

Xây dựng thí nghiệm kiểm chứng Định luật Bảo toàn cơ năng và Định luật Bảo toàn động lượng – Vật lí lớp 10 với sự hỗ trợ của phần mềm Coach 7 nhằm phát triển năng lực vật lí của học sinh

Nguyễn Thị Ngọc Hiệp*, Phùng Việt Hải**

*Học viên cao học K43, Trường ĐHSPT – Đại học Đà Nẵng.

**Khoa Vật lí, Trường ĐHSPT – Đại học Đà Nẵng

Received: 02/11/2023; Accepted: 09/11/2023; Published: 20/11/2023

Abstract: The article presents research results and develops experiments in teaching energy and momentum - physics grade 10 with the support of Coach 7 software, including: Experiment to verify the law of conservation of mechanical energy of a simple pendulum, experiment to verify the law of conservation of momentum in elastic collisions (collision in different directions, collision in the same direction), experiment to verify the law of conservation of momentum in soft collisions. With the advantage of simple operations, diverse processing data, intuitive and accurate results, and low cost, can be deployed conveniently as student experiments, the built experiments are an effective alternative for high schools when teaching the energy and momentum - physics grade 10 to achieve the requirements of the program, contributing to the development of physics competence of students.

Keywords: Physical competence, Energy, Momentum, construction, experiment, Coach software, physics 10.

1. Đặt vấn đề

Theo yêu cầu cần đạt trong dạy học nội dung Năng lượng và Động lượng (vật lí 10), GV cần tổ chức để học sinh thực hiện các thí nghiệm (TN) kiểm nghiệm định luật bảo toàn cơ năng và bảo toàn động lượng. Trong thực tiễn giảng dạy Vật lí hiện nay ở các trường THPT, đặc biệt là trong giai đoạn đầu thực hiện chương trình thì các thiết bị, dụng cụ vẫn chưa được trang bị đầy đủ về các trường. Mặt khác, các thiết bị TN phục vụ dạy học các kiến thức trên phần lớn đều phải kết nối cảm biến nên giá thành khá cao, thao tác khá phức tạp, khó khả thi khi triển khai dạy học theo nhóm mà chương trình môn Vật lí 2018 đề ra. Cũng có nhiều công bố về các giải pháp để xây dựng TN theo các hướng khác nhau, trong đó có hướng sử dụng TN tương tác trên màn hình như Phạm Đỗ Chung, Phạm Xuân Quế, Mai Hoàng Phương, Castro-Palacio, J.C., et al. Các kết quả TN trong các công bố trên đều cho độ chính xác cao và rất có ý nghĩa với thực tiễn dạy học vật lí ở nước ta hiện nay. Tuy nhiên, các TN trên khá đắt tiền, khó đầu tư với đa số các trường THPT hoặc đã có nhưng phương án sử dụng TN là biểu diễn của giáo viên nên chưa đáp ứng yêu cầu về TN cho học sinh về số lượng bộ thí nghiệm.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Giới thiệu về phần mềm Coach 7

Phần mềm Coach tích hợp các công cụ ICT, giống như các công nghệ được các nhà khoa học chuyên nghiệp sử dụng và tạo điều kiện cho các phương pháp dạy học dựa trên tìm tòi khám phá. Bằng cách thu thập dữ liệu chất lượng cao, xây dựng và sử dụng mô hình, sử dụng mô phỏng và trực quan hóa, so sánh kết quả từ thí nghiệm và mô hình, học sinh có thể tích cực tham gia vào các hoạt động học tập thực.

Link tải phần mềm: https://cma-science.nl/coach7_desktop_downloads_en

Ứng dụng Coach 7 có thể cài đặt miễn phí, nhưng cần có mã bản quyền (không miễn phí) để làm việc (liên hệ với CMA để mua giấy phép trang web).

2.2. Các thí nghiệm đã xây dựng

2.2.1. Thí nghiệm kiểm chứng định luật bảo toàn cơ năng của con lắc đơn

a) Phương án thí nghiệm:

Thí nghiệm tự tạo (sử dụng phần mềm Coach 7 đo động năng, thế năng, cơ năng con lắc đơn tại từng thời điểm).

b) Yêu cầu cần đạt

Phân tích được sự chuyển hoá động năng và thế năng của vật trong chuyển động của con lắc đơn.

Thực hiện được thí nghiệm về sự chuyển hoá năng lượng và kiểm chứng được định luật bảo toàn cơ năng.

