

DESIGN, MANUFACTURE, AND UTILIZE A CONCURRENT FORCES SURVEY EXPERIMENT SET TO FOSTER PROBLEM-SOLVING AND CREATIVITY SKILLS OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN PHYSICS EDUCATION

Nghiêm Hồng Trung

Phung Khắc Khoan - Thach That High School - Thach That district - Ha Noi

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 20/11/2023 Revised: 18/01/2024 Published: 18/01/2024	Students encounter significant challenges and misconceptions in learning about concurrent forces; the extant laboratory apparatus fails to adequately represent the principles of concurrent forces, posing difficulties for educators in facilitating cognitive learning activities that foster the development of students' problem-solving and creative capacities. The author identifies a pressing need for the fabrication of a novel experimental apparatus. Through empirical investigations into the utilization of the current experimental apparatus in educational settings across various institutions, a comprehensive analysis of its limitations and deficiencies has been conducted. This analysis has culminated in the development of an innovative apparatus that effectively overcomes the aforementioned constraints. The outcomes achieved with this new experimental setup demonstrate a markedly high level of precision, significantly enhancing the development of students' problem-solving and creative skills in the scientific domain.
KEYWORDS	
Physics experiment kit	
Rules of concurrent forces	
Experiments of concurrent forces	
Problem solving capacity	
Creativity	

THIẾT KẾ CHẾ TẠO VÀ SỬ DỤNG BỘ THÍ NGHIỆM KHẢO SÁT HỢP LỰC ĐỒNG QUY NHẪM PHÁT TRIỂN NĂNG LỰC GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ VÀ SÁNG TẠO CỦA HỌC SINH TRONG DẠY HỌC VẬT LÝ Ở TRƯỜNG PHỔ THÔNG

Nghiêm Hồng Trung

Trường THPT Phùng Khắc Khoan - Thạch Thất - huyện Thạch Thất - Hà Nội

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 20/11/2023 gày hoàn thiện: 18/01/2024 Ngày đăng: 18/01/2024	Học sinh gặp khó khăn và nhầm lẫn khi học về hợp lực đồng quy; với thiết bị thí nghiệm hiện hành chưa có phương án thể hiện được đầy đủ quy tắc hợp lực đồng quy và người thầy gặp khó khăn khi dùng nó để tổ chức hoạt động nhận thức dạy học nhằm phát triển năng lực giải quyết vấn đề, năng lực sáng tạo của học sinh; tác giả nhận thấy cần phải chế tạo một bộ thí nghiệm mới. Từ những khảo sát việc sử dụng bộ thí nghiệm hiện hành trong dạy học ở một số trường học khác nhau, tác giả đã nghiên cứu những hạn chế và nhược điểm của bộ thí nghiệm hiện hành. Đồng thời, nghiên cứu đã chế tạo ra thiết bị mới giải quyết được những hạn chế nêu trên, kết quả thực hiện với bộ thí nghiệm mới cho độ chính xác rất cao, phát triển được năng lực giải quyết vấn đề, năng lực sáng tạo của học sinh.
TỪ KHÓA	
Bộ dụng cụ thí nghiệm	
Quy tắc hợp lực đồng quy	
Thí nghiệm hợp lực đồng quy	
Năng lực giải quyết vấn đề	
Sáng tạo	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.9259>

Email: Nghiemhongtrung80@gmail.com

<http://jst.tnu.edu.vn>

1. Mở đầu

Thông tư số 32/2018 của Bộ Giáo dục và Đào tạo đã chỉ rõ định hướng trong chương trình phổ thông môn Vật lý nhấn mạnh: “*Vận dụng linh hoạt các phương pháp, kỹ thuật, hình thức tổ chức dạy học nhằm phát huy tính tích cực, chủ động, sáng tạo và vốn hiểu biết, kinh nghiệm sống của học sinh trong học tập; tránh áp đặt một chiều, ghi nhớ máy móc... Chú trọng vận dụng, khai thác lợi thế của công nghệ thông tin - truyền thông và các thiết bị thí nghiệm, thực hành trong tổ chức hoạt động học cho học sinh*” [1].

