

Bài báo nghiên cứu

**ỨNG DỤNG VI ĐIỀU KHIỂN VÀ CẢM BIẾN ĐỂ CHẾ TẠO
CÁC BỘ THÍ NGHIỆM KHẢO SÁT KẾT NỐI VỚI THIẾT BỊ THÔNG MINH
VẬN DỤNG TRONG DẠY HỌC VẬT LÝ TRUNG HỌC PHỔ THÔNG
THEO CHƯƠNG TRÌNH 2018**

Quách Uy Lập^{1*}, Trần Văn Lượng²

¹Trường TH – THCS – THPT Lê Thánh Tông, Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Quách Uy Lập – Email: quachuylap@gmail.com

Ngày nhận bài: 06-12-2025; Ngày nhận bài sửa: 28-12-2025; Ngày nhận đăng: 07-01-2026

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu với mục đích chế tạo các bộ thí nghiệm có thể kết nối với thiết bị thông minh, cho phép khảo sát đặc trưng dao động điều hoà, chuyển động tròn, hằng số Faraday và điện tích nguyên tố. Bên cạnh đó kết quả của bộ thí nghiệm được hiển thị một cách liên tục theo thời gian thực thông qua kết nối truyền tin hiệu wifi bằng vi điều khiển kết nối với Blynk app 2.0. Các bộ thí nghiệm có khả năng kiểm chứng và đo đạc chính xác với độ sai biệt giữa quá trình thực nghiệm và lý thuyết nhỏ hơn 2,5%. Các bộ thí nghiệm góp phần hỗ trợ giáo viên và học sinh trong việc dạy và học các kiến thức vật lý trong chương trình Vật lý trung học phổ thông theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018 nhằm giúp học sinh nâng cao năng lực Vật lý.

Từ khóa: chuyển động tròn; hằng số Faraday; dao động điều hoà; vi điều khiển; năng lực vật lý

1. Giới thiệu

Trong Chương trình giáo dục phổ thông 2018, môn Vật lý trung học phổ thông nhấn mạnh việc gắn kết kiến thức lý thuyết với thí nghiệm nhằm hình thành và phát triển năng lực khoa học cho học sinh. Tuy nhiên, trong thực tế giảng dạy, khi đề cập đến các nội dung như dao động điều hoà, dòng điện không đổi hay con lắc lò xo, giáo viên thường chỉ khái quát hiện tượng mà ít tiến hành kiểm chứng bằng thí nghiệm. Nguyên nhân chủ yếu xuất phát từ việc thí nghiệm tốn nhiều thời gian lắp đặt, đo đạc và xử lý số liệu, trong khi các thiết bị hiện có ở trường phổ thông phần lớn chỉ mang tính chất định tính, thao tác thủ công, chưa đáp ứng yêu cầu đo đạc và xử lý dữ liệu tự động, cũng như chưa có khả năng kết nối với các thiết bị thông minh như máy tính hay điện thoại thông minh.

Ở Việt Nam, số lượng thiết bị thí nghiệm định lượng phục vụ cho các nội dung nêu

Cite this article as: Quach, U. L., & Tran, V. L. (2026). Application of microcontrollers and sensors in developing experimental apparatuses integrated with smart devices for high school Physics teaching under the 2018 General Education Curriculum. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 23(SI1), 432-443. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.SI1.5422\(2026\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.SI1.5422(2026))

trên còn hạn chế. Các bộ thiết bị trong nước, tiêu biểu như của Công ty Thiết bị Giáo dục Việt Nam, chủ yếu mang tính chất trực quan, độ chính xác phụ thuộc nhiều vào kỹ năng thao tác của người thực hiện. Trên thị trường quốc tế, các bộ thí nghiệm hiện đại như P1397400 cho phép đo nhanh, chính xác và có thiết kế gọn nhẹ, thuận tiện sử dụng trong lớp học. Tuy nhiên, chi phí cao và việc phải nhập khẩu khiến các bộ thí nghiệm này chưa phù hợp để triển khai rộng rãi tại các trường phổ thông Việt Nam. Trong những năm gần đây, một số nhóm nghiên cứu trong nước (Nguyen et al., 2018; Nguyen et al., 2019; Nguyen et al., 2020; Nguyen et al., 2021; Nguyen et al., 2025) đã ứng dụng vi điều khiển để chế tạo thiết bị thí nghiệm hỗ trợ đo đạc và xử lý dữ liệu tự động, bước đầu cho thấy tính khả thi. Trên cơ sở đó, nghiên cứu này trình bày việc thiết kế và chế tạo các bộ thí nghiệm khảo sát dao động điều hoà, chuyển động tròn, xác định hằng số Faraday và điện tích nguyên tố thông qua hiện tượng dương cực tan. Các bộ thí nghiệm được tích hợp vi điều khiển Arduino và cảm biến, cho phép tự động hoá quá trình đo, hiển thị kết quả liên tục, vẽ đồ thị trực tiếp trên thiết bị thông minh, đồng thời đảm bảo sai số nhỏ so với lý thuyết và phương pháp đo truyền thống. Điều này cho thấy các thiết bị có tiềm năng ứng dụng trong dạy học Vật lý ở trường trung học phổ thông theo định hướng phát triển năng lực của Chương trình giáo dục phổ thông 2018.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: vi điều khiển Arduino, Blynk app, kiến thức cơ bản về ngôn ngữ lập trình C++, các nội dung kiến thức vật lý lớp 10, 11 trong chủ đề dao động, dòng điện, lò xo.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: đọc, nghiên cứu tài liệu về điện – điện tử, vi điều khiển Arduino, cảm biến, thiết kế mạch điện tử.

