

Bài báo nghiên cứu

XÂY DỰNG VÀ SỬ DỤNG KIT ROBOTICS TRONG DẠY HỌC CHỦ ĐỀ CƠ HỌC NHẪM BỒI DƯỠNG NĂNG LỰC THỰC NGHIỆM

Nguyễn Võ Thanh Việt^{1*}, Trương Duy Hải², Đặng Thanh Hải³

¹Trường THPT chuyên Lê Quý Đôn, Đà Nẵng, Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, Việt Nam

³Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Võ Thanh Việt – Email: nvt.viet97@gmail.com

Ngày nhận bài: 04-12-2025; Ngày nhận bài sửa: 23-01-2026; Ngày duyệt đăng: 10-4-2026

TÓM TẮT

Khi tổ chức hoạt động thiết kế và thực hiện phương án thí nghiệm vật lý, đặc biệt là các nội dung có nhiều giả thuyết cần kiểm chứng, các thiết bị thí nghiệm phyphox hiện chưa thể thay đổi linh hoạt nhằm đáp ứng sự đa dạng trong thiết kế của học sinh. Nghiên cứu này tập trung phân tích một số ưu, nhược điểm của các bộ thí nghiệm hiện có cũng như các bộ kit robotics được sử dụng trong việc tổ chức dạy học môn Vật lý. Từ đó, chúng tôi đề xuất một phương án xây dựng bộ kit dùng trong dạy học Vật lý. Bộ kit được xây dựng nhờ tận dụng tính linh hoạt về mặt cơ khí của LEGO, vi xử lý ESP32 và ứng dụng phyphox để hỗ trợ học sinh biểu diễn và xử lý số liệu. Bài báo cũng trình bày các phương án thí nghiệm khác nhau với bộ kit ở nội dung lực ma sát trong chương trình Vật lý phổ thông, qua đó làm rõ ưu điểm trong việc hỗ trợ học sinh thiết kế và thực hiện đa dạng các phương án thí nghiệm khi học tập nội dung này.

Từ khóa: bộ kit giáo dục; học thông qua thực hành; dạy học Vật lý; giáo dục STEM

1. Giới thiệu

Bên cạnh việc phối hợp cùng với các môn học và hoạt động giáo dục khác trong việc giúp học sinh hình thành, phát triển các năng lực chung và phẩm chất, mục tiêu chính của chương trình môn Vật lý là nhằm phát triển năng lực vật lý (Ministry of Education and Training, 2018). Trong các nghiên cứu về phát triển năng lực vật lý ở người học, việc xây dựng khung năng lực thực nghiệm vật lý cũng như đề xuất các quy trình, biện pháp, công cụ nhằm phát triển năng lực này vẫn là một chủ đề đang được quan tâm (Bitzenbauer & Meyn, 2021; Le et al., 2023; Nguyen & Huynh, 2022).

Nguyen và Huynh (2022) đã đề xuất khung năng lực thực nghiệm gồm 5 thành tố: (1) xác định mục đích thí nghiệm; (2) thiết kế phương án thí nghiệm; (3) tiến hành thí nghiệm; (4) xử lý dữ liệu, phân tích đánh giá kết quả và vận dụng; (5) cải tiến, chế tạo thay thế dụng cụ hư

Cite this article as: Nguyen, V. T. V., Tuong, D. H., & Dang, T. H. (2026). Development and use of a robotics kit for teaching mechanics to foster students' experimental competence. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 23(6), 1515-1528. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.6.5409\(2026\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.6.5409(2026))

hồng, sáng tạo dụng cụ thí nghiệm đơn giản. Các tác giả đã khảo sát trên đối tượng sinh viên sư phạm Vật lý và kết quả cho thấy năng lực thành tố (2) và (5) còn ở mức trung bình và yếu. Để khắc phục tình trạng này, một trong các giải pháp được nhóm tác giả đưa ra là bổ sung các hoạt động yêu cầu người học thiết kế, cải tiến và chế tạo các dụng cụ thí nghiệm.

Tác giả Le cùng cộng sự (2023) cũng đã đề xuất một khung năng lực thực nghiệm Vật lý. Nhóm tác giả xét đến bối cảnh khi học sinh thiết kế phương án thí nghiệm nhưng thiết bị cần sử dụng lại không có sẵn. Từ đó, nhóm tác giả đã đề xuất bổ sung các chỉ số hành vi liên quan đến việc xác định các thiết bị thí nghiệm (trong trường hợp có sẵn và chưa có sẵn), thiết kế, chuẩn bị và gia công để tạo ra thiết bị thí nghiệm mới. Tuy nhiên trong thực tiễn triển khai, việc học sinh tự chế tạo thiết bị thí nghiệm sẽ gặp phải các khó khăn như: nguyên vật liệu và công cụ gia công không có sẵn, cần nhiều thời gian thực hiện, yêu cầu kỹ năng cao ở cả học sinh và giáo viên.

Để khắc phục tình trạng thiếu hụt các thiết bị cần thiết, một số nghiên cứu lựa chọn giải pháp xây dựng các bộ kit, trong đó trang bị tương đối đầy đủ các trang thiết bị để có thể thực hiện được thí nghiệm hoặc chế tạo sản phẩm phù hợp với yêu cầu (Nguyễn & Hoàng, 2019; Si et al., 2024). Mặc dù vậy, các bộ kit vẫn chưa đáp ứng được tính đa dạng trong thiết kế của người học cũng như cần nhiều thời gian để có thể tạo ra sản phẩm từ bộ kit.

Trong các loại hình kit giáo dục, kit robotics thường được sử dụng trong dạy học các chủ đề STEM robotics, có tính linh hoạt cao về mặt thiết kế. Kit robotics dựa trên nền tảng LEGO education là một lựa chọn phổ biến nhất khi sử dụng trong dạy học khoa học nói chung và dạy học Vật lý nói riêng (Benitti, 2012; Lotriet & Gouws, 2025). Nhờ tính linh hoạt trong thiết kế của LEGO nên kit giúp tăng tính khả thi trong việc hiện thực hoá các thiết kế phương án thí nghiệm vật lý ở học sinh, nhờ đó học sinh hiểu hơn về vật lý thông qua quá trình khảo sát, phân tích số liệu, thiết kế kỹ thuật và chế tạo sản phẩm (Church et al., 2010). Mặc dù, được trang bị các loại cảm biến (cảm biến khoảng cách, cảm biến vật cản, cảm biến nhiệt độ...) để đo đạc các thông số môi trường, tuy nhiên những cảm biến này được thiết kế nhằm sử dụng cho mục đích lập trình điều khiển. Vì vậy việc sử dụng những thiết bị này vẫn còn một số hạn chế như: cần lập trình trên máy tính, thiếu các tính năng hỗ trợ phân tích và xử lý số liệu, chưa đủ các cảm biến sử dụng trong học tập môn Vật lý...

