

MỘT SỐ BÀI TẬP CƠ HỌC TRONG CHƯƠNG TRÌNH VẬT LÝ ĐẠI CƯƠNG LIÊN QUAN ĐẾN NGÀNH CƠ KHÍ Ở TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT VINH

Lê Thị Ngọc Linh*

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 module to help students access the specialized knowledge in Mechanics earlier - thereby, applying more flexibly to other subjects. later subjects.

Keywords: Mechanics, general

Ngày nhận bài 22/5/2021; Ngày phản biện 25/5/2021; Ngày duyệt đăng: 3/6/2021

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 (SV) sử dụng có hiệu quả các kiến thức Cơ học trong học phần Vật lý Đại cương vào các môn học chuyên ngành khối Cơ khí, chúng tôi chọn đề tài "Một số bài tập cơ học trong chương trình vật lý đại cương liên quan đến chuyên ngành Cơ khí ở Trường Đại học SPKT Vinh".

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Lý thuyết

a. Động học chất điểm nghiên cứu các đặc trưng của chuyển động và các dạng chuyển động. Không chú ý đến nguyên nhân gây ra chuyển động:

Các đại lượng đặc trưng như: Vận tốc, gia tốc, vận tốc góc, gia tốc góc được xác định trong các chuyển động thẳng biến đổi đều và chuyển động tròn biến đổi đều theo các biểu thức tương ứng sau:

Chuyển động thẳng biến đổi đều	Chuyển động tròn biến đổi đều
--------------------------------	-------------------------------

$a = \frac{v - v_0}{t} = const$	$\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}$
$v = at + v_0$	$\omega = \beta t + \omega_0$
$s = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$	$\theta = \frac{1}{2}\beta t^2 + \omega_0 t$
$v^2 - v_0^2 = 2as$	$\omega^2 - \omega_0^2 = 2\beta\theta$

b. Động lực học chất điểm và động lực học vật rắn: Khi xét về chuyển động của vật rắn thì phải xét đến cả hai dạng chuyển động của vật rắn (vật rắn khi chuyển động thường đồng thời tham gia vào hai quá trình chuyển động) là chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay. Tuy nhiên, các đại lượng đặc trưng cho hai chuyển động có sự tương đương về ý nghĩa và được định nghĩa như sau:

Sự tương tự về ý nghĩa của các đại lượng được thể hiện bằng so sánh sau:

Chuyển động tịnh tiến	Chuyển động quay
\vec{F} - Lực	\vec{M} - Mô men lực
m - Khối lượng	I - Mômen quán tính
\vec{v} - Vận tốc dài	$\vec{\omega}$ - Vận tốc góc
\vec{a} - Gia tốc dài	$\vec{\beta}$ - Gia tốc góc
\vec{K} - Động lượng	\vec{L} - Mômen động lượng
$\vec{F} = m\vec{a}$	$\vec{M} = I\vec{\beta}$
$\vec{K} = m\vec{v}$	$\vec{L} = I\vec{\omega}$
$\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$	$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$

* ThS. Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật Vinh

2.2. Bài tập minh họa (ví dụ minh họa)

Bài 1: Trong giai đoạn lấy đà, bánh đà quay theo quy luật: $\varphi(t) = \frac{27}{96}t^3$. 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:

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

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

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

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

$$\text{Khi đó: } \beta_1 = \omega_1^2$$

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

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

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

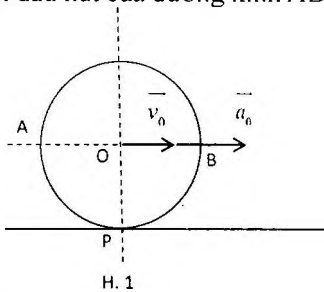
$$\omega_1 = \frac{3}{2} \text{ (rad/s)} \quad \text{và} \quad \beta_1 = \frac{9}{4} \text{ (rad/s}^2\text{)}$$

Vậy, vận tốc và gia tốc của điểm M:

$$v = h\omega_1 = 1.2 \text{ (m/s)}$$

$$a = f\sqrt{\omega_1^4 + \beta_1^2} = 1.8\sqrt{2} = 2.54 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

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 (như hình: H1).



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 vẽ (H1).

