Journal of educational equipment: Applied research, Volume 2, Issue 311 (April 2024)
ISSN 1859 - 0810

Sử dụng mô phỏng trên máy tính minh họa kết quả bài tập vật lí phổ thông

Ngô Trọng Tuệ *, Nguyễn Thị Phương Lan*

**Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội 2*

Received: 08/03/2024; Accepted: 19/03/2024; Published: 26/3/2024

Abstract: *The article presents the research results on the use of simulations to illustrate the esults of physics problem. The illustrations about the laws and phenomena of physics described by formulas, laws of physics. The simulations in this article for mechanics problems at the 10th-grade.*

Keywords: *Simulation, physics problem, physics phenomena.*

1. Mở đầu

Ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy học vật lí ở nhiều khía cạnh khác nhau như sử dụng multimedia, mô phỏng, phân tích video, thí nghiệm ghép nối với máy tính, môi trường mạng để dạy học. Những ứng dụng này mang lại hiệu quả dạy học vật lí như học sinh (HS) dễ tiếp cận tài nguyên; quy luật, hiện tượng vật lí được trình bày trực quan bằng các video, mô phỏng; dễ dàng thu nhận và lưu trữ, phân tích kế quả thí nghiệm qua cảm biến đo đại lượng vật lí được ghép nối với máy tính [1, 2]. Trong dạy học vật lí, bài tập vật lí giúp HS rèn kỹ năng tính toán, vận dụng kiến thức đã học để tìm giá trị của đại lượng vật lí. Kết quả tính toán trong bài tập vật lí được tìm bằng cách biến đổi logic toán học, kết quả này mô tả chính xác quy luật, hiện tượng vật lí trong tự nhiên [3]. Các phần mềm mô phỏng được lập trình trên máy tính tuân theo các quy tắc, định luật vật lí đã được xác lập. Do đó, mô phỏng sẽ mô tả đúng các quy luật, hiện tượng vật lí trong tự nhiên. Sử dụng các mô phỏng này đảm bảo sự tin cậy, chính xác để nghiên cứu vật lí. Nội dung bài báo nghiên cứu sử dụng mô phỏng để minh họa lại quy luật, hiện tượng vật lí được tìm ra trong bài tập vật lí. Mục đích là làm trực quan các kết quả tính toán, giúp HS hiểu rõ hơn quy luật, hiện tượng vật lí trong tự nhiên *được mô tả ở bài t*ập.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Mô phỏng các quy luật, hiện tượng vật lí trên máy tính

Mô phỏng là quá trình mô hình hóa sử dụng công cụ toán học, được thực hiện trên máy tính, được thiết kế để dự đoán hành vi hoặc kết quả của hệ thống vật lí hoặc thế giới thực [4]. Bản chất mô phỏng là mô tả lại quá trình trong tự nhiên dựa vào phương trình toán học mô tả quá trình này. Dựa theo cách lập trình trên máy tính tạo ra mô phỏng, có 2 loại mô phỏng là mô phỏng chính xác và mô phỏng không chính xác. Mô phỏng chính xác là dựa vào các phương trình toán học mô tả hiện tượng để lập trình điều khiển chuyển động của đối tượng (VD mô phỏng bài toán va chạm dựa vào định luật bảo toàn động lượng, cơ năng). Mô phỏng không chính xác để mô tả các hiện tượng không được mô tả bởi phương trình toán học, nó dựa vào cách mô tả định tính về hiện tượng (VD mô phỏng chuyển động nhiệt của phân tử) [1, 2]. Mô phỏng có chức năng như giúp hiểu rõ khái niệm nhờ sử dụng nhiều cách trình bày khác nhau (hình ảnh, ảnh động, đồ thị, vectơ và hiển thị dữ liệu số), giúp HS nghiên cứu hiện tượng, định luật vật lí băng cách thử nghiệm các ý tưởng. Tìm hiểu mối liên hệ giữa các đại lượng vật lí bằng cách thay đổi các đại lượng vật lí khi nghiên cứu quy luật, hiện tượng vật lí. Giúp HS hình dung được hiện tượng trong thế giới thực. Tạo cơ hội nghiên cứu các quy luật, hiện tượng vật lí khó thực hiện trên lớp [5].

