

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

I. MỞ ĐẦU:

1. Lý do chọn đề tài:

- + Chương sóng cơ Vật lý 12 THPT sách giáo khoa đưa ra các kiến thức rất cơ bản, chủ yếu xét cho trường hợp hai nguồn kết hợp và cùng pha, tuy nhiên việc nghiên cứu, phát triển bài toán, đi sâu tìm hiểu các dạng toán hai nguồn kết hợp cùng pha, ngược pha, vuông pha cho học sinh khá, giỏi thực tế không ít học sinh và giáo viên còn nhiều vướng mắc
- + Thực tế nhiều năm gần đây trong các đề thi tốt nghiệp THPT, học sinh giỏi cấp tỉnh, các câu hỏi trong đề thi đại học đã có hướng yêu cầu học sinh trên cơ sở nắm vững kiến thức cơ bản, suy luận đi sâu và phát hiện dự đoán các hiện tượng vật lý trong bài toán một cách nhanh chóng, khoa học. Việc rèn cho học sinh biết cách giải bài tập một cách khoa học, đảm bảo đi đến kết quả một cách chính xác và nhanh nhất là một việc rất cần thiết. Nó không những giúp học sinh nắm vững kiến thức mà còn rèn cho học sinh kỹ năng suy luận lôgic, làm việc một cách khoa học và có kế hoạch.
- + Qua nhiều năm giảng dạy môn Vật lý bản thân tôi nhận thấy học sinh khi lớp 12 kỹ năng giải bài tập vật lý chương sóng cơ còn nhiều hạn chế, mỗi học sinh trình bày cách giải theo cách suy luận riêng của mình, tuy nhiên các cách đó thường rườm rà, thiếu bài bản khoa học nên dài dòng thậm chí làm phức tạp hoá bài toán. Từ các vấn đề nêu trên tôi quyết định lựa chọn và viết sáng kiến kinh nghiệm:

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

2. Mục đích, phương pháp và phạm vi nghiên cứu:

- + Mục đích của đề tài này nhằm giúp cho học sinh có kiến thức toàn diện và sâu sắc hơn về hiện tượng giao thoa của hai nguồn kết hợp trong chương trình trung học phổ thông, trang bị phương pháp suy luận lôgic, dự đoán các hiện tượng sẽ xảy ra trong khi xét hiện tượng giao thoa hai nguồn kết hợp ngược pha và vuông pha
- + Phương pháp nghiên cứu:
 - Đọc các sách giáo khoa vật lý phổ thông, sách tham khảo về vật lý, tạp chí vật lý, các sách đại học liên quan đến nội dung đề tài. Chọn lọc các bài toán có dạng đặc trưng được suy ra từ các cách lập luận tương tự, có tính hữu hiệu trong việc ứng dụng giải các bài toán trong thi tốt nghiệp, thi học sinh giỏi tỉnh và thi Đại học.

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

sóng cơ”

- Qua thực tế giảng dạy lâu năm của bản thân đã được tiếp cận với nhiều học sinh khá, giỏi có năng khiếu môn vật lý, bằng việc phân tích, tổng hợp kinh nghiệm trong quá trình giảng dạy và cá hiện tượng liên quan trong thực tế

+ Phạm vi nghiên cứu đề tài này là các dạng bài toán xác định biên độ tổng hợp, tính các điểm cực đại, cực tiểu trong giao thoa của hai nguồn kết hợp ngược pha, vuông pha; một số dạng bài tập mới trong giao thoa hai nguồn kết hợp cùng pha.

- Nghiên cứu sâu về việc giải bài toán từ tổng quát đến cụ thể của vật lý học trong chương trình Vật lý trung học phổ thông

3. Cấu trúc của sáng kiến kinh nghiệm.

* I. Mở đầu

* II. Nội dung

Chương 1: Giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn kết hợp A, B ngược pha, vuông pha.

1. Trường hợp tổng quát
2. Giao thoa của hai nguồn kết hợp, ngược pha
3. Giao thoa của hai nguồn kết hợp vuông pha.

Chương 2: Một số dạng bài tập điển hình giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn kết hợp A, B cùng pha

1. Trường hợp tổng quát
2. Một số dạng bài tập điển hình

* III. Kết luận.

* IV. Tài liệu tham khảo

II: NỘI DUNG

Chương 1: Giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn kết hợp A, B ngược pha, vuông pha.

1. Trường hợp tổng quát giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn sóng kết hợp A, B

Xét điểm M cách hai nguồn A, B lần lượt là d_1, d_2 (Hình vẽ 1)

Phương trình sóng tại 2 nguồn có dạng tổng quát: $u_1 = A\cos(2\pi ft + \varphi_1)$ và $u_2 = A\cos(2\pi ft + \varphi_2)$

Phương trình sóng tại M do hai sóng từ hai nguồn truyền tới:

$$u_{1M} = A\cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d_1}{\lambda} + \varphi_1\right) \text{ và } u_{2M} = A\cos\left(2\pi ft - 2\pi \frac{d_2}{\lambda} + \varphi_2\right)$$

Phương trình giao thoa sóng tổng hợp tại M : $u_M = u_{1M} + u_{2M}$

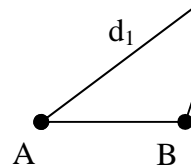
(Áp dụng công thức: $\cos a + \cos b = 2\cos \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2}$) ta có

$$\Leftrightarrow u_M = 2A\cos\left[\pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right] \cos\left[2\pi ft - \pi \frac{d_1 + d_2}{\lambda} + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

vẽ 1)

$$\text{Vậy biên độ dao động tổng hợp tại M: } A_M = 2A \left| \cos\left(\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2}\right) \right| \quad (1); \text{ với}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$$