Gia tốc góc β được xác định bởi:

$$\beta_0 = \frac{d\omega_0}{dt} = \frac{1}{R} \frac{dv_0}{dt} = \frac{1}{R} a_0$$

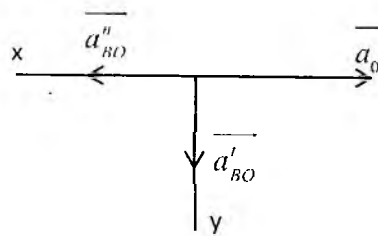
Phương, chiều của ω_0 và β_0 trùng nhau nên bánh xe chuyển động nhanh dần đều.

Gia tốc của điểm B:

$$\vec{a}_B = \vec{a}_0 + \vec{a}'_{BO} + \vec{a}''_{BO} \quad (1)$$

trong đó: $a'_{BO} = OB \cdot \beta = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$;

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



H.2

Chọn hai trục x, y như hình vẽ (H2). Chiều (1) lên các trục x, y ta được:

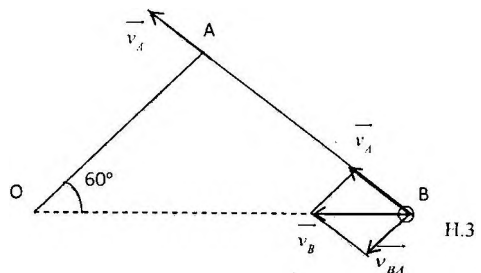
$$a_{Bx} = a''_{BO} - a_0 = 3 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$a_{By} = a'_{BO} = 2 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

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 $r = 0,1m$ quay đều với vận tốc góc $\omega_0 = 30\pi \text{ (rad/s)}$. 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.



Giải:

Biểu thức vận tốc của điểm B:

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

Vận tốc \underline{v}_A có phương, chiều như hình vẽ (H3)

và có độ lớn: $v_A = \omega_0 \cdot OA = r\omega_0$

Vận tốc \underline{v}_B có phương dọc theo trục Ox, vận tốc

\underline{v}_{AB} có phương vuông góc với \underline{BA} và:

$$v_B \cos 30^\circ = v_A$$

$$\text{Do đó: } v_B = \frac{v_A}{\cos 30^\circ} = \frac{\omega_0 r}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = 2\sqrt{3}\pi \text{ (m/s)}$$

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

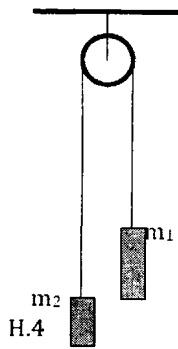
$$0 = v_A \cos 60^\circ - v_{BA} \cos 30^\circ$$

$$\text{Vậy: } v_{BA} = v_A \frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = v_A \tan 30^\circ = \omega_0 \frac{r\sqrt{3}}{3}$$

Vận tốc góc của thanh AB: (rad/s)

$$\omega = \frac{v_{BA}}{BA} = \frac{\omega_0 r \sqrt{3}}{3l} = 10\pi$$

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 vẽ (H4). 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.



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:

$$\overline{P}_1 + \overline{T}_1 + \overline{F}_{qt1} = m_1 \overline{a}_1 \quad (1)$$

$$\overline{P}_2 + \overline{T}_2 + \overline{F}_{qt2} = m_2 \overline{a}_2 \quad (2)$$

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

$$-P_1 + T_1 - F_{qt1} = m_1 a_1 \quad (3)$$

$$-P_2 + T_2 - F_{qt2} = -m_1 a_2$$

$$\text{hay: } P_2 - T_2 + F_{qt2} = m_1 a_2 \quad (4)$$

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

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

Thay vào (3) và (4), ta được:

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

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

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

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

Gia tốc của vật m_1 và m_2 đối với đất:

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

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

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, SV 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 SV 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] Lương Duyên Bình (2009), "Bài tập Vật lý đại cương", tập 1, NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [3] Lương Duyên Bình, Phạm Quang Hậu (2003), "Giải bài tập và bài toán cơ sở vật lý", NXB Giáo dục, Hà Nội.
- [4] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker (1998), "Cơ sở vật lý tập 2- Cơ học II", NXB Giáo dục Hà Nội.
- [5] Trần Ngọc Hội (2009), "Vật lý đại cương các nguyên lý và ứng dụng", NXB Giáo dục, Hà Nội.