

XÂY DỰNG MÔ HÌNH TỔNG HỢP HAI DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA BẰNG PHẦN MỀM MATHEMATICA

Nhận bài:

10 – 06 – 2018

Chấp nhận đăng:

20 – 08 – 2018

<http://jshe.ued.udn.vn/>

Huỳnh Trọng Dương^{a*}, Võ Thị Hoa^b

Tóm tắt: Phần mềm Mathematica được ra mắt lần đầu tiên vào năm 1988 bởi hãng Wolfram Research. Với những tính năng vượt trội, phần mềm đã gây ấn tượng sâu sắc đối với người sử dụng máy tính trong kĩ thuật và các lĩnh vực khác. Trong lĩnh vực giáo dục, việc sử dụng phần mềm trong nghiên cứu, học tập các môn khoa học tự nhiên nói chung và Vật lí nói riêng, đã đem lại những thành tựu quan trọng. Bài viết sử dụng ngôn ngữ của phần mềm Mathematica để xây dựng mô hình khảo sát tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

Từ khóa: dao động điều hoà; tổng hợp; Mathematica; mô phỏng; cùng phương.

1. Đặt vấn đề

Phần mềm Mathematica là phần mềm tổ hợp các thao tác tính toán bằng kí hiệu, bằng số, xử lí đồ hoạ và lập trình. Mục đích chính của phần mềm khi hãng Wolfram đưa ra lần đầu tiên là hỗ trợ nghiên cứu cho các ngành khoa học vật lí, công nghệ và toán học. Phần mềm Mathematica được các trường đại học trên thế giới sử dụng trong việc soạn thảo giáo án, nghiên cứu và hỗ trợ học tập cho sinh viên [[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [15]]. Thực tế cho thấy, việc sử dụng phần mềm trong giảng dạy, nghiên cứu, học tập các môn học nói chung, đã đem lại những thành tựu quan trọng. Với giao diện thân thiện, Mathematica là công cụ hỗ trợ tích cực cho các hoạt động dạy – học, giúp cho sự tương tác giữa người dạy và người học đạt hiệu quả cao [[9], [12], [13], [14], [16]]. Trong giảng dạy Vật lí, với sự hỗ trợ của Mathematica, giảng viên Vật lí có thể tạo ra mô hình riêng và các điều khiển trực quan theo đúng ý đồ của mình. Giảng viên trong quá trình giảng dạy dễ dàng thay đổi các giá trị bằng các lệnh và thao tác đơn giản. Ngoài ra, người học có thể sử dụng Mathematica để hiểu sâu hơn các khái niệm, hoàn thành bài tập về nhà

và thực hiện các dự án lớn hơn như nghiên cứu đề tài mà không cần thêm các phần mềm chuyên dụng khác.

Tại Việt Nam, việc ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy học đã hỗ trợ rất lớn cho cả người dạy và người học [[2], [5], [8], [10], [11]]. Trong những năm gần đây, các ứng dụng của phần mềm Mathematica đã được áp dụng rộng rãi trong dạy học. Các đề tài đã thực hiện liên quan đến phần mềm này phần lớn tập trung khai thác những ứng dụng cơ bản như tính toán, đồ hoạ, mà chưa thực sự khai thác thế mạnh khác của Mathematica như là một ngôn ngữ lập trình [[4], [15]]. Trong bài báo này, tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình Mathematica để xây dựng mô hình khảo sát tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số.

2. Nội dung

2.1. Lí thuyết tổng hợp dao động

a. Vectơ quay:

Một dao động điều hòa $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ được biểu diễn bằng vectơ quay có các đặc điểm sau:

- Có gốc tại gốc tọa độ của trục Ox

^{a,b}Trường Đại học Quảng Nam

* Liên hệ tác giả

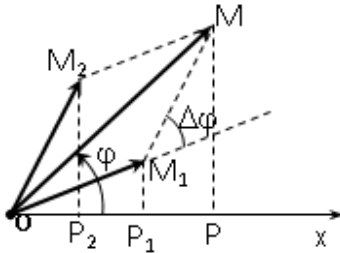
Huỳnh Trọng Dương

Email: htduong.dqu@gmail.com

- Có độ dài bằng biên độ dao động, $OM = A$
- Hợp với trục Ox một góc bằng pha ban đầu.