Bên cạnh việc sử dụng các thiết bị thí nghiệm, điện thoại thông minh với các cảm biến được tích hợp sẵn là một giải pháp về mặt thiết bị trong dạy học Vật lý hiện nay. Đã có các nghiên cứu trong và ngoài nước về việc vận dụng hệ thống cảm biến và các ứng dụng trên điện thoại thông minh để thực hiện các thí nghiệm vật lý nhằm phục vụ cho việc dạy học (Chu et al., 2023; Imtinan & Kuswanto, 2023; Tuong et al., 2024). Phyphox là một ứng dụng trên điện thoại thông minh được sử dụng phổ biến trong dạy học khoa học và dạy học Vật lý. Ưu điểm của phyphox là ứng dụng này cho phép người dùng thực hiện đo đạc thời gian thực bởi các cảm biến được trang bị trên điện thoại; hỗ trợ vẽ đồ thị và phân tích dữ liệu trên đồ thị; hỗ trợ thư viện để người dùng tự xây dựng cảm biến thông qua mã nguồn mở Arduino (Staacks et al., 2018).

Từ các phân tích trên, chúng tôi nhận thấy có thể tận dụng tính linh hoạt về mặt cơ khí của những bộ kit LEGO, kết hợp với việc sử dụng các cảm biến đo đạc từ mã nguồn mở như Arduino và phyphox để có thể xây dựng bộ kit nhằm đáp ứng được sự đa dạng trong thiết kế phương án thí nghiệm của người học, đồng thời tối ưu tính khả thi khi xây dựng thí nghiệm theo thiết kế đã đề xuất. Bài báo này sẽ trình bày các tiêu chí xây dựng, danh sách các chi tiết có trong bộ kit cũng như một số phương án thí nghiệm có thể thực hiện được trong chủ đề lực ma sát ở chương trình Vật lí lớp 10.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Tiêu chí xây dựng bộ kit

Dựa trên nguyên tắc đảm bảo tính khoa học, tính sư phạm và tính thực tiễn, chúng tôi đề xuất các tiêu chí xây dựng bộ kit được mô tả cụ thể trong Bảng 1.

Bảng 1. Tiêu chí xây dựng bộ kit robotics

Tiêu chí	Tính khoa học	Tính sư phạm	Tính thực tiễn
1. Phần khung có thể lắp ráp theo nhiều phương án (với hình dạng và kích thước khác nhau)	Cho phép thực hiện nhiều phương án thí nghiệm khác nhau	Giúp HS bộc lộ khả năng sáng tạo khi thiết kế và thực hiện đa dạng các phương án thí nghiệm	Dùng được cho nhiều phương án thí nghiệm khác nhau, tránh phát sinh thêm thiết bị
2. Có các cảm biến: lực, khoảng cách, công suất điện và đọc được giá trị của 2 cảm biến cùng lúc. Số liệu đo được đảm bảo độ tin cậy	Đo được 3 đại lượng cơ bản của cơ học: lực, khoảng cách, thời gian; khảo sát mối liên hệ giữa hai đại lượng với nhau; đo được đúng giá trị cần đo		Đảm bảo tối thiểu thiết bị đo cho các thí nghiệm cơ học
3. Có thể biểu diễn dữ liệu dưới dạng giá trị số, đồ thị, bảng số liệu và hỗ trợ phân tích đồ thị	Đảm bảo tính khách quan; giúp phát hiện các quy luật vật lí thông qua sự biến thiên của đồ thị	Hỗ trợ HS trong việc biểu diễn và xử lí số liệu (biểu hiện của năng lực thực nghiệm)	Rút ngắn thời gian trong việc vẽ đồ thị, xử lí số liệu
4. Gọn nhẹ, linh hoạt, phù hợp sử dụng trong không gian lớp học		Phù hợp với nhiều hình thức tổ chức: cá nhân, cặp, nhóm nhỏ, toàn lớp	Có thể sử dụng trên bàn HS; thuận tiện cho việc di chuyển
5. Dễ sử dụng, không cần kĩ năng lập trình		Tập trung vào biểu hiện của năng lực thực nghiệm vật lí thay vì các kĩ năng lập trình	Giảm rào cản kĩ thuật cho GV và HS
6. Không chứa các chi tiết gây cháy nổ, độc hại, sắc nhọn		Tuân thủ quy định an toàn của thiết bị giáo dục	Tạo môi trường dạy học an toàn cho GV và HS
7. Giá thành phải chăng			Đảm bảo khả năng tiếp cận của trường học; cho phép trang bị số lượng lớn

2.2. Giới thiệu bộ kit

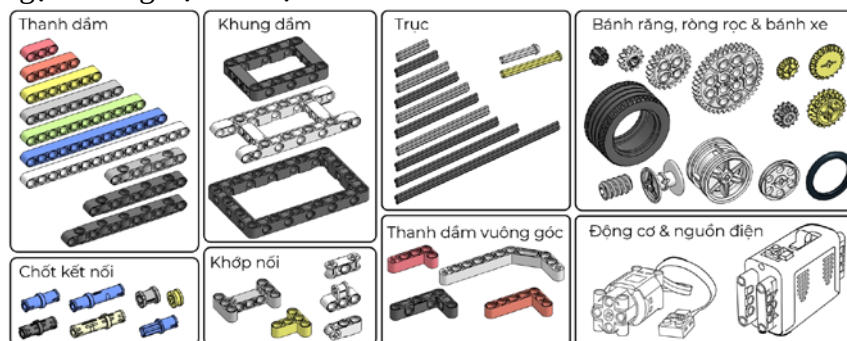
Bộ kit bao gồm 3 phần chính:

- (1) Các chi tiết LEGO;
- (2) Bộ cảm biến và thiết bị thu phát, xử lý tín hiệu;
- (3) Điện thoại thông minh có cài đặt ứng dụng phyphox.

Bên cạnh đó, chúng tôi xây dựng một tài liệu hỗ trợ cho giáo viên và học sinh, trong đó mô tả các thành phần của bộ kit theo các nội dung: tên gọi, thông số kỹ thuật, chức năng.

