BỒI DƯỠNG NĂNG LỰC THỰC NGHIỆM CHO HỌC SINH TRONG DẠY HỌC PHẦN QUANG HÌNH HỌC VẬT LÝ 11 THPT

Nguyễn Thị Thu Thủy[1]
Đỗ Hùng Dũng[1]

TÓM TẮT

Năng lực thực nghiệm là một trong những năng lực chuyên biệt cần rèn luyện cho học sinh trong dạy học Vật lý. Trong bài viết này, chúng tôi đề xuất bộ tiêu chí đánh giá năng lực thực nghiệm, đưa ra quy trình bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh và vận dụng quy trình đó vào trong dạy học phần Quang hình học Vật lý 11 THPT.

***Từ khóa**: Năng lực thực nghiệm, tiêu chí đánh giá, quy trình bồi dưỡng, khúc xạ ánh sáng, chiết suất chất lỏng*

I. Mở đầu

Để đáp ứng nhu cầu nguồn nhân lực của thế kỉ XXI, nhiều quốc gia trên thế giới đã và đang thực hiện việc đổi mới chương trình giáo dục phổ thông theo định hướng phát triển năng lực [1]. Tuy diễn đạt theo nhiều cách khác nhau nhưng chương trình của các nước đều hướng đến mục tiêu phát triển hệ thống năng lực bao gồm năng lực chung và năng lực chuyên biệt. Các năng lực chung thường được tập trung phát triển gồm năng lực xử lý thông tin, năng lực giải quyết vấn đề, năng lực phản biện, năng lực học tập suốt đời. Các năng lực chuyên biệt sẽ được hình thành và phát triển thông qua một số môn học nhất định. Năng lực thực nghiệm là một trong những năng lực chuyên biệt cần rèn luyện cho học sinh trong quá trình dạy học Vật lý, bởi hầu hết các định luật Vật lý đều được hình thành từ con đường thực nghiệm. Tuy nhiên trong quá trình dạy học nhiều giáo viên còn khá lúng túng và chưa biết cách để bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh một cách hiệu quả. Vì vậy việc đề xuất một quy trình nhằm bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh là rất cần thiết.

II. Nội dung

1. Năng lực và năng lực thực nghiệm Vật lý

Năng lực

Có nhiều khái niệm khác nhau về năng lực. Theo cách hiểu thông thường, năng lực là sự kết hợp của tư duy, kỹ năng và thái độ có sẵn hoặc ở dạng tiềm năng có thể học hỏi được của một cá nhân hoặc tổ chức để thực hiện thành công nhiệm vụ [2]. Hay năng lực là "khả năng vận dụng những kiến thức, kinh nghiệm, kỹ năng, thái độ và sự đam mê để hành động một cách phù hợp và có hiệu quả trong các tình huống đa dạng của cuộc sống" [3].

Năng lực chung/ cốt lõi

Theo định nghĩa của các nước có nền kinh tế phát triển (OECD), năng lực cốt lõi bao gồm những năng lực nền tảng

[1] Trường Đại học Đồng Nai
Email: dung.physics@gmail.com

như: năng lực đọc hiểu, năng lực tính toán, năng lực giải quyết vấn đề, năng lực giao tiếp… Năng lực chung, cốt lõi là năng lực cơ bản cần thiết làm nền tảng để phát triển năng lực chuyên biệt.

Năng lực chuyên biệt/ chuyên môn

Năng lực chuyên biệt hay chuyên môn là năng lực đặc trưng ở những lĩnh vực nhất định. Có nhiều quan điểm xây dựng chuẩn các năng lực chuyên biệt trong dạy học từng môn. Các năng lực chuyên biệt có thể được xây dựng bằng cách cụ thể hóa các năng lực chung hoặc dựa trên đặc thù môn học [4]. Nếu dựa vào đặc thù môn học, người ta sẽ căn cứ theo nội dung, phương pháp nhận thức và vai trò của môn học đối với thực tiễn để đưa ra hệ thống năng lực. Có nhiều nước trên thế giới tiếp cận theo cách này. Đơn cử như ở Cộng hòa Liên bang Đức, hệ thống năng lực được phát triển theo chuẩn năng lực chuyên biệt môn Vật lý đối với học sinh 15 tuổi của gồm: năng lực giải quyết vấn đề, năng lực hợp tác, năng lực thực nghiệm, năng lực quan sát, năng lực tự học, năng lực sáng tạo…[5].

Năng lực thực nghiệm

Trong từ điển Tiếng Việt: "Năng lực thực nghiệm là khả năng vận dụng những kiến thức, kinh nghiệm, kỹ năng, thái độ và hứng thú để hành động một cách phù hợp và có hiệu quả trong các tình huống đa dạng của cuộc sống". Từ đó có thể định nghĩa năng lực thực nghiệm vật lý là khả năng vận dụng các kiến thức, kỹ năng thực hành trong lĩnh vực vật lý cùng với thái độ tích cực để giải quyết các vấn đề đặt ra trong thực tiễn. Để bồi dưỡng năng lực thực nghiệm vật lý thì giáo viên cần trang bị cho học sinh các kiến thức cần thiết, rèn luyện các kỹ năng thực nghiệm vật lý và hình thành thái độ tích cực cho học sinh. Ở đây, chúng tôi tập trung vào việc phát triển các kỹ năng thực nghiệm. Từ đó góp phần phát triển năng lực thực nghiệm cho học sinh.

Hệ thống các kỹ năng thực nghiệm vật lý

Căn cứ vào những thành tố làm nền tảng của năng lực thực nghiệm [4], chúng tôi đề xuất hệ thống các kỹ năng thực nghiệm vật lý.

Bảng 1: *Hệ thống các kỹ năng thực nghiệm vật lý*

Kỹ năng	Biểu hiện
Kỹ năng lập kế hoạch thí nghiệm	Xác định đúng vấn đề, mục đích thí nghiệm, đề xuất và lựa chọn được phương án thí nghiệm khả thi, xây dựng được tiến trình làm thí nghiệm và chuẩn bị trước các bảng biểu, đồ thị cần thiết.
Kỹ năng tìm hiểu dụng cụ thí nghiệm	Quan sát và mô tả được hình dạng bên ngoài của dụng cụ, tìm hiểu cấu tạo, công dụng và cách thức sử dụng dụng cụ. Đọc, hiểu các ký hiệu, số liệu kỹ thuật và giới hạn sử dụng trên dụng cụ.