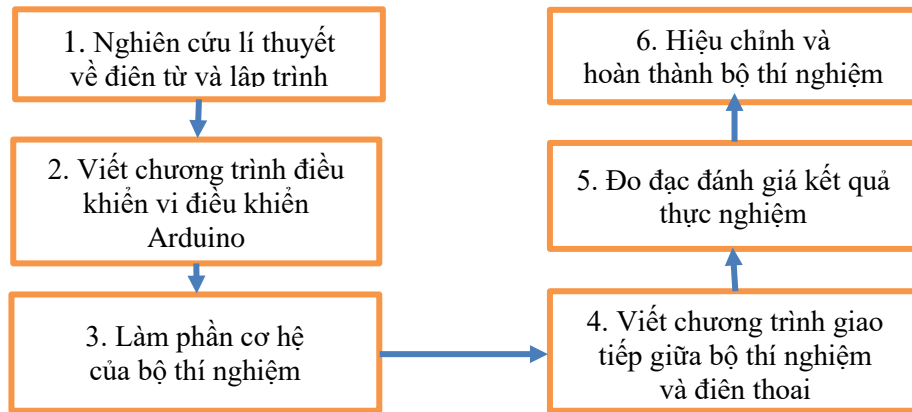
Phương pháp lấy ý kiến chuyên gia: xây dựng sơ đồ và cấu tạo của bộ thí nghiệm dưới sự hỗ trợ, hướng dẫn của giáo viên.

Phương pháp thực nghiệm: kiểm tra cấu tạo và hoạt động của từng bộ phận của bộ thí nghiệm trên testboard, rút ra ưu và nhược điểm cấu tạo, từ đó thiết kế mạch tích hợp các bộ phận.

Phương pháp mô phỏng: mô phỏng mạch thiết kế nhằm rút ra ưu và nhược điểm của mạch dự tính thiết kế, tối ưu hoá mạch điện tử Arduino.

2.3. Quy trình thực hiện nghiên cứu

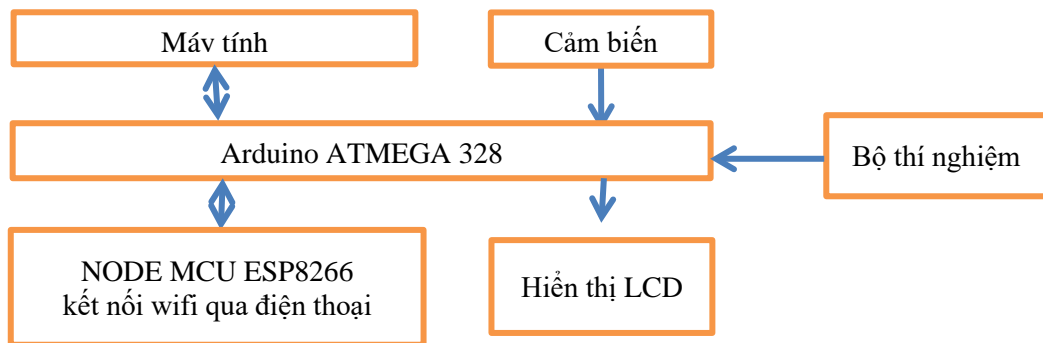
Quá trình thực hiện nghiên cứu này có thể tóm tắt theo sơ đồ như Hình 1. Bước đầu tiên tập trung nghiên cứu về những kiến thức cơ bản về điện tử (cách sử dụng các thiết bị đo, nguyên lý hoạt động của vi điều khiển) được tập trung để làm nền tảng để thực hiện các bước tiếp theo. Chương trình điều khiển cho vi điều khiển Arduino được viết bằng ngôn ngữ C++ thông qua phần mềm Arduino. Chương trình điều khiển được hoàn thiện thông qua việc lắp ráp phần cơ và chạy thử từng bộ phận. Đây là bước quan trọng nhất trong quá trình thực hiện nghiên cứu này. Chương trình giao tiếp giữa bộ thí nghiệm và máy điện thoại được xây dựng trên nền tảng Blynk app. Kết nối giữa bộ thí nghiệm và điện thoại thông minh qua kết nối wifi. Trên cơ sở so sánh kết quả của bộ thí nghiệm với các giá trị đo bằng phương pháp khác.



Hình 1. Tóm tắt quá trình thực hiện

2.4 Cấu trúc và hoạt động của bộ thí nghiệm

Trong bộ thí nghiệm này (Hình 2), vi điều khiển Arduino ATMEGA 328 đóng vai trò là trung tâm điều khiển có nhiệm vụ hiện giá trị đo của cảm biến chuyển động lên màn hình LCD do người dùng điều khiển qua nút nhấn (chế độ thủ công) hoặc chuyển tiếp dữ liệu qua điện thoại (chế độ tự động).

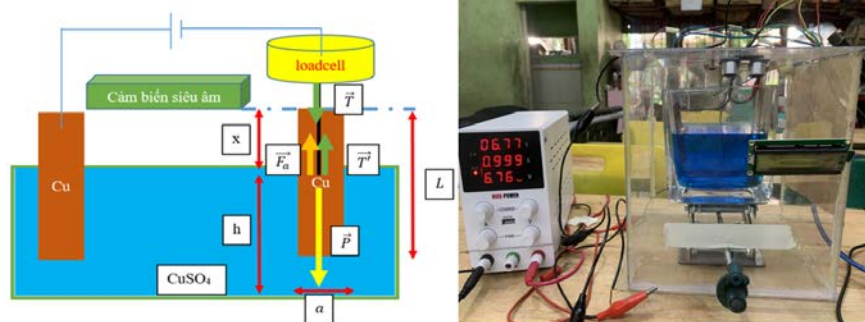


Hình 2. Sơ đồ vận hành

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Mô hình bộ thí nghiệm khảo sát dòng điện trong chất điện phân, hằng số Faraday và điện tích nguyên tố

