

11 DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC. CỘNG HƯỞNG

I - MỤC TIÊU

- Biết thế nào là dao động cưỡng bức, dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số ngoại lực, có biên độ phụ thuộc tần số ngoại lực.
- Biết được rằng khi tần số ngoại lực bằng tần số riêng của hệ thì biên độ dao động cưỡng bức là cực đại. Hiện tượng biên độ dao động cưỡng bức cực đại gọi là cộng hưởng. Cộng hưởng thể hiện rõ khi ma sát nhỏ.
- Biết được rằng hiện tượng cộng hưởng có nhiều ứng dụng trong thực tế và kể ra được một vài ứng dụng.

II - CHUẨN BỊ

Giáo viên

Chuẩn bị TN Hình 11.4 SGK.

TN này tốn nhiều thời gian. Việc xác định chu kì T_0 (và suy ra tần số góc ω_0) của con lắc A và chu kì T của con lắc B ứng với một số (có thể là 5) vị trí khác

nhau của quả nặng khối lượng M nên làm trước, ngoài giờ học. Cần có một bảng hình bán nguyệt có chia độ, đặt song song với mặt phẳng dao động của con lắc A (ở phía sau) để đo biên độ dao động của con lắc này. Khi làm TN cho con lắc B dao động nhiều lần (mỗi lần ứng với một vị trí khác nhau của quả nặng) thì tất cả mọi lần đều phải có cùng biên độ. Vì vậy cần phải có một móc để đánh dấu biên độ, đặt cạnh mặt phẳng dao động của con lắc B .

Có thể không làm TN mà chỉ thông báo kết quả.

Học sinh

Ôn lại khái niệm hệ dao động, dao động tự do và tần số riêng ở Bài 6 và mục "Dao động tắt dần có phải là tự do không?" ở cột phụ Bài 10.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

Bài này chủ yếu là thông báo kiến thức, có làm TN để kiểm tra lại một phần.

1. Bổ sung về khái niệm cộng hưởng

Khái niệm cộng hưởng trình bày trong SGK và trong SGV này phù hợp với lí thuyết chung về dao động. Một hệ dao động có tần số góc riêng ω_0 dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực biến đổi điều hoà với tần số góc Ω , biên độ dao động cưỡng bức A phụ thuộc vào tần số góc Ω của ngoại lực. Khi tần số góc Ω bằng giá trị $\Omega_{ch} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} \approx \omega_0$ thì biên độ A đạt giá trị cực đại, hiện tượng này gọi là cộng hưởng. Hiện tượng cộng hưởng có thể xảy ra trong hệ cơ dưới tác dụng của ngoại lực, trong mạch điện RLC dưới tác dụng của điện áp (hiệu điện thế) ngoài đặt trực tiếp vào mạch (hoặc qua cảm ứng), trong nguyên tử dưới tác dụng của bức xạ chiếu vào nguyên tử.

Theo thói quen, có khi cộng hưởng được hiểu theo một nghĩa hơi khác một chút về chi tiết như sau. Có nhiều hệ dao động (với hệ số tắt dần β không khác nhau nhiều) có tần số góc riêng lần lượt là $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ cùng chịu tác dụng của một ngoại lực biến đổi điều hoà với tần số góc xác định là Ω_0 . Các hệ đó dao động cưỡng bức dưới tác dụng của ngoại lực với biên độ dao động A_1, A_2, \dots, A_n . Xét một cách gần đúng (bỏ qua hệ số tắt dần β so với tần số góc riêng) thì hệ nào có tần số góc riêng ω_i bằng tần số góc của ngoại lực sẽ có biên độ dao động lớn hơn biên độ dao động của các hệ khác. Người ta nói rằng hệ có tần số góc riêng ω_i cộng hưởng với ngoại lực có tần số góc Ω_0 khi $\omega_i = \Omega_0$. Trong phần trình bày về tần số kế, khái niệm cộng hưởng được hiểu theo nghĩa này.

2. Trong phần phân biệt dao động cưỡng bức và dao động duy trì cần nhấn mạnh sự giống nhau là có ngoại lực tác dụng và sự khác nhau ở chỗ dao động cưỡng bức có tần số bằng tần số của ngoại lực còn dao động duy trì có tần số bằng tần số riêng của hệ.

Khi cộng hưởng thì tần số dao động cưỡng bức gần bằng tần số riêng của hệ, sự khác nhau nói trên có thể tạm bỏ qua. Ngoài ra còn một chỗ khác nhau không rõ ràng lắm : trong dao động cưỡng bức, ngoại lực dường như độc lập đối với hệ, còn trong dao động duy trì, ngoại lực chịu sự điều khiển của liên hệ ngược. Có những hiện tượng như đưa võng, có người coi là dao động duy trì, có người giải thích như sự cộng hưởng của dao động cưỡng bức, điều này không quan trọng lắm.

