

VŨ THANH KHIẾT - NGUYỄN TRỌNG SỬU

ÔN TẬP **môn** Vật lí

**CHUẨN BỊ CHO KÌ THI
TRUNG HỌC PHỔ THÔNG QUỐC GIA**



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

VŨ THANH KHIẾT — NGUYỄN TRỌNG SỬU

ÔN TẬP MÔN VẬT LÝ

CHUẨN BỊ CHO KÌ THI TRUNG HỌC PHỔ THÔNG QUỐC GIA

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

LỜI NHÀ XUẤT BẢN

Từ năm học 2014 – 2015, học sinh cấp Trung học phổ thông trong toàn quốc bắt đầu thực hiện kì thi Trung học phổ thông quốc gia. Theo chỉ đạo của Bộ Giáo dục và Đào tạo, trong kì thi này, học sinh bắt buộc thi 3 môn là *Ngữ văn*, *Toán* và *Ngoại ngữ*, đồng thời mỗi học sinh được tự chọn 1 môn khác trong số 5 môn *Vật lí*, *Hoá học*, *Sinh học*, *Địa lí*, *Lịch sử*. Dù là môn thi bắt buộc hay môn thi tự chọn, thí sinh đều phải nỗ lực ôn tập, luyện thi tốt để giành kết quả cao trong kì thi quan trọng này. Kết quả của kì thi không chỉ là căn cứ giúp các em được công nhận tốt nghiệp Trung học phổ thông mà còn giành những ưu trội làm cơ sở để xét tuyển vào trường đại học và cao đẳng mà các em có nguyện vọng lựa chọn.

Để giúp các em học sinh Trung học phổ thông, đặc biệt là học sinh lớp 12, ôn tập và thi đạt kết quả tốt trong kì thi Trung học phổ thông quốc gia, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam tổ chức biên soạn, xuất bản bộ sách *Ôn tập chuẩn bị cho kì thi Trung học phổ thông quốc gia* và bộ sách *Bộ đề chuẩn bị cho kì thi Trung học phổ thông quốc gia* ở 8 môn học: Ngữ văn, Toán, Vật lí, Hoá học, Sinh học, Lịch sử, Địa lí, Tiếng Anh. Hai bộ sách ôn luyện cho kì thi Trung học phổ thông quốc gia đều chú ý tới những yêu cầu và lưu ý chung nhằm giúp cho học sinh ôn luyện đạt kết quả cao. Riêng bộ sách *Ôn tập chuẩn bị cho kì thi Trung học phổ thông quốc gia*, các tác giả chú ý hơn đến những kiến thức, kĩ năng được học trong cấp Trung học phổ thông, chủ yếu tập trung ở chương trình lớp 12. Đặc biệt, cả hai bộ sách đều tập trung biên soạn, lựa chọn những câu hỏi, bài tập điển hình, tiêu biểu theo hướng đổi mới kiểm tra đánh giá và thi tốt nghiệp Trung học phổ thông quốc gia do Bộ Giáo dục và Đào tạo chỉ đạo. Theo đó, các câu hỏi và bài tập được phân hoá theo các mức độ nhận biết, thông hiểu, vận dụng (thấp) và vận dụng cao. Đồng thời, các câu hỏi, bài tập cũng chú ý tới các dạng mở, có tính sáng tạo, đánh giá đúng năng lực và phẩm chất của học sinh.

Với ý nghĩa và tinh thần trên, các nhóm tác giả của các bộ sách ở từng môn học đã cố gắng biên soạn, lựa chọn các câu hỏi và bài tập thích hợp nhằm giúp các em học sinh ôn luyện và thi đạt hiệu quả tốt nhất. Mặc dù vậy, sách lần đầu được biên soạn, khó tránh được những sai sót nhất định. Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam rất mong các thầy giáo, cô giáo, các em học sinh và các quý phụ huynh có những góp ý để lần tái bản tới đây, sách được tốt hơn. Thư góp ý xin gửi về theo địa chỉ: Công ty cổ phần Dịch vụ xuất bản Giáo dục Hà Nội, số 187B Giảng Võ, Hà Nội.

Trân trọng cảm ơn.

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Lời nói đầu

Theo quyết định của Bộ Giáo dục và Đào tạo, từ năm học 2014 – 2015, các trường Trung học phổ thông trong toàn quốc sẽ thực hiện kì thi Trung học phổ thông Quốc gia. Tại kì thi này, tất cả mọi học sinh đều phải thi ba môn bắt buộc và ít nhất một môn tự chọn, trong đó có môn Vật lí.

Nội dung và phương pháp ôn tập, thi, kiểm tra môn Vật lí theo yêu cầu của kì thi Quốc gia này có nhiều điểm khác biệt với cách ôn tập, thi và kiểm tra hiện hành.

Trước hết là do yêu cầu hướng tới đánh giá năng lực của học sinh, nên các kì thi đã chuyển hướng từ kiểm tra nặng về lí thuyết sang yêu cầu vận dụng, biết giải quyết vấn đề trong các tình huống tương tự và trong thực tiễn,...

Tiếp theo là do yêu cầu hội nhập Quốc tế, việc thi, kiểm tra cần phù hợp với cách thức và trình độ chung, xu thế chung của nhiều nước phát triển.

Cuối cùng là do mục đích vừa để xét tốt nghiệp Trung học phổ thông, vừa cung cấp cơ sở dữ liệu cho tuyển sinh đại học nên đề thi môn Vật lí phải thay đổi, kéo theo cách dạy, cách học, cách ôn tập phải thay đổi.