3.1.1. Cơ sở lí thuyết



Hình 3. Mô hình của bộ thí nghiệm khảo sát hằng số Faraday

Mô hình bộ thí nghiệm được mô tả trong Hình 3 gồm một bộ nguồn điện đa năng WANPTEK NPS3010W, 30V-10A có thể điều chỉnh chế độ giữ nguyên dòng điện. Hai thanh kim loại được nối vào hai cực cathode và anode để tích điện trái dấu, một thanh kim loại được treo vào sợi dây chỉ mảnh không khối lượng nối với cảm biến lực dạng kéo Mavin có tải trọng 100 g, độ nhạy 0,001 g, cảm biến siêu âm đóng vai trò là thiết bị để đo khoảng cách nhô ra của thanh kim loại so với mặt nước. Tất cả tín hiệu thu được bằng cảm biến sẽ được xử lý thông qua vi điều khiển Arduino ATmega 328. Trong mô hình này, quá trình điện phân dung dịch CuSO₄ tuân theo nguyên tắc cơ bản của điện hoá. Khi áp dụng điện năng qua các điện cực, các phản ứng oxi hoá khử xảy ra tại các điện cực. Tại điện cực âm, ion Cu²⁺ sẽ nhận electron và thu lại thành chất Cu kim loại. Trong khi đó, tại điện cực dương, ion SO₄²⁻ sẽ nhường electron và oxi hoá thành khí O₂ và nước. Theo định luật Faraday, khối lượng tăng lên ở cathode được xác định theo công thức:

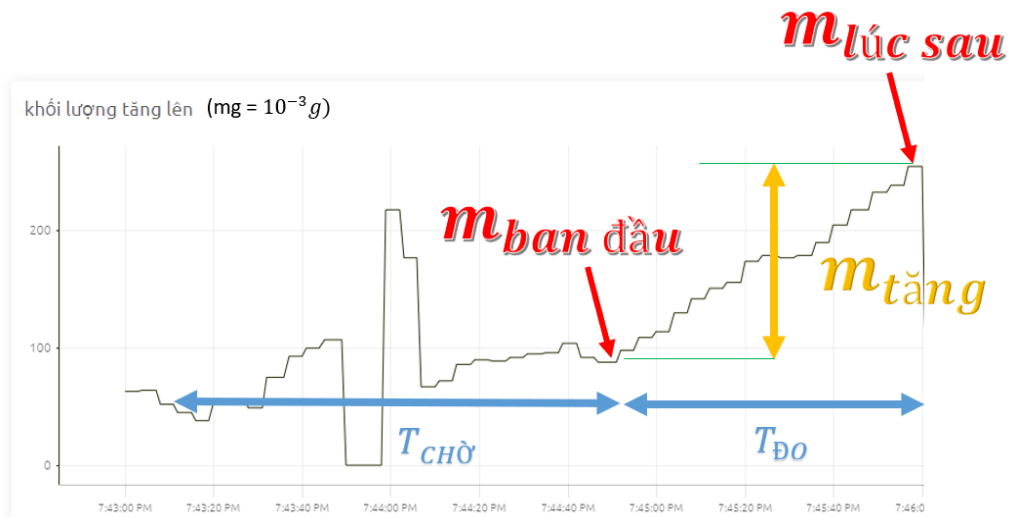
$$m = \frac{A.I.t}{F.n}$$

với m (g) trong trường hợp này là khối lượng đồng bám lên thanh cathode; A: số khối (DVC); I: cường độ dòng điện trong dung dịch (A); F: hằng số Faraday (C/mol); n: số hoá trị; t: thời gian điện phân (s).

3.1.2. Kết quả đo bộ thí nghiệm khảo sát dòng điện trong chất điện phân

Với điều kiện khảo sát hằng số Faraday: chúng tôi sử dụng dòng điện I = 1 A, thời gian khảo sát là 12 phút 5 giây với điện cực khảo sát là đồng với số khối là A = 63,546, hoá trị là n = 2 được ngâm vào dung dịch CuSO₄ được pha với nồng độ phần trăm cố định là C% = 5%.

Sau khi tiến hành khảo sát nhiều lần, chúng tôi thu được đồ thị có dạng như Hình 4:



Hình 4. Biểu đồ khối lượng tăng thay đổi theo thời gian thực

Dựa vào đồ thị thấy rằng, khối lượng tỉ lệ tuyến tính theo thời gian, đồ thị đi qua gốc toạ độ, hệ số góc của đồ thị chính là $\frac{A.I}{F.n}$. Theo phương pháp khớp hàm đồ thị ta được hệ số góc là 0,00032, từ đó ta tính được như sau:

$$\frac{A.I}{F.n} = 0,00032 \Rightarrow F = 96630 \text{ C/mol.}$$

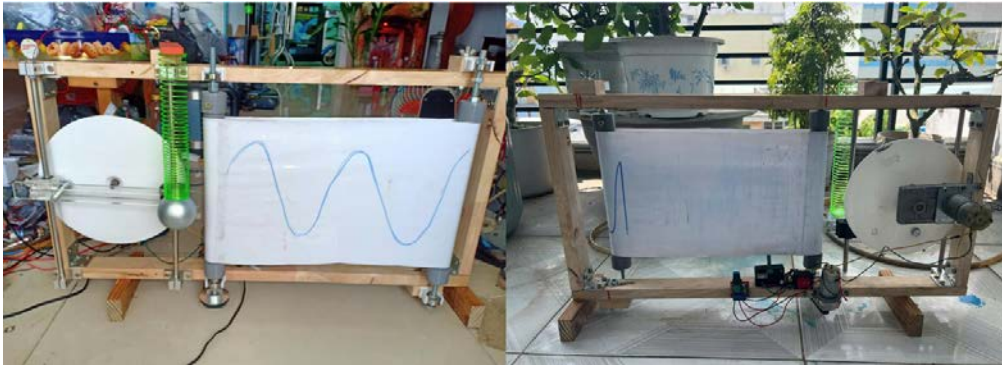
So sánh với lí thuyết thì hằng số Faraday có giá trị chính xác là 96485 C/mol. Sai số tương đối của phép đo là thấp khoảng 0,2 %. Giá trị sai số chủ yếu do cảm biến đo, phương pháp xử lí tấm đồng.