2.2. Sử dụng mô phỏng trong bài tập vật lí

Sử dụng mô phỏng trong bài tập vật lí để mô tả quy luật, hiện tượng vật lí giúp HS có hiểu biết sâu sắc về hiện tượng được mô tả trong bài tập, qua đó lập được chiến lược giải bài tập. Ngoài ra, có thể sử dụng mô phỏng để minh họa kết qủa bài tập vật lí là một trong những cách giúp HS nghiên cứu kết quả giải bài tập. Có thể sử dụng mô phỏng trong cả bài tập định tính, định lượng (trắc nghiệm, tự luận). Kết quả tính toán trong bài tập tự luận thể hiện mối liên hệ định lượng giữa các đại lượng vật lí. Mô phỏng chính xác các kết quả này tạo ra sản phẩm đề HS có cơ hội nghiên cứu trực quan quy luật, hiện tượng vật lí thể hiện trong mối liên hệ giữa các đại lượng vật lí. Khi thay đổi giá trị các đại lượng vật lí trong bài tập sẽ cho các kết quả phản hồi khác nhau trong mô phỏng. Do đó, HS sử dụng mô phỏng minh họa kết

quả bài tập sẽ giúp HS hiểu rõ hơn kết quả bài tập, ý nghĩa của kết quả đó và hiện tượng trong thế giới thực [6, 7]. Ưu điểm sử dụng mô phỏng trong dạy bài tập vật lí:

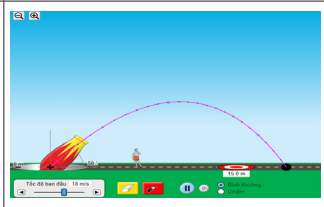
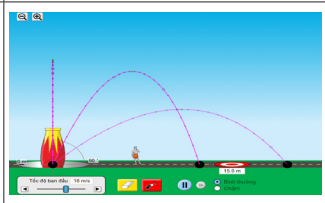
- Mô tả chính xác các quy luật, hiện tượng vật lí (theo các phương trình toán học) trong bài tập, kết quả bài tập
- Mô phỏng trực quan bằng hình ảnh, đồ thị, số, véctơ… quy luật, hiện tượng vật lí trong bài tập, kết quả bài tập.
- Dễ dàng thay đổi thông số các đại lượng vật lí để mô phỏng các kết quả khác nhau được mô tả ở bài tập.
- Nghiên cứu quy luật, hiện tượng vật lí trong bài tập, kết quả bài tập khó thực hiện trên lớp học.
- Dễ dàng lưu trữ, chia sẻ tới HS mô phỏng. Dễ sử dụng mô phỏng trên máy tính hoặc trên web [8].

2.3. Minh họa kết quả bài tập bằng phần mềm mô phỏng

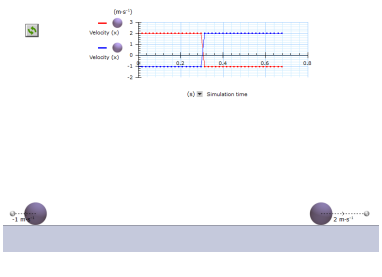
Nội dung dưới đây trình bày kết qủa nghiên cứu sử dụng mô phỏng minh họa cho 3 bài tập tự luận phần cơ học. Các mô phỏng minh họa trên web https://phet.colorado.edu, trong phần mềm Crocodile Physics 605.

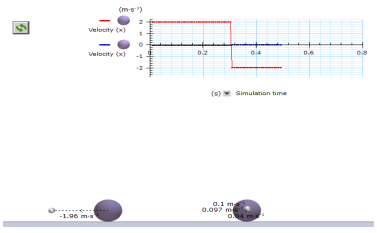
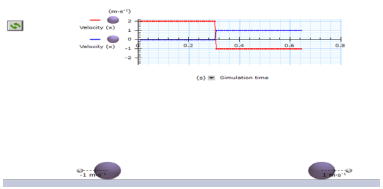
Bài 1. Một vật được ném xiên từ mặt đất với vận tốc $\vec{v}_0$ hợp với phương ngang một góc α. Bỏ qua sức cản không khí. Xác định:

