



DOI: <https://doi.org/10.52714/dthu.sch.2243.1818>

## TỔ CHỨC DẠY HỌC BÀI LỰC MA SÁT TRƯỢT THEO MÔ HÌNH 5E NHẪM BỒI DƯỠNG MỘT SỐ THÀNH PHẦN NĂNG LỰC VẬT LÝ CỦA HỌC SINH

Cao Thị Sông Hương, Lê Văn Hiếu\*,  
Nguyễn Đào Thùy Dương và Nguyễn Trúc Quỳnh

Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ, Email: [levanhieu.91nvt@gmail.com](mailto:levanhieu.91nvt@gmail.com)

Lịch sử bài báo

Ngày nhận: 05/4/2025; Ngày nhận chỉnh sửa: 24/4/2025; Ngày duyệt đăng: 26/4/2025

### Tóm tắt

Để thực hiện hiệu quả mục tiêu của Chương trình giáo dục phổ thông 2018, giáo viên cần vận dụng các phương pháp dạy học tích cực, phù hợp với mục tiêu phát triển năng lực của học sinh. Mô hình 5E được nhiều giáo viên trên thế giới triển khai vào quá trình dạy học bởi những hiệu quả và lợi ích của nó đối với việc phát triển năng lực người học. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu của việc vận dụng mô hình 5E trong dạy học nội dung “Lực ma sát trượt” môn Vật lý 10 nhằm bồi dưỡng năng lực vật lý của học sinh. Thông qua các hoạt động học tập được tổ chức theo mô hình 5E, học sinh có nhiều cơ hội để phát huy tư duy sáng tạo của bản thân trong quá trình tìm tòi, khám phá, xây dựng và vận dụng kiến thức, qua đó hình thành và phát triển các năng lực thiết yếu như giải quyết vấn đề và sáng tạo, tự chủ và tự học, giao tiếp và hợp tác, đặc biệt là năng lực vật lý.

**Từ khóa:** Lực ma sát trượt, mô hình 5E, năng lực vật lý.

---

Trích dẫn: Cao, T. S. H., Lê, V. H., Nguyễn, Đ. T. D., & Nguyễn, T. Q. (2026). Tổ chức dạy học bài lực ma sát trượt theo mô hình 5E nhằm bồi dưỡng một số thành phần năng lực vật lý của học sinh. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Tháp*, 15(6), 12-26. <https://doi.org/10.52714/dthu.sch.2243.1818>

Copyright © 2026 The author(s). This work is licensed under a CC BY-NC 4.0 License.

**THE 5E-BASED TEACHING OF FRICTIONAL FORCE CONTENT TO  
ENHANCE 10<sup>TH</sup>-GRADERS' PHYSICS CAPACITY**

**Cao Thi Song Huong, Le Van Hieu \***,

**Nguyen Dao Thuy Duong, and Nguyen Truc Quynh**

*Department of Physics, Ho Chi Minh City University of Education, Vietnam*

*\*Corresponding author, Email: levanhieu.91nvt@gmail.com*

*Article history*

*Received: 05/4/2025; Received in revised form: 24/4/2025; Accepted: 26/4/2025*

**Abstract**

*To effectively implement the goals of the 2018 General Education Program, teachers need to apply appropriate teaching methods aligned with developing students' capacity. The 5E structure has been widely implemented by educators worldwide due to its effectiveness and benefits in enhancing learners' capacity. This paper presents the research findings on the application of the 5E structure in teaching "Sliding friction" topic in Physics of Grade 10, aiming to foster students' Physics capacity. Via this approach, students have numerous opportunities to develop their creative thinking skills during the process of exploration, discovery, knowledge construction, as well as to apply their acquired knowledge and skills to solve real-world problems.*

**Keywords:** *5E structure, Physical capacity, Sliding friction.*

## **1. Mở đầu**

Chương trình Giáo dục phổ thông 2018 được xây dựng theo quan điểm tiếp cận năng lực của người học. Theo đó tất cả các môn học và hoạt động giáo dục đều hướng đến mục tiêu phát triển năng lực đặc thù của môn học/hoạt động giáo dục, đồng thời góp phần hình thành và phát triển các năng lực chung và phẩm chất chủ yếu (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018a).

Môn Vật lí là môn học thuộc lĩnh vực khoa học tự nhiên, bên cạnh việc góp phần phát triển phẩm chất và năng lực chung, môn Vật lí hướng tới mục tiêu chủ đạo là hình thành và phát triển năng lực vật lí của học sinh (HS), giúp HS vận dụng được một số kĩ năng tiến trình khoa học để khám phá kiến thức và giải quyết vấn đề dưới góc độ vật lí. Để đạt được các mục tiêu đó, trong dạy học vật lí giáo viên (GV) cần linh hoạt vận dụng các phương pháp, kĩ thuật dạy học tích cực vào quá trình dạy học. Mô hình 5E đã được nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước chứng minh hiệu quả đối với việc phát triển năng lực của HS. Nghiên cứu của Francesc Garcia I Grau và các cộng sự đã đưa ra những bằng chứng mạnh mẽ về tác động của mô hình 5E đối với hoạt động học tập chủ động, tích cực của HS (Garcia & cs., 2021). Tác giả Sara Salloum và các cộng sự của mình đã chỉ ra việc kết hợp lớp học đảo ngược và mô hình 5E đem lại nhiều lợi ích như: (1) Có thêm thời gian trên lớp để tổ chức các hoạt động giúp HS nâng cao hiểu biết về khoa học; (2) Chuyển đổi vai trò của GV sang vai trò cố vấn, hỗ trợ và HS là trung tâm của quá trình dạy học (Salloum & cs., 2022). Mô hình 5E định hướng các hoạt động học tập của HS bằng các câu hỏi gợi mở để HS có thể tương tác sâu với đối tượng học tập, điều này giúp thúc đẩy việc hình thành các mối liên hệ chặt chẽ giữa kiến thức đã có và kiến thức mới cần được tiếp thu (Ruiz-Martín & Bybee, 2022), giúp thúc đẩy và khơi gợi hứng thú học tập, cải thiện khả năng hiểu và diễn đạt các khái niệm của HS (Nkurikiyimana & cs., 2022). Công trình của Eric Appiah-Twumasi và các cộng sự đã chứng minh mô hình 5E là mô hình dạy học khả thi, có ý nghĩa đối với việc cải thiện thành tích học tập của HS ở môn Vật lí so với các phương pháp dạy học truyền thống ở tại các trường THPT. Nếu GV muốn cải thiện thành tích học tập của HS thì mô hình 5E là một sự lựa chọn tốt (Appiah-Twumasi & cs., 2021). Trong dạy học ở trường THCS, mô hình 5E có thể giúp phát triển năng lực khoa học tự nhiên của HS (Quản, 2021). Hay một nghiên cứu khác cũng chỉ ra rằng mô hình 5E có ưu điểm nhiều hơn khi tạo ra các hoạt động học tập để HS tự tìm hiểu, khám phá kiến thức của bài học; giúp HS phát triển được các phẩm chất, năng lực học tập, biết vận dụng kiến thức đã học vào giải quyết vấn đề thực tiễn. Vận dụng mô hình 5E trong dạy học môn Toán không chỉ giúp GV nâng cao hiệu quả dạy học mà còn tăng hứng thú, niềm yêu thích của HS với môn Toán (Nguyễn, 2024).