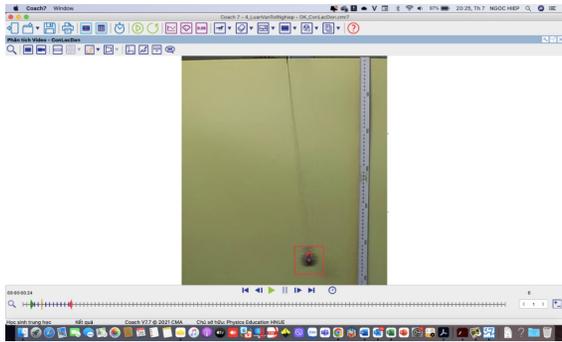
c) Dụng cụ, vật tư: Nam châm dính bảng có núm

đường kính 28 mm, đoạn dây không dẫn dài khoảng 60cm, quả nặng 50g, bảng từ, thước chia đến milimet, điện thoại thông minh, phần mềm Coach 7.

d) Bố trí và tiến hành thí nghiệm:

Bước 1: Gắn con lắc đơn vào giá treo, cho con lắc dao động, dùng điện thoại thông minh ghi lại khoảng 3 dao động của con lắc đơn (*lưu ý dụng thước milimet bên cạnh con lắc để xác định thước chuẩn*).

Bước 2: Dùng phần mềm Coach 7 để phân tích video vừa ghi theo các thao tác cụ thể sau:



Hình 1. Giao diện TN về con lắc đơn trên phần mềm Coach 7

- Chèn Video chuyển động của con lắc đơn vào phần mềm

- Cài đặt các chế độ liên quan:

1. Thiết lập hệ tọa độ

- Thước chuẩn: đọc theo độ chia thước milimet.
- Vị trí hệ trục tọa độ: gốc O trùng với viên bi tại VTCB.

2. Thiết lập phân tích video

- Số điểm cần đo trên một khung: 1
- Các khung: khoảng thời gian khảo sát, số thời điểm khảo sát trong thời gian đó.

3. Thiết lập bấm điểm : Bấm vào tâm của vật (viên bi).

- Bấm nút để khởi chạy TN, quan sát điểm bấm theo vật trong quá trình chuyển động, nếu thấy không bấm, bấm chế độ “Vết” để điều chỉnh thủ công vị trí bấm điểm

- Bấm chế độ hiển thị bảng số liệu

- Tính vận tốc theo phương x bằng cách chèn đồ thị (x,t) vào một ô trống (nhấn chuột phải chọn “Hiển thị đồ thị”), sau đó tính đạo hàm của x (nhấn chuột phải vào đồ thị chọn Phân tích/xử lý “Đạo hàm”)

- Tính động năng, thế năng, cơ năng theo công thức: $W_d = \frac{1}{2}mv^2, W_t = mgy, W = W_t + W_d$ bằng cách nhấn chuột phải vào hàng các biến của bảng số liệu, chọn “Thêm biến mới → Chuỗi dữ liệu → Công thức”.

e) Kết quả thí nghiệm và kết luận:

Bảng 1. Kết quả TN kiểm nghiệm định luật bảo toàn cơ năng trên giao diện phần mềm Coach 7

time (s)	x (m)	y (m)	vx (mm/s)	Wd (J)	Wt (J)	W (J)
0.12	0.115	0.011	-0.531	0.141	0.104	0.245
0.16	0.091	0.003	-0.664	0.220	0.025	0.245
0.20	0.062	0.001	-0.666	0.236	0.012	0.247
0.24	0.036	0.000	-0.700	0.245	0.002	0.247
0.28	0.006	0.000	-0.688	0.244	0.000	0.244
0.32	-0.020	0.000	-0.697	0.243	0.005	0.247
0.36	-0.050	0.003	-0.655	0.215	0.025	0.240
0.40	-0.072	0.007	-0.575	0.166	0.070	0.235
0.44	-0.096	0.012	-0.507	0.129	0.116	0.245

Kết luận: Với sai số của phép đo là 1,23 % thì cơ năng của vật trong suốt quá trình chuyển động được bảo toàn.

2.2.2 Thí nghiệm kiểm chứng định luật bảo toàn động lượng trong va chạm đàn hồi

a) Phương án thí nghiệm:

Thí nghiệm tự tạo (phân tích video va chạm của 2 viên bi, sử dụng phần mềm Coach 7 tính động lượng của hệ trước và sau va chạm).

b) Yêu cầu cần đạt

Thực hiện thí nghiệm và thảo luận, phát biểu được định luật bảo toàn động lượng trong hệ kín

Thảo luận để thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án, thực hiện phương án, xác định được tốc độ và đánh giá được động lượng của vật trước và sau va chạm bằng dụng cụ thực hành

c) Dụng cụ, vật tư: Video TN va chạm đàn hồi, phần mềm Coach 7

d) Bố trí và tiến hành thí nghiệm:

Bước 1: Dùng điện thoại thông minh quay quá trình va chạm đàn hồi của 2 vật (*lưu ý dụng thước milimet để xác định thước chuẩn*)

Bước 2: Dùng phần mềm Coach để phân tích video, cụ thể:

Chèn Video va chạm đàn hồi vào phần mềm

Cài đặt các chế độ liên quan:

1. Thiết lập hệ tọa độ

Thước chuẩn: đọc theo độ chia thước milimet.
Vị trí hệ trục tọa độ: gốc O nằm giữa khung hình (nếu là va chạm đàn hồi không cùng phương) hoặc trục Ox trùng với quỹ đạo chuyển động của 2 vật (nếu là va chạm đàn hồi xuyên tâm).