2.2.1. Các chi tiết LEGO

Mỗi bộ kit LEGO Education được xây dựng từ các module được gọi là gạch (brick), trên thân gạch có cấu trúc khuy và lỗ (studs & holes). Chúng ta có thể kết nối các khối gạch với nhau thông qua các khớp nối hoặc chốt (pin) (Ferrari, 2001). Với yêu cầu sử dụng trong việc tiến hành các thí nghiệm vật lý, đặc biệt là các thí nghiệm thuộc chủ đề cơ học, bộ kit sử dụng các chi tiết của gạch Technic, tuy nhiên chỉ lựa chọn các chi tiết cơ bản nhất. Danh sách các loại gạch trong bộ kit được mô tả ở Hình 1.

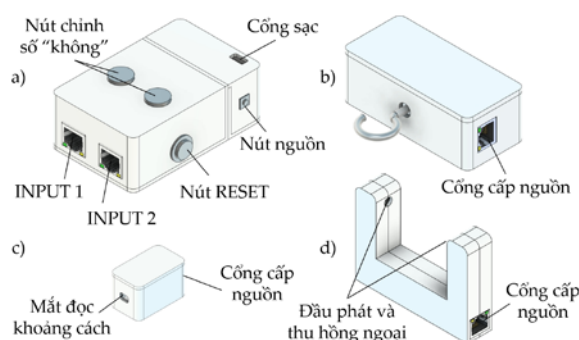


Hình 1. Danh sách chi tiết LEGO trong bộ kit

Gạch Technic có cấu tạo dưới dạng thanh dầm hoặc khung dầm với các lỗ tròn hoặc chữ thập trên thân gạch. Những khối gạch có thể được kết nối thông qua các chốt kết nối khác nhau (pins). Bên cạnh đó, gạch Technic còn có hệ thống trục, bánh răng, ròng rọc, bánh xe, động cơ và nguồn điện. Với các thành phần như vậy, LEGO Technic không chỉ phù hợp với các mô hình tĩnh mà còn đáp ứng được cho các mô hình yêu cầu khả năng chuyển động.

2.2.2. Cảm biến và thiết bị thu phát, xử lý tín hiệu

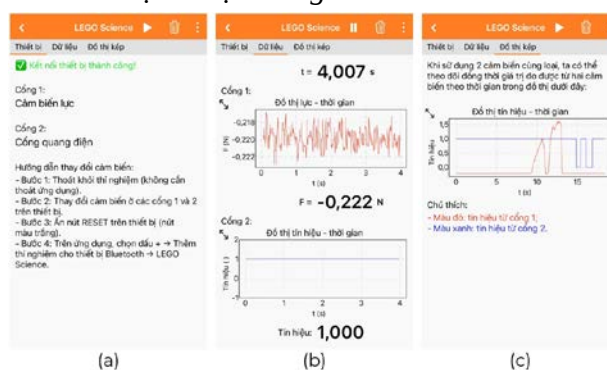
Trong nội dung kiến thức vật lý chủ đề cơ học, có 3 đại lượng cơ bản, đo trực tiếp là thời gian, khoảng cách và khối lượng. Từ các đại lượng này, chúng ta có thể tính toán các đại lượng gián tiếp như tốc độ, gia tốc, moment lực, công, động năng, thế năng, động lượng. Vì vậy, chúng tôi lựa chọn chế tạo 3 loại cảm biến: cổng quang điện (đo thời gian), cảm biến khoảng cách và cảm biến lực. Để có thể thu nhận tín hiệu từ cảm biến, xử lý và chuyển dữ liệu lên điện thoại thông minh, chúng tôi sử dụng vi điều khiển ESP32-C3 supermini. Thiết bị thu phát và xử lý tín hiệu cho phép kết nối cùng lúc 2 cảm biến, tương ứng với 2 cổng đầu vào INPUT1 và INPUT2. Mỗi cổng đầu vào được trang bị nút chỉnh số “không”, dùng để chỉnh giá trị đo hiện tại của cảm biến về giá trị “không”. Ngoài ra, trên thiết bị còn có nút RESET, dùng để khởi động lại toàn bộ thí nghiệm.



Hình 2. Bản thiết kế 3D: a) thiết bị thu phát và xử lý tín hiệu; b) cảm biến lực; c) cảm biến khoảng cách; d) cổng quang điện

Nhằm giúp các cảm biến cũng như thiết bị thu phát, xử lý tín hiệu có thể kết nối được với các chi tiết LEGO, chúng tôi tiến hành thiết kế 3D phần vỏ theo các kích thước phù hợp, trên vỏ có các lỗ giống như cấu trúc của gạch Technic. Hình 2 là bản vẽ 3D của phần vỏ cảm biến và thiết bị thu nhận, xử lý tín hiệu có trong bộ kit.

2.2.3. Ứng dụng phyphox trên điện thoại thông minh



Hình 3. Giao diện thí nghiệm trên ứng dụng phyphox: (a) Thiết bị: hiển thị loại cảm biến đang được kết nối và hướng dẫn cách thay đổi cảm biến, (b) Dữ liệu: hiển thị giá trị đo được từ cảm biến dưới dạng đồng hồ đo và đồ thị và (c) Đồ thị kép: hiển thị giá trị đo được từ hai cảm biến theo thời gian trên cùng một đồ thị. Mục đích của đồ thị này dùng để xác định khoảng thời gian giữa hai sự kiện đo trong thí nghiệm

Ứng dụng phyphox cho phép biểu diễn giá trị đo được từ cảm biến (được tích hợp trên điện thoại thông minh hoặc cảm biến tự chế tạo qua mã nguồn mở Arduino/ESP32) dưới dạng đồng hồ đo, đồ thị và bảng số liệu. Bên cạnh đó, ứng dụng còn cho phép đọc giá trị của một điểm, đo hiệu giá trị giữa hai điểm trên đồ thị và tính độ dốc của đồ thị. Việc chế tạo cảm biến dựa trên mã nguồn mở kết hợp với phyphox đã được giới thiệu và thực hiện trong một số nghiên cứu gần đây (Tuong & Dinh, 2024; Tuong et al., 2024). Bài báo này không đi sâu vào nguyên lý chế tạo các cảm biến mà tập trung trình bày về cách thức phối hợp LEGO, cảm biến kết hợp vi điều khiển ESP32 và ứng dụng phyphox để xây dựng bộ kit. Giao diện của thí nghiệm trên ứng dụng phyphox gồm 3 thẻ chính được mô tả ở Hình 3.

