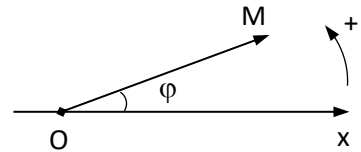


Bài 5: TỔNG HỢP HAI DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA CÙNG PHƯƠNG, CÙNG TẦN SỐ. PHƯƠNG PHÁP GIẢN ĐỒ FRE-NEN

I. Vector quay

- Một dao động điều hoà $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ được biểu diễn bằng vector quay $\overrightarrow{OM}$ có:
 - + Góc tọa độ tại O của trục Ox.
 - + Độ dài OM = A.
 - + $\overrightarrow{OM}$ hợp với Ox một góc φ .

Trả lời câu hỏi: Một dao động điều hoà $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ được biểu diễn bằng vector quay có đặc điểm gì?



II. Phương pháp giản đồ Fre-nen:

1. Phương pháp giản đồ Fre-nen.

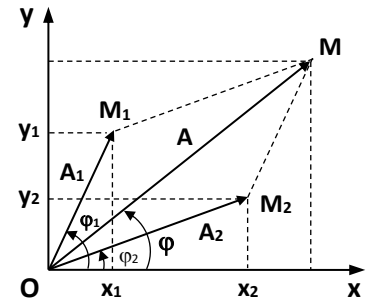
Xét hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số:

$$x_1 = A_1\cos(\omega t + \varphi_1) \text{ và } x_2 = A_2\cos(\omega t + \varphi_2)$$

Li độ của dao động tổng hợp: $x = x_1 + x_2$

- Biểu diễn x_1 bởi vector quay $\overrightarrow{OM}_1$.
- Biểu diễn x_2 bởi vector quay $\overrightarrow{OM}_2$.
- Biểu diễn x bởi vector quay $\overrightarrow{OM}$.

Ta có: $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OM}_1 + \overrightarrow{OM}_2$.



⇒ $\overrightarrow{OM}$ biểu diễn phương trình dao động điều hoà tổng hợp: $x = A\cos(\omega t + \varphi)$.

Vậy: dao động tổng hợp của 2 dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số là một dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số với hai dao động đó.

Trả lời câu hỏi: Ta chỉ có thể tổng hợp hai dao động điều hoà khi nào?

2. Biên độ và pha ban đầu của dao động tổng hợp:

- Biên độ dao động tổng hợp:

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad \text{với } \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

- Pha ban đầu của dao động tổng hợp:

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

Trả lời câu hỏi: Viết biểu thức xác định biên độ tổng hợp của hai dao động thành phần có cùng phương và cùng tần số, từ đó cho biết biên độ dao động tổng hợp có phụ thuộc vào tần số của hai dao động thành phần hay không?

3. Ảnh hưởng của độ lệch pha: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

- Nếu hai dao động cùng pha:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 2n\pi \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \Rightarrow A_{\max} = A_1 + A_2$$

- Nếu hai dao động ngược pha:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (2n + 1)\pi \quad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \Rightarrow A_{\min} = |A_1 - A_2|$$

- Ta luôn có $|A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$

Trả lời câu hỏi: Biên độ của dao động tổng hợp đạt giá trị cực đại, cực tiểu trong trường hợp nào?

Bài tập : TỔNG HỢP DAO ĐỘNG ĐIỀU HÒA.

CẦN NHỚ

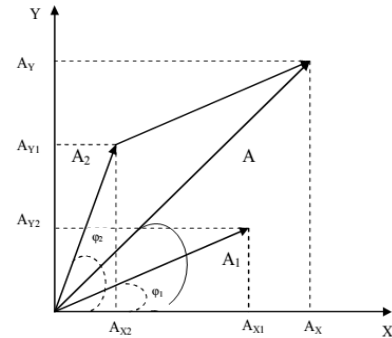
1. Độ lệch pha của hai dao động

Cho hai dao động điều hòa sau: $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$

Gọi $\Delta\varphi$ là độ lệch pha của hai dao động: $\Rightarrow \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

Nếu:

- $\Delta\varphi < 0 \Rightarrow$ dao động 2 chậm pha hơn dao động 1
- $\Delta\varphi > 0 \Rightarrow$ dao động 2 nhanh pha hơn dao động 1.
- $\Delta\varphi = k2\pi \Rightarrow$ hai dao động cùng pha
- $\Delta\varphi = (2k+1)\pi \Rightarrow$ hai dao động ngược pha
- $\Delta\varphi = k\pi + \frac{\pi}{2} \Rightarrow$ hai dao động vuông pha



2. Tổng hợp 2 dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số

Xét một vật thực hiện đồng thời 2 dao động $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$ và $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$.