Kỹ năng bố trí thí nghiệm	Sắp xếp, lắp ráp, bố trí các dụng cụ một cách trật tự, hợp lý để việc đo đạc diễn ra đúng quy trình và bảo đảm an toàn trong khi làm thí nghiệm.
Kỹ năng thu thập số liệu, kết quả thí nghiệm	Thực hiện quan sát, đo đạc và thao tác với dụng cụ thí nghiệm một cách nhanh chóng và chính xác. Đọc và ghi chép các số liệu cần thiết.
Kỹ năng xử lý số liệu, nhận xét, đánh giá	Rút ra được các mối quan hệ, phụ thuộc hàm số giữa các đại lượng, tính toán sai số phép đo và làm tròn kết quả thí nghiệm, vẽ đồ thị... Nhận xét về kết quả phép đo và sai số thu được. Đánh giá toàn bộ tiến trình làm thí nghiệm, đề xuất phương án làm giảm sai số phép đo.

2. Bộ tiêu chí đánh giá kỹ năng thực nghiệm

Trong đào tạo theo năng lực, có hai bảng phân loại mục tiêu giáo dục của Harrow và Dave cho lĩnh vực kỹ năng thường được sử dụng [6, 7]. Để đánh giá năng lực thực nghiệm của học sinh trong dạy học Vật lý, chúng tôi xây dựng một bộ gồm 5 tiêu chí. Mỗi tiêu chí đề cập đến một kỹ năng xác định, được chia theo 4 mức độ tương ứng với các mức năng lực từ thấp đến cao.

Bảng 2: *Bảng tiêu chí đánh giá kỹ năng thực nghiệm vật lý*

Tiêu chí 1. Lập được bản kế hoạch thí nghiệm hợp lý	
Mức 1	Chưa tự lập được kế hoạch thí nghiệm, cần giáo viên đưa ra phương án thí nghiệm và mẫu kế hoạch thí nghiệm để bắt chước và sao chép theo các bước lập kế hoạch của giáo viên.
Mức 2	Bản kế hoạch thí nghiệm còn sơ sài, phương án thí nghiệm thiếu tính khả thi, cần giáo viên định hướng phương án thí nghiệm và hướng dẫn chi tiết các bước trong lập kế hoạch thí nghiệm.
Mức 3	Lập được bản kế hoạch thí nghiệm nhưng chưa đầy đủ và chi tiết, phương án thí nghiệm có tính khả thi nhưng còn chưa tối ưu và cần giáo viên sửa chữa, bổ sung.
Mức 4	Đề xuất được phương án thí nghiệm và lập được bản kế hoạch chi tiết mà không cần đến sự hỗ trợ của giáo viên.
Mức 5	Lựa chọn được phương án thí nghiệm tối ưu, trình bày đầy đủ và chi tiết bản kế hoạch trong thời gian ngắn.
Tiêu chí 2. Tìm hiểu đầy đủ về dụng cụ và biết cách sử dụng dụng cụ. Chế tạo được dụng cụ đáp ứng yêu cầu của phương án thí nghiệm đã đưa ra	
Mức 1	Lặp lại các thao tác tìm hiểu dụng cụ và sử dụng dụng cụ theo các thao tác

	giáo viên đã làm mẫu. Không chế tạo được các dụng cụ theo yêu cầu của phương án.
Mức 2	Tìm hiểu dụng cụ, thực hiện các thao tác sử dụng dụng cụ theo hướng dẫn. Chế tạo dụng cụ theo sự hướng dẫn chi tiết của giáo viên.
Mức 3	Tìm hiểu dụng cụ qua quan sát trực tiếp dụng cụ và đọc tài liệu. Thao tác được với dụng cụ mà không cần sự trợ giúp nhiều của giáo viên. Chế tạo được các dụng cụ thí nghiệm nhưng tính kỹ thuật chưa cao, cần giáo viên chỉnh sửa.
Mức 4	Tự tìm hiểu được một dụng cụ mới qua quan sát trực tiếp dụng cụ và đọc tài liệu. Thao tác được với dụng cụ mà không cần sự trợ giúp của giáo viên. Chế tạo được các dụng cụ phù hợp với phương án thí nghiệm và không cần sự giúp đỡ của giáo viên.
Mức 5	Tự tìm hiểu được một dụng cụ mới (mà trước đó chưa được biết) và thao tác sử dụng dụng cụ thành thạo trong thời gian ngắn. Chế tạo dụng cụ đảm bảo tính kỹ thuật và tính thẩm mĩ cao và nhanh chóng.
Tiêu chí 3. Lắp đặt, bố trí thí nghiệm đúng và hợp lý	
Mức 1	Không thể tự tháo lắp được dụng cụ theo sơ đồ, cần giáo viên thực hiện mẫu để bắt chước việc tháo lắp các dụng cụ và bố trí thí nghiệm.
Mức 2	Tháo lắp các dụng cụ theo sự chỉ dẫn từng bước của giáo viên, bố trí thí nghiệm theo sơ đồ cho sẵn trong tài liệu tuy nhiên các thao tác vẫn còn lúng túng, vụng về.
Mức 3	Tháo lắp được dụng cụ, bố trí thí nghiệm theo sơ đồ nhưng cần giáo viên chỉnh sửa về cách sắp đặt dụng cụ sao cho phù hợp về mặt không gian.
Mức 4	Tháo lắp dụng cụ, bố trí thí nghiệm chính xác mà không cần tới sự hỗ trợ của giáo viên.
Mức 5	Tháo lắp các dụng cụ một cách chính xác, thuần thục và nhanh chóng, sắp đặt dụng cụ phù hợp với nguyên tắc lý thuyết, đảm bảo hợp lý về mặt không gian.
Tiêu chí 4. Thu thập nhanh chóng và chính xác các số liệu và kết quả thí nghiệm	
Mức 1	Không biết cách điều chỉnh dụng cụ, chỉ bắt chước theo các thao tác đo đạc, thu thập số liệu mà giáo viên đã làm mẫu.
Mức 2	Lựa chọn được thang đo, điều chỉnh dụng cụ và thu thập số liệu dưới sự hướng dẫn chi tiết của giáo viên.
Mức 3	Lựa chọn đúng thang đo, điều chỉnh được dụng cụ nhưng còn chậm, thu thập được số liệu nhưng chậm và phải lặp đi lặp lại nhiều lần.