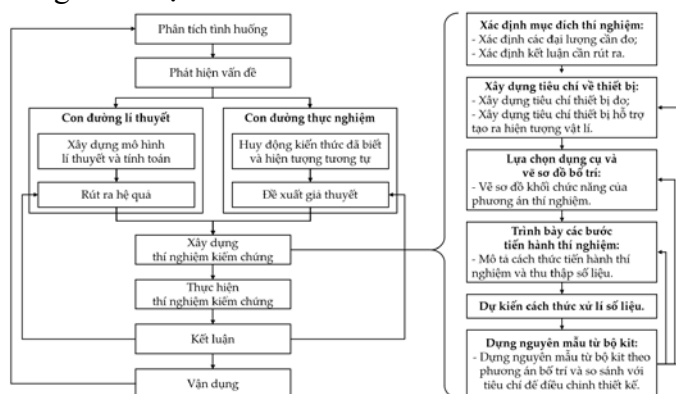
2.3. Tiến trình dạy học Vật lý có sử dụng bộ kit

2.3.1. Tiến trình tổ chức

Căn cứ trên khung năng lực thực nghiệm cũng như các tiến trình dạy học nhằm phát triển năng lực thực nghiệm (Bitzenbauer & Meyn, 2021; Le et al., 2023; Nguyen & Le, 2024), tiến trình dạy học giải quyết vấn đề và quá trình tư duy thiết kế (Nguyen & Ta, 2021), chúng tôi xây dựng tiến trình dạy học Vật lý có sử dụng bộ kit robotics như sơ đồ ở Hình 4.

Vì bộ kit được xây dựng trên nền tảng LEGO có tính linh hoạt cao nên học sinh cần thực hiện dựng nguyên mẫu (prototype) nhiều lần để tạo ra được thiết bị thí nghiệm đúng với tiêu chí mà học sinh đã xây dựng. Chúng tôi lồng ghép hai hoạt động: “Xây dựng tiêu chí về thiết bị” và “Dựng nguyên mẫu từ bộ kit” để đảm bảo việc thiết kế của học sinh là có ý nghĩa, tránh việc lắp ráp mà chưa có cơ sở về tiêu chí, hay việc tốn quá nhiều thời gian để làm quen với kit LEGO.

Sau khi học sinh xác định được các đại lượng cần đo, thông thường sẽ đến bước lựa chọn dụng cụ và vẽ sơ đồ bố trí các dụng cụ đó. Tuy nhiên bộ kit có tính mở cao, không có sẵn các thiết bị như thiết bị phòng thí nghiệm. Vì vậy học sinh cần xác định tiêu chí của các thiết bị có trong thí nghiệm, bao gồm thiết bị đo được các đại lượng cần đo và thiết bị nhằm tạo ra hiện tượng vật lý cần khảo sát. Để thực hiện được bước này, học sinh cần mô tả rõ mình muốn “làm gì” thay vì “cần dụng cụ gì”. Ví dụ: Thay vì nói “Tôi cần giá thí nghiệm.” thì sẽ nói “Tôi cần một dụng cụ giúp tôi giữ cho thiết bị đo lực nằm cố định.” Khi đó căn cứ trên mục đích sử dụng, học sinh sẽ suy nghĩ xem cần lắp ráp các khối LEGO như thế nào để dụng cụ hoạt động đúng theo mục đích đó.



Hình 4. Tiến trình dạy học Vật lý có sử dụng bộ kit robotics

Bộ kit có rất nhiều loại gạch LEGO, mỗi loại lại có cấu tạo và chức năng khác nhau. Vì thế việc lắp ráp để tạo ra dụng cụ thí nghiệm cần thiết cần phải được thực hiện qua nhiều lần, xây dựng nhiều phiên bản nguyên mẫu và liên tục so sánh với các tiêu chí để ra được thiết kế cuối cùng. Sau khi đảm bảo mình đã có đủ các dụng cụ theo phương án bố trí và thoả mãn các tiêu chí đề ra, học sinh tiến hành thí nghiệm và thu thập số liệu.

2.3.2. Minh họa sử dụng bộ kit trong dạy học chủ đề lực ma sát

Để minh họa cho tiến trình trên, chúng tôi lựa chọn chủ đề lực ma sát trong chương trình Vật lý lớp 10 để xây dựng các phương án thí nghiệm. Chủ đề được lựa chọn vì đáp ứng các tiêu chí sau:

- (1) Nội dung kiến thức cơ bản, có tính ứng dụng cao.

(2) Những nội dung kiến thức trong chủ đề này có nhiều giả thuyết có thể thiết kế phương án để kiểm tra được: kiểm tra sự phụ thuộc của độ lớn lực ma sát vào độ lớn áp lực vuông góc, chất liệu của hai bề mặt tiếp xúc, diện tích bề mặt tiếp xúc.

(3) Các phương án thí nghiệm sẵn có đơn giản và thời lượng dành cho việc tiến hành thí nghiệm phù hợp với thời gian trên lớp học.

Trong phạm vi của bài báo này, chúng tôi chỉ trình bày minh họa cho giai đoạn thiết kế phương án thí nghiệm và thực hiện thí nghiệm.

- Thiết kế phương án thí nghiệm

Bước 1. Xác định mục đích thí nghiệm

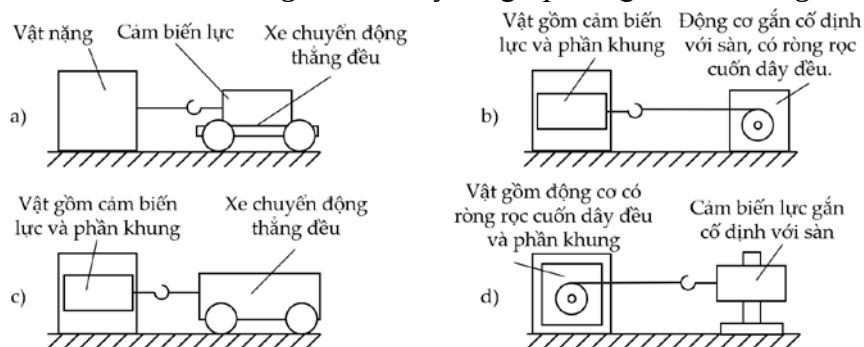
- Mục đích: Khảo sát mối liên hệ giữa độ lớn của lực ma sát trượt với độ lớn áp lực lên bề mặt tiếp xúc.
- Các đại lượng cần đo: độ lớn lực ma sát trượt, độ lớn áp lực do vật tác dụng lên bề mặt tiếp xúc. Trong thí nghiệm này, chúng ta sẽ đo lực ma sát trượt thông qua đo độ lớn lực cân bằng với nó, ở đây là lực kéo vật khi vật chuyển động thẳng đều theo phương ngang; đo độ lớn áp lực thông qua đo trọng lượng của vật.

Bước 2. Xây dựng tiêu chí về thiết bị

- Cần có một vật trượt trên một bề mặt phẳng, nằm ngang.
- Cần có dụng cụ đo lực.
- Cần thay đổi và đo được khối lượng/trọng lượng của vật nặng.
- Cần cố định: chất liệu của hai bề mặt tiếp xúc, diện tích tiếp xúc, tốc độ trượt.