Nhằm giúp các em học sinh Trung học phổ thông ôn tập, củng cố các kiến thức lí thuyết, rèn luyện kĩ năng giải bài tập Vật lí, đạt kết quả tốt trong kì thi Trung học phổ thông Quốc gia môn Vật lí sắp tới, chúng tôi biên soạn cuốn : **“Ôn tập môn Vật lí chuẩn bị cho kì thi Trung học phổ thông Quốc gia”**.

Sách được viết bám sát chương trình và sách giáo khoa Vật lí 12 gồm 19 chủ đề :

Chủ đề 1. Dao động điều hoà

Chủ đề 2. Con lắc lò xo

Chủ đề 3. Con lắc đơn

Chủ đề 4. Dao động tắt dần. Dao động cưỡng bức

Chủ đề 5. Sóng cơ. Phương trình sóng cơ

Chủ đề 6. Giao thoa sóng. Sóng dừng

Chủ đề 7. Sóng âm

Chủ đề 8. Mạch điện xoay chiều. Công suất điện tiêu thụ của mạch điện xoay chiều

Chủ đề 9. Máy phát điện xoay chiều. Dòng điện ba pha. Máy biến áp

Chủ đề 10. Dao động điện từ

Chủ đề 11. Sóng điện từ

Chủ đề 12. Tán sắc ánh sáng

Chủ đề 13. Giao thoa ánh sáng

Chủ đề 14. Quang phổ. Bức xạ không nhìn thấy

Chủ đề 15. Hiện tượng quang điện. Thuyết lượng tử ánh sáng

Chủ đề 16. Hiện tượng quang điện trong. Hiện tượng quang – Phát quang.

Mẫu nguyên tử Bo

Chủ đề 17. Cấu tạo hạt nhân. Năng lượng liên kết hạt nhân. Phản ứng hạt nhân

Chủ đề 18. Sự phóng xạ

Chủ đề 19. Phản ứng phân hạch. Phản ứng nhiệt hạch

Mỗi chủ đề gồm 3 nội dung chính :

I – Kiến thức cần nhớ

Hệ thống hoá các kiến thức trọng tâm, công thức cơ bản nhất, giúp học sinh có thể ôn luyện trong thời gian ngắn nhất.

II – Phương pháp giải các dạng bài tập cơ bản

Đưa ra phương pháp giải chung cho các dạng bài toán cơ bản và một số ví dụ điển hình của mỗi dạng đó, giúp học sinh hệ thống hoá các bài tập khi ôn luyện.

III – Bài tập ôn luyện

Hệ thống các câu hỏi và bài tập từ dễ đến khó, từ cơ bản đến nâng cao. Nhằm giúp học sinh vận dụng, đào sâu, mở rộng kiến thức và rèn luyện kĩ năng giải bài tập.

Cuối sách là phần hướng dẫn giải và đáp án.

Với nội dung và cấu trúc như trên, chúng tôi hi vọng sẽ giúp các thầy cô giáo và các em học sinh có được một tài liệu tốt để ôn luyện nhằm đạt được kết quả cao trong kì thi Trung học phổ thông Quốc gia.

CÁC TÁC GIẢ

Chương I. DAO ĐỘNG CƠ

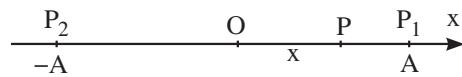
Chủ đề 1

DAO ĐỘNG ĐIỀU HOÀ

I – KIẾN THỨC CẦN NHỚ

1. Dao động cơ là chuyển động qua lại *quanh một vị trí cân bằng*, chẳng hạn chiếc thuyền nhấp nhô tại chỗ neo đậu *quanh vị trí của thuyền khi nó đứng yên* (vị trí cân bằng). Dao động cơ của một vật có thể là *tuần hoàn* hoặc không tuần hoàn. Nếu sau những khoảng thời gian bằng nhau, gọi là *chu kì*, vật trở lại vị trí cũ với vận tốc như cũ thì dao động của vật là *dao động tuần hoàn*. Dao động tuần hoàn đơn giản nhất là dao động điều hoà.

2. Chọn trục tọa độ Ox , gốc O tại vị trí cân bằng của vật (Hình 1.1). Tọa độ x của vật dao động dọc theo trục Ox tính từ vị trí cân bằng gọi là *li độ*. Dao động điều hoà là dao động trong đó li độ của vật là một hàm cosin (hay sin) của thời gian :



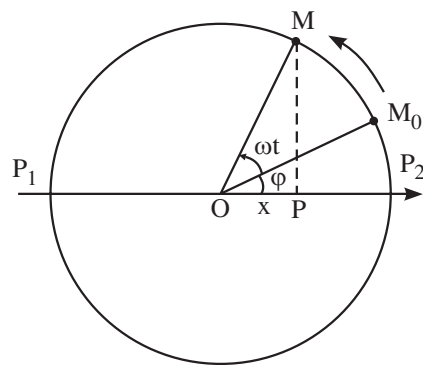
Hình 1.1

$$x = A\cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

Phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ được gọi là phương trình của dao động điều hoà.

3. Mối liên hệ giữa dao động điều hoà của điểm P và chuyển động tròn đều (với tốc độ góc ω) của điểm M (Hình 1.2).

Điểm P dao động điều hoà trên một đoạn thẳng luôn luôn có thể coi là hình chiếu của một điểm M chuyển động tròn đều lên đường kính của đoạn thẳng đó. Khi điểm M chuyển động được một vòng thì điểm P thực hiện được một dao động toàn phần và trở lại vị trí cũ theo hướng cũ.



Hình 1.2

4. Các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà

Trong phương trình $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ thì :

- A là *biên độ dao động*, đó là giá trị cực đại của li độ x ứng với lúc $\cos(\omega t + \varphi) = 1$. Biên độ luôn luôn dương.