(Hình

2. Giao thoa của hai nguồn kết hợp A, B dao động ngược pha:

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

Khi đó $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \pm\pi$; Tổng quát $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1)\pi$

Từ biểu thức (1), ta nhận thấy biên độ giao động tổng hợp là:

$$A_M = 2A \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right|. \quad (2)$$

Dạng1: Xác định biên độ dao động tại trung điểm của đường nối hai nguồn (trung điểm của AB)

Ví dụ 1: Tại hai điểm A và B trong một môi trường truyền sóng có hai nguồn sóng kết hợp, dao động cùng phương với phương trình lần lượt là $u_A = A\cos\omega t$ và $u_B = A\cos(\omega t + \pi)$. Biết vận tốc và biên độ sóng do mỗi nguồn tạo ra không đổi trong quá trình truyền sóng. Trong khoảng giữa A và B có giao thoa sóng do hai nguồn trên gây ra. Xác định biên độ dao động của phần tử vật chất tại trung điểm của đoạn AB ?

Nhận xét và giải bài toán:

- Nếu O là **trung điểm** của đoạn AB thì **tại O** hoặc các điểm nằm trên đ-ờng trung trực của đoạn A, B sẽ dao động với biên độ cực tiểu và bằng: $A_M = 0$ (vì lúc này $d_1 = d_2$); Đây là một nhận xét khá tiện lợi giúp cho học sinh nhớ và trả lời được tính chất của vân giao thoa đi qua đường trung trực trong trường hợp hai nguồn dao động ngược pha.

- Kết quả trong trường hợp hai nguồn dao động ngược pha tại trung điểm(hoặc đường trung trực) $A_M = 0$ trái ngược với kết quả trong trường hợp hai nguồn dao động cùng pha $A_M = 2A$; giúp học sinh dễ nhớ và phát hiện nhanh trong các bài toán trắc nghiệm vì tính đảo ngược kết quả.

Ví dụ 2: Hai sóng nước đ-ợc tạo bởi các nguồn S_1, S_2 có b-ớc sóng nh- nhau và bằng 0,8.cm. Mỗi sóng riêng biệt gây ra tại M, cách A một đoạn $d_1 = 3$.cm và cách B một đoạn $d_2 = 5$.cm, dao động với biên độ bằng A. Nếu dao động tại các nguồn ng-ợc pha nhau thì biên độ dao động tại M do cả hai nguồn gây ra là bao nhiêu ?

Phân tích và giải: Do hai nguồn dao động ng-ợc pha nên biên độ dao động tổng

hợp tại M có biểu thức: $A_M = 2A \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right|$;

thay các giá trị đã cho vào biểu thức này ta có : $A_M = 2A \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi(5-3)}{0,8} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right| = 2A$

Nhận xét bài toán:

Với dạng toán này, khi học sinh đã biết cách xây dựng và nhớ công thức xác định biên độ tổng hợp của hai nguồn kết hợp nói chung và hai nguồn dao động ngược pha nói riêng thì việc giải bài toán trở nên thuận tiện, đi đến kết quả nhanh chóng thích hợp cho tình huống trắc nghiệm.

Dạng2: Xác định số điểm cực đại, cực tiểu trên AB là đoạn thẳng nối hai nguồn:

2.1. Xác định số điểm cực đại trên AB là đoạn thẳng nối hai nguồn:

Xét điểm M thuộc AB là điểm dao động cực đại, ta có: $A_M = 2A \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right| =$

$2A$

$\Rightarrow \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right| = 1 \Rightarrow \frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2} = k\pi$ từ đó ta có: $d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$; ($k \in \mathbb{Z}$)

)

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

Vậy khi tìm số điểm cực đại trên A, B thì M phải thỏa mãn hệ:
$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \\ d_2 + d_1 = AB \end{cases}$$

(*) ;

Giải hệ phương trình (*),

chú ý xét M di chuyển từ A đến B, khi đó : $0 \leq d_1 \leq AB \Rightarrow -\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2}$ (3)

-Số đường hoặc số điểm (xét đến vị trí hai nguồn): Lấy dấu =

- Số đường hoặc số điểm (không xét đến vị trí hai nguồn): Không lấy dấu =

2.2. Xác định số điểm cực tiểu trên AB là đoạn thẳng nối hai nguồn:

- Lập luận tương tự như (2.1). Gọi M thuộc AB là điểm dao động cực tiểu, ta có:

$$A_M = 2A \cdot \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right| = 0, \quad \text{suy ra} \quad \left| \cos\left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2}\right) \right| = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2} = \pm \frac{\pi}{2} + k\pi; \quad (k \in \mathbb{Z})$$

Vậy, ta có $d_2 - d_1 = k\lambda$;

Vậy khi tìm số điểm cực đại trên A, B , thì M phải thỏa mãn hệ:
$$\begin{cases} d_2 - d_1 = k\lambda \\ d_2 + d_1 = AB \end{cases} \quad (**)$$

Giải hệ phương trình (**) tương tự , khi đó $0 \leq d_1 \leq AB \Rightarrow -\frac{AB}{\lambda} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda}$ (4)

Ta có:

-Số đường hoặc số điểm (xét đến vị trí hai nguồn): Lấy dấu =

- Số đường hoặc số điểm (không xét đến vị trí hai nguồn): Không lấy dấu =

Ví dụ 1: Ở bề mặt một chất lỏng có hai nguồn phát sóng kết hợp S_1 và S_2 cách nhau 20cm. Hai nguồn này dao động theo phương thẳng đứng có phương trình lần lượt là $u_1 = 5\cos 40\pi t$ (mm) và

$u_2 = 5\cos(40\pi t + \pi)$ (mm). Tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 80 cm/s. Xác định số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn thẳng $S_1 S_2$

+Phân tích và giải bài toán:

Sau khi lập luận đi đến công thức (4) , thì điều học sinh phải tính ở đây là bước sóng

$\lambda = v/f = 4\text{cm}$ và $f = \omega/2\pi = 20$; Thay số vào (4) , đi đến $-5,5 \leq k \leq 4,5$; $(k \in \mathbb{Z})$ đếm các giá trị của k thỏa mãn: $k = -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4$.