Dao động tổng hợp của chúng có dạng: $x = A \cos(\omega t + \varphi)$

Trong đó:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

Trường hợp đặc biệt:

- $\Delta\varphi = k2\pi \Rightarrow A_{\max} = A_1 + A_2$
- $\Delta\varphi = (2k+1)\pi \Rightarrow A_{\min} = |A_1 - A_2|$
- $\Delta\varphi = k\pi + \frac{\pi}{2} \Rightarrow A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$

Chú ý: $A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$

$$\Rightarrow |A_1 - A_2| \leq A \leq A_1 + A_2$$

Bấm máy 570 : máy để (R)

Mode 2

$$A_1 \text{shift}(-) \varphi_1 + A_2 \text{shift}(-) \varphi_2 \text{ shift } 23 = A < \varphi$$

Câu 1. Xét dao động tổng hợp của hai dao động thành phần có cùng tần số. Biên độ của dao động tổng hợp không phụ thuộc vào yếu tố nào sau đây:

- A. Biên độ dao động thứ nhất
- B. Biên độ dao động thứ hai
- C. Tần số chung của hai dao động
- D. Độ lệch pha của hai dao động

Câu 2. Khi tổng hợp hai dao động cùng phương, cùng tần số và khác nhau pha ban đầu thì thấy pha của dao động tổng hợp cùng pha với dao động thứ hai. Kết luận nào sau đây **đúng**?

- A. Hai dao động có cùng biên độ
- B. Hai dao động vuông pha
- C. Biên độ của dao động thứ hai lớn hơn biên độ của dao động thứ nhất và hai dao động ngược pha
- D. Hai dao động lệch pha nhau 120°

Câu 3. Cho 2 dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$. Biên độ dao động tổng hợp có giá trị thỏa mãn

- A. $A = A_1$ nếu $\varphi_1 > \varphi_2$
- B. $A = A_2$ nếu $\varphi_1 > \varphi_2$
- C. $A = \frac{A_1 + A_2}{2}$
- D. $|A_1 - A_2| \leq A \leq |A_1 + A_2|$

Câu 4. Cho hai dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số và có độ lệch pha $\Delta\varphi$. Nếu hai dao động ngược pha nhau thì công thức nào sau đây **đúng**?

- A. $\Delta\varphi = \left(2n + \frac{1}{2}\right)\pi$ với $n = 0; \pm 1; \pm 2 \dots$
- B. $\Delta\varphi = \left(2n + \frac{1}{4}\right)\pi$ với $n = 0; \pm 1; \pm 2 \dots$
- C. $\Delta\varphi = 2n\pi$ với $n = 0; \pm 1; \pm 2 \dots$
- D. $\Delta\varphi = (2n+1)\pi$ với $n = 0; \pm 1; \pm 2 \dots$

Câu 5. Cho 2 dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$; Biên độ dao động tổng hợp có giá cực đại

- A. Hai dao động ngược pha
B. Hai dao động cùng pha
C. Hai dao động vuông pha
D. Hai dao động lệch pha 120°

Câu 6. Cho 2 dao động điều hòa cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$; Biên độ dao động tổng hợp có giá nhỏ nhất

- A. Hai dao động ngược pha
B. Hai dao động cùng pha
C. Hai dao động vuông pha
D. Hai dao động lệch pha 120°

Câu 7. Hai dao động thành phần có biên độ là 4cm và 12cm. Biên độ dao động tổng hợp có thể nhận giá trị: A. 48cm. B. 4cm. C. 3 cm. D. 9,0 5 cm.

Câu 8. Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hòa với biên độ lần lượt là 3 cm và 5 cm. Trong các giá trị sau giá trị nào **không thể** là biên độ của dao động tổng hợp.

