

Bài báo nghiên cứu

DAY HỌC VỀ PHÂN RÃ PHÓNG XẠ THEO PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH VỚI NỀN TẢNG COACH CHO HỌC SINH CHƯƠNG TRÌNH VẬT LÝ A LEVEL

Nguyễn Quý Thịnh^{1*}, Trần Bá Trình², Tưởng Duy Hải²

¹Trường TH School, Việt Nam

²Trường Đại học Sư phạm Hà Nội, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Quý Thịnh – Email: thinhnqnue@gmail.com

Ngày nhận bài: 02-12-2025; Ngày nhận bài sửa: 15-01-2026; Ngày duyệt đăng: 14-4-2026

TÓM TẮT

Bài báo tập trung phân tích khái niệm và cấu trúc của năng lực mô hình hóa, đồng thời đề xuất một hướng tiếp cận trong dạy học Vật lý theo phương pháp mô hình nhằm phát triển năng lực này cho học sinh. Dựa trên định hướng đó, nhóm tác giả xây dựng và triển khai một hoạt động dạy học chủ đề “Phân rã phóng xạ” có tích hợp nền tảng COACH – công cụ hỗ trợ mô phỏng, thu thập và xử lý dữ liệu trong dạy học Vật lý. Bài học được thiết kế theo định hướng giáo dục STEM, tạo điều kiện cho học sinh thực hiện các nhiệm vụ mô hình hóa như: mô phỏng các quá trình phân rã phóng xạ, xây dựng mô hình phản ứng hạt nhân, phân tích dữ liệu thu được và kiểm chứng mô hình. Kết quả khảo sát thực tế và thực nghiệm sư phạm cho thấy học sinh thể hiện rõ các biểu hiện của năng lực mô hình hóa như: nhận diện bản chất của hiện tượng vật lý, sử dụng công cụ số để xây dựng và kiểm tra mô hình, cũng như có khả năng đánh giá và điều chỉnh mô hình dựa trên dữ liệu thực nghiệm.

Từ khóa: năng lực mô hình hóa; phương pháp mô hình; nền tảng COACH; mô hình hóa; phân rã phóng xạ

1. Mở đầu

Mô hình hóa là công cụ quan trọng giúp mô tả, giải thích và dự đoán các hiện tượng tự nhiên phức tạp, đồng thời hỗ trợ con người đưa ra các dự báo khoa học nhằm giảm thiểu rủi ro. Trong giáo dục, việc tham gia các hoạt động mô hình hóa giúp học sinh hình thành khả năng nhận diện, giải thích và dự đoán các hiện tượng cũng như quy luật khoa học.

Theo Hestenes (2010), nhận thức khoa học có thể được xem như một quá trình mô hình hóa. Phương pháp mô hình từ lâu đã được sử dụng như một công cụ cốt lõi trong nghiên cứu khoa học (Gilbert & Justi, 2016) và ngày càng được chú trọng trong giáo dục phổ thông nhằm phát triển năng lực mô hình hóa cho học sinh. Điều này được thể hiện rõ trong Chuẩn khoa học NGSS của Hoa Kỳ khi xem “Phát triển và sử dụng mô hình” là một trong tám thực hành khoa học và kỹ thuật cốt lõi (NGSS Lead States, 2013). Tại Việt Nam, mặc dù Chương

Cite this article as: Nguyen, Q. T., Tran, B. T., & Tuong, D. H. (2026). Teaching radioactive decay through a model-based approach with the COACH platform for A-Level Physics students. *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, 23(6), 1529-1541. [https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.6.5401\(2026\)](https://doi.org/10.54607/hcmue.js.23.6.5401(2026))

trình giáo dục phổ thông 2018 không xác định năng lực mô hình hóa là một năng lực độc lập, nhưng các biểu hiện của năng lực này được tích hợp trong nhiều năng lực cốt lõi, đặc biệt là năng lực vật lí (Ministry of Education and Training, 2018a).

Các nghiên cứu gần đây (Schwarz et al., 2023; Oh & Oh, 2022) khẳng định phương pháp mô hình là một hướng tiếp cận hiệu quả để phát triển năng lực mô hình hóa thông qua việc xây dựng, sử dụng, đánh giá và điều chỉnh mô hình, đồng thời góp phần phát triển tư duy phản biện, năng lực giải quyết vấn đề và sáng tạo.

Trong chương trình Vật lí THPT, nội dung Phân rã phóng xạ là chủ đề phù hợp để tổ chức các hoạt động mô hình hóa do có tính khái quát cao và gắn với nhiều ứng dụng thực tiễn. Tuy nhiên, bản chất vi mô, ngẫu nhiên của hiện tượng khiến học sinh khó quan sát trực tiếp và khó tiếp cận thông qua thí nghiệm thông thường. Việc tổ chức thí nghiệm với chất phóng xạ còn gặp nhiều hạn chế về an toàn và chi phí. Bên cạnh đó, học sinh thường gặp khó khăn khi phân tích định lượng phương trình phân rã $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ do liên quan đến hàm mũ và xác suất.

Sự phát triển của các phần mềm mô hình hóa đã tạo điều kiện thuận lợi để mô phỏng các hiện tượng vật lí vi mô trong dạy học (Chiu & Lin, 2019). Với nền tảng COACH, học sinh có thể thiết lập các tham số, xây dựng mối liên hệ giữa các đại lượng, mô phỏng quá trình phân rã phóng xạ, phân tích dữ liệu bằng đồ thị và đối chiếu với kết quả thực nghiệm thu được từ cảm biến ghép nối máy tính. Qua đó, học sinh có cơ hội hình thành giả thuyết, kiểm chứng dự đoán và phát triển năng lực mô hình hóa (Duong & Tran, 2016).

Từ cơ sở trên, bài báo tập trung làm rõ cấu trúc năng lực mô hình hóa, đề xuất tiến trình dạy học chủ đề Phân rã phóng xạ với sự hỗ trợ của nền tảng COACH và đánh giá hiệu quả của phương án dạy học thông qua thực nghiệm sư phạm.