Vật lý là môn khoa học thực nghiệm, cung cấp các kiến thức vật lý cơ bản trong tự nhiên và đời sống, mặc dù đã có sự đổi mới về phương pháp dạy học theo hướng tích cực hóa hoạt động của học sinh nhưng nhiều trường vẫn còn sử dụng phương pháp dạy học truyền thống, điều này dẫn đến năng lực vận dụng kiến thức của môn học vào giải quyết các tình huống gắn với cuộc sống còn hạn chế [2]. Một trong số những nguyên nhân chính dẫn đến tình trạng trên là bởi vì thiếu các thiết bị thí nghiệm thực hành hoặc thiết bị chưa đáp ứng được mục đích yêu cầu của người dạy. Việc dạy học nhằm phát triển trí tuệ trong lứa tuổi học sinh được Lép Vurgôtski (1896-1934) giải quyết một cách độc đáo và có hiệu quả dựa trên lý luận về “vùng phát triển gần” do ông đề xuất. Vurgôtski cho rằng: Sự phát triển nhận thức có nguồn gốc xã hội, chủ yếu thông qua sử dụng ngôn ngữ, đặc biệt trong bối cảnh tương tác với những người khác. Điều đó có nghĩa là xã hội tạo ra cơ sở cho sự phát triển nhận thức. Chỗ tốt nhất cho sự phát triển nhận thức là vùng phát triển gần. Vùng đó là khoảng nằm giữa trình độ phát triển hiện tại được xác định bằng trình độ độc lập giải quyết vấn đề và trình độ gần nhất mà các em có thể đạt được với sự giúp đỡ của người lớn hay bạn bè khi giải quyết vấn đề [3]. Để tạo được tình huống học tập, đưa học sinh vào vùng phát triển gần này đối với bộ môn Vật lý thì thí nghiệm đóng vai trò quyết định. Việc sử dụng thí nghiệm một cách phù hợp trong các hoạt động dạy học sẽ giúp cho quá trình khám phá tri thức, hình thành kỹ năng của học sinh trở nên hiệu quả hơn [4]. Thí nghiệm còn là một hình thức để học sinh vận dụng kiến thức vào thực tiễn, làm chủ được kiến thức, tạo được niềm tin cho bản thân, kết quả thu được càng làm tăng lòng say mê, hứng thú học tập môn học [5]. Bên cạnh đó việc rèn luyện và phát triển năng lực thực nghiệm của học sinh là một yêu cầu không thể thiếu trong quá trình dạy học vật lý ở trường trung học phổ thông. Nó cũng rất cần thiết trong việc hình thành và phát triển những phẩm chất, năng lực cho học sinh trong bối cảnh toàn cầu hóa và cuộc cách mạng mới [6].

Một nghiên cứu điều tra các mục tiêu và chiến lược được áp dụng bởi các giáo viên khoa học trường trung học Jerusalem (2019) cho thấy niềm tin của giáo viên về việc sử dụng thí nghiệm là tích cực. Ali-Rweide đã chỉ ra những rào cản ảnh hưởng đến việc thực hiện các thí nghiệm như hoàn cảnh học đường và thiếu phòng thí nghiệm, học sinh đông đúc trong một lớp học, giáo trình chưa phù hợp, sự nguy hiểm của một số thí nghiệm [7]. Tất cả những rào cản trên ảnh hưởng đến mục tiêu mà giáo viên cố gắng đạt được trong khi tiến hành thí nghiệm và phương pháp cho mục đích đó.

Xuất phát từ thực tế hiện nay, sách giáo khoa Vật lý 10 [8] sử dụng bộ thí nghiệm được mô tả trong thông tư 39/2021/TT-BGDĐT [9] để hình thành những kiến thức vật lý về hợp lực đồng quy, cân bằng của một vật chịu tác dụng của 3 lực không song song, thực tế chưa phát huy được tính tích cực tự chủ, năng lực giải quyết vấn đề tư duy sáng tạo cho học sinh. Bộ dụng cụ thí nghiệm có hạn chế là chưa đạt được độ chính xác cao (đạt độ chính xác khoảng 90-95%), gây nhầm lẫn sang quy tắc hợp lực tác dụng vào cùng một điểm của vật (vì không khảo sát được trong trường hợp 2 lực có giá giao nhau tại điểm đồng quy, không thể hiện được thao tác trượt các véc tơ lực về điểm đồng quy); thậm chí một sáng chế của người Trung Quốc cũng chưa thể hiện được điều này [10]. Do đó chưa phát huy được tính tự chủ sáng tạo của học sinh đồng thời làm hạn chế ý tưởng sáng tạo của người Thầy trong việc dạy học; chỉ dừng lại ở thí nghiệm minh họa lại kiến thức đã được hình thành chứ không phải cho học sinh tham gia vào việc khảo sát hình thành nên kiến thức mới, cần phải thay thế bộ dụng cụ thí nghiệm để có giải pháp phù hợp hơn với mục tiêu của chương trình phổ thông 2018.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này, tác giả sử dụng kết hợp các nhóm phương pháp nghiên cứu lý luận, quan sát sư phạm, tổng kết kinh nghiệm và nghiên cứu thực nghiệm. Nhận thấy rằng vấn đề cốt lõi bộ thí nghiệm hiện hành không đáp ứng được chính là không thể chỉ ra được điểm đồng quy (điểm mà giá của các lực giao nhau trên vật) và lực kế lại được hoán cải gắn thêm nam châm để đo theo phương nghiêng chính là nguyên nhân dẫn đến sai số lớn do trục lực kế tỳ vào ống trục lực kế khi nghiêng. Từ đó tập trung thiết kế, chế tạo bộ thí nghiệm mới khắc phục những hạn chế của bộ thí nghiệm cũ, giải quyết được các vấn đề mà từ trước đến nay chưa ai làm được, và trên cơ sở bộ thí nghiệm mới này có thể xây dựng được các phương án tổ chức hoạt động nhận thức để từ đó xây dựng logic hình thành kiến thức về quy tắc hợp lực đồng quy theo định hướng phát triển năng lực giải quyết vấn đề, phát huy tính tích cực tự chủ của học sinh theo đúng định hướng về phương pháp dạy học vật lý chương trình mới.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Thiết kế chế tạo thí nghiệm trong dạy học vật lý