Vậy trên đoạn thẳng AB có 10 điểm dao động cực đại

- Trong trường hợp bài toán này tại 2 điểm A,B không có cực đại

- Nếu tình huống trắc nghiệm học sinh chỉ cần nhớ đúng công thức tính số điểm dao động với biên độ cực tiểu trên đoạn thẳng S_1, S_2 trong trường hợp 2 nguồn kết hợp, cùng pha là rút được kết quả

Ví dụ 2: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn sóng cùng biên độ cùng tần số và ngược pha. Nếu khoảng cách giữa hai nguồn là $AB = 16,2\lambda$ thì số điểm đứng yên và số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB là bao nhiêu?

Nhận xét và giải bài toán:

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

sóng cơ”

- Với dạng bài toán đã cho, khi học sinh đã hiểu cách xây dựng và nhớ các công thức xác định số điểm cực đại, cực tiểu (đứng yên) thì việc trả lời bài toán trở nên dễ dàng
- Sự đảo ngược cho 2 trường hợp: Công thức xác định số điểm cực đại trên đường nối hai nguồn cùng pha ứng với công thức xác định số điểm cực tiểu (Hai nguồn cùng pha) và ngược lại

Thật vậy, ta có số điểm cực tiểu :

$$\text{Áp dụng: } -\frac{AB}{\lambda} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda}, \text{ thế số } -\frac{16,2\lambda}{\lambda} \leq k \leq \frac{16,2\lambda}{\lambda} \Rightarrow -16,2 \leq k \leq 16,2; (k \in \mathbb{Z})$$

Các giá trị của k thỏa mãn là: -16, -15, ..., -1, 0, 1, ..., 15, 16. Vậy số điểm cực tiểu là 33

* Số điểm cực đại là: $-\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2}$, thế số ta có $-\frac{16,2l}{l} \leq k \leq \frac{16,2l}{l}$ từ đó suy ra

$$-16,7 \leq k \leq 15,7; (k \in \mathbb{Z})$$

Đếm số giá trị của k thỏa mãn là 32, vậy trên AB có 32 điểm cực đại.

* Trường hợp bài toán trên thì tại vị trí hai nguồn không tồn tại cực đại hoặc cực tiểu (vì dấu bằng không xảy ra)

Dạng 3: Xác định số điểm cực đại, cực tiểu trên đoạn thẳng CD tạo với AB một hình vuông hoặc hình chữ nhật

Ví dụ 1: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B cách nhau 20(cm) dao động theo phương thẳng đứng với phương trình $U_A = 2 \cdot \cos(40\pi t)(mm)$ và $U_B = 2 \cdot \cos(40\pi t + \pi)(mm)$; t(s). Biết tốc độ truyền sóng trên mặt chất lỏng là 30(cm/s). Xét hình vuông ABCD thuộc mặt chất lỏng. Số điểm dao động với biên độ cực đại, cực tiểu trên đoạn BD là :

Phân tích và giải : Ta có $BD = \sqrt{AD^2 + AB^2} = 20\sqrt{2}(cm)$

$$\text{Với } \omega = 40\pi(\text{rad/s}) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40\pi} = 0,05(s)$$

Vậy : $\lambda = v \cdot T = 30 \cdot 0,05 = 1,5cm$; **Đặt** $d_2 = BD$, $d_1 = AD$

Theo đề bài hai nguồn là ngược pha, từ đó:

$$\text{- Xét tại D, giả sử tại đó có cực đại, khi đó: } d_2 - d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = 20(\sqrt{2} - 1) \quad ($$

Hình vẽ 2)

Thế số, ta có $k = 5,02$ suy ra, càng xa D về phía dương này thì k tăng, vậy gần D nhất về phía dương có CĐ $k=5$

- Xét tại B phía âm $-\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{2} \leq k \Rightarrow -13,8 = \frac{-20}{1,5} - \frac{1}{2} \leq k$, suy ra gần B nhất (ngoài đoạn BD) có CĐ $k = -13$

Vậy các giá trị của k thỏa bài toán là : 5, 4, ..., 1, 0, -1, ..., -12, -13.

Kết luận có 19 cực đại trên đoạn BD

* Tương tự, nếu dùng công thức cho trường hợp cực tiểu : $d_2 - d_1 = k\lambda; -\frac{AB}{\lambda} \leq k$; ($k \in \mathbb{Z}$)

Lập luận đi đến, số điểm cực tiểu trên đoạn BD là 18.

+ Nhận xét bài toán:

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa

sóng cơ”

- Với cách giải nh- đã trình bày ở trên nh- ng cần chú ý cho học sinh lúc này là tìm số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn DB là đường chéo của hình vuông đã cho.

- Vận dụng điều giả sử ban đầu để đi đến kết luận số bậc cực đại tại hai điểm giới hạn B, D từ đó đi đến đáp số.

- Với trường hợp tính số điểm cực tiểu trên đoạn BD sau khi đã tính được số cực đại thì học sinh chỉ cần lí luận là xen giữa 2 CĐ có 1 cực tiểu, nên số Cực tiểu sẽ là : $19-1=18$.

