

Ερωτήσεις δικαιολόγησης στην επιφανειακή συμβολή και στα στάσιμα

Ερώτηση 1^η

A₁. Στην επιφάνεια υγρού που ηρεμεί δημιουργούνται δύο σύγχρονες πηγές παραγωγής αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 . Η απόσταση των δύο πηγών είναι $d=0,5\text{m}$. Τα κύματα θεωρούμε ότι διαδίδονται με σταθερό πλάτος και ταχύτητα $v=4\text{m/s}$. Η ελάχιστη τιμή της συχνότητας ταλάντωσης των πηγών, ώστε να παρατηρούνται ακίνητα σημεία στο ευθύγραμμο τμήμα $\Pi_1\Pi_2$ είναι:

- α.** 8Hz **β.** 4Hz **γ.** 2Hz

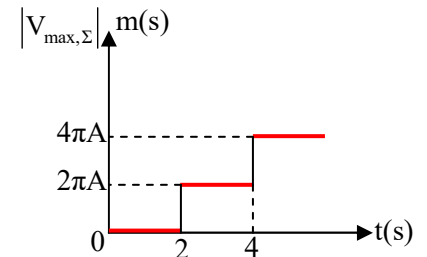
A₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Ερώτηση 2^η

B₁. Δύο εγκάρσια αρμονικά κύματα παράγονται από σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 που αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t=0$ με εξίσωση $y=A\eta\mu 2\pi t$ (S.I) και διαδίδονται στην επιφάνεια υγρού. Τα κύματα συμβάλλουν σε σημείο Σ . Το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας ταλάντωσης του σημείου Σ μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το χρόνο όπως στο διάγραμμα του σχήματος. Αν r_1 και r_2 οι αποστάσεις του σημείου Σ από τις πηγές Π_1 και Π_2 αντίστοιχα με $r_2 > r_1$ και λ το μήκος κύματος των κυμάτων τότε:

- α.** $r_2 - r_1 = \lambda$ **β.** $r_2 - r_1 = \frac{3\lambda}{2}$ **γ.** $r_2 - r_1 = 2\lambda$

B₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



Ερώτηση 3^η

Γ₁. Τρεις σημαδούρες A, B, Γ αποτελούν τις κορυφές του "Ολυμπιακού Ιστιοπλοϊκού Τριγώνου" που είναι σκαληνό και ισορροπούν στην επιφάνεια της θάλασσας. Εάν οι σημαδούρες A και B γίνουν σύγχρονες πηγές εγκαρσίων κυμάτων πλάτους a , τότε η σημαδούρα Γ βρίσκεται στην δεύτερη υπερβολή αποσβεστικής συμβολής από τη μεσοκάθετο της AB. Εάν οι σημαδούρες A και Γ γίνουν σύγχρονες πηγές εγκαρσίων κυμάτων πλάτους a , τότε η σημαδούρα στο B βρίσκεται στην πρώτη υπερβολή αποσβεστικής συμβολής από την μεσοκάθετη στην AG. Εάν οι σημαδούρες B και Γ γίνουν σύγχρονες πηγές εγκαρσίων κυμάτων πλάτους a , τότε η σημαδούρα A έχει πλάτος ταλάντωσης.

- α.** $2a$ **β.** 0 **γ.** a

Γ₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Δίνεται ότι τα πλάτη των εγκαρσίων αρμονικών κυμάτων που παράγονται παραμένουν σταθερά κατά την διάδοσή τους στην επιφάνεια της θάλασσας.

