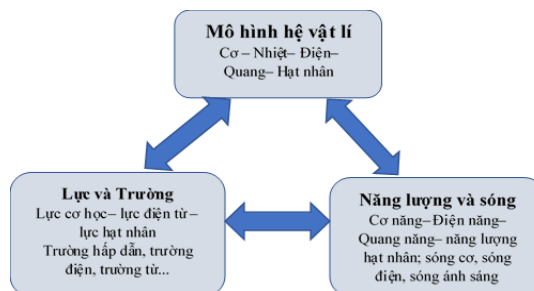
DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9254>

* Corresponding author. Email: quydx@hnue.edu.vn

1. Giới thiệu

Trước đòi hỏi của xã hội trong thời đại mới, Nghị quyết số 29-NQ/TW "Về đổi mới căn bản, toàn diện giáo dục và đào tạo..." [1] xác định một số biện pháp cơ bản cho triển khai giáo dục phổ thông và giáo dục đại học là "Tập trung dạy cách học, cách nghĩ, khuyến khích tự học, tạo cơ sở để người học tự cập nhật và đổi mới tri thức, kỹ năng, phát triển năng lực"; "Chú trọng phát triển năng lực sáng tạo, kỹ năng thực hành...". Theo định hướng này, Chính phủ triển khai chỉ thị 16/CT-TTg [2] xác định những giải pháp cụ thể cho giáo dục phổ thông và giáo dục đại học, trong đó nhấn mạnh việc "học qua làm" và "làm để học". Với việc dạy học các môn Khoa học tự nhiên nói chung và môn Vật lý ở các bậc học, các định hướng cho thực hiện dạy học nêu rõ là cần "...tạo điều kiện để học sinh đưa ra câu hỏi, xác định vấn đề cần tìm hiểu, tự tìm các bằng chứng để phân tích thông tin, kiểm tra các dự đoán, giả thuyết qua việc tiến hành thí nghiệm..." [3]-[5].

Trong Chương trình môn Khoa học tự nhiên, Chương trình môn Vật lý ở bậc phổ thông và Chương trình môn Vật lý đại cương của nhiều trường đại học đều được xây dựng dựa trên những nguyên lý chung của Khoa học tự nhiên, bao gồm: tính cấu trúc, sự đa dạng, sự tương tác, tính hệ thống, sự vận động, biến đổi. Các nguyên lý này có mối quan hệ hữu cơ với nhau và được thể hiện ở hình 1 [4], [6]. Mối quan hệ này thể hiện nổi bật ở sự tương tác gắn liền với sự vận động và biến đổi của các dạng vật chất.



Hình 1. Cấu trúc nội dung môn Vật lý phổ thông

Trong các chủ đề của phần Năng lượng và sự biến đổi trong môn Khoa học tự nhiên ở bậc THPT, các chủ đề môn trong môn Vật lý ở bậc THPT và bậc đại học, có rất nhiều quá trình động lực học liên quan đến sự tương tác và lực. Các quá trình đó được hệ thống trong bảng 1.

Bảng 1. Các nội dung liên quan đến sự tương tác và lực trong chương trình phổ thông

Lớp	Nội dung	Kiến thức về lực
6	- Lực và tác dụng của lực - Lực tiếp xúc và lực không tiếp xúc - Ma sát - Khối lượng và trọng lượng - Biến dạng của lò xo	- Một số dấu hiệu đặc trưng của lực. - Lực ma sát, Lực hấp dẫn, trọng lượng, lực đàn hồi.
7	- Nam châm - Từ trường (Trường từ) - Từ trường Trái Đất - Nam châm điện	Lực từ tương tác giữa các nam châm hay do nam châm tác dụng lên một số vật liệu.
8	- Áp suất trong chất lỏng, trong chất khí - Lực có thể làm quay vật - Đòn bẩy và moment lực - Hoạt động của cơ, xương của hệ vận động ở người	- Khảo sát lực đẩy Acsimet (định lượng). - Tìm hiểu tác dụng làm quay của lực (định tính).
10	- Ba định luật Newton - Một số lực trong thực tiễn - Cân bằng lực và moment lực	- Trình bày về mối quan hệ định lượng giữa lực tác dụng và kết quả tác dụng lực trong chuyển động thẳng, chuyển động tròn. - Trình bày đặc điểm của lực trong thực tiễn.

