

SỬ DỤNG ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH HỖ TRỢ VIỆC DẠY HỌC THÍ NGHIỆM VẬT LÝ Ở PHỔ THÔNG

Phạm Đỗ Chung - Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Ngày nhận bài: 13/5/2019; ngày chỉnh sửa: 20/5/2019; ngày duyệt đăng: 29/5/2019.

Abstract: Nowadays, smartphones are very familiar in the life. Smartphones are usually equipped: acceleration sensors, gyroscope, barometer, magnetometer, a density of light sensor, speaker and a microphone. There are many applications on the phone that allow reading information from these sensors and save them for use. Therefore, many physics experiments in high school can be carried out with the help of smartphones. In this article, we introduce two simple experiments that use smartphones to measure.

Keyword: Smart phones in physics, sensors in smartphones, experiments with smartphones.

1. Mở đầu

Sự hứng thú, thái độ và sự quan tâm của học sinh (HS) đối với môn học đóng vai trò rất quan trọng tới hiệu quả của quá trình học tập. Các phương pháp dạy học hiện đại như dạy học khám phá, dạy học dự án, dạy học theo trạm/góc, dạy học trải nghiệm sáng tạo đều nhằm mục đích thay đổi các cách tiếp cận kiến thức để tăng sự hứng thú cho người học [1]. Đối với môn Vật lý, công cụ để cuốn hút HS vào bài học đó là các thí nghiệm kiểm chứng hay các thí nghiệm thực hành. Tuy nhiên, do việc chuẩn bị thí nghiệm còn phức tạp nên các thí nghiệm kiểm chứng hoặc thí nghiệm để tạo tình huống có vấn đề vẫn chưa xuất hiện nhiều trong việc dạy học vật lý ở phổ thông.

Ngày nay, điện thoại thông minh (smartphone) đã trở thành một vật dụng rất phổ biến với tất cả mọi người. Tuy nhiên, vẫn còn nhiều người không biết rằng trong mỗi chiếc điện thoại tích hợp rất nhiều loại cảm biến như cảm biến ánh sáng, cảm biến gia tốc, cảm biến áp suất,... để tạo ra những chức năng thông minh phục vụ người dùng. Những năm gần đây, một số nghiên cứu đã chỉ ra việc sử dụng điện thoại thông minh như một công cụ đo đạc và lưu trữ dữ liệu thực nghiệm tạo được nhiều bất ngờ và hứng thú cho người học [2], [3], [4], [5].

Theo xu hướng đó, bài viết này đề xuất sử dụng điện thoại thông minh như một công cụ để thiết kế những thí nghiệm đơn giản phục vụ cho việc giảng dạy môn Vật lý ở bậc phổ thông.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Vai trò của thí nghiệm trong dạy học vật lý ở trường phổ thông

Thí nghiệm vật lý là sự tác động có chủ định, có hệ thống của con người vào các đối tượng của hiện thực khách quan. Thông qua sự phân tích các điều kiện mà trong đó đã diễn ra sự tác động và các kết quả của sự tác động, ta có thể thu nhận được tri thức mới [1], [6]. Trong dạy học vật lý, thí nghiệm có các vai trò cơ bản sau:

- Thí nghiệm giúp củng cố, hệ thống kiến thức một cách vững chắc. Trong một thí nghiệm, có thể có nhiều hiện tượng vật lý xảy ra đồng thời. Để tiến hành thí nghiệm, HS cần có kiến thức tổng hợp về nhiều hiện tượng vật lý khác nhau.

- Thí nghiệm là phương tiện của hoạt động nhận thức trong dạy học vật lý. Thí nghiệm vật lý giúp đơn giản hóa hiện tượng vật lý, biến những hiện tượng phức tạp, khó hiểu thành đơn giản với những điều kiện thực nghiệm tối ưu.

- Thí nghiệm kích thích sự hứng thú cho HS. Khi trực tiếp làm thí nghiệm, HS được làm việc, rèn luyện, sáng tạo, tăng hiệu quả của quá trình học tập.

- Thí nghiệm góp phần phát triển khả năng tư duy của HS, giúp HS làm quen với phương pháp nghiên cứu khoa học, góp phần hình thành các phát triển tư duy logic và năng lực sáng tạo cho HS.