Bước 3. Lựa chọn dụng cụ và vẽ sơ đồ bố trí

Dựa trên các tiêu chí trên, chúng ta có thể xây dựng 4 phương án bố trí thí nghiệm như Hình 5.



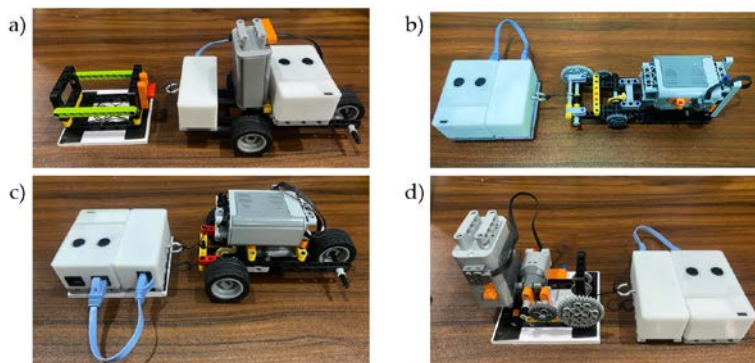
Hình 5. Các phương án bố trí thí nghiệm khảo sát mối liên hệ giữa độ lớn của lực ma sát trượt với độ lớn áp lực lên bề mặt tiếp xúc

Bước 4. Trình bày các bước tiến hành thí nghiệm

Chúng ta sẽ trình bày các bước tiến hành thí nghiệm ứng với sơ đồ bố trí ở Hình 5 b):

- Bước 1. Kết nối cảm biến lực với thiết bị thu phát và xử lý tín hiệu. Bật thiết bị và kết nối với điện thoại thông minh thông qua ứng dụng Phyphox.
- Bước 2. Treo hệ vật và cảm biến lực lên một giá treo cố định để xác định trọng lượng của hệ vật. Chú ý hiệu chỉnh số đo về “không” trước khi đo trọng lượng.
- Bước 3. Bố trí thí nghiệm như hình vẽ. Dây nối giữa ròng rọc với cảm biến lực hơi chùng. Hiệu chỉnh số chỉ của lực kế về giá trị “không”.

- Bước 4. Cho động cơ quay đều và ghi lại giá trị đo được từ cảm biến lực theo thời gian.
- Bước 5. Thay đổi khối lượng của vật nặng bằng cách thêm các quả nặng. Lặp lại các bước của thí nghiệm.



Hình 6. Bố trí thí nghiệm với bộ kit theo 4 phương án

Bước 5. Dự kiến cách thức xử lý số liệu

Ta sẽ đọc số chỉ từ cảm biến lực khi vật đang trượt đều trong từng lần đo và lập bảng số liệu:

Trọng lượng P (N)	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
Độ lớn lực ma sát trượt F _{ms} (N)	F _{ms1}	F _{ms2}	F _{ms3}	F _{ms4}	F _{ms5}

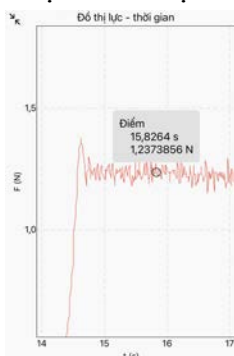
Từ đó, ta vẽ đồ thị độ lớn lực ma sát trượt F_{ms} (N) theo trọng lượng P (N) của vật nặng.

Bước 6. Dựng các nguyên mẫu từ bộ kit

Hình 6 trình bày việc dựng nguyên mẫu theo các phương án đã trình bày trong Hình 5. Trong thí nghiệm này, ta khảo sát lực ma sát trượt giữa hai bề mặt: bìa formex gắn với vật và mặt bàn gỗ.

- Tiến hành thí nghiệm: Trong mục này sẽ trình bày kết quả thí nghiệm theo phương án ứng với sơ đồ bố trí ở Hình 6 b).

Khi tiến hành thí nghiệm với thiết bị, ta sẽ thu được đồ thị như Hình 7. Khi chưa tác dụng lực, độ lớn lực kéo bằng “không”. Khi dây căng dần, lực kéo tăng dần nhưng chưa thắng được lực ma sát nghỉ cực đại, vì vậy vật vẫn chưa chuyển động. Khi lực kéo đạt đến giá trị của lực ma sát nghỉ cực đại, vật bắt đầu trượt. Vì động cơ quay đều nên vật trượt thẳng đều, lực kéo lúc này có độ lớn bằng với lực ma sát trượt (có giá trị nhỏ hơn lực ma sát nghỉ cực đại).



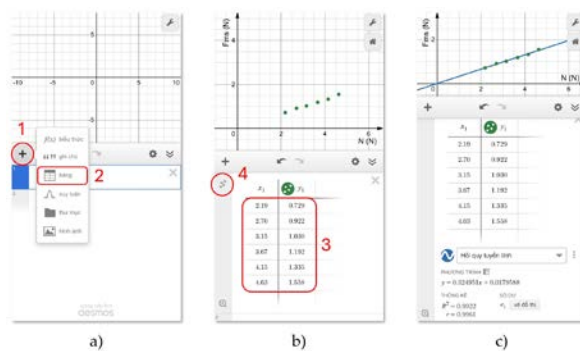
Hình 7. Đồ thị lực – thời gian trên ứng dụng phyphox

Thực hiện thí nghiệm với trọng lượng khác nhau của vật nặng, ta thu được số liệu ở Bảng 2.

Bảng 2. Khảo sát lực ma sát trượt bằng bộ kit robotics

P (N)	2,19	2,70	3,15	3,67	4,15	4,63
F (N)	0,729	0,922	1,030	1,192	1,335	1,558

Ở đây, vì vật chuyển động thẳng đều nên lực kéo $\vec{F}$ có độ lớn bằng với lực ma sát trượt $\vec{F}_{ms}$. Bên cạnh đó, ta cũng có trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ do mặt bàn tác dụng lên vật là hai lực cân bằng.