Như vậy, vận dụng phương pháp mô hình trong dạy học Vật lí phổ thông với sự hỗ trợ của phần mềm xây dựng mô hình tạo nhiều cơ hội bồi dưỡng năng lực mô hình hóa của học sinh. Vấn đề nghiên cứu đặt ra là: *Năng lực mô hình hóa có cấu trúc như thế nào? Việc bồi dưỡng năng lực mô hình hóa cần dựa trên tiếp cận dạy học nào? Kế hoạch dạy học về Phân rã phóng xạ với sự hỗ trợ của phần mềm xây dựng mô hình theo cách tiếp cận đó thì sẽ giúp bồi dưỡng năng lực mô hình hóa ở mức độ nào?*

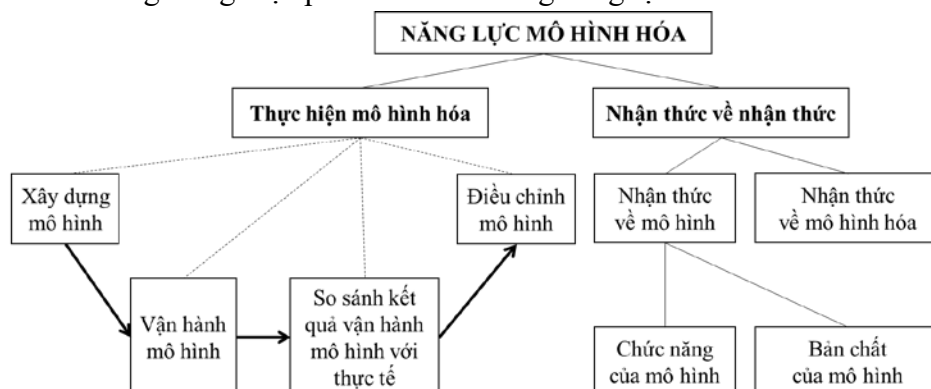
2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Bồi dưỡng năng lực mô hình hóa

a) Cấu trúc năng lực mô hình hóa

Năng lực mô hình hóa được tiếp cận theo nhiều cách khác nhau trong nghiên cứu. Constantinou và cộng sự cho rằng mô hình hóa là một dạng năng lực hình thành và phát triển khi học sinh tham gia vào quá trình mô hình hóa các hiện tượng và quá trình trong thực tiễn, trong đó bao gồm việc xác định các yếu tố cốt lõi và các mối quan hệ giữa chúng (Constantinou et al., 2019). Năng lực này được hình thành thông qua hai thành tố chủ yếu là nhận thức về mô hình và mô hình hóa (Hình 1). Quy trình mô hình hóa bao gồm các bước: xây dựng mô hình (bao gồm mô hình nhận thức và mô hình vật chất), vận hành mô hình, so sánh kết quả với thực tiễn, và điều chỉnh mô hình. Nhận thức về mô hình (như một sản phẩm

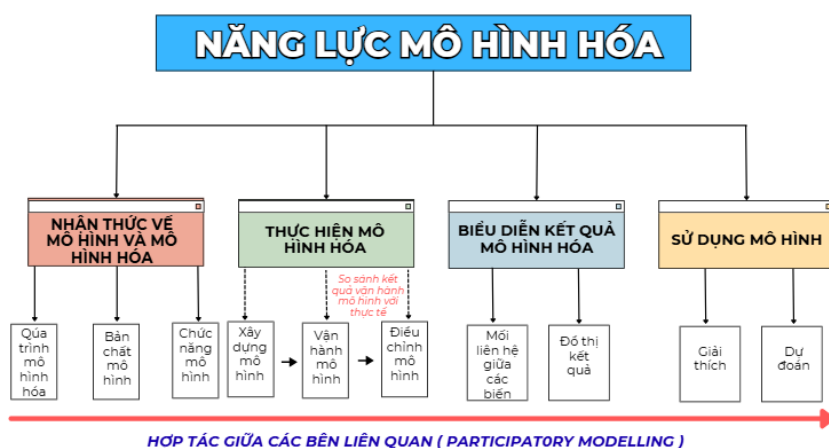
nhận thức) và mô hình hóa (như một quá trình nhận thức) đều thuộc phạm trù siêu nhận thức, đóng vai trò nền tảng trong việc phát triển bền vững năng lực mô hình hóa.



Hình 1. Khung năng lực mô hình hóa điều chỉnh từ lí thuyết của Papaevripidou, Nicolaou, Constantinou (Constantinou et al., 2019)

Chiu và Lin (2019) đồng ý với khung năng lực mô hình hóa trên và muốn nhấn mạnh thêm đến yếu tố về sản phẩm mô hình hóa cụ thể trong quá trình thực hiện mô hình hóa của học sinh. Do đó, nhằm đảm bảo cách tiếp cận toàn diện đối với năng lực mô hình hóa, sản phẩm mô hình cần được xem như một cấu phần độc lập, giữ vai trò thiết yếu trong cấu trúc của năng lực này.

Từ góc nhìn dạy học Vật lí và qua quá trình tổng hợp các quan điểm của giới nghiên cứu, năng lực mô hình hóa có thể được hiểu một cách toàn diện như một cấu trúc gồm các thành tố sau:



Hình 2. Cấu trúc năng lực mô hình hóa

- **Năng lực nhận thức về mô hình:** Nhận thức bản chất hiện tượng, quá trình mà mô hình phản ánh và chức năng của mô hình trong nhận thức hiện tượng, quá trình vật lí này.
- **Năng lực thực hiện mô hình hóa:** Lập kế hoạch xây dựng mô hình, thực hiện xây dựng và vận hành thử mô hình; so sánh kết quả vận hành mô hình với thực tế và điều chỉnh mô hình để mô tả đúng hiện tượng, quá trình thực tế.
- **Năng lực biểu diễn kết quả mô hình hóa:** Phản ánh đúng bản chất hiện tượng vật lí, có cấu trúc logic, dễ hiểu, cho phép tương tác và trực quan hóa dữ liệu một cách hiệu quả,