3. Giao thoa của hai nguồn A, B dao động vuông pha:

Khi đó $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pm \frac{\pi}{2}$, tổng quát: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (2k+1)\frac{\pi}{2}$

Từ biểu thức (1), ta nhận thấy biên độ giao động tổng hợp là:

$$A_M = 2A \left| \cos \left(\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right) \right|$$

thế vào ta có $A_M = 2A \left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{4} \right) \right|$ (5)

Dạng1: Xác định biên độ dao động tại trung điểm của đường nối hai nguồn:

Ví dụ1: Trên mặt nước có hai nguồn A, B dao động lần l-ợt theo ph-ơng trình

$$U_A = a \cdot \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})(cm) \quad \text{và} \quad U_B = a \cdot \cos(\omega t + \pi)(cm).$$

Coi vận tốc và biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng.

Các điểm thuộc mặt n-ớc nằm trên đ-ờng trung trực của đoạn AB sẽ dao động với biên độ:

A. $a\sqrt{2}$ B. $2a$ C. **0** D. a

Phân tích và giải: Do bài ra cho biểu thức hai nguồn U_A, U_B , ta thấy

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pi - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$$

vậy hai nguồn dao động vuông pha. Từ công thức (5), vì lúc này $d_1 = d_2$, nên các điểm thuộc mặt n-ớc nằm trên đ-ờng trung trực của AB sẽ dao động với biên độ ta có $A_M = A\sqrt{2}$

Nhận xét bài toán:

-Sau khi học sinh đã xây dựng và nắm được công thức tính biên độ dao động tổng hợp (5), thì vấn đề còn lại là dấu hiệu để nhận biết hai nguồn dao động ngược pha

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pm \frac{\pi}{2}$$

-Nếu là bài toán trắc nghiệm tương tự, thì học sinh sẽ phát hiện ra đáp án rất nhanh.

Dạng2: Xác định số điểm cực đại, cực tiểu trên AB

Xét điểm M thuộc AB là điểm dao động cực đại, ta có: $A_M = 2A \left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{2} \right) \right| =$

$2A$

$$\Rightarrow \left| \cos \left(\frac{\pi(d_2 - d_1)}{\lambda} \pm \frac{\pi}{4} \right) \right| = 1 \Rightarrow \text{ từ đó ta có: } d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{4})\lambda \quad ; \quad (k \in \mathbb{Z})$$

Vậy khi tìm số điểm cực đại trên A, B, thì M phải thỏa mãn hệ:
$$\begin{cases} d_2 - d_1 = (k + \frac{1}{4})\frac{\lambda}{2} \\ d_2 + d_1 = AB \end{cases}$$

(***) ;

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa

sóng cơ”

Giải hệ phương trình (***) ,

$$\text{chú ý xét M di chuyển từ A đến B, khi đó } 0 \leq d_1 \leq AB \Rightarrow -\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{4} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{4} \quad (6)$$

-Số đường hoặc số điểm (xét đến vị trí hai nguồn): Lấy dấu =

- Số đường hoặc số điểm (không xét đến vị trí hai nguồn): Không lấy dấu =

* Xét tương tự đi đến kết luận số cực đại trên A, B bằng số cực tiểu

Ví dụ2: Trên mặt n-ớc có hai nguồn kết hợp A,B cách nhau 10(cm) dao động theo các ph-ong trình : $u_1 = 0,2.\cos(50\pi t + \pi)cm$ và $u_2 = 0,2.\cos(50\pi t + \frac{\pi}{2})cm$. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt n-ớc là 0,5(m/s). Tính số điểm dao động cực đại và cực tiểu trên đoạn A,B.

Phân tích và giải:

Nhìn vào ph-ong trình ta thấy A, B là hai nguồn dao động vuông pha $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \pm \frac{\pi}{2}$ nên số điểm dao động cực đại và cực tiểu là bằng nhau và thỏa mãn :

$$-\frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{4} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda} - \frac{1}{4} \quad \text{điều kiện } (k \in \mathbb{Z})$$

Với $\omega = 50\pi(\text{rad} / s) \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{50\pi} = 0,04(s)$ Vậy : $\lambda = v.T = 0,5.0,04 = 0,02(m) = 2cm$.

Thay số : $-\frac{10}{2} - \frac{1}{4} \leq k \leq \frac{10}{2} - \frac{1}{4}$ vậy $-5,25 \leq k \leq 4,75$: Đếm số các giá trị thỏa mãn của $k = -5, \dots, -1, 0, 1, \dots, 4$

Kết luận : Có 10 điểm dao động với biên độ cực đại và 10 điểm dao động với biên độ cực tiểu.

+Nhận xét bài toán: Khắc sâu để học sinh nhớ rằng trong trường hợp hai nguồn dao động vuông pha thì số điểm dao động tổng hợp có biên độ cực đại (Số đường cực đại) luôn bằng số điểm dao động tổng hợp có biên độ cực tiểu (Số đường cực tiểu).

Chương2: Một số dạng bài tập điển hình giao thoa của hai sóng phát ra từ hai nguồn

kết hợp A, B cùng pha

1.Tổng quát: Xây dựng tương tự (như mục 1- chương1)

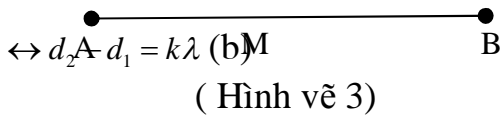
Đi đến biên độ dao động tổng hợp tại M:

$$A_M = 2A \left| \cos \left(\pi \frac{d_1 - d_2}{\lambda} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right) \right|, \text{ vì hai nguồn cùng pha ta có } (\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 0),$$

tổng quát $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = k2\pi$; $(k \in \mathbb{Z})$

*Xác định vị trí các điểm dao động với biên độ cực đại(điểm bụng) và các điểm dao động với biên độ cực tiểu (điểm nút) trên đoạn thẳng A, B. Đặt $d_1 = AM$; $d_2 = BM$, khi xét M di chuyển trên AB

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”