Ερώτηση 4^η

Δ₁. Μία από τις τέσσερις χορδές ενός βιολιού – η A – μήκους $L=32\text{cm}$ έχει τονισθεί, ώστε ελεύθερη να παράγει ήχο συχνότητας $f_1=440\text{Hz}$. Δηλαδή η συχνότητα αυτή παράγεται όταν η χορδή ταλαντώνεται χωρίς ο βιολιστής να τοποθετεί το δάχτυλό του πάνω στη χορδή. Αν θεωρήσουμε ως αρχή μέτρησης των αποστάσεων (d) των σημείων που τοποθετεί το δάχτυλό του ο βιολιστής, το άκρο Δ_1 της χορδής που βρίσκεται προς το μέρος των κλειδιών όπου $d=0$, τότε στο άλλο άκρο Δ_2 , που είναι στερεωμένο στη γέφυρα, αντιστοιχεί απόσταση $d=32\text{cm}$. Για να παραχθεί ήχος συχνότητας $f_2=1760\text{Hz}$, ο βιολιστής πρέπει να τοποθετήσει το δάχτυλό του σε σημείο της χορδής όπου η απόσταση d είναι ίση με:

- α.** 24 cm **β.** 16cm **γ.** 8cm.

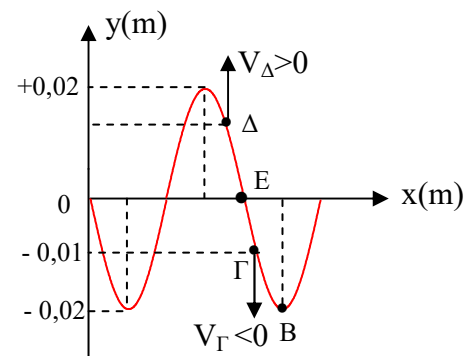
Δ₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

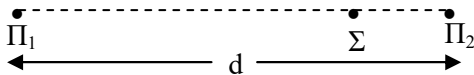
Ερώτηση 5^η

E₁. Στο διάγραμμα απεικονίζεται το στιγμιότυπο ενός ελαστικού μέσου Ox για κάποια χρονική στιγμή. Τα σημεία Γ και Δ έχουν τις ταχύτητες του σχήματος.

- α.** Το στιγμιότυπο του διαγράμματος αντιστοιχεί σε τρέχον αρμονικό κύμα.
β. Το στιγμιότυπο του διαγράμματος αντιστοιχεί σε στάσιμο κύμα, στο οποίο το σημείο B είναι κοιλία και ταλαντώνεται με πλάτος $0,02\text{m}$.
γ. Τα σημεία Γ και Δ παρουσιάζουν διαφορά φάσης $\Delta\phi = \pi \text{ rad}$

E₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ**A₁. β****A₂.**

Έστω Σ ένα σημείο του ευθύγραμμου τμήματος Π₁, Π₂ που μετά την συμβολή των δύο αρμονικών κυμάτων που παράγουν οι πηγές Π₁ και Π₂ παραμένει ακίνητο.

Από τη συνθήκη αποσβεστικής συμβολής:

$$(\Pi_1\Sigma) - (\Pi_2\Sigma) = (2N + 1) \frac{\lambda}{2} \text{ με } N=0,1,2\dots$$

$$\Rightarrow (\Pi_1\Sigma) - (\Pi_2\Sigma) = (2N + 1) \frac{v}{2f} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{(2N + 1)v}{2[(\Pi_1\Sigma) - (\Pi_2\Sigma)]} \quad (1).$$

Όπου v: η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων.

Από την (1) προκύπτει ότι για να είναι ελάχιστη η τιμή της f πρέπει N=0 (2) και η διαφορά (Π₁Σ) - (Π₂Σ) να είναι μέγιστη. Η μέγιστη τιμή της διαφοράς (Π₁Σ) - (Π₂Σ) είναι d, δηλαδή όταν το σημείο Σ βρεθεί στις θέσεις Π₁ ή Π₂. Άρα [(Π₁Σ) - (Π₂Σ)]_{max} = d (3)

$$\text{Από (1)} \xrightarrow{(2)} \underset{(3)}{f_{\min}} = \frac{v}{2d} \Rightarrow f_{\min} = 4\text{HZ}.$$

Στην περίπτωση αυτή τα μόνα ακίνητα σημεία που παρατηρούνται στο ευθύγραμμο τμήμα Π₁, Π₂ είναι τα Π₁ και Π₂.