Điện tích nguyên tố được xác định từ biểu thức: $F = N_A \cdot e$ với N_A là số Avogadro: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. Điện tích nguyên tố tính ra được là $e = 1,604 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, giá trị gần đúng so với lí thuyết.

3.2. Mô hình bộ thí nghiệm khảo sát dao động điều hoà của con lắc lò xo

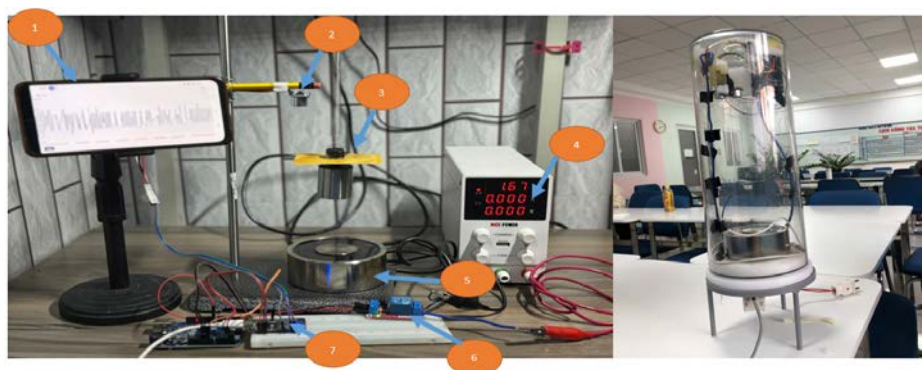
3.2.1. Cơ sở lí thuyết

Bộ thí nghiệm không chỉ cho phép khảo sát dao động điều hoà của con lắc lò xo mà còn tích hợp tính năng kết nối wifi và cảm biến siêu âm, giúp nâng cao độ chính xác và tính thuận tiện trong quá trình thực hiện. Ngoài ra, hệ thống còn có thể được sử dụng như một công cụ hỗ trợ giảng dạy các bài học về dao động điều hoà trong chương trình Vật lí lớp 11 (Hình 5).



Hình 5. Bộ thí nghiệm dao động điều hoà bằng hệ cơ học

Tuy nhiên, có thể khắc phục phần nào sự tắt dần của con lắc bằng cách giảm áp suất không khí trong quá trình dao động. Bộ thí nghiệm dao động được đặt trong một hộp kín, không khí bên trong được hút ra bởi động cơ bơm hút chân không, áp suất trong bình khoảng 10^{-3} bar có thể xem như sự ma sát sẽ không ảnh hưởng đáng kể (Hình 6). Từ đó từ dao động tắt dần của hệ đã chuyển thành dao động điều hoà theo phương thẳng đứng.



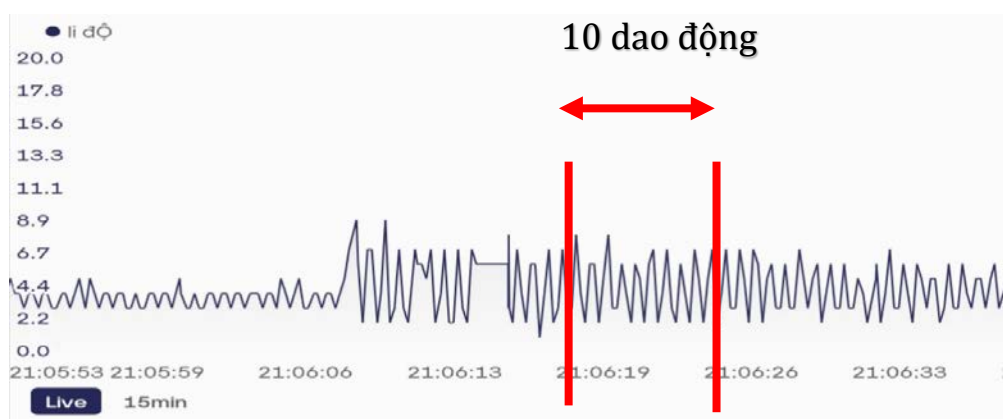
Hình 6. Bộ thí nghiệm dao động điều hoà bằng hệ cơ học trong buồng chân không

Nam châm điện đóng vai trò là nguồn kích thích ban đầu vật kéo vật ra khỏi vị trí cân bằng, sau khi nam châm được bật, vật nặng sẽ dính chặt vào nam châm và tốc độ lúc này của vật bị triệt tiêu. Sau khi ngừng kích thích nam châm thì vật sẽ bắt đầu dao động, hệ được điều khiển hoàn toàn bằng thiết bị thông minh, qua đó khi hệ được đặt vào buồng chân không thì các thao tác vẫn được đảm bảo. Cảm biến siêu âm trong hệ đóng vai trò là thiết bị đo khoảng cách, từ đó thấy được sự thay đổi li độ theo thời gian. Vi điều khiển Arduino đóng vai trò như hệ thống trung tâm giúp đo đạc thời gian biến thiên, từ đó tính chu kì dao động, biên độ dao động và truyền tải thông tin đến thiết bị ngoại vi.