Trong dạy học sáng tạo thì thí nghiệm là công cụ để người Thầy khai thác trong việc tổ chức hoạt động nhận thức cho người học, tuy nhiên khó tránh khỏi việc các thiết bị sẵn có chưa đáp ứng được giải pháp, ý đồ sư phạm mà người Thầy mong muốn sử dụng. Bởi thế những người Thầy tâm huyết, không bằng lòng với những gì đang có, sẽ chế tạo thiết bị thí nghiệm mới phục vụ cho mục đích dạy học của mình. Dưới đây là quy trình thiết kế chế tạo bộ dụng cụ thí nghiệm mới:

- **Xác định mục tiêu của thí nghiệm:** Xác nhận rõ mục tiêu thí nghiệm và thông tin cần thu thập, thông số quan trọng cần đo lường, độ an toàn, độ chính xác mong muốn.

- **Nghiên cứu và lập kế hoạch:** Nghiên cứu tình hình hiện tại (Tìm hiểu các thiết bị có sẵn hiện tại, phương pháp dạy học liên quan đến lĩnh vực mình nghiên cứu); Lập kế hoạch (Xác định các yếu tố kỹ thuật như giới hạn nguồn lực, kích thước, cảm biến, và nguồn năng lượng. Xác định các yếu tố an toàn và đảm bảo rằng bộ dụng cụ tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn).

- **Thiết kế cơ bản:** Vẽ sơ đồ tổng quan về bố trí của bộ dụng cụ và vị trí của các thành phần chính. Xác định các liên kết giữa các thành phần. Lựa chọn các cảm biến, máy móc, và các thành phần khác dựa trên yêu cầu kỹ thuật.

- **Thiết kế chi tiết:** Xác định kích thước cụ thể và các thông số kỹ thuật của từng thành phần. Xác định vật liệu và quy trình sản xuất; Mô phỏng và mô hình hóa (Sử dụng phần mềm thiết kế để mô phỏng hoặc mô hình hóa bộ dụng cụ trước khi sản xuất.)

- **Sản xuất và lắp đặt:** Chế tạo các thành phần và bộ phận của bộ dụng cụ. Kiểm tra chất lượng và đảm bảo tuân thủ các yêu cầu kỹ thuật. Lắp ráp các thành phần thành bộ dụng cụ hoàn chỉnh. Kiểm tra lại tính hoạt động của bộ dụng cụ.

- **Thử nghiệm và điều chỉnh:** Thử nghiệm bộ dụng cụ với điều kiện và tham số cơ bản. Ghi lại dữ liệu và kiểm tra độ chính xác của bộ dụng cụ. Điều chỉnh thiết kế bộ dụng cụ nếu cần thiết dựa trên kết quả thử nghiệm.

- **Chấp nhận và sử dụng:** Đánh giá kết quả thử nghiệm và đảm bảo rằng bộ dụng cụ đáp ứng mục tiêu đã đặt ra. Viết báo cáo hoặc xuất bản kết quả của thí nghiệm sử dụng bộ dụng cụ mới.

3.2. Phát triển năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo của học sinh trong dạy học Vật lý

Năng lực được xem như là một tập hợp gồm kiến thức, kỹ năng, thái độ và sự thành thạo trong việc thực hiện một hoạt động có ý nghĩa [11].

Năng lực giải quyết vấn đề là một trong số những mục tiêu quan trọng mà các nền giáo dục tiên tiến trên thế giới hướng đến. Dạy học phát hiện và giải quyết vấn đề là một cách tích cực để rèn luyện năng lực phát hiện và giải quyết vấn đề cho học sinh [12].

Tình huống có vấn đề theo như Ôkôn (2006), bản chất của tình huống có vấn đề là những lúng túng về lý thuyết và thực hành để giải quyết vấn đề, nó xuất hiện nhờ tính tích cực nghiên cứu

của người học [13].

Trong dạy học tình huống có vấn đề được chia làm 5 loại như sau: Tình huống nghịch lý, tình huống lựa chọn, tình huống bác bỏ, tình huống tại sao, tình huống nêu ra vấn đề cần giải quyết [14].

Theo Trịnh Lê Thiện và các tác giả thì “Sự sáng tạo trong quá trình giải quyết vấn đề được biểu hiện trong một bước nào đó, có thể là một cách hiểu mới về vấn đề, hoặc một hướng giải quyết mới cho vấn đề, hoặc một sự cải tiến mới trong cách thực hiện giải quyết vấn đề, hoặc một cách nhìn nhận đánh giá mới hoặc cách cải tiến một thí nghiệm. Cái mới, cái sáng tạo là một sự cải tiến so với cách giải quyết thông thường. Cái mới, sáng tạo ở đây là mới so với năng lực, trình độ của học sinh, mới so với nhận thức hiện tại của học sinh. Năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo của học sinh được bộc lộ, hình thành và phát triển thông qua hoạt động giải quyết vấn đề trong học tập hoặc trong cuộc sống” [15].