Ta có $d_1 + d_2 = AB$ (a) , Mặt khác

Cộng (a) và (b) $\Rightarrow \begin{cases} d_1 = \frac{AB}{2} + k \frac{\lambda}{2} \\ 0 \leq d_1 \leq AB \end{cases}$ (7) \Rightarrow Giới hạn của k; ($k \in \mathbb{Z}$)

+ Kết quả: có bao nhiêu giá trị k nguyên \leftrightarrow có bấy nhiêu điểm bụng, thay vào (7) \Rightarrow vị trí các điểm bụng

+ Tương tự nếu tại M có điểm nút $\leftrightarrow d_1 - d_2 = (k + \frac{1}{2})\lambda$ (c)

Cộng (a) và (c) $\Rightarrow \begin{cases} d_1 = \frac{AB}{2} + (k + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2} \\ 0 \leq d_1 \leq AB \end{cases}$ (8) \Rightarrow Giới hạn của k; điều kiện ($k \in \mathbb{Z}$)

+ Kết quả: có bao nhiêu k nguyên \leftrightarrow có bấy nhiêu điểm nút, thay vào (8) \Rightarrow vị trí nút

Dạng 1: Xác định số điểm dao động cực đại, cực tiểu trên đường tròn tâm o là trung điểm của AB

Ví dụ: Trên mặt n-ớc có hai nguồn sóng n-ớc A, B giống hệt nhau cách nhau một khoảng $AB = 4,8\lambda$. Trên đ-ờng tròn nằm trên mặt n-ớc có tâm là trung điểm O của đoạn AB có bán kính $R = 5\lambda$ sẽ có số điểm dao động với biên độ cực đại và cực tiểu là bao nhiêu ? :

- A. 9 B. 16 C. 18 D. 14

Phân tích và giải:

-Do đ-ờng tròn tâm O có bán kính $R = 5\lambda$ còn $AB = 4,8\lambda$ nên đoạn AB chắc chắn thuộc đ-ờng tròn. Vì hai nguồn A, B giống hệt nhau nên dao động cùng pha.

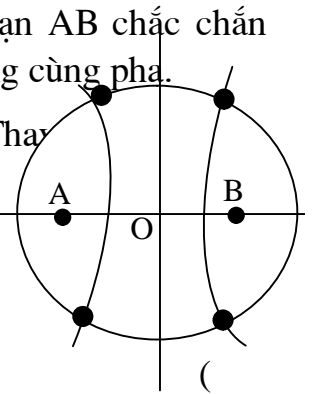
Số điểm dao động với biên độ cực đại trên AB là : $-\frac{AB}{\lambda} \leq k \leq \frac{AB}{\lambda}$ Thay

$-\frac{4,8\lambda}{\lambda} \leq k \leq \frac{4,8\lambda}{\lambda}$ Hay : $-4,8 \leq k \leq 4,8$. Các giá trị nguyên của k

Thỏa mãn là k : -4, ..., -1, 0, 1, ..., 4

-Kết luận trên đoạn AB có 9 điểm dao động với biên độ cực đại hay trên đ-ờng tròn tâm O có $2.9 = 18$ điểm.

Hình vẽ 4)



-Xen giữa hai cực đại liên tiếp có 1 cực tiểu, nên số cực tiểu trên AB sẽ là 8, vậy số cực tiểu

Trên đường tròn tâm o là $2.8 = 16$ điểm

+Nhận xét bài toán: Gặp phải dạng toán này cần lưu ý cho học sinh:

-Nếu bán kính đường tròn $R \geq \frac{AB}{2}$ thì kết luận như trong ví dụ trên

-Nếu bán kính đường tròn $R < \frac{AB}{2}$ thì ta cần tính số cực đại, cực tiểu trên đoạn

thẳng $A'O B'$ cùng phương với AB, $2R = A'O B'$ sau đó kết luận tương tự như trường hợp trên.

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

sóng cơ”

Dạng2: Xác định số điểm cực đại, cực tiểu trên đoạn thẳng là đường trung trực của AB cách AB một đoạn x

Ví dụ: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp, dao động cùng pha A,B cách nhau một đoạn 12cm đang dao động vuông góc với mặt nước tạo ra sóng với bước sóng 1,6cm. Gọi C là một điểm trên mặt nước cách đều hai nguồn và cách trung điểm O của đoạn AB một khoảng 8cm. Trên đoạn CO, xác định số điểm dao động :

1). Cùng pha với nguồn?

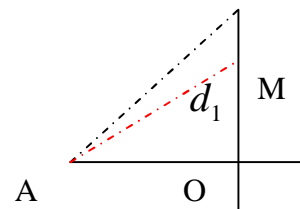
2). Ngược pha với nguồn?

+Phân tích và giải bài toán:

1). Xác định số điểm dao động cùng pha với nguồn:

Do hai nguồn dao động cùng pha nên để đơn giản ta cho pha ban đầu của chúng bằng : $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$

- Độ lệch pha giữa hai điểm trên phương truyền sóng , $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$.



(Hình

vẽ 5)

- Xét điểm M nằm trên đường trung trực của AB cách A một đoạn d_1 và cách B một đoạn d_2 . Suy ra $d_1=d_2$. Mặt khác điểm M dao động cùng pha với nguồn nên $\Delta\varphi = \frac{2\pi d_1}{\lambda} = k2\pi$. Hay : $d_1 = k\lambda = 1,6k(1)$. Theo hình vẽ ta thấy $AO \leq d_1 \leq AC$ (2). Thay

(1) vào (2) ta có :

$$\frac{AB}{2} \leq 1,6k \leq \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2} \quad (\text{Do } AO = \frac{AB}{2} \text{ và } AC = \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2} = 10\text{cm})$$

Tương đương: $6 \leq 1,6k \leq 10 \Rightarrow 3,75 \leq k \leq 6,25 \Rightarrow \begin{cases} k = 4 \\ k = 5 \\ k = 6 \end{cases}$ Kết luận trên đoạn CO có 3

điểm dao động cùng pha với nguồn.