- $\omega t + \varphi$ là *pha của dao động* tại thời điểm t , có đơn vị là radian (rad). Với một biên độ đã cho, pha là đại lượng xác định li độ x của dao động.

• φ là *pha ban đầu*, pha tại thời điểm $t = 0$, có thể dương, âm hoặc bằng 0. Trong một chuyển động cụ thể thì A và φ có giá trị xác định, tùy theo cách kích thích dao động.

– *Chu kỳ* của dao động điều hoà, kí hiệu T , là khoảng thời gian để thực hiện một dao động toàn phần : $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (đơn vị là giây (s)).

– *Tần số* của dao động điều hoà, kí hiệu f , là số dao động toàn phần thực hiện được trong một giây, có đơn vị là héc (Hz) hoặc s^{-1} .

$$\text{Hệ thức : } \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f.$$

$$5. \bullet \text{ Vận tốc của vật dao động : } v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

$$\bullet \text{ Gia tốc : } a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x \quad (3)$$

Suy ra phương trình dao động điều hoà (1) là nghiệm của phương trình động lực học :

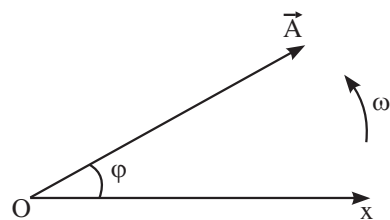
$$a = -\omega^2 x \text{ hay } x'' + \omega^2 x = 0 \quad (4)$$

$$\text{Từ (1) và (2) suy ra : } \omega^2 x^2 + v^2 = \omega^2 A^2 \quad (5)$$

6. Tổng hợp hai dao động điều hoà

a) Phương pháp biểu diễn dao động điều hoà bằng vector quay

Vẽ vector $\vec{A}$ có gốc tại O, có độ dài tỉ lệ với biên độ A của dao động và tạo với một trục Ox nằm ngang một góc bằng pha ban đầu φ của dao động (vẽ lúc $t = 0$). Cho vector $\vec{A}$ quay theo chiều dương (ngược chiều kim đồng hồ) với tốc độ góc không đổi ω (Hình 1.3).



Hình 1.3

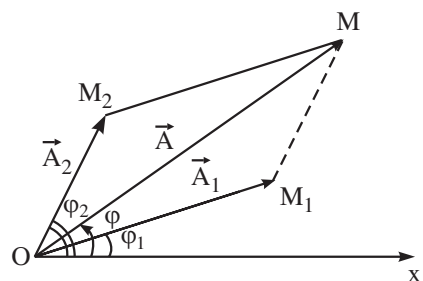
b) Tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số. Phương pháp giản đồ Fre-nen

Để tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số :

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

người ta thường dùng *phương pháp vector quay của Fre-nen* : Vẽ vector $\vec{OM}_1$ ($\vec{A}_1$) có môđun bằng biên độ A_1 và tạo với trục Ox một góc bằng φ_1 và vẽ $\vec{OM}_2$ ($\vec{A}_2$) có môđun bằng biên độ A_2 và tạo với trục Ox một góc bằng φ_2 (Hình 1.4).



Hình 1.4

Vectơ $\overrightarrow{MO} = \overrightarrow{MO_1} + \overrightarrow{OM_2}$ là vectơ biểu diễn dao động tổng hợp :

$$x = x_1 + x_2 = A \cos(\omega t + \varphi)$$

Hình bình hành OM_1MM_2 không biến dạng khi quay.

Biên độ A được tính từ hệ thức :

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (6)$$

Pha ban đầu φ của dao động tổng hợp được xác định bởi :

$$\tan \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} \quad (7)$$

$\Delta\varphi = |\varphi_2 - \varphi_1|$ gọi là *độ lệch pha* của hai dao động.

Hai dao động cùng pha khi $\Delta\varphi = n2\pi$, với n là một số nguyên ; là *ngược pha* khi $\Delta\varphi = (2n + 1)\pi$; là *vuông pha* khi $\Delta\varphi = (2n + 1)\frac{\pi}{2}$.

Trường hợp cùng pha : biên độ của dao động tổng hợp là lớn nhất

$$A = A_1 + A_2$$

Trường hợp ngược pha : A nhỏ nhất, $A = |A_1 - A_2|$.

II – PHƯƠNG PHÁP GIẢI CÁC DẠNG BÀI TẬP CƠ BẢN

Dạng 1. Tìm các đại lượng đặc trưng của dao động điều hoà và phương trình dao động điều hoà

1. Phương pháp giải

a) Muốn tìm phương trình dao động của vật, chỉ cần dựa vào dạng tổng quát của phương trình dao động và dựa vào điều kiện ban đầu (tức là lúc bắt đầu dao động, thường được chọn là gốc thời gian, nghĩa là lúc $t = 0$, thì vật có tọa độ bằng bao nhiêu và vận tốc của nó bằng bao nhiêu, có hướng thế nào ?). Từ đó sẽ tìm A và φ khi biết ω (hoặc T , hoặc f). Nói chung, có thể xác định hai trong ba đại lượng A , ω , φ trong phương trình dao động dựa vào dữ liệu của đề bài. Nếu đề bài cho phương trình dao động dưới dạng hàm sin thì phải chuyển về dạng hàm cosin và chú ý đến các công thức :

$$\sin \alpha = \cos \left(\alpha - \frac{\pi}{2} \right), \text{ hoặc } \cos \alpha = \sin \left(\alpha + \frac{\pi}{2} \right).$$

b) Dựa vào dạng cụ thể của phương trình dao động sẽ xác định được vận tốc, gia tốc ở một thời điểm bất kì bằng cách lấy đạo hàm cấp 1 (để tính vận tốc) và đạo hàm cấp 2 (để tính gia tốc). Và ngược lại, khi biết các giá trị của tọa độ (hoặc của vận tốc, hoặc của gia tốc) sẽ tìm được thời điểm t . Cũng có thể dựa vào hệ thức giữa tọa độ và vận tốc (hệ thức (5) ở mục I) để tìm được tọa độ khi biết vận tốc, và ngược lại.