- HS được rèn luyện các kỹ năng: quan sát; thu thập thông tin; xử lý số liệu; rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ trong các thao tác thí nghiệm; ý thức chấp hành nội quy, quy định khi tiến hành thí nghiệm.

- Thí nghiệm giúp cho HS gắn lí thuyết với thực tiễn cuộc sống, rèn luyện tính thích ứng cho HS.

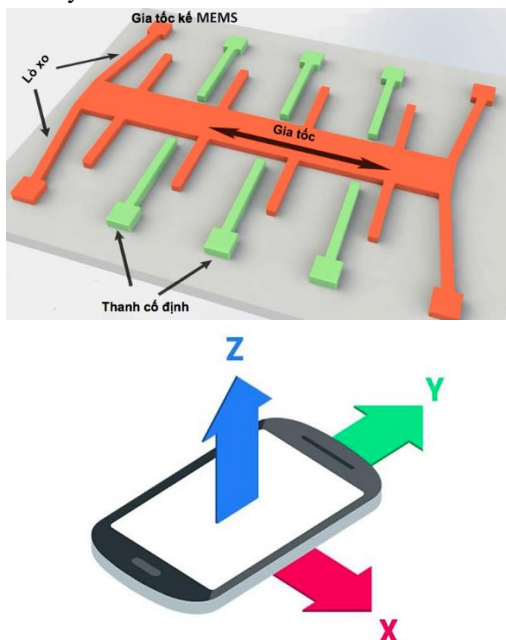
Thí nghiệm trong dạy học vật lý và cơ sở lí luận của các phương pháp dạy học tích cực theo định hướng giáo dục hiện đại, lấy người học làm trung tâm [1].

2.2. Một số loại cảm biến trên điện thoại thông minh

Trong những chiếc điện thoại thông minh hiện nay chứa đựng rất nhiều cảm biến hiện đại, giúp cho điện thoại “nhận biết” được môi trường xung quanh để kích hoạt nhiều tính năng hữu ích phục vụ người dùng.

Cảm biến gia tốc là loại cảm biến được chế tạo dựa trên công nghệ vi cơ điện tử (Micro-electro-mechanical systems - MEMS) [7], [8]. Cảm biến này chịu trách nhiệm phát hiện sự di chuyển của điện thoại trong không gian. Nhờ có cảm biến này mà điện thoại của chúng ta

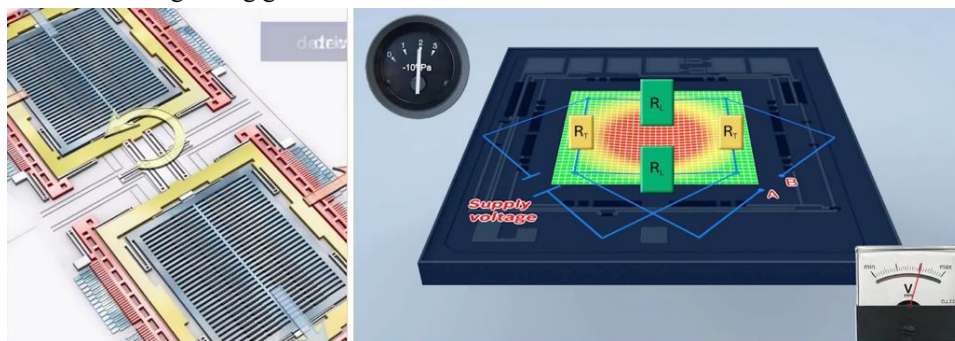
mới có thể tự động xoay màn hình cho phù hợp với tư thế ta cầm điện thoại. Cảm biến này ghi lại gia tốc trọng trường theo 3 trục vuông góc của điện thoại như hình 1, khi điện thoại bị nghiêng, giá trị gia tốc theo 3 phương này sẽ thay đổi.



Hình 1. Các trục của cảm biến gia tốc trên điện thoại thông minh

Từ kế là loại cảm biến đo cường độ từ trường theo các phương khác nhau, giúp điện thoại xác định chính xác phương hướng trên Trái Đất như một kim la bàn thật.