2). Xác định số điểm dao động ngược pha với nguồn

Tương tự như câu (1), khi xét điểm M dao động ngược pha với nguồn nên

độ lệch pha của điểm M so với các nguồn A, B là : $\Delta\varphi = \frac{2\pi d_1}{\lambda} = (2k+1)\pi$

Hay: $d_1 = (2k+1)\frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{1,6}{2} = (2k+1).0,8$.(1)

Theo hình vẽ ta thấy $AO \leq d_1 \leq AC$ (2). Thay (1) vào (2) ta có :

$$\frac{AB}{2} \leq (2k+1)0,8 \leq \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2} \quad (\text{Do } AO = \frac{AB}{2} \text{ và } AC = \sqrt{\left(\frac{AB}{2}\right)^2 + OC^2})$$

Tương đương: $6 \leq (2k+1)0,8 \leq 10 \Rightarrow 3,25 \leq k \leq 5,75 \Rightarrow \begin{cases} k = 4 \\ k = 5 \end{cases}$ Kết luận trên đoạn CO có 2

điểm dao động ngược pha với nguồn.

*Nhận xét bài toán:

- Với trường hợp câu 2) ta không cần phải lập luận giải như câu 1, học sinh chỉ cần nhớ xen giữa hai cực đại là một cực tiểu, nên số cực tiểu trên đoạn CO bằng (số cực đại – 1) là 2. Điều này khá tiện lợi khi có tình huống trắc nghiệm.

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

sóng cơ”

-Dạng bài toán này liên quan đến kiến thức về độ lệch pha giữa hai điểm bất kỳ trên cùng một phương truyền sóng $\Delta\varphi = \frac{2\pi d}{\lambda}$, tính chất của hai điểm dao động cùng pha

$\Delta\varphi = \frac{2\pi d_1}{\lambda} = k2\pi$, ngược pha $\Delta\varphi = \frac{2\pi d_1}{\lambda} = (2k+1)\pi$

-Học sinh vận dụng được kiến thức hình học linh hoạt vào xử lí bài toán $AO \leq d_1 \leq AC$; từ đó tìm được số các giá trị của k thỏa mãn các trường hợp bài toán.

Dạng 3: Dạng bài tập xác định khoảng cách ngắn nhất và lớn nhất từ một điểm bất kỳ đến hai nguồn

Ví dụ 1: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp AB cách nhau 40cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f=10(\text{Hz})$, vận tốc truyền sóng $2(\text{m/s})$. Gọi M là một điểm nằm trên đường vuông góc với AB tại đó dao động với biên độ cực đại. Đoạn AM có giá trị lớn nhất là :

- A. 20cm B. 30cm C. 40cm D. 50cm

+Phân tích và giải bài toán:

Do M là một cực đại giao thoa nên để đoạn AM có giá trị lớn nhất thì M phải ở trên đường cực đại gần đường trung trực nhất, nghĩa là nó phải ở trên đường cực đại bậc nhất về phía A ;(Hình vẽ 6)

Ta có $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{200}{10} = 20(\text{cm})$.

Vì $d_2 - d_1 = k\lambda = 1.20 = 20(\text{cm})$ (1). (do lấy $k=+1$)

-Mặt khác, do tam giác AMB là tam giác vuông tại A nên ta có :

$AM = d_2 = \sqrt{(AB)^2 + (AM)^2} = \sqrt{40^2 + d_1^2}$ (2) Thay (2) vào (1) ta được :

Hình vẽ 6)

$\sqrt{40^2 + d_1^2} - d_1 = 20 \Rightarrow d_1 = 30(\text{cm})$; Đáp án **B**

*Nhận xét bài toán:

-Do phân bố của họ các đường cực đại và cực tiểu giao thoa là họ các hypebol nên hiển nhiên điểm xét M phải ở cực đại bậc 1, đây là nhận xét quan trọng trong bài toán, có tính định hướng việc giải bài toán

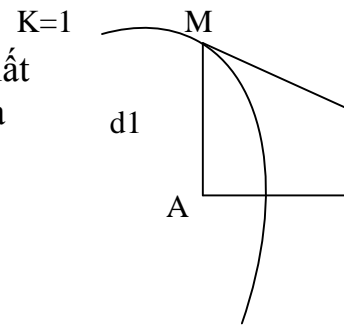
-Theo hình vẽ việc chọn lựa $d_2 = BM$, $d_1 = AM$, nên $k = 1$, từ đó giải đi đến đáp số bài toán

Ví dụ 2: Trên bề mặt chất lỏng có hai nguồn kết hợp AB cách nhau 100cm dao động cùng pha. Biết sóng do mỗi nguồn phát ra có tần số $f=10(\text{Hz})$, vận tốc truyền sóng $3(\text{m/s})$. Gọi M là một điểm nằm trên đường vuông góc với AB tại đó A dao động với biên độ cực đại. Đoạn AM có giá trị nhỏ nhất là :

- A. 5,28cm B. 10,56cm C. 12cm D. 30cm

+Phân tích và giải bài toán:

-Do M là một cực đại giao thoa nên để đoạn AM có giá trị nhỏ nhất thì M phải ở trên đường cực đại xa đường trung trực nhất, nghĩa là nó phải ở trên đường cực đại có bậc lớn nhất về phía A (Hình vẽ 6)



“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

sóng cơ”

- Tính $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{300}{10} = 30(\text{cm})$.

