

Hệ thống một số bài tập cơ học liên quan đến ngành Cơ khí

Lê Thị Ngọc Linh*

*ThS. Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 7/3/2024; Accepted: 15/3/2024; Published 22/3/2024

Abstract: When exposed to specialized subjects, many students are still confused and do not know how to apply the knowledge they have learned effectively. In this article, we solve some mechanical exercises in the General Physics 1 module to help students access specialized knowledge of Mechanical Engineering sooner - thereby, applying it more flexibly to their subjects. future subjects.

Keywords: Mechanics; Mechanical; mechanical engineering

1. Đặt vấn đề

Việc áp dụng linh hoạt, hiệu quả các kiến thức lý thuyết vào việc giải các bài tập và ứng dụng để giải thích các hiện tượng khoa học cũng như trong thực tiễn chính là yêu cầu tất yếu của mỗi môn học.

Cơ học là một ngành của vật lý nghiên cứu về chuyển động của vật chất trong không gian và thời gian dưới tác dụng của các lực và những hệ quả của chúng lên môi trường xung quanh. Cơ học là một lĩnh vực rất rộng lớn, là nền tảng cho các môn học khác. Vì vậy, để áp dụng các kiến thức thu được vào việc giải các bài tập chuyên ngành đóng một vai trò hết sức quan trọng. Với mục đích giúp sinh viên sử dụng có hiệu quả các kiến thức Cơ học trong học phần Vật lý Đại cương 1 vào các môn học chuyên ngành khối Cơ khí, chúng tôi chọn đề tài “Hệ thống một số bài tập cơ học liên quan đến chuyên ngành Cơ khí”.

2. Nội dung nghiên cứu

Bài 1: Trong giai đoạn lấy đà, bánh đà quay theo quy luật: $j(t) = \frac{27}{96}t^3$. Hãy xác định vận tốc và gia tốc của điểm M cách trục quay một khoảng $h = 0.8m$ khi gia tốc tiếp tuyến tại điểm đó bằng gia tốc pháp tuyến của nó.

Giải:

Vận tốc góc và gia tốc góc của bánh đà:

$$\omega = \frac{dj}{dt} = \frac{27}{32}t^2 \quad \text{và} \quad b = \frac{d\omega}{dt} = \frac{27}{16}t$$

Gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến của điểm M:

$$a_t = h \cdot b \quad \text{và} \quad a_n = h\omega^2$$

Gọi thời điểm khi $a_t = a_n$ là t_1 .

Khi đó: $b_1 = \omega_1^2$

$$\text{Hay: } \frac{27}{16}t_1 = \left(\frac{27}{32}t_1\right)^2 t_1^4$$

$$\text{Vậy: } t_1 = \frac{4}{3} \text{ (s)}$$

Thay giá trị của t_1 vào biểu thức của vận tốc góc và gia tốc góc, ta được:

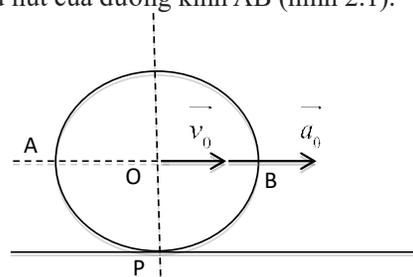
$$\omega_1 = \frac{3}{2} \text{ (rad/s)} \quad \text{và} \quad b_1 = \frac{9}{4} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

Vậy, vận tốc và gia tốc của điểm M:

$$v = h\omega_1 = 1,2 \text{ (m/s)}$$

$$a = f\sqrt{\omega_1^4 + b_1^2} = 1,8\sqrt{2} = 2,54 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Bài 2: Tâm O của một bánh xe trên đường ray có vận tốc $v_0 = 1m/s$ và gia tốc $a_0 = 2m/s^2$. Bán kính bánh xe là 0,2m. Hãy xác định gia tốc của điểm B là điểm đầu nút của đường kính AB (hình 2.1).