1. Phương trình quỹ đạo mô tả chuyển động của vật.
2. Độ cao của vật.
3. Tầm bay xa của vật.

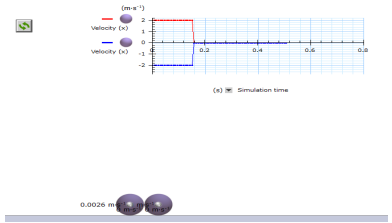
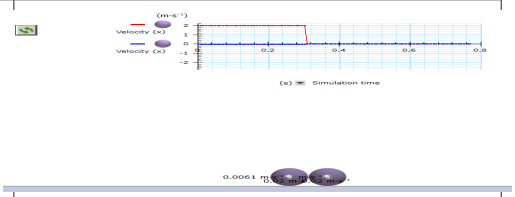
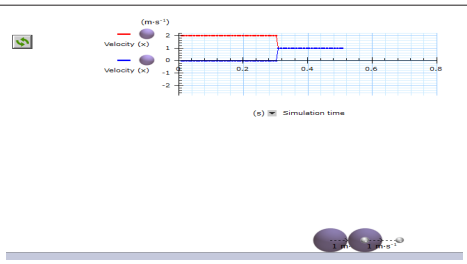
Kết quả	Minh họa bằng mô phỏng
1. Phương trình quỹ đạo $y = \frac{-gx^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + (\tan\alpha)x$ **Nhận xét:** Dạng quỹ đạo là đường Parabol. **Ý nghĩa thực tế:** Nước đi ra từ vòi phun có dạng Parabol. **Mô tả kết quả:** Trong thực tế, không quan sát được trực tiếp dạng quỹ đạo. Do vậy, để minh họa trực quan, sử dụng mô phỏng hiển thị dạng quỹ đạo là đường Parabol.	
2. Độ cao $H = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$ **Nhận xét:** - Độ cao tỷ lệ với tốc độ ban đầu v_0. - Góc ném càng lớn, độ cao càng tăng. - Độ cao lớn nhất khi α = 90°. **Ý nghĩa thực tế:** Pháo hoa bắn thẳng đứng có độ cao lớn nhất. **Mô tả kết quả:** Để minh họa kết quả độ cao cực đại theo dạng quỹ đạo, sử dụng mô phỏng cho thấy vật cao nhất khi ném thẳng đứng (quỹ đạo là đường thẳng).	
3. Tầm bay xa $L = \frac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}$ **Nhận xét:** - Tầm bay xa tỷ lệ với tốc độ ban đầu v_0. - Tầm bay xa lớn nhất khi α = 45°. **Ý nghĩa thực tế:** Vận động viên cử tạ đẩy quả tạ có tầm bay xa nhất khi góc đẩy tạ là 45°. **Mô tả kết quả:** Thay đổi góc ném, xác định vị trí rơi xa nhất (quỹ đạo số 2 từ dưới lên) khi góc ném bằng 45°.	

Bài 2. Hai viên bi kích thước bằng nhau, khối lượng m_1, m_2 chuyển động không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc v_1, v_2 ngược chiều đến va chạm đàn hồi trực diện với nhau. Tính vận tốc của hai viên bi sau va chạm.

Kết quả	Minh họa bằng mô phỏng
Áp dụng định luật bảo toàn động lượng và cơ năng tính được: $v_1' = \frac{(m_1-m_2)v_1 + 2m_2v_2}{m_1+m_2}$ $v_2' = \frac{(m_2-m_1)v_2 + 2m_1v_1}{m_1+m_2}$ *** Trường hợp 1** Hai viên bi có khối lượng bằng nhau (vận tốc có thể khác nhau). Khi đó: $v_1' = v_2$ và $v_2' = v_1$ **Ý nghĩa thực tế:** Hai quả bóng cao su giống nhau chuyển động ngược chiều, sau va chạm chúng chuyển động ngược lại hướng cũ. **Mô tả kết quả:** Đồ thị vận tốc hai vật trước, sau va chạm đổi vị trí cho nhau.	

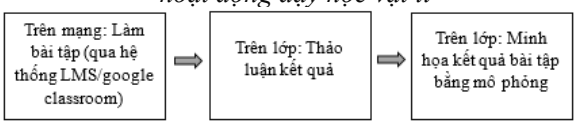
*** Trường hợp 2** Viên bi có khối lượng m_2 rất lớn so với m_1 và $v_2 = 0$. Khi đó: $v_1' = -v_1$ và $v_2' = 0$ **Ý nghĩa thực tế:** Như trường hợp quả bóng cao su va chạm với bức tường. Sau va chạm, quả bóng bị hất ngược lại. **Mô tả kết quả:** Đồ thị vận tốc vật 1 trước, sau va chạm là hai đường song song, nằm ở hai phía và cách đều trục hoành.	
*** Trường hợp 3** Viên bi có khối lượng $m_2 = 3m_1$ và $v_2 = 0$. Khi đó: $v_1' = -\frac{v_1}{2}$ và $v_2' = \frac{v_1}{2}$ **Ý nghĩa thực tế:** Viên bi ve va chạm viên bi sắt, sau va chạm viên bi ve chuyển động ngược lại hướng cũ. **Mô tả kết quả:** Hai đồ thị vận tốc sau va chạm là hai đường song song, lấy trục hoành là trục đối xứng.	