3. Ứng dụng hiện tượng cộng hưởng để lên dây đàn : lên dây đàn tức là điều chỉnh đinh ốc căng dây, qua đó điều chỉnh lực căng F của dây, để tần số f của âm cơ bản mà dây đàn phát ra đúng bằng một tần số quy định f_0 cho dây đàn ấy

($f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$, l là độ dài và μ là khối lượng của một đơn vị độ dài của dây). Dùng

một âm thoa phát ra âm f_0 quy định, đặt âm thoa lên hộp đàn. Gấp một mẩu giấy nhỏ hình chữ V đặt trên dây đàn. Kích thích cho âm thoa dao động, dây đàn dao động cưỡng bức, nếu có cộng hưởng $f = f_0$ thì mẩu giấy trên dây rung động mạnh và nảy ra khỏi dây. Nếu mẩu giấy rung động yếu thì vặn đinh ốc điều chỉnh để thay đổi f cho đúng bằng f_0 .

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

Trước hết cần chú ý rằng phần đề dẫn in trong SGK trước mục 1 là quan trọng. GV cần trình bày rõ phần này để củng cố Bài 10, đồng thời nêu vấn đề để dẫn đến tình huống của kiến thức mới. GV có thể trình bày như sau :

1. Phần đề dẫn

Xét con lắc lò xo gồm vật khối lượng m , và lò xo có độ cứng k , không có ma sát. Đó là một hệ dao động điều hoà với tần số riêng $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

Nếu đặt con lắc trong một môi trường có ma sát nhớt nhỏ : con lắc dao động tắt dần chậm, có thể coi gần đúng như dao động điều hoà với tần số góc $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ và với biên độ giảm dần. Nếu coi con lắc lò xo và môi trường nhớt là

một hệ thì dao động tắt dần nói trên là dao động tự do, tần số góc ω_0 là tần số riêng của hệ (con lắc lò xo + môi trường nhớt).

2. Dao động cưỡng bức

Trình bày như mục 1 SGK.

Kết luận có hai ý cần nêu rõ :

a) Dao động cưỡng bức là dao động của vật dưới tác dụng của ngoại lực trong giai đoạn ổn định.

b) Đặc điểm của dao động cưỡng bức :

– Là dao động điều hoà.

– Có tần số góc bằng tần số góc của ngoại lực.

– Biên độ của dao động cưỡng bức tỉ lệ với biên độ F_0 của ngoại lực và phụ thuộc vào tần số góc ω của ngoại lực.

3. Cộng hưởng

Trình bày như mục 2 SGK.

Ba ý lớn nêu ở trên là nội dung kiến thức cơ bản của bài này.

4. Mục 3 SGK nêu rõ ảnh hưởng của ma sát đến biên độ khi cộng hưởng, ma sát giảm thì cực đại của biên độ tăng.

5. Mục 4 SGK để củng cố kiến thức của cả hai Bài 10 và 11.

6. Mục 5 SGK gồm những ứng dụng quan trọng của hiện tượng cộng hưởng.

Ý chính : một lực nhỏ, nhưng biến đổi tuần hoàn đúng bằng tần số riêng của hệ thì tác dụng mạnh lên rất nhiều, có thể làm gãy, vỡ.

Việc nêu các tác dụng mạnh của cộng hưởng có thể gây hứng thú cho HS (xem mục *Em có biết ?*).

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

Câu hỏi

1. Xem SGK. Sự cộng hưởng là sự tăng biên độ dao động cưỡng bức đến giá trị cực đại khi tần số góc Ω của ngoại lực (gần đúng) bằng tần số riêng ω_0 của hệ dao động. Khi điều khiển được sự tăng biên độ theo ý muốn (ví dụ trong tần số kế) thì cộng hưởng có lợi, khi sự tăng biên độ gây ra tác dụng ngoài ý muốn như làm gãy, vỡ thì cộng hưởng có hại.

2. Muốn tạo nên dao động cưỡng bức thì chỉ cần tác dụng ngoại lực biến đổi điều hoà theo thời gian lên vật dao động.

Muốn tạo nên dao động duy trì cần có một cơ cấu để ngoại lực tác dụng cấp thêm năng lượng cho dao động, bù lại sự tiêu hao vì ma sát. Cơ cấu này hoạt động sao cho ngoại lực tác dụng tuần hoàn (không nhất thiết là điều hoà) theo nhịp điệu dao động tự do của hệ.

Bài tập

1. A.

2. Xe bị rung mạnh nhất khi tần số xóc bằng tần số dao động riêng của khung xe trên các lò xo (cộng hưởng).

$$\text{Tần số xóc} = \frac{\text{vận tốc}}{8\text{m}}.$$

$$\text{Tần số riêng của khung xe} = \frac{1}{1,5} \text{s}^{-1}.$$

$$\text{Vậy, vận tốc} = 8 \cdot \frac{1}{1,5} \text{ m/s} = 19,2 \text{ km/h}.$$