Lớp	Nội dung	Kiến thức về lực
11	Lực tương tác giữa các điện tích	- Định luật Coulomb. - Lực điện trường.
12	Từ trường Lực từ tác dụng lên một đoạn dây mang dòng điện	Lực tương tác định lượng của từ trường đều lên dòng điện, của dòng điện lên dòng điện.
Đại học	Động lực học về chuyển động và tương tác của các hệ vật lí	Các loại lực tương tác và kết quả của nó lên các vật, hệ vật.

Theo định hướng về đổi mới phương pháp dạy học trong dạy học Khoa học tự nhiên, trong đó có dạy học Vật lí, người học cần được thực hiện các hoạt động tìm tòi, khám phá, trong đó tăng cường các hoạt động thực nghiệm. Tuy nhiên, hiện nay các thiết bị thí nghiệm dùng cho dạy học các nội dung liên quan đến tương tác và lực còn rất thiếu và chất lượng hạn chế. Theo thông tư 38/2021/TT-BGDĐT của Bộ Giáo dục và Đào tạo về danh mục thiết bị thí nghiệm môn KHTN [7], các lực kế được trang bị chỉ gồm: loại 0 - 2,5, độ chia 0,05 N; loại 0 - 5 N, độ chia 0,1 N; loại 0 - 1N, độ chia 0,02 N. Trong danh mục đề xuất thay thế bằng cảm biến lực với thang đo: ± 50 N, độ chia $\pm 0,1$ N nhưng hiện có rất ít trường được trang bị loại cảm biến này. Còn theo thông tư 39/2021/TT-BGDĐT về danh mục thiết bị thí nghiệm môn Vật lí [8], chỉ có loại lực kế loại 0 - 5 N, độ chia 0,1 N, cảm biến lực được đề xuất được gắn tích hợp trên xe đo kĩ thuật số nhưng hiện cũng có rất ít trường được trang bị. Với các phòng thí nghiệm vật lí đại cương của các trường đại học cũng ở tình trạng tương tự.

Hiện nay, trên thị trường, các loại cân điện tử rất đa dạng, có thể đo được những khối lượng rất nhỏ cỡ 10^{-4} g cho đến hàng trăm tấn. Về cơ bản, các loại cân điện tử có độ chính xác cao, hoạt động ổn định, dễ thao tác và điều chỉnh. Tùy theo mục đích của việc đo, có thể lựa chọn loại cân phù hợp để kết hợp với các thiết bị, vật liệu khác để tạo nên các thiết bị thí nghiệm hợp lí.

Để khắc phục khó khăn, hạn chế của các thiết bị thí nghiệm khi tổ chức dạy học các bài học liên quan đến lực và tương tác, chúng tôi thực hiện các nghiên cứu thử nghiệm để xây dựng các thiết bị thí nghiệm cho phần kiến thức này, với việc dùng cân điện tử (còn gọi là cân kĩ thuật số) làm thiết bị đo lực [9]-[11]. Từ đó, sử dụng thêm các chi tiết hiện có từ các bộ thiết bị có sẵn ở phòng thí nghiệm và một số thiết bị, vật tư đơn giản khác để tạo ra các thiết bị thí nghiệm dùng cho việc dạy học các bài học liên quan đến lực và tương tác trong chương trình 2018. Với các thiết bị thí nghiệm này, học sinh phổ thông hay sinh viên các trường đại học có thể sử dụng trong nghiên cứu tài liệu mới, trong vận dụng tìm tòi mở rộng ở nhà hay trong các nghiên cứu khoa học của mình.

Đặc biệt, trong khi tổ chức dạy học theo mô hình giáo dục STEM, các giáo viên có thể dựa trên các phương án thí nghiệm này để thiết kế các chủ đề bài học STEM phù hợp [12]. Các phương án thí nghiệm này cũng rất phù hợp với dạy học kết hợp, dạy học online khi giáo viên hướng dẫn để học sinh thực hiện các thí nghiệm vật lí ở nhà [13].