b. Tổng hợp hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có các phương trình lần lượt là: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$, và $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$ sẽ là một phương trình dao động điều hòa có dạng:

$$X = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$



Hình 1. Giản đồ vector quay

* Biên độ tổng hợp:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (2)$$

* Pha ban đầu của dao động tổng hợp:

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \quad (3)$$

* Ảnh hưởng của độ lệch pha:

- Hai dao động cùng pha:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = 2k\pi \rightarrow A = A_{max} = A_1 + A_2 \quad (4)$$

- Hai dao động ngược pha:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = (2k + 1)\pi \rightarrow A = A_{min} = |A_1 - A_2| \quad (5)$$

- Hai dao động vuông pha:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = (k + \frac{1}{2})\pi \rightarrow A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \quad (6)$$

2.2. Biểu diễn dao động điều hoà

* Biểu diễn hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số:

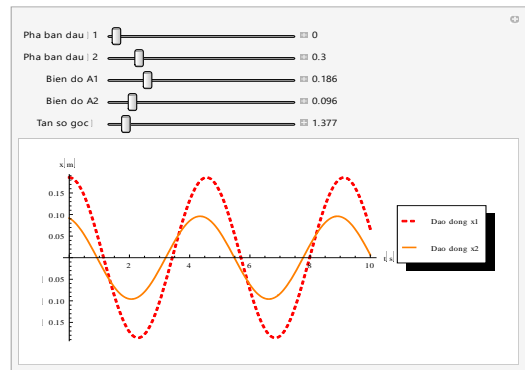
Cho hai dao động điều hoà:

$$x_1 = A_1 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_1), x_2 = A_2 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_2).$$

Hai dao động điều hoà x_1 và x_2 được biểu diễn trên cùng một đồ thị qua các câu lệnh:

```
Needs[PlotLegends]; Manipulate[x1 = A1Cos[wt + phi1];
x2 = A2Cos[wt + phi2]; Plot[{x1, x2}, {t, 0, 10},
PlotLegend -> {Dao dong x1, Dao dong x2},
LegendPosition -> {1, -0.1}, LegendSize -> 0.5, AxesLabel -> {t(s), x(m)},
PlotStyle -> {{Red, Dashed, Thick}, {Orange}},
Thick}}, ImageSize -> {500, 250}], {{phi1, 0, Pha ban dau phi1},
.1, Pi/2}, .1, Appearance -> Labeled, {{phi2, 0, Pha ban dau phi2},
.1, Pi/2}, .1, Appearance -> Labeled, {{A1, 0.01, Bien do A1}, .001, 1, .001,
Appearance -> Labeled}, {{A2, 0.01, Bien do A2}, .001, 1, .001,
Appearance -> Labeled}, {{w, 1, Tan so goc w},
.001, 10, .001, Appearance -> Labeled}, SaveDefinitions -> True,
AutorunSequencing -> {1}
```

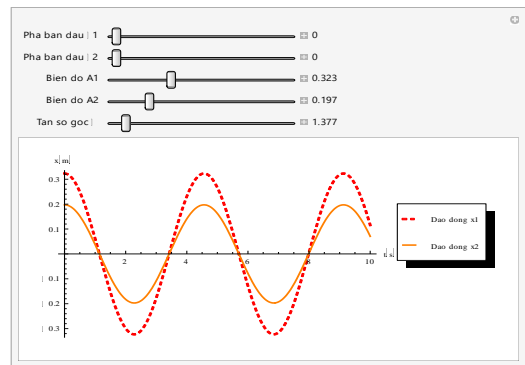
Kết quả chạy cho hình vẽ như Hình 2.