- Số vân dao động với biên độ cực đại trên đoạn AB thỏa mãn điều kiện :
 $-AB < d_2 - d_1 = k\lambda < AB$. Hay : $\frac{-AB}{\lambda} < k < \frac{AB}{\lambda} \Leftrightarrow \frac{-100}{3} < k < \frac{100}{3} \Leftrightarrow -3,3 < k < 3,3$. Suy ra :

$k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$. Vậy để đoạn AM có giá trị bé nhất thì M phải nằm trên đường cực đại bậc 3 như hình vẽ và thỏa mãn : $d_2 - d_1 = k\lambda = 3.30 = 90(\text{cm})$ (1) (do lấy $k=3$)

- Mặt khác, do tam giác AMB là tam giác vuông tại A nên ta có :

$$AM = d_2 = \sqrt{(AB)^2 + (AM)^2} = \sqrt{100^2 + d_1^2} \quad (2)$$
 Thay (2) vào (1) ta được :

$$\sqrt{100^2 + d_1^2} - d_1 = 90 \Rightarrow d_1 = 10,56(\text{cm}) . \text{Đáp án B}$$

*Nhận xét bài toán:

- Với cách lập luận tương tự như bài toán 1, mấu chốt của bài toán lại phải tìm thêm bậc cực đại lớn nhất về phía A

- Áp dụng kiến thức hình học để suy ra yêu cầu bài toán.

Ví dụ 3: Trong thí nghiệm về hiện tượng giao thoa sóng trên mặt nước hai nguồn kết hợp A và B dao động với tần số $f=13(\text{Hz})$. Tại 1 điểm M cách nguồn A B những khoảng $d_1=16(\text{cm})$ và $d_2=20(\text{cm})$, sóng có biên độ cực đại. Giữa M và đường trung trực của AB có 3 dãy cực đại khác. Tính vận tốc truyền sóng trên mặt nước?

+Phân tích và giải bài toán:

Xét M là một cực đại giao thoa và giữa M với đường trung trực của AB có thêm ba cực đại khác tổng cộng có 4 cực đại, vì $d_1 < d_2$ nên trên hình vẽ M nằm lệch về bên trái của AB. (Hình vẽ minh họa như h.7) và tổng ứng $K=4$ (Do k là số cực đại giao thoa)

Hiệu đường đi để tại đó sóng có biên độ cực đại là :

$$d_2 - d_1 = kl \Rightarrow 20 - 16 = 4l \Rightarrow l = 1(\text{cm}) \quad (\text{do thay } k=4)$$

Vậy vận tốc truyền sóng là : $v = l . f = 20.1 = 20(\text{cm} / \text{s})$

*Nhận xét bài toán: Mấu chốt của bài toán này là xác định đúng bậc giao thoa của M(kể cả giá trị đại số), từ đó suy ra bước sóng, đi đến tính vận tốc truyền sóng theo yêu cầu đề bài, đòi hỏi học sinh nắm chắc giả thiết đề bài đã cho.

Loại 3: Các bài tập vận dụng:

Bài 1: Trên mặt nước nằm ngang, tại hai điểm S₁, S₂ cách nhau 8,2 cm, người ta đặt hai nguồn sóng cơ kết hợp, dao động điều hòa theo phương thẳng đứng có tần số 15 Hz và luôn dao động đồng pha. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 30 cm/s, coi biên độ sóng không đổi khi truyền đi. Số điểm dao động với biên độ cực đại trên đoạn S₁S₂ là

A. 11.

B. 8.

C. 5.

D. 9.

Đáp án: D

Bài 2: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 15(cm) dao động theo các phương trình : $u_1 = 0,3.\cos(40\pi t + \pi)\text{cm}$ và : $u_2 = 0,3.\cos(40\pi t + \frac{\pi}{2})\text{cm}$. Biết vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 1(m/s). Tính số điểm cực đại và cực tiểu trên đoạn A,B.

A.5 và 5

B.9 và 9

C.10 và 10

D.11 và 12

Đáp án: A

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa

sóng cơ”

Bài 3: Ở mặt thoáng của một chất lỏng có hai nguồn kết hợp A và B dao động đều hòa cùng pha với nhau và theo phương thẳng đứng. Biết tốc độ truyền sóng không đổi trong quá trình lan truyền, bước sóng do mỗi nguồn trên phát ra bằng 12 cm. Khoảng cách ngắn nhất giữa hai điểm dao động với biên độ cực đại nằm trên đoạn thẳng AB là

- A. 9 cm. B. 12 cm. C. 6 cm. D. 3 cm.

Đáp án: C

Bài 4: Ở mặt chất lỏng có hai nguồn sóng A, B cách nhau 18 cm, dao động theo phương thẳng đứng với phương trình là $u_A = u_B = a \cos 50\pi t$ (với t tính bằng s). Tốc độ truyền sóng của mặt chất lỏng là 50 cm/s. Gọi O là trung điểm của AB, điểm M ở mặt chất lỏng nằm trên đường trung trực của AB và gần O nhất sao cho phần tử chất lỏng tại M dao động cùng pha với phần tử chất lỏng tại O. Khoảng cách MO là

- A. 10 cm. B. $\sqrt{2} \cdot 10$ cm. C. $2\sqrt{2}$ cm. D. 2 cm

Đáp án: B

Bài 5. Trong thí nghiệm giao thoa trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A và B dao động với tần số $f = 15\text{Hz}$. Vận tốc truyền sóng trên mặt nước là 30cm/s. Tại một điểm nào sau đây dao động sẽ có biên độ cực đại (d_1, d_2 lần lượt là khoảng cách từ điểm đang xét đến A và B).