Cảm biến con quay hồi chuyển (hình 2a) là một cảm biến được chế tạo dựa trên công nghệ vi cơ điện tử [7] hoạt động như một con quay hồi chuyển (luôn giữ phương của trục quay không đổi) giúp cho điện thoại xác định được góc nghiêng so với trục thẳng đứng của trọng lực. Đây là cảm biến hỗ trợ làm tăng độ chính xác của từ kế và cảm biến gia tốc trong việc xác định phương hướng của thiết bị trong không gian.



Hình 2. Cảm biến con quay hồi chuyển (a) và cảm biến áp suất (b) trên điện thoại

Cảm biến áp suất (hình 2b) được chế tạo dựa trên hiện tượng điện giảo của màng mỏng Silicon [7], giúp điện thoại xác định được áp suất của môi trường ngoài.

Cảm biến ánh sáng đo độ sáng của môi trường ngoài, giúp điện thoại thay đổi độ sáng của màn hình phù hợp môi trường ngoài.

Micro là một trong những cảm biến cơ bản nhất của điện thoại. Micro trên điện thoại thông minh có khả năng đo được độ to và độ cao của âm thanh. Điều này cho phép tái hiện lại âm thanh ghi được một cách đầy đủ và chính xác nhất.

Camera không hẳn là một loại cảm biến, nhưng camera trên điện thoại thông minh lại rất phù hợp khi sử dụng trong các thí nghiệm vật lý. Hiện nay, nhiều điện thoại thông minh cho phép chụp liên tiếp hình ảnh trong những khoảng thời gian bằng nhau, quay phim siêu chậm,... đây là những tính năng giúp chúng ta ghi lại hình ảnh hoạt nghiệm của các quá trình vật lý để phân tích quá trình đó.

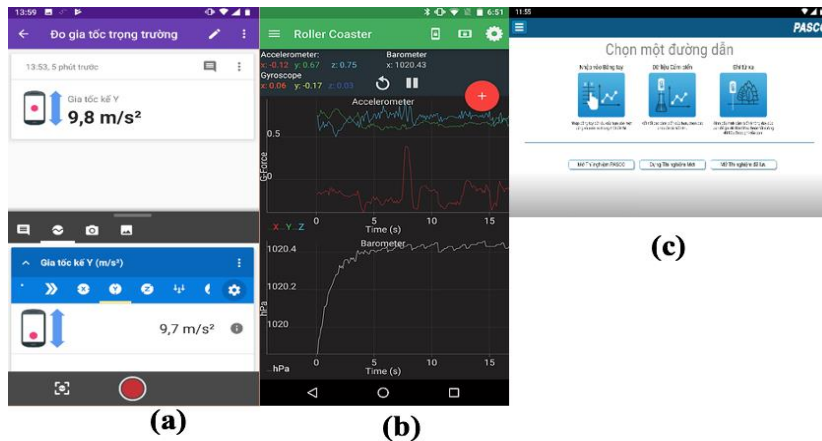
Việc sử dụng các cảm biến trên điện thoại thay cho các thiết bị đo đạc chuyên biệt sẽ giúp HS có thể xây dựng được các phương án thí nghiệm và bố trí, lắp đặt, tiến hành một cách dễ dàng hơn. Từ đó, HS không phải “học chay” do thiếu hụt về trang thiết bị trong giảng dạy vật lý.

2.3. Một số ứng dụng ghi lại thông số của cảm biến trên điện thoại thông minh

Điện thoại thông minh hiện nay đa số sử dụng một trong hai hệ điều hành là Android và iOS, trên cả hai hệ điều hành này đều có những phần mềm miễn phí giúp cho người dùng đọc và ghi lại những thông số của tất cả các cảm biến trên điện thoại.

Trong bài viết này, chúng tôi giới thiệu một số phần mềm miễn phí và phù hợp để thiết kế những thí nghiệm vật lý phổ thông, từ các thí nghiệm biểu diễn để kiểm chứng hiện tượng cho tới các thí nghiệm yêu cầu đo đạc và xử lý dữ liệu dành cho đối tượng HS giỏi.