c) Trong các công thức vận tốc, gia tốc và cả phương trình dao động, cần ghi đúng các đơn vị tương ứng. Cụ thể là nếu x đo bằng cm thì vận tốc đo bằng cm/s và gia tốc bằng cm/s^2 , còn nếu x đo bằng m thì vận tốc đo bằng m/s và gia tốc đo bằng m/s^2 . Nhưng cần phải lưu ý là : đơn vị của ω luôn luôn là rad/s và đơn vị của φ luôn luôn là radian.

2. Các ví dụ

Ví dụ 1. Cho phương trình của một dao động điều hoà : $x = -5\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Xác định biên độ A , chu kì T , tần số f , pha ban đầu φ , li độ ban đầu x_0 , độ dài quỹ đạo s , li độ x_1 tại thời điểm $t_1 = 0,05\text{s}$. Xác định các thời điểm t_2 vật có li độ $x_2 = 2,5\text{cm}$.

Hướng dẫn giải :

Biến đổi phương trình dao động về dạng cơ bản :

$$\begin{aligned}x &= -5\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = -5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) \\&= 5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2} + \pi\right) \\x &= 5\cos\left(10\pi t + \frac{5\pi}{6}\right) \text{ (cm)}.\end{aligned}$$

Từ đó ta có :

- Biên độ $A = 5\text{cm}$
- Tần số góc $\omega = 10\pi(\text{rad/s})$
- Tần số $f = \frac{\omega}{2\pi} = 5\text{Hz}$
- Pha ban đầu $\varphi = \frac{5\pi}{6}(\text{rad})$
- Chu kì $T = \frac{1}{f} = 0,2\text{s}$
- Độ dài quỹ đạo $s = 2A = 10\text{cm}$

- Li độ ban đầu $x_0(t=0) = 5\cos\frac{5\pi}{6} = -\frac{5\sqrt{3}}{2} = -4,33\text{cm}$.

- Li độ lúc t_1 :

$$x_1(t=t_1=0,05\text{s}) = 5\cos\left(10\pi \cdot 0,05 + \frac{5\pi}{6}\right) = 5\cos\frac{4\pi}{3} = -2,5\text{cm}.$$

- Các thời điểm t_2 vật có li độ $x_2 = 2,5\text{cm}$.

$$x_2 = 2,5 = 5\cos\left(10\pi t_2 + \frac{5\pi}{6}\right) \Rightarrow \cos\left(10\pi t_2 + \frac{5\pi}{6}\right) = \frac{1}{2}$$

$$10\pi t_2 + \frac{5\pi}{6} = \frac{\pi}{3} + 2n\pi \Rightarrow t_2 = \frac{4n-1}{20}\text{s}$$

$$10\pi t_2 + \frac{5\pi}{6} = -\frac{\pi}{3} + 2n\pi \Rightarrow t_2 = \frac{12n-7}{60}\text{s}$$

với $n = 1, 2, 3, \dots$

(Hai nghiệm t_2 ứng với hai chiều chuyển động khác nhau).

Thời điểm t_{2k} lần thứ k :

$$\text{với } k \text{ lẻ, } (k = 1, 3, 5, \dots), \text{ thay } n = \frac{k+1}{2} \Rightarrow t_{2k} = \frac{2k+1}{20}(\text{s})$$

$$\text{với } k \text{ chẵn, } (k = 2, 4, 6, \dots), \text{ thay } n = \frac{k}{2} \Rightarrow t_{2k} = \frac{6k-7}{60}(\text{s}).$$

Ví dụ 2. Trong dao động điều hoà, vận tốc tức thời

A. cùng pha với pha của li độ.

B. ngược pha với pha của li độ.

C. trễ pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

D. sớm pha $\frac{\pi}{2}$ so với li độ.

Hướng dẫn chọn đáp án :

Ta có : $v = -\omega A \sin(\omega t + \varphi) = \omega A \cos\left(\omega t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$. Như vậy vận tốc tức thời sớm pha

$\frac{\pi}{2}$ so với li độ. *Chọn D.*

Ví dụ 3. Dao động điều hoà có phương trình $x = 6\cos\left(10\pi t - \frac{2\pi}{3}\right)$ (cm). Vào lúc

$t = 0,2\text{s}$, li độ x và vận tốc v có giá trị :

A. 3cm và -30π (cm/s).

B. 3cm và $30\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

C. -3cm và 30π (cm/s).

D. -3cm và $30\pi\sqrt{3}$ (cm/s).

Hướng dẫn chọn đáp án :

Thay $t = 0,2\text{s}$ vào phương trình dao động đã cho, ta có :

$$x = 6\cos\left(10\pi \cdot 0,2 - \frac{2\pi}{3}\right) = 6\cos\left(2\pi - \frac{2\pi}{3}\right) = 6\cos\frac{4\pi}{3}$$

$$\text{Vì } \cos\frac{4\pi}{3} = -\frac{1}{2} \text{ nên : } x = 6\left(-\frac{1}{2}\right) = -3\text{cm}.$$

Lấy đạo hàm cấp 1 biểu thức của x , ta có phương trình vận tốc :

$$v = -10\pi \cdot 6\sin\left(10\pi t - \frac{2\pi}{3}\right) (\text{cm/s})$$

$$\text{Với } t = 0,2\text{s}, \text{ ta được : } v = -10\pi \cdot 6\sin\frac{4\pi}{3}$$

$$\text{Vì } \sin\frac{4\pi}{3} = +\frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ nên : } v = 60\pi\frac{\sqrt{3}}{2} = 30\pi\sqrt{3} (\text{cm/s}). \text{ Chọn D.}$$

Ví dụ 4. Một vật dao động điều hoà với biên độ $A = 2\text{cm}$ và chu kì $T = 2\text{s}$.

a) Viết phương trình dao động của vật, chọn gốc thời gian là lúc nó đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương.

b) Tính li độ của vật tại thời điểm $t = 3,5\text{s}$.

