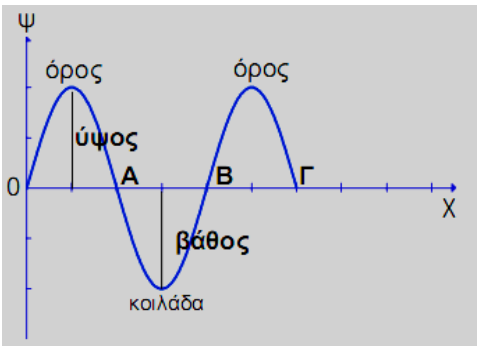
Προβλήματα
στα
Μηχανικά Κύματα

1. α. Στις σημειώσεις ενός μαθητή που δίνονται πιο κάτω περιέχονται κάποια λάθη.



Να εντοπίσετε τις λανθασμένες προτάσεις και να εξηγήσετε γιατί είναι λανθασμένες:

i. Όλα τα κύματα χρειάζονται μέσο για να διαδοθούν.

ii. Τα κύματα μεταφέρουν κατά τη διάδοσή τους ύλη από ένα σημείο σε άλλο.

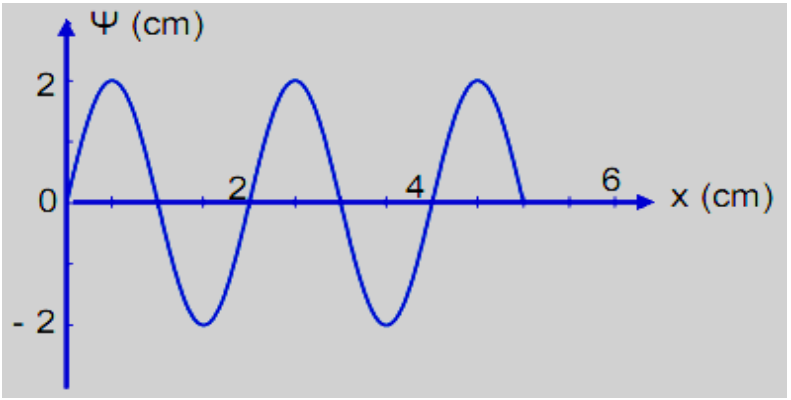
iii. Το ύψος ενός όρους ή το βάθος μιας κοιλάδας, όπως φαίνεται στο σχήμα, ονομάζεται πλάτος.

iv. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλάδων είναι ίση με το μήκος κύματος.

v. Η απόσταση ΟΓ είναι ίση με 3 μήκη κύματος (3λ).

vi. Τα ηχητικά και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια και διαδίδονται στο κενό.

β. Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο κύματος τη χρονική στιγμή *t*.

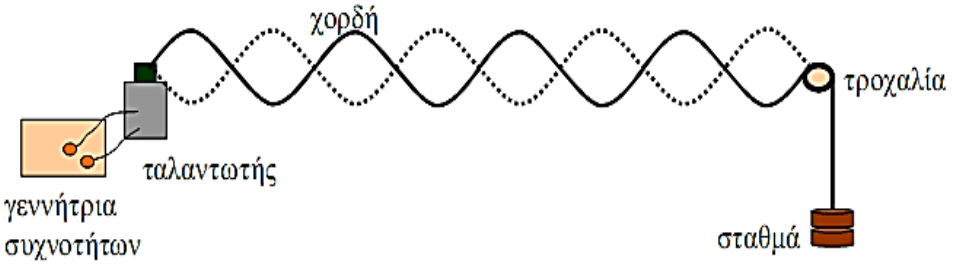


i. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t' = t + \frac{T}{4}$, όπου *T*=περίοδος.

ii. Να σχεδιάσετε στιγμιότυπο κύματος το οποίο έχει την ίδια ταχύτητα διάδοσης με το δεδομένο κύμα αλλά διπλάσια συχνότητα.

2006

2. Η διάταξη του σχήματος χρησιμοποιείται για τη μελέτη του στάσιμου κύματος που δημιουργείται σε χορδή μήκους *L*=1m.



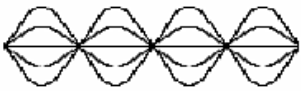
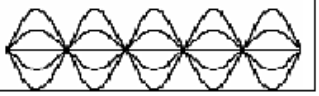
α. να αναφέρετε τις διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ ενός τρέχοντος και ενός στάσιμου κύματος και οι οποίες αφορούν:

i. την ενέργεια.

ii. το πλάτος της ταλάντωσης.

iii. τη διαφορά φάσης μεταξύ δύο μορίων την ίδια χρονική στιγμή.

β. Μεταβάλλουμε τη συχνότητα *f* του ταλαντωτή, ώστε να εμφανίζονται στη χορδή οι πιο κάτω μορφές του στάσιμου κύματος. Για κάθε μορφή σημειώνουμε τον αριθμό των κοιλιών Κ και την αντίστοιχη τιμή της συχνότητας *f*.

K	f(Hz)	Μορφή χορδής
1	20	
2	40	
3	60	
4	80	
5	100	

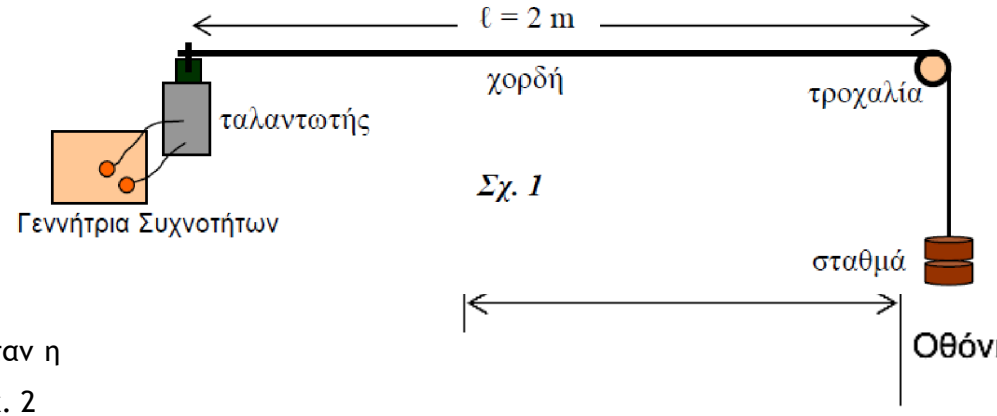
i. Να χαράξετε τη γραφική παράσταση του αριθμού των κοιλιών Κ, σε σχέση με τη συχνότητα *f* του ταλαντωτή.

ii. Να αποδείξετε τη σχέση $f = K.\frac{\upsilon}{2L}$, όπου υ είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

iii. Από τη γραφική παράσταση να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

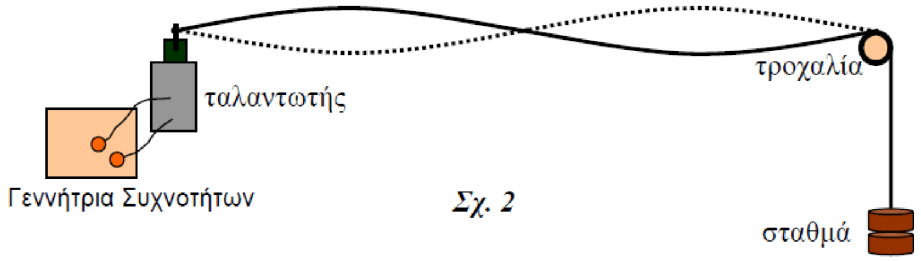
2007

3. Η διάταξη στο Σχ. 1 χρησιμοποιείται για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή. Το μήκος της χορδής είναι ℓ = 2 m.



Σχ. 1

α. Όταν η ′εται στο Σχ. 2



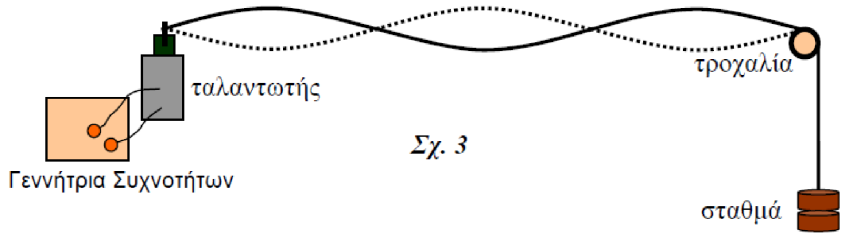
Σχ. 2

Να υπολογίσετε:

i. Το μήκος κύματος λ.

ii. Την ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή.