Science Journal (hình 3a) là ứng dụng số tay khoa học do Google tạo ra, sử dụng các cảm biến có sẵn trên điện thoại thông minh để đo đạc các đại lượng của âm thanh, ánh sáng, từ trường, gia tốc, vận tốc,... Các kết quả đo được hiển thị kết dưới dạng đồ thị theo thời gian và có thể lưu trữ lại để phân tích ở cả



Hình 3. Giao diện của ứng dụng Science Journal (a), giao diện của ứng dụng Physics Toolbox Suit (b) và giao diện của ứng dụng SPARKvue (c)

dạng hình ảnh và dữ liệu dạng cột. Ứng dụng này hiện có trên cả hệ điều hành Android và IOS. Google còn lập ra một trang web nhằm hướng dẫn sử dụng, cũng như hướng dẫn người dùng có thể thực hiện một số dự án khoa học nhỏ tại nhà.

Physics Toolbox Sensor Suite (hình 3b) là một ứng dụng miễn phí của Vieyra Software (phát hành trên cả Android và IOS) có khả năng ghi lại, hiển thị và xuất dữ liệu (dạng cột theo thời gian) từ các cảm biến bên trong của điện thoại. Ứng dụng này được nhiều sinh viên và giáo viên (GV) đánh giá cao trong việc hỗ trợ giảng dạy và xây dựng các dự án giáo dục STEM.

SPARKvue (hình 3c) cũng là một ứng dụng miễn phí của PASCO Scientific phát hành trên cả hai nền tảng Android và IOS. Ứng dụng này cũng có đầy đủ các chức năng đo đạc và lưu trữ thông tin của các loại cảm biến trong điện thoại theo thời gian thực tương tự hai ứng dụng trên.

Trên đây là ba ứng dụng tiêu biểu trong rất nhiều ứng dụng có thể đo đạc và lưu trữ thông tin từ các cảm biến được tích hợp trên điện thoại thông minh. Các ứng dụng này đều có ưu điểm là có các trang web hướng dẫn sử dụng (www.sciencejournal.withgoogle.com, www.vieyrasoftware.net) để gợi ý cho GV và HS thiết kế những thí nghiệm từ đơn giản đến phức tạp bằng cách sử dụng điện thoại thông minh như một công cụ đo đạc chính.



Hình 4. Kết quả thí nghiệm đo gia tốc trọng trường bằng ứng dụng Science Journal

Hai ứng dụng đầu thân thiện và dễ sử dụng với mọi người, trong đó ứng dụng Science Journal có giao diện bằng tiếng Việt nên sẽ phù hợp hơn với đối tượng HS cấp 2 khi chưa có đủ vốn tiếng Anh cho vật lí. Ứng dụng SPARKvue của Pasco còn có điểm mạnh là có thể tùy chỉnh tốc độ lấy mẫu (tốc độ đọc dữ liệu) từ 10 Hz đến 1kHz.

2.4. Một số phương án thí nghiệm có sử dụng cảm biến trên điện thoại thông minh áp dụng khi tổ chức dạy học vật lí

2.4.1. Khảo sát chuyển động rơi tự do, kiểm chứng các đặc điểm về phương, chiều, tính chất của chuyển động rơi tự do

Thí nghiệm này HS kiểm nghiệm lại các tính chất của vật chuyển động rơi tự do: phương chuyển động thẳng đứng, chiều từ trên xuống dưới và gia tốc rơi có giá trị xấp xỉ $9,8 \text{ m/s}^2$. Thiết bị cho thí nghiệm này chỉ bao gồm: (1) bề mặt mềm để thả điện thoại rơi, (2) một đoạn chỉ mỏng, (3) điện thoại thông minh có cài ứng dụng Physics Toolbox Sensor Suite, Google Science Journal hoặc SPARKvue.

Nếu GV chỉ cần đo độ lớn của gia tốc rơi tự do sẽ chỉ sử dụng điện thoại mà không cần thêm dụng cụ hỗ trợ nào. Các bước tiến hành thí nghiệm như sau:

- Bước 1: Bật ứng dụng Science Journal trên điện thoại, tạo thí nghiệm mới và chọn công cụ đo gia tốc theo phương x .
- Bước 2: Bấm vào nút ghi dữ liệu màu đỏ để bắt đầu đo.
- Bước 3: Xoay các điện thoại theo các hướng khác nhau để tìm được giá trị cực đại của gia tốc.
- Bước 4: Bấm nút Stop để dừng ghi dữ liệu.
- Bước 5: Lặp lại thí nghiệm với các trục y và z .