Mức 4	Lựa chọn đúng thang đo, điều chỉnh dụng cụ chính xác, đọc đúng số liệu thu được trên dụng cụ theo đúng sai số quy định.
Mức 5	Lựa chọn đúng thang đo, điều chỉnh dụng cụ một cách chính xác, nhanh chóng, thuần thục, thu thập số liệu nhanh và chính xác.
Tiêu chí 5. Xử lý nhanh các số liệu, rút ra được các nhận xét về kết quả thí nghiệm và đánh giá được quá trình làm thí nghiệm	
Mức 1	Không tự tính toán được các sai số, cần các công thức tính sai số cho sẵn, nhận xét kết quả theo mẫu cho trước.
Mức 2	Còn có nhầm lẫn trong việc tính toán sai số và các giá trị trung bình. Kết quả tính toán chưa phù hợp với thực tế. Cần có sự chỉ dẫn của giáo viên khi xử lý số liệu.
Mức 3	Xử lý được các số liệu và rút ra các nhận xét nhưng kết quả còn sai lệch so với thực tế, sai số còn lớn, chỉ đưa ra được một số nhận xét, đánh giá chung về thí nghiệm.
Mức 4	Xử lý được các số liệu và đưa ra được các nhận xét về quá trình làm thí nghiệm. Kết quả thực nghiệm phù hợp với thực tế, sai số nằm trong phạm vi cho phép (<5%), rút ra được nguyên nhân dẫn đến sai số nhưng chưa đề xuất được các giải pháp khắc phục và cải tiến.
Mức 5	Xử lý được các số liệu nhanh chóng; rút ra được các nhận xét về quá trình làm thí nghiệm. Kết quả thực nghiệm phù hợp với thực tế, sai số nhỏ (<5%), tìm ra được nguyên nhân dẫn đến sai số và đề xuất được các giải pháp khắc phục và cải tiến.

3. Quy trình bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh trong dạy học Vật lý

Bước 1. Xác định hình thức tổ chức bồi dưỡng

Các hình thức tổ chức dạy học thường được sử dụng trong dạy học Vật lý ở trường phổ thông hiện nay là hình thức bài lên lớp, tham quan, ngoại khóa, tự học ở nhà. Quá trình bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh có thể được thực hiện lồng ghép khi giáo viên triển khai các hình thức này.

Bước 2. Xác định kỹ năng và mục tiêu cần đạt của kỹ năng

Tùy thuộc vào nội dung và hình thức bồi dưỡng mà giáo viên lựa chọn những kỹ năng thực hành để bồi dưỡng cho học sinh. Mỗi kỹ năng có nhiều mức độ khác nhau, căn cứ vào năng lực hiện tại của đối tượng học sinh mà giáo viên đề ra mục tiêu về kỹ năng cho phù hợp.

Bước 3. Lập kế hoạch tổ chức bồi dưỡng

Để thiết kế một kế hoạch bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh, giáo viên cần thực hiện các công đoạn sau: Xác định các điều kiện về phương tiện, thiết bị, không gian, thời gian; dự kiến

cách thức tổ chức bồi dưỡng; xây dựng kế hoạch tổ chức kiểm tra, đánh giá.

Bước 4. Tổ chức bồi dưỡng theo kế hoạch

Khâu tổ chức bồi dưỡng là quá trình hiện thực hóa kế hoạch bồi dưỡng đã được chuẩn bị.

Bước 5. Tổ chức kiểm tra, đánh giá

Dựa vào kế hoạch kiểm tra, đánh giá đã chuẩn bị, giáo viên tiến hành theo quy trình đã đề ra.

Bước 6. Bổ sung và cải tiến

Trong quá trình bồi dưỡng, các kỹ năng của học sinh chưa hoàn thiện, chưa đạt đúng mục tiêu đề ra thì giáo viên có thể có kế hoạch để bồi dưỡng thêm trong lần sau. Nếu các phương pháp, biện pháp mà giáo viên đưa ra chưa thực sự hiệu quả đối với đối tượng học sinh thì giáo viên cần điều chỉnh như thế nào cho phù hợp để đạt hiệu quả hơn cho lần bồi dưỡng tới.

4. Xây dựng quy trình dạy học theo hướng bồi dưỡng năng lực thực nghiệm trong dạy học phần Quang hình học Vật lý 11 THPT

4.1. Quy trình bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh trong dạy học bài Khúc xạ ánh sáng

Bước 1. Xác định hình thức tổ chức bồi dưỡng

Tổ chức dạy học theo bài lên lớp với loại bài nghiên cứu kiến thức mới.

Bước 2. Xác định kỹ năng và mục tiêu cần đạt của kỹ năng

- Bố trí được thí nghiệm với các dụng cụ cho trước (bản thủy tinh hình bán nguyệt, đèn chiếu, bảng chia độ, nguồn điện, dây nối) theo sự hướng dẫn của giáo viên;

- Lựa chọn đúng thang đo, điều chỉnh được dụng cụ (các thao tác có thể còn chậm) và đo đạc, thu thập được số liệu;

- Xử lý được các số liệu để rút ra định luật khúc xạ ánh sáng và đưa ra được các nhận xét về quá trình thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm phù hợp với thực tế, sai số nằm trong phạm vi cho phép (<5%).

Bước 3. Lập kế hoạch tổ chức bồi dưỡng

a. Xác định các điều kiện về phương tiện, thiết bị, không gian, thời gian

Phương tiện cần sử dụng là bộ thí nghiệm định luật khúc xạ ánh sáng. Không gian là lớp học truyền thống. Thời gian dự kiến bồi dưỡng kỹ năng thực nghiệm là 25 phút.

b. Dự kiến cách thức tổ chức bồi dưỡng

Giáo viên chia lớp thành nhiều nhóm và đưa ra yêu cầu cụ thể cho các nhóm. Dưới sự hướng dẫn của giáo viên, các nhóm tiến hành làm thí nghiệm, rèn luyện các kỹ năng. Sau khi các nhóm báo cáo kết quả, giáo viên hướng dẫn học sinh rút ra kiến thức mới.

c. Xây dựng kế hoạch tổ chức kiểm tra, đánh giá

Dựa vào mục tiêu ban đầu đặt ra để giáo viên tiến hành kiểm tra, đánh giá các kỹ năng của học sinh. Các kỹ năng này được đánh giá thông qua việc theo dõi, quan sát học sinh trong quá trình làm thí nghiệm.