Phát triển năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo của học sinh trong dạy học Vật lý không chỉ giúp cho họ hiểu sâu về các khái niệm khoa học mà còn chuẩn bị cho họ một loạt các kỹ năng quan trọng trong cuộc sống. Dưới đây là một số cách phát triển những năng lực này:

- **Khuyến khích tư duy tự nhiên bằng cách thách thức học sinh:** Đặt ra các thách thức và vấn đề phức tạp để khuyến khích học sinh suy nghĩ và tìm hiểu nhưng không cần phải đưa ra mọi câu trả lời sẵn có. Điều này giúp phát triển tư duy tự nhiên và sự sáng tạo.

- **Tạo cơ hội cho thí nghiệm và quan sát những thí nghiệm thực tế:** Tổ chức thí nghiệm thực tế giúp học sinh trải nghiệm trực tiếp các hiện tượng Vật lý. Việc này không chỉ giúp người học hiểu lý thuyết mà còn khuyến khích sự tò mò và khám phá.

- **Dự án nghiên cứu và giải quyết vấn đề:** Yêu cầu học sinh thực hiện các dự án nghiên cứu độc lập, trong đó người học đặt ra câu hỏi và tìm kiếm câu trả lời thông qua quá trình thực nghiệm và phân tích dữ liệu. Điều này khuyến khích người học phát triển kỹ năng tự quản lý và giải quyết vấn đề.

- **Tư duy phê phán và phản biện:** Tổ chức các buổi thảo luận và hoạt động đối thoại giữa học sinh để khuyến khích họ đưa ra ý kiến, phê phán và phản biện ý kiến của người khác. Điều này giúp họ phát triển tư duy phê phán và khả năng đưa ra lập luận hợp lý.

- **Học từ thất bại:** Khuyến khích tinh thần thử nghiệm và sẵn sàng chấp nhận thất bại là một phần quan trọng của quá trình học. Học sinh cần hiểu rằng từ thất bại, họ có thể học được nhiều kiến thức và kỹ năng mới.

- **Kích thích sự tò mò:** Tạo ra môi trường học tập thú vị và kích thích sự tò mò bằng cách đặt ra những vấn đề thực tế và phức tạp mà học sinh muốn giải quyết.

- **Hợp tác và làm việc nhóm:** Học sinh có thể hợp tác trong nhóm để giải quyết các vấn đề lớn. Điều này không chỉ giúp họ phát triển kỹ năng làm việc nhóm mà còn tận dụng sức mạnh của sự đa dạng trong quan điểm và kỹ năng.

- **Sử dụng công nghệ và mô phỏng:** Sử dụng công nghệ và phần mềm mô phỏng để học sinh có thể thử nghiệm và mô phỏng các hiện tượng Vật lý mà không cần thiết bị thực tế. Điều này giúp họ hiểu rõ hơn về các nguyên tắc khoa học cơ bản.

- **Phản hồi xây dựng:** Cung cấp phản hồi xây dựng liên tục để giúp học sinh hiểu rõ hơn về các quá trình giải quyết vấn đề của họ và cách họ có thể cải thiện.

Bằng cách tích hợp những phương pháp này, giáo viên có thể giúp học sinh phát triển năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo trong học tập Vật lý, giúp họ chuẩn bị cho thách thức của một thế giới ngày càng phức tạp và đòi hỏi sự sáng tạo và linh hoạt.

3.3. Sử dụng thí nghiệm theo hướng phát triển năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo của học sinh trong dạy học Vật lý

Dạy học Vật lý có thể trở nên hấp dẫn và khám phá nếu được thiết kế để phát triển năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo của học sinh. Dưới đây là một số cách thức mà giáo viên có thể sử dụng thí nghiệm để hỗ trợ phát triển các kỹ năng này:

- **Thực hiện thí nghiệm thực tế và quan sát:** Cho học sinh thực hiện các thí nghiệm thực tế

để hiểu rõ hơn về các định luật và khái niệm Vật lý. Quan sát kết quả và rút ra những kết luận có thể khuyến khích sự tò mò và khám phá.

- **Áp dụng kiến thức vào vấn đề thực tế:** Học sinh có thể áp dụng kiến thức Vật lý của họ để giải quyết các vấn đề thực tế, chẳng hạn như thiết kế mô hình, tối ưu hóa thiết bị hoặc giải quyết vấn đề kỹ thuật.

- **Dự án nghiên cứu và thảo luận:** Yêu cầu học sinh thực hiện các dự án nghiên cứu, nơi họ phải tự đặt ra vấn đề, thiết kế phương pháp thí nghiệm và phân tích kết quả. Điều này khuyến khích sự sáng tạo và độc lập.

- **Thực hiện thí nghiệm nhóm:** Hợp tác trong nhóm để giải quyết một vấn đề lớn hơn, có thể yêu cầu kết hợp nhiều khía cạnh của Vật lý. Điều này thúc đẩy kỹ năng làm việc nhóm và phát triển năng lực giải quyết vấn đề.