Hướng dẫn giải :

a) Ta có : $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ (rad/s)}$.

Dạng chung của phương trình dao động : $x = 2\cos(\pi t + \varphi)$, với điều kiện khi $t = 0$ thì $x = 0$ và $v = x' = -2\pi\sin\varphi > 0$. Từ đó suy ra $\cos\varphi = 0$ và $\sin\varphi < 0$. Vậy : $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

Phương trình dao động là : $x = 2\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}$.

b) Tại thời điểm $t = 3,5\text{s}$ ta có : $x = 4\cos\left(3,5\pi - \frac{\pi}{2}\right) = 4\cos 3\pi = -4\text{cm}$.

Ví dụ 5. Dao động điều hoà có phương trình : $x = 6\cos\left(\pi t - \frac{2\pi}{3}\right) \text{ (cm)}$.

Tại vị trí $x = 3\text{cm}$, vận tốc có giá trị :

A. $3\pi \text{ (cm/s)}$. B. $\sqrt{3} \text{ cm/s}$. C. $2\pi\sqrt{3} \text{ (cm/s)}$. D. $3\pi\sqrt{3} \text{ (cm/s)}$.

Hướng dẫn chọn đáp án :

Theo phương trình dao động đã cho ta thấy dao động có biên độ $A = 6\text{cm}$ và tần số góc $\omega = \pi \text{ (rad/s)}$. Ở li độ $x = 3\text{cm}$, dùng hệ thức (5), ta có :

$$A = x^2 + \frac{v^2}{\omega^2}, \text{ ta có : } 6^2 = 3^2 + \frac{v^2}{\pi^2} \Rightarrow v^2 = 27\pi^2$$

Vận tốc có giá trị : $v = \pi \cdot 3\sqrt{3} \text{ cm/s}$. Chọn D.

Dạng 2. Bài tập về tổng hợp hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số

1. Phương pháp giải

Có thể dùng một trong hai cách sau :

a) Dùng phương pháp đại số : Áp dụng các công thức biến đổi tổng (hoặc hiệu) các hàm lượng giác thành tích các hàm lượng giác. Tuy nhiên, cách này dẫn đến các phép tính đại số phức tạp. Thường chỉ nên áp dụng cho trường hợp hai dao động thành phần có biên độ bằng nhau : $A_1 = A_2$.

Khi đó ta có : $x = x_1 + x_2 = A_1[\cos(\omega t + \varphi_1) + \cos(\omega t + \varphi_2)]$.

Áp dụng công thức : $\cos a + \cos b = 2\cos\frac{a+b}{2}\cos\frac{a-b}{2}$

ta được $x = 2A_1\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)\cos\left[\omega t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$.

Từ đó, ta có biên độ dao động tổng hợp : $A = 2A_1\cos\left(\frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$

và pha ban đầu : $\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$.

b) Dùng phương pháp giản đồ Fre-nen đã nêu ở mục a. Cách này thuận tiện hơn. Khi giải bài tập có thể áp dụng ngay các công thức tính A và φ đã nêu ở mục I (các công thức (6) và (7)).

2. Các ví dụ

Ví dụ 1. Tìm dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số :

$$x_1 = 2\sqrt{3}\cos(3\pi t) \text{ (cm)} ; x_2 = 4\sin\left(3\pi t + \frac{4\pi}{3}\right) \text{ (cm)}.$$

Hướng dẫn giải :

Trước hết ta đưa x_2 về hàm cosin :

$$x_2 = 4\sin\left(3\pi t + \frac{4\pi}{3}\right) = 4\cos\left(3\pi t + \frac{4\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = 4\cos\left(3\pi t + \frac{5\pi}{6}\right) \text{ (cm)}$$

Ta có thể dùng các công thức tính A^2 và $\tan$, hoặc vẽ các vector quay $\vec{A}_1, \vec{A}_2$ rồi tổng hợp lại : $\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2$.

• **Cách 1.** Ta có : $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$,

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

với $A_1 = 2\sqrt{3} \text{ cm} ; A_2 = 4 \text{ cm} ; \varphi_1 = 0 ; \varphi_2 = \frac{5\pi}{6}$.

Từ đó tìm được : $A = 2 \text{ cm} ; \varphi = \frac{\pi}{2}$.

$$\text{Suy ra : } x = 4\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (cm)}.$$

• **Cách 2.** Vẽ các vector $\vec{OM}_1 = \vec{A}_1$ (có môđun bằng $2\sqrt{3}$, làm với trục Ox góc $\varphi_1 = 0$) và vector $\vec{OM}_2 = \vec{A}_2$ (có môđun bằng 4, làm với trục Ox góc $\varphi_2 = \frac{5\pi}{6}$). Sau đó vẽ vector $\vec{OM} = \vec{OM}_1 + \vec{OM}_2$ (Hình 1.5).