Bước 4. Tổ chức bồi dưỡng theo kế hoạch

Sau khi tìm hiểu về hiện tượng khúc xạ ánh sáng và giới thiệu về các khái niệm tia tới, tia khúc xạ, điểm tới, pháp tuyến với mặt phân cách, góc tới và góc khúc xạ, giáo viên phát bộ thí nghiệm (gồm bản thủy tinh hình bán nguyệt, đèn chiếu, bản chắn sáng có 1 khe hẹp, bản chắn sáng có 2 khe hẹp, bảng chia độ, nguồn điện, dây nối) cho mỗi nhóm. Các hoạt động giáo viên cần tổ chức:

Hoạt động 1: Hướng dẫn học sinh tìm hiểu dụng cụ

Bài Khúc xạ ánh sáng là bài học đầu tiên trong phần Quang hình học, do đó, hầu hết các dụng cụ học sinh được tiếp xúc lần đầu. Do đó, việc hướng dẫn học sinh tìm hiểu dụng cụ là rất cần thiết. Do các dụng cụ này không phải là quá phức tạp về nguyên tắc hoạt động và cách sử dụng, vì thế, thay vì trình bày về các dụng cụ này, giáo viên có thể hướng dẫn học sinh tự tìm hiểu dụng cụ bằng cách đưa ra hệ thống các câu hỏi nhằm định hướng học sinh cách tìm hiểu dụng cụ như:

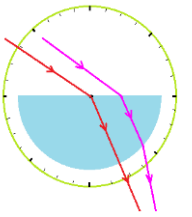
Câu hỏi 1. Hãy liệt kê và mô tả các dụng cụ trong bộ thí nghiệm? Học sinh dựa vào việc quan sát bên ngoài các dụng cụ để trả lời: bản hình bán nguyệt bằng thủy tinh trong suốt có thể cho ánh sáng truyền qua, bản mỏng phẳng có chia độ, bảng từ để gắn các dụng cụ, 2 bản chắn sáng loại có 1 khe hẹp và 2 khe hẹp, nguồn điện 3-9-12V, đèn chiếu sáng loại 12V-21W để tạo chùm sáng, dây nối.

Câu hỏi 2. Các điện áp định mức mà nguồn cung cấp là bao nhiêu? Nên chọn điện áp cung cấp cho đèn bao nhiêu để đèn sáng bình thường? HS: 3-9-12V; Chọn đúng định mức là 12V.

Hoạt động 2: Định hướng học sinh cách bố trí thí nghiệm

Câu hỏi 1. Làm thế nào để tạo ra chùm sáng hẹp? HS: Dùng một khe hẹp chắn trước nguồn sáng.

Câu hỏi 2. Nêu tên hai môi trường phân cách trong thí nghiệm này? HS: Môi trường không khí và thủy tinh. Sau khi học sinh nêu được tên hai môi trường phân cách, giáo viên hướng dẫn học sinh chọn mặt phẳng phân cách là mặt phẳng (đối diện với mặt cong của bản bán nguyệt).



Hình 1: *Đường truyền của hai tia sáng*

Câu hỏi 3. Cần bố trí bảng chia độ và bản bán nguyệt như thế nào để có thể dễ dàng đọc được số chỉ góc tới và góc khúc xạ? HS: Cần bố trí sao cho tâm bảng chia độ trùng với tâm đường tròn tạo ra hình bán nguyệt.

Câu hỏi 4. Nêu các bước khởi động nguồn sáng để đảm bảo an toàn điện? HS: Cắm dây nối lấy điện của đèn chiếu vào nguồn cấp điện; vặn núm xoay của nguồn điện đến vị trí 12V; cắm phích lấy điện của nguồn vào mạng điện 220V; bật công tắc nguồn.

Các bước này có thể được thay đổi nhưng giáo viên cần lưu ý học sinh các an toàn về điện và tránh trường hợp hư hại dụng cụ do không chọn thang đo phù hợp.

Câu hỏi 5. Đặt trước nguồn sáng tấm chắn sáng có 2 khe hẹp để tạo hai chùm sáng hẹp song song. Làm thí nghiệm chiếu 2 chùm sáng hẹp (từ không khí) tới mặt phân cách đã chọn ở 2 điểm tới trong đó có 1 điểm tới là tâm hình bán nguyệt (H1). Nhận xét trường hợp nào dễ đo được góc khúc xạ hơn? Vì sao? Từ đó cho biết cách chọn điểm tới phù hợp trong thí nghiệm này?

HS: Thực hiện thí nghiệm theo như giáo viên yêu cầu và nhận thấy rằng trường hợp tia tới được chiếu tới tâm bán nguyệt thì tia khúc xạ ló ra khỏi bản thủy tinh theo đường thẳng. Trường hợp còn lại, tia sáng bị bẻ cong thêm 1 lần nữa tại mặt phân cách thủy tinh và không khí nên sẽ khó xác định được góc khúc xạ hơn. Do đó khi làm thí nghiệm cần chiếu tia tới đến tâm hình bán nguyệt.

Hoạt động 3: Định hướng học sinh cách đo đạc và thu thập số liệu

Trước khi thực hiện các thao tác đo đạc và thu thập số liệu, giáo viên hướng dẫn học sinh cách lập bảng số liệu bằng cách yêu cầu học sinh cho biết: Các đại lượng nào có thể được đo trong thí nghiệm này? Cần tìm mối liên hệ giữa các đại lượng nào? Cần thực hiện bao nhiêu lần đo? Từ đó giáo viên yêu cầu học sinh lập bảng số liệu để dễ dàng ghi chép số liệu. Khi lập bảng số liệu, giáo viên gợi ý cho học sinh lập thêm các cột số liệu về sin góc tới, sin góc khúc xạ và tỉ số sin góc tới và sin góc khúc xạ. Bảng số liệu được lập có thể như bảng 3.

Bảng 3: *Kết quả thí ngiệm khúc xạ ánh sáng*

Lần đo	i	r	$sini$	$sinr$	$\frac{sini}{sinr}$	$\Delta n = \lvert n_i - \overline{n} \rvert$
Lần 1						
Lần 2						
Lần 3						
Lần 4						
Lần 5						
Trung bình					$\overline{n} = \cdots$	$\Delta\overline{n} = \cdots$

Để hướng dẫn học sinh thực hiện các thao tác đo đạc, quan sát và thu thập số liệu giáo viên đặt ra các câu hỏi để học sinh tự trả lời như:

Câu hỏi 1. Làm thế nào để điều chỉnh góc tới i? HS: Có thể điều chỉnh góc tới bằng cách di chuyển vị trí của đèn chiếu.

Câu hỏi 2. Lựa chọn hướng quan sát như thế nào là hợp lý nhất? HS: Quan sát thẳng góc với mặt phẳng bảng (mặt bảng có gắn các dụng cụ).

Câu hỏi 3. Độ chia nhỏ nhất của bảng chia độ là bao nhiêu? Từ đó suy ra sai số của dụng cụ này là bao nhiêu? HS: Độ chia nhỏ nhất của bảng chia độ là 1^0. Như vậy sai số của bảng chia độ bằng một nửa độ chia nhỏ nhất, tức $0,5^0$.