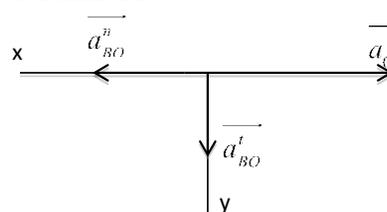
Hình 2.1

Giải:

Tiếp điểm P là tâm vận tốc tức thời nên vận tốc góc của bánh xe thỏa mãn: $v_0 = \omega_0 PO$

$$\text{Nên: } \omega_0 = \frac{v_0}{PO} = \frac{v_0}{R}$$

Chiều của ω_0 được xác định theo chiều của v_0 như trên hình 2.2.



Hình 2.2

Gia tốc góc β được xác định bởi:

$$b_0 = \frac{dw_0}{dt} = \frac{1}{R} \frac{dv_0}{dt} = \frac{1}{R} a_0$$

Phương, chiều của $\vec{\omega}_0$ và $\vec{\beta}_0$ trùng nhau nên bánh xe chuyển động nhanh dần đều.

Gia tốc của điểm B: $\vec{a}_B = \vec{a}_0 + \vec{a}'_{BO} + \vec{a}''_{BO}$ (1)

trong đó:

$$a'_{BO} = OB \cdot b = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}; \quad a''_{BO} = OB \cdot \omega^2 = 5 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

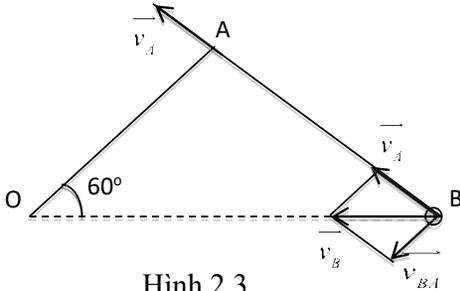
Chọn hai trục x, y như hình 2.2. Chiếu (1) lên các trục x, y ta được:

$$a_{Bx} = a''_{BO} - a_0 = 3 \text{ (m/s}^2\text{)}; \quad a_{By} = a'_{BO} = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Vậy, gia tốc của điểm M:

$$a_B = \sqrt{a_{Bx}^2 + a_{By}^2} = \sqrt{13} \approx 3,6 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Bài 3: Tay quay OA có chiều dài $r = 0,1\text{m}$ quay đều với vận tốc góc $\omega_0 = 30\pi$ (rad/s). Con trượt B chuyển động theo phương ngang. Cho chiều dài của thanh truyền AB là $l = r\sqrt{3}$. Tại thời điểm đang xét tay quay OA vuông góc với thanh truyền, hãy xác định vận tốc con trượt B và vận tốc thanh truyền AB.



Hình 2.3

Giải:

Biểu thức vận tốc của điểm B:

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{AB} \quad (*)$$

Vận tốc \vec{v}_A có phương, chiều như hình 2.3 và có độ lớn: $v_A = \omega_0 \cdot OA = r\omega_0$

Vận tốc \vec{v}_B có phương dọc theo trục Ox, vận tốc \vec{v}_{AB} có phương vuông góc với \vec{BA} và: $v_B \cos 30^\circ = v_A$

$$\text{Do đó: } v_B = \frac{v_A}{\cos 30^\circ} = \frac{w_0 r}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 2\sqrt{3}p \text{ (m/s)}$$

Chiếu biểu thức (*) lên phương thẳng đứng (vuông góc với \vec{v}_B), ta được:

$$0 = v_A \cos 30^\circ - v_{BA} \cos 30^\circ$$

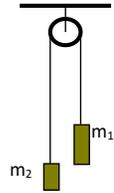
Vậy:

$$v_{BA} = v_A \frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = v_A \tan 30^\circ = w_0 \frac{r\sqrt{3}}{3}$$

Vận tốc góc của thanh AB:

$$w = \frac{v_{BA}}{BA} = \frac{w_0 r \sqrt{3}}{3l} = 10p \text{ (rad/s)}$$

Bài 4: Xét một cơ hệ trong thang máy: đầu dây vắt qua ròng rọc là 2 vật khối lượng lần lượt là m_1, m_2 (hình 2.4). Coi sợi dây không giãn, khối lượng ròng rọc và dây treo không đáng kể. Thang máy chuyển động đi lên nhanh dần đều với gia tốc A. Xác định gia tốc của các vật đối với mặt đất.



