

Символы дуоң жаңа мета апό аңакласти.

Мің ңұхтиқ ңұғы П, бріскецети міндеңстә апό өнен катақоруфо тоічо, се апό-стасы $x=8\text{m}$ қаңа паралыгей өнен апль ңұж оңжнотетас $f_1=85\text{Hz}$. Стнн ідіа апό-стасы апό тоң тоічо қаңа се апόстасы $\Pi\Delta=d=12\text{m}$ бріскецети өнен діктес ңұхтиқ ңұмáтвон Δ .

- Поя дафары фáсиг тег талантушес түн діктет қаңа тег пегигис түн күмáтвос, ғиа то күмáтвов діадідецети апевуфіяц апό тег пегиги то діктет;
- На ғарáжете сто схýма тег діадроуми поу ға аколоуфіхсеи өн ңұж, օ-пойіс фтáнеи то діктет, мета апό аңакласти стон тоічо, үпологицонтац қаңа то мінко тег діадроумиц апό тег пегиги мéхри то діктет Δ .
- Поя дафары фáсиг метаңу түн дуоң жаңа поу симбáлоун сто симеі Δ ;
- Анжануоме сиғá-сиғá тег оңжнотета өн ңұж. ғиа поя тимї тег оңжнотетас f_2 ға өхонуме мéгисте өн-діеңи стон діктет;
- Плехиаңуоме тег пегиги стон тоічо се апόстасы $x_1=4\text{m}$. На ғарáжете тег пореіа өн ңұж օ-пойіс ға фтáсеи стон діктет, ғиоу аңакластети праота стон тоічо қаңа үпологицте тег дафары фáсиг метаңу тег талантушес тег пегигис қаңа діктет, ғзайтіац өн ңұж ғиа тоічо, ғиа талантушес тег пегигис ме-оңжнотетас f_1 .

Дінети өн тағұттета өн ңұж $v=340\text{m/s}$.

Апáнтыш:

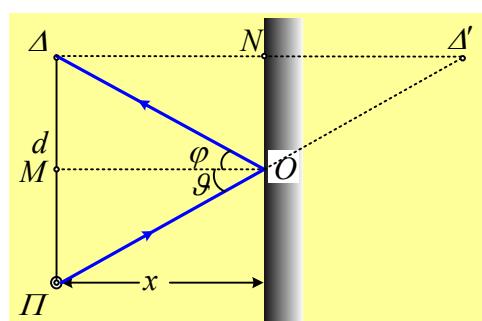
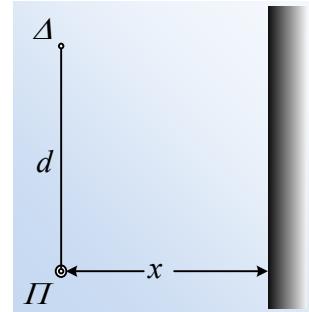
- Апó тег өлемелівді ғзісшеси тег күматикис пайрнуоме:

$$v=\lambda_1 f_1 \rightarrow \lambda_1 = \frac{v}{f_1} = \frac{340\text{m/s}}{85\text{s}^{-1}} = 4\text{m}$$

Аллá тóтет то тмáма ($\Pi\Delta$) өнен ісо ми $N = \frac{d}{\lambda_1} = 3$ мінк күмáтвос, сунепвас өн пегиги ектелеі тредес та-

лантушеси ғиа өн ңұж ғтáсеи то діктет өн исодұнама өн фáсиг тег апомáкруншес тег талантушес тег өхеи фáсиг мегалұтери апó тег антістоичи фáсиг тоң Δ қатá $3 \cdot 2\pi = 6\pi$ (rad).

- Сто схýма өхонуме схедиáсеи өн ңұхтиқ күмáтвос, то օ-пойіс ғиоу аңакластети сто симеі О, ғтáнеи то діктет Δ (ме-мпле ғрѡмá). ғиа тег аңакласти ғиа тег профавніс ісчүеи өн номос тег аңакластетас қаңа ғиа ғонвіа профавніс θ , ғиа існі ми тег ғонвіа аңакластетас φ . Аллá тóтет то трігвона МПО қаңа МДО өнен ортогоңвна ми миа ковні плеурá (МО) қаңа дуоң охеиес ғонвіес існі, ғиоу енен іса қаңа то симеі О бріске-тети панв стон месокáтето тег симбáлоун тмáтвос ($\Pi\Delta$). Ефармóжонтац ғзáллон то П.Ө. сто ор-



θογώνιο τρίγωνο (ΜΠΟ) παίρνουμε:

$$(\text{PO}) = \sqrt{(\text{PM})^2 + (\text{MO})^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} m = 10m$$

Αλλά τότε το μήκος της διαδρομής που θα ακολουθήσει ο ήχος από την πηγή μέχρι το δέκτη είναι:

$$(\Pi O) + (O\Delta) = 2 \cdot (\Pi O) = 20m.$$

Σχόλιο: Με βάση το παραπάνω σχήμα τα τρίγωνα ΟΔΝ και ΟΔ'Ν είναι ίσα όπου Δ' το σημείο που τέμνονται η προέκταση της αρχικής διεύθυνσης διάδοσης του κύματος και της κάθετης στον τοίχο από το Δ. Αλλά αυτό σημαίνει, ότι το Δ' είναι το συμμετρικό του Δ ως προς τον τοίχο. Συνεπώς θα μπορούσαμε να βρούμε αρχικά το συμμετρικό του Δ και να το ενώσουμε με την πηγή, οπότε θα είχαμε έτσι ένα εύκολο τρόπο σχεδίασης της πορείας του ήχου.