β. Με ποια συχνότητα πρέπει να πάλλεται ο ταλαντωτής ώστε η χορδή να έχει τη μορφή που φαίνεται στο Σχ. 3;



Σχ. 3

γ. Να σχεδιάσετε τη μορφή που θα έχει η χορδή όταν ο ταλαντωτής πάλλεται με συχνότητα 40 Hz.

ΤΣ 2007

4. α. Να ορίσετε το φαινόμενο της συμβολής των κυμάτων.

β. Το διάγραμμα δείχνει δύο ηχητικές πηγές $Π_1$ και $Π_2$, σε απόσταση d=3m μεταξύ τους, συνδεδεμένες με την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων (Γ.Σ.) και ένα μικρόφωνο Μ για την ανίχνευση των κυμάτων.

Η ευθεία yy΄ είναι παράλληλη με την ευθεία $Π_1Π_2$. Το σημείο Γ είναι το πλησιέστερο προς την πηγή $Π_2$ και απέχει x_2=4m από αυτή.

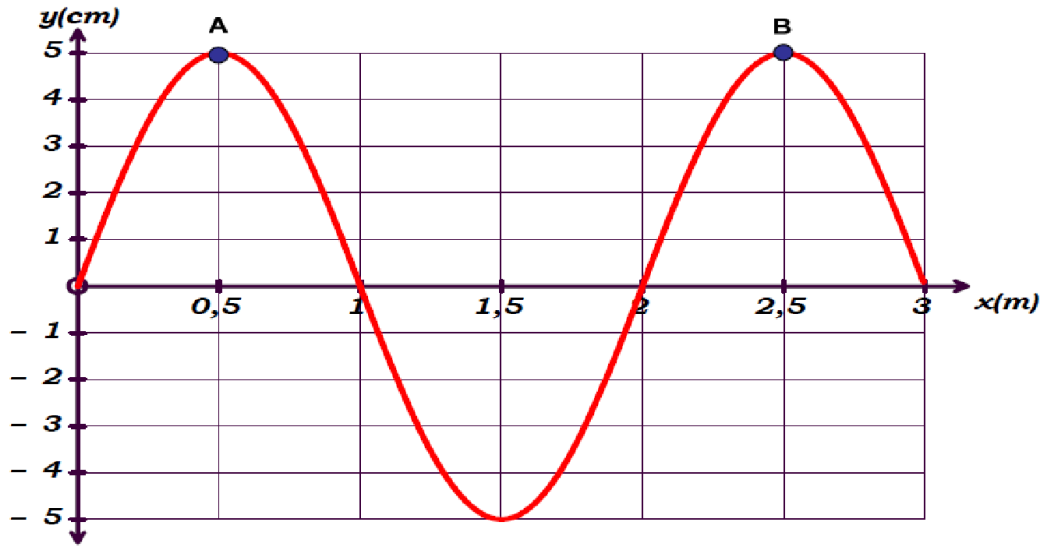
Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι 340m/s και η γεννήτρια συχνοτήτων ρυθμίζεται στην τιμή 680 Hz

i. Όταν το μικρόφωνο κινείται κατά μήκος της ευθείας yy΄ ανιχνεύει διαδοχικά έντονο και ασθενή ήχο. Να εξηγήσετε την πιο πάνω παρατήρηση.

ii. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου με την οποία φτάνουν τα κύματα από τις δύο πηγές στο Γ και να προσδιορίσετε κατά πόσο στο σημείο αυτό συμβαίνει ενίσχυση ή απόσβεση των κυμάτων.

ΤΣ 2007

5. Το σχεδιάγραμμα δείχνει ένα στιγμιότυπο τρέχοντος κύματος, $y = f(x)$, τη χρονική στιγμή t_0 = 3 s. Η συχνότητα του κύματος είναι 0,5 Hz και στη θέση x = 0 βρίσκεται η πηγή του κύματος, η οποία αρχίζει να εκπέμπει το κύμα τη χρονική στιγμή t = 0.



α. Να προσδιορίσετε:

i. Το πλάτος.

ii. Το μήκος κύματος.

β. Να υπολογίσετε:

i. Την περίοδο.

ii. Την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

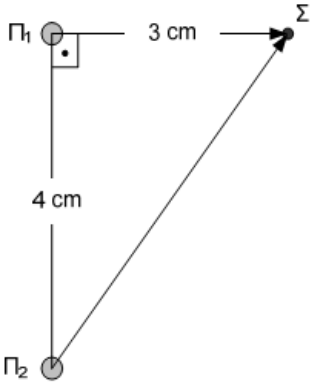
iii. Τη διαφορά φάσης των σημείων Α και Β τη χρονική στιγμή t_0=3s.

γ. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

δ. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_1=4s.

ΤΣ 2007

6. Δύο σημειακές πηγές αρμονικών κυμάτων $Π_1$ και $Π_2$, που απέχουν μεταξύ τους 4 cm είναι συνδεδεμένες με τον ίδιο διεγέρτη. Τη χρονική στιγμή t=0 οι πηγές αρχίζουν να εκτελούν ταλάντωση, δημιουργώντας κύματα τα οποία διαδίδονται χωρίς απώλειες ενέργειας στην επιφάνεια υγρού με ταχύτητα $υ$ =10 $\frac{cm}{s}$.



Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή $Π_1$ απόσταση 3cm. Η ευθεία $Π_1Σ$ είναι κάθετη πάνω στην ευθεία $Π_1Π_2$ όπως φαίνεται στο σχήμα.

α. Να αναφέρετε τη συνθήκη που πρέπει να ικανοποιείται ώστε στο σημείο Σ να παρατηρείται ενίσχυση.

β. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου Δx με την οποία τα κύματα φτάνουν στο σημείο Σ.

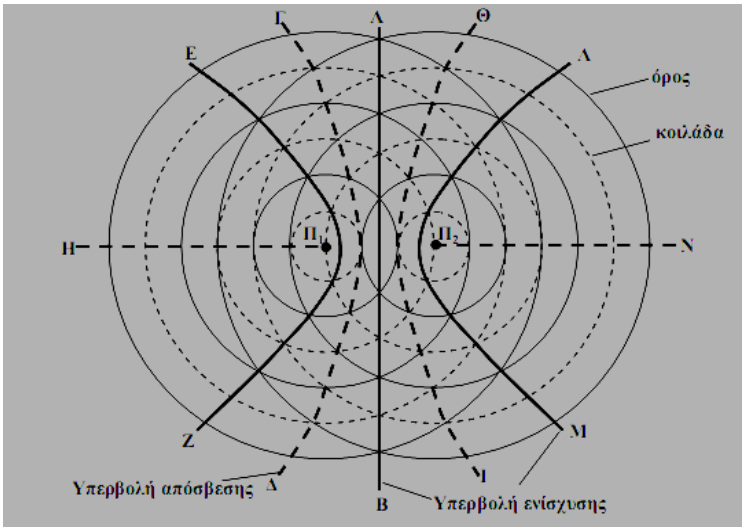
γ. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή στην οποία αρχίζει η συμβολή των κυμάτων στο σημείο Σ.

δ. Να διερευνήσετε αν στο σημείο Σ παρατηρείται ενίσχυση ή απόσβεση όταν οι πηγές εκπέμπουν κύματα συχνότητας f=12,5 Hz.

ε. Με τη βοήθεια του διεγέρτη αυξάνεται με συνεχή τρόπο η συχνότητα ταλάντωσης των πηγών και παρατηρούνται διαδοχικά μέγιστα και ελάχιστα του πλάτους ταλάντωσης του σημείου Σ. Να εξηγήσετε την παρατήρηση αυτή.

2008

7. Μια ομάδα μαθητών μελετά στο εργαστήριο το φαινόμενο της συμβολής των υδάτινων κυμάτων. Σε μια εργαστηριακή λεκάνη κυμάτων (ripple tank) η ομάδα δημιουργεί κυκλικά κύματα τα οποία συμβάλλουν. Στο σχήμα φαίνεται η γεωμετρική μορφή της συμβολής που επιτυγχάνουν. Οι κύκλοι δείχνουν τα όρη και τις κοιλάδες των κυμάτων ενώ οι πηγές σημειώνονται με $Π_1$ και $Π_2$. Οι γραμμές ΑΒ, ΕΖ και ΛΜ ονομάζονται υπερβολές ενίσχυσης και οι γραμμές ΓΔ, $ΗΠ_1$, ΘΙ, και $ΝΠ_2$ ονομάζονται υπερβολές απόσβεσης.