Kiến thức về lực ma sát trượt gắn với nhiều hiện tượng vật lí quen thuộc trong cuộc sống hàng ngày và có ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Tuy nhiên, việc giảng dạy nội dung lực ma sát trượt theo lối thông báo kiến thức làm hạn chế cơ hội để phát triển năng lực của HS, đặc biệt là năng lực vật lí. Mô hình 5E nhắm tới việc tổ chức cho HS thực hiện các hoạt động thực hành, thí nghiệm để tự lực tìm tòi khám phá, xây dựng và vận dụng kiến thức vào thực tiễn. Các hoạt động học tập như vậy sẽ hình thành và phát triển ở HS năng lực vật lí cùng với các năng lực thiết yếu khác như tự chủ và tự học, giao tiếp và hợp tác, giải quyết vấn đề và sáng tạo.

Vậy mô hình 5E gồm các giai đoạn nào? Tổ chức dạy học nội dung lực ma sát trượt theo mô hình 5E gồm có những hoạt động học tập nào? Làm thế nào để đánh giá được biểu hiện hành vi của một số thành phần năng lực vật lí của HS có thể bộc lộ trong quá trình thực hiện các hoạt động học tập trong bài lực ma sát trượt theo mô hình 5E? Tất cả các câu hỏi này sẽ được trả lời trong phần tiếp theo của bài báo.

## **2. Kết quả nghiên cứu**

## 2.1. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Dạy học theo mô hình 5E và việc bồi dưỡng thành phần năng lực nhận thức vật lý và thành phần năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý của HS.

### 2.1.2. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về mô hình 5E, năng lực vật lý của HS, đánh giá năng lực vật lý của HS.

- Vận dụng khung lý thuyết về mô hình 5E để xây dựng tiến trình dạy học bài “Lực ma sát trượt” trong môn Vật lý lớp 10.

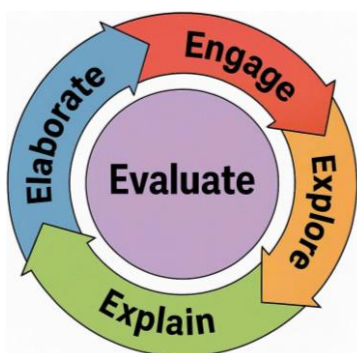
- Xây dựng tiêu chí đánh giá các thành phần năng lực vật lý tương ứng của HS trong bài “Lực ma sát trượt”.

- Tổ chức thực nghiệm sư phạm kế hoạch bài dạy và phân tích kết quả thực nghiệm về phương diện bồi dưỡng thành phần năng lực nhận thức vật lý và thành phần năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý của HS.

## 2.2. Mô hình 5E

Mô hình 5E gồm 5 giai đoạn của quá trình dạy học đều bắt đầu bằng chữ “E” trong tiếng Anh: Engage (Kết nối), Explore (Khám phá), Explain (Giải thích), Elaborate (Vận dụng), Evaluate (Đánh giá) (Bybee & cs., 2006). Các giai đoạn này được xây dựng dựa trên lý thuyết kiến tạo về học tập. Theo đó, HS xây dựng các kiến thức mới dựa trên các kiến thức hoặc trải nghiệm đã biết trước đó.

Mô hình 5E gồm các giai đoạn sau (Bybee & cs., 2006):



Hình 1. Mô hình 5E (Bybee & cs., 2006)

**Engage** (Kết nối): Nhằm mục đích kích thích sự quan tâm của HS trong việc tham gia vào việc học của chính mình. Ở giai đoạn này, người học có cơ hội kết nối nhiệm vụ học tập với kiến thức trước đó để việc học trở nên có ý nghĩa.

**Explore** (Khám phá): Bao gồm việc tạo ra nhiều hoạt động sáng tạo và thực hành cho phép HS tiến hành các quan sát, thí nghiệm và khám phá các nội dung kiến thức.

**Explain** (Giải thích): HS trình bày một cách đơn giản bằng lời của mình các khái niệm đã học, kiến thức đã tiếp thu và chia sẻ chúng với toàn lớp; GV chuẩn hóa các thuật ngữ khoa học, kết nối kiến thức HS vừa khám phá được với các thuật ngữ trừu tượng và khái niệm mới.

**Elaborate** (Vận dụng): Giúp HS vận dụng kiến thức đã học vào những trải nghiệm mới, giải quyết các vấn đề liên quan.

**Evaluate** (Đánh giá): Ở giai đoạn này HS đánh giá việc học của mình thông qua tự đánh giá, đánh giá đồng đẳng và đánh giá của GV. Lưu ý không nhất thiết thực hiện đánh giá ở cuối quá trình mà có thể tổ chức ở bất kỳ thời điểm nào trong tiến trình dạy học.