iii) Η διαφορά των δρόμων που ακολουθούν οι δυο ήχοι μέχρι να φτάσουν στον δέκτη είναι:

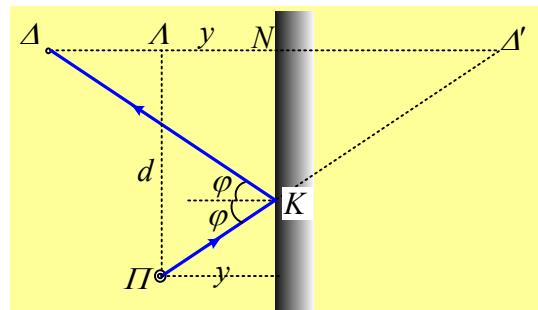
$$r_2 - r_1 = [(\Pi O) + (O \Delta)] - (\Pi \Delta) = 20m - 12m = 8m = 2 \cdot \lambda_1.$$

συνεπώς η διαφορά φάσης των δύο ταλαντώσεων που θα εκτελέσει ο δέκτης εξαιτίας των δύο κυμάτων είναι $\Delta\phi=2\cdot2\pi=4\pi$ (rad). Με βάση αυτή τη διαφορά φάσης, συμπεραίνουμε ότι οι δύο ήχοι συμβάλλουν ενισχυτικά στο σημείο Δ .

iv) Αν αυξήσουμε την συχνότητα του ήχου θα μικραίνει το μήκος του κύματος. Αλλά τότε θα έχουμε ενίσχυση ξανά όταν η διαφορά των δρόμων $r_2 - r_1 = (\text{ΠΟ}) + (\text{ΟΔ}) - (\text{ΠΔ}) = k \cdot \lambda_2$ και αφού θα έχουμε μικρότερο μήκος κύματος από πριν, θα έχουμε μεγαλύτερη τιμή στον ακέραιο k . Αν σκεφτούμε ότι για τη συχνότητα $f_1 = 85\text{Hz}$ ισχύει ότι $r_2 - r_1 = 2 \cdot \lambda_1$, τώρα θα πρέπει $r_2 - r_1 = 3 \cdot \lambda_2$.

$$\Sigma \nu n e \pi \omega \varsigma 3 \cdot \lambda_2 = 8m \text{ ή } \lambda_2 = \cancel{8} / \cancel{3} m, \text{ οπότε } f_2 = \frac{\nu}{\lambda_2} = \frac{340}{\cancel{8} / \cancel{3}} Hz = 127,5 Hz$$

v) Για να σχεδιάσουμε την πορεία του κύματος από την πηγή στο δέκτη, αφού μεσολαβήσει ανάκλαση στον τοίχο, εφαρμόζουμε το συμπέρασμα που καταλήξαμε στο ii) ερώτημα, βρίσκοντας το συμμετρικό, ως προς τον τοίχο, του σημείου Δ όπως στο διπλανό σχήμα.
Οπότε το μήκος της διαδρομής από την πηγή στον δέκτη είναι:



$$(\Pi K) + (K\Delta) = (\Pi K) + (K\Delta') = (\Pi\Delta')$$

Αλλά από το ορθογώνιο τρίγωνο ΠΛΔ' (όπου $y = x/2 = 4m$) βρίσκουμε:

$$(\text{PA}') = \sqrt{d^2 + \left(x + \frac{x}{2}\right)^2} = \sqrt{12^2 + 12^2} m = 12\sqrt{2} m$$

Η παραπάνω απόσταση αντιστοιχεί σε $N' = \frac{(\Pi\Delta')}{\lambda_1} = \frac{12\sqrt{2}}{4} = 3\sqrt{2}$ μήκη κύματος, πράγμα που

σημαίνει ότι η διαφορά φάσης μεταξύ πηγής και δέκτη θα είναι:

$$\Delta\varphi = 3\sqrt{2} \cdot 2\pi = 6\sqrt{2}\pi \text{ rad.}$$

Σχόλια:

- 1) Έχουμε συνηθίσει, παρόμοιες ασκήσεις που να ασχολούνται με ανακλάσεις (αλλά και διαθλάσεις), να συναντάμε κατά τη μελέτη του φωτός, με χρήση φωτεινών ακτίνων. Τα φαινόμενα όμως αυτά είναι κυματικά και θα μπορούσαμε να τα συναντήσουμε και στα υπόλοιπα κύματα, όπως εδώ στα ηχητικά.
- 2) Καθώς ο ήχος απομακρύνεται από την πηγή η έντασή του μειώνεται, αφού η ενέργεια διασκορπίζεται συνεχώς σε μεγαλύτερη έκταση. Αν και δεν έχουμε στόχο να ασχοληθούμε με την ένταση, μέγεθος που δεν περιέχεται στη διδακτέα ύλη, αρκεί να τονίσουμε ότι τα δύο κύματα που φτάνουν στον δέκτη θέτουν σε ταλάντωση το δέκτη με διαφορετικά πλάτη. Έτσι όταν μιλάμε για ενισχυτική συμβολή δεν εννοούμε πλάτος ταλάντωσης 2 A, αλλά πλάτος A=A₁+A₂, όπου A₁ το πλάτος εξαιτίας του πρώτου και A₂ το πλάτος εξαιτίας του δεύτερου κύματος.

dmargaris@sch.gr