- **Sử dụng công nghệ và mô phỏng:** Sử dụng phần mềm mô phỏng để giúp học sinh hiểu rõ hơn về các hiện tượng Vật lý phức tạp. Điều này cung cấp cho họ cơ hội thử nghiệm và tìm hiểu mà không cần thiết bị thực tế.

- **Thúc đẩy thái độ sáng tạo bằng cách khuyến khích đề xuất dự án:** Tạo cơ hội cho học sinh đề xuất các dự án sáng tạo của riêng họ. Khuyến khích họ tìm kiếm giải pháp độc đáo và đề xuất cách tiếp cận mới đối với vấn đề.

- **Phản hồi xây dựng từ giáo viên và bạn học:** Cung cấp phản hồi xây dựng về quá trình và kết quả của học sinh trong khi thực hiện thí nghiệm. Giúp họ nhận ra những điểm mạnh và điểm yếu, từ đó phát triển hơn.

- **Thiết kế các hoạt động thực hành đa dạng:** Thiết kế các hoạt động thực hành và thí nghiệm đa dạng để khuyến khích học sinh tìm hiểu và khám phá từ nhiều góc độ khác nhau.

Bằng cách tích hợp những phương pháp này vào quá trình giảng dạy, giáo viên có thể tạo ra một môi trường học tập kích thích, khuyến khích sự sáng tạo và phát triển năng lực giải quyết vấn đề của học sinh trong môn học Vật lý.

3.4. Thiết kế chế tạo bộ thí nghiệm hợp lực đồng quy

3.4.1. Thực trạng việc tổ chức hoạt động nhận thức đơn vị kiến thức hợp lực đồng quy ở các trường THPT hiện nay

Tại Việt Nam, nghiên cứu này đã điều tra 37 trường trung học phổ thông trên địa bàn thành phố Hà Nội và các tỉnh lân cận về việc sử dụng bộ thí nghiệm trong giảng dạy kiến thức về quy tắc hợp lực đồng quy, thu được bảng kết quả Bảng 1.

Bảng 1. Việc sử dụng Bộ thí nghiệm quy tắc hợp lực đồng quy trong giảng dạy

	Không thực hiện thí nghiệm	Giáo viên, Học sinh làm TN minh họa			Phương án khác
		Sử dụng bộ thí nghiệm và phương án thực hiện theo sách giáo khoa			
		Không đo độ chính xác	Độ chính xác dưới 95%	Độ chính xác cao hơn 95%	
Số trường khảo sát	7	3	25	2	0
Tỷ lệ %	18,9%	8,1	67,56%	5,4%	0

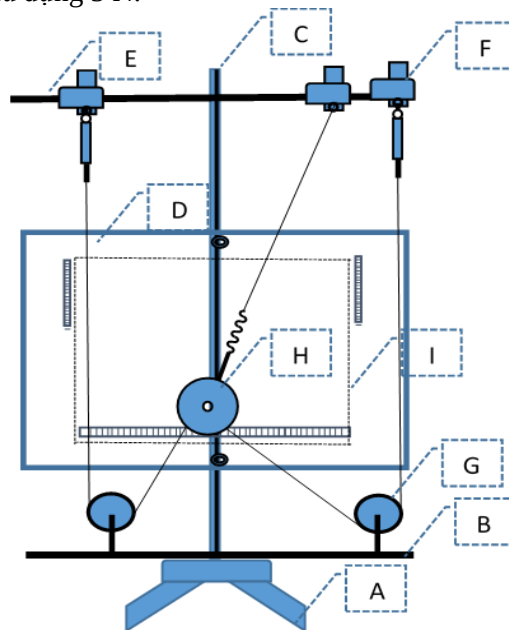
Từ bảng số liệu trên nhận thấy bộ thí nghiệm hiện hành cũng ảnh hưởng bởi những yếu tố rào cản tương tự, các Thầy, Cô dạy Vật lý nhận ra rằng việc lực kế đo theo phương nghiêng cũng là nguyên nhân chính dẫn đến sai số, khi góc hợp bởi 2 lực tác dụng vào cùng một điểm càng lớn thì sai số càng lớn bởi ma sát trục của lực kế tỳ vào ống sẽ tăng lên (nếu dùng lực kế đo lực theo đúng thiết kế của nó là phương thẳng đứng thì không có ma sát này). Ngoài ra, lực kế được hoán cải gắn nam châm để bám vào bảng sắt thì chính tương tác giữa trục của lực kế, lò xo với nam châm cũng là một yếu tố dẫn đến sai số.

3.4.2. Thiết kế bộ thí nghiệm mới

Để giải quyết, khắc phục nhược điểm mà bộ thí nghiệm cũ hiện hành đang mắc phải, với yêu cầu độ chính xác của thí nghiệm cần đạt mức >97% thì lực kế phải được sử dụng để đo lực theo

Cấu tạo Bộ thí nghiệm

- Vật chịu tác dụng bởi lực đồng quy là tấm mica tròn đường kính 60 mm dày 2 mm có khoét các lỗ nhỏ rìa ngoài và tâm để tác dụng lực đồng quy và đánh dấu độ biến dạng, vật được treo bởi một lò xo có giới hạn chịu đựng 5 N.