### 2.3. Mô hình 5E và việc bồi dưỡng năng lực vật lí của HS

Theo Chương trình giáo dục phổ thông 2018, năng lực là thuộc tính cá nhân được hình thành, phát triển nhờ tố chất sẵn có và quá trình học tập, rèn luyện, cho phép con người huy động tổng hợp các kiến thức, kĩ năng và các thuộc tính cá nhân khác như hứng thú, niềm tin, ý chí,... thực hiện thành công một loại hoạt động nhất định, đạt kết quả mong muốn trong những điều kiện cụ thể (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018a).

Năng lực vật lí là năng lực đặc thù được hình thành và phát triển ở HS cấp THPT gồm 3 thành phần với 17 biểu hiện cụ thể. Các thành phần năng lực vật lí bao gồm: Nhận thức vật lí (NL1); tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí (NL2); vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học (NL3) (Bộ Giáo dục và Đào tạo, 2018b). Các biểu hiện của năng lực vật lí thể hiện khả năng nhận thức các đối tượng vật lí thông qua tìm tòi, khám phá bản chất, quy luật của các sự vật, hiện tượng và vận dụng các quy luật đó để phục vụ đời sống của con người. Dạy học 5E là mô hình dạy học theo hướng tìm tòi, khám phá do đó các hoạt động học tập trong mô hình 5E là cơ hội thuận lợi để HS bộc lộ các biểu hiện hành vi của năng lực vật lí. Tùy thuộc vào đặc điểm hoạt động học tập của HS mà mỗi giai đoạn của tiến trình dạy học 5E có thể mạnh khác nhau trong việc hình thành và phát triển các năng lực thành phần vật lí khác nhau. Bảng sau mô tả các năng lực thành phần có ưu thế hình thành và phát triển trong từng giai đoạn.

**Bảng 1. Biểu hiện năng lực vật lí được bộc lộ trong mỗi giai đoạn của tiến trình dạy học 5E**

Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thành phần năng lực vật lí và biểu hiện hành vi tương ứng được bộc lộ ở HS
<b>Engage (Kết nối)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tạo động lực và hứng thú học tập cho HS.</li> <li>- Khai thác những nội dung HS đã biết hoặc suy nghĩ của HS về chủ đề.</li> <li>- Đặt câu hỏi và khuyến khích HS trả lời.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chú ý lắng nghe, thể hiện sự quan tâm đến bài học.</li> <li>- Ôn lại kiến thức cũ liên quan đến chủ đề/bài học.</li> <li>- Trả lời các câu hỏi để thể hiện hiểu biết của mình.</li> <li>- Đặt các câu hỏi cần nghiên cứu. Đề xuất các dự đoán, giả thuyết.</li> </ul>	NL2: Đề xuất vấn đề liên quan đến vật lí.
<b>Explore (Khám phá)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đóng vai trò là người điều phối.</li> <li>- Quan sát và lắng nghe HS hoạt động nhóm.</li> <li>- Đặt những câu hỏi định hướng.</li> <li>- Dành thời gian cho HS suy nghĩ và phản hồi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiến hành các hoạt động kiểm tra giả thuyết hoặc thu thập và xử lí thông tin, rút ra các nhận định khái quát.</li> </ul>	NL2: Đưa ra phán đoán và xây dựng giả thuyết; Lập kế hoạch thực hiện; Thực hiện kế hoạch.

Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thành phần năng lực vật lí và biểu hiện hành vi tương ứng được bộc lộ ở HS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khuyến khích học tập hợp tác.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lắng nghe ý kiến từ các thành viên trong nhóm.</li> <li>- Chia sẻ ý tưởng và tiếp nhận ý kiến một cách cởi mở, không vội bác bỏ.</li> <li>- Ghi chép lại những điều quan sát hoặc khái quát hóa được.</li> </ul>	
<b>Explain (Giải thích)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khuyến khích HS diễn giải kết quả khám phá được theo ngôn ngữ bản thân.</li> <li>- Yêu cầu HS nêu rõ ý kiến, đưa ra bằng chứng và giải thích.</li> <li>- Chấp nhận và tôn trọng tất cả các câu trả lời hợp lý.</li> <li>- Cung cấp các định nghĩa, thuật ngữ mới và lời giải thích.</li> <li>- Lắng nghe và dựa trên sự thảo luận của HS để định hướng HS xây dựng kiến thức.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Giải thích, trình bày, diễn giải thông tin; định nghĩa, làm rõ các khái niệm, hiện tượng.</li> <li>- Dựa vào những quan sát, dữ liệu, hoặc nhận định trong giai đoạn trước đó để phân tích, giải quyết vấn đề hoặc rút ra kết luận.</li> <li>- Thể hiện thái độ cởi mở, thân thiện trong giao tiếp; giúp đỡ các thành viên khác trong quá trình học tập.</li> </ul>	<p>NL2: Viết, trình bày báo cáo và thảo luận; Ra quyết định và đề xuất ý kiến, giải pháp</p>
<b>Elaborate (Vận dụng)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tạo điều kiện để HS sử dụng kiến thức đã xây dựng được vào các tình huống học tập và thực tiễn.</li> <li>- Khuyến khích HS vận dụng và phát triển các khái niệm và kỹ năng mới.</li> <li>- Khuyến khích HS sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa vừa học một cách chủ động.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áp dụng kiến thức vừa xây dựng được để giải quyết các vấn đề, tình huống có ý nghĩa.</li> <li>- Mở rộng và giải thích khái niệm mới.</li> <li>- Diễn đạt sự hiểu biết bằng ngôn ngữ chuyên môn, học thuật.</li> <li>- Ghi chép một cách có hệ thống các quan sát, lời giải thích và giải pháp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NL1: Nhận biết, trình bày so sánh, phân loại, phân tích, giải thích các sự vật, hiện tượng, quá trình.</li> <li>- NL3: Giải thích, chứng minh, đánh giá, phản biện một vấn đề thực tiễn; Thiết kế mô hình.</li> </ul>
<b>Evaluate (Đánh giá)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quan sát hành vi của HS trong quá trình khám</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đánh giá sự hiểu biết về các khái niệm và kỹ năng (tự đánh</li> </ul>	<p>NL1: Nhận biết, trình bày so sánh, phân loại, phân tích, giải thích các sự vật, hiện tượng, quá trình.</p>

Hoạt động của GV	Hoạt động của HS	Thành phần năng lực vật lí và biểu hiện hành vi tương ứng được bộc lộ ở HS
phá và vận dụng các khái niệm và kỹ năng mới. – Đánh giá mức độ hiểu biết và vận dụng kiến thức và kỹ năng của HS. – Khuyến khích HS tự đánh giá quá trình học tập của bản thân. – Sử dụng các câu hỏi mở nhằm kích thích tư duy phản biện, khuyến khích HS diễn giải, giải thích, và đưa ra các ý kiến cá nhân.	giá, đánh giá lẫn nhau và đánh giá của GV). – Vận dụng kiến thức mới để đưa ra các câu trả lời và giải thích hợp lý cho các sự kiện, hiện tượng hoặc vấn đề liên quan.	

