

10 DAO ĐỘNG TẮT DẦN VÀ DAO ĐỘNG DUY TRÌ

I - MỤC TIÊU

- Hiểu được nguyên nhân làm tắt dần dao động cơ là do ma sát nhớt tạo nên lực cản đối với vật dao động. Ma sát nhỏ dẫn đến dao động tắt dần chậm. Ma sát lớn dẫn đến tắt dần nhanh và dẫn đến không dao động.
- Biết được rằng : Dao động tắt dần chậm có thể coi gần đúng là dao động dạng sin với tần số góc xác định và biên độ giảm dần theo thời gian.
- Biết được nguyên tắc làm cho dao động có ma sát được duy trì.

II - CHUẨN BỊ

GV chuẩn bị bốn con lắc lò xo dao động trong các môi trường nhớt khác nhau để HS quan sát trên lớp. Hình 10.2 SGK nên được vẽ trước trên giấy (tranh vẽ).

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Khi dạy học, GV nên lưu ý điều sau đây (để khỏi nhầm lẫn và giải đáp cho HS nếu có thắc mắc) : dao động tự do không có ma sát của một hệ dao động,

ví dụ của một con lắc lò xo, là một dao động điều hoà có tần số góc $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$;

nếu có ma sát nhỏ thì dao động tự do của hệ là dao động tắt dần có "tần số góc" cho bởi (II.18) :

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$$

Tần số góc này nhỏ hơn tần số góc ω_0 khi không có ma sát, nếu ma sát nhỏ ($\beta = \frac{\eta}{2m}$ nhỏ hơn nhiều so với ω_0) thì có thể coi như hai tần số góc đó gần đúng bằng nhau.

Ở đây có thể có thắc mắc là khi có ma sát, tức là có ngoại lực thì dao động của hệ không phải là tự do nữa. Đúng như thế, nhưng nếu ta coi vật tạo nên lực ma sát cũng thuộc về hệ, thì dao động có ma sát là dao động tự do ; cách gọi này có phần thuận tiện vì không phải nói dài. Trong TN ở mục 1 nếu coi con lắc lò xo và cả bình chứa chất lỏng nhớt ở Hình 10.1 SGK là một hệ, thì dao động của con lắc lò xo là dao động tự do tắt dần.

GV cần giới thiệu mục "Dao động tắt dần có phải là dao động tự do không ?" ở cột phụ để chuẩn bị cho HS học bài sau.

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

Trong bài này yêu cầu về kiến thức chỉ ở mức độ định tính, có ba điểm cần làm rõ :

1. Về dao động tắt dần

– Từ quan sát dao động của bốn con lắc dẫn đến khái niệm định tính về dao động tắt dần, minh hoạ bằng đồ thị của dao động.

– Đối với dao động tắt dần chậm, có thể coi gần đúng là dao động dạng sin với tần số góc ω_0 xác định, với biên độ giảm dần.

2. Về dao động duy trì chỉ cần nói rõ về việc tác dụng lực để cung cấp thêm năng lượng mà không làm thay đổi chu kì riêng của dao động tắt dần.

Từ ví dụ thô sơ về đưa võng dẫn đến khái niệm về duy trì dao động, không cần phải dành nhiều thì giờ để nói về chi tiết của đồng hồ quả lắc.

3. Phân lập luận về dao động tắt dần, GV có thể hướng dẫn HS tự làm như sau :

Trước hết GV nhắc lại công thức $W = \frac{1}{2}kA^2$ về mối quan hệ giữa năng lượng W và biên độ A của DĐĐH và nêu trường hợp một vật dao động với cơ năng W . GV đặt câu hỏi : Nếu không có ma sát thì cơ năng biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : không đổi.

Câu hỏi tiếp : biên độ A biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : không đổi.

GV kết luận : Nếu không có ma sát thì DĐĐH kéo dài mãi.

GV đặt câu hỏi cho trường hợp khác : Nếu có ma sát thì cơ năng biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : cơ năng giảm.

Câu hỏi tiếp : biên độ A biến đổi thế nào ?

Trả lời đúng : biên độ A giảm.

GV kết luận như trong SGK.

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

Câu hỏi

Trong dao động tắt dần, biên độ và vận tốc cực đại đều tỉ lệ thuận với căn bậc hai của năng lượng toàn phần, chúng giảm như nhau theo thời gian.

Bài tập

1. C.

2. Hai con lắc đơn tuy có khối lượng khác nhau, nhưng có cùng chu kì dao động. Nếu đưa chúng ra khỏi vị trí cân bằng một góc lệch α như nhau, rồi thả không có vận tốc đầu thì chúng sẽ dao động như nhau nếu không có ma sát. Nếu

có ma sát thì lực ma sát tác dụng lên hai con lắc là như nhau đối với cùng một vận tốc, vì hai con lắc làm bằng hai hòn bi có bán kính như nhau.

Với cùng một góc lệch α ban đầu, con lắc nặng có cơ năng lớn hơn con lắc nhẹ (xem công thức (8.4) SGK). Sự hao phí năng lượng do ma sát ở cả hai con lắc là như nhau, do đó dao động của con lắc nặng có dự trữ năng lượng lớn hơn sẽ tắt dần chậm hơn con lắc nhẹ.

GV có thể kiểm lại lập luận trên bằng cách dùng công thức (II.17).

$$x = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi)$$

trong đó
$$\beta = \frac{\eta}{2m} \quad (10.1)$$

Sẽ thấy ngay rằng m lớn thì β nhỏ và biên độ $A_0 e^{-\beta t}$ giảm chậm hơn.