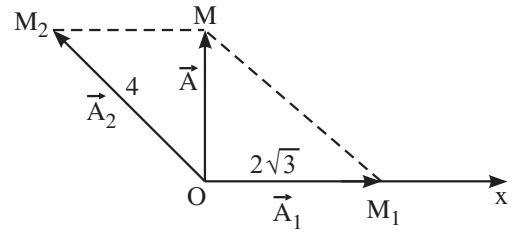
Ta thấy tam giác MOM_1 có

$$OM_1 = 2\sqrt{3}, \quad MM_1 = OM_2 = 4,$$

$$\text{và } \widehat{MM_1O} = \pi - \frac{5\pi}{6} = \frac{\pi}{6} = 30^\circ.$$

Như vậy có thể kết luận tam giác MOM_1 là nửa

tam giác đều, với góc $\widehat{MOM_1} = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$.



Hình 1.5

Từ đó tìm được : $OM = A = 2\text{cm}$; $\varphi = \frac{\pi}{2}$, và $x = 2\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{2}\right)(\text{cm})$.

Ví dụ 2. Dao động tổng hợp của hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số :

$$x_1 = 5\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right)(\text{cm}) \text{ và } x_2 = 8\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{4}\right)(\text{cm})$$

là dao động điều hoà có biên độ và pha ban đầu là :

A. $6,5\text{cm}$; $\frac{\pi}{6}$.

B. $8,5\text{cm}$; $\frac{\pi}{12}$.

C. $\approx 10,5\text{cm}$; $0,306\text{rad}$.

D. $9,5\text{cm}$; $\frac{\pi}{8}$.

Chọn đáp án đúng.

Hướng dẫn chọn đáp án :

Trước hết đưa x_1 về dạng cosin :

$$x_1 = 5\sin\left(10\pi t + \frac{\pi}{3}\right) = 5\cos\left(10\pi t + \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2}\right) = 5\cos\left(10\pi t - \frac{\pi}{6}\right)(\text{cm})$$

Ta có : $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = 5^2 + 8^2 + 2 \cdot 5 \cdot 8\cos\left[\frac{\pi}{4} - \left(-\frac{\pi}{6}\right)\right]$

$$A^2 = 89 + 80\cos\frac{5\pi}{12} = 109,71 \Rightarrow A = 10,47 \approx 10,5\text{cm}.$$

Và :
$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2} = \frac{5\sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) + 8\sin\frac{\pi}{4}}{5\cos\left(-\frac{\pi}{6}\right) + 8\cos\frac{\pi}{4}}$$

$$\tan\varphi = \frac{3,1568}{9,9869} = 0,3161 \Rightarrow \varphi = 0,306\text{rad}. \text{ Chọn C.}$$

III – BÀI TẬP ÔN LUYỆN

1.1. Phương trình của một dao động điều hoà là $x = -6\cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

Chọn phát biểu đúng.

A. Biên độ $A = -6\text{cm}$.

B. Pha ban đầu $\varphi = \frac{\pi}{6}$ (rad).

C. Chu kỳ $T = 0,5\text{s}$.

D. Li độ ban đầu x_0 ($t = 0$) = 1,5cm.

1.2. Pit-tông của một động cơ máy nổ dao động điều hoà trượt trong xi-lanh một đoạn dài 12cm. Biên độ dao động điều hoà của pit-tông này là

A. 12cm.

B. 24cm.

C. 3cm.

D. 6cm.

1.3. Dao động điều hoà có chu kỳ $\frac{\pi}{5}\text{s}$. Ở li độ 3cm vật dao động có vận tốc bằng nửa vận tốc cực đại. Vận tốc cực đại có giá trị

A. $20\sqrt{3}\text{ cm/s}$.

B. $15\sqrt{3}\text{ cm/s}$.

C. $\frac{60}{\pi}$ (cm/s).

D. 30cm/s.

1.4. Dao động điều hoà có phương trình : $x = 8\cos\left(20t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

Vận tốc cực đại của dao động có giá trị

A. 40cm/s.

B. 80cm/s.

C. 160cm/s.

D. 200cm/s.

1.5. Khi dao động điều hoà, vật có chu kỳ $\frac{\pi}{5}$ (s) và vận tốc cực đại 30cm/s. Từ vị trí cân bằng vật có thể ra xa nhất một đoạn

A. 2cm.

B. 3cm.

C. 4cm.

D. 5cm.

1.6. Chu kỳ của dao động điều hoà $0,1\pi$ (s). Ở li độ 2cm, vật dao động có vận tốc 20cm/s. Ở li độ 1cm, độ lớn vận tốc là

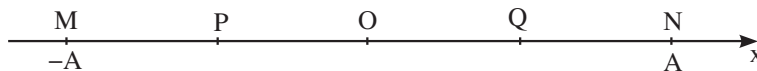
A. 10cm/s.

B. 20cm/s.

C. 30cm/s.

D. 40cm/s.

1.7. Vật dao động điều hoà với biên độ A trên đoạn MON và chu kỳ T. Gọi P, Q là trung điểm của MO và ON (Hình 1.6).



Hình 1.6

a) Thời gian để vật đi các đoạn đường PO và OQ là

A. $\frac{T}{4}$.

B. $\frac{T}{6}$.

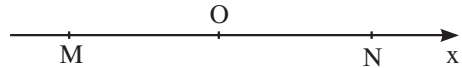
C. $\frac{T}{8}$.

D. $\frac{T}{12}$.

b) Thời gian để vật đi các đoạn đường MN và QN là

- A. $\frac{T}{12}$. B. $\frac{T}{8}$. C. $\frac{T}{6}$. D. $\frac{T}{4}$.