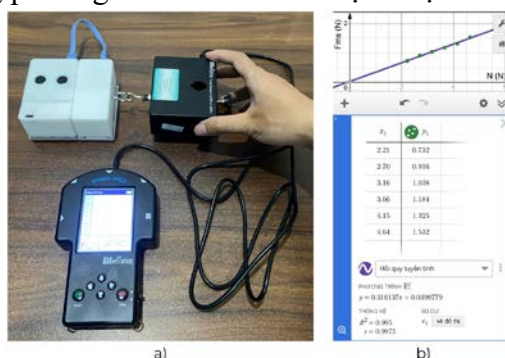


Hình 8. Vẽ đồ thị $F_{ms} - N$ và xử lí số liệu bằng Desmos: a) Trong giao diện của ứng dụng, bấm dấu “+” và chọn “Bảng” để nhập bảng số liệu; b) Nhập số liệu vào bảng và bấm biểu tượng ở vị trí số 4 để chọn chức năng Hồi quy tuyến tính; c) Giao diện của tính năng Hồi quy tuyến tính

Ứng dụng Phyphox không hỗ trợ vẽ đồ thị từ số liệu nhập thủ công, nên ta sẽ dùng ứng dụng Desmos Graphing Calculator (hoặc truy cập website [desmos.com](https://www.desmos.com)) để thực hiện chức năng này. Các bước sử dụng ứng dụng Desmos để vẽ đồ thị $F_{ms} - N$ và hồi quy tuyến tính được mô tả ở Hình 8.

Ta thấy đồ thị F_{ms} theo N có dạng hàm bậc nhất $y = 0,325x + 0,018$, với hệ số góc đồ thị có giá trị dương. Vì vậy trong thí nghiệm này, độ lớn lực ma sát trượt F_{ms} tỉ lệ thuận với độ lớn phản lực N do mặt sàn tác dụng lên vật. Độ lớn độ dốc của đồ thị này chính là hệ số ma sát trượt giữa mặt bàn gỗ và tấm formex. Ta thu được giá trị hệ số ma sát trượt là $\mu = 0,325$.

Để đánh giá độ tin cậy của bộ kit đã chế tạo, chúng ta thực hiện lại thí nghiệm trên với cảm biến Addestation với bố trí thí nghiệm như Hình 9. a), trong đó chú ý vẫn dùng vật nặng và bộ quả nặng như trong phương án tiến hành với bộ kit tự chế tạo.



Hình 9. a) Bố trí phương án thí nghiệm khảo sát lực ma sát với cảm biến lực của Addestation; b) Đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa độ lớn lực ma sát F_{ms} với độ lớn phản lực N

Ta thu được số liệu như Bảng 3. Từ đó, ta sử dụng ứng dụng Desmos và vẽ được đồ thị $F_{ms} - N$ như Hình 9 b). Từ đồ thị ở Hình 9 b), ta tính được hệ số ma sát trượt là $\mu = 0,316$.

Bảng 3. Khảo sát lực ma sát trượt bằng cảm biến Addestation

P (N)	2,21	2,70	3,16	3,66	4,15	4,64
F (N)	0,732	0,916	1,038	1,184	1,325	1,532

2.3.3. Nhận xét kết quả thí nghiệm

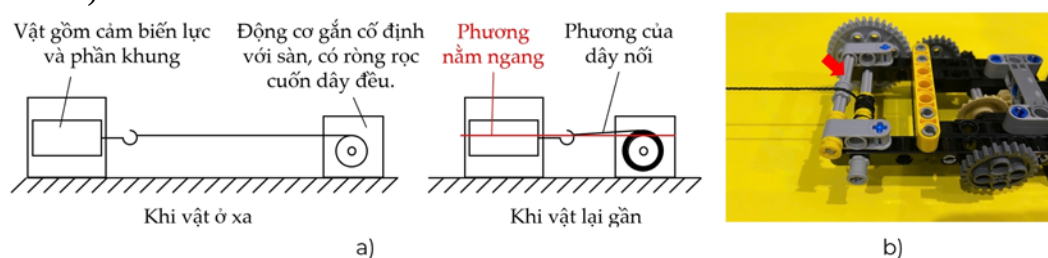
Độ sai biệt giữa giá trị hệ số ma sát trượt đo bằng bộ kit robotics đã chế tạo với bộ cảm biến Addestation là 2,8%. Như vậy cảm biến đã chế tạo trong bộ kit robotics cho kết quả tin cậy khi thực hiện thí nghiệm này. Khi hồi quy tuyến tính với phương trình $y = ax + b$, ta thấy hệ số b có giá trị khác “không” (lần lượt là 0,018 và 0,040). Có một số nguyên nhân có thể dẫn đến sai số này như sau:

Nguyên nhân 1. Do việc hiệu chỉnh số “không” khi bắt đầu đo

- Sự biến dạng của loadcell (linh kiện chính của cảm biến lực) làm cho giá trị đo của cảm biến khi đặt theo phương thẳng đứng và theo phương ngang là khác nhau.
- Dây nối giữa cảm biến lực và vật nặng có trọng lượng. Khi bắt đầu tiến hành thí nghiệm, cần giữ dây chùng khi hiệu chỉnh số “không”.
- Sau khi hiệu chỉnh số “không”, giá trị dao động trong một khoảng nhỏ khác “không”: Đối với cảm biến tự chế tạo, giá trị này trong khoảng 0,0055 N đến 0,0125 N. Còn đối với cảm biến Addestation, khoảng này nằm từ 0 N đến 0,012 N.

Nguyên nhân 2. Do dây không đảm bảo nằm ngang trong quá trình thí nghiệm

Đối với thí nghiệm sử dụng bộ kit LEGO, dây có thay đổi phương trong quá trình thí nghiệm. Ban đầu, dây được đảm bảo nằm ngang. Trong quá trình cuốn dây, các vòng dây đè lên nhau làm cho bán kính lõi cuốn dây tăng dần (Hình 10 a). Điều này dẫn đến việc dây bị nghiêng dần trong quá trình vật đến gần động cơ. Để khắc phục vấn đề này, chúng tôi bổ sung thêm một ròng rọc phụ và cho dây nối vắt qua ròng rọc này trước khi mắc vào cảm biến (Hình 10 b).



Hình 10. a) Sự thay đổi phương của dây nối trong quá trình làm thí nghiệm;

b) Bố trí ròng rọc phụ để giữ dây luôn nằm ngang khi tiến hành thí nghiệm

Nguyên nhân 3. Do sự khác biệt giữa mô hình lí thuyết được sử dụng và kết quả đo thực tế

Ở chương trình phổ thông, dù không đề cập nhưng mô hình lí thuyết được sử dụng khi tính toán lực ma sát là 3 định luật: Định luật thứ nhất và thứ hai của Amonton về lực ma sát (F_{ms} không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và $F_{ms} = \mu N$), định luật Coulomb về lực ma sát

(F_{ms} không phụ thuộc vào vận tốc v). Từ đó, ta có thể rút ra giá trị của μ từ độ dốc của đồ thị $F_{ms} - N$.