2. Thiết lập phân tích video

Số điểm cần đo trên một khung: 2

Các khung: khoảng thời gian khảo sát, số thời điểm khảo sát trong thời gian đó.

3. Thiết lập bấm điểm : Bấm vào tâm của vật.

Bấm nút để khởi chạy TN, quan sát điểm bấm theo vật trong quá trình chuyển động, nếu thấy không bấm, bấm chế độ “Vết” để điều chỉnh thủ công vị trí bấm điểm.

Bật chế độ hiển thị bảng số liệu

Tính vận tốc của vật: v_{1x} , v_{1y} , v_{2x} , v_{2y} (nhấn chuột phải vào đồ thị chọn Phân tích/xử lý “Đạo hàm”)

Tính p_x , p_y bằng cách nhấn chuột phải vào hàng các biến của bảng số liệu, chọn “Thêm biến mới → Chuỗi dữ liệu → Công thức”.

$$p_x = m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot v_{2x} \quad p_y = m_1 \cdot v_{1y} + m_2 \cdot v_{2y}$$

e) Kết quả thí nghiệm và kết luận:

Đối với lý thuyết về định luật bảo toàn động lượng, chỉ cần khảo sát và so sánh động lượng tại 1 thời điểm ngay trước va chạm và 1 thời điểm ngay sau va chạm. Khi sử dụng phần mềm Coach 7 để phân tích video thí nghiệm, chúng ta có thể đồng thời khảo sát ở nhiều thời điểm. Dưới đây là kết quả với các TN và va chạm khác nhau.

Trường hợp 1: Va chạm đàn hồi khác phương

Bảng 2. Kết quả TN kiểm nghiệm định luật bảo toàn động lượng trong va chạm đàn hồi khác phương trên giao diện phần mềm Coach 7

time (s)	x1 (m)	y1 (m)	x2 (m)	y2 (m)	v1x (m/s)	v2x (m/s)	v1y (m/s)	v2y (m/s)	px (kg.m/s)	py (kg.m/s)
0.00	-0.16	-0.06	0.15	0.17	0.83	-0.54	0.12	-0.93	0.00	-0.26
0.03	-0.13	-0.06	0.13	0.14	0.83	-0.48	0.00	-1.06	0.02	-0.30
0.07	-0.11	-0.06	0.11	0.10	0.77	-0.48	-0.03	-1.07	0.01	-0.33
0.10	-0.08	-0.06	0.10	0.07	0.77	-0.56	0.03	-1.06	-0.01	-0.31
0.13	-0.05	-0.06	0.08	0.03	0.83	-0.54	0.03	-1.05	0.00	-0.31
0.17	-0.03	-0.06	0.06	0.00	0.83	-0.31	-0.18	-0.91	0.01	-0.31
0.20	-0.02	-0.07	0.06	-0.03	-0.30	0.21	-0.62	-0.61	0.00	-0.31
0.23	-0.05	-0.10	0.08	-0.04	-0.77	0.50	-0.89	-0.44	0.00	-0.31
0.27	-0.07	-0.13	0.09	-0.06	-0.71	0.59	-0.89	-0.46	0.01	-0.32
0.30	-0.09	-0.16	0.11	-0.07	-0.71	0.54	-0.89	-0.42	0.02	-0.30
0.33	-0.12	-0.19	0.13	-0.09	-0.71	0.49	-0.89	-0.40	0.01	-0.30
0.37	-0.14	-0.22	0.14	-0.10	-0.71	0.42	-0.89	-0.42	-0.02	-0.30

Kết luận: Với sai số 3,23%, động lượng của hệ hai viên bi theo phương x và phương y bảo toàn.