Cần lưu ý rằng các biểu hiện của thành phần năng lực nhận thức vật lí liên quan đến các hoạt động tư duy của HS về các hiện tượng và các quá trình vật lí. Do đó, trong quá trình hình thành và phát triển thành phần năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí và thành phần năng lực vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học thì thành phần năng lực nhận thức vật lí cũng được phát triển theo. Bên cạnh đó cũng cần hiểu rằng, mỗi tiết dạy/bài dạy không nhất thiết phải bồi dưỡng, phát triển hết các biểu hiện hành vi của năng lực vật lí, mà tùy vào nội dung và các hoạt động học cụ thể trong tiết dạy/bài dạy, HS có thể bộc lộ một số biểu hiện hành vi của một vài thành phần năng lực vật lí.

#### 2.4. Tiến trình dạy học theo mô hình 5E nội dung lực ma sát trượt

##### 2.4.1. Mục tiêu của bài lực ma sát trượt

- [1]. Lập luận để chứng tỏ được sự tồn tại của lực ma sát trượt.
- [2]. Nêu được khái niệm lực ma sát trượt.
- [3]. Nêu được ví dụ về sự tồn tại của lực ma sát trượt trong thực tiễn.
- [4]. Dự đoán được các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt.
- [5]. Đề xuất được thí nghiệm kiểm chứng các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt.
- [6]. Tiến hành được thí nghiệm kiểm chứng các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt.
- [7]. Rút ra được các kết luận về yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt.
- [8]. Dự đoán được mối quan hệ giữa lực ma sát trượt và áp lực.
- [9]. Tiến hành được thí nghiệm để kiểm tra dự đoán về mối quan hệ giữa lực ma sát trượt với áp lực.
- [10]. Xây dựng được công thức tính độ lớn của lực ma sát trượt.
- [11]. Vận dụng được kiến thức về lực ma sát trượt để giải quyết một số bài tập và một số hiện tượng trong thực tiễn.

##### 2.4.2. Kế hoạch bài dạy bài lực ma sát trượt

###### a. Dạy học nội dung “Khái niệm lực ma sát trượt”.

###### E1 (Kết nối)

\* **Mục tiêu:** Khởi động quá trình tư duy của HS, khơi gợi kiến thức liên quan đến bài học.

\* **Nội dung hoạt động:** Ôn tập kiến thức về định luật I và định luật II Newton.

\* **Tổ chức thực hiện**

– GV yêu cầu HS nhắc lại nội dung định luật I và định luật II Newton và thảo luận câu hỏi: Lực là nguyên nhân duy trì chuyển động hay là nguyên nhân làm biến đổi chuyển động? Vì sao?

– HS thảo luận tìm câu trả lời và nêu các dẫn chứng chứng tỏ lực là nguyên nhân làm biến đổi chuyển động

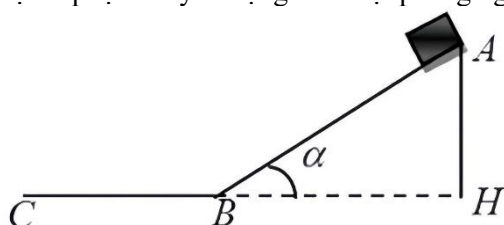
**E2 (Khám phá)**

\* **Mục tiêu:** [1].

\* **Nội dung hoạt động:** Chứng minh sự tồn tại của lực ma sát trượt.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV cho HS quan sát thí nghiệm thả một vật trượt từ đỉnh mặt phẳng nghiêng, khi đến chân mặt phẳng nghiêng vật tiếp tục chuyển động trên mặt phẳng ngang.

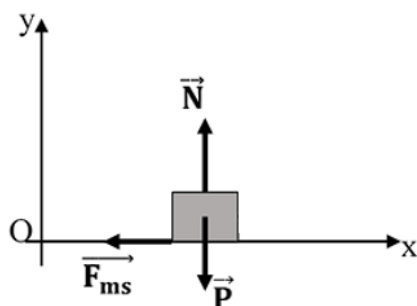


**Hình 2. Hình vẽ thí nghiệm thả vật trượt từ đỉnh mặt phẳng nghiêng**

– GV yêu cầu HS mô tả đặc điểm chuyển động của vật trên mặt phẳng ngang, từ đó lập luận để chứng minh trong quá trình chuyển động trên mặt phẳng ngang vật chịu tác dụng của một lực cản.

(GV có thể gợi ý HS sử dụng định luật I và định luật II Newton để chứng minh.)

– HS thảo luận nhóm cặp đôi để xây dựng lập luận:



**Hình 3. Hình vẽ phân tích lực**

– Áp dụng định luật II Newton đối với vật.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

– Trên mặt phẳng nằm ngang trọng lực và phản lực triệt tiêu nhau  $\vec{N} = -\vec{P}$ . Do đó nếu vật chỉ chịu tác dụng của trọng lực và phản lực thì  $\vec{a} = 0$  và vật sẽ tiếp tục chuyển động thẳng đều mãi mãi như nội dung của định luật I Newton. Nhưng thực tế, vật chuyển động chậm dần và dừng lại  $\Rightarrow \vec{a}$  ngược hướng với  $\vec{v}$ . Điều này chứng tỏ tồn tại một lực tác dụng lên vật có hướng ngược chiều chuyển động. Lực này làm cản trở chuyển động của vật.

**E3 (Giải thích)**

\* **Mục tiêu:** [2].