- A. M($d_1 = 25\text{cm}, d_2 = 20\text{cm}$) B. N($d_1 = 24\text{cm}, d_2 = 21\text{cm}$)
C. H($d_1 = 25\text{cm}, d_2 = 32\text{cm}$) D. K($d_1 = 25\text{cm}, d_2 = 21\text{cm}$)

Đáp án: D

Bài 6: Trên mặt nước, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 40cm luôn dao động cùng pha, có bước sóng 6cm. Hai điểm CD nằm trên mặt nước mà ABCD là một hình chữ nhật, AD=30cm. Số điểm cực đại và đứng yên trên đoạn CD lần lượt là :

- A. 5 và 6 B. 7 và 6 C. 13 và 12 D. 11 và 10

Đáp án: B

Bài 7: Trên mặt nước có hai nguồn phát sóng kết hợp A, B có cùng biên độ $a=2(\text{cm})$, cùng tần số $f=20(\text{Hz})$, ngược pha nhau. Coi biên độ sóng không đổi, vận tốc sóng $v=80(\text{cm/s})$. Biên độ dao động tổng hợp tại điểm M có $AM=12(\text{cm})$, $BM=10(\text{cm})$ là:

- A. 4(cm) B. 2(cm). C. $2\sqrt{2}$ (cm). D. 0.

Đáp án: A

Bài 8: Tại hai điểm O_1, O_2 cách nhau 48cm trên mặt chất lỏng có hai nguồn phát sóng dao động theo phương thẳng đứng với phương trình: $u_1=5\cos 100\pi t(\text{mm})$ và $u_2=5\cos(100\pi t+\pi)(\text{mm})$. Vận tốc truyền sóng trên mặt chất lỏng là 2m/s. Coi biên độ sóng không đổi trong quá trình truyền sóng. Trên đoạn O_1O_2 có số cực đại giao thoa là

- A. 24 B. 26 C. 25 D. 23

Đáp án: A

Bài 9: Trên mặt nước có hai nguồn kết hợp S_1, S_2 cách nhau 30cm dao động theo phương thẳng có phương trình lần lượt là $u_1 = a \cos(20\pi t)(\text{mm})$ và $u_2 = a \sin(20\pi t + \pi)(\text{mm})$. Biết tốc độ truyền sóng trên mặt nước 30cm/s. Xét hình vuông S_1MNS_2 trên mặt nước, số điểm dao động cực đại trên MS_2 là:

sóng cơ ”

A. 13

B. 14

C. 15

D.

16

Đáp án: B

Bài 10 : Trên mặt n-ớc, hai nguồn kết hợp A, B cách nhau 40cm luôn dao động cùng pha, có b-ớc sóng 6cm. Hai điểm CD nằm trên mặt n-ớc mà ABCD là một hình chữ nhật, AD=30cm. Số điểm cực đại và đứng yên trên đoạn CD lần l-ợt là :

A. 5 và 6

B. 11 và 10

C. 13 và 12

D. 7 và 6

Đáp án: D

III.KẾT LUẬN:

+Nghiên cứu các kiến thức cơ bản trong mỗi chương của sách giáo khoa THPT để từ đó phát triển và tiếp cận các dạng toán cùng một chuyên đề nhằm giúp cho học sinh nắm vững, hiểu sâu kiến thức, giải quyết được nhiều dạng toán đặt ra, làm chủ được kiến thức, liên hệ và giải thích được những hiện tượng vật lý liên quan là việc làm hết sức cần thiết của người thầy. Hiện tượng giao thoa sóng cơ bắt gặp nhiều trong thực tế, tuy nhiên để hiểu hiện tượng một cách chính xác, định lượng được từng trường hợp riêng như giao thoa của hai nguồn kết hợp cùng pha, ngược pha và vuông pha Phần nhiều học sinh còn lúng túng và nhầm lẫn.Vấn đề mà nhiều học sinh, kể cả học sinh khá-giỏi còn lúng túng là việc phân tích tiếp cận bài toán chưa đúng với bản chất, hiện tượng vật lý xảy ra từ đó áp dụng lệch lạc công thức vật lý vào bài toán.

+Việc đưa ra chuyên đề này bản thân tôi hy vọng có thể góp một phần nhỏ vào việc tường minh những trường hợp, những dạng bài tập mà lâu nay nhiều học sinh đã bắt gặp trong quá trình học tập, thi HSG và thi vào đại học, là một dịp để trao đổi chuyên môn với các bạn bè đồng nghiệp

Đề tài này nghiên cứu, mở rộng trong phạm vi chuyên đề giao thoa sóng cơ, đây là phần mà bản thân đã nghiên cứu và áp dụng cho học sinh trong nhiều năm có hiệu quả. Tuy nhiên có thể có những cách tiếp cận khác cùng đi đến kết quả, rất mong những ý kiến đóng góp của bạn bè và đồng nghiệp để tài có được nội dung tốt hơn và có hiệu quả hơn. Xin chân thành cảm ơn !

IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO :

1. Bùi Quang Hân - Giải toán vật lý 12- NXBGD, 2004.
2. Nguyễn Thế Khôi, Vũ Thanh Khiết - SGK vật lý 12 – NXBGD, 2008
3. Vũ Thanh Khiết, Nguyễn Thế Khôi - Bài tập vật lý 12 nâng cao - NXBGD, 2008
- 4.Tuyển tập bài tập vật lý nâng cao THPT: Vũ Thanh Khiết, Nguyễn Thế Khôi, Vũ Đình Túy.– NXBGD, 2006
- 5.Giải toán vật lý 12: Bùi Quang Hân, Nguyễn Văn Minh, Phạm Ngọc Tiến- NXBĐHSP, 2009
- 6.Bộ đề thi trắc nghiệm khách quan Vật lý 12 : Phạm Đức Cường - NXBGD, 2010
- 7.Tạp Chí Vật lý số ra hành tháng.

* * * * *

“Định hướng cho học sinh khi giải một số dạng toán về giao thoa sóng cơ”

PHÊ DUYỆT CỦA HĐKH TRƯỜNG :
4 năm 2012

Quảng Trạch, ngày 21 tháng

Người viết

Hoàng Quang Phú