- A. 4 cm B. 5 cm C. 3cm D. 10 cm

Câu 9. Một vật thực hiện đồng thời 2 dao động điều hòa $x_1 = 3\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm và $x_2 = 3\cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ cm.

Hãy xác định dao động tổng hợp của hai dao động trên?

- A. $x = 3\sqrt{3}\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ cm
B. $x = 3\sqrt{3}\cos(4\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm
C. $x = 3\sqrt{3}\cos(4\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm
D. $x = 3\cos(4\pi t + \frac{\pi}{3})$ cm

Câu 10. Cho 2 dao động cùng phương, cùng tần số có phương trình $x_1 = 7\cos(\omega t + \varphi_1)$; $x_2 = 2\cos(\omega t + \varphi_2)$ cm. Biên độ của dao động tổng hợp có giá trị cực đại và cực tiểu là?

- A. 9 cm ; 4cm B. 9cm; 5cm C. 9cm; 7cm D. 7cm; 5cm

Câu 11. Một chất điểm thực hiện đồng thời hai dao động điều hòa cùng phương $x_1 = 8\cos 2\pi t$ (cm); $x_2 = 6\cos(2\pi t + \pi/2)$ (cm). Vận tốc cực đại của vật trong dao động là

- A. 60 (cm/s). B. 20π (cm/s). C. 120 (cm/s). D. 4π (cm/s).

Câu 12. Một vật có khối lượng $m = 0,5$ kg thực hiện đồng thời 2 dao động $x_1 = 5\cos(4\pi t + \frac{\pi}{6})$ và

$x_2 = 2\cos(4\pi t - \frac{5\pi}{6})$ cm. Xác định cơ năng của vật.

- A. 3,6mJ B. 0,72J C. 0,036J D. 0,36J

BÁO CÁO THỰC HÀNH KHẢO SÁT CÁC ĐỊNH LUẬT THỰC NGHIỆM CỦA CON LẮC ĐƠN

I- MỤC ĐÍCH THỰC HÀNH

Phát hiện ảnh hưởng của biên độ, khối lượng, chiều dài con lắc đơn đối với chu kỳ dao động T . Từ đó tìm ra công thức $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ và ứng dụng tính gia tốc trọng trường g tại nơi làm thí nghiệm.

II- CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Con lắc đơn có cấu tạo gồm 1 vật nhỏ có khối lượng m được treo ở đầu của một sợi dây không dẫn, khối lượng không đáng kể, dài ℓ .

Chiều dài ℓ của con lắc đơn được đo bằng thước đo của giá thí nghiệm dùng treo con lắc đơn có cơ cấu điều chỉnh chiều dài con lắc đơn.

Để phát hiện sự phụ thuộc chu kỳ dao động T của con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ vào chiều dài con lắc đơn ta khảo sát chu kỳ dao động T của con lắc đơn với chiều dài tăng dần, có 3 trường hợp có thể xảy ra:

- + ℓ tăng thì T giảm
- + ℓ tăng thì T không đổi hay ℓ không phụ thuộc T
- + ℓ tăng thì T tăng

III- KẾT QUẢ

2- Khảo sát ảnh hưởng của khối lượng m con lắc đối với chu kỳ T

Với độ dài $\ell = 45(\text{cm})$ không đổi:

- Con lắc $m_1 = 50 \text{ g}$ có chu kỳ $T_1 = 1,31 \pm 0.044$
- Con lắc $m_2 = 20\text{g}$ có chu kỳ $T_2 = 1.34 \pm 0.00136$

Bảng kết quả: ($m = 50\text{g}$, $m = 20\text{g}$)

m (gam)	Thời gian 5 dao động t (s)	Chu kỳ T (s)
50g	6,55	$T_1 = 1,31 \pm 0,244$
20g	6,7	$T_2 = 1,34 \pm 0,20136$

Phát biểu định luật về khối lượng của con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ :

Con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ ($\alpha < 10^\circ$) thì coi đó là dao động điều hòa, khối lượng con lắc đơn không phụ thuộc vào chu kỳ vật.

