

7 CON LẮC ĐƠN. CON LẮC VẬT LÍ

I - MỤC TIÊU

- Biết cách thiết lập phương trình động lực học của con lắc đơn, và con lắc vật lí.
- Nắm vững những công thức về con lắc đơn và con lắc vật lí, vận dụng trong các bài toán đơn giản.
- Củng cố kiến thức về DĐĐH đã học trong bài trước và gặp lại trong bài này.

II - CHUẨN BỊ

Giáo viên

Chuẩn bị một con lắc đơn (gắn đúng), một con lắc vật lí cho HS quan sát trên lớp.

Nên chuẩn bị một con lắc vật lí (phẳng) bằng bìa hoặc bằng tấm gỗ. Trên mặt có đánh dấu khối tâm G và khoảng cách OG từ trục quay đến khối tâm.

Học sinh

Ôn lại khái niệm vận tốc và gia tốc trong chuyển động tròn, momen quán tính, momen của lực đối với một trục. Phương trình chuyển động của vật rắn quay quanh một trục.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Con lắc dây mà ta dùng trong bài là hình ảnh gần đúng của con lắc đơn (hay con lắc toán học) mà vật nặng là một chất điểm.

2. Phương trình động lực học của con lắc đơn và con lắc vật lí với dao động nhỏ thì có thể coi gần đúng như phương trình động lực học của con lắc lò xo. Dao động nhỏ tức là khi $\sin\alpha$ có thể coi gần đúng là α , điều này xảy ra khi $\alpha \ll 1$ rad, hay là $s \ll l$.

3. Việc tìm nghiệm (biểu thức của dao động của con lắc đơn) và vận dụng điều kiện ban đầu giống hệt nhau như đối với con lắc lò xo.

4. Đối với con lắc đơn dao động nhỏ có thể dùng li độ góc α hoặc dùng li độ dài $s = l\alpha$. Còn với con lắc vật lí dao động nhỏ thì dùng li độ góc α .

5. Nếu so sánh con lắc đơn với con lắc lò xo thì có hai sự khác biệt rõ rệt : Con lắc đơn dao động điều hoà chỉ khi li độ nhỏ còn con lắc lò xo dao động điều hoà trong phạm vi giới hạn đàn hồi của lò xo. Tần số góc của con lắc đơn $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$ không phụ thuộc khối lượng m của con lắc, còn tần số góc của con lắc lò xo thì phụ thuộc m . Chi tiết viết ở phần tóm tắt chương II.

Ở mục 4 (con lắc vật lí), GV hướng dẫn HS vận dụng phương trình chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định và xét trường hợp góc lệch α nhỏ để dẫn đến phương trình (7.11) SGK. Lưu ý HS công thức tính ω .

Phương pháp chung của bài này là suy diễn, giống như bài trước.

IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

Bài này có ba nội dung chính : con lắc đơn, con lắc vật lí và hệ dao động.

1. Con lắc đơn

Việc quan sát con lắc đơn chỉ đóng vai trò minh họa. Khi quan sát, hướng dẫn HS nhận xét vị trí cân bằng của con lắc đơn là vị trí mà dây treo thẳng đứng.

GV vẽ Hình 7.1 SGK mô tả con lắc đơn ở một vị trí bất kì. Sau đó vẽ Hình 7.2 SGK và chỉ rõ hai lực tác dụng \vec{P} và \vec{R} lên vật. Phân tích lực \vec{P} thành hai thành phần \vec{P}_n và \vec{P}_t . GV đặt câu hỏi và hướng dẫn HS làm rõ vai trò của từng thành phần và dẫn đến (7.5a). Đến đây GV nhắc lại là phương trình này giống phương trình vi phân (6.3) của con lắc lò xo, chỉ khác là khi xây dựng (7.5a) đã phải tính gần đúng :

$$\sin \alpha \approx \alpha = \frac{s}{l}$$

Việc tìm nghiệm và sử dụng điều kiện ban đầu đối với (7.5a) giống hệt như đã làm đối với (6.3) và dẫn đến phương trình dao động (7.8) hoặc (7.9) của con lắc đơn.

2. Con lắc vật lí

Chỉ yêu cầu HS biết thế nào là con lắc vật lí và viết được công thức (7.12), không cần chứng minh (7.13).

3. Hệ dao động

Trong mục này định nghĩa một số khái niệm tuy chỉ là định tính nhưng quan trọng, không nên bỏ qua. Sau này sẽ dùng đến khái niệm dao động tự do và tần số góc riêng, vì thế GV nên trình bày rõ mục này.

V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1. Con lắc vật lí dao động quanh vị trí cân bằng, đó là dao động quay. Tất cả mọi điểm của con lắc đều quay quanh cùng một trục, góc quay α của con lắc (tính từ vị trí cân bằng) cũng là góc quay chung cho tất cả mọi điểm. Tốc độ góc α' , gia tốc góc α'' cũng là chung cho mọi điểm.

Con lắc lò xo dao động tịnh tiến. Tất cả mọi điểm của vật nặng trong con lắc lò xo đều có vectơ độ dời song song, cùng chiều và bằng nhau. Độ dời của vật

nặng là độ dời chung cho mọi điểm của vật, vận tốc thẳng và gia tốc thẳng của tất cả mọi điểm cũng bằng nhau.

Trong dao động điều hoà quay thì góc quay (li độ góc) biến đổi điều hoà theo thời gian. Trong dao động điều hoà tịnh tiến thì li độ dài biến đổi điều hoà theo thời gian.

Con lắc đơn là con lắc dây mà kích thước của vật nặng rất nhỏ so với chiều dài l của dây treo, vì vậy có thể bỏ qua được kích thước và coi vật nặng là chất điểm. Như vậy dao động quay của con lắc đơn cũng có thể coi là dao động tịnh tiến theo quỹ đạo tròn. Li độ góc α và li độ dài $s = l\alpha$ đều có thể dùng để đặc trưng cho vị trí của con lắc đơn.

2. a) Lực kéo về F : trong con lắc lò xo $F = -kx$, không phụ thuộc m ; trong con lắc đơn $F = -m\frac{g}{l}x$, có phụ thuộc m .

b) Gia tốc a : trong con lắc lò xo $a = -\frac{k}{m}x$, có phụ thuộc m ; trong con lắc đơn $a = -\frac{g}{l}s$, không phụ thuộc m .

c) Tần số góc ω : trong con lắc lò xo $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, có phụ thuộc m ; trong con lắc đơn $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$, không phụ thuộc m .

Bài tập

1. C.

2. C.

$$3. l = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 0,249 \text{ m.}$$

$$4. \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \Rightarrow T_1 = T_2 \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} = 2\sqrt{\frac{3}{1}} \approx 3,464 \text{ s.}$$

$$5. \text{Từ công thức } T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgd}} \text{ suy ra rằng } I = mgd\frac{T^2}{4\pi^2}, \text{ với } T = 0,5 \text{ s}$$

$$\text{thì } I = 1,5 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot \frac{(0,5)^2}{4\pi^2} = 0,0095 \text{ kg.m}^2.$$