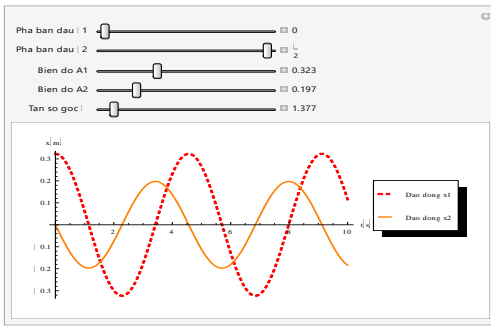
Hình 2. Biểu diễn hai dao động điều hoà trên cùng một đồ thị

* Điều khiển các thanh trượt:

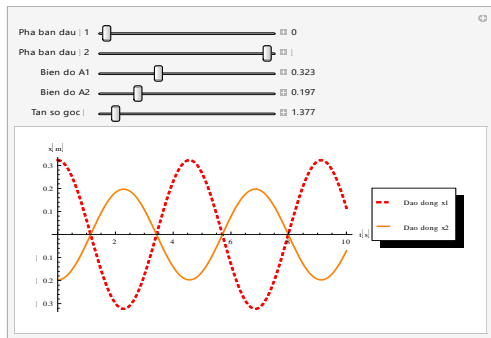
Để so sánh về pha của các dao động, thay đổi giá trị tùy ý trên các thanh trượt, mô hình sẽ tự động cho những hình ảnh mới của hai dao động.



Hình 3. Biểu diễn hai dao động điều hoà cùng pha, cùng tần số



Hình 4. Biểu diễn hai dao động điều hoà vuông pha, cùng tần số



Hình 5. Biểu diễn hai dao động điều hoà ngược pha, cùng tần số

2.3. Tổng hợp dao động

* Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số:

Cho hai dao động điều hoà cùng tần số:

$$+ x_1 = A_1 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_1)$$

$$+ x_2 = A_2 \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_2).$$

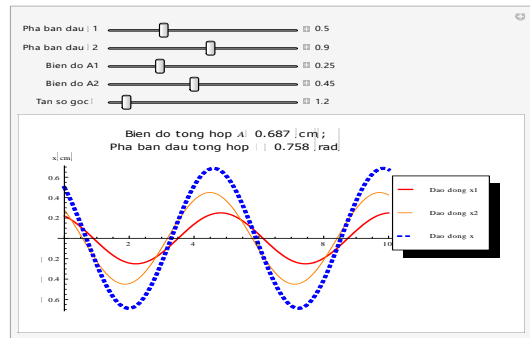
Dao động điều hoà tổng hợp được xác định:

$$x = x_1 + x_2.$$

Mô hình tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số được thực hiện thông qua các dòng lệnh:

```
Needs[PlotLegends]; Manipulate[x1 = A1Cos[wt + phi1];
x2 = A2Cos[wt + phi2]; x = x1 + x2; Plot[{x1, x2, x},
{t, 0, 10}, AxesLabel -> {t(s), x(cm)}, PlotLegend ->
{Dao dong x1, Dao dong x2, Dao dong x},
LegendPosition -> {0.65, -0.2}, LegendSize -> 0.5, AxesLabel -> {t(s),
x(cm)}, PlotStyle -> {{Red, Thick}, Orange, {Blue, Thickness[0.01],
Dashed}}, ImageSize -> {500, 300}, PlotLabel -> Style[Row[{Bien do tong hop ,
Text@Style[A=, Italic], Round[Sqrt[(A1)^2 + (A2)^2 + 2A1A2Cos[phi2 - phi1],
.001, (cm), ;, Pha ban dau tong hop Text@Style[phi=,
```

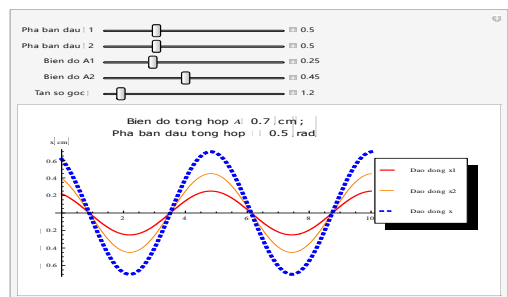
Italic], Round [ArcTan [A1Sin[phi1] + A2Sin[phi2]] , .001] , (rad) , Black, Label, 13, {{phi1, 0, Pha ban dau phi1}, .1, pi/2, .1, Appearance -> Labeled, {{phi2, 0, Pha ban dau phi2}, .1, pi/2, .1, Appearance -> Labeled, {{A1, 0.01, Bien do A1}, .001, 1, .001, Appearance -> Labeled}, {{A2, 0.01, Bien do A2}, .001, 1, .001, Appearance -> Labeled}, {{w, 1, Tan so goc w}, .001, 10, .001, Appearance -> Labeled}, SaveDefinitions -> True, AutorunSequencing -> {1}