Qua nghiên cứu, chúng tôi đã xây dựng được một số phương án thí nghiệm dùng cho học tập và nghiên cứu các kiến thức về lực và tương tác ở chương trình môn KHTN, chương trình môn Vật lí bậc THPT và bậc đại học. Ở phần sau, chúng tôi sẽ giới thiệu lần lượt một số phương án theo cấu trúc: mục đích thí nghiệm, cơ sở lí thuyết, dụng cụ và bố trí thí nghiệm, các bước tiến hành. Đồng thời có đưa ra một số gợi ý về việc sử dụng trong dạy học.

2. Phương pháp nghiên cứu

Việc nghiên cứu để xây dựng phương án thí nghiệm với cân điện tử được thực hiện theo các bước sau:

- Nghiên cứu lí thuyết, tìm hiểu chương trình môn KHTN, chương trình môn Vật lí ở bậc phổ thông và bậc đại học về các nội dung liên quan đến lực và tương tác (như đã nêu ở bảng 1). Từ đó xác định các thí nghiệm cần (và có thể) tiến hành trong học tập và nghiên cứu các nội dung tương ứng.
- Tìm hiểu thực trạng thiết bị thí nghiệm hiện có ở trường phổ thông.
- Thiết kế phương án thí nghiệm khả thi, trong đó lựa chọn cân điện tử phù hợp.
- Thử nghiệm ở phòng thí nghiệm để điều chỉnh, chọn ra phương án hợp lí.

Nguyên tắc hoạt động của cân điện tử là chuyển đổi áp lực lên cảm biến lực (loadcell) sang tín hiệu điện, sau đó bộ xử lý trung tâm sẽ chuyển ra thông số hiển thị trên màn hình. Như vậy, để đo lực của một quá trình tương tác, cần bố trí cân điện tử liên kết với hệ vật tương tác thông qua các cơ cấu truyền, để tạo ra áp lực vuông góc lên mặt cân. Sau đó, dựa vào cách liên kết để xác định mối liên hệ giữa lực cần đo với giá trị lực được quy đổi từ khối lượng m đọc trên màn hình của cân (có thể lấy gần đúng là $F = 10m$, trong đó m tính theo đơn vị kg, lực có đơn vị là N). Thông thường, ngoài lực cần đo, cân còn đang chịu thêm các lực khác. Để đơn giản, có thể sử dụng chế độ điều chỉnh về 0 để giá trị lực cần đo được hiển thị ngay trên đồng hồ.

3. Kết quả và bàn luận

Một số phương án thí nghiệm có thể thực hiện để tổ chức dạy học ở bậc phổ thông và đại học được trình bày dưới đây.

3.1. Đo lực đẩy

a) *Mục đích thí nghiệm*: Xác định độ lớn của lực đẩy

b) *Dụng cụ*: Việc thực hiện thí nghiệm như hình 2, gồm cân điện tử (1) (loại dùng kiểm tra sức khỏe) và người (2) để gây ra lực đẩy.



Hình 2. Đo lực đẩy

c) *Cơ sở lý thuyết*: Lực do người đẩy lên mặt cân sẽ được hiển thị thông qua khối lượng đọc trên cân.

d) *Tiến hành*: Đặt cân lên mặt đỡ (là mặt sàn nhà hoặc mặt tường); dùng hai tay đẩy lên mặt cân (ở các vị trí đặt chân lên mặt cân, chính là vị trí cảm biến lực ở dưới; đọc số chỉ ở cân rồi quy đổi ra độ lớn của lực).

e) *Gợi ý sử dụng trong dạy học*: Dùng để giới thiệu về đo lực đẩy trong dạy học nội dung đo lực ở môn KHTN 6.