Kết quả thí nghiệm được trình bày trên hình 4. Trên các trục x , y và z đều thu được giá trị cực đại của gia tốc trong khoảng từ 9,7 đến 10 m/s^2 , đây chính là giá trị của gia tốc trọng trường tại vị trí làm thí nghiệm.

Thí nghiệm tương tự cũng có thể được tiến hành với ứng dụng Physics Toolbox Sensor Suite như sau:

- Bật ứng dụng Physics Toolbox Sensor Suite trên điện thoại, chọn công cụ “Linear Accelerometer”, nhấn vào nút dấu “+” màu đỏ để bắt đầu ghi dữ liệu.

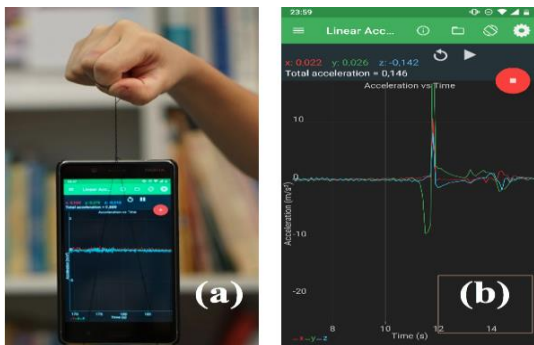
- Treo điện thoại cân bằng trên sợi dây chỉ như hình 5a, đợi một thời gian cho các giá trị gia tốc theo x, y, z ổn định.

- Thả dây để điện thoại rơi từ một độ cao đủ lớn xuống bề mặt mềm.

- Bấm nút Stop để dừng ghi dữ liệu. Lưu dữ liệu vào file và gửi về email của GV để lưu trữ và phân tích dữ liệu.

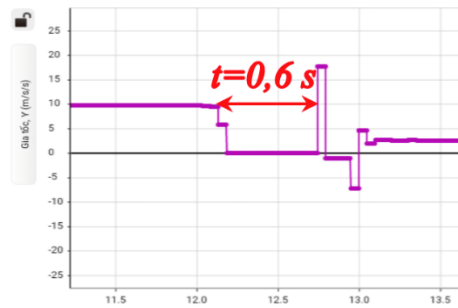
- Lặp lại thí nghiệm một vài lần.

Kết quả thí nghiệm được trình bày trên hình 5b cho thấy giá trị gia tốc theo phương y tăng đột ngột đến gần 10 m/s^2 trong quá trình rơi. Khi điện thoại tiếp đất gia tốc của tất cả các phương đều thay đổi đột ngột sau đó trở về xấp xỉ 0 khi điện thoại nằm ổn định trên mặt đất; giá trị gia tốc theo phương x và z đều không thay đổi trong thời gian rơi (gần bằng 0). Như vậy, thí nghiệm này cho thấy vật rơi theo phương thẳng đứng của sợi dây (phương song song với trục y của điện thoại), gia tốc theo phương y mang giá trị âm cho thấy chiều rơi là chiều hướng xuống dưới (hướng về phía cạnh dưới của điện thoại như định nghĩa trên hình 1).



Hình 5. Bố trí thí nghiệm khảo sát quá trình rơi tự do (a) và kết quả thí nghiệm được đo bằng ứng dụng Physics Toolbox Suite (b)

Để khảo sát sự rơi tự do chúng ta cũng có thể tiến hành trên ứng dụng SPARKvue. Ứng dụng này cho phép thay đổi thời gian lấy mẫu nên chúng ta có thể đo được chính xác thời gian rơi do đó chúng ta có thể kiểm nghiệm lại công thức $s=1/2gt^2$ một cách dễ dàng. Các bước tiến hành thí nghiệm này với SPARKvue và kết quả đã được thực hiện và phân tích kỹ càng bởi Patrik Vogt và Jochen Kuhn [8], do vậy trong bài báo này chúng tôi chỉ thực hiện lại thí nghiệm với thời gian lấy mẫu là 1kHz để đưa kết quả như trên hình 6 chứ không đi sâu phân tích.