Hình 2.4

Giải:

Giả sử $m_1 < m_2$.

Xét trong hệ quy chiếu gắn với thang máy, trục toạ độ thẳng đứng, chiều dương hướng lên trên.

Phương trình động lực học đối với vật m_1 và m_2 lần lượt là:

$$\vec{P}_1 + \vec{T}_1 + \vec{F}_{qt1} = m_1 \vec{a}_1 \quad (1) \quad \vec{P}_2 + \vec{T}_2 + \vec{F}_{qt2} = m_2 \vec{a}_2 \quad (2)$$

Chiếu các phương trình (1) và (2) lên phương thẳng đứng, chiều dương hướng lên, ta được:

$$\begin{aligned} -P_1 + T_1 - F_{qt1} &= m_1 a_1 \\ -P_2 + T_2 - F_{qt2} &= m_2 a_2 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{hay: } P_2 - T_2 + F_{qt2} = m_2 a_2 \quad (4)$$

Vì khối lượng của dây và của ròng rọc không đáng kể và dây không giãn nên ta có:

$$T_1 = T_2 = T; \quad a_1 = a_2 = a$$

Thay vào (3) và (4), ta được:

$$-P_1 + T_1 - F_{qt1} = m_1 a$$

$$P_2 - T_2 + F_{qt2} = m_2 a$$

$$\text{Vậy: } (m_2 - m_1)(f + A) = (m_2 + m_1)a$$

$$a = \frac{(m_2 - m_1)(g + A)}{m_1 + m_2}$$

Gia tốc của vật m_1 và m_2 đối với đất:

$$A_1 = a + A = \frac{(m_2 - m_1)g + 2m_2 A}{m_1 + m_2}$$

$$A_2 = -a + A = \frac{(m_2 - m_1)g - 2m_1 A}{m_1 + m_2}$$

Bài 5: Hai hạt giống nhau với khối lượng nghỉ của mỗi hạt là m_0 chuyển động lại gần nhau với cùng vận tốc u, va chạm hoàn toàn không đàn hồi với nhau và tạo thành một vật duy nhất. Xác định khối lượng nghỉ của vật tạo thành trong hệ quy chiếu đứng yên so với một trong hai hạt.

Giải: (Giải bằng hai cách)

(Xem tiếp trang 116)

| Số quả nặng 50g móc vào lò xo | Tổng khối lượng các quả nặng (g) | Chiều dài của lò xo (cm) | Độ giãn của lò xo (cm) |
|-------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 0 | 0 | $l_0 = 10$ cm | 0 |
| 1 | 50g | $l_1 = 11$ cm | $l_1 - l_0 = 1$ cm |
| 2 | 100g | $l_2 = 12$ cm | $l_2 - l_0 = 2$ cm |
| 3 | 150g | $l_3 = 13$ cm | $l_3 - l_0 = 3$ cm |

- Kết quả:

+ Khi treo các quả nặng vào lò xo thì lò xo giãn ra, chiều dài lò xo tăng lên. Độ giãn của lò xo lúc này là hiệu giữa chiều dài khi biến dạng và chiều dài tự nhiên của lò xo

→ Độ giãn của lò xo theo phương thẳng đứng tỉ lệ với khối lượng vật treo.