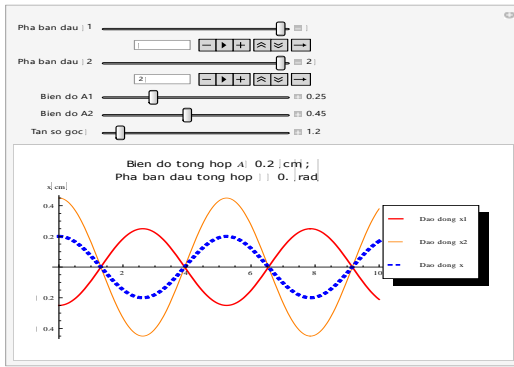
Hình 6. Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số với độ lệch pha của hai dao động là $\Delta\varphi = 0.6$

Đường đứt nét trên Hình 6 biểu diễn dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà x_1 và x_2 với biên độ $A_1 = 0.25cm$; $A_2 = 0.45cm$; pha ban đầu $\varphi_1 = 0.5rad$; $\varphi_2 = 0.9rad$; và tần số góc $\omega = 1.2rad$. Kết quả cho thấy biên độ dao động tổng hợp $A = 0.687cm$ và pha ban đầu của dao động tổng hợp $\varphi = 0.758rad$.

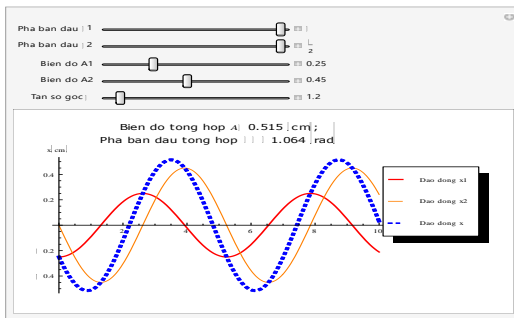
Điều khiển thanh trượt với các giá trị tùy ý để thu được các kết quả khác. Tổng hợp của hai dao động cùng pha cho kết quả như Hình 7; tổng hợp hai dao động ngược pha cho kết quả như Hình 8; tổng hợp hai dao động vuông pha cho kết quả như Hình 9.



Hình 7. Tổng hợp hai dao động cùng phương, cùng tần số và cùng pha



Hình 8. Tổng hợp hai dao động cùng phương, cùng tần số và ngược pha



Hình 9. Tổng hợp hai dao động cùng phương, cùng tần số và vuông pha

Sản phẩm mô phỏng tổng hợp hai dao động điều hòa bằng phần mềm Mathematica có ưu điểm hơn so với các phần mềm mô phỏng hiện nay ở chỗ:

- Thể hiện rõ các thông số của của dao động tổng hợp, giá trị tần số của các dao động thành phần có thể thay đổi một cách tùy ý.

- Với các phần mềm sẵn có hiện nay, người dùng chỉ có thao tác sử dụng mà không hiểu được bản chất của mô hình đó.

Từ mô hình tổng hợp hai dao động điều hòa mô phỏng dựa trên ngôn ngữ lập trình Mathematica, người dùng có thể áp dụng trong quá trình dạy học bài tổng hợp dao động, ra bài tập vận dụng bằng cách thay đổi các thông số tùy ý.

Ngoài ra, người dùng có thể chủ động thiết kế những mô hình dạy học đối với những kiến thức phức tạp hơn về dao động theo ý tưởng riêng bằng cách thay đổi những dòng lệnh tương ứng. Khi đã hiểu được các câu lệnh cơ bản, người dùng còn có thể xây dựng mô hình về các kiến thức vật lý khác nhằm hỗ trợ tốt hơn cho hoạt động dạy và học.