Câu hỏi 4. Làm thế nào để đọc chính xác số chỉ góc tới và góc khúc xạ khi vệt sáng có độ rộng đáng kể trên bảng chia độ? HS: Đọc chính giữa vạch sáng với sai số $0,5^0$.

Sau khi định hướng cho học sinh cách đo đạc và thu thập số liệu, giáo viên cho các nhóm tiến hành thí nghiệm và ghi kết quả vào bảng số liệu. Đây chính là giai đoạn học sinh luyện tập các kỹ năng. Trong giai đoạn này giáo viên thực hiện quan sát, theo dõi cách học sinh bố trí thí nghiệm, đo đạc, thu thập số liệu để đánh giá xem học sinh đã đạt được mục tiêu các kỹ năng đã đề ra chưa. Nếu nhiều học sinh trong lớp lúng túng trong khâu bố trí, giáo viên có thể thực hiện mẫu một lần cho các em quan sát.

Hoạt động 4: Định hướng học sinh xử lý số liệu, nhận xét đánh giá quá trình làm thí nghiệm

Giáo viên yêu cầu các nhóm vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của sini và sinr. Trong quá trình vẽ, giáo viên chú ý học sinh cách vẽ các ô sai số và cách nối các điểm trên ô sai số sao cho đúng. Để hướng dẫn học sinh cách xử lý số liệu và rút ra các nhận xét, giáo viên đặt ra các câu hỏi như:

Câu hỏi 1. Nhận xét hình dạng đồ thị thu được? HS: Đồ thị thu được gần như là một đường thẳng.

Câu hỏi 2. Sini và sin r phụ thuộc với nhau như thế nào? HS: Phụ thuộc theo hàm bậc nhất và tỉ số này trong các lần đo xấp xỉ bằng nhau.

Câu hỏi 3. Tính sai số tỉ đối trung bình của đại lượng n? Và nhận xét sai số thu được? HS: Tính sai số tỉ đối trung bình theo công thức $\Delta\bar{n}/\bar{n}$ và đưa ra nhận xét.

Câu hỏi 4. Có kết luận gì về vị trí của tia khúc xạ so với tia tới và pháp tuyến? HS: tia khúc xạ luôn nằm trong mặt phẳng tới và nằm bên kia pháp tuyến so với tia tới.

Giáo viên hướng dẫn học sinh các đưa ra các nhận xét về quá trình thí nghiệm bằng cách yêu cầu học sinh cho biết các nguyên nhân dẫn đến sai số, các khó khăn gặp phải khi làm thí nghiệm và cách khắc phục. Cuối cùng, giáo viên tổng kết các kết quả mà các nhóm và khái quát thành định luật khúc xạ ánh sáng.

Bước 5. Tổ chức kiểm tra, đánh giá

Căn cứ vào quá trình quan sát, ghi chép, theo dõi các hoạt động của học sinh trong từng giai đoạn mà giáo viên đánh giá mức độ hình thành các kỹ năng thực hành của học sinh.

Bước 6. Bổ sung và cải tiến

Nếu trong quá trình bồi dưỡng, các kỹ năng của học sinh chưa đạt đúng mục tiêu đề ra thì giáo viên cần có kế hoạch để bồi dưỡng thêm các kỹ năng này trong những nội dung khác.

4.2. Quy trình bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh trong dạy học bài Thực hành xác định tiêu cự của thấu kính phân kỳ

Bước 1. Xác định hình thức tổ chức bồi dưỡng

Giáo viên sử dụng hình thức tổ chức dạy học theo bài lên lớp với bài thực hành thí nghiệm.

Bước 2. Xác định kỹ năng và mục tiêu cần đạt của kỹ năng

Đề xuất được phương án thí nghiệm đo tiêu cự của thấu kính phân kỳ và đánh giá được tính khả thi của mỗi phương án dưới sự hướng dẫn của giáo viên; lập được bản kế hoạch thí nghiệm chi tiết; bố trí thí nghiệm hợp lý để xác định được tiêu cự thấu kính phân kỳ; thực hiện đo đạc và thu thập số liệu một cách nhanh chóng; xử lý được các số liệu để đưa ra kết quả cuối cùng về tiêu cự của thấu kính phân kỳ cần đo và đánh giá được tiến trình thí nghiệm.

Bước 3. Lập kế hoạch tổ chức bồi dưỡng

a. Xác định các điều kiện về phương tiện, thiết bị, không gian, thời gian

Phương tiện, thiết bị dạy học là bộ thí nghiệm thực hành xác định tiêu cự của thấu kính phân kỳ. Không gian trong phòng thí nghiệm. Thời gian dự kiến là 3 tiết tại lớp. Trong đó tiết đầu tiên, giáo viên hướng dẫn học sinh tìm hiểu dụng cụ và đề xuất phương án thí nghiệm. Sau đó về nhà học sinh lập bản kế hoạch. Tiết 2, giáo viên chỉnh sửa bản kế hoạch, hướng dẫn, làm mẫu cách bố trí thí nghiệm và cách đo đạc. Tiết 3, học sinh tự tiến hành bố trí, đo đạc, thu thập số liệu, xử lý số liệu.

b. Dự kiến cách thức tổ chức bồi dưỡng

Giáo viên chia lớp thành nhiều nhóm, hướng dẫn học sinh cách lập bản kế hoạch thí nghiệm. Các nhóm về nhà hoàn thiện bản kế hoạch thí nghiệm. Giáo viên chỉnh sửa lại kế hoạch của các nhóm. Các nhóm thực hiện rèn luyện các kỹ năng bố trí thí nghiệm, đo đạc và thu thập số liệu, xử lý số liệu, nhận xét đánh giá quá trình thí nghiệm dưới sự hướng dẫn của giáo viên.

c. Xây dựng kế hoạch tổ chức kiểm tra, đánh giá

Kiểm tra, đánh giá qua việc theo dõi, quan sát những thao tác của học sinh trong quá trình làm thí nghiệm kết hợp với sự chuẩn bị bản kế hoạch và cách xử lý số liệu và kết quả thí nghiệm.

Bước 4. Tổ chức bồi dưỡng theo kế hoạch

Giáo viên chia lớp thành 6 nhóm nhỏ. Phát bộ thí nghiệm xác định tiêu cự của thấu kính phân kỳ gồm: Giá quang học G có thước dài 75cm; Đèn chiếu Đ, loại 12V-21W; Bản chắn sáng C màu đen, trên mặt có 1 lỗ tròn mang hình số 1 dùng làm vật AB; Thấu kính phân kỳ L; Thấu kính hội tụ L_0; Bản

màn ảnh M; Nguồn điện U (AC-DC: 3-9-12V); dây dẫn.