\* **Nội dung hoạt động:** HS xây dựng khái niệm lực ma sát trượt

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV dựa vào kết quả nghiên cứu của HS để đưa ra tên gọi cho lực cản. Và yêu cầu HS nêu điều kiện xuất hiện lực ma sát trượt, từ đó phát biểu khái niệm lực ma sát trượt.

– HS hình thành khái niệm “Lực ma sát trượt xuất hiện ở mặt tiếp xúc khi vật trượt trên một bề mặt và chống lại chuyển động của vật”.

#### **E4 (Vận dụng)**

\* **Mục tiêu:** [3].

\* **Nội dung hoạt động:** HS làm việc cá nhân, nêu ví dụ về lực ma sát trượt trong thực tiễn.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS nêu một số ví dụ về sự tồn tại của lực ma sát trượt trong thực tiễn.

– HS làm việc độc lập, nêu ví dụ về lực ma sát trượt như: Khi viết bảng lực ma sát trượt giữa viên phấn và bảng làm mòn phấn. Khi đẩy một thùng hàng trên sàn nhà, lực ma sát trượt xuất hiện giữa đáy thùng hàng và mặt sàn làm mặt sàn biến dạng và nóng lên,...

*b. Dạy học nội dung “Các yếu tố ảnh hưởng tới độ lớn lực ma sát trượt”.*

#### **E1 (Kết nối)**

\* **Mục tiêu:** [4].

\* **Nội dung hoạt động:** HS đề xuất giả thuyết về các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn lực ma sát trượt.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS nêu các đặc điểm đã biết về lực ma sát trượt và đặt câu hỏi: Ngoài điểm đặt, phương và chiều thì lực ma sát trượt còn đặc trưng bởi yếu tố nào? Yêu cầu HS dự đoán các yếu tố có thể ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt và giải thích vì sao lại dự đoán như vậy.

– HS thảo luận toàn lớp, nêu dự đoán về các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn lực ma sát trượt: Áp lực, tình trạng bề mặt tiếp xúc, diện tích tiếp xúc và tốc độ chuyển động.

#### **E2 (Khám phá)**

**Hoạt động 2.1. Đề xuất phương án thí nghiệm kiểm tra các giả thuyết về các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn lực ma sát trượt.**

\* **Mục tiêu:** [5].

\* **Nội dung hoạt động:** HS đề xuất phương án thí nghiệm về các yếu tố ảnh hưởng đến lực ma sát trượt.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV tiến hành chia lớp thành 4 nhóm và cung cấp dụng cụ thí nghiệm (lực kế, vật nặng có móc, 10 quả nặng có khối lượng 50g, mặt phẳng với tình trạng khác nhau). Yêu cầu các nhóm thảo luận nhằm đề xuất phương án thí nghiệm kiểm tra giả thuyết từ các dụng cụ thí nghiệm đã cho.

– Mỗi nhóm đề xuất một phương án thí nghiệm kiểm tra một yếu tố. Đại diện các nhóm trình bày phương án thí nghiệm của mình trước lớp, các nhóm khác nhận xét, đặt câu hỏi, bổ sung ý kiến.

– GV đặt câu hỏi, chỉnh lí, góp ý, hỗ trợ các nhóm hoàn thiện phương án thí nghiệm.

#### **Hoạt động 2.2. Thực hiện thí nghiệm kiểm tra giả thuyết**

\* **Mục tiêu:** [6].

\* **Nội dung hoạt động:** HS thực hiện thí nghiệm kiểm tra giả thuyết về các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn lực ma sát trượt.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS thực hiện các phương án thí nghiệm kiểm tra giả thuyết về các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn lực ma sát trượt.

– Mỗi nhóm HS thực hiện một thí nghiệm kiểm tra một yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt, thu thập và xử lí dữ liệu, rút ra kết luận.

– HS đại diện cho mỗi nhóm báo cáo kết quả thí nghiệm trước lớp (có thể sử dụng bảng phụ), các nhóm khác theo dõi, đặt câu hỏi, bổ sung ý kiến.

– GV đặt câu hỏi, nhận xét, lưu ý những sai sót của HS trong quá trình tiến hành thí nghiệm.

### **E3 (Giải thích)**

\* **Mục tiêu:** [7].

\* **Nội dung hoạt động:** HS nêu kết luận về các yếu tố ảnh hưởng tới lực ma sát trượt.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS dựa vào kết quả thí nghiệm của các nhóm vừa báo cáo, rút ra được các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của lực ma sát trượt.

– HS dựa vào kết quả làm thí nghiệm của tất cả các nhóm để rút ra kết luận: Độ lớn lực ma sát trượt chỉ phụ thuộc tình trạng bề mặt tiếp xúc và áp lực, không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và tốc độ chuyển động của vật.

### **E4 (Vận dụng)**

\* **Mục tiêu:** [11].

\* **Nội dung hoạt động:** HS vận dụng kiến thức để giải thích các hiện tượng ma sát trượt trong thực tiễn

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS giải thích một số hiện tượng thực tiễn như: (1) Hãy giải thích vì sao khi trời mưa thì dễ gây té, ngã cho người tham gia giao thông trên đường; (2) Một đoạn đường bị loang dầu nhớt, hãy nêu cách khắc phục để tránh trượt ngã cho người tham gia giao thông.

– HS làm việc độc lập, trình bày câu trả lời, các HS khác nhận xét, đặt câu hỏi, bổ sung. GV đánh giá, nhận xét và chỉnh lí kiến thức.

*c. Dạy học nội dung “Công thức tính độ lớn tính lực ma sát trượt”.*

### **E1 (Kết nối)**

\* **Mục tiêu:** [8].

\* **Nội dung hoạt động:** HS đề xuất mối liên hệ giữa lực ma sát trượt và áp lực.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV đặt vấn đề: Độ lớn của lực ma sát trượt không phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc và tốc độ chuyển động của vật mà chỉ phụ thuộc vào áp lực và tình trạng của bề mặt tiếp xúc. Vậy độ lớn lực ma sát trượt phụ thuộc như thế nào vào áp lực?

– HS thảo luận toàn lớp nêu dự đoán “Có thể độ lớn lực ma sát trượt tỉ lệ thuận với áp lực”.

### **E2 (Khám phá)**

\* **Mục tiêu:** [9].