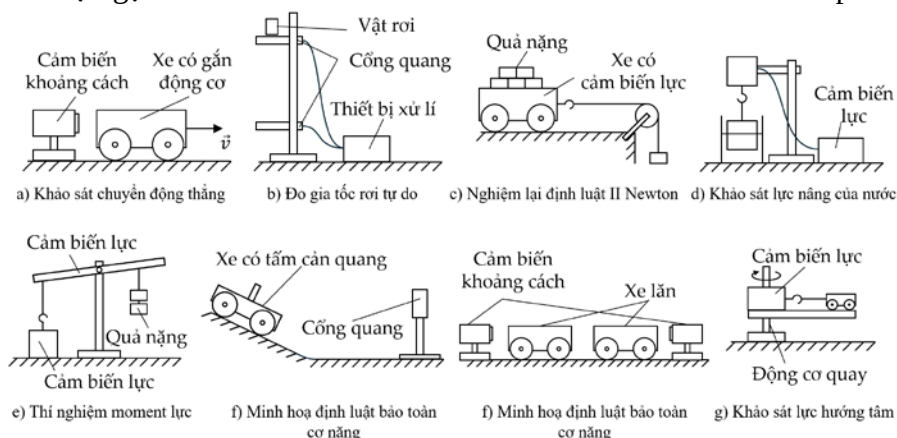
Tuy nhiên trong thực tế thì độ lớn lực ma sát trượt có phụ thuộc vào diện tích bề mặt tiếp xúc và tốc độ. Bên cạnh đó, mối quan hệ giữa lực ma sát trượt và độ lớn của phản lực vuông góc không phải là tuyến tính. Bằng các phép đo với độ chính xác cao, nhóm tác giả (Weber et al., 2018) đã chỉ ra rằng độ lớn lực ma sát trượt tỉ lệ thuận với diện tích bề mặt tiếp xúc thực tế; diện tích bề mặt tiếp xúc thực tế tăng khi ta tăng khối lượng của vật. Kết quả là độ lớn lực ma sát trượt không tăng tuyến tính theo độ lớn của phản lực vuông góc. Độ dốc của đồ thị $F_{ms} - N$ giảm dần khi ta tăng khối lượng của vật. Vì vậy nếu vẫn khớp hàm tuyến tính (linear fit) đối với các điểm này, ta sẽ thu được đường thẳng $y = ax + b$ với hệ số b dương.

2.4. Đánh giá chung về bộ kit robotics đã chế tạo

2.4.1. Về tính khoa học và kỹ thuật

Bộ kit được chế tạo đã đảm bảo các tiêu chí như: giá trị đo được từ cảm biến lực cho số liệu tin cậy khi so sánh với cảm biến cùng loại của Addestation; các loại cảm biến đủ đáp ứng cho các thí nghiệm phần Cơ học trong chương trình Vật lý phổ thông (được mô tả ở Hình 11); đảm bảo tính linh hoạt về mặt cơ khí khi tận dụng ưu điểm của gạch LEGO; đảm bảo tính an toàn khi sử dụng.

Mặc dù không yêu cầu kỹ năng lập trình ở học sinh khi học với bộ kit, nhưng ở góc độ người chế tạo ra bộ kit (giáo viên, kỹ thuật viên, các đơn vị sản xuất thiết bị) sẽ cần phải trang bị các kiến thức về lập trình vi điều khiển ESP32 (sử dụng ngôn ngữ C++), hoạt động của từng module cảm biến, lập trình ứng dụng trên thư viện mở của Phyphox, đồng thời hiểu về nguyên tắc chế tạo gạch LEGO technic để thiết kế và in 3D các chi tiết cho phù hợp.



Hình 11. Một số phương án thí nghiệm có thể tiến hành với bộ kit robotics tự chế tạo

Về mặt tính năng, phyphox không cho phép người dùng nhập bảng số liệu một cách thủ công để vẽ đồ thị và xử lý số liệu. Để khắc phục hạn chế này, chúng tôi đã đề xuất sử dụng thêm ứng dụng Desmos (có thể dùng trên điện thoại thông minh) cho việc vẽ đồ thị và hồi quy tuyến tính. Ngoài ra, phyphox cũng không hỗ trợ tính giá trị trung bình cho các giá trị đo trong khoảng giá trị được chọn, trong khi đây là tính năng mà hầu hết các thiết bị thí nghiệm thương mại đều được trang bị.

2.4.2. Về tính sự phạm

Mục tiêu khi xây dựng bộ kit là phải làm bộc lộ các biểu hiện của năng lực thực nghiệm ở người học khi thực hiện các nhiệm vụ học tập với bộ kit. Cụ thể ở đây là các biểu hiện về thiết kế và thực hiện phương án thí nghiệm. Với tính linh hoạt cao về mặt cơ khí, bộ kit đáp ứng được việc triển khai các ý tưởng thiết kế phương án thí nghiệm đa dạng của học sinh. Việc đề xuất thêm bước “Xây dựng tiêu chí về thiết bị” trong Tiến trình dạy học Vật lý có sử dụng bộ kit robotics (Hình 4) vừa có tác dụng gợi ý cho người học hình dung về thiết kế của mình, vừa là cơ sở để người học tự đánh giá cũng như đánh giá chéo kết quả thí nghiệm thu được.

2.4.3. Về tính khả thi

Trong ví dụ minh họa về chủ đề lực ma sát, chúng tôi đã đề xuất việc sử dụng kết hợp ứng dụng Phyphox và Desmos (hoàn toàn trên điện thoại thông minh) trong việc thu thập, biểu diễn và xử lý số liệu. Giải pháp này nhằm tận dụng nguồn thiết bị sẵn có của học sinh và giáo viên. Đồng thời việc chỉ cần sử dụng một thiết bị giúp tiết kiệm thời gian khi thực hiện thí nghiệm, từ đó học sinh có thể thực hiện được nhiều vòng thiết kế – thực hiện – cải tiến phương án hơn.

Mặc dù, đã chọn ra những loại gạch LEGO đặc trưng nhất cũng như đơn giản hoá về mặt thiết kế giao diện ứng dụng, học sinh vẫn cần một khoảng thời gian nhất định để làm quen với đặc tính của từng loại gạch LEGO, các loại cảm biến cũng như cách sử dụng ứng dụng Phyphox. Vì vậy giáo viên cần tổ chức các hoạt động có sử dụng bộ kit với độ phức tạp tăng dần để học sinh có thể hoàn thành nhiệm vụ trong thời gian của bài học.