α. Να εξηγήσετε:

i. Τι είναι η συμβολή των κυμάτων.

ii. Πότε δημιουργείται ενισχυτική συμβολή σε ένα σημείο του νερού.

iii. Πότε δημιουργείται καταστροφική συμβολή σε ένα σημείο του νερού.

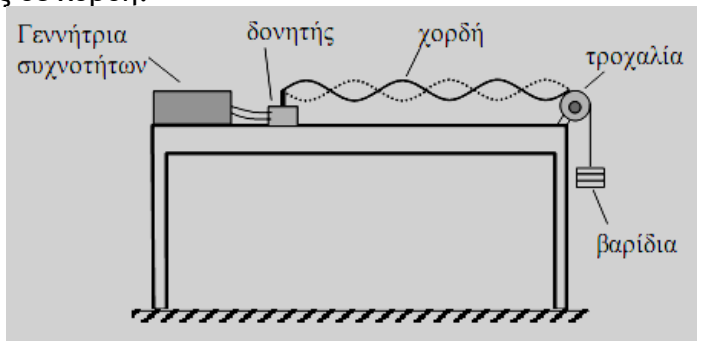
β. Το μήκος κύματος των κυμάτων που παράγονται από τις δύο πηγές είναι $λ$=4cm**.** Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου από τις δύο πηγές $Π_1$ και $Π_2$ ενός μορίου του νερού που βρίσκεται στην υπερβολή ΕΖ.

γ. Να εξηγήσετε ποια αλλαγή στη συσκευή της δημιουργίας των κυμάτων μπορεί να κάνει η ομάδα των μαθητών ώστε να παρατηρηθεί αύξηση του αριθμού των υπερβολών ενίσχυσης και απόσβεσης.

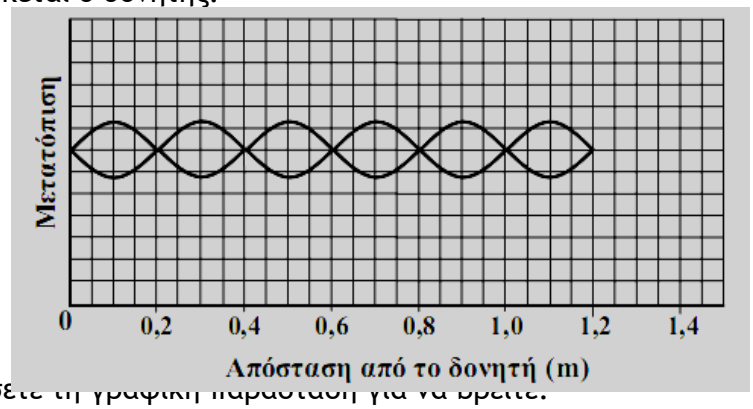
δ. Να περιγράψετε με συντομία ένα άλλο πείραμα το οποίο θα πραγματοποιούσατε στο εργαστήριο για να μελετήσετε το φαινόμενο της συμβολής των κυμάτων (να δώσετε ένα σχέδιο της πειραματικής διάταξης).

2009

8. Στο σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη με την οποία επιτυγχάνουμε τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή.



Η γραφική παράσταση δείχνει λεπτομέρειες από δύο στιγμιότυπα του στάσιμου κύματος. Στη θέση μηδέν βρίσκεται ο δονητής.



α. Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση για να βρείτε:

i. Το μήκος κύματος του στάσιμου κύματος.

ii. Τη θέση ενός δεσμού και μιας κοιλίας.

β. Το πιο πάνω στάσιμο κύμα δημιουργείται από δύο τρέχοντα κύματα. Η συχνότητα του δονητή είναι 60 Hz.

i. Να υπολογίσετε την ταχύτητα των δύο τρεχόντων κυμάτων στη χορδή.

ii. Να βρείτε τη θεμελιώδη συχνότητα του στάσιμου κύματος.

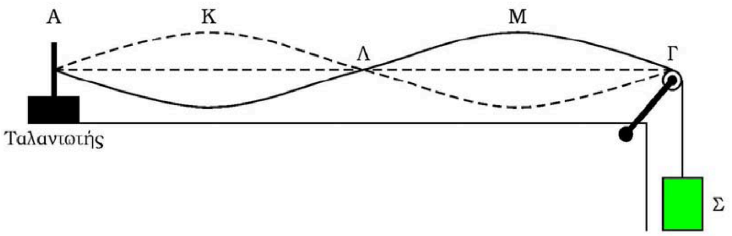
iii. Να βρείτε τη συχνότητα του δονητή για την οποία θα σχηματίζονται δύο αντί έξι κοιλίες (βρόχοι) στη χορδή.

γ. Η ταχύτητα διάδοσης *υ*, του εγκάρσιου κύματος σε μια χορδή δίνεται από τη σχέση $\upsilon = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$, όπου *F* είναι η τάση της χορδής και μ είναι η γραμμική της πυκνότητα. Χρησιμοποιώντας την πιο πάνω πειραματική διάταξη να περιγράψετε ένα πείραμα που θα πραγματοποιούσατε για να επιβεβαιώσετε ότι η ταχύτητα *υ* είναι ανάλογη της $\sqrt{F}$. Στην περιγραφή σας να γράψετε τα μεγέθη τα οποία θα μετρήσετε και την ανάλυση των μεγεθών αυτών.

2009

9. α. Να γράψετε δύο διαφορές μεταξύ τρέχοντος και στάσιμου κύματος.

β. Η χορδή του πιο κάτω σχήματος πάλλεται με συχνότητα 40Hz .



i. Στη χορδή έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα, όπως φαίνεται στο σχήμα. Να περιγράψετε πώς δημιουργείται το στάσιμο κύμα στη χορδή.

ii. Ποιο/ποια από τα σημεία Κ, Λ και Μ είναι δεσμοί και ποιο/ποια είναι κοιλίες;

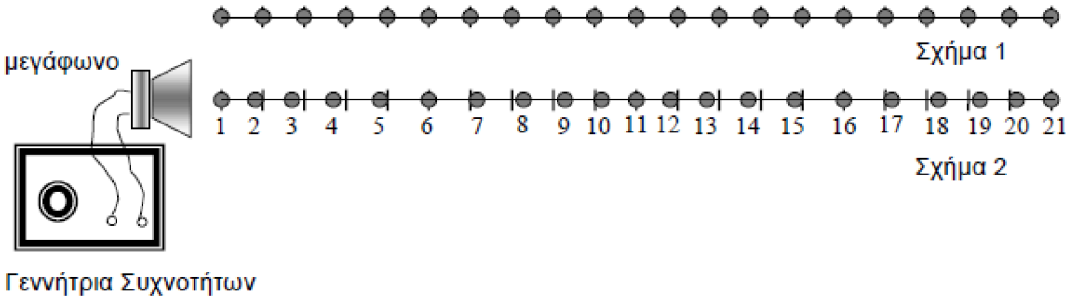
iii. Να γράψετε δύο σημεία που απέχουν μεταξύ τους $\frac{\lambda}{4}$.

iv. Να σχεδιάσετε τη μορφή που θα έχει η χορδή, αν διπλασιαστεί η συχνότητα με την οποία πάλλεται.

v. Πόσο πρέπει να μεταβληθεί το βάρος του σώματος Σ ώστε στη συχνότητα των 80 Hz η χορδή να πάλλεται με τη μορφή του σχήματος;

ΤΣ 2009

10. Το σχήμα 1 δείχνει μια σειρά μορίων του αέρα που βρίσκονται στην ίδια γραμμή καθώς επίσης και τη θέση ισορροπίας του κάθε μορίου.



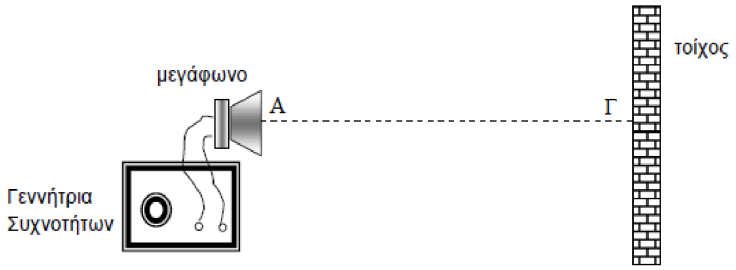
α. Ένα τρέχον ηχητικό κύμα διαδίδεται από αριστερά προς τα δεξιά κατά μήκος της γραμμής των μορίων του αέρα και θέτει σε ταλάντωση τα μόρια. Το σχήμα 2 δείχνει τις θέσεις των 21 μορίων του σχήματος 1 σε μια χρονική στιγμή t. Οι κατακόρυφες μικρές γραμμές δείχνουν τις θέσεις ισορροπίας των μορίων.

i. Με βάση το σχήμα 2 να εξηγήσετε γιατί το ηχητικό κύμα είναι διάμηκες.

ii. Η απόσταση μεταξύ των μορίων 1 και 21 είναι ίση με 2 μήκη κύματος. Να χρησιμοποιήσετε το σχήμα για να αναφέρετε δύο οποιαδήποτε μόρια τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με το μήκος κύματος.

iii. Να γράψετε ποια από τα 21 μόρια του σχήματος 2 βρίσκονται σε κέντρο πυκνώματος και ποια σε κέντρο αραιώματος.