Hình 6. Kết quả khảo sát sự rơi tự do bằng ứng dụng SPARKvue: Gia tốc của phương y theo thời gian

2.4.2. Khảo sát dao động tắt dần của con lắc

Thí nghiệm này được sử dụng để kiểm chứng li độ của con lắc lò xo tuân theo quy luật dao động dạng sin có biên độ giảm dần theo thời gian:

$$y = Ae^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

$$a_y = -A\epsilon^2 \omega^2 e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) = -\epsilon^2 \omega^2 y \quad (2)$$

Các dụng cụ cần thiết bao gồm: (1) sợi dây đàn hồi (dây chun), (2) giá đỡ thí nghiệm, và (3) điện thoại thông minh có cài ứng dụng Science Journal. Các bước tiến hành thí nghiệm như sau:

- Bước 1: Bật ứng dụng Science Journal trên điện thoại, tạo thí nghiệm mới và chọn công cụ đo gia tốc theo phương y.

- Bước 2: Bấm vào nút ghi dữ liệu màu đỏ để bắt đầu đo.

- Bước 3: Treo điện thoại ở trạng thái cân bằng bởi sợi dây đàn hồi.

- Bước 4: Kéo điện thoại xuống dưới vị trí cân bằng một khoảng nhỏ, đợi một thời gian cho các giá trị gia tốc theo phương y ổn định.

- Bước 5: Thả cho con lắc dao động.

- Bước 6: Sau khoảng 10 chu kì dao động ổn định, bấm nút Stop để dừng ghi dữ liệu. Lưu dữ liệu vào file và gửi về email của GV để lưu trữ và phân tích.

- Bước 7: Lặp lại thí nghiệm một vài lần.

Kết quả thí nghiệm được trình bày trên hình 7a, gia tốc theo phương y của điện thoại chính là đồ thị gia tốc của con lắc theo thời gian. Kết quả cho thấy, gia tốc của con lắc tuần hoàn và có dạng hình sin với biên độ giảm dần, theo như phương trình (1) và (2) li độ của con lắc cũng thay đổi theo quy luật dạng sin cùng pha với sự thay đổi của gia tốc. Để xác định chính xác phương trình dao động tắt dần của con lắc, chúng tôi sử dụng dữ liệu đo của ứng dụng Science Journal sau đó vẽ và phân tích bằng phần mềm Origin và đã thu được kết quả như trình bày trên hình 7b. Sử dụng công cụ khớp hàm trong Origin, chúng tôi khớp kết quả đo với dao động tắt dần dạng sin (biên độ dao động giảm dần theo hàm $e^{-\delta t}$),

phương pháp gần đúng trong công cụ này sử dụng nguyên tắc bình phương tối thiểu để cho kết quả lí thuyết sai lệch ít nhất so với kết quả thực nghiệm. Thông qua kết quả khớp dữ liệu chúng tôi xác định được phương trình dao động của con lắc là:

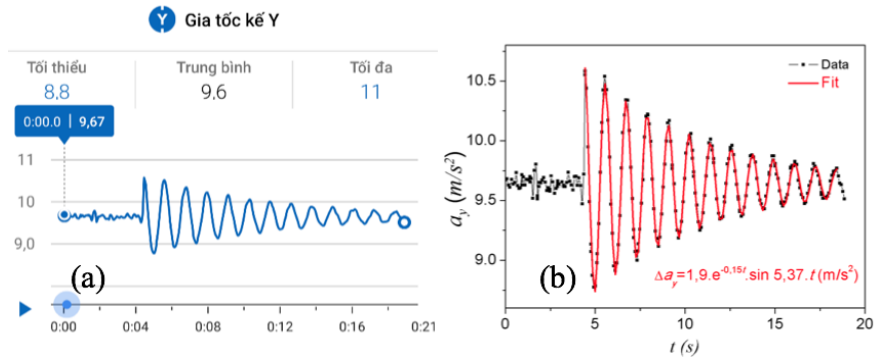
$$a_y = 1,9 \cdot e^{-0,15 \cdot t} \cdot \sin 5,37 \cdot t \quad (m/s^2) \quad (3)$$

Từ đó, chúng tôi tính được chu kì của dao động là $T = 1,17$ s và hệ số đập tắt $\varepsilon = 0,15 \text{ s}^{-1}$.