Bài 3. Hai viên bi kích thước bằng nhau, khối lượng m_1, m_2 chuyển động không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang với vận tốc v_1, v_2 ngược chiều đến va chạm mềm trực diện với nhau. Tính vận tốc của hai viên bi sau va chạm.

Kết quả	Minh họa bằng mô phỏng
Sau va chạm, hai viên bi có cùng vận tốc: $v_{12}' = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$ *** Trường hợp 1** Hai viên bi cùng khối lượng, vận tốc có độ lớn bằng nhau ($v_1 = - v_2$). Khi đó: $v_{12}' = 0$ **Ý nghĩa thực tế:** Như trường hợp viên bi ve va chạm với viên bi bằng đất nặn. Sau va chạm, hai viên bi đứng yên. **Mô tả kết quả:** Sau va chạm, đồ thị vận tốc hai vật trùng với trục hoành.	
*** Trường hợp 2** Viên bi có khối lượng m_2 rất lớn so với m_1 và $v_2 = 0$. Khi đó: $v_{12}' = 0$ **Ý nghĩa thực tế:** Như bắn viên đạn vào bao cát. Sau va chạm, viên đạn và bao cát đứng yên. **Mô tả kết quả:** Sau va chạm, đồ thị vận tốc hai vật trùng với trục hoành.	
*** Trường hợp 3** Hai viên bi cùng khối lượng, vận tốc $v_2 = 0$. Khi đó: $v_{12}' = \frac{v_1}{2}$ **Ý nghĩa thực tế:** Như trường hợp viên bi ve va chạm với viên bi bằng đất nặn đứng yên. Sau va chạm, hai viên bi cùng chuyển động theo hướng của viên bi ve. **Mô tả kết quả:** Sau va chạm, đồ thị vận tốc hai vật là đường thẳng cách trục hoành khoảng cách bằng 1/2 khoảng cách tới trục hoành của đồ thị vận tốc v_1 trước va chạm.	

2.4. Đề xuất sử dụng trong dạy học Vật lí

Hình 2.1. Quy trình sử dụng mô phỏng trong tổ chức hoạt động dạy học vật lí



Một số phần mềm mô phỏng cho phép chạy trên nền web (Ví dụ sản phẩm của PhET) *nên dễ dàng tổ chức dạy học qua mạng*. Giáo viên chia sẻ đường link để HS sử dụng minh họa lại kết quả bài toán khi dạy học trên lớp hoặc qua mạng. Với các sản phẩm trình bày ở mục 2.3, giáo viên sử dụng trên lớp để minh họa kết quả bài toán sau khi HS thực hiện hoạt động học qua mạng. Quá trình tổ chức này theo *hình thức* B-leaning (học tập kết hợp), các hoạt động

học qua mạng và trên lớp liên kết với nhau tạo thành chuỗi hoạt động học phù hợp với tiến trình giải quyết vấn đề của HS.

3. Kết luận

Kết quả tính toán trong bài tập tự luận mô tả quy luật, hiện tượng trong tự nhiên bằng các phương trình toán học. Để minh họa lại kết quả tính toán này một cách trực quan, sử dụng mô phỏng được tạo ra tuân theo các định luật, quy tắc vật lí đã biết. Bằng cách này, kết quả bài tập *được trình bày dưới dạng hình ảnh động,* đồ thị, bảng biểu một cách trực quan, sinh động. Bằng cách thay đổi nhiều thông số trong mô phỏng để thu nhận được các kết quả khác nhau để nghiên cứu quy luật, hiện tượng vật lí. Qua đó, giúp HS hiểu rõ hơn quy luật, hiện tượng vật lí trong bài tập.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Xuân Quế (2007), *Ứng dụng công nghệ thông tin trong tổ chức hoạt động nhận thức vật lí tích cực, tự chủ và sáng tạo*, NXB Đại học Sư phạm.

2. Phạm Xuân Quế, Phạm Minh Vĩ (2007), *Nghiên cứu phân loại phần mềm mô phỏng trong dạy học vật lý*, Tạp chí giáo dục, Số 161.