β. Το μεγάφωνο του σχήματος 2, τοποθετείται τώρα απέναντι από ένα κατακόρυφο τοίχο, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Μετακινούμε ένα αισθητήρα ήχου κατά μήκος της ευθείας ΑΓ και παρατηρούμε ότι ανιχνεύει διαδοχικά μέγιστα και ελάχιστα στην ένταση του ήχου.

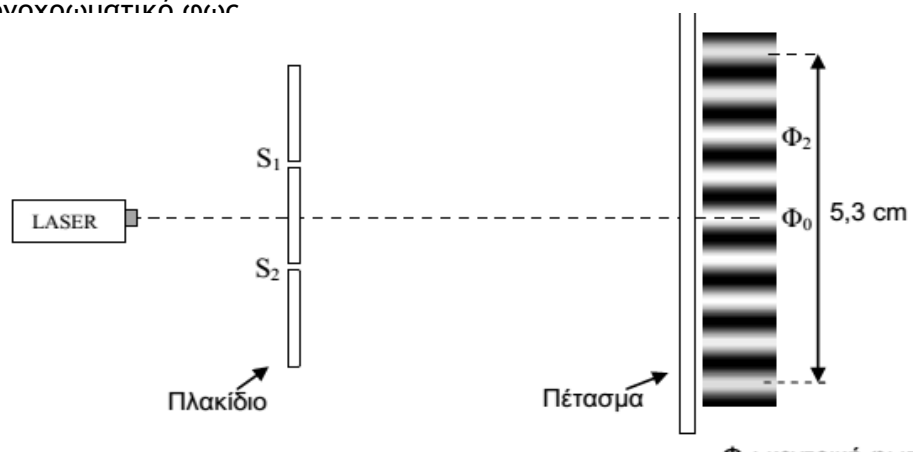
i. Να εξηγήσετε την πιο πάνω παρατήρηση.

ii. Αν η ταχύτητα διάδοσης του ήχου είναι 340 m/s και η γεννήτρια συχνοτήτων ρυθμίζεται στην τιμή των 1360 Hz, να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ελαχίστων του ήχου.

iii. Να εξηγήσετε κατά πόσο θα μπορούσε να συμβεί το φαινόμενο της περίθλασης του ήχου συχνότητας 1360 Hz, αν υπήρχε ένα τετράγωνο άνοιγμα στον τοίχο πλάτους 0,25 m.

2010

11. Στο σχήμα φαίνεται η διάταξη του πειράματος του Young. Η πηγή εκπέμπει μονοχρωματικό φως.



α. Να εξηγήσετε γιατί σημειώνεται φωτεινός και σκοτεινός περιθλάσεις στο πέτασμα.

β. Να εξηγήσετε με πόση διαφορά φάσης συναντούνται τα κύματα από τις σχισμές S_1 και S_2 στο κέντρο της φωτεινής περιοχής $Φ_2$ του πετάσματος.

γ. Για να μετρήσουμε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας ενός laser χρησιμοποιήσαμε τη διάταξη του σχήματος. Η ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα στο πλακίδιο διπλής σχισμής του οποίου οι παράλληλες σχισμές απέχουν 0,30 mm. Το πέτασμα βρίσκεται σε απόσταση 3,10 m από το πλακίδιο.

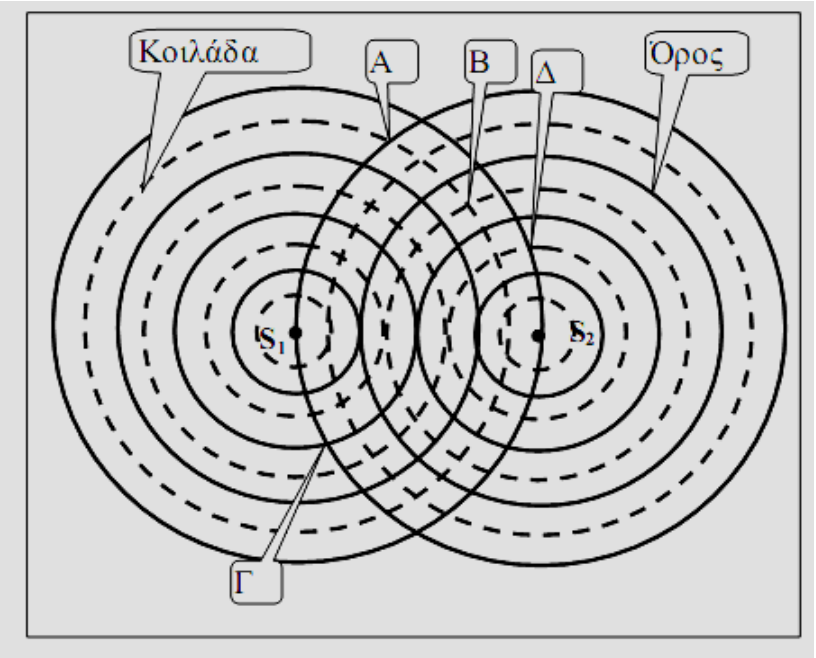
i. Να χρησιμοποιήσετε το σχήμα για να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών περιοχών.

ii. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας laser.

δ. Το πλακίδιο αντικαθίσταται με άλλο, του οποίου οι δύο παράλληλες σχισμές απέχουν μεταξύ τους απόσταση 0,15 mm. Να εξηγήσετε ποια αλλαγή θα παρατηρηθεί στο πέτασμα.

2010

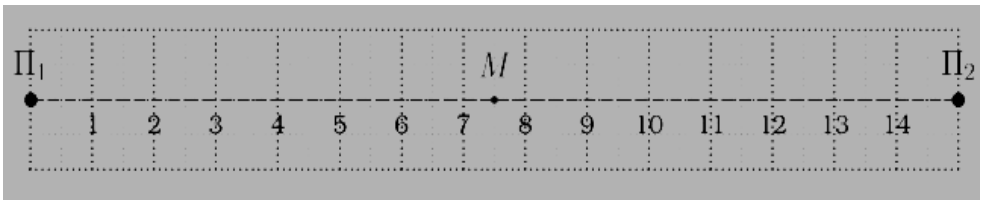
12. Α. Σε λεκάνη που περιέχει νερό, οι πηγές S_1 και S_2 παράγουν αρμονικά κύματα τα οποία είναι σε φάση μεταξύ τους. Στο παρακάτω σχήμα έχουν σχεδιαστεί με συνεχείς κύκλους τα όρη και με διακεκομμένους κύκλους οι κοιλάδες των κυμάτων που προκύπτουν από κάθε πηγή.



Σε ποια από τα σημεία Α, Β, Γ και Δ προκύπτει ενισχυτική συμβολή και σε ποια καταστροφική συμβολή;

Β. Να γράψετε δυο διαφορές μεταξύ στάσιμου και τρέχοντος κύματος.

Γ. Στο πιο κάτω σχήμα οι πηγές Π_1 και Π_2 παράγουν εγκάρσια αρμονικά κύματα σε φάση. Στο μέσο Μ του ευθύγραμμου τμήματος $\Pi_1\Pi_2$ δημιουργείται κοιλία.

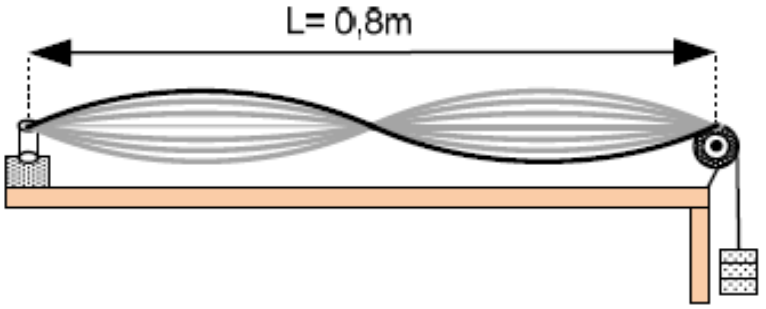


α. Η συχνότητα των κυμάτων είναι f = 5 Hz και η ταχύτητα διάδοσης cm τους είναι $\upsilon = 50\ \frac{cm}{s}$. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ των κυμάτων που παράγουν οι πηγές.