Để tăng sự tương tác với HS, GV có thể yêu cầu HS đưa ra các phương án khảo sát, dự đoán kết quả và sau đó là kiểm nghiệm lại bằng thực nghiệm như thay đổi chiều dài dây, thay đổi li độ ban đầu, hoặc tăng thời gian ghi dữ liệu. Đây là một thí nghiệm rất trực quan, và dễ thực hiện với sự chuẩn bị đơn giản (sợi dây nhẹ) và tốn ít thời gian (khoảng 5 phút thực hiện) nhưng đem lại nhiều hứng thú cho HS trong việc học bài dao động.

3. Kết luận

Bài viết đã giới thiệu chi tiết về chức năng của một số cảm biến trong điện thoại thông minh và sử dụng một vài ứng dụng trên điện thoại để đọc và lưu trữ những số liệu đo của cảm biến phục vụ cho việc làm các thí nghiệm vật lí phổ thông. Đồng thời, chúng tôi cũng tiến hành thử nghiệm làm một số thí nghiệm đơn giản bằng điện thoại thông minh để minh chứng cho bài viết. Chúng tôi cho rằng, việc sử dụng điện thoại thông minh sẽ tạo yếu tố giúp cho HS tò mò tìm hiểu hiện tượng vật lí. Đồng thời, HS cũng được tự làm những thí nghiệm hết sức đơn giản bằng cách dùng chính điện thoại của mình; qua đó, có nhiều cơ hội quan sát và tìm hiểu hiện tượng vật lí tương ứng. Ngoài ra, GV còn có thể giao nhiệm vụ cho HS về nhà làm thí nghiệm và ghi kết quả đo vào điện thoại của mình để trình bày trên lớp như một tiết học tự khám phá. Trong bài viết này, chúng tôi đã trình bày một vài thí nghiệm đơn giản trong phần cơ học để chứng minh rằng có thể sử dụng điện thoại thông minh để bố trí thí nghiệm trên lớp giúp cho bài giảng trực quan và sinh động hơn. Tuy nhiên, điện thoại thông minh vẫn không phải là dụng cụ đo chuyên biệt nên nhiều phép đo cho tín hiệu nhiễu khá lớn. Do đó, GV cần khéo léo sắp xếp sử dụng điện thoại thông minh trong những tình huống phù hợp. Trong những bài viết tới, chúng tôi sẽ giới thiệu những thí nghiệm có sử dụng điện thoại thông minh để hỗ trợ đo đạc cho những nhiệm vụ phức tạp hơn phù hợp cho đối tượng HS giỏi và các dự án STEM dành của HS các cấp.



Hình 7. Kết quả thí nghiệm dao động điều hoà được khảo sát trên ứng dụng Science Journal (a) và kết quả phân tích số liệu trong đó đường và điểm màu đen là dữ liệu thực nghiệm, đường liền nét màu đỏ là đường khớp hàm dạng $A \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot \sin(\omega t)$ (b)

Tài liệu tham khảo

- [1] Đỗ Hương Trà (2016). *Các kiểu tổ chức dạy học hiện đại trong dạy học Vật lí ở trường phổ thông*. NXB Đại học Sư phạm.
- [2] Castro-Palacio, J.C., et al. (2013). *A quantitative analysis of coupled oscillations using mobile accelerometer sensors*. European Journal of Physics, Vol. 34(3), pp. 737-744.
- [3] González, M.Á., et al. (2014). *Mobile phones for teaching physics*. In Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM '14, pp. 349-355.
- [4] González, M.Á., et al. (2015). *Teaching and Learning Physics with Smartphones*. Journal of Cases on Information Technology, Vol. 17(1), pp. 31-50.
- [5] Nguyễn Văn Biên (2011). *Sử dụng điện thoại di động trong dạy học Vật lí*. Tạp chí Thiết bị giáo dục, số đặc biệt, tr 13-16.
- [6] Nguyễn Đức Thâm - Nguyễn Ngọc Hưng - Phạm Xuân Quế (2002). *Phương pháp dạy học Vật lí ở trường phổ thông*. NXB Đại học Sư phạm.
- [7] Gabriel, K., et al. (1988). *Small Machines, Large Opportunities: A Report on the Emerging Field of Microdynamics: Report of the Workshop on Microelectromechanical Systems Research*; Sponsored by the National Science Foundation. AT & T Bell Laboratories.
- [8] Vogt, P. - J. Kuhn (2012). *Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor*. The Physics Teacher, Vol. 50(3), pp. 182-183.