3.2. Khảo sát lực đẩy Acsimet

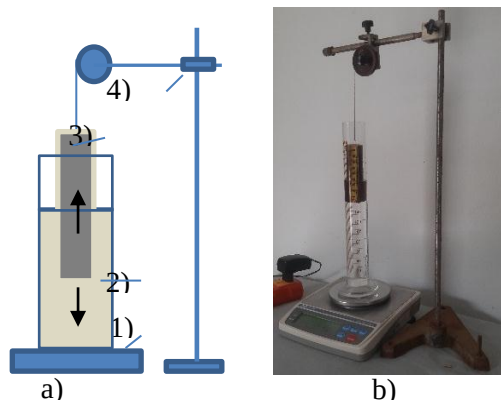
a) *Mục đích thí nghiệm*: Khảo sát lực đẩy Acsimet

b) *Dụng cụ*: Các dụng cụ thí nghiệm được bố trí như hình 3, gồm cân điện tử (loại dùng trong phòng thí nghiệm, giới hạn đo 400 g và độ chia 0,01 g) (1), bình đựng chất lỏng (2), vật (3) có hình trụ chìm trong chất lỏng, trên vật có gắn thước và giá thí nghiệm (4) gắn ròng rọc để điều chỉnh dây cho vật chìm (5) (như mô tả ở hình 3).

c) *Cơ sở lý thuyết*: Cân điện tử chịu trọng lượng của bình đựng chất lỏng và lực đẩy Acsimet hướng xuống (vì nước tác dụng vào vật một lực hướng lên). Nếu khi chưa nhúng vật, ta hiệu chỉnh cân về 0 thì số chỉ khối lượng trên cân sau khi được quy đổi chính là độ lớn của lực đẩy Acsimet.

d) *Tiến hành*: đặt bình nước lên cân, bật công tắc nguồn của cân và điều chỉnh cân về mức 0; nhúng chìm vật đến các thể tích khác nhau (đọc trên thước gắn trên vật hình trụ); đọc và ghi lại số chỉ trên đồng hồ và quy đổi ra lực tương ứng.

e) *Gợi ý sử dụng trong dạy học*: Dùng để tổ chức cho HS tiến hành thí nghiệm tìm hiểu lực Acsimet trong dạy học ở môn KHTN. Với chương trình đại học, sinh viên có thể dùng cách vẽ đồ thị lực Acsimet theo thể tích để tính kiểm chứng định luật và tính được khối lượng riêng của chất lỏng.

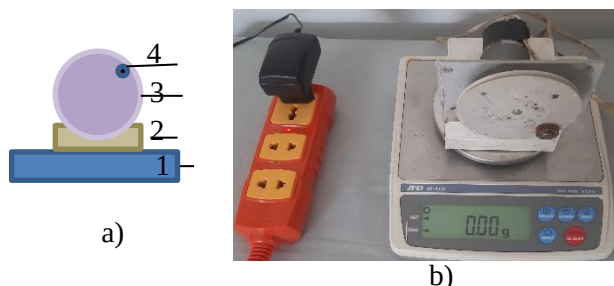


Hình 3. Khảo sát lực đẩy Acsimet:
(a) mô hình nguyên lý và (b) ảnh chụp thiết bị

3.3. Kiểm chứng định luật về lực hướng tâm

a) *Mục đích thí nghiệm:* Kiểm chứng độ lớn của lực hướng tâm.

b) *Dụng cụ:* Các dụng cụ thí nghiệm được bố trí như hình 4, gồm cân điện tử (loại có giới hạn đo 400 g và độ chia 0,01 g) (1); đế (2) đặt trên đĩa cân có gắn động cơ điện một chiều loại tốc độ chậm (3), trục động cơ có đĩa tròn gắn với một vật nặng nhỏ (4).



Hình 4. Khảo sát lực hướng tâm:
(a) mô hình thí nghiệm b) ảnh chụp thí nghiệm

c) *Cơ sở lý thuyết:* Khi vật nhỏ gắn với một đĩa tròn được động cơ làm quay đều, lực liên kết tác dụng lên vật nhỏ đóng vai trò lực hướng tâm. Khi đó, áp lực của hệ tác động lên mặt đĩa cân sẽ thay đổi tuần hoàn. Các giá trị lực này được hiển thị thông qua khối lượng đọc trên cân.

d) *Tiến hành:* Đặt hệ thống lên cân và nối động cơ điện với nguồn điện qua công tắc mở; bật công tắc nguồn của cân và điều chỉnh cân về mức 0; bật công tắc cho động cơ quay; dùng camera ghi lại các giá trị của khối lượng hiển thị trên mặt đồng hồ để sau đó xem lại các giá trị này và quy đổi về giá trị lực tại các thời điểm tương ứng. Vẽ phác đồ thị lực để rút ra nhận xét (Để đơn giản, có thể chỉ cần ghi nhận các giá trị khối lượng cực đại và cực tiểu trên mặt đồng hồ sau một khoảng thời gian quan sát rồi so sánh với biểu thức áp lực, qua suy luận dựa vào định luật 2 Newton).

e) *Gợi ý sử dụng trong dạy học:* Có thể tổ chức cho học sinh thực hiện thí nghiệm sau khi học lý thuyết về lực hướng tâm.