β. Η απόσταση μεταξύ των δυο πηγών είναι $\Pi_1\Pi_2$ = 15 cm. Να υπολογίσετε τον αριθμό των κοιλιών που σχηματίζονται μεταξύ των πηγών.

ΤΣ 2010

13. Α. Μια ομάδα παιδιών συναρμολόγησαν τη διάταξη του σχήματος για τη δημιουργία στάσιμων κυμάτων. Η σταθερή συχνότητα του διεγέρτη είναι f=25 Hz. Επέλεξαν το μήκος της χορδής L=0,8 m, και τοποθετώντας σταθμά, κατάλληλης μάζας, πέτυχαν να δημιουργήσουν στη χορδή στάσιμο κύμα με δύο κοιλίες.

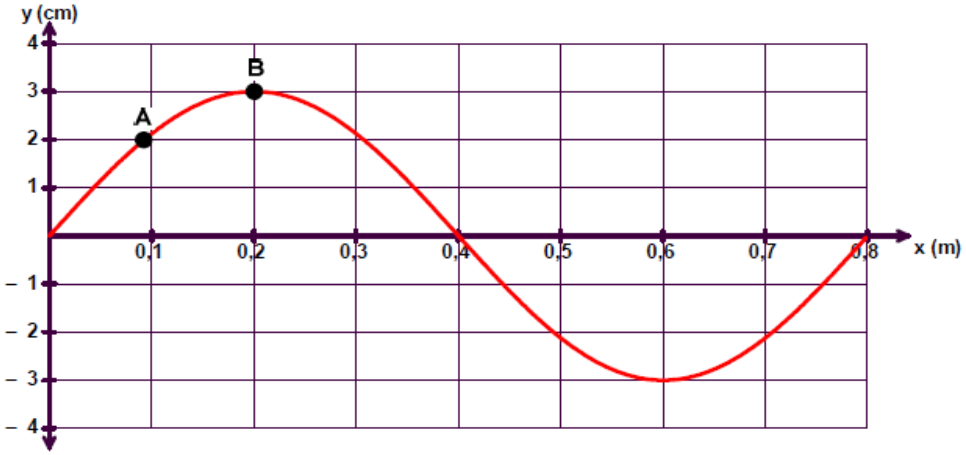


Για το τρέχον κύμα που δημιουργεί ο διεγέρτης να υπολογίσετε:

α. Το μήκος κύματός του.

β. Την ταχύτητα διάδοσής του στη χορδή.

Β. Θεωρούμε ότι το στιγμιότυπο του πιο κάτω στάσιμου κύματος, συχνότητας f = 25 Hz, αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή t_0 = 0, κατά την οποία όλα τα σημεία της χορδής έχουν ταχύτητα μηδέν.



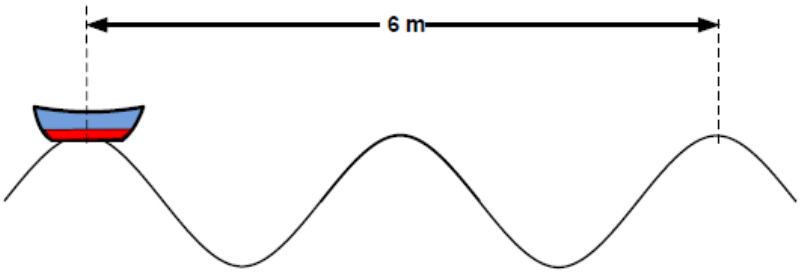
α. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος για τις χρονικές στιγμές $t_1 = \frac{T}{4}$ και $t_2 = \frac{T}{2}$ σε δύο διαφορετικά σχήματα, όπου T η περίοδος του κύματος.

β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου Α για τη χρονική στιγμή t_1.

γ. Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις της απομάκρυνσης y από τη θέση ισορροπίας τους, σε συνάρτηση με το χρόνο t, $y=f(t)$, για τα σημεία Α και Β της χορδής, στους ίδιους βαθμολογημένους άξονες.

2011

14. Ένα παιδί κάθεται στην παραλία και παρακολουθεί τα υδάτινα κύματα.



Το πιο πάνω Σχήμα δείχνει ένα στιγμιότυπο του υδάτινου κύματος και μια πλαστική βαρκούλα που βρίσκεται τη στιγμή αυτή πάνω σε ένα όρος του κύματος. Το παιδί

υπολόγισε ότι η απόσταση από το όρος που βρίσκεται η βαρκούλα μέχρι το μεθεπόμενο είναι 6m.

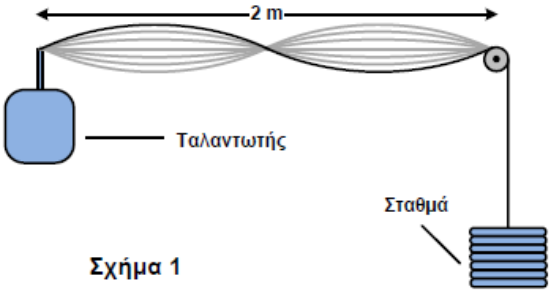
Αργότερα μέτρησε το χρόνο που απαιτείται για να εκτελέσει η βαρκούλα μια πλήρη ταλάντωση και βρήκε ότι είναι 2s.

Για το πιο πάνω υδάτινο κύμα να υπολογίσετε:

α. Το μήκος κύματος. **β.** Τη συχνότητα. **γ.** Την ταχύτητα διάδοσης.

ΤΣ 2011

15. Η διάταξη του Σχήματος 1 χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή, μήκους 2 m. Όταν η συχνότητα του ταλαντωτή είναι 40 Hz, το στάσιμο κύμα στη χορδή έχει τη μορφή που φαίνεται στο Σχήμα 1.



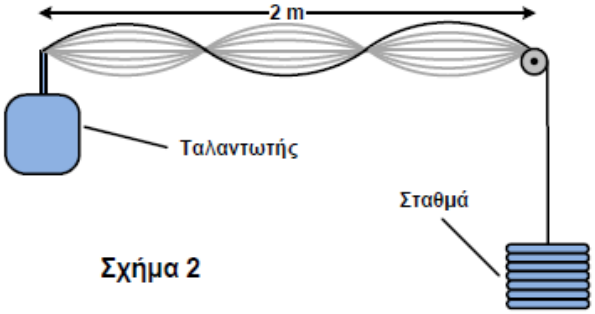
Σχήμα 1

α. Να εξηγήσετε πώς δημιουργείται το στάσιμο κύμα.

β. Τι ονομάζουμε δεσμούς και τι κοιλίες σε ένα στάσιμο κύμα;

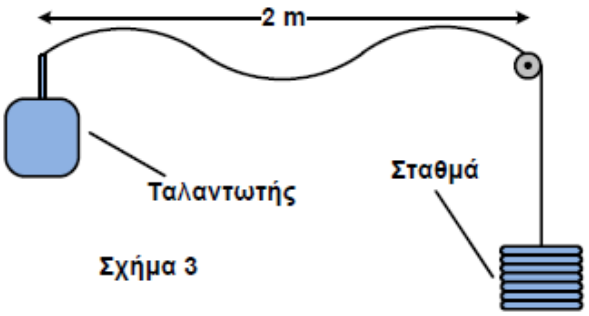
γ. Ποια είναι η θεμελιώδης συχνότητα της χορδής;

δ. Με ποια συχνότητα πρέπει να ταλαντώνεται ο ταλαντωτής ώστε η χορδή να έχει τη μορφή του σχήματος 2;



Σχήμα 2

ε. Στο Σχήμα 3 φαίνεται το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος για τη χρονική στιγμή t_1 κατά την οποία όλα τα σημεία έχουν ταχύτητα μηδέν. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα για τις χρονικές στιγμές $t_2 = t_1 + T/4$ και $t_3 = t_1 + T/2$.



Σχήμα 3

ΤΣ 2011

16. Σε ένα τεντωμένο μακρύ ελατήριο (slinky) διαδίδεται ένα τρέχον κύμα του οποίου το πλάτος είναι 6 cm. Η περίοδος ταλάντωσης της πηγής η οποία παράγει το κύμα είναι 0,40 s. Το κύμα διαδίδεται σε απόσταση 1,96 m σε χρόνο 0,80 s.

