

8

NĂNG LƯỢNG TRONG DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

I - MỤC TIÊU

- Biết cách tính toán và tìm ra biểu thức của động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo.
- Có kĩ năng giải bài tập có liên quan, ví dụ tính động năng, thế năng, cơ năng của con lắc đơn.
- Củng cố kiến thức về bảo toàn cơ năng của một vật chuyển động dưới tác dụng của lực thế (học ở lớp 10).

II - CHUẨN BỊ

HS ôn lại khái niệm động năng, thế năng, lực thế, sự bảo toàn cơ năng của vật chịu tác dụng lực thế.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. Nội dung chính của bài này là tính động năng, thế năng và cơ năng của con lắc lò xo rồi thử lại rằng cơ năng không đổi. Để chứng tỏ rằng cơ năng không đổi chỉ cần nói rằng lực tác dụng là lực đàn hồi, lực đàn hồi là lực thế như vậy cơ năng của vật nặng được bảo toàn.

2. Nói về thế năng có thể dùng nhiều thuật ngữ khác nhau :

- Thế năng của vật chịu tác dụng của lực đàn hồi của lò xo.
- Thế năng đàn hồi của lò xo.
- Thế năng của con lắc lò xo.

Các thuật ngữ này cùng chỉ một nội dung, dùng thuật ngữ đầu tiên thuận tiện hơn vì sẽ dẫn đến áp dụng định luật : "cơ năng của vật chỉ chịu tác dụng của lực thế được bảo toàn".

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

Khi dạy học bài này cần lưu ý :

- Phần ở cột chính dùng phương pháp thuyết trình là chủ yếu, GV cần trình bày rõ ràng, khúc chiết, chặt chẽ.

Nội dung chính của cột chính có bốn vấn đề tóm tắt như sau :

a) Vật dao động chịu tác dụng của lực đàn hồi là lực thế nên cơ năng của vật được bảo toàn.

b) Biểu thức của thế năng $W_t = \frac{1}{2}kx^2$, thay $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ vào đó thì được công thức (8.2) SGK.

c) Biểu thức của động năng $W_d = \frac{1}{2}mv^2$, thay $v = -\omega A\sin(\omega t + \varphi)$ vào đó thì được công thức (8.3) SGK.

d) Biểu thức của cơ năng $W = W_t + W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \text{hằng số}$. Như vậy là đã thử lại được kết luận của a).

– Phần ở cột phụ GV hướng dẫn HS cùng làm, sau khi đã tìm ra công thức và vẽ đồ thị thì thảo luận theo nội dung câu hỏi **C1** và **C2** và ra câu hỏi 1 SGK cho HS về nhà.

– Gợi ý cho HS một vài hệ quả của sự bảo toàn cơ năng (nội dung câu hỏi 2).

Ví dụ : từ công thức (8.5) SGK có thể tính cơ năng theo biên độ A hoặc ngược lại. Gợi ý HS viết công thức liên hệ giữa cơ năng W và vận tốc cực đại v_{\max} của vật nặng.

– Cho HS luyện tập bằng cách giải bài tập 2 (SGK).

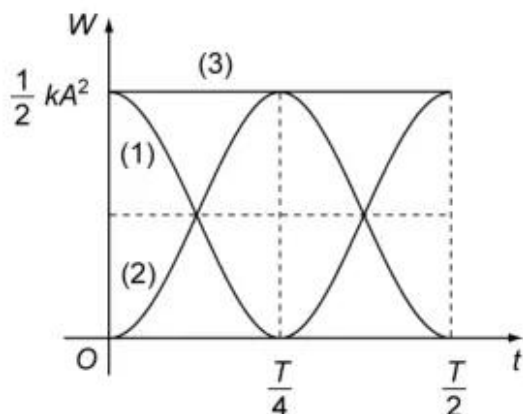
C1 Thế năng vào thời điểm $t = 0$ có giá trị cực đại bằng $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$, giảm đến giá trị 0 vào thời điểm $t = \frac{T}{4}$, sau đó tăng đến giá trị cực đại $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ vào thời điểm $t = \frac{T}{2}$.

C2 Động năng bằng 0 vào thời điểm $t = 0$, tăng đến giá trị cực đại $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ vào thời điểm $t = \frac{T}{4}$, sau đó giảm về giá trị 0 vào thời điểm $t = \frac{T}{2}$.

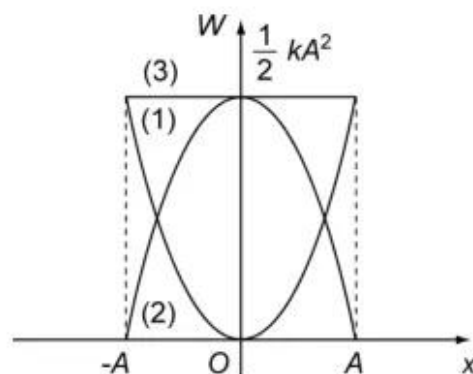
V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1.