3.2.2. Kết quả đo bộ thí nghiệm khảo sát dao động điều hoà trong chân không

Con lắc lò xo có độ cứng $k = 15,0 \text{ N/m}$ do nhà sản xuất cung cấp, nhóm đã kiểm tra thông qua phương pháp dùng lực kế và treo vật nặng. Khối lượng trong quá trình khảo sát được thay đổi lần lượt từ 1 đến 3 kg, mỗi lần thay đổi là 0,5 kg.

Sau khi tiến hành khảo sát nhiều lần, chúng tôi thu được đồ thị có dạng như Hình 7:



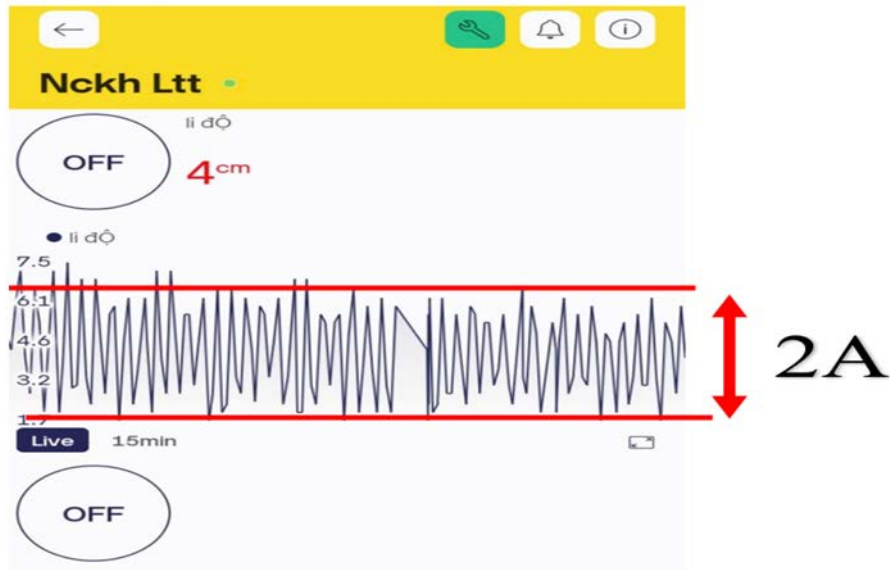
Hình 7. Biểu đồ li độ dao động theo thời gian thực

Dựa vào đồ thị thấy rằng ở những chu kì đầu biên độ hầu như không thay đổi, đồ thị li độ theo thời gian có dạng hình sin giống với cơ sở lí thuyết. Chu kì lúc này được đo thông qua vi điều khiển bằng cách đo số lần li độ của vật cực đại chia cho thời gian thực tế vi điều khiển đo. Kết quả cho thấy sai số của phép đo dùng cảm biến so với phép đo truyền thống dưới 1,5% (Bảng 1).

Bảng 1. Kết quả so sánh kết quả đo của hệ so với phương pháp truyền thống

	Chu kì $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, $k = 15,0 \frac{N}{m}$	Chu kì $T = \frac{t}{n}$, $n = 10$ dao động	Sai số tương đối của hai phép đo
m = 1,0 kg	1,63 s	1,61 s	1,2 %
m = 1,5 kg	1,99 s	1,97 s	1,0 %
m = 2,0 kg	2,30 s	2,27 s	1,3 %
m = 2,5 kg	2,57 s	2,54 s	1,1 %
m = 3,0 kg	2,80 s	2,77 s	1,1 %

Quan sát Hình 7 cho thấy vị trí các đỉnh dao động không đều như trong lí thuyết, nguyên nhân là do sai số của cảm biến. Ngoài ra, sự xuất hiện của các đoạn gãy khúc trên đồ thị được giải thích bởi độ trễ nhất định trong quá trình truyền dữ liệu lên app. Bên cạnh đó, khi tính toán dựa trên số dao động thực hiện mà hệ đo được nhóm thấy rằng kết quả đo chu kì dao động không có nhiều sai lệch khi đo thông qua khối lượng m và độ cứng lò xo. Khi thay đổi vật nặng hoặc độ cứng lò xo ta sẽ thấy đồ thị trên Blynk sẽ “giãn” hoặc “hẹp” lại theo thời gian, từ đó có thể khẳng định được rằng chu kì của dao động con lắc lò xo phụ thuộc vào độ cứng và khối lượng m.



Hình 8. Kết quả li độ theo thời gian hiện trên blynk

Giá trị biên độ của hệ chính là khoảng cách từ vị trí vật nặng bị nam châm điện hút đến vị trí lò xo đang ở trạng thái cân bằng. Thông qua vị điều khiển ta tính được biên độ dao động của hệ được xác định thông qua một nửa độ biến thiên cực đại của li độ cực đại.