3.4.3. Phương án khai thác bộ thí nghiệm dạy/ thực hành kiến thức về hợp lực đồng quy

B1 lắp ráp thanh treo ngang dưới (B) vào trục thẳng đứng (C), cắm trục với thanh ngang đó vào đế (A) chốt cố định.

B3 lắp thanh treo trên (E), treo dưới (B) vào trục đỡ (C) và bố trí các phụ kiện.

- Thanh treo trên gồm các trục (F) treo lực kế, có thể di chuyển 2 chiều theo phương ngang và phương thẳng đứng, có 3 hoặc 4 trục F được bố trí trên thanh treo ngang (1 hoặc 2 trong số đó treo vật khảo sát).

- Thanh treo dưới gồm 02 ròng rọc (G) để đổi hướng của lực tác dụng khi tác dụng vào vật, ròng rọc có thể di chuyển theo phương ngang dọc theo trục B

- Vật (H) là bản mi ca mỏng phẳng được gắn và treo bởi 1 hoặc 02 lò xo, vật có chia vạch cung góc để đánh dấu

- Dán bản giấy trong I lên trên tấm mi ca (D)

Tiến hành thí nghiệm và thu thập số liệu

Mục đích của thí nghiệm là kiểm chứng hoặc xây dựng khái niệm hợp lực của 2 lực có giá giao nhau tại một điểm (Đồng quy). **Các bộ thí nghiệm hiện hành không làm được điều này, không chỉ ra được điểm đồng quy.**

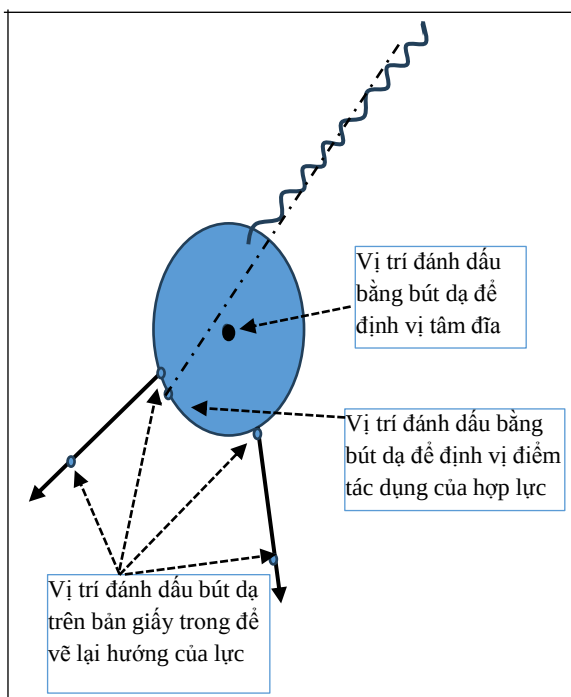
- Trước tiên phải tác dụng 02 lực đồng quy F_1 F_2 vào 2 điểm bất kỳ trên vật làm các lò xo treo vật biến dạng, vị trí của vật dịch chuyển đi so với phương ban đầu, đánh dấu vị trí của vật H trên bản giấy trong bằng bút dạ (vị trí tâm của đĩa tròn thể hiện sự biến dạng của vật).

- Thay thế 02 lực tác dụng đó bằng duy nhất một lực sao cho tâm của H về đúng vị trí được đánh dấu, khảo sát mối quan hệ các lực này.

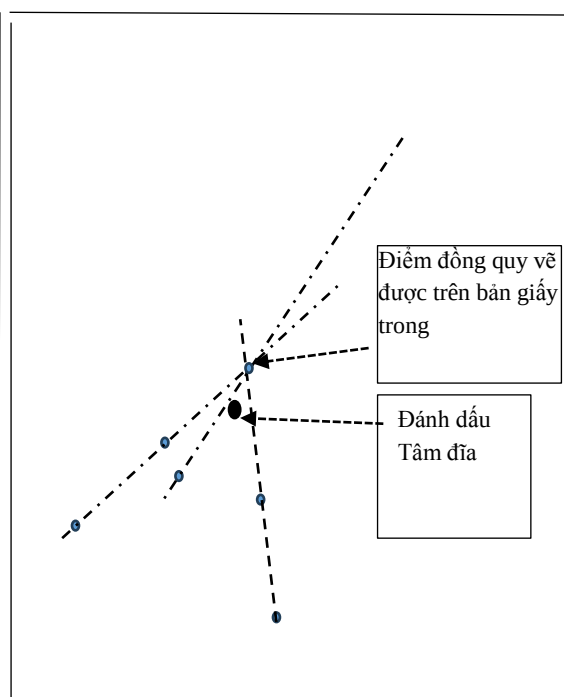
Tiến hành các bước như sau:

*Bước 1. Treo vật H lên thanh treo trên E rồi tác dụng 2 lực F_1 , F_2 thông qua dây không giãn vào vật có thể thay đổi hướng của 2 lực này bằng cách di chuyển các ròng rọc hoặc thay đổi điểm tác dụng vào vật, đầu kia của dây không giãn nối với lực kế (được treo thẳng đứng với trục F) để có thể đo lực; điều chỉnh trục (F) sao cho các lực kế phải có phương thẳng đứng (Thiết kế của lực kế là dùng để đo lực theo phương thẳng đứng).