3.4. Đo hệ số căng mặt ngoài

a) *Mục đích thí nghiệm:* Xác định hệ số căng mặt ngoài của chất lỏng

b) *Dụng cụ:* Các dụng cụ thí nghiệm được bố trí như hình 5, gồm cân điện tử hiện số (1) có giới hạn đo 600 g, độ chia nhỏ nhất 0,01 g; hộp đựng chất lỏng (2) đặt trên mặt cân điện tử hiện

số. Tấm kim loại (3) bằng đồng được giữ bằng dây nối để nằm một phần trong chất lỏng. Ròng rọc (4) gắn trên giá và liên kết với dây nối để giữ tấm kim loại theo phương thẳng đứng.

c) *Cơ sở lý thuyết*: Khi nâng tấm kim loại lên trên mặt nước một chút, mặt ngoài chất lỏng tạo màng căng tiếp tuyến với mặt tấm đồng mỏng (coi như sự dính ướt hoàn toàn) sẽ tạo ra hai lực căng kéo tấm kim loại xuống. Khi đó, hộp đựng nước sẽ chịu thêm lực căng mặt ngoài hướng lên. Hai lực này được đo qua cân điện tử sẽ tính được hệ số căng mặt ngoài.

d) *Tiến hành*: Đặt hộp đựng chất lỏng lên cân, điều chỉnh ròng rọc để đưa tấm đồng ngập một phần trong chất lỏng; bật công tắc nguồn của cân và hiệu chỉnh cân về số 0 rồi điều chỉnh ròng rọc để nâng dần tấm kim loại lên. Quan sát số chỉ m_0 của đồng hồ (có giá trị âm) đúng lúc tấm kim loại bắt đầu rời khỏi mặt chất lỏng. Giá trị lực căng lúc đó là $F=2\sigma l=m_0g$. Dựa vào đó, ta tính được giá trị của hệ số căng mặt ngoài của chất lỏng.

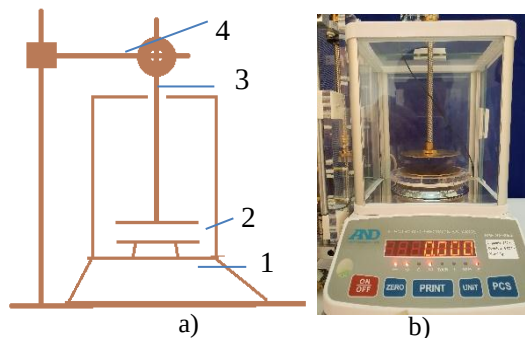
e) *Gợi ý sử dụng trong dạy học*:

Trong chương trình phổ thông 2018 không có nội dung riêng về hiện tượng căng mặt ngoài. Giáo viên có thể đưa các nội dung này trong dạy học ngoại khóa vật lý cho học sinh. Các thí nghiệm này có thể thực hiện trong các nghiên cứu mở rộng hoặc các đề tài nghiên cứu khoa học kỹ thuật cho học sinh phổ thông. Ở các trường đại học có nghiên cứu vật lý đại cương đều có nội dung về chất lỏng, nên có thể dùng phương án thí nghiệm này để sinh viên thực hiện nghiên cứu mở rộng ở nhà hay thực hiện các nghiên cứu khoa học đơn giản.

3.5. Kiểm chứng định luật Coulomb

a) *Mục đích thí nghiệm*: Kiểm chứng định luật Coulomb.

b) *Dụng cụ*: Các dụng cụ thí nghiệm được bố trí như hình 6, gồm cân điện tử (1) là loại cân chính xác có giới hạn đo 500 g, độ chia nhỏ nhất 0,0001 g; hai tấm kim loại hình tròn (2) có cùng kích thước, một tấm đặt trên đĩa cân, một tấm gắn với thanh dịch chuyển (3) được gắn trên giá (4) [9]. Việc dịch chuyển thanh được thực hiện theo cách vi chỉnh để xác định được khoảng cách giữa hai tấm kim loại.