3. Kết luận

Tóm lại, với các tính năng vượt trội như tính toán bằng số, tính toán bằng kí hiệu, giải phương trình vi phân, đồ họa, tính số, lập trình,... phần mềm Mathematica đã đem lại những ứng dụng trong việc mô phỏng các mô hình vật lí. Bằng cách sử dụng phần mềm này, tác giả đã xây dựng được mô hình khảo sát tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Trên cơ sở đó, tác giả sẽ tiếp tục xây dựng mô hình khảo sát các dạng tổng hợp dao động phức tạp hơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] G. Baumann (2005). *Mathematica for theoretical physics, Volumes I and II*. Springer, New York.
- [2] Wolfgang Christian, Francisco Esquembre (2007). Modeling Physics with Easy Java Simulations. *The Physics Teacher*, 45, 8, 468-528.
- [3] Bruno Juliá Díaz, Joseph M. Burdis, Frank Tabakin (2009). QDENSITY-A Mathematica quantum computer simulation. *Computer Physics Communications*, 180, 3, 474.
- [4] Nguyễn Ngọc Dũng (2003). *Sử dụng ngôn ngữ lập trình Mathematica để tính toán tự động các quá trình vật lý trong điện động lực học lượng tử*. Luận văn Thạc sĩ khoa học, Đại học Huế.
- [5] Nguyễn Ngọc Duy, Trần Minh Hùng, Nguyễn Kim Uyên (2017). Thí nghiệm vật lý ảo với Easy Java Simulation. *Tạp chí Khoa học Đại học Đồng Nai*, 5, 120-129.
- [6] N. Hothi, S. Bisht (2013). Contemporary Physics Teaching using Mathematica Software. *International Journal of Innovative Research & Development*, 2 (2), 12-20.
- [7] J. A. López Molina, M. Trujillo (2005). Mathematica Software in Engineering Mathematics Classes. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 33 (3), 244-250.
- [8] Vũ Trọng Rỹ (2005). Các yêu cầu cơ bản đối với thí nghiệm ảo - Sản phẩm Multimedia. *Tạp chí Giáo dục*, 107, 20-22.
- [9] P. Tam (1997). *A physicist's guide to Mathematica*. Academic Press, San Diego.
- [10] Nguyễn Bảo Hoàng Thanh (2010). Sử dụng phần mềm Crocodile Technology 3D nhằm nâng cao năng lực tự học của sinh viên môn Vật lí ở các trường đại học. *Tạp chí KH&CN Đà Nẵng*, 4, 93-99.
- [11] Ngô Tứ Thành (2008). Giải pháp đổi mới phương pháp giảng dạy ở các Trường đại học ICT hiện nay. *Tạp chí Khoa học ĐHQG HN*, 24, 237-242.
- [12] M. Trott (2004). *The Mathematica Books for Programming*. Springer, ISBN: 978-0-387- 94282-7.

- [13] M. Trott (2004). *The Mathematica Guidebooks (Programming, Graphics, Numerics, Symbolics)*. Springer-Verlag, New York.
- [14] Vũ Ngọc Tước (2001). *Ngôn ngữ lập trình Mathematica 3.0*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [15] Lương Khánh Tý, Lê Thị Nguyệt Nga (2015). Ứng dụng phần mềm Mathematica giải các bài toán về ma trận, hệ phương trình tuyến tính và không gian vectơ thuộc học phần toán cao cấp. *Tạp san Khoa học và Giáo dục*, 3, 98-106.
- [16] S. Wolfram (2003). *The Mathematica Book*. Wolfram Media, Inc, 5th edition.

BUILDING MODELS COMBINING TWO SIMPLE HARMONIC MOTIONS WITH MATHEMATICA SOFTWARE

Abstract: Mathematica software was first introduced in 1988 by Wolfram Research. With outstanding features, the software has impressed the users in technology and other scientific fields. In the field of education, the use of software for researching and studying natural sciences in general and physics in particular, have brought about important achievements. In this article, the language of the Mathematica are used to build models combining two simple harmonic motions of equal period in the same direction.

Key words: Harmonic motion; combining; Mathematica; simulation; the same direction.