Hình 8.1



Hình 8.2

Hình 8.1 vẽ ba đường biểu diễn sự phụ thuộc của thế năng (1), động năng (2), cơ năng (3) vào thời gian với điều kiện pha ban đầu $\varphi = 0$ trong khoảng thời gian từ 0 đến $\frac{T}{2}$.

– Trong khoảng thời gian từ 0 đến $\frac{T}{4}$: thế năng W_t giảm từ $\frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2$ đến 0, động năng W_d tăng từ 0 đến $\frac{1}{2}kA^2$; *thế năng chuyển hoá thành động năng*, cơ năng được bảo toàn.

– Trong khoảng thời gian từ $\frac{T}{4}$ đến $\frac{T}{2}$: thế năng W_t tăng từ 0 đến $\frac{1}{2}kA^2$, động năng W_d giảm từ $\frac{1}{2}kA^2$ đến 0, *động năng chuyển hoá thành thế năng*, cơ năng được bảo toàn. Sau đó quá trình lặp lại đúng như thế với chu kì là $\frac{T}{2}$.

GV có thể mở rộng câu hỏi này thành một bài kiểm tra 15 phút bằng cách thay "sự phụ thuộc... theo thời gian" bằng "sự phụ thuộc... theo li độ x " trong đề bài ra. Khi đó đồ thị vẽ ở Hình 8.2 và câu trả lời là khi nào độ dài (giá trị tuyệt đối) của li độ x tăng thì động năng chuyển hoá thành thế năng, khi nào độ dài của li độ giảm thì thế năng chuyển hoá thành động năng, cơ năng không đổi.

2. Cơ năng $W =$ thế năng $W_t +$ động năng W_d

Ở vị trí cân bằng $W_t = 0$, vậy cơ năng $W =$ động năng $W_d =$ cực đại W_d . Khi li độ x cực đại (bằng A) thì $W_d = 0$, vậy $W = W_t =$ cực đại $W_t = \frac{1}{2}kA^2$.

Bài tập

1. C.

$$2. W = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}m \frac{4\pi^2}{T^2} A^2 = \frac{1}{2}0,75 \frac{4\pi^2}{4} (0,04)^2 \approx 0,006 \text{ J.}$$

3. a) Tính thế năng W_t : Thế năng W_t của con lắc đơn là thế năng của vật chịu tác dụng của trọng lực, nếu chọn vị trí cân bằng O làm gốc thế năng thì thế năng khi vật ở vị trí M (Hình 8.3) là:

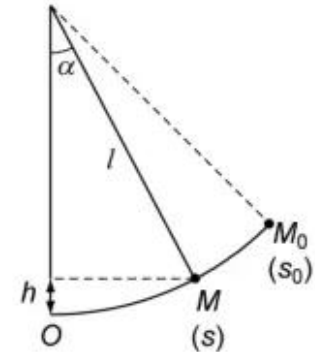
$$W_t = mgh = mgl(1 - \cos\alpha)$$

Dùng công thức lượng giác $1 - \cos\alpha = 2\sin^2 \frac{\alpha}{2}$ và

chú ý rằng, nếu α nhỏ thì $\sin \frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2}$ ta có:

$$W_t = 2mgl \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx \frac{1}{2}mgl\alpha^2 = \frac{1}{2}m \frac{g}{l} s^2$$

trong đó $s = l\alpha$ là độ dài đại số của cung OM .



Hình 8.3

b) Tính động năng W_d

$W_d = \frac{1}{2}mv^2$ trong đó v là vận tốc của vật nặng ở vị trí M , với s cho bởi:

$$v = s' = \omega s_0 \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$v^2 = \omega^2 s_0^2 \cos^2\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = \omega^2 s_0^2 \left[1 - \sin^2\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)\right] = \omega^2 (s_0^2 - s^2)$$

Vậy:
$$W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 (s_0^2 - s^2)$$

c) Tính cơ năng W . Chú ý rằng theo công thức (7.4) SGK thì $\omega^2 = \frac{g}{l}$, ta sẽ có:

$$W = W_t + W_d = \frac{1}{2}m\omega^2 s_0^2 = \frac{1}{2}m \frac{g}{l} s_0^2 \text{ với các góc } \alpha \text{ nhỏ, tức là với } s_0 \ll l.$$

Ta lại thấy cơ năng của con lắc đơn không đổi trong suốt cả quá trình dao động và tỉ lệ với bình phương biên độ s_0^2 .

Kết luận nói trên về sự bảo toàn cơ năng của con lắc đơn có thể suy ra ngay từ tính chất của trọng lực tác dụng lên con lắc là lực thế.

4. a) Từ mục 4 SGK suy ra :

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

v_0 là vận tốc của vật nặng khi đi qua vị trí cân bằng, đó cũng là vận tốc cực đại.

$$v_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}A = \omega A$$

b) $W = \frac{1}{2}mv_0^2 = mgl(1 - \cos \alpha_0)$

$$v_0 = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha_0)}$$

Nếu muốn tính v_0 theo biên độ cung : $s_0 = l\alpha_0$.