Hình 6. Thí nghiệm kiểm chứng định luật Coulomb

a) Mô hình thí nghiệm b) ảnh chụp thiết bị

c) *Cơ sở lý thuyết*: Khi dùng nguồn điện không đổi, tích điện cho hai tấm kim loại có diện tích S nằm đối diện nhau thì hai tấm này hút nhau. Suy luận từ định luật Cu-lông [14], xác định được lực hút tĩnh điện giữa hai tấm kim loại là:

$$F = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{2d^2} \cdot U^2 = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{2} \cdot \frac{U^2}{d^2}$$
, trong đó: ϵ là hằng số điện môi; $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ với $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ là hằng số điện, S là diện tích bản kim loại, d là khoảng cách giữa hai bản.

d) *Tiến hành*: Đặt một tấm kim loại lên đĩa cân, gắn thanh dịch chuyển có tấm kim loại thứ 2 lên giá và vặn nút vi chỉnh để đưa hai tấm kim loại nằm gần nhau ở một khoảng cách d , bật công tắc nguồn của cân và hiệu chỉnh cân về số 0; cấp điện cho hai tấm kim loại từ nguồn điện không

đổi, có điện thế cao cỡ vài trăm von, đọc giá trị hiện trên cân (có giá trị âm) m_0 , đọc hiệu điện thế giữa hai tấm kim loại trên đồng hồ đo. Với thiết bị này ta có thể thực hiện được hai thí nghiệm:

- Ứng với một khoảng cách d xác định, kiểm chứng được sự phụ thuộc bậc nhất của lực điện vào U^2 và dựa vào đồ thị để tìm được giá trị hằng số điện ϵ_0 .

- Ứng với một giá trị U xác định, kiểm chứng sự phụ thuộc tỉ lệ nghịch với khoảng cách d giữa hai bản kim loại. Từ đó cũng xác định được hằng số điện ϵ_0 .

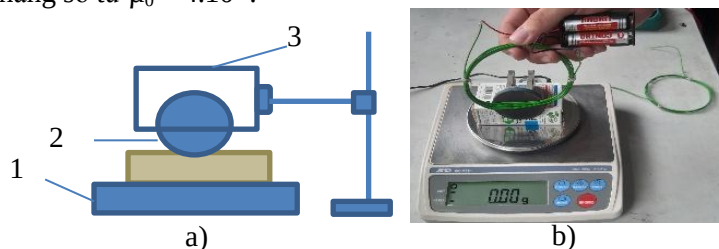
e) *Gợi ý sử dụng trong dạy học*: Có thể tổ chức cho học sinh lớp 11 thực hiện thí nghiệm để kiểm nghiệm định luật Coulomb sau khi đã học lí thuyết. Đặc biệt, có thể sử dụng cho các học sinh học các lớp chuyên vật lí. Vì thí nghiệm đòi hỏi độ chính xác cao nên có thể cần thực hiện ở phòng thí nghiệm ngoài giờ học chính khóa. Các phòng thí nghiệm ở các trường đại học có cân chính xác có thể xây dựng thiết bị này cho sinh viên thực hiện khi học các nội dung về lực tương tác tĩnh điện.

3.6. Kiểm chứng công thức lực tương tác giữa hai dòng điện tròn song song

Với cách làm tương tự như thí nghiệm về lực tĩnh điện ở mục 3.5, có thể kiểm tra quy luật về lực tương tác giữa hai dòng điện tròn đặt song song. Trong thí nghiệm, ta thay hai bản kim loại bằng 2 vòng dây để tạo ra dòng điện tròn cùng bán kính R đặt song song, đối diện nhau và cách nhau một khoảng r . Dựa theo biểu thức lực tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song, suy luận được biểu thức lực tương tác giữa hai dòng điện tròn song song, được tạo từ hai cuộn dây tròn (mỗi cuộn dây có số vòng là N_1 và N_2) là: $F = \mu \mu_0 N_1 N_2 \frac{I_1 I_2}{r} R$. Với thiết bị này, ta có thể thực hiện hai thí nghiệm:

- Ứng với khoảng cách r giữa hai vòng dây không đổi, kiểm chứng sự phụ thuộc của lực F vào tích $I_1 \cdot I_2$ và từ đó xác định được hằng số từ $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7}$.