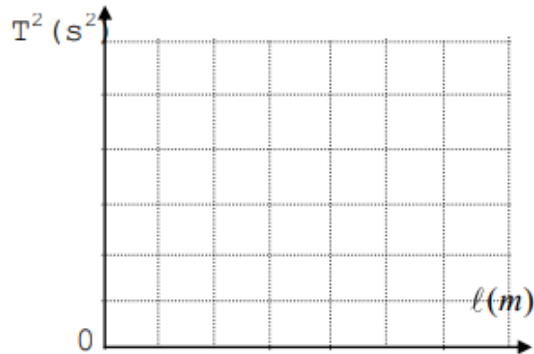
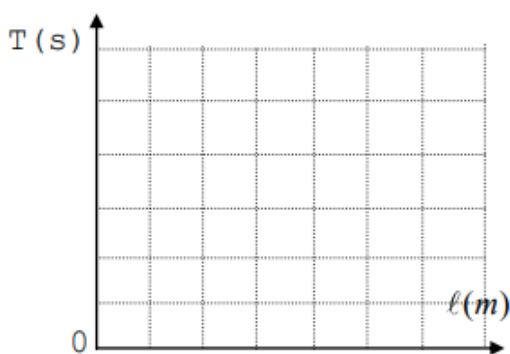
3-Khảo sát ảnh hưởng của chiều dài con lắc đơn đối với chu kỳ T

Với khối lượng $m = 50(g)$ không đổi:

Bảng kết quả: $\ell = 45(cm)$, $\ell = 40(cm)$, $\ell = 35(cm)$

Chiều dài ℓ (cm)	Thời gian $t = 5T$	Chu kỳ T (s)	T^2 (s^2)	$\frac{T^2}{\ell}$ (s^2/cm)
$\ell_1 = 45$ cm	$t_1 = 6,55 \pm 1,22$	$T_1 = 1,31 \pm 0,244$	$T_1^2 = 1.716 \pm 0.06$	$0.038 \pm 1.3 \times 10^{-3}$
$\ell_2 = 40$ cm	$t_2 = 6.3 \pm 1.02$	$T_2 = 1,26 \pm 0,204$	$T_2^2 = 1.588 \pm 0,042$	$0.0397 \pm 1.05 \times 10^{-3}$
$\ell_3 = 35$ cm	$t_3 = 5.87 \pm 1.024$	$T_3 = 1,174 \pm 0,2048$	$T_3^2 = 1.378 \pm 0,042$	$0.0394 \pm 1.2 \times 10^{-3}$

-Vẽ đồ thị của T phụ thuộc ℓ và đồ thị của T^2 phụ thuộc vào ℓ :



NHẬN XÉT :

a) Đường biểu diễn $T = f(\ell)$ có dạng cho thấy rằng : Chu kỳ dao động T tỉ lệ với căn bậc hai độ dài con lắc đơn.

Đường biểu diễn $T^2 = f(\ell)$ có dạng cho thấy rằng : bình phương chu kỳ dao động T^2 tỉ lệ với độ dài con lắc đơn $T^2 = k\ell$, suy ra $T = a \cdot \sqrt{\ell}$

- Phát biểu định luật về chiều dài của con lắc đơn .

“Chu kỳ dao động của con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ , tại cùng một nơi , không phụ thuộc vào khối lượng mà tỉ lệ với căn bậc hai của độ dài của con lắc , theo công thức :

$T = a \cdot \sqrt{\ell}$ với $a = \sqrt{k}$, trong đó a là hệ số góc của đường biểu diễn $T^2 = f(\ell)$.

b) Công thức lý thuyết về chu kỳ dao động của con lắc đơn : $T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$ đã được nghiệm đúng ,

với tỉ số : $\frac{2\pi}{\sqrt{g}} = a \approx 1.98$. Từ đó tính gia tốc trọng trường tại nơi làm thí nghiệm :

$$g = \frac{4\pi^2}{a^2} = 10 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

4- Xác định công thức về chu kỳ dao động của con lắc đơn

Từ các kết quả thực nghiệm suy ra : Chu kỳ dao động của con lắc đơn dao động với biên độ nhỏ không phụ thuộc vào khối lượng con lắc mà tỉ lệ với căn bậc hai của chiều dài con của lắc đơn và tỉ lệ nghịch với căn bậc hai của gia tốc rơi tự do tại nơi làm thí nghiệm , hệ số tỉ lệ : $\frac{1}{\sqrt{L}} T = a$.