đồng thời phù hợp với trình độ người học, hỗ trợ phát triển tư duy mô hình hóa và thể hiện được tính sáng tạo trong xây dựng và ứng dụng mô hình. Biểu diễn kết quả mô hình có thể được đánh giá thông qua việc sắp xếp mối liên hệ giữa các biến trong mô hình đồ họa của COACH và hiển thị đồ thị kết quả vận hành mô hình. Về cấu trúc, mô hình phải được biểu diễn rõ ràng, thể hiện mối quan hệ logic giữa các biến số, giúp người học dễ theo dõi, cho phép điều chỉnh tham số linh hoạt và hiển thị kết quả qua đồ thị hoặc hình ảnh một cách sinh động. Cuối cùng, tính sáng tạo và khả năng mở rộng thể hiện qua việc người học có thể biểu diễn mô hình mang dấu ấn cá nhân và phát triển nó cho những tình huống vật lý mới.

- **Năng lực sử dụng mô hình:** Sử dụng các mô hình để giải thích và dự đoán các hiện tượng, quá trình cần nghiên cứu.

Bảng 1 mô tả cấu trúc năng lực mô hình hóa của học sinh gồm các năng lực thành tố và các chỉ số hành vi tương ứng; các biểu hiện cụ thể được mô tả gắn với việc sử dụng nền tảng COACH để xây dựng mô hình khi thực hiện mô hình hóa.

Bảng 1. Cấu trúc của năng lực mô hình hóa với các biểu hiện cụ thể gắn với việc sử dụng phần mềm xây dựng mô hình

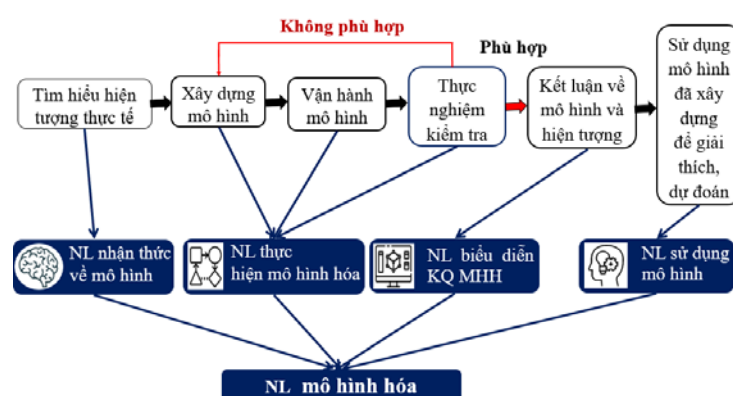
Năng lực thành tố	Chỉ số hành vi	Mức độ biểu hiện
1. Năng lực nhận thức về mô hình	MHH1.1 Trình bày được quy trình mô hình hóa	Mức 1 Kể tên được các thao tác đơn lẻ trong quy trình mô hình hóa.
		Mức 2 Mô tả tuần tự các thao tác trong quy trình mô hình hóa, diễn đạt được nội dung của một số thao tác dưới dạng lời nói, chữ viết.
		Mức 3 Mô tả tuần tự các thao tác trong quy trình mô hình hóa, diễn đạt được nội dung của từng thao tác dưới dạng hình ảnh, sơ đồ.
	MHH1.2 Nêu được chức năng của mô hình	Mức 1 Chỉ ra được mô hình dùng để mô tả hiện tượng, quá trình thực tế một cách đơn giản.
		Mức 2 Chỉ ra được mô hình dùng để hỗ trợ quá trình lập luận, giải thích hiện tượng, quá trình thực tế.
		Mức 3 Chỉ ra được mô hình dùng để dự đoán hiện tượng, quá trình sẽ diễn ra trên thực tế.
	MHH1.3 Xác định được bản chất của hiện tượng, quá trình thực tế	Mức 1 Chỉ ra được các dữ liệu đơn lẻ về hiện tượng, quá trình thực tế.
		Mức 2 Mô tả được đặc điểm của hiện tượng, quá trình thực tế dưới dạng lời nói, chữ viết.
		Mức 3 Mô tả được đặc trưng của hiện tượng, quá trình thực tế dưới dạng bảng, sơ đồ, hình vẽ, đồ thị.
2. Năng lực thực hiện mô hình hóa	MHH2.1 Xây dựng được mô hình	Mức 1 Biểu diễn được các đại lượng và mối quan hệ giữa các đại lượng theo quy ước của phần mềm nhờ vào sự hỗ trợ của giáo viên.
		Mức 2 Biểu diễn được đầy đủ các đại lượng và mối quan hệ giữa các đại lượng, xác định được thuộc tính của từng đại lượng theo quy ước của phần mềm nhưng mất nhiều thời gian.
		Mức 3 Biểu diễn được đầy đủ các đại lượng và mối quan hệ giữa các đại lượng, xác định được thuộc tính của từng đại lượng theo quy ước của phần mềm một cách nhanh chóng và rõ ràng.