α. Να υπολογίσετε:

i. τη συχνότητα του κύματος. **ii.** την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

β. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

γ. Να υπολογίσετε:

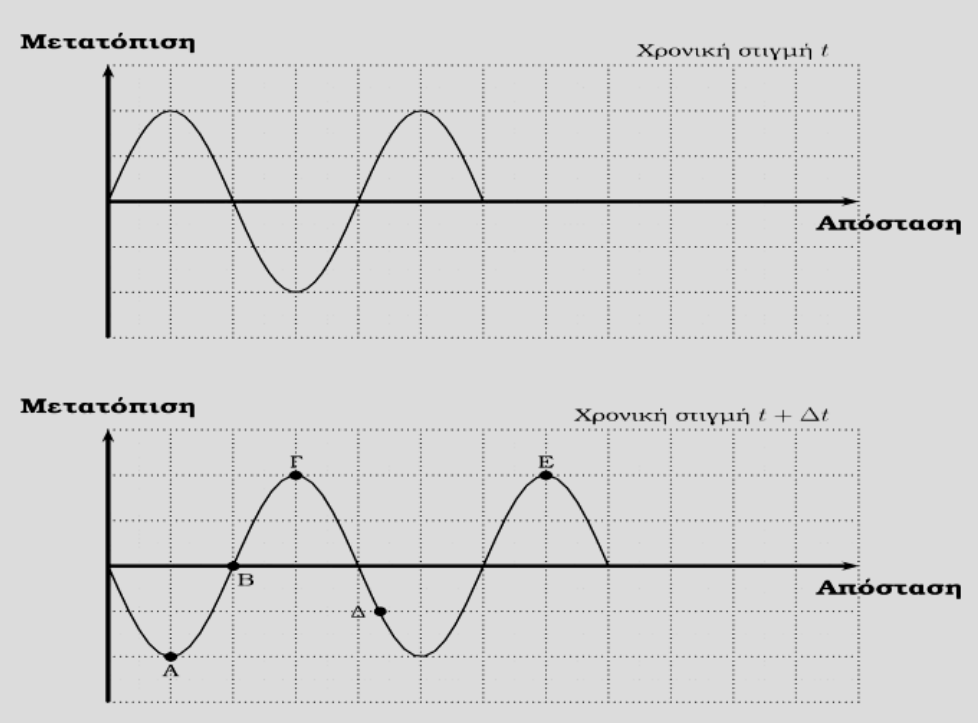
i. τη μετατόπιση του μορίου μιας σπείρας του ελατηρίου το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 2,30 m από την πηγή 5 s μετά την έναρξη ταλάντωσης της πηγής.

ii. τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των μορίων του ελατηρίου.

δ. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος αυξάνει με την επιμήκυνση του ελατηρίου. Το ελατήριο επιμηκύνεται έτσι ώστε η ταχύτητα διάδοσης της διαταραχής να γίνει διπλάσια της αρχικής, ενώ η συχνότητα παραμένει σταθερή. Να αναφέρετε το νέο μήκος κύματος της διαταραχής.

2012

17. Στο σχήμα φαίνονται τα στιγμιότυπα ενός εγκάρσιου κύματος που διαδίδεται σε ένα ελαστικό μέσο σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές t και $t+\Delta t$. Το κύμα διαδίδεται από αριστερά προς τα δεξιά.



α. Να αναφέρετε αν η χρονική διαφορά Δ*t* μεταξύ των δύο στιγμιότυπων είναι μία περίοδος *T*, ή μισή περίοδος $\frac{T}{2}$.

β. Στο σχήμα έχουν σημειωθεί 5 μόρια του ελαστικού μέσου, τα Α, Β, Γ, Δ και Ε. Να επιλέξετε δύο από τα μόρια αυτά τα οποία βρίσκονται:

i. Σε φάση. **ii.** Σε αντίθεση φάσης.

γ. Να εξηγήσετε ποιο από τα πέντε μόρια Α, Β, Γ, Δ και Ε του ελαστικού μέσου έχει τη μεγαλύτερη φάση.

ΤΣ 2012

18. Σας ζητείται να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης ενός τρέχοντος κύματος σε χορδή. Θα χρησιμοποιήσετε τη χορδή για να δημιουργήσετε στάσιμο κύμα. Για το σκοπό αυτό σας δίνονται, ένας δονητής, μια γεννήτρια συχνοτήτων, τροχαλία, βαρίδια, η χορδή και ένας χάρακας του ενός μέτρου.

α. Να σχεδιάσετε την πειραματική διάταξη που θα στήσετε και να ονομάσετε τα διάφορα μέρη της.

β. Να περιγράψετε την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσετε αναφέροντας:

i. Τα φυσικά μεγέθη που θα μετρήσετε.

ii. Το όργανο που θα χρησιμοποιήσετε για τη μέτρησή του κάθε φυσικού μεγέθους.

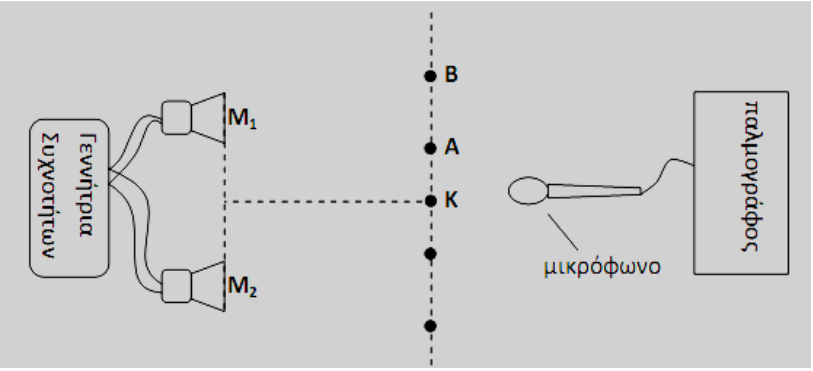
iii. Τον τρόπο με τον οποίο θα πετύχετε όσο το δυνατό ακριβέστερο υπολογισμό της ταχύτητας διάδοσης του κύματος.

iv. Να αναφέρετε με ποιο τρόπο θα χρησιμοποιηθούν οι μετρήσεις για να υπολογισθεί η ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

ΤΣ 2012

19. Ζητήθηκε από ένα μαθητή να υπολογίσει το μήκος κύματος των ηχητικών κυμάτων που εκπέμπουν δύο μεγάφωνα Μι και M_2. Τα δύο μεγάφωνα είναι ενωμένα με την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων.

Ο μαθητής χρησιμοποίησε το μικρόφωνο και τον παλμογράφο για να ανιχνεύσει τη θέση των μέγιστων και ελάχιστων της έντασης του ήχου τα οποία δημιουργούνται λόγω συμβολής. Στη θέση Κ βρήκε το κεντρικό μέγιστο του ήχου, ενώ στις θέσεις Α και Β ανίχνευσε τα μέγιστα πρώτης και δεύτερης τάξης αντίστοιχα.



α. Να εξηγήσετε πώς ο μαθητής βεβαιώθηκε ότι το μέγιστο Κ ήταν το κεντρικό και όχι κάποιο άλλο μεγαλύτερης τάξης.

β. Ο μαθητής μέτρησε τις αποστάσεις M_1B και M_2B και τις βρήκε 2,45 m και 2,77 m αντίστοιχα. Να εξηγήσετε με ποιον τρόπο θα χρησιμοποιήσει τις μετρήσεις του για να υπολογίσει το μήκος κύματος των ηχητικών κυμάτων.

γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των ηχητικών κυμάτων που εκπέμπουν τα μεγάφωνα.

δ. Η συχνότητα που επέλεξε ο μαθητής στη γεννήτρια συχνοτήτων ήταν 2000 Hz. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του ήχου.

ε. Η ταχύτητα των ηχητικών κυμάτων μετρήθηκε με ακριβέστερη μέθοδο εκείνη τη μέρα και βρέθηκε να είναι 340 m/s. Να αναφέρετε δυο πιθανά σφάλματα στο πείραμα στα οποία οφείλεται η διαφορετική τιμή της ταχύτητας που υπολογίσατε στο ερώτημα (δ).