Hoạt động 1: Xác định vấn đề nghiên cứu

Yêu cầu học sinh cho biết mục đích của thí nghiệm?

Hoạt động 2: Tìm hiểu tìm hiểu dụng cụ

Câu hỏi 1. Hãy liệt kê và mô tả các dụng cụ trong bộ thí nghiệm? Học sinh liệt kê và mô tả các dụng cụ trong bộ thí nghiệm.

Câu hỏi 2. Các điện áp mà nguồn điện cung cấp là bao nhiêu? Nên chọn điện áp cung cấp cho đèn bao nhiêu để đèn sáng bình thường? HS: 3-6-12V, chọn đúng định mức là 12V.

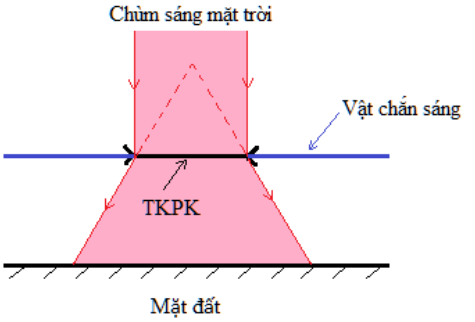
Câu hỏi 3. Nếu đặt lần lượt vật, thấu kính, màn lên giá quang học, làm thế nào để tính khoảng cách từ thấu kính đến vật và từ thấu kính đến màn? HS: Đọc số chỉ vị trí của chúng trên giá quang học, sau đó tính khoảng cách bằng cách lấy hiệu các giá trị này.

Hoạt động 3: Đề xuất phương án thí nghiệm phù hợp với điều kiện đã xác định

Câu hỏi 1. Có thể đo tiêu cự của thấu kính phân kỳ thông qua việc đo trực tiếp khoảng cách từ vật đến thấu kính và từ ảnh đến thấu kính hay không? Vì sao? HS: Không được, vì ảnh thu được là ảnh ảo không hứng được trên màn.

Câu hỏi 2. Hãy đề xuất một số phương án có thể đo được tiêu cự của thấu kính phân kỳ với các dụng cụ có sẵn trong bộ thí nghiệm hoặc một số dụng đơn giản khác mà em có thể chế tạo được?

Một số phương án thí nghiệm mà học sinh có thể đề xuất là:



Hình 2: *Sơ đồ thí nghiệm đo tiêu cự thấu kính*

Phương án 1: Sử dụng ánh sáng mặt trời để tạo chùm tia song song đến thấu kính. Chùm tia này hội tụ tại một điểm phía trước thấu kính và chùm sáng sau thấu kính bị loe rộng tạo nên một vệt sáng trên mặt đất. Thí nghiệm có thể được bố trí như hình 2. Bằng cách đo đường kính của thấu kính, đường kính vệt sáng trên mặt đất, khoảng cách từ thấu kính đến mặt đất, có thể tính toán được giá trị của tiêu cự thấu kính phân kỳ.

Phương án 2: Ghép thấu kính phân kỳ với một thấu kính hội tụ để tạo ra ảnh thật của vật thật qua hệ hai thấu kính. Phương pháp này được trình bày rõ ở SGK.

Phương án 3: Sử dụng 1 thấu kính hội tụ và một thấu kính phân kỳ đem ghép sát, đồng trục với nhau sao cho hệ thấu kính thu được được xem như một thấu kính hội tụ. Tiêu cự f_1 của thấu kính hội tụ có thể đo dễ dàng bằng cách

đo khoảng cách từ vật đến thấu kính và từ thấu kính đến màn. Từ đó tính toán được độ tụ D_1. Sau đó, lại sử dụng phương pháp đo này để xác định tiêu cự f (độ tụ D) của hệ thấu kính ghép sát. Từ đó áp dụng công thức $D = D_1 + D_2$ để xác định D_2 và suy ra tiêu cự f_2 của thấu kính phân kỳ.

Câu hỏi 3. Cho biết ưu, nhược điểm của từng phương án đã đề xuất? Giáo viên gợi ý học sinh phân tích xem đối với phương án đó, dụng cụ chế tạo có khó hay không? Sai số thu được có thể lớn hay không? Vì sao?

Câu hỏi 4. Cần lựa chọn phương án nào để làm thí nghiệm? Sau hoạt động này, giáo viên thống nhất phương án cho các nhóm làm thí nghiệm. Do điều kiện về thời gian nên đề tài chỉ xác định cho học sinh làm phương án 2.

Hoạt động 4: Xây dựng tiến trình làm thí nghiệm

Yêu cầu học sinh làm việc theo nhóm và đưa ra tiến trình thí nghiệm phù hợp. Để xây dựng tiến trình, giáo viên hướng dẫn học sinh tự trả lời các câu hỏi: Đầu tiên cần làm gì? Làm như thế nào? Sau đó làm gì? Làm ra sao? Sau khi các nhóm đã hoàn thiện tiến trình, giáo viên yêu cầu các nhóm trình bày tiến trình của nhóm trước lớp để các nhóm khác nhận xét. Giáo viên tổng kết, điều chỉnh tiến trình.

Hoạt động 5: Xây dựng các bảng biểu

Câu hỏi 1. Trong thí nghiệm này, các đại lượng nào ta có thể thu thập số liệu trực tiếp? Các đại lượng nào là các đại lượng cần xác định theo yêu cầu thí nghiệm? Từ đó cho biết bảng biểu sẽ cần có những đại lượng nào?

Câu hỏi 2. Các công thức nào được vận dụng để đo tiêu cự của thấu kính phân kỳ?

Câu hỏi 3. Phép đo sẽ được thực hiện bao nhiêu lần?

Câu hỏi 4. Cần tính sai số của đại lượng nào?

Sau khi trả lời hết các câu hỏi này, giáo viên yêu cầu các nhóm thiết kế bảng biểu vào giấy A2. Yêu cầu cần đạt là bảng biểu rõ ràng, logic và dễ dàng để ghi kết quả thực nghiệm. Khi các nhóm hoàn thành bảng biểu, giáo viên yêu cầu các nhóm cùng gắn các bảng biểu lên bảng để cả lớp cùng nhận xét, đánh giá. Giáo viên chỉnh sửa các bảng này cho phù hợp. Sau khi học sinh hoàn thành các bước đề xuất phương án, xây dựng tiến trình thí nghiệm, lập các bảng biểu, giáo viên yêu cầu các nhóm về hoàn thiện lại các nội dung và lập thành bản kế hoạch thí nghiệm, chuẩn bị cho buổi thí nghiệm sau.