3. Năng lực biểu diễn kết quả mô hình hóa	MHH2.2 Vận hành mô hình	Mức 1	Thực hiện được các thao tác vận hành trên phần mềm nhưng còn lúng túng, chưa hiện rõ kết quả của mô hình.
		Mức 2	Thực hiện tốt các thao tác vận hành và hiển thị rõ kết quả vận hành nhưng còn chậm.
		Mức 3	Chọn được tần số lấy mẫu, khoảng thời gian chạy mô hình phù hợp, thực hiện nhanh, chính xác các thao tác vận hành, hiển thị và phân tích dạng kết quả thu được.
	MHH2.3 Đánh giá và điều chỉnh mô hình	Mức 1	Chỉ ra được điểm khác biệt giữa kết quả vận hành mô hình với dữ liệu thực tế được hiển thị trên phần mềm.
		Mức 2	Dựa vào sự khác biệt giữa kết quả từ mô hình và dữ liệu thực tế, kiểm tra lại được mức độ phù hợp của các thông số trong mô hình, qua đó đưa ra được một số định hướng điều chỉnh mô hình (thay đổi thông số hoặc thêm, bớt các đại lượng, các mối liên hệ trong mô hình).
		Mức 3	Thực hiện được các điều chỉnh trên mô hình sao cho sự khác biệt giữa kết quả vận hành mô hình với dữ liệu thực tế là không đáng kể và rút ra được kết luận về mô hình và hiện tượng, quá trình đã nghiên cứu.
	MHH3.1 Biểu diễn liên hệ giữa các biến	Mức 1	Chỉ ra được một số biến liên quan trong hiện tượng hoặc quá trình, nhưng chưa xác định được mối liên hệ giữa chúng hoặc liên hệ còn mang tính cảm tính, chưa rõ ràng.
		Mức 2	Mô tả được mối quan hệ giữa các biến thông qua định tính hoặc sử dụng biểu đồ, đồ thị thu được từ COACH, nhưng chưa xây dựng được công thức định lượng hoặc mô hình toán học cụ thể.
		Mức 3	Thiết lập được mối quan hệ định lượng giữa các biến (ví dụ: biểu thức toán học, phương trình) và sử dụng công cụ của COACH để mô phỏng, kiểm nghiệm và điều chỉnh mô hình phù hợp với dữ liệu thực nghiệm.
	MHH3.2 Hiện thị đồ thị kết quả	Mức 1	Tạo ra được đồ thị kết quả từ mô hình trên COACH, nhưng đồ thị còn sai lệch (chưa chọn đúng biến, đơn vị không phù hợp, trục không rõ ràng) hoặc chưa thể hiện được ý nghĩa vật lý.
		Mức 2	Thiết lập được đồ thị đúng (trục, đơn vị, biến số rõ ràng), có thể mô tả mối liên hệ giữa các đại lượng thông qua dạng đồ thị (tăng, giảm, tuyến tính, phi tuyến...), tuy nhiên còn hạn chế khi phân tích sâu hoặc kết nối với hiện tượng thực tế.
		Mức 3	Hiện thị được đồ thị bao gồm đầy đủ các thông tin cơ bản, hiển thị chú thích về dạng hàm số của đồ thị sau khi đã thực hiện phân tích và xử lý dữ liệu.
4. Năng lực sử dụng mô hình	MHH4.1 Sử dụng mô hình để giải thích các hiện tượng, quá trình thực tế	Mức 1	Dựa trên mô hình chỉ ra được đại lượng đơn lẻ liên quan trực tiếp đến đặc điểm của hiện tượng, quá trình thực tế.
		Mức 2	Dựa trên mô hình và kết quả vận hành mô hình, giải thích được sự liên kết giữa các đại lượng đặc trưng với các biến đổi trong hiện tượng, quá trình thực tế.
		Mức 3	Điều chỉnh mô hình và dựa trên kết quả vận hành mô hình, giải thích được các yếu tố mới, biểu hiện mới gắn với hiện tượng, quá trình thực tế.
	MHH4.2 Sử dụng mô hình để dự đoán hiện tượng, quá trình sẽ diễn ra trên thực tế	Mức 1	Đề xuất được các giả thuyết về hiện tượng, quá trình sẽ diễn ra trên thực tế nhưng căn cứ chưa rõ ràng.
		Mức 2	Đề xuất được các giả thuyết về hiện tượng, quá trình sẽ diễn ra trên thực tế dựa trên kết quả vận hành mô hình đã xây dựng.
		Mức 3	Đề xuất được các giả thuyết về hiện tượng, quá trình sẽ diễn ra trên thực tế dựa vào tập hợp các kết quả vận hành ứng với mỗi lần thêm, bớt và thay đổi giá trị đại lượng trong mô hình.

Cấu trúc năng lực mô hình hóa được đề xuất gồm các thành tố: xác định bản chất hiện tượng, xây dựng và biểu diễn mô hình, vận hành mô hình, đánh giá – điều chỉnh mô hình và sử dụng mô hình để giải thích, dự đoán hiện tượng. Cấu trúc này phù hợp với định hướng phát triển năng lực trong Chương trình Giáo dục phổ thông 2018, đặc biệt là năng lực Vật lý gồm ba thành phần: *nhận thức và tìm hiểu thế giới tự nhiên dưới góc độ vật lý; vận dụng kiến thức, kỹ năng vật lý vào thực tiễn; và nhận thức, đánh giá tác động của vật lý đối với tự nhiên, con người và xã hội* (Ministry of Education and Training, 2018a), cũng như năng lực Khoa học tự nhiên gồm *nhận thức khoa học tự nhiên; tìm hiểu tự nhiên; và vận dụng kiến thức, kỹ năng đã học* (Ministry of Education and Training, 2018b). Như vậy, năng lực mô hình hóa vừa kế thừa cấu trúc năng lực của chương trình, vừa mở rộng theo hướng làm rõ vai trò của mô hình như công cụ nhận thức và nghiên cứu khoa học trong dạy học Vật lý.

b) Tiếp cận dạy học theo phương pháp mô hình

Những cơ hội bồi dưỡng các thành tố của năng lực mô hình hóa trong mỗi giai đoạn của tiến trình dạy học theo phương pháp mô hình được chỉ ra trong Hình 3 (Nguyen & Nguyen, 2002).



Hình 3. Tiếp cận dạy học theo phương pháp mô hình

và cơ hội bồi dưỡng các thành tố tương ứng của năng lực mô hình hóa (thể hiện bằng mũi tên)

2.2. Xây dựng kế hoạch dạy học “Phân rã phóng xạ” nhằm bồi dưỡng năng lực mô hình hóa

Kế hoạch dạy học có mục tiêu được xác định dựa trên thành tố năng lực mô hình hóa (Bảng 2). Từ mục tiêu này, dựa trên tiếp cận dạy học theo phương pháp mô hình, chúng tôi xây dựng tiến trình dạy học chủ đề “Vật lý hạt nhân” (Hình 4) dành cho học sinh các trường giảng dạy chương trình Vật lý Cambridge. So với chương trình GDPT 2018, các yêu cầu cần đạt về chủ đề “Vật lý hạt nhân” trong chương trình Vật lý A level Cambridge đòi hỏi cao hơn về mặt khoa học, do đó học sinh có nhiều cơ hội để phát triển tối đa năng lực mô hình hóa. Do nhóm học sinh đã được làm quen về mô hình với nền tảng COACH nên chúng tôi đặt ra mục tiêu dạy học ở mức độ 3 đối với các chỉ số hành vi của năng lực mô hình hóa (Bảng 2).