*Bước 2. Thực hiện lấy số liệu:



Hình 2. Những vị trí đánh dấu trên bản giấy trong khi ở phía trước và song song với vật



Hình 3. Những vị trí đã đánh dấu trên bản giấy trong khi hạ xuống mặt phẳng ngang để kẻ giá của các lực

- Gắn bản giấy Trong (I) cỡ A3 lên tấm mi ca sao cho phủ kín phần diện tích chứa vật H (ở phía sau tấm mi ca D).

- Sử dụng bút dạ đánh dấu vị trí của: tâm H, 02 điểm nối vật với dây; 02 điểm trên 2 sợi dây tác dụng lực vào vật (Điều này giúp xác định hướng, giá của 2 lực) Hình 2, Hình 3.

- Ghi chép lại số chỉ của các lực kế.
- Ghi chép vị trí tác dụng lực F thay thế 2 lực kia trên H , bằng cách dùng thước kẻ xác định hướng của thanh lò xo treo vật H cắt vạch chia nào trên thước ở thanh ngang dưới B (nó sẽ là vị trí cần đặt ròng rọc sau khi thay thế 2 lực bằng 01 lực) và vị trí ứng với cung vạch nào trên vật H (vị trí đó chính là điểm cần tác dụng lực).

*Bước 3. Thay thế 02 lực F_1, F_2 bằng một lực duy nhất vào các điểm đã xác định trên H và đặt ròng rọc cố định đúng vị trí, điều chỉnh trục F sao cho vật H về đúng vị trí được đánh dấu khi chịu tác dụng của 2 lực F_1, F_2 ; ghi chép độ lớn của lực F ; đánh dấu điểm tác dụng của lực F vào H và 1 điểm trên dây khi đó để xác định hướng của F .

*Bước 4. Tháo bản giấy trong đặt xuống mặt bàn nằm ngang, dùng thước kẻ kẻ các đường thẳng là giá của 2 lực F_1, F_2 từ đó xác định được điểm đồng quy, lấy thước góc đo góc để xác định góc hợp bởi 2 lực này.

Xử lý số liệu đưa ra kết luận, tính toán độ chính xác của bài thí nghiệm đối chiếu với lý thuyết, chỉ ra những nguyên nhân dẫn đến sai số.

Bảng 2. Số liệu thực nghiệm với bộ thí nghiệm mới với 10 lần thực hiện khác nhau

Thứ tự lần đo	F_1	F_2	Góc giữa F_1, F_2 (độ)	Lực thay thế F	Hợp lực F_1, F_2 theo lý thuyết	Sai lệch với F	Độ chính xác %
1	1,85	2	79,5	3	2,961596	0,0384	98,71
2	2,15	2,75	101	3,12	3,150984	-0,0309	99,00
3	1,55	2,05	103	2,3	2,274961	0,02503	98,91
4	1,75	2,3	97,5	2,75	2,70218	0,0478	98,26
5	1,9	2	95	2,63	2,635835	-0,0058	99,77
6	2,13	2,27	89,5	3,11	3,126372	-0,0163	99,47
7	1,85	2,11	61	3,46	3,414603	0,0453	98,69
8	2,1	2,23	72	3,52	3,503878	0,0161	99,54
9	1,22	1,45	100,5	1,73	1,716435	0,0135	99,212
10	0,9	1,15	109,5	1,2	1,200633	0,0006	99,93

- Từ bảng số liệu tổng hợp 2 véc tơ lực F_1 và F_2 bằng công thức toán học, quy tắc hình bình hành, đối chiếu với độ lớn của F , xác định hướng của F thực tế và lý thuyết bằng cách áp ngược bản giấy trong (I) vào tấm mi ca như cũ.

- Chỉ ra nguyên nhân tạo ra các sai số khi thực hiện thí nghiệm do khối lượng của dây treo, do ma sát ở trục ròng rọc, do bố trí không đồng phẳng bị nghiêng, do đọc lực kế có sai số.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã chế tạo ra bộ thí nghiệm mới về hợp lực đồng quy, với độ chính xác cao hơn vì đo góc trên mặt bàn nằm ngang và các lực kế được treo theo phương thẳng đứng đo lực theo đúng thiết kế (Bộ thí nghiệm hiện hành lực kế đo theo phương nghiêng, gắn nam châm tạo ma sát với trục, đo góc trên mặt phẳng thẳng đứng); ngoài ra nó có thể được sử dụng để tổ chức hoạt động nhận thức thể hiện được đầy đủ quy tắc hợp lực đồng quy mà bộ thí nghiệm hiện hành không thể hiện được đó là: di chuyển các véc tơ lực về điểm đồng quy, chỉ ra được điểm đồng quy trên vật, sau đó thực hiện tổng hợp lực theo quy tắc hình bình hành. Bằng việc thay vật bằng một mảnh vỏ lon CocaCola (có khối lượng nhỏ khoảng 2 g) chịu tác dụng của 3 lực không song song ta có thể dễ dàng tạo ra thí nghiệm cân bằng của vật chịu tác dụng bởi 3 lực không song song (chưa thấy thí nghiệm tương tự trên Internet), với một bộ thí nghiệm này tất cả học sinh có thể dễ dàng và nhanh chóng lấy bộ số liệu cho riêng mình để cùng kiểm nghiệm lại điều kiện cân bằng đó bằng cách dịch chuyển giá treo lực kế để tăng giảm lực, di chuyển ròng rọc để thay đổi góc của các lực tác dụng, sau khi đánh dấu vào bản giấy trong, tháo xuống mang về bàn học để thực hiện các thao tác xác định điểm đồng quy, đo góc, tính toán hợp lực... Bộ thí nghiệm đang được Hiệp hội thiết bị dạy học Việt Nam sản xuất và bán ra thị trường. Tác giả tin rằng trong quá trình dạy học, nếu như giáo viên sử dụng tốt bộ thí nghiệm trên khi dạy học chương trình phổ thông mới sẽ đáp ứng được yêu cầu, mục tiêu của môn học.