\* **Nội dung hoạt động:** HS thực hiện phương án thí nghiệm để kiểm tra dự đoán về mối quan hệ giữa lực ma sát trượt với áp lực.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV tiến hành chia lớp thành 4 nhóm và cung cấp dụng cụ thí nghiệm (1 vật nặng có móc, 10 quả cân 50g, một lực kế 5N, làm thí nghiệm với các mặt phẳng ngang là gỗ, gạch, nhựa và giấy). Sau đó yêu cầu các nhóm thực hiện phương án thí nghiệm sau để kiểm tra dự đoán:

+ Bước 1: Móc lực kế vào khối gỗ kéo đều theo phương ngang, khi số chỉ lực kế ổn định, đọc giá trị và ghi vào bảng số liệu.

+ Bước 2: Đặt thêm hai quả nặng lên khối gỗ và thực hiện tương tự bước 1.

+ Bước 3: Đặt thêm bốn quả nặng lên khối gỗ và thực hiện tương tự bước 1.

+ Bước 4: Đặt thêm sáu quả nặng lên khối gỗ và thực hiện tương tự bước 1.

+ Bước 5: Tính thương số giữa độ lớn của lực ma sát trượt với độ lớn của áp lực, so sánh các tỉ số xem có bằng một hằng số hay không.

Mỗi nhóm làm thí nghiệm với 1 cặp vật liệu khác nhau.

– Đại diện các nhóm báo cáo kết quả thí nghiệm của nhóm mình, các nhóm HS khác đánh giá, góp ý và nhận xét.

### **E3 (Giải thích)**

\* **Mục tiêu:** [10].

\* **Nội dung hoạt động:** HS rút ra công thức tính độ lớn lực ma sát trượt.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS dựa vào kết quả thí nghiệm, suy ra công thức tính độ lớn lực ma sát trượt và kết luận về lực ma sát trượt.

– HS hoạt động độc lập, rút ra kết luận: Bỏ qua sai số thì thương số  $\frac{F_{mst}}{N}$

là một hằng số, hằng số này khác nhau giữa các cặp vật liệu khác nhau. Do đó, nó đặc trưng cho tình trạng của bề mặt tiếp xúc và được gọi là hệ số ma sát trượt, kí hiệu là  $\mu$ .

$$\frac{F_{mst}}{N} = \mu \Rightarrow F_{mst} = \mu N$$

– Đại diện một HS trình bày cách suy luận trước lớp, các HS khác nhận xét, bổ sung. GV đánh giá và chỉnh lí kiến thức cho HS.

### **E4 (Vận dụng)**

\* **Mục tiêu:** [11].

\* **Nội dung hoạt động:** HS giải thích các hiện tượng về lực ma sát trượt trong đời sống.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV cho HS tranh, ảnh về lực ma sát trượt trong thực tế, yêu cầu HS làm việc cá nhân, giải thích nguyên nhân các hiện tượng trong các hình được chiếu trên slide: Vì sao ta có thể tạo ra lửa bằng cách đánh các viên đá lửa vào nhau? Vì sao khi bóp phanh xe đạp (thắng xe) thì xe dừng lại.

– Đại diện HS trình bày câu trả lời trước lớp, các HS còn lại đặt câu hỏi, nhận xét, bổ sung. GV đánh giá và hợp thức hóa kiến thức.

### **E5 (Đánh giá)**

\* **Mục tiêu:** Đánh giá toàn bộ quá trình học tập của HS.

\* **Nội dung hoạt động:** HS thực hiện tự đánh giá và đánh giá lẫn nhau.

\* **Tổ chức thực hiện:**

– GV yêu cầu HS thực hiện tự đánh giá và đánh giá lẫn nhau.

– GV đánh giá, nhận xét về thái độ và quá trình làm việc của HS và các nhóm HS.

## **2.5. Kết quả thực nghiệm và thảo luận**

### *2.5.1. Kết quả thực nghiệm*

Quá trình thực nghiệm sư phạm về “Lực ma sát trượt” được tiến hành tại Trường Trung học Thực hành, Đại học Sư phạm TP.HCM trên đối tượng HS lớp 10.3 và lớp 10.8. Thời điểm thực nghiệm là cuối học kì I và đầu học kì II của năm học 2024 – 2025. Các lớp thực nghiệm được chọn lựa tương đương về sĩ số, trình độ và kết quả học tập môn Vật lí, tổng số HS tham gia nghiên cứu là 61 em. Trong giới hạn về nhân sự tham gia nghiên cứu, nhóm nghiên cứu chọn ngẫu nhiên một nhóm gồm 9 HS để quan sát, thu thập dữ liệu nhằm đánh giá các biểu hiện hành vi của thành phần năng lực nhận thức vật lí và tìm hiểu thể giới tự nhiên dưới góc độ vật lí.

Kết quả thực nghiệm ban đầu cho thấy các hoạt động học tập đã kích thích được hứng thú, giúp bồi dưỡng năng lực vật lí và khả năng tư duy sáng tạo của HS.

Thông qua quan sát diễn biến của giờ học, nhóm nghiên cứu đã thu thập các biểu hiện về năng lực vật lí của HS trong quá trình tham gia các hoạt động học tập trong bài “Lực ma

sát trượt”. Tiến hành đối chiếu các biểu hiện hành vi đã thu thập được với các tiêu chí đánh giá năng lực vật lí của HS (trong bảng 2) theo 4 mức độ. Trong đó:

- + Mức 1 ứng với 1 điểm: HS không có bất kỳ biểu hiện nào của thành phần năng lực.
- + Mức 2 ứng với 2 điểm: HS có một số ít biểu hiện của thành phần năng lực.
- + Mức 3 ứng với 3 điểm: HS có nhiều biểu hiện của thành phần năng lực.
- + Mức 4 ứng với 4 điểm: HS có đầy đủ biểu hiện của thành phần năng lực.

Khi tham gia thực hiện các hoạt động học tập trong bài “Lực ma sát trượt” như đã trình bày trong kế hoạch bài dạy ở mục 2.4.2, HS chỉ có thể bộc lộ một số biểu hiện hành vi của thành phần năng lực nhận thức vật lí và thành phần năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí. Các biểu hiện hành vi cụ thể mà HS bộc lộ trong bài học được thể hiện trong các bảng bên dưới.