Bảng 2. So sánh kết quả đo của hệ với phương pháp truyền thống

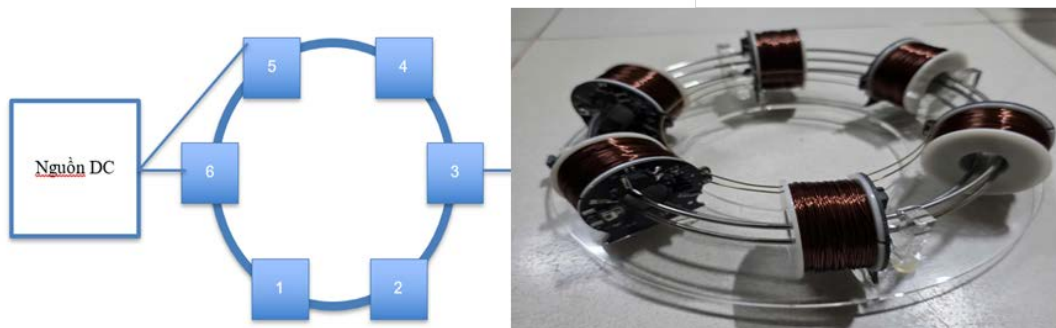
Áp suất trong buồng không khí 10^{-3} bar, xét $n = 10$ dao động		
Khoảng cách từ nam châm điện đến vị trí cân bằng	Biên độ $= \frac{\Delta x_{\max}}{2}$	Sai số tương đối của hai phép đo
3,0 cm	2,9 cm	3,0 %
4,0 cm	3,7 cm	7,5 %
5,0 cm	4,5 cm	10,0 %
6,0 cm	5,2 cm	13,3 %
10,0 cm	7,7 cm	23,0 %

Dựa vào Bảng 2 thấy rằng, khi dao động kích thích với biên độ nhỏ thì sai số tương đối nhỏ, khi tăng giá trị kích thích biên độ ban đầu sai số tương đối lúc này tăng lên. Điều này khẳng định rằng khi biên độ nhỏ dao động của lò xo sẽ ổn định hơn khi dao động với biên độ lớn. Lí do cho việc này là do lò xo của hệ thuộc loại lò xo giãn nếu biên độ nhỏ thì trong quá trình dao động biên độ luôn lớn hơn độ biến dạng của lò xo ở vị trí cân bằng, nghĩa là lò xo luôn giãn trong suốt quá trình dao động. Ngược lại, nếu trong quá trình con lắc lò xo dao động nếu lò xo có trạng thái nén thì sự nén lò xo không đáng kể dẫn đến sai số trên. Tuy nhiên, khi tăng giá trị biên độ kích thích lên 10 cm thì sai số tương đối lúc này tăng là do độ giãn lúc này đã vượt giới hạn đàn hồi của lò xo dẫn đến sai số lớn dần. Giá trị chu kì và biên độ được hiển thị trên app để người dùng có thể quan sát trực tiếp dao động của con lắc lò xo.

3.3. Mô hình bộ thí nghiệm khảo sát chuyển động tròn đều

3.3.1. Cơ sở lí thuyết

Thí nghiệm đo tốc độ quay của viên bi tròn dựa trên cảm ứng từ gây ra tại tâm của cuộn dây có dòng điện không đổi đi qua, nhóm đã thiết kế hệ có vòng cung tròn đường kính 20 cm, đường kính viên bi là 5 cm, các cảm biến vật cản để nhận diện được vị trí viên bi được đặt tại mỗi cuộn dây. Có 6 cuộn dây được gắn vào khung có nhiệm vụ gia tốc cho viên bi, dòng điện được điều chỉnh bởi nguồn điện có khả năng thay đổi dòng điện. Mỗi cuộn dây được gắn trên khung sao cho góc hợp bởi trục của hai cuộn dây kề nhau là 60° .



Hình 9. Bộ thí nghiệm khảo sát chuyển động tròn

Ban đầu, viên bi được gia tốc bởi lực từ gây ra bởi cuộn dây có dòng điện đi qua, sau một khoảng thời gian khi tốc độ viên bi tăng đến giá trị đáng kể sẽ sinh ra lực ma sát bằng

với lực từ, làm cho viên bi chuyển động thẳng đều. Do tốc độ di chuyển viên bi khá nhanh và phụ thuộc vào dòng điện chạy qua nên sử dụng vi điều khiển là lợi thế để đo đạc một cách chính xác và tự động. Kết quả đo có thể thể hiện trên máy tính được kết nối hoặc điện thoại thông minh giúp học sinh dễ dàng quan sát hiện tượng chuyển động cũng như vận tốc của viên bi.

3.3.2. *Kết quả đo bộ thí nghiệm khảo sát chuyển động tròn*

Dựa trên cơ sở lý thuyết, cảm ứng từ tại tâm vòng dây là một hàm phụ thuộc vào cường độ dòng điện B(I). Khi viên bi chuyển động xuyên qua tâm vòng dây, từ trường đặc trưng bởi cảm ứng từ này sẽ tác dụng lực từ lên viên bi. Lực từ đóng vai trò là lực gây gia tốc tiếp tuyến cho viên bi. Đồng thời, lực ma sát lăn cũng có ảnh hưởng đáng kể đến chuyển động tròn của viên bi. Khi chiếu các lực tác dụng lên phương tiếp tuyến, trùng với hướng chuyển động của viên bi, ta thu được biểu thức động lực học sau:

$$F - F_{ms} = ma_{tt} \quad (1)$$

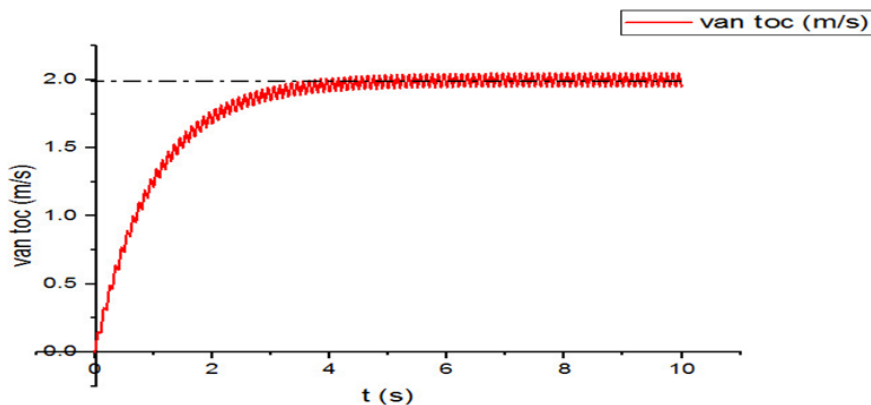
Từ (1) suy ra: $a.B(I) - b.V = m \frac{dv}{dt}$ (2), với a là hệ số phụ thuộc vào đặc trưng của cuộn dây, b là hệ số phụ thuộc vào hệ số ma sát lăn.