B₁. γ**B₂.** Από το διάγραμμα προκύπτει ότι το σημείο Σ αρχίζει να ταλαντώνεται, υπό την επίδραση του κύματος

που προέρχεται από την πηγή Π₁, τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{r_1}{v} = 2\text{s} \Rightarrow r_1 = vt_1$ (1) με μέγιστη τιμή

ταχύτητας $|V_{\max}|_{\Sigma} = \omega A = 2\pi A$, και πλάτος ταλάντωσης A. Αντίστοιχα το κύμα από την πηγή Π₂ φθάνει

στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{r_2}{v} = 4\text{s} \Rightarrow r_2 = vt_2$ (2). Από το διπλασιασμό της μέγιστης τιμής της

ταχύτητας ταλάντωσης τη χρονική στιγμή t_2 , $|V'_{\max}|_{\Sigma} = \omega |A'_{\Sigma}| = 2\pi \cdot 2A$ συμπεραίνουμε ότι το πλάτος

ταλάντωσης του Σ διπλασιάστηκε, δηλαδή $|A'_{\Sigma}| = 2A$. Άρα τα δύο κύματα συμβάλλουν στο Σ ενισχυτικά:

$$r_2 - r_1 = 2N \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{(1)} \xrightarrow{(2)} v(t_2 - t_1) = N \frac{v}{f} \Rightarrow 2v = N \frac{v}{f} \Rightarrow N = 2f \quad (4)$$

$$\text{Αλλά } \omega = 2\pi f \Rightarrow 2\pi = 2\pi f \Rightarrow f = 1\text{Hz} \quad (5)$$

$$\text{Από (4) και (5) : } N=2 \quad (6)$$

$$\text{Άρα από (3) και (6) : } r_2 - r_1 = 2\lambda$$

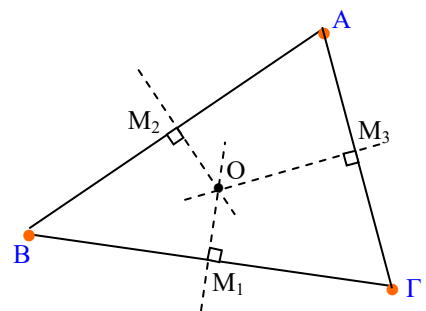
Γ₁. α

Γ₂. Εφ' όσον η σηματοδούρα Γ βρίσκεται στην δεύτερη υπερβολή αποσβεστικής συμβολής από τη μεσοκάθετο της AB:

$$(B\Gamma) - (A\Gamma) = (2N + 1) \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{N=1} (B\Gamma) - (A\Gamma) = \frac{3\lambda}{2} \quad (1).$$

Αντίστοιχα επειδή η σηματοδούρα Β βρίσκεται στην πρώτη υπερβολή αποσβεστικής συμβολής από τη μεσοκάθετο της ΑΓ :

$$(ΓB) - (AB) = (2N + 1) \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{N=0} (ΓB) - (AB) = \frac{\lambda}{2} \quad (2)$$



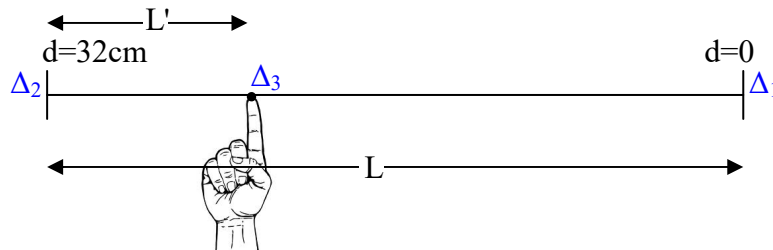
Αφαιρούμε τις (1) και (2) κατά μέλη:

$$(AB)-(AΓ)=\frac{2\lambda}{2}=\lambda$$

Άρα στη θέση της σημαδούρας Γ δημιουργείται ενισχυτική συμβολή και η σημαδούρα ταλαντώνεται με πλάτος $2a$.