**Bảng 2. Bảng tiêu chí đánh giá năng lực vật lí của HS trong bài “Lực ma sát trượt”**

<b>Thành phần năng lực và biểu hiện hành vi tương ứng</b>	<b>Biểu hiện hành vi của HS trong học tập bài “Lực ma sát trượt”</b>
<b>NL1</b>	
NL1.1. Nhận biết và nêu được các đối tượng, khái niệm, hiện tượng, quy luật, quá trình vật lí.	Nêu được khái niệm lực ma sát trượt.
NL1.2. Trình bày hiện tượng, quá trình vật lí và các yếu tố khác.	Trình bày được đặc điểm của chuyển động của vật trên mặt phẳng nghiêng.
NL1.5. Giải thích được mối quan hệ giữa các hiện tượng, sự vật, quá trình.	Giải thích được mối quan hệ giữa các lực và gia tốc trong định luật II Newton để chứng tỏ được có tồn tại lực cản tác dụng lên vật chuyển động trên mặt phẳng ngang.
<b>NL2</b>	
NL2.1. Đề xuất phương án thí nghiệm.	Đề xuất được phương án thí nghiệm để kiểm chứng các yếu tố ảnh hưởng tới độ lớn lực ma sát trượt.
NL2.2. Đề xuất giả thuyết.	Đề xuất được các giả thuyết về các yếu tố ảnh hưởng tới độ lớn lực ma sát trượt; mối liên hệ giữa độ lớn lực ma sát trượt và áp lực.
NL2.3. Lập kế hoạch thực hiện.	Lập kế hoạch thực hiện kiểm chứng các yếu tố ảnh hưởng tới độ lớn lực ma sát trượt.
NL2.4. Thực hiện kế hoạch.	Thực hiện thí nghiệm đã thiết kế kiểm chứng các yếu tố ảnh hưởng tới độ lớn lực ma sát trượt, mối liên hệ giữa độ lớn của lực ma sát trượt với áp lực.
NL2.5. Báo cáo kết quả.	Viết được báo cáo kết quả thí nghiệm thể hiện rõ ràng, đầy đủ các nội dung: Dự đoán (giả thuyết); Phương pháp thực hiện; Kết quả thí nghiệm.
NL2.6. Trình bày báo cáo và thảo luận.	+ Sử dụng ngôn ngữ biểu đạt trôi chảy kết quả nghiên cứu. + Nêu được các câu hỏi, phản biện và bảo vệ ý kiến phù hợp, có dẫn chứng thuyết phục. + Trả lời được các chất vấn của các nhóm khác.
NL2.7. Ra quyết định và đề xuất giải pháp.	Ra quyết định và đề xuất giải pháp giải quyết các tình huống thực tiễn liên quan đến lực ma sát trượt.

**Bảng 3. Bảng điểm đánh giá thành phần năng lực nhận thức vật lí và thành phần năng lực tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí của HS trong bài “Lực ma sát trượt”**

HS	NL1.1	NL1.2	NL1.5	NL2.1	NL2.2	NL2.3	NL2.4	NL2.5	NL2.6	NL2.7	Tổng điểm
HS 1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	3	21
HS 2	3	2	3	2	2	3	2	1	3	2	28
HS 3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	22
HS 4	2	3	2	1	1	2	1	2	2	2	23
HS 5	3	2	1	2	3	2	1	1	2	3	25
HS 6	2	1	2	2	3	2	2	1	3	2	23
HS 7	3	2	1	1	2	2	1	2	3	2	24
HS 8	3	3	3	2	2	3	1	2	2	3	30
HS 9	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	24

Căn cứ vào tổng điểm đạt được của HS để đánh giá năng lực theo tiêu chuẩn sau: Từ 32 điểm đến 40 điểm đạt loại tốt, từ 24 điểm đến 31 điểm đạt loại khá, từ 16 điểm đến 23 điểm đạt loại trung bình và từ 10 điểm đến 15 điểm đạt loại yếu.

**Bảng 4. Kết quả đánh giá năng lực của nhóm HS thực nghiệm**

	Tổng điểm	Phân loại
HS 1	21	Trung bình
HS 2	28	Khá
HS 3	22	Trung bình
HS 4	23	Trung bình
HS 5	25	Khá
HS 6	23	Trung bình
HS 7	24	Khá
HS 8	30	Khá
HS 9	24	Khá

Kết quả thực nghiệm sư phạm cho thấy năng lực vật lí của HS ở mức khá và trung bình là chủ yếu.

#### 2.5.2. Thảo luận kết quả thực nghiệm

Mỗi HS trong nhóm thực nghiệm có mức độ biểu hiện năng lực vật lí khác nhau. Những HS có biểu hiện năng lực đạt mức khá thường là những thành viên tích cực và chủ động trong các hoạt động nhóm, chưa có HS nào đạt mức 4 ở tất cả các biểu hiện của năng lực vật lí. Kết quả thực nghiệm cũng cho thấy không có HS nào đạt mức 1 ở tất cả các biểu hiện của năng lực vật lí, như vậy tất cả HS trong nhóm thực nghiệm đều bộc lộ ít nhiều các biểu hiện hành vi của năng lực vật lí ở các mức độ khác nhau. Điều này cho phép khẳng định rằng tổ chức dạy học lực ma sát trượt theo mô hình 5E bước đầu đã bồi dưỡng được năng lực vật lí của HS.