Bảng 2. Mục tiêu dạy học theo định hướng phát triển năng lực

Yêu cầu cần đạt (CT Vật lí A level)	Mục tiêu	Năng lực mô hình hóa	Năng lực Vật lí¹
- Nêu được sự dao động của ống đếm (count rate) là bằng chứng cho thấy sự phân rã phóng xạ có tính chất ngẫu nhiên. - Nêu được bản chất tự phát và ngẫu nhiên của sự phân rã phóng xạ.	MT1. Mô tả được đặc trưng của quá trình phân rã của mẫu phóng xạ (hiện tượng phân rã phóng xạ) dưới dạng sơ đồ, hình ảnh, đồ thị và diễn giải được sơ đồ.	MHH1.3 (mức 3)	VL1.2
	MT2. Biểu diễn được đầy đủ các đại lượng và mối quan hệ giữa các đại lượng trong quá trình phân rã phóng xạ, xác định được giá trị ban đầu, biểu thức liên quan đến A, λ , N, N_0 và T theo quy ước của phần mềm một cách nhanh chóng và rõ ràng.	MHH2.1 (mức 3)	
- Định nghĩa được độ phân rã và hằng số phóng xạ và vận dụng được liên hệ $A = \lambda N$ - Định nghĩa được chu kỳ bán rã $\lambda = \ln 2 / T$	MT3. Chọn được tần số lấy mẫu trong khoảng 10^{-7} đến 10^{-4} dữ liệu/giây và thời gian chạy mô hình trong khoảng 10^{-3} đến 10^{-1} giây, thực hiện nhanh, chính xác các thao tác vận hành, phóng to và phân tích dạng đồ thị $N(t)$ thu được.	MHH2.2 (mức 3)	
	MT4. Thay đổi các giá trị của N_0 theo giá trị của mẫu phóng xạ Barium 137 và cập nhật các biểu thức liên quan vào mô hình sao cho sự khác biệt giữa kết quả vận hành mô hình với dữ liệu thực tế là không đáng kể.	MHH2.3 (mức 3)	
	MT 5. Không chỉ thiết lập được đồ thị chính xác mà còn sử dụng đồ thị để phân tích, đánh giá mức độ phù hợp của mô hình với dữ liệu thực nghiệm, phát hiện được sai lệch (nếu có) và điều chỉnh mô hình để tăng độ chính xác.	MHH3.2 (mức 3)	
- Vẽ và sử dụng mối liên hệ với x ($x = x_0 e^{-\lambda t}$) là độ phóng xạ, số hạt chưa phân rã hoặc tốc độ số hạt đếm được.	MT6. Điều chỉnh mô hình bằng cách bổ sung thêm một quy trình phân rã tương tự ($\text{Cs } 137 \rightarrow \text{Ba } 137$); hiển thị được đồ thị của các đại lượng này và diễn tả sự liên kết giữa các đồ thị đó có liên quan đến sự cân bằng phóng xạ.	MHH4.1 (mức 3)	VL3.1

¹ Bảng mã các chỉ số hành vi của năng lực Vật lí được mô tả trong Phụ lục 1, đường dẫn: <https://tinyurl.com/CSHVNLVatli>

Giai đoạn 1: Tìm hiểu hiện tượng, quá trình thực tế

- Quan sát số chỉ trên màn hình của Ống Geiger hoặc cảm biến phóng xạ (Radiation sensor) đặt giữa mẫu đồng vị phóng xạ Ba 137 trong mỗi khoảng 10 giây. Học sinh phân tích quá trình phân rã của mẫu phóng xạ, từ đó đặt ra câu hỏi về quy luật biến đổi của lượng hạt nhân còn lại $N(t)$ trong mẫu phóng xạ.

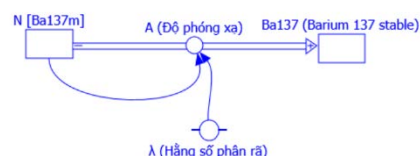


Giai đoạn 2: Xây dựng mô hình

- Dựa vào mối liên hệ giữa các đại lượng trong quá trình phân rã và quy ước của phần mềm, thực hiện thiết lập **mô hình sơ đồ khối**² với phần mềm **Coach**.

Nhập $A = \lambda * N[\text{Ba137m}]$, thiết lập thời gian vận hành mô hình $t = 1000\text{s}$; khoảng $\Delta t = 0,1\text{s}$

Mô hình phân rã của Ba137m



Giai đoạn 3: Vận hành mô hình, thu được hệ quả lý thuyết

- Nhập các điều kiện ban đầu, vận hành mô hình; phân tích dữ liệu thu được đồ thị $N(t)$ có dạng hàm số mũ.

- Nhập giá trị ban đầu $N[\text{Ba137m}] = 12000 \times 10^{18}$; nhập hằng số phân rã $\lambda = 0,0004$.

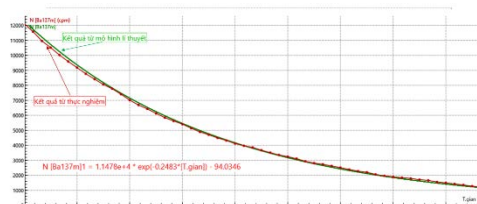


Giai đoạn 4: Thực nghiệm kiểm tra

- Tiến hành thí nghiệm đo $N(t)$ nhờ phần mềm Coach và thiết bị ghép nối tương thích³.

