

CHƯƠNG 4: DAO ĐỘNG TẮT DẦN. DAO ĐỘNG DUY TRÌ. DAO ĐỘNG CƯỜNG BỨC. CỘNG HƯỞNG.

BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN HIỆN TƯỢNG CỘNG HƯỞNG

Phương pháp giải

Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi chu kì dao động cưỡng bức bằng chu kì dao động riêng:

$$T_{cb} = T_0 : \begin{cases} T_{CB} = \frac{\Delta S}{v} = \frac{2\pi}{\omega_{cb}} \\ T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \end{cases}$$

$$\text{Đổi đơn vị: } \begin{cases} 1(\text{km/h}) = \frac{1}{3,6}(\text{m/s}) \\ 1(\text{m/s}) = 3,6(\text{km/h}) \end{cases}$$

Ví dụ 1: Một hành khách dùng dây cao su treo một chiếc ba lô lên trần toa tàu, ngay phía trên một trục bánh xe của toa tàu. Khối lượng của ba lô 16 (kg), hệ số cứng của dây cao su 900 (N/m), chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 (m), ở chỗ nối hai thanh ray có một khe nhỏ. Hỏi tàu chạy với tốc độ bao nhiêu thì ba lô dao động mạnh nhất?

- A. 13 m/s. B. 14 m/s. C. 15 m/s. D. 16 m/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$T_{cb} = T_0 \Leftrightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Leftrightarrow \frac{12,5}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{16}{900}} \Leftrightarrow v = 15(\text{m/s})$$

Ví dụ 2: Một con lắc đơn dài 0,3 m được treo vào trần của một toa xe lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa xe gặp chỗ nối nhau của các đoạn đường ray. Biết chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 (m) và lấy gia tốc trọng trường 9,8 m/s². Hỏi tàu chạy với tốc độ bao nhiêu thì biên độ của con lắc lớn nhất?

- A. 60 km/h. B. 11,4 km/h. C. 41 km/h. D. 12,5 km/h.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$T_{cb} = T_0 \Leftrightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Leftrightarrow \frac{12,5}{v} = 2\pi\sqrt{\frac{0,3}{9,8}} \Leftrightarrow v = 11,4(\text{m/s}) = 41(\text{km/h})$$

Ví dụ 3: Một người đeo hai thùng nước ở phía sau xe đạp và đạp xe trên con đường lát bê tông. Cứ cách 3 m, trên đường lại có một rãnh nhỏ. Đối với người đó tốc độ nào là không có lợi? Cho biết chu kì dao động riêng của nước trong thùng là 0,6 s.

A. 13 m/s.

B. 14 m/s.

C. 15 m/s.

D. 6 m/s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

Khi chu kì dao động riêng của nước bằng chu kì dao động cưỡng bức thì nước trong thùng dao động mạnh nhất (dễ té ra ngoài nhất! nên không có lợi).

$$T_{cb} = T_0 \Leftrightarrow \frac{\Delta S}{v} = T \Rightarrow v = \frac{\Delta S}{T} = 5(m/s)$$

Ví dụ 4: Một hệ gồm hai lò xo ghép nối tiếp có độ cứng lần lượt là k_1 và $k_2 = 400$ N/m một đầu lò xo gắn với vật nặng dao động có khối lượng $m = 2$ kg, treo đầu còn lại của hệ lò xo lên trần xe tàu lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa xe gặp chỗ nối nhau của các đoạn đường ray. Biết chiều dài mỗi thanh ray là 12,5 (m). Biết vật dao động mạnh nhất lúc tàu đạt tốc độ 45 km/h. Lấy $\pi^2 = 10$. Giá trị k_1 là

A. 100 N/m.

B. 50 N/m.

C. 200 N/m.

D. 400 N/m.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

Chú ý: Độ cứng tương đương của hệ lò xo ghép song song và ghép nối tiếp lần lượt là:

$$\begin{cases} k = k_1 + k_2 + \dots \\ \frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots \end{cases}$$

$$T_{cb} = T_0 \Leftrightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 k_2}} \Leftrightarrow \frac{12,5}{12,5} = 2\pi \sqrt{\frac{2}{400 k_1}} \Leftrightarrow k_1 = 100(N/m)$$

Ví dụ 5: Một lò xo nhẹ một đầu lò xo gắn với vật nặng dao động có khối lượng m , treo đầu còn lại lò xo lên trần xe tàu lửa. Con lắc bị kích động mỗi khi bánh xe của toa xe gặp chỗ nối nhau của các đoạn đường ray (các chỗ nối cách đều nhau). Con lắc dao động mạnh nhất khi tàu có tốc độ v . Nếu tăng khối lượng vật dao động của con lắc lò xo thêm 0,45 kg thì con lắc dao động mạnh nhất khi tốc độ của tàu là $0,8v$. Giá trị m là

A. 0,8 kg.

B. 0,45 kg.

C. 0,48 kg.

D. 3,5 kg.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

Điều kiện cộng hưởng đối với con lắc lò xo:

$$T_{cb} = T_0 \Leftrightarrow \frac{\Delta S}{v} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{\Delta S}{v_1} = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} \\ \frac{\Delta S}{v_2} = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k}} \end{cases} \Leftrightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \Leftrightarrow 0,8 = \sqrt{\frac{m}{m+0,45}} \Rightarrow m = 0,8(kg)$$

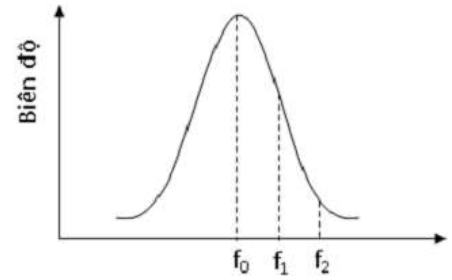
Chú ý: Để so sánh biên độ dao động cưỡng bức:

+ Xác định vị trí cộng hưởng:

$$\omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

+ Vẽ đường cong biểu diễn sự phụ thuộc biên độ dao động cưỡng bức vào tần số dao động cưỡng bức.

+ So sánh biên độ và lưu ý: càng gần vị trí cộng hưởng biên độ càng lớn, càng xa vị trí cộng hưởng biên độ càng bé.



Ví dụ 6: Một con lắc lò xo gồm viên bi nhỏ khối lượng $m = 250 \text{ g}$ và lò xo khối lượng không đáng kể có độ cứng 100 N/m . Con lắc dao động cưỡng bức theo phương trùng với trục của lò xo dưới tác dụng của ngoại lực tuần hoàn $F = F_0 \cos \omega t \text{ (N)}$. Khi thay đổi ω thì biên độ dao động của viên bi thay đổi. Khi ω lần lượt là 10 rad/s và 15 rad/s thì biên độ dao động của viên bi tương ứng là A_1 và A_2 . So sánh A_1 và A_2 .

A. $A_1 = 1,5A_2$

B. $A_1 = A_2$

C. $A_1 < A_2$

D. $A_1 > A_2$

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

Tại vị trí cộng hưởng: $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{0,25}} = 20 \text{ (rad / s)}$

Vì ω_1 xa vị trí cộng hưởng hơn

$\omega_2 (\omega_1 < \omega_2 < \omega_0)$ nên $A_1 < A_2$