3. Kết luận

Phương tiện dạy học do chúng tôi xây dựng là

phương tiện dạy học của giáo viên và là phương tiện học tập của HS; nó là những phương tiện trực quan giúp HS hoạt động ở tất cả các giai đoạn trong quá trình học, tạo cơ hội cho việc tổ chức dạy và học, tạo sự hứng thú trong học tập của HS. Chủ đề “Lực và chuyển động” – KHTN 6 tạo điều kiện thuận lợi đáp ứng yêu cầu phát triển năng lực HS, đặc biệt là năng lực KHTN theo Chương trình giáo dục phổ thông năm 2018.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Giáo dục và Đào tạo (2018), *Chương trình Giáo dục phổ thông môn KHTN*, Hà Nội.

2. Nguyễn Đức Thâm, Nguyễn Ngọc Hưng, Phạm Xuân Quế (2003), *Phương pháp dạy học vật lý ở trường phổ thông*, Nhà xuất bản Đại học Sư phạm, Hà Nội.

Hệ thống một số bài tập cơ học liên quan... (tiếp theo trang 92)

Cách 1: Xét hai hệ quy chiếu O và O', trong đó O' chuyển động với vận tốc u so với O theo chiều dương của trục x, và hệ O' đứng yên so với hạt A. Vận tốc của hạt còn lại (hạt B) trong hệ O là: $u_B = -u$.

Áp dụng công thức biến đổi Lorentz, vận tốc của hạt B trong hệ O' là:

$$u'_B = \frac{u_B - v}{1 - \frac{u_B v}{c^2}} = -\frac{2v}{1 + \frac{u^2}{c^2}}$$

Vì hạt C tạo thành đứng yên trong phòng thí nghiệm nên hạt C đứng yên đối với hệ O, do đó vận tốc của C đối với O' sẽ là $u'_C = -u$.

Theo định luật bảo toàn động lượng đối với hệ O':

$$\frac{m_0 u'_A}{\sqrt{1 - \frac{u'^2_A}{c^2}}} + \frac{m_0 u'_B}{\sqrt{1 - \frac{u'^2_B}{c^2}}} = \frac{M_0 u'_C}{\sqrt{1 - \frac{u'^2_C}{c^2}}}$$

Mặt khác, $u'_A = 0$ nên ta có:

$$\frac{m_0 - \frac{2u}{1 + \frac{u^2}{c^2}}}{1 + \frac{2u/c}{1 + \frac{u^2}{c^2}}} = \frac{M_0(-u)}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

$$M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

Vậy:

$$M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

Cách 2: Theo quan điểm định luật bảo toàn năng lượng ta có:

$$E_{\text{trước}} = E_{\text{sau}}$$

$$\frac{2m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} = M_0 c^2$$

$$\text{Vậy: } M_0 = \frac{2m_0}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

Như vậy, xuất phát từ định luật bảo toàn vận tốc hay định luật bảo toàn động lượng ta đều thu được kết quả như nhau.

3. Kết luận

Việc áp dụng linh hoạt, có hiệu các kiến thức lý thuyết phần Cơ học sẽ tạo điều kiện thuận lợi trong việc khảo sát chuyển động vĩ mô của các vật. Từ đó, sinh viên sẽ dễ dàng hiểu và vận dụng các kiến thức trong khối Đại cương vào việc học, nghiên cứu các môn học chuyên ngành – đặc biệt là đối với các môn học thuộc khối ngành Cơ khí. Qua bài báo này, chúng tôi hy vọng sinh viên sẽ dễ dàng, thuận lợi hơn trong việc giải các bài toán Cơ học.

Tài liệu tham khảo

[1] Lương Duyên Bình (2008), *Vật lý đại cương tập 1*, NXB Giáo dục, Hà Nội.

[2] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, *Cơ sở vật lý tập 2- Cơ học II*, NXB Giáo dục, Hà Nội.

[3] Nguyễn Phong Điền (chủ biên), *Bài tập Cơ học kỹ thuật*, NXB Giáo dục, Hà Nội.

[4] Nguyễn Nhật Lệ, Nguyễn Văn Vượng, *Bài tập cơ học ứng dụng*, NXB Giáo dục, Hà Nội.