Từ (2) suy ra $K.I - b.V = m \frac{dv}{dt}$ (3), với K là hệ số tỉ lệ phụ thuộc a và vị trí chuyển động của vật khi đi qua tâm của vòng dây. Giải phương trình (3) ta được:

$$\frac{dV}{K.I - b.V} . m = dt \Rightarrow \int_0^v \frac{dv}{K.I - b.V} = \int_0^t dt \Rightarrow \ln \left| \frac{K.I - bV}{-b.K.I} \right| = t \Rightarrow V = \frac{-b.K.I.e^{-t} + K.I}{b} \quad (4)$$

Dựa vào (4) ta thấy rằng, thời điểm ban đầu khi vật bắt đầu trượt, vận tốc của viên sẽ tăng nhanh dần theo hàm e mũ, tới khi sau khoảng thời gian dài thì vận tốc đạt tới giới hạn lớn nhất và giữ nguyên không thay đổi, vận tốc khi đó chính là vận tốc khi vật chuyển động tròn đều.

$$V_{\max} = \frac{K}{b} . I$$



Hình 10. Đồ thị biểu diễn tốc độ chuyển động tròn theo thời gian

Ta có thể thấy đồ thị thực nghiệm giống với đồ thị lý thuyết đã nêu, vi điều khiển đóng

vai trò quan trọng để đếm thời gian quét giữa hai lần viên bi đi qua cuộn dây, qua đó kết quả hiển thị trên laptop hoặc điện thoại. Tuy nhiên, kết quả đo còn bị nhiễu do dòng điện cảm ứng sinh ra do quá trình đo dựa trên định luật Lenz và do vi điều khiển gửi tín hiệu có độ trễ nhất định. Thông qua hệ đo ta có thể khảo sát tính chất của chuyển động tròn, cụ thể chuyển động tròn đều giúp học sinh có thể tiếp thu dễ dàng hơn so với dạy học theo phương pháp truyền thống.

3.4. *Biện pháp và khả năng sử dụng bộ thí nghiệm trong dạy học vật lí ở trường phổ thông*

3.4.1. *Ví dụ minh họa thực hiện nội dung dạy bài học*

Trên cơ sở các bộ thí nghiệm đã được trình bày, lấy ví dụ minh họa cho việc thực hiện nội dung dạy học bài Dao động điều hòa (Chương trình Vật lí 11). Về yêu cầu học sinh sử dụng thiết bị thông minh đã được kết nối với bộ thí nghiệm khảo sát dao động điều hòa thông qua Blynk app, từ đây học sinh có thể đo và xác định biên độ dao động và chu kì thông qua điều kiện đầu đã được xác định sẵn. Học sinh được sử dụng bộ thí nghiệm được chế tạo trong hoạt động kiểm chứng, về cách thức thực hiện, tùy thuộc vào đặc điểm của học sinh, giáo viên thực hiện phương án tổ chức dạy học theo kịch bản và kế hoạch kiểm chứng do giáo viên xây dựng. Sau đây là bảng 3 mô tả các hoạt động dạy học sử dụng bộ thí nghiệm.

Bảng 3. Bảng mô tả tổng quan các hoạt động

Tên hoạt động	Mô tả tổng quan	Thời lượng
Chuyển giao nhiệm vụ	Giáo viên trình bày mục tiêu và yêu cầu với bài học kiểm chứng dao động điều hòa của con lắc lò xo Học sinh tiếp nhận nhiệm vụ	10 phút
Xây dựng phương án thí nghiệm	Học sinh nghiên cứu kiến thức liên quan, xây dựng và lựa chọn phương án tiến hành thí nghiệm Xây dựng sơ đồ bố trí thí nghiệm	20 phút
Thực hiện thí nghiệm	Học sinh thiết lập các thông số cơ bản, tiến hành thực hiện thí nghiệm, thu thập, xử lí số liệu	30 phút
Phân tích đánh giá kết quả thực hiện	Học sinh báo cáo kết quả, tiến trình thí nghiệm, đánh giá phương án, đề xuất biện pháp khắc phục cải tiến Giáo viên nhận xét tổng kết bài học	30 phút

3.4.2. *Khả năng ứng dụng của bộ thí nghiệm*

Các bộ thí nghiệm được xây dựng đã thể hiện tính đa năng và hiệu quả trong giáo dục. Thông số qua thí nghiệm và kết quả thực nghiệm cho thấy tính khả thi khi triển khai ở các trường phổ thông với ưu điểm các nguyên vật liệu với giá thành rẻ, kết quả đo đạc cho ra tương đối chính xác phù hợp với lí thuyết. Bộ xử lí trung tâm sử dụng vi điều khiển Arduino với mã nguồn mở dễ tiếp cận với người sử dụng, thuận tiện cho khả năng bảo trì thiết bị. Sau đây là bảng thống kê chi phí sản xuất, độ bền thiết bị sau khi nhóm đã chế tạo và sử dụng trong trường phổ thông.