Trường hợp 2: Va chạm đàn hồi cùng phương, cùng khối lượng và ban đầu 1 vật đứng yên 1 vật chuyển động



Hình 3a. Hình ảnh TN va chạm đàn hồi cùng phương, cùng khối lượng, ban đầu 1 vật đứng yên 1 vật chuyển động

Bảng 3. Kết quả TN kiểm nghiệm định luật bảo toàn động lượng trong va chạm đàn hồi cùng phương, cùng khối lượng, ban đầu 1 vật đứng yên 1 vật chuyển động

time (s)	x1 (m)	x2 (m)	v1x (m/s)	v2x (m/s)	px (kg.m/s)
2.40	-0.27	0.04	0.30	-0.01	0.29
2.47	-0.25	0.04	0.30	0.00	0.30
2.53	-0.23	0.04	0.30	0.00	0.29
2.60	-0.21	0.04	0.30	0.00	0.30
2.67	-0.19	0.04	0.29	0.00	0.28
2.73	-0.18	0.04	0.29	0.00	0.28
2.80	-0.16	0.04	0.30	0.01	0.31
2.87	-0.13	0.04	0.30	0.01	0.31
2.93	-0.12	0.04	0.16	0.13	0.29
3.00	-0.11	0.06	0.02	0.27	0.29
3.07	-0.11	0.08	0.00	0.27	0.27
3.13	-0.11	0.09	-0.01	0.28	0.27
3.20	-0.11	0.11	0.00	0.29	0.28
3.27	-0.11	0.13	0.01	0.28	0.30

Kết luận: Với sai số 3,45%, động lượng của hệ hai vật theo phương x được bảo toàn.

Trường hợp 3: Va chạm đàn hồi cùng phương, cùng khối lượng, ban đầu 2 chuyển động ngược chiều

Bảng 4. Kết quả TN kiểm nghiệm định luật bảo toàn động lượng trong va chạm đàn hồi cùng phương, cùng khối lượng, ban đầu 2 vật chuyển động ngược chiều

time (s)	x1 (m)	x2 (m)	v1x (m/s)	v2x (m/s)	px (kg.m/s)
0.00	-0.04	0.07	0.45	-0.41	0.04
0.07	-0.02	0.05	0.11	-0.07	0.04
0.13	-0.03	0.06	-0.07	0.12	0.04
0.20	-0.03	0.07	-0.09	0.13	0.04
0.27	-0.04	0.08	-0.09	0.13	0.04
0.33	-0.05	0.09	-0.10	0.13	0.04
0.40	-0.05	0.09	-0.10	0.13	0.03
0.47	-0.06	0.10	-0.09	0.13	0.04
0.53	-0.07	0.11	-0.09	0.14	0.04
0.60	-0.07	0.12	-0.09	0.13	0.04

Kết luận: Động lượng của hệ vật theo phương x được bảo toàn.

2.2.3 Thí nghiệm kiểm chứng định luật bảo toàn động lượng trong va chạm mềm

Xử lý kết quả thí nghiệm trên video TN va chạm mềm qua phần mềm Coach 7 tương tự như TN va chạm đàn hồi, thu được kết quả sau:

Bảng 5. Kết quả TN kiểm nghiệm định luật bảo toàn động lượng trong va chạm mềm

time (s)	x1 (cm)	x2 (cm)	v1x (cm/s)	v2x (cm/s)	px (kg.cm/s)
3.40	-4.73	7.89	24.92	0.63	25.56
3.60	0.11	8.02	23.47	0.72	24.19
3.80	4.66	8.17	22.29	3.54	25.83
4.00	9.02	9.44	17.17	8.75	25.92
4.20	11.53	11.67	13.12	11.89	25.00
4.40	14.27	14.19	13.34	12.62	25.96
4.60	16.86	16.72	11.92	12.62	24.54
4.80	19.04	19.24	12.13	12.77	24.90

Kết luận: Với sai số 2,30%, động lượng của hệ vật theo phương x được bảo toàn.

3. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã xây dựng được 3 TN trong dạy học về nội dung “Năng lượng” và “Động lượng” - vật lý 10 với sự hỗ trợ của phần mềm Coach 7: TN kiểm chứng định luật bảo toàn cơ năng của con lắc đơn, TN kiểm chứng định luật bảo toàn động lượng trong va chạm đàn hồi (va chạm khác phương, va chạm cùng phương, ngược chiều), TN kiểm chứng định luật bảo toàn động lượng trong va chạm mềm. Các TN được xây dựng theo hướng tự tạo hoặc khai thác các TN hiện hành kết hợp phần mềm Coach 7 được cài đặt trên máy tính hoặc điện thoại thông minh nên có thể thay thế cho các thiết bị thí nghiệm có kết nối cảm biến theo yêu cầu của chương trình mà các trường chưa được trang bị kịp thời, góp phần hỗ trợ giáo viên và học sinh trong dạy học các nội dung trên đáp ứng các yêu cầu cần đạt của chương trình.

Tài liệu tham khảo

[1] Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018), *Chương trình giáo dục phổ thông (CT môn Vật lý)*, ban hành theo thông tư số 32/2018/TT-BGDĐT ngày 26 tháng 12 năm 2018 của Bộ GD và ĐT.

[2] CMA (2018), *Coach 7 User's Guide*, A.J.Ernststraat 169 Amsterdam, The Netherlands.