- Chèn đồ thị nền từ mô hình vào cửa sổ kết quả đo từ thực nghiệm của phần mềm Coach, điều chỉnh giá trị của hằng số phân rã λ sao cho hai đồ thị khớp nhất có thể.

- Kết quả: Đồ thị $N(t)$ thực nghiệm gần khớp với $N(t)$ từ mô hình.



Giai đoạn 5: Kết luận về mô hình và hiện tượng

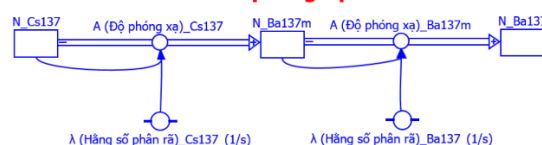
- Mô hình đã mô tả được quy luật phân rã phóng xạ của hạt nhân $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$.

Giai đoạn 6: Sử dụng mô hình đã xây dựng để giải thích về sự cân bằng phóng xạ

- Trong thực tế, Ba137m không bền vững mà tiếp tục bị phân rã thành Ba137 bền vững hơn. Ba137m là sản phẩm của quá trình phân rã từ Cs137. Do đó, xuất hiện quá trình “cân bằng phóng xạ”.

- Điều chỉnh **mô hình** bằng cách bổ sung quá trình phân rã của Cs-137 $\rightarrow$ Ba-137m (lắp lại cấu trúc tương tự với quá trình phân rã Ba-137m $\rightarrow$ Ba-137 để thêm vào mô hình); khi đó ta được **mô hình cân bằng phóng xạ**⁴.

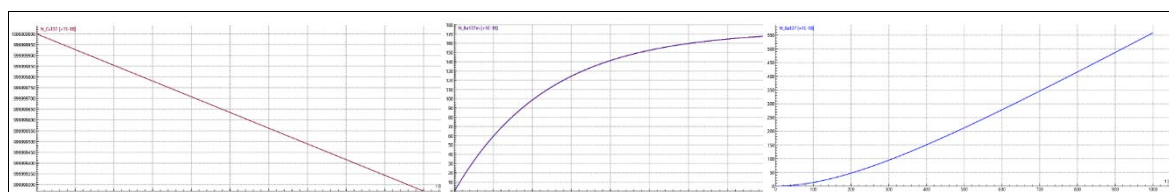
Phân rã phóng xạ



² Mô hình sơ đồ khối trong Phụ lục 2, đường dẫn: <https://tinyurl.com/mohinhhsodokhoi>

³ Thiết bị ghép nối tương thích mô tả trong Phụ lục 3, đường dẫn: <https://tinyurl.com/thietbighepnoi>

⁴ Mô hình cân bằng phóng xạ trong Phụ lục 4, đường dẫn: <https://tinyurl.com/mohinhcanbangphongxa>



Sau một thời gian ngắn (khoảng 12-15 phút), số lượng hạt nhân Ba-137m trong mẫu không còn tăng nữa, vì tốc độ hạt nhân Ba-137m được tạo ra từ Cs-137 bằng đúng tốc độ Ba-137m phân rã. Độ phóng xạ của Ba-137m khi đó bằng độ phóng xạ của Cs-137 và duy trì gần như không đổi.

Chu kỳ bán rã của Cs-137 khoảng 30 năm nên hằng số phân rã của nó rất nhỏ. Trong khoảng thời gian khảo sát, chỉ một lượng nhỏ hạt nhân Cs-137 bị phân rã, nên độ phóng xạ của hạt nhân này hầu như không đổi. Do hằng số phân rã của Ba-137m khá lớn nên các hạt nhân Ba-137m sinh ra không tăng liên tục mà tăng chậm dần cho đến khi độ phóng xạ của Ba-137m đạt giá trị bằng với độ phóng xạ của Cs-137. Mô hình dự đoán thời gian đạt cân bằng phóng xạ sau khoảng 12 đến 15 phút.

Hình 4. Tiến trình dạy học về Phân rã phóng xạ theo quy trình mô hình hóa

2.3. Đánh giá hiệu quả bồi dưỡng năng lực mô hình hóa

Kế hoạch dạy học đã xây dựng dự kiến được thực nghiệm trên lớp 30 học sinh trường TH School. Nhằm đánh giá tính hiệu quả của tiến trình dạy học trong việc bồi dưỡng năng lực mô hình hóa, chúng tôi sử dụng phối hợp các công cụ đánh giá bao gồm: đề kiểm tra trên phần mềm Coach, bảng hỏi để đánh giá mức độ đạt được các chỉ số hành vi của học sinh và sử dụng Rubric đánh giá từng nhiệm vụ thông qua phiếu học tập, sản phẩm học tập (hồ sơ học tập) đối với 5 nhóm học sinh để xác nhận lại kết quả (Bảng 3).

Bảng 3. Kế hoạch sử dụng công cụ đánh giá⁵ mức độ đạt được các chỉ số hành vi của năng lực mô hình hóa

Thành tố năng lực	Năng lực mô hình hóa		Công cụ đánh giá theo tiêu chí			
	Chỉ số hành vi	Mục tiêu bài dạy	Đề kiểm tra	Bảng hỏi	Hồ sơ học tập	Rubric
Năng lực nhận thức về mô hình	MHH1.3. Xác định được bản chất của hiện tượng, quá trình thực tế	MT1	x (KT_1)		x (PHT 1)	x
Năng lực thực hiện mô hình hóa	MHH2.1. Xây dựng được mô hình	MT2		x	x (PHT 1)	x
	MHH2.2. Vận hành mô hình	MT3	x (KT_2a)		x (PHT 1)	x
	MHH2.3. Đánh giá và điều chỉnh mô hình	MT4	x (KT_2b)	x	x (PHT 2)	x
Biểu diễn kết quả mô hình hóa	MHH3.2. Hiện thị đồ thị kết quả	MT5	x (KT_3)	x	x (PHT 2)	x
Năng lực sử dụng mô hình	MHH4.1. Sử dụng mô hình để giải thích các hiện tượng thực tế.	MT6	x (KT_3)	x	x (PHT 3)	x