Hoạt động 6: Lắp đặt, bố trí thí nghiệm

Câu hỏi 1. Nêu các bước khởi động nguồn sáng để đảm bảo an toàn về điện? HS: Cắm dây nối lấy điện của đèn chiếu vào nguồn cấp điện; vặn núm xoay chiều của nguồn điện đến vị trí 12V; cắm phích lấy điện của nguồn vào mạng điện 220V; bật công tắc nguồn để đèn chiếu phát sáng.

Câu hỏi 2. Cho biết cách lắp vật, thấu kính và màn lên giá quang học?

HS: Đặt vật cần lắp vào đúng vị trí trên giá đỡ của mỗi dụng cụ, điều chỉnh sao cho mặt phẳng chứa chúng vuông góc với giá quang học, và đồng trục với nhau. Sau đó vặn các vít để chốt chặt vị trí của vật, đèn chiếu, màn và thấu kính.

Giáo viên yêu cầu học sinh bố trí các dụng cụ theo sơ đồ Hình 35.5 SGK (nhưng chưa lắp thấu kính phân kỳ). Nếu nhận thấy học sinh lúng túng trong thao tác này, giáo viên có thể thực hiện làm mẫu 1 lần.

Hoạt động 7: Đo đạc và thu thập kết quả thí nghiệm

Giáo viên hướng dẫn học sinh cách điều chỉnh dụng cụ và cách quan sát, đọc kết quả thí nghiệm.

Câu hỏi 1. Làm thế nào để di chuyển vị trí của vật, thấu kính hoặc màn? HS: Nới lỏng vít hãm ở giá đỡ của mỗi dụng cụ và trượt chúng lên giá quang học, đến vị trí thích hợp thì siết chặt vít hãm lại.

Câu hỏi 2. Vị trí đặt mắt để quan sát và đọc các số liệu trên giá quang học cho phù hợp? HS: Đặt mắt thẳng góc với thước tại vị trí vạch ngắm trên giá đỡ các dụng cụ.

Câu hỏi 3. Sai số chiều dài của giá quang học là bao nhiêu? HS: 0,5mm, bằng nửa độ chia nhỏ nhất ghi trên thước.

Sau khi học sinh trả lời câu hỏi này, giáo viên có thể cho học sinh đọc một số giá trị đo trên thước để xem học sinh đã biết cách đặt mắt và đọc số liệu đúng sai số dụng cụ quy định chưa. Dưới sự hướng dẫn của giáo viên, các nhóm tiến hành làm thí nghiệm để luyện tập và củng cố kỹ năng.

Hoạt động 8: Tính toán sai số và xử lý số liệu

Câu hỏi 1. Cho biết cách tính các giá trị $\bar{f}$, Δf_i, $\Delta\bar{f}$ và sai số tỉ đối trung bình của đại lượng f ? Sai số này có thể chấp nhận được không?

HS: $\bar{f} = \dfrac{f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5}{5}$;

$\Delta f_i = \left| f_i - \bar{f} \right|$;

$\Delta\bar{f} = \dfrac{\Delta f_1 + \Delta f_2 + \Delta f_3 + \Delta f_4 + \Delta f_5}{5}$;

$\delta = \dfrac{\Delta\bar{f}}{\bar{f}}$.

Nhận xét nếu $\delta \le 5\%$ thì sai số có thể chấp nhận được.

Câu hỏi 2. Kết quả cần được viết như thế nào? HS: Kết quả phép đo $f = \bar{f} \pm \Delta\bar{f}$.

Hoạt động 9: Nhận xét kết quả và đánh giá tiến trình thí nghiệm

Sau khi hướng dẫn học sinh cách ghi và tính toán sai số, giáo viên dành thời gian để học sinh xử lý các số liệu thu được. Sau đó, giáo viên định hướng học sinh cách nhận xét, đánh giá bài thí nghiệm bằng các câu hỏi như: Kết quả thu được có phù hợp với thực tế hay không? Nguyên nhân dẫn đến sai số trong thí nghiệm là gì? Làm sao để giảm được các sai số này? Tiến trình thí nghiệm có những vấn đề nào khó

khăn? Khắc phục những khó khăn này như thế nào?

Bước 5. Tổ chức kiểm tra, đánh giá

Giáo viên căn cứ vào những quan sát, ghi chép, theo dõi các hoạt động của học sinh trong từng giai đoạn, kết hợp với sự chuẩn bị bản kế hoạch thí nghiệm và cách xử lý các số liệu đó để đánh giá kỹ năng của học sinh. Đặc biệt giáo viên cần theo dõi sát hoạt động của các nhóm trong từng bước như bố trí thí ngiệm, điều chỉnh dụng cụ, ghi chép số liệu để có những đánh giá chính xác.

Bước 6. Bổ sung và cải tiến

Nếu trong quá trình bồi dưỡng, các kỹ năng của học sinh chưa đạt đúng mục tiêu đề ra, giáo viên có thể có kế hoạch để bồi dưỡng thêm bằng cách cho học sinh về nhà làm các phương án thí nghiệm khác.

5. Kết quả thực nghiệm

Quy trình dạy học đưa ra được áp dụng trong dạy học tại 2 lớp thực nghiệm (TNg) là 11A1 và 11A3 và so sánh với 2 lớp đối chứng (ĐC) là 11A2 và 11A4 trường THPT Hùng Vương, Bố Trạch, Quảng Bình nhằm đánh giá hiệu quả của việc bồi dưỡng năng lực thực nghiệm. Kết quả đánh giá được thực hiện qua việc quan sát học sinh làm việc trong tiết học và tiến hành kiểm tra, đánh giá kỹ năng thực hành của học sinh thông qua bài thực hành xác định tiêu cự của thấu kính phân kỳ. Các kỹ năng thực hành của học sinh sẽ được đánh giá qua hai cách là đánh giá quy trình (với kỹ năng bố trí thí nghiệm, kỹ năng đo đạc và thu thập số liệu) và đánh giá sản phẩm (với kỹ năng lập kế hoạch, kỹ năng tìm hiểu và chế tạo dụng cụ, kỹ năng xử lý số liệu, nhận xét, đánh giá) và dựa vào các tiêu chí đánh giá năng lực thực nghiệm mà đề tài đã đề xuất. Trong đó, kỹ năng lập kế hoạch thí nghiệm và kỹ năng tìm hiểu, chế tạo dụng cụ được đánh giá, cho điểm theo nhóm. Các kỹ năng còn lại cho điểm theo cá nhân. Điểm tối đa cho mỗi học sinh ứng với mỗi tiêu chí là 10 điểm. Điểm trung bình của mỗi cá nhân là điểm trung bình cộng của 5 tiêu chí.