- 1.8.** Một chất điểm dao động điều hoà quanh vị trí cân bằng O, trên quỹ đạo MN = 20cm (Hình 1.7). Thời gian chất điểm đi từ M đến N là 1s. Chọn trục toạ độ như hình vẽ, gốc thời gian lúc vật đi qua vị trí cân bằng theo chiều dương. Quãng đường mà chất điểm đã đi qua sau 9,5s kể từ lúc $t = 0$ là



Hình 1.7

- A. 190cm. B. 150cm. C. 180cm. D. 160cm.

• Để dẫn chung cho các câu 1.9, 1.10.

Một vật dao động điều hoà theo phương trình có dạng $x = A\cos(\omega t + \varphi)$. Biên độ dao động bằng 3cm, pha ban đầu bằng $\frac{\pi}{6}$; tần số dao động là $\sqrt{6}\text{Hz}$.

- 1.9.** Phương trình vận tốc là :

- A. $v = 3\pi\sqrt{6} \sin\left(\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s})$. B. $v = 12\pi\sqrt{6} \sin\left(2\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s})$.
C. $v = -3\pi\sqrt{6} \sin\left(\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s})$. D. $v = -6\pi\sqrt{6} \sin\left(2\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s})$.

- 1.10.** Phương trình gia tốc là :

- A. $a = -144\pi^2 \cos\left(2\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s}^2)$. B. $a = 144\pi^2 \cos\left(2\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s}^2)$.
C. $a = -72\pi^2 \cos\left(2\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s}^2)$. D. $a = 72\pi^2 \cos\left(2\pi\sqrt{6}t + \frac{\pi}{6}\right) (\text{cm/s}^2)$.

- 1.11.** Một vật dao động điều hoà theo phương trình $x = 4\sin 20\pi t$ (cm). Vận tốc trung bình của vật khi đi từ vị trí cân bằng đến vị trí có li độ 2cm là

- A. 1,8m/s. B. 3,6m/s. C. 2,4m/s. D. 3,2m/s.

- 1.12.** Vật dao động điều hoà theo phương trình : $x = A\sin \omega t$ (cm). Sau khi dao động được $\frac{1}{6}$ chu kì vật có li độ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ cm. Biên độ dao động của vật là

- A. $2\sqrt{2}$ cm. B. 2cm. C. 1cm. D. $4\sqrt{2}$ cm.

- 1.13.** Một vật dao động điều hoà với biên độ 3cm, chu kì 1s. Chọn gốc thời gian là lúc vật đạt li độ cực đại, về phía dương. Phương trình dao động của vật là :

- A. $x = 3\cos 2\pi t$ (cm). B. $x = 3\sin 2\pi t$ (cm).
C. $x = 3\sin\left(\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm). D. $x = 3\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ (cm).

1.14. Một chất điểm dao động điều hoà trên đoạn thẳng MN dài 12cm với tần số 2Hz. Chọn gốc thời gian là lúc chất điểm có li độ $3\sqrt{3}$ cm và chuyển động ngược chiều với chiều dương đã chọn. Phương trình dao động của vật là :

A. $x = 6 \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ (cm).

B. $x = 6 \cos\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

C. $x = 6 \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ (cm).

D. $x = 6 \cos\left(4\pi t + \frac{5\pi}{6}\right)$ (cm).

1.15. Một chất điểm dao động điều hoà với tần số 6Hz trên quỹ đạo là một đoạn thẳng dài 6cm. Vận tốc của chất điểm có độ lớn cực đại bằng

A. 30cm/s.

B. 20cm/s.

C. 113cm/s.

D. 0,52m/s.

1.16. Một chất điểm dao động điều hoà với phương trình $x = 5\cos 4\pi t$ (cm). Quãng đường chất điểm đi được trong thời gian 6s kể từ lúc $t_0 = 0$ là

A. 36cm.

B. 75cm.

C. 1,2m.

D. 2,4m.

1.17. Một vật dao động điều hoà với phương trình $x = 6\cos \pi t$ (cm). Tốc độ trung bình trong $\frac{1}{4}$ chu kì kể từ lúc $t_0 = 0$ là

A. 1m/s.

B. 15cm/s.

C. 12cm/s.

D. 20cm/s.

1.18. Một vật dao động điều hoà với phương trình : $x = A\cos(\omega t + \varphi)$ (cm). Trong $\frac{1}{60}$ s đầu

tiên, vật đi từ vị trí có li độ $x = +A$ đến vị trí có li độ $x = +\frac{A\sqrt{3}}{2}$ theo chiều dương.

Chu kì dao động của vật là

A. 0,4s.

B. 0,2s.

C. 1s.

D. 0,5s.

1.19. Một vật dao động điều hoà với phương trình : $x = 9\cos\left(\pi t - \frac{\pi}{3}\right)$ (cm). Khi vật đi từ vị

trí P ($x_P = +4,5$ cm) đến vị trí Q ($x_Q = -4,5$ cm) thì tốc độ trung bình của vật là

A. 2,7cm/s.

B. 27cm/s.

C. 3cm/s.

D. 0cm/s.

1.20. Một vật tham gia đồng thời hai dao động cùng phương, cùng tần số có biên độ lần lượt là : $A_1 = 3$ cm và $A_2 = 4$ cm. Biên độ của dao động tổng hợp **không** thể nhận giá trị

A. 5,7cm.

B. 1,0cm.

C. 7,5cm.

D. 5,0cm.

1.21. Một vật thực hiện đồng thời hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình : $x_1 = 2\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (cm) ; $x_2 = 2\sin 5\pi t$ (cm).