Bên cạnh đó, quan sát thái độ và hoạt động của HS trong tiến trình thực nghiệm sư phạm còn cho thấy dạy học theo mô hình 5E khơi gợi được hứng thú học tập môn Vật lí, gia tăng tính chủ động, tích cực của HS trong các hoạt động tìm tòi, xây dựng kiến thức như đề xuất giả thuyết, thiết kế và tiến hành thí nghiệm kiểm tra giả thuyết để thấy được “tính chân thực” của kiến thức, điều mà trước đây HS ít có cơ hội thực hiện trong các lớp học truyền thống. Hoạt động thực hành thí nghiệm giúp HS rèn luyện kỹ năng sử dụng các dụng cụ thí nghiệm vật lí, đọc kết quả đo, xử lý số liệu và thao tác làm thí nghiệm để hạn chế sai số, thu thập, xử lý, phân tích và tổng hợp số liệu để đưa ra những đánh giá, nhận định về các giả thuyết đã đặt ra trước đó. Việc trao đổi, thảo luận, bảo vệ và phản biện kết quả nghiên cứu còn thúc đẩy tinh thần trách nhiệm của HS trong hoạt động nhóm, rèn luyện kỹ năng sử dụng ngôn ngữ vật lí, kỹ năng giao tiếp và hợp tác, một năng lực chung mà chương trình giáo dục phổ thông 2018 đang hướng tới. Dưới đây là một số hình ảnh thu được từ thực nghiệm sư phạm.



**Hình 4. HS thiết kế phương án thí nghiệm kiểm tra ảnh hưởng của áp lực đến độ lớn lực ma sát trượt.**



**Hình 5. HS thực hiện thí nghiệm kiểm tra ảnh hưởng của tình trạng bề mặt tiếp xúc đến độ lớn lực ma sát trượt.**



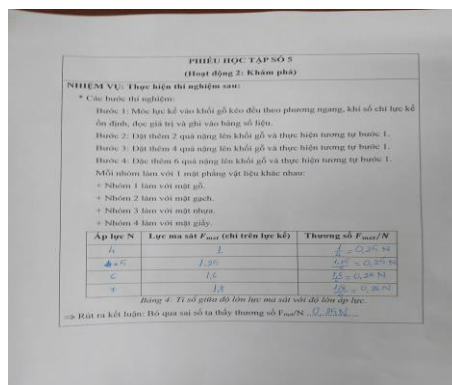
**Hình 6. HS thực hiện thí nghiệm kiểm tra ảnh hưởng của diện tích tiếp xúc đến độ lớn lực ma sát trượt.**



**Hình 7. HS thu thập số liệu thí nghiệm kiểm tra ảnh hưởng của diện tích tiếp xúc đến độ lớn lực ma sát trượt.**



**Hình 8. HS báo cáo kết quả thí nghiệm trước lớp**



**Hình 9. Phiếu học tập của HS**

### 3. Kết luận

Mô hình 5E là một mô hình dạy học tích cực, theo phương châm học qua làm, học qua tìm tòi, khám phá, rất thích hợp để tổ chức dạy học theo định hướng phát triển phẩm chất,

năng lực của người học. Nghiên cứu cho thấy dạy học theo mô hình 5E giúp bồi dưỡng hai thành phần năng lực vật lí của HS đó là: nhận thức vật lí và tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lí, góp phần thực hiện hiệu quả mục tiêu của chương trình giáo dục phổ thông môn Vật lí 2018. Đồng thời kích thích hứng thú học tập và tính tự chủ, tích cực của HS trong học tập. Như vậy vận dụng mô hình 5E trong dạy học giúp bồi dưỡng hai trong ba thành phần của năng lực vật lí, do đó cần thực hiện các nghiên cứu tiếp theo để thấy được tác động của mô hình 5E đối với việc bồi dưỡng thành phần còn lại của năng lực vật lí đó là thành phần năng lực vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học. Việc triển khai mô hình 5E trong dạy học vật lí ở trường phổ thông hiện nay còn gặp không ít khó khăn như thiếu dụng cụ thí nghiệm, sĩ số HS quá đông, áp lực thi cử,... Do đó, muốn vận dụng hiệu quả mô hình 5E vào thực tiễn dạy học cần khắc phục những khó khăn nêu trên, đồng thời GV phải nỗ lực rất nhiều trong việc đổi mới phương pháp dạy học cũng như rèn luyện kĩ năng tổ chức các hoạt động dạy học theo hướng tìm tòi, khám phá.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ bởi Nguồn ngân sách khoa học và công nghệ Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh trong đề tài sinh viên nghiên cứu khoa học năm học 2024 – 2025.

#### **Tài liệu tham khảo**

- Appiah-Twumasi, E., Nti, D., Acheampong, R., & Eminah, C. (2021). Effect of the 5E Instructional Model on Physics Academic Achievement Based on Gender and Students' Ability: A Case of Berekum Senior High Schools in Ghana. *East African Journal of Education and Social Sciences*, 2 (1), 1–10. <https://doi.org/10.46606/eajess2021v02i01.0060>
- Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018a). *Chương trình giáo dục phổ thông – Chương trình tổng thể*, ban hành ngày 26/12/2018.
- Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018b). *Chương trình giáo dục phổ thông môn Vật lí*, ban hành ngày 26/12/2018.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. *BSCS*.
- Garcia I Grau, F., Valls, C., Piqué, N., & Ruiz-Martín, H. (2021). The long-term effects of introducing the 5E model of instruction on students' conceptual learning. *International Journal of Science Education*, 43(9), 1441–1458. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1918354>
- Nguyễn, T. T. T. (2024). Vận dụng mô hình 5E trong dạy học giải các bài Toán thực tiễn ở lớp 8 bằng định lí Thales. *Tạp chí Giáo dục*, 13, 18–22. <https://tcgd.tapchigiaoduc.edu.vn/index.php/tapchi/article/view/2038>
- Nkurikiyimana, J. de D., Uwamahoro, J., & Ndhokubwayo, K. (2022). Teaching and Learning mechanics explored through the use of the 5E's educational model. *Problems of Education in the 21st Century*, 80(1). <https://doi.org/10.33225/pec/22.80.179>
- Quản, M. H. (2021). Vận dụng mô hình dạy học 5E tổ chức dạy học mạch nội dung “Âm thanh” phát triển năng lực Khoa học tự nhiên của HS trung học cơ sở. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 18(8), 1509–1523. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.18.8.3112\(2021\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.18.8.3112(2021))
- Ruiz-Martín, H., & Bybee, R. W. (2022). The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00337-z>
- Salloum, S., Zgheib, G., Ghaffar, M. A., & Nader, M. (2022). Flipping the Classroom Using the 5E Instructional Model to Promote Inquiry Learning in Online & Hybrid Settings. *American Biology Teacher*, 84(8), 478–483. <https://doi.org/10.1525/abt.2022.84.8.478>