⁵Hệ thống các công cụ đánh giá đó được trình bày ở Phụ lục 5, đường dẫn: <https://tinyurl.com/congcudg>

Đề kiểm tra trên phần mềm COACH được thiết kế dưới dạng các câu hỏi điền từ và được tích hợp trong cửa sổ mô hình hóa của COACH, mỗi ý trong từng câu hỏi được xây dựng để đánh giá từng mục tiêu cụ thể như trong Bảng 3. Học sinh có thể nhập trực tiếp các câu trả lời của mình vào ô “văn bản học sinh” đồng thời thực hiện các thao tác xây dựng mô hình, hiển thị đồ thị, chèn đồ thị nền ở các ô chức năng khác trong cửa sổ “mô hình hóa” theo yêu cầu của đề. Kết quả vận hành mô hình và kết quả bài làm của học sinh được lưu tự động trên máy tính.

Bảng hỏi được xây dựng dựa trên các câu hỏi mở; mỗi câu hỏi đều liên quan đến một trong các mục tiêu về năng lực mô hình hóa đã được thiết kế trong bảng 3. Hệ thống phiếu học tập trong hồ sơ học tập bao gồm các câu hỏi điền từ, các hướng dẫn gợi mở nhằm hỗ trợ học sinh từng bước làm quen để có thể xây dựng, vận hành và sử dụng mô hình thành công. Rubric bao gồm các hành vi được chia thành 3 mức độ biểu hiện từ thấp đến cao dùng để đánh giá trong tất cả các hoạt động của kế hoạch dạy học.

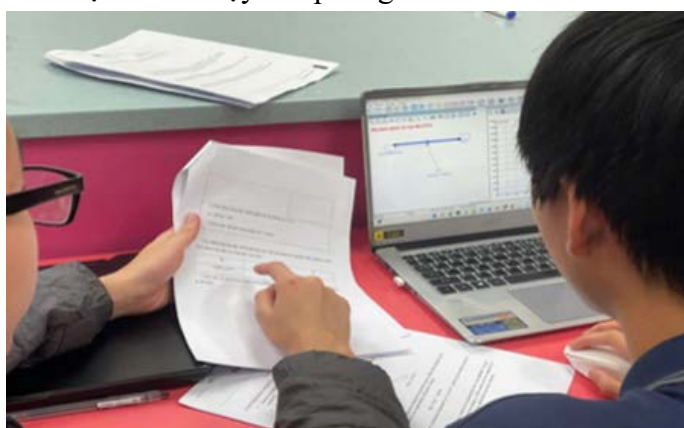
2.4. Kết quả nghiên cứu

Kết quả thực nghiệm cho thấy đa số học sinh đạt mức tốt ở các chỉ số hành vi của năng lực mô hình hóa, thể hiện khả năng vận dụng mô hình trong học tập vật lý hiệu quả. Ở chỉ số MHH1.3, 90% học sinh đạt mức tốt, chứng tỏ các em nhận diện đúng bản chất vật lý của quá trình phân rã phóng xạ. Chỉ số MHH2.2 đạt 77% ở mức tốt, cho thấy học sinh đã biết lựa chọn thông số, thao tác và phân tích kết quả chính xác. Chỉ số MHH2.3 có 80% học sinh đạt mức tốt, phản ánh năng lực đánh giá và điều chỉnh mô hình phù hợp với hiện tượng thực tế. Nhìn chung, tỉ lệ học sinh đạt mức tốt (từ 77%-90 %) cho thấy việc dạy học với mô hình máy tính về phân rã phóng xạ đã góp phần phát triển rõ rệt năng lực mô hình hóa, đặc biệt ở các năng lực vận hành, đánh giá và điều chỉnh mô hình.

Bảng 4. Kết quả đánh giá từ “Đề kiểm tra trên phần mềm COACH”

Câu	Năng lực mô hình hóa	Thang điểm		
		Điểm trung bình	Điểm khá	Điểm tốt
1. Hãy điền vào chỗ trống để mô tả quá trình biến đổi của số hạt nhân còn lại trong quá trình phân rã?	MHH1.3. Xác định được bản chất của hiện tượng, quá trình thực tế	1 (3%)	2 (7%)	27 (90%)
2.a) Lựa chọn các thông số phù hợp, vận hành mô hình đã cho và hiển thị, phân tích dạng kết quả thu được?	MHH2.2 Vận hành mô hình	1 (3%)	6 (20%)	23 (77%)
2.b) Mở và chèn kết quả từ hiện tượng phân rã phóng xạ, hãy đưa ra nhận xét về mô hình và điều chỉnh mô hình?	MHH2.3 Đánh giá và điều chỉnh mô hình	2 (7%)	4 (13%)	24 (80%)
3. Dựa vào mô hình trên, thêm, bớt, hiển thị rõ đồ thị của các đại lượng liên quan đến quá trình phân rã để lý giải về nguyên nhân dẫn đến sự hao hụt của các hạt nhân?	MHH3.2 Hiển thị đồ thị kết quả	3 (10%)	9 (30%)	18 (60%)
	MHH4.1 Sử dụng mô hình để giải thích các hiện tượng, quá trình thực tế	2 (7%)	6 (20%)	22 (73%)

Kết quả nghiên cứu cho thấy hoạt động dạy học thông qua mô hình đã phát huy hiệu quả, góp phần phát triển các kỹ năng nhận thức bậc cao của học sinh. Tuy nhiên, MHH 3.2 (Hiện thị đồ thị kết quả) và MHH4.1 (sử dụng mô hình để giải thích hiện tượng) có tỉ lệ đạt Mức 3 thấp hơn (60% và 73%), cho thấy khoảng một nửa số học sinh chưa thành thạo trong việc thiết kế mô hình và chưa tự tin khi dùng mô hình để dự đoán, giải thích sự biến đổi khi thay đổi tham số... Nguyên nhân có thể do thời gian thực hành xây dựng mô hình còn hạn chế, việc hướng dẫn về các đại lượng vật lý và hàm mũ chưa được lồng ghép chặt chẽ, hoặc học sinh chưa có đủ cơ hội luyện tập với các bài tập biến tham số và phân tích đồ thị. Trong khi đó, thao tác vận hành và hiệu chỉnh mô hình trên phần mềm COACH lại được thực hiện khá tốt (Mức 3, 77%). Để cải thiện, cần tăng cường bài tập thiết kế mô hình (MHH2.1) kèm danh sách giải nghĩa về đại lượng, công thức và đơn vị; bổ sung bài tập biến tham số có hướng dẫn để học sinh thực hành chạy mô phỏng.