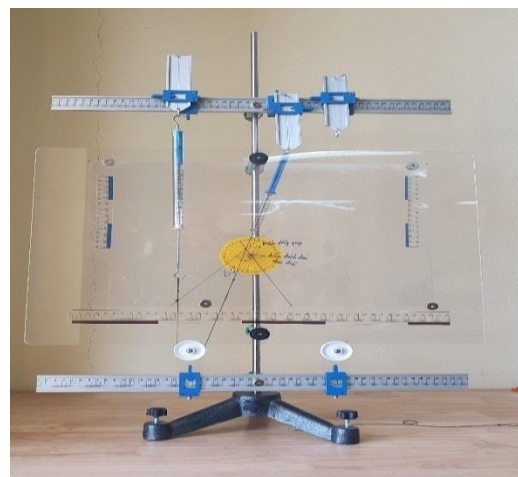
TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] Ministry of Education and Training, *General Education Program for Physics Subject, Circular No. 32/2018/TT-BGDĐT*, Ha Noi, December 2018.
- [2] T. K. O. Duong and T. H. Nguyen, "Organizing experiential activities in teaching physics grade 9 to develop students' ability to apply knowledge into practice," *Journal of Education*, no. 22, pp. 19-25, November 2022.
- [3] M. H. Pham, *Vygotsky's Psychology*. Ha Noi, Education Publishing House, 1997.
- [4] T. T. M. Dang and T. B. H. Dam, "Using experiments in discovery teaching to develop the ability to learn about the natural world from a chemical perspective for high school students," *Tay Nguyen Journal of Science*, no. 57, pp. 1-9, December 2022.
- [5] T. H. T. Pham, T. T. H. Dang, and A. T. Hoang, "Teaching hands-on experiments to develop biological capacity for students in high school," *Journal of Education*, vol. 1, no. 483, pp. 38-43, August 2020.
- [6] H. A. Nguyen, "Building the assessment criteria of experimental capacity based on self-created experiments," *Tra Vinh University Journal of Science*, no. 26, pp. 64-70, June 2017.
- [7] A.-R. Rweide, "The use of experiments among Palestinian science teachers in Jerusalem area," *Educational Alternatives*, no. 17, pp. 139-145, 2019.
- [8] V. H. Vu and G. T. Bui (Eds.), *Physics 10*. Ha Noi, Education Publishing House, 2022.
- [9] Ministry of Education and Training, *List of minimum teaching equipment, Issued with Circular No. 39/2021/TT-BGDĐT*, Ha Noi, December 2021.
- [10] L. Yihan, "Experimental device for verifying force parallelogram rule," C. N. Patent CN209312291 (U), August 27, 2019.
- [11] T. H. Pham, D. G. Le, and H. D. Nguyen, "Development of Training Programs for Enhancing Experimental Teaching Skills in Natural Sciences for Secondary School Teachers," *Journal of Education*, vol. 1, no. 486, pp. 52-56, February 2020.
- [12] T. N. A. Tran, "Developing Problematic Situations in Teaching the Chapter on Gases (Physics 10) to Enhance Students' Problem-Solving Abilities," *Journal of Education*, vol. 2, no. 486, pp. 32-37, September 2020.
- [13] V. Okon, *Foundations of Problem-Based Teaching*. Education Publishing House, 2006.
- [14] C. Becerra-Labra, A. Gras-Marti, and J. M. Torregrosa, "Effects of a problem-based structure of Physics content on conceptual learning and the ability to solve problems," *International Journal of Science Education*, vol. 34, no. 8, pp. 1235-1253, 2012.
- [15] L. T. Trinh, "Developing creativity and problem-solving competency through teaching organic chemistry grade 11 in new general education curriculum," *Journal of Science, Hue University of Education*, vol. 2, no. 54, pp. 46-56, April 2020.

PHỤ LỤC



Hình 4. Vật biến dạng dưới tác dụng của hai lực đồng quy



Hình 5. Vật biến dạng tương đương dưới tác dụng của 1 lực thay thế (hợp lực)