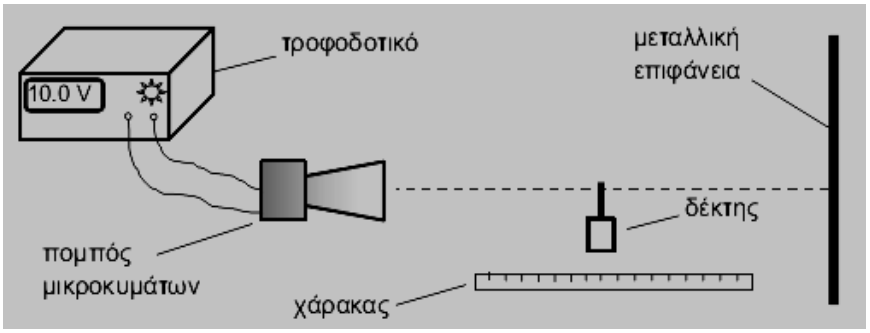
στ. Να εισηγηθείτε έναν τρόπο που πρέπει να ακολουθήσει ο μαθητής ώστε να πετύχει όσο το δυνατό ακριβέστερο υπολογισμό της ταχύτητας του ήχου.

ΤΣ 2012

20. α. Να επιλέξετε ένα από τα πιο κάτω μήκη το οποίο θεωρείτε ότι αντιστοιχεί σε μήκος κύματος μικροκυμάτων.

Α. 1 cm. **Β.** 1 km. **Γ.** 10^6 m. **Δ.** 600 nm.

β. Μια ομάδα μαθητών πραγματοποίησε πείραμα για να υπολογίσει τη συχνότητα των μικροκυμάτων, χρησιμοποιώντας την πιο κάτω πειραματική διάταξη.



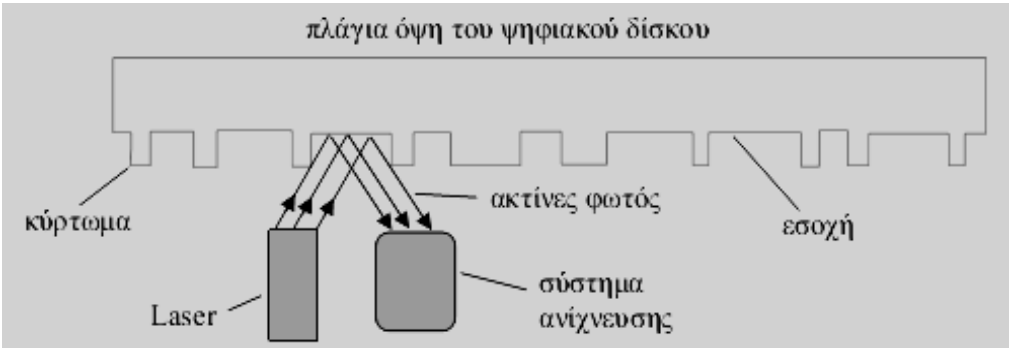
Ο δέκτης κατέγραφε μέγιστες και ελάχιστες τιμές καθώς οι μαθητές τον μετακινούσαν κατά μήκος της νοητής γραμμής που ενώνει τον πομπό με τη μεταλλική επιφάνεια.
Χρησιμοποίησαν τον χάρακα του 1 m για να καταγράψουν μια πρώτη θέση (σημειώνοντάς την ως 1) και μια τελευταία θέση στην οποία ο δέκτης έδειχνε ελάχιστη τιμή.
Τα δεδομένα που κατέγραψαν οι μαθητές, επαναλαμβάνοντας τρεις φορές το πείραμα, δίνονται στον πιο κάτω πίνακα.

Αριθμός μέτρησης	Αρχική θέση δέκτη στο χάρακα (mm)	Τελική θέση δέκτη στο χάρακα (mm)	Αριθμός ελαχίστων
1	200	475	20
2	320	573	18
3	420	705	20

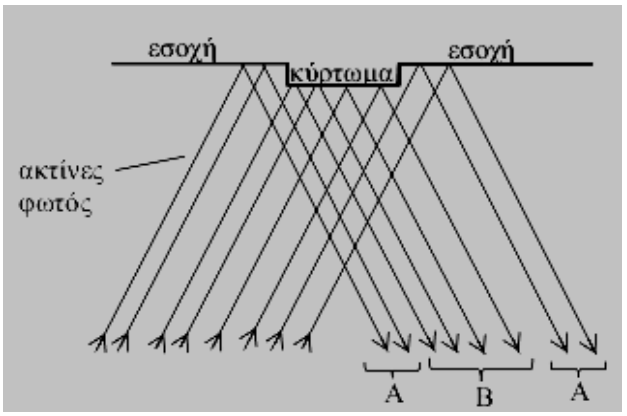
i. Να εξηγήσετε γιατί ο δέκτης των μικροκυμάτων έδειχνε μέγιστες και ελάχιστες τιμές.
ii. Να υπολογίσετε για κάθε μέτρηση το μήκος κύματος των μικροκυμάτων.
iii. Να υπολογίσετε τη μέση τιμή του μήκους κύματος.
iv. Να υπολογίσετε τη συχνότητα των μικροκυμάτων.

2013

21. α. Τι ονομάζουμε συμβολή δύο κυμάτων.
β. Το φαινόμενο της συμβολής βρίσκει εφαρμογή στην αναπαραγωγή του ήχου από ένα ψηφιακό δίσκο (CD). Η πλάγια όψη ενός τέτοιου ψηφιακού δίσκου μουσικής φαίνεται σε μεγέθυνση στο πιο κάτω διάγραμμα.
Η κάτω επιφάνεια του δίσκου αποτελείται από κυρτώματα και εσοχές.



Για να ακουστεί η μουσική, λεπτή δέσμη μονοχρωματικού φωτός σαρώνει την επιφάνεια του δίσκου. Η δέσμη αυτή αποτελείται από ακτίνες φωτός (φωτεινά κύματα) οι οποίες εκπέμπονται από laser. Όταν ανακλάται η δέσμη, ένα ηλεκτρονικό σύστημα την ανιχνεύει και τη μετατρέπει σε ήχο. Όταν τα φωτεινά κύματα ανακλώνται στο ίδιο επίπεδο το σύστημα ανίχνευσης καταγράφει μέγιστη ένταση φωτός. Όταν μέρος της δέσμης προσπίπτει σε κύρτωμα και μέρος της σε εσοχή ανακλάται, όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα. Τα τμήματα Α και Β της ανακλώμενης δέσμης όταν συγκλίνουν στον ανιχνευτή συμβάλλουν καταστροφικά.

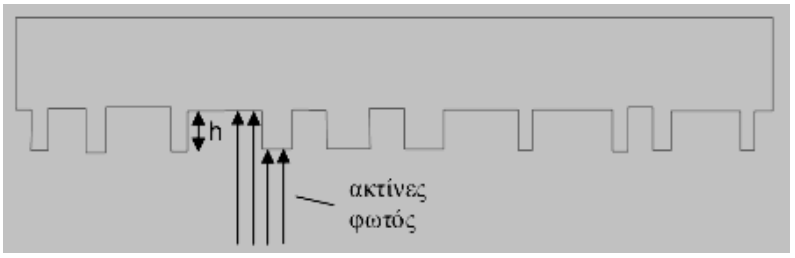


Να εξηγήσετε:

i. Πότε συμβαίνει καταστροφική συμβολή και ποιο είναι το αποτέλεσμά της στην ένταση του φωτός;

ii. Να εξηγήσετε πού οφείλεται η καταστροφική συμβολή στην περίπτωση αυτή.

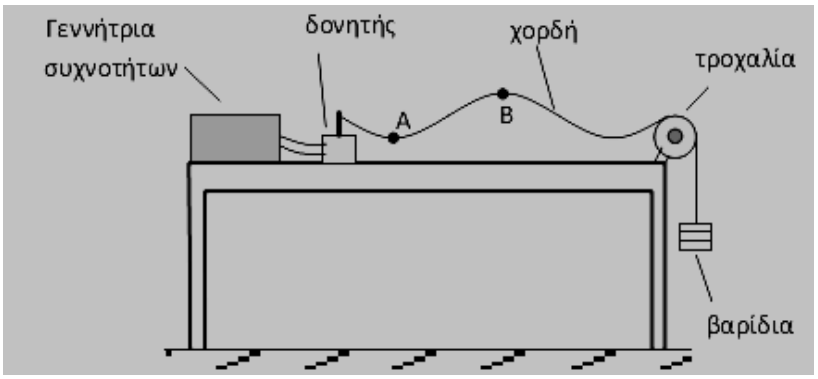
γ. Στην πραγματικότητα η δέσμη φωτός από το laser προσπίπτει κάθετα στα κυρτώματα και στις εσοχές όπως δείχνει το πιο κάτω σχήμα, και στη συνέχεια ανακλάται.



Το μήκος κύματος της δέσμης είναι 500 nm. Να υπολογίσετε το ελάχιστο ύψος *h* του κυρτώματος που μπορεί να έχει ένας ψηφιακός δίσκος.