3. Nguyễn Đức Thâm (chủ biên)– Nguyễn Ngọc Hưng – Phạm Xuân Quế, *Phương pháp dạy học Vật lí ở trường phổ thông*, NXB Đại học sư phạm, 2002

4. Athanassios Jimoyiannis, Vassilis Komis (2001), *Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion*, Computers & Education 36.

Ứng dụng phần mềm hình học động... *(tiếp theo trang 114)*

Suy ra, tứ giác MNPQ có các cạnh đối song song với nhau nên tứ giác MNPQ là hình bình hành.

Ví dụ 2: Cho hình chóp tứ giác *S.ABCD* với hai đường thẳng *AB* và *CD* cắt nhau. Gọi *A'* là một điểm nằm giữa hai điểm *S* và *A*. Hãy tìm các giao tuyến của *mp*(*A'CD*) với các mặt phẳng (*ABCD*), (*SAB*), (*SBC*), (*SCD*), (*SDA*)

Phân tích: Gọi $AB \cap CD = K$, $A'K \cap SB = B'$, ta có

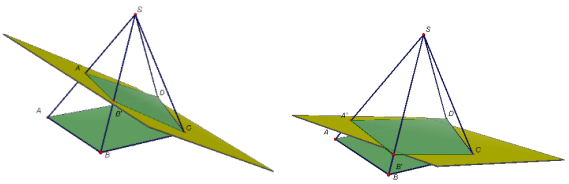
$(ABCD) \cap (A'CD) = CD$,

$(SAB) \cap (A'CD) = A'B'$,

$(SCD) \cap (A'CD) = CD$,

$(SBC) \cap (A'CD) = CB'$,

$(SDA) \cap (A'CD) = DA'$,



Hình 2.2. Thiết diện

Tứ giác *A'B'CD* có các cạnh nằm trên những giao tuyến của mặt phẳng (*A'CD*) với các mặt của hình chóp *S.ABCD*. Tứ giác *A'B'CD* được gọi là *thiết diện* (hay *mặt cắt*) của hình chóp *S.ABCD* khi cắt bởi *mp*(*A'CD*). Sau đó, sách giáo khoa đưa ra định nghĩa: *Thiết diện (hay mặt cắt) của hình* (*H*) *khi cắt bởi mặt phẳng* (*P*) *là phần chung của mp* (*P*) *với hình* (*H*).

Nếu sử dụng phần mềm Cabri 3D trong tình huống này, GV không tốn nhiều thời gian, công sức vẽ hình minh hoạ mà HS sẽ được nhìn thấy hình ảnh *thiết diện* hình chóp *S.ABCD* khi cắt bởi *mp*(*A'CD*) một cách trực quan, sinh động (cho điểm *A'* thay đổi trên cạnh *SA*, HS sẽ quan sát được sự thay đổi của thiết diện tuỳ theo vị trí của *A'*. Như vậy, khái niệm *thiết diện* được HS tiếp cận dễ dàng hơn.

3. Kết luận: Việc giải bài toán là hình thức tốt nhất để củng cố, hệ thống hóa kiến thức và rèn luyện kĩ năng, là một hình thức vận dụng kiến thức đã học vào những vấn đề cụ thể, vào thực tế, vào những vấn đề mới, là hình thức tốt nhất để giáo viên kiểm tra về năng lực, về mức độ tiếp thu và khả năng vận dụng kiến thức đã học. Sử dụng phần mềm hình học động trong dạy học giúp GV có thể truyền đạt cho HS cách rèn luyện việc làm bài tập, đồng thời HS có thể kiểm tra ngay kết quả bài làm của mình, từ đó có thể tự hình thành thói quen tự học tập và nắm được kiến thức nhanh hơn.

Tài liệu tham khảo

[1]. Lê Tuấn Anh (2015), *Rèn luyện kĩ năng sử dụng phần mềm GeoGebra,* NXB ĐHSP Hà Nội.

[2]. Hà Huy Khoái và cộng sự (2023), *Toán 11, tập 1, tập 2,* NXB Giáo dục Việt Nam

[3]. Nguyễn Danh Nam (2012), *Sử dụng phần mềm GeoGebra trợ giúp tương tác,* Tạp chí Giáo dục.

[4]. Trần Trung, Nguyễn Ngọc Giang, Bùi Minh Đức và Phan Anh Hưng (2014), *Phương pháp dạy học khám phá với sự hỗ trợ của phần mềm GeoGebra,* NXB Giáo dục Việt Nam

[5]. Trần Vui (2007), *Khám phá Hình học 10, 11, 12 với The Geometer's Sketchpad".* NXB Giáo dục