- Ứng với giá trị hai dòng điện không đổi, kiểm tra sự phụ thuộc của F tỉ lệ nghịch với r và từ đó xác định được hằng số từ $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7}$.



Hình 7. Thí nghiệm lực tương tác giữa nam châm và dòng điện:

a) Mô hình thí nghiệm b) ảnh chụp thiết bị

Trong thí nghiệm, các giá trị của lực từ thường nhỏ cỡ 0,1 N nên ngoài cân chính xác như trên, ta có thể chọn loại cân thông thường, có độ chính xác cỡ 10^{-2} g để thực hiện thí nghiệm.

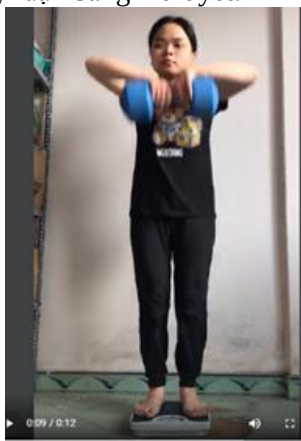
Ngoài ra, trong dạy học ở trường phổ thông, có thể thực hiện các thí nghiệm đơn giản, bán định lượng về lực tương tác giữa nam châm với dòng điện bằng cách dùng cân điện tử (1) để tìm hiểu về phương, chiều và độ lớn của lực tương tác của nam châm (2) đặt trên cân với dòng điện chạy trong cuộn dây (3) như hình 7.

3.7. Một số thí nghiệm kiểm chứng kết quả của bài toán về tương tác

Ngoài những thí nghiệm sử dụng khi học kiến thức mới, trong dạy học vật lí ở trường phổ thông hay trường đại học, giáo viên có thể yêu cầu học sinh giải một số bài tập thí nghiệm hay bài tập gắn với thực tiễn về sự tương tác giữa các vật [11]. Trong các bài tập đó, cần có yêu cầu xác định giá trị của lực tương tác. Sau khi giải bài tập bằng cách vận dụng các định luật về lực để rút ra các kết quả, tiếp theo, học sinh/sinh viên được giao nhiệm vụ kiểm nghiệm lại các kết quả bằng các dụng cụ thí nghiệm. Việc đo các lực đó cũng có thể được thực hiện bằng các thiết bị tự tạo với cân điện tử. Một số bài toán ví dụ:

Bài 1. Một người có khối lượng M đứng trên mặt đất, dùng tay nâng thẳng đứng một vật có khối lượng m đang ở mặt đất lên đến độ cao h . Lấy $g=10 \text{ m/s}^2$.

- Hãy mô tả sự thay đổi tốc độ của vật theo quá trình nâng vật?
- Hãy sử dụng các định luật Newton để thiết lập công thức tính áp lực của chân người lên mặt đất theo quá trình nâng vật?
- Thiết kế phương án thí nghiệm để kiểm chứng lại quá trình được mô tả như trên?
- Chuẩn bị dụng cụ, thực hiện thí nghiệm để ghi lại kết quả và xử lý số liệu để kiểm chứng điều đã suy luận bằng lý thuyết.



Hình 8. Thí nghiệm nâng vật



Hình 9. Thí nghiệm nén khí đẳng nhiệt

Để kiểm chứng kết quả, học sinh có thể thực hiện thí nghiệm như hình 8.

Bài 2. Dùng một xy lanh của bơm kim tiêm loại 50 ml (đã bỏ kim tiêm) chứa khoảng 25 ml không khí. Sau đó dùng keo bịt kín đầu bơm (bịt đầu lắp kim tiêm). Biết đường kính trong của xy lanh là 34 mm. Tác dụng lực F dọc theo pít tông để nén khí (thực hiện chậm để nhiệt độ khí trong bình không đổi).