Về mặt chi phí, bộ kit robotics tự chế tạo có giá thành khoảng 600.000 đến 800.000 VND (khi mua gạch Technic do các bên thứ ba sản xuất). Với các bộ kit thương mại đang có trên thị trường: LEGO® Education SPIKE™ (www.education.lego.com), Verier (www.vernier.com), Pasco (www.pasco.com), giá thành vào khoảng US\$300-US\$500 cho cùng số lượng cảm biến như kit tự chế. Mặc dù vậy, so sánh này chỉ mang tính chất tham khảo vì các thiết bị thương mại được sản xuất với tính năng đa dạng, còn bộ kit robotics tự chế tạo chỉ có những chức năng cơ bản nhất cho thí nghiệm vật lý phổ thông.

3. Kết luận

Trong quá trình dạy học môn Vật lý, dù đi theo con đường lý thuyết hay con đường thực nghiệm thì cũng cần tổ chức cho học sinh thiết kế và thực hiện các phương án thí nghiệm. Bài báo đã trình bày các tiêu chí xây dựng, giới thiệu các thành phần trong bộ kit và đề xuất tiến trình tổ chức hoạt động học tập có sử dụng bộ kit nhằm giúp bồi dưỡng năng lực thực nghiệm. Tiến trình được đề xuất đã bổ sung bước “Xây dựng tiêu chí về thiết bị”, vừa có tác dụng gợi ý vừa thúc đẩy sự phát triển năng lực tư duy thiết kế, năng lực sáng tạo của học sinh. Ngoài ra, bài báo cũng minh họa việc sử dụng bộ kit theo tiến trình đã đề xuất trong dạy học về chủ đề lực ma sát. Bộ kit robotics là sự kết hợp của các khối gạch LEGO, vi điều khiển ESP32, ứng dụng Phyphox và ứng dụng Desmos được cài đặt trên điện thoại thông minh, có những ưu điểm như: hỗ trợ học sinh trong việc thiết kế, thực hiện đa dạng các phương án thí nghiệm; không

yêu cầu kỹ năng lập trình ở người học; sử dụng kết nối không dây với điện thoại thông minh nên phù hợp khi triển khai trên lớp học. Trong tương lai, cần có thêm các nghiên cứu về việc sử dụng bộ kit robotics để phát triển năng lực ở học sinh, bao gồm các năng lực chung cũng như năng lực đặc thù trong từng môn học thuộc lĩnh vực STEM.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Bitzenbauer, P., & Meyn, J.-P. (2021). Fostering experimental competences of prospective physics teachers. *Physics Education*, 56(4), Article 045020.
- Chu, W. W., Ong, E. T., Ayop, S. K., Azmi, M. S. M., Abdullah, A. S., Karim, N. S. A., & Tho, S. W. (2023). The innovative use of smartphone for sound STEM practical kit: a pilot implementation for secondary classroom. *Research in Science & Technological Education*, 41(3), 1008-1030.
- Church, W. J., Ford, T., Perova, N., & Rogers, C. (2010). *Physics With Robotics-Using LEGO MINDSTORMS In High School Education* AAAI Spring Symposium: Educational Robotics and Beyond, Stanford, California, USA.
- Ferrari, M. (2001). *Building robots with lego mindstorms*. Elsevier.
- Imtinan, N., & Kuswanto, H. (2023). The use of phyphox application in physics experiments. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 8, 183-191.
- Le, A. D., Nguyen, N. H., & Tran, N. C. (2023). Building general experimental competence framework of physics. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 20(2), 253-265.
- Lotriet, H. H., & Gouws, P. M. (2025). Educational robotics in physics education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 1-30.
- Ministry of Education and Training. (2018). *Circular No. 32/2018/TT-BGDDT, Dated December 26, 2018, Promulgating the General Education Program*. Hanoi, Vietnam.
- Nguyen, T. L., & Huynh, T. N. D. (2022). Situation of experimental competency development of teacher education students for general physics lab. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 19(5), 745-759.
- Nguyen, T. N., & Hoang, P. M. (2019). Organizing experiential learning activities for students in direction of STEM education through club activities and using of the lab facilities in high school. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 15(4), 5-16.
- Nguyen, T. N., & Le, C. D. (2024). Developing students' experimental competency through Physics daily life experiments at high schools. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 21(4), 727-740.

- Nguyen, T. N., & Ta, T. T. (2021). STEAM education and the applicability of design thinking as an approach to integrate Art-Liberal into STEAM education. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 18(2), 310-320.
- Si, P. P. M. X. T., Tuong, D. H., Duong, X. Q., & Tran, N. C. (2024). Designing and manufacturing an experimental kit on electromagnets and electric motors for organizing STEM experiential activities for students in teaching electromagnetism based on the Laos general education program. *TNU Journal of Science and Technology*, 229(01/S), 226-235.
- Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H., & Stampfer, C. (2018). Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox. *Physics Education*, 53(4), Article 045009.
- Tuong, D. H., & Dinh, V. N. (2024). Designing and manufacturing force sensors connecting to smartphones for teaching. *TNU Journal of Science and Technology*, 229(12), 130-136.
- Tuong, D. H., Tran, N. C., & Nguyen, V. T. V. (2024). Application of sensors and software on smart phones implementing STEM education. *TNU Journal of Science and Technology*, 229(01/S), 181-189.
- Weber, B., Suhina, T., Junge, T., Pastewka, L., Brouwer, A., & Bonn, D. (2018). Molecular probes reveal deviations from Amontons' law in multi-asperity frictional contacts. *Nature Communications*, 9(1), 888.

DEVELOPMENT AND USE OF A ROBOTICS KIT FOR TEACHING MECHANICS TO FOSTER STUDENTS' EXPERIMENTAL COMPETENCE

Nguyễn Võ Thanh Việt^{1*}, Tuong Duy Hai², Dang Thanh Hai³

¹Le Quy Don High School for the Gifted, Da Nang, Vietnam

²Hanoi National University of Education, Vietnam

³Vietnam Education Publishing House, Hanoi, Vietnam

*Corresponding author: Nguyen Vo Thanh Viet – Email: nvt.viet97@gmail.com

Received: December 04, 2025; Revised: January 23, 2026; Accepted: April 10, 2026

ABSTRACT

In student-designed physics investigations, particularly those involving multiple hypotheses, conventional laboratory equipment often lacks the flexibility required to accommodate diverse experimental designs. This paper examines the advantages and limitations of existing physics experiment kits and robotics kits used in physics education. Based on this analysis, it proposes a new educational kit that combines the mechanical flexibility of LEGO components, the processing capabilities of an ESP32 microcontroller, and the phyphox application for data visualization and analysis. To demonstrate its applicability, the paper presents several experimental approaches using the proposed kit to teach friction in the high school physics curriculum. These examples illustrate the kit's potential to support students in designing and implementing diverse experimental procedures, testing hypotheses, and analyzing data, thereby contributing to the development of their experimental competence.

Keywords: educational kits; hands-on learning; Physics teaching; STEM education