Bảng 4. Bảng chi phí sản xuất, độ bền thiết bị

Tên bộ thí nghiệm	Chi phí sản xuất	Độ bền thiết bị sau 2 năm đã sử dụng
Khảo sát dòng điện trong chất điện phân, hằng số Faraday và điện tích nguyên tố	850.000 VNĐ/ 1 bộ	Không hư hỏng, thay thế dung môi điện phân thường xuyên
Dao động điều hoà của con lắc lò xo	500.000 VNĐ/ 1 bộ	Không hư hỏng, cần thay thế lò xo sau nhiều lần thực hành
Khảo sát chuyển động tròn đều	600.000 VNĐ/ 1 bộ	Không hư hỏng

4. Kết luận

Từ các thí nghiệm đã cho thấy sự tiện lợi trong giao tiếp giữa vi điều khiển và máy tính, việc thu thập dữ liệu và truyền nhận một cách nhanh chóng, đơn giản. Các bộ thí nghiệm đã cho ra kết quả tốt bằng việc khảo sát đối tượng với sai số nhỏ hơn 5%. Tuy nhiên, do thiết kế cơ khí chưa tốt dẫn đến việc cho sai số đo cảm biến lực còn lớn.

Bộ thí nghiệm có thể dùng để dạy bài thí nghiệm phần cơ học, điện học trong chương trình vật lý phổ thông với ưu điểm nổi bật là tự động hoá và truyền nhận dữ liệu không dây (khoảng cách máy tính có thể nhận dữ liệu cảm biến 10 m trong môi trường vật cản). Bộ thí nghiệm đã chế tạo rút ngắn thời gian đo đạc và thu nhận số liệu bên cạnh đó người thao tác dễ thực hiện do thí nghiệm đã tự động hoá.

Nếu được khắc phục nhược điểm và cải tiến, bộ thí nghiệm ứng dụng vi điều khiển sẽ được sử dụng rộng rãi không chỉ trong phòng thí nghiệm hay trên đại học mà còn được ứng dụng ở trong các tiết học trên lớp ở trường phổ thông.

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

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyen, T. P., Quach, U. L., Ngo, M. N., & Nguyen, L. D. (2019). Ung dung cam bien luc va vi dieu khien Arduino de thiet ke bo thi nghiem khao sat he so ma sat [Application of force sensors and Arduino microcontrollers in designing experimental apparatus for investigating friction coefficients]. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 16(4), 81–89. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.16.4.2693\(2019\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.16.4.2693(2019))
- Nguyen, T. P., Le, L. A. P., Ngo, M. N., Nguyen, H. L., Nguyen, T. P., & Nguyen, L. D. (2020). Ung dung vi dieu khien Arduino va cam bien luc de che tao bo thi nghiem khao sat luc tu tac dung len doan day dan thang co dong dien [Application of Arduino microcontrollers and force sensors in developing experimental apparatus for investigating the magnetic force on a straight current-carrying wire segment]. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 17(8), 1327–1335. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.8.2819\(2020\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.17.8.2819(2020))

- Nguyen, T. P., Phan, V. H. L., Nguyen, H. L., Ngo, M. N., Nguyen, T. P., & Nguyen, L. D. (2021). Nghiên cứu và chế tạo thiết bị đo thời gian, khoảng cách và lực bằng vi điều khiển ESP8266 kết hợp công quang điện, cảm biến VL53L0X và cảm biến lực [Research and development of time, distance, and force measuring devices using ESP8266 microcontroller integrated with photogates, VL53L0X sensors, and force sensors]. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 18(5), 784–792. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.18.5.2925\(2021\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.18.5.2925(2021))
- Nguyen, T. L., Nguyen, L. D., Nguyen, H. L., & Lam, T. L. (2025). Xây dựng và sử dụng bộ thí nghiệm khảo sát ba định luật thực nghiệm của chất khí [Construction and application of experimental apparatuses for investigating the three experimental gas laws]. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 22(5), 861–873. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.5.4719\(2025\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.22.5.4719(2025))
- Nguyen, T. P., Phan, N. H., Tran, T. P., Ngo, M. N., & Nguyen, L. D. (2018). Chế tạo bộ thí nghiệm đo đặc tính dòng đặc tuyến Volt-Ampere một số linh kiện điện tử nhằm phục vụ giảng dạy Vật lý 11 trung học phổ thông [Fabricating an experimental system to automatically measure I-V curves of some devices for teaching in high school (Grade 11)]. *Journal of Science the University of Danang – University of Science and Education*, 298(3), 92-97. <https://doi.org/10.47393/jshe.v8i3B.729>

**APPLICATION OF MICROCONTROLLERS AND SENSORS IN DEVELOPING
EXPERIMENTAL APPARATUSES INTEGRATED WITH SMART DEVICES
FOR HIGH SCHOOL PHYSICS TEACHING UNDER
THE 2018 GENERAL EDUCATION CURRICULUM**

Quach Uy Lap^{1*}, *Tran Van Luong*²

¹Le Thanh Tong Primary – Secondary – High School, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam National University Ho Chi Minh City, Vietnam

*Corresponding: *Quach Uy Lap* – Email: quachuylap@gmail.com

Received: December 06, 2025; Revised: December 28, 2025; Accepted: January 07, 2026

ABSTRACT

This paper presents research findings on the development of experimental apparatuses that can connect to smart devices for investigating harmonic oscillation, circular motion, Faraday’s constant, and the elementary charge. In addition, the experimental results are displayed continuously in real time through Wi-Fi signal transmission using a microcontroller integrated with the Blynk App 2.0. These apparatuses demonstrate high precision and validation capability, with discrepancies between experimental and theoretical results of less than 2.5%. The apparatuses effectively support teachers and students in teaching and learning Physics in the high school curriculum under the 2018 General Education Curriculum, thereby helping enhance students’ physics competencies.

Keywords: circular motion; Faraday’s constant; harmonic oscillation; microcontroller; physics competence