Δ₁. α

Δ₂.



Όταν η χορδή Α (Λα) του βιολιού ταλαντώνεται χωρίς ο βιολιστής να έχει τοποθετήσει το δάχτυλό του σ' αυτή, η συχνότητα $f_1=440\text{Hz}$ που παράγεται, αντιστοιχεί σε στάσιμο κύμα με δύο δεσμούς (Δ_1, Δ_2) στα άκρα

της χορδής. Άρα $L=\frac{\lambda}{2} \Rightarrow L=\frac{v}{2f_1} \Rightarrow f_1=\frac{v}{2L}$ (1).

Επειδή η χορδή έχει τονιστεί (κουρδιστεί) για να παράγει ήχο συχνότητας $f_1=440\text{Hz}$, για να αλλάξει η συχνότητα του ήχου που παράγεται, πρέπει ο βιολιστής να τοποθετήσει το δάχτυλό του σε κατάλληλο σημείο της χορδής, το οποίο γίνεται δεσμός καθώς «αλλάζει» το μήκος της χορδής. Αν ο βιολιστής τοποθετήσει το δάχτυλό του στο σημείο Δ_3 (δεσμός) του σχήματος, τότε:

$$L'=\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow L'=\frac{v}{2f_2} \Rightarrow f_2=\frac{v}{2L'}$$
 (2).

Από τη διαίρεση των (1) και (2):

$$\frac{f_1}{f_2}=\frac{\frac{v}{2L}}{\frac{v}{2L'}} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2}=\frac{L'}{L} \Rightarrow \frac{440}{1760}=\frac{L'}{32} \Rightarrow L'=8\text{cm}$$
 (3).

Άρα ο βιολιστής πρέπει να τοποθετήσει το δάχτυλό του σε σημείο Δ_3 που απέχει από το άκρο Δ_1 της χορδής απόσταση $d=L-L' \Rightarrow d=24\text{cm}$.

Ε₁. γ

Ε₂. Το στιγμιότυπο του διαγράμματος δεν μπορεί να αντιστοιχεί σε τρέχον αρμονικό κύμα που διαδίδεται προς τα δεξιά (θετική φορά του Ox), διότι σε αυτή την περίπτωση θα έπρεπε $V_T > 0$. Αντίστοιχα δεν μπορεί να αντιστοιχεί σε τρέχον αρμονικό κύμα που διαδίδεται προς τα αριστερά (αρνητική φορά του Ox), διότι σε αυτή την περίπτωση θα έπρεπε $V_\Delta < 0$. Το στιγμιότυπο επομένως αντιστοιχεί σε στάσιμο κύμα. Όμως, στο στάσιμο κύμα όλα τα σημεία που ταλαντώνονται – εκτός των δεσμών – την ίδια χρονική στιγμή έχουν ή δεν έχουν ταχύτητα. Άρα αφού τα Γ και Δ έχουν ταχύτητα, θα έχει και το Β. Η απομάκρυνση του Β είναι $y_B=0,02\text{m}$, αλλά δεν είναι η μέγιστη, εφ' όσον το Β έχει ταχύτητα. Το Β είναι κοιλία ως έχουν την μεγαλύτερη στιγμιαία απομάκρυνση (κατ' απόλυτη τιμή), αλλά το πλάτος ταλάντωσης του είναι μεγαλύτερο από $2 \cdot 10^{-2}\text{m}$. Το σημείο Ε είναι δεσμός, άρα τα Γ και Δ που βρίσκονται εκατέρωθεν του Ε και απέχουν από

αυτό απόσταση μικρότερη από $\frac{\lambda}{2}$, παρουσιάζουν διαφορά φάσης $\Delta\phi = \pi \text{ rad}$.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Ξ. Στεργιάδης