Vận tốc của vật tại thời điểm $t = 2$ s là

A. -10π (cm/s).

B. 10π (cm/s).

C. π (cm/s).

D. $-\pi$ (cm/s).

1.22. Hai dao động điều hoà cùng phương, cùng tần số có phương trình dao động là :

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \frac{\pi}{3}) \text{ (cm)} \text{ và } x_2 = A_2 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \text{ (cm)}. \text{ Phương trình dao động tổng}$$

hợp là : $x = 9 \cos(\omega t + \varphi)$ (cm). Biên độ A_1 thay đổi được. Biết A_1 có giá trị sao cho A_2 có giá trị lớn nhất. Giá trị lớn nhất của A_2 khi đó là

- A. 18cm. B. 9cm. C. $9\sqrt{3}$ cm. D. $9\sqrt{2}$ cm.

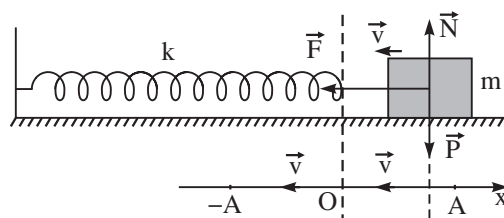
Chủ đề 2

CON LẮC LÒ XO

I – KIẾN THỨC CẦN NHỚ

1. Con lắc lò xo là một vật nặng có khối lượng m gắn vào đầu một lò xo có khối lượng không đáng kể, đầu kia của lò xo cố định, lò xo có độ cứng k (Hình 2.1).

2. Vì trọng lực $\vec{P}$ và phản lực $\vec{N}$ tác dụng vào vật cân bằng nhau nên hợp lực F có tác dụng vào vật là lực đàn hồi $F = -kx$ của lò xo (nằm ngang) (có vai trò lực kéo về) (Hình 2.1).



(1)

Hình 2.1

Phương trình động lực học của dao động :

$$x'' + \frac{k}{m}x = 0, \text{ hay } x'' + \omega^2 x = 0$$

với $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ là tần số góc của dao động.

Phương trình dao động : $x = A \cos(\omega t + \varphi)$.

$$\text{Chu kỳ dao động của con lắc lò xo : } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (2)$$

3. Thế năng (đàn hồi) W_t của vật dao động :

$$W_t = \frac{kx^2}{2} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

Động năng W_d của vật dao động :

$$W_d = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \quad (4)$$

Động năng và thế năng *biến đổi tuần hoàn* theo thời gian với tần số góc bằng 2ω và với chu kỳ $T = \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

Cơ năng của vật nặng dao động :

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2 \quad (5)$$

Cơ năng của con lắc lò xo tỉ lệ với bình phương của biên độ dao động. Khi không có ma sát, cơ năng của con lắc lò xo được bảo toàn.

4. Con lắc lò xo (treo) thẳng đứng (Hình 2.2a và 2.2b)

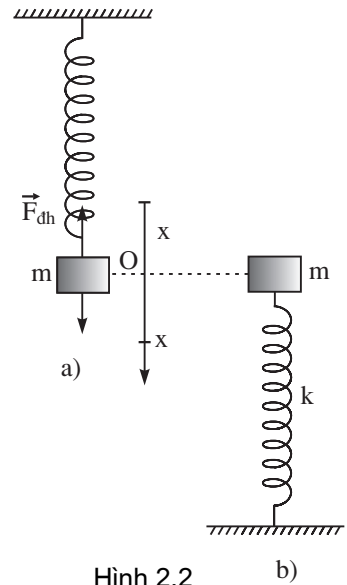
– Vật nặng chịu tác dụng của hợp lực, của trọng lực P ($P = mg$) và lực đàn hồi F_{dh} ($F_{dh} = -k(x + \Delta l)$, Δl là độ giãn của lò xo tại vị trí cân bằng O , $\Delta l = \frac{mg}{k}$).

– Tần số góc và chu kỳ dao động của con lắc lò xo thẳng đứng :

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}, \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (6)$$

– Thế năng W_t của vật dao động bao gồm thế năng trọng trường W_{tt} và thế năng đàn hồi ($W_{dh} = \frac{1}{2}k(x + \Delta l)^2$).

– Cơ năng của con lắc lò xo thẳng đứng có biểu thức $W = \frac{1}{2}k(A + \Delta l)^2$, được bảo toàn (chọn mốc tính thế năng trọng trường tại vị trí biên dưới).

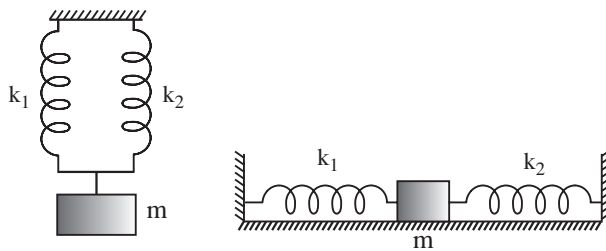


Hình 2.2

5. Chú ý

Nếu vật m của con lắc gắn với hai lò xo có độ cứng k_1 và k_2 thì ta đưa về một lò xo tương đương có độ cứng k .

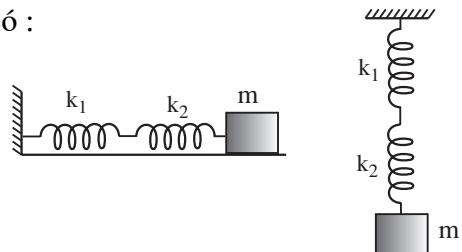
– Trường hợp hai lò xo mắc song song (Hình 2.3) ta có : $k = k_1 + k_2$ (7)



Hình 2.3

– Trường hợp hai lò xo mắc nối tiếp (Hình 2.4) ta có :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \quad \text{hay} \quad k = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \quad (8)$$



Hình 2.4