- **Kết quả quan sát giờ học**

Ở các lớp đối chứng

Trong quá trình học: Các thí nghiệm được giáo viên sử dụng chủ yếu là thí nghiệm biểu diễn, do đó học sinh chủ yếu chỉ quan sát và ít được tiếp xúc với dụng cụ thí nghiệm. Trong tiết thực hành học sinh chỉ thực hiện soạn mẫu báo cáo thí nghiệm theo mẫu có sẵn trong SGK. Các thao tác sử dụng dụng cụ còn lúng túng, chưa chính xác. Việc lắp đặt, bố trí dụng cụ chưa khoa học. Học sinh chưa biết cách điều chỉnh dụng cụ sao cho đồng trục, chưa chọn đúng các vị trí của màn để cho ảnh rõ nét.

Trong quá trình kiểm tra: Có rất ít nhóm đề xuất được phương án thí nghiệm có tính khả thi và trình bày được các bước cơ bản trong lập kế hoạch. Kỹ năng chế tạo dụng cụ của học sinh trong lớp ĐC vẫn còn rất hạn chế, thể hiện ở sự chuẩn bị các dụng cụ thí nghiệm còn sơ sài, chưa đúng yêu

cầu kỹ thuật. Hầu hết học sinh tỏ ra lúng túng và khá vụng về trong khi thực hiện các thao tác tháo lắp và bố trí dụng cụ thí nghiệm. Các thao tác thu thập số liệu còn rất chậm, chưa chính xác.

Ở các lớp thực nghiệm

Trong quá trình học: Hầu hết các giáo viên đã tổ chức bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh theo đúng quy trình đã đề xuất. Các giáo viên đã tăng cường sử dụng các thí nghiệm trực diện nhằm giúp học sinh khám phá kiến thức mới. Điều này đã tạo điều kiện tối đa cho học sinh tiếp xúc với các dụng cụ thí nghiệm và rèn luyện các kỹ năng thực hành. Trong tiết thực hành xác định tiêu cự thấu kính phân kỳ, học sinh có thể đề xuất được thêm 1 phương án thí nghiệm ngoài phương án mà SGK đã cho sẵn. Các thao tác tìm hiểu dụng cụ, tháo lắp và bố trí dụng cụ trở nên thành thạo, nhanh chóng.

Trong quá trình kiểm tra: Có khá nhiều nhóm đề xuất được phương án thí nghiệm và lập được bản kế hoạch thí nghiệm một cách chi tiết và khá đầy đủ. Học sinh chuẩn bị các dụng cụ đúng yêu cầu của phương án đưa ra. Một số nhóm chuẩn bị chu đáo, dụng cụ có tính kỹ thuật và thẩm mĩ. Các nhóm bố trí thí nghiệm khá nhanh, thao tác đo đạc với dụng cụ diễn ra khá thành thục và không cần sự trợ giúp nhiều từ phía giáo viên. Việc thu thập số liệu diễn ra đúng thời gian quy định.

Kết quả kiểm tra

Bảng 4: *Thống kê các điểm số (X_i) của bài kiểm tra*

Nhóm	Tổng số HS	Điểm số (X_i)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TNg	85	0	0	1	6	9	25	24	15	4	1
ĐC	87	0	1	5	18	28	20	8	6	1	0

Bảng 5: *Thống kê điểm trung bình các tiêu chí của học sinh hai nhóm*

Nhóm	Tiêu chí 1	Tiêu chí 2	Tiêu chí 3	Tiêu chí 4	Tiêu chí 5
TNg	6,7	6.8	6,5	6,5	6,3
ĐC	4,7	5,5	5,2	5,3	5,6

Từ các bảng số liệu chúng tôi tiến hành xử lý các số liệu và vẽ các đồ thị cần thiết. Các kết quả thu được cho phép kết luận kết quả của việc bồi dưỡng kỹ năng thực hành cho học sinh trong dạy học phần Quang hình học của nhóm các lớp TNg cao hơn so với nhóm các lớp ĐC.

III. Kết luận

Qua quá trình nghiên cứu, chúng tôi đã đề xuất được bộ tiêu chí đánh giá năng lực thực nghiệm, đưa ra quy trình

bồi dưỡng năng lực thực nghiệm cho học sinh và vận dụng quy trình đó trong dạy học phần Quang hình học. Chúng tôi cũng đã tiến hành thực nghiệm nhằm đánh giá các kỹ năng thực nghiệm của học sinh theo các tiêu chí đã đề xuất. Các kết quả thực nghiệm đã cho thấy việc vận dụng quy trình vào dạy học đã góp phần phát triển năng lực thực nghiệm cho học sinh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Maarten Pieters, WCE (2012), Curriculum Symposium: Introduction to the contributions from five countries. P.1367-1403

2. DeSeCo (2002), Education - Lifelong Learning and the Knowledge Economy: Key Competencies for the Knowledge Society, In: Proceedings of the DeSeCo Symposium, Stuttgart

3. Québec - Ministere de l'Education (2004), Québec Education Program, Secondary School Education, Cycle One

4. Vụ Giáo dục Trung học (2014), *Hướng dẫn dạy học và kiểm tra đánh giá theo định hướng phát triển năng lực học sinh cấp trung học phổ thông*, Tài liệu tập huấn, Hà Nội

5. KMK, Kultusministerkonferenz (2005), Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Bildungsabschluss. Beschluss vom 16.12.2004

6. Dave, R. H. (1970), Psychomotor levels in Developing and Writing Behavioral Objectives, Educational Innovators Press, Arizona

7. Harrow, A. (1972), A Taxonomy of Psychomotor Domain -- A Guide for Developing Behavioral Objectives, David McKay, New York

FOSTERING STUDENTS' EXPERIMENTAL COMPETENCE ON OPTICAL GEOMETRY IN GRADE - 11 PHYSICS

ABSTRACT

In Physics experimental competence is one of the distintive capacities that students should train to achieve. We are going to have this paper propose a set of criteria to evaluate the experimental competence in Physics, a process to foster it to students as well as a way to apply the process into teaching Optical Geometry in Grade - 11 Physics.

Keywords: *Experimental competence, evaluating criteria, fostering process, refraction of light, liquid extract*

(Received: 6/1/2018, Revised: 11/2/2018, Accepted for publication: 12/3/2018)