- Tìm lực F để giữ khí ở thể tích 20 ml, 15 ml, 10 ml
- Xây dựng phương án thí nghiệm để kiểm tra kết quả tính được bằng cách sử dụng cân điện tử để đo lực.
- Thực hiện thí nghiệm để kiểm tra.

Để kiểm chứng kết quả, học sinh có thể thực hiện thí nghiệm như hình 9.

4. Kết luận

Dựa vào việc tìm hiểu các nội dung dạy học về lực, ứng với các loại tương tác, nghiên cứu đã chỉ ra những trường hợp có thể sử dụng cân điện tử hiện số để thiết kế được các phương án thí nghiệm dùng trong tổ chức dạy học hay nghiên cứu khoa học. Để thực hiện, trước hết, cần lựa chọn cân điện tử phù hợp với giá trị lực cần đo, bao gồm giới hạn đo và độ chia nhỏ nhất (độ nhạy) của cân. Tiếp đó, sử dụng thêm các dụng cụ, vật tư phù hợp để liên kết cân với hệ vật lý, tạo ra lực tác dụng vuông góc với mặt cân. Dựa trên đặc điểm liên kết này, xác định mối liên hệ giữa lực cần đo và giá trị lực xác định từ số chỉ của cân. Nghiên cứu đã xác định được một số phương án thí nghiệm dùng cân điện tử hiện số như dụng cụ đo lực để có thể tiến hành các thí nghiệm về tương tác cơ học, tương tác điện từ. Các phương án thí nghiệm này có thể được sử dụng trong dạy học một số nội dung vật lý tương ứng ở bậc phổ thông hoặc đại học. Trong thời gian tới, chúng tôi sẽ tiếp tục nghiên cứu để điều chỉnh thiết bị thí nghiệm hay bổ sung các phương án thí nghiệm mới. Tiếp đó, chúng tôi sẽ thử nghiệm việc sử dụng các thí nghiệm trong dạy học những chủ đề tương ứng, theo định hướng phát triển năng lực của học sinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] Central Executive Committee of the Communist Party of Vietnam, *Resolution No. 29, "Regarding fundamental and comprehensive innovation in education and training..."*, 2011.
- [2] Government of the Socialist Republic of Vietnam, *Directive 16- of the Prime Minister on strengthening capacity to access the 4th industrial revolution*, 2017.
- [3] Ministry of Education and Training, *Comprehensive general education program*, 2018.
- [4] Ministry of Education and Training, *Physics general education program*, 2018.
- [5] V. C. Long, *General physics*. Vietnam education publishing house, 2008.
- [6] Ministry of Education and Training, *General education program in Natural Sciences*, 2018.
- [7] Ministry of Education and Training, *List of teaching equipment for secondary schools*, no. 38, 2021.
- [8] Ministry of Education and Training, *List of teaching equipment for high schools*, no. 39, 2021.
- [9] X. Q. Duong and T. Q. Nguyen, "Building new experiment system to investigate the electrostatic attraction between two plates of capacitor for teaching high school physics," *Educational equipment magazine*, vol. 177, no. 2, pp. 17-19, 2018.
- [10] T. H. Tran, "Use of weighting tools in Physics education," *Educational equipment magazine*, vol. 217, no. 2, pp. 01-04, 2020.
- [11] T. H. Tran and T. H. D. Nguyen, "Use experimental exercises related to authentic problems in teaching Mechanisms - General Physics of Medicine and Pharmaceutical," *HNUE Journal of Science*, vol. 67, no. 4, pp. 187-197, 2022.
- [12] T. T. T. Nguyen, V. B. Nguyen, and X. Q. Duong, "Fostering Teachers' Competence of the Integrated STEM Education," *Journal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, vol. 6, no. 2, pp. 166-179, 2020.
- [13] T. N. Bui, T. N. Nguyen, H. N. Nguyen, and D. H. Tuong, "Organization of online teaching on resistance effects on objects moving in water," *Proceedings of the 5th national physics teaching conference, University of Education Publisher*, 2021, pp. 143-152.
- [14] University of Pennsylvania, "Electric Forces between Charged Plates," 2005. [Online]. Available: http://www-eng.lbl.gov/~shuman/XENON/REFERENCES%26OTHER_MISC/electric_forces.pdf. [Accessed July 30, 2023].