Hình 5. Học sinh xây dựng mô hình máy tính

3. Kết luận

Năng lực mô hình hóa gồm: năng lực nhận thức về mô hình; năng lực thực hiện quy trình mô hình hóa, sản phẩm mô hình hóa và năng lực sử dụng mô hình. Phương pháp mô hình chứng tỏ là tiếp cận dạy học phù hợp nhằm bồi dưỡng năng lực mô hình hóa của học sinh. Phần mềm xây dựng mô hình đáp ứng hầu hết các yêu cầu đối với phương tiện dạy học số sử dụng trong dạy học Vật lý theo phương pháp mô hình. Kết quả đánh giá năng lực mô hình hóa thông qua đề kiểm tra trên phần mềm COACH và hồ sơ học tập cho thấy đa số học sinh đạt mức cao (Mức 3) đối với các chỉ số hành vi về nhận diện bản chất hiện tượng và đánh giá, điều chỉnh mô hình. Tuy nhiên, khả năng xây dựng mô hình, hiện thị đồ thị kết quả và sử dụng mô hình để giải thích/dự báo vẫn cần được củng cố. Do đó cần tăng cường thực hành thiết kế mô hình và các bài tập biến tham số nhằm nâng cao năng lực phân tích và diễn giải kết quả từ mô hình. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc vận dụng phương pháp mô hình với nền tảng COACH trong xây dựng kế hoạch dạy học chủ đề Phân rã phóng xạ không chỉ mang lại nhiều cơ hội giúp học sinh hiểu sâu hơn bản chất của hiện tượng phóng xạ mà còn góp phần bồi dưỡng năng lực mô hình hóa. Sự kết hợp giữa kiến thức lý thuyết, thí nghiệm thực hành và công cụ xây dựng mô hình đã tạo môi trường học tập tích cực, khuyến khích

học sinh khám phá, dự đoán và giải thích hiện tượng trên cơ sở khoa học. Nghiên cứu này gợi mở hướng áp dụng tương tự cho các chủ đề Vật lý về mạch dao động, sóng cơ... đồng thời khẳng định tính cần thiết của việc phát triển năng lực mô hình hóa như một mục tiêu cốt lõi trong đổi mới giáo dục.

- ❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.
- ❖ **Lời cảm ơn:** Bài báo dựa trên một phần kết quả nghiên cứu của Trung tâm nghiên cứu ứng dụng máy vi tính CMA SCIENCE.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chiu, M. H., & Lin, J.-W. (2019). Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0012-y>
- Constantinou, C. P., Nicolaou, C. T., & Papaevripidou, M. (2019). A framework for modeling-based learning, teaching, and assessment. In A. Upmeyer zu Belzen, D. Krüger, & J. van Driel (Eds.), *Towards a competence-based view on models and modeling in science education* (pp. 39–58). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30255-9_3
- Duong, H. T., & Tran, V. T. (2016). Dạy học bằng mô hình hóa toán học: Một chiến lược dạy học khái niệm logarit ở trường phổ thông [Teaching through mathematical modeling: A teaching strategy for teaching the concept of logarithms in high school]. *Can Tho University Journal of Science*, 46(C), 62–72. <https://doi.org/10.22144/ctu.jvn.2016.558>
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>
- Hestenes, D. (2010). Modeling theory for math and science education. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 13–41). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_3
- Ministry of Education and Training. (2018a). *Chương trình Giáo dục phổ thông – Môn Vật lý* [General education curriculum – Physics].
- Ministry of Education and Training. (2018b). *Chương trình Giáo dục phổ thông – Môn Vật lý* [General education curriculum – Natural Science].
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Nguyen, D. T., & Nguyen, N. H. (2002). *Tổ chức hoạt động nhận thức cho học sinh trong dạy học Vật lý ở trường phổ thông* [Organizing students' cognitive activities in physics teaching at secondary schools]. Vietnam National University Press.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2022). What teachers of science need to know about models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 44(5), 739–758.
- Schwarz, C. V., Passmore, C., & Reiser, B. J. (2023). *Helping students make sense of the world using next generation science and engineering practices* (2nd ed.). NSTA Press.

**TEACHING RADIOACTIVE DECAY THROUGH A MODEL-BASED APPROACH
WITH THE COACH PLATFORM FOR A-LEVEL PHYSICS STUDENTS**

Nguyen Quy Thinh^{1*}, Tran Ba Trinh², Tuong Duy Hai²

¹TH School, Vietnam

²Hanoi National University of Education, Vietnam

*Corresponding author: Nguyen Quy Thinh – Email: thinhnqhnu@gmail.com

Received: December 02, 2025; Revised: January 15, 2026; Accepted: April 14, 2026

ABSTRACT

This study examines the concept and structure of modeling competence and proposes a model-based approach to physics teaching intended to develop this competence. Based on this approach, the authors designed and implemented a learning activity on radioactive decay that integrated the COACH platform, a tool for simulation, data collection, and analysis in physics education. Designed within a STEM-oriented framework, the lesson engaged students in modeling tasks such as simulating radioactive decay, constructing nuclear reaction models, analyzing collected data, and validating models. Findings from classroom observations and teaching experiments indicate that students demonstrated key aspects of modeling competence by identifying the underlying nature of physical phenomena, using digital tools to construct and test models, and evaluating and revising models based on experimental data.

Keywords: modeling competence; model-based approach; COACH platform; modeling; radioactive decay