2013

22. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος σε μια χορδή, όταν η ταχύτητα ταλάντωσης όλων των μορίων της χορδής είναι μηδέν.



α. Να αναφέρετε πόση είναι η διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων Α και Β της χορδής.

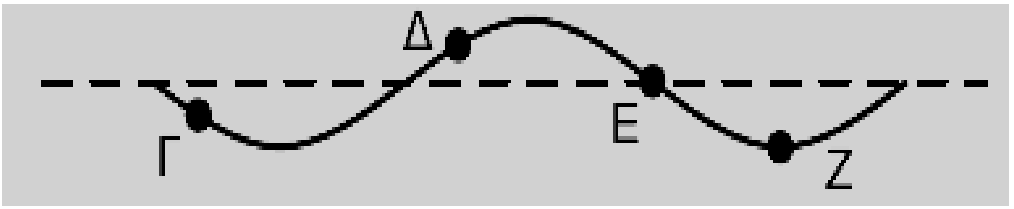
β. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος όταν θα έχει περάσει χρόνος μισής περιόδου.

γ. Ο αριθμός των βαριδιών αυξάνεται, επομένως η δύναμη με την οποία τεντώνεται η χορδή αυξάνεται.

i. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η ταχύτητα με την οποία διαδίδεται το τρέχον κύμα στη χορδή.

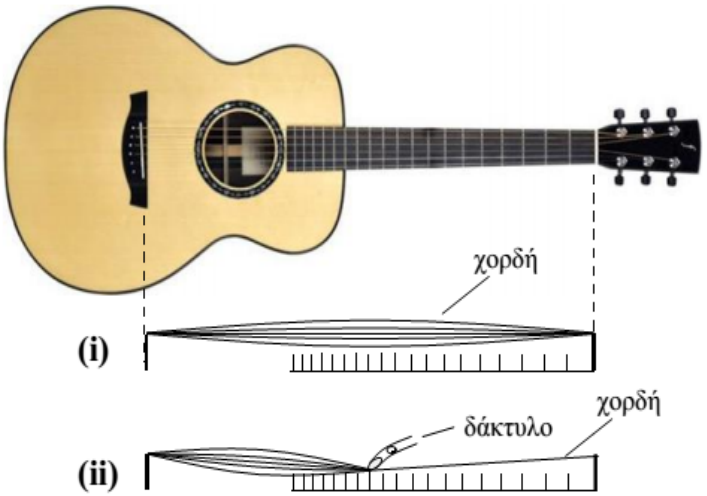
ii. Να εξηγήσετε αν θα συνεχίσει να δημιουργείται στάσιμο κύμα στη χορδή μετά την αύξηση της δύναμης που την τεντώνει.

δ. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται 4 σημεία του στάσιμου κύματος. Να γράψετε ποιο από αυτά είναι δεσμός και ποιο είναι κοιλία.

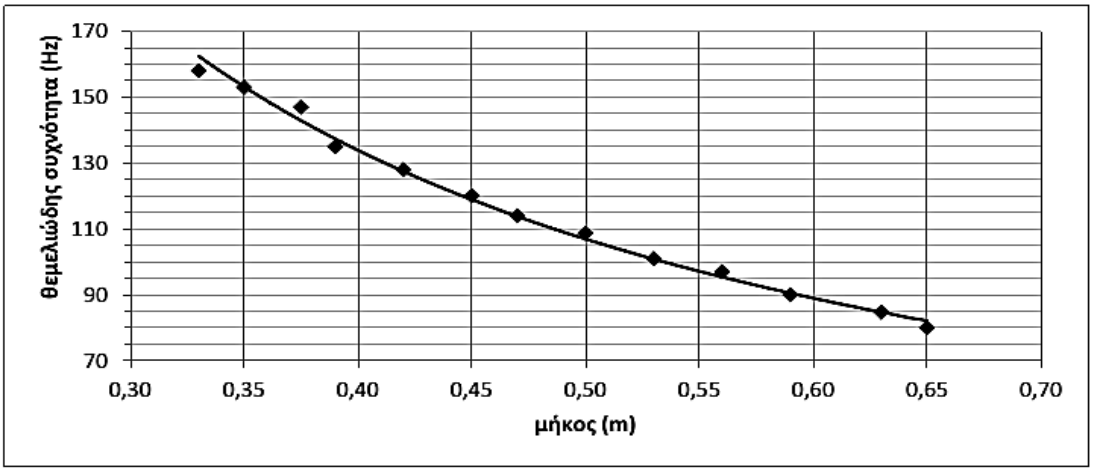


2013

23. Μια μαθήτρια τραβά με δάκτυλο του δεξιού της χεριού μια χορδή της ακουστικής κιθάρας της. Στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα όπως φαίνεται στο σχήμα (i). Η μαθήτρια καταγράφει με αισθητήρα ήχου τη θεμελιώδη συχνότητα του ήχου που παράγεται από την ταλάντωση της χορδής. Στη συνέχεια επαναλαμβάνει την ταλάντωση της ίδιας χορδής σε μικρότερο μήκος της, πατώντας την σε διάφορα σημεία της με δάκτυλο του αριστερού χεριού της όπως δείχνει το σχήμα (ii).



Η μαθήτρια χαράσσει τη γραφική παράσταση της θεμελιώδους συχνότητας f_0 του ήχου, σε συνάρτηση με το μήκος L της χορδής που ταλαντώνεται. Η εξίσωση της καμπύλης της γραφικής παράστασης είναι $f_0 = \frac{53,2}{L}$.



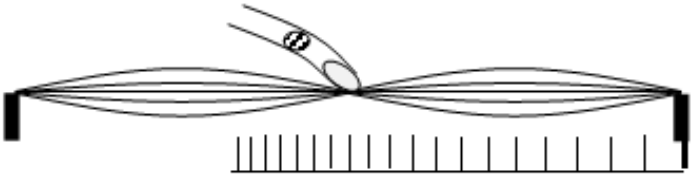
α. Να αποδείξετε ότι η θεμελιώδης συχνότητα του ήχου που παράγεται σε κάθε περίπτωση δίνεται από τη σχέση $f_0 = \frac{\upsilon}{2L}$, όπου υ είναι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή.

β. Να δείξετε ότι η ταχύτητα διάδοσης του κύματος στη χορδή είναι 106,4 m/s.

γ. Να υπολογίσετε την τάση τη χορδής η οποία έχει γραμμική πυκνότητα $7,4x10^{-3}kg/m$.

δ. Να εξηγήσετε γιατί η γραφική παράσταση θα μετατοπιστεί προς τα πάνω σε μεγαλύτερες συχνότητες όταν αυξηθεί η τάση με την οποία τεντώνεται η χορδή.

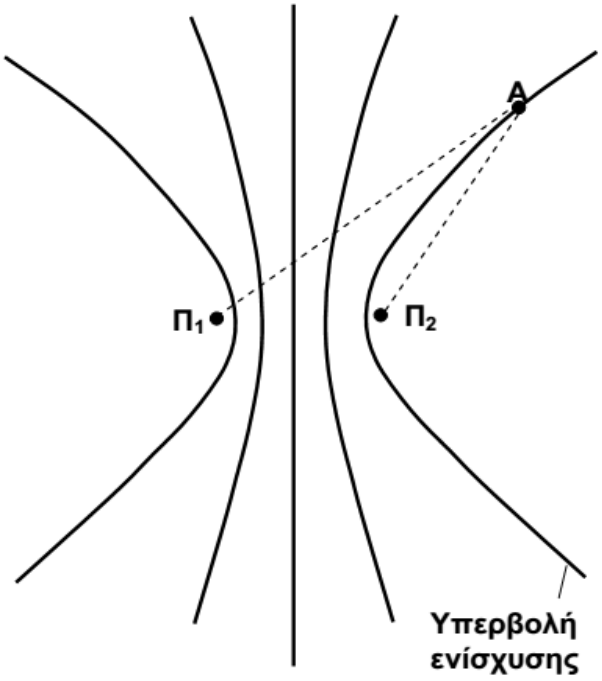
ε. Τραβώντας την ελεύθερη χορδή και ακουμπώντας την ταυτόχρονα ελαφρά με το δάκτυλο του αριστερού χεριού στο μέσο της, η μαθήτρια τη βλέπει να ταλαντώνεται όπως στο σχήμα.



Να αντλήσετε πληροφορία από τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε τη συχνότητα του ήχου που παράγεται στην περίπτωση αυτή.

2014

24. Στο σχήμα φαίνονται οι υπερβολές ενίσχυσης που σχηματίζονται σε επιφάνεια νερού μετά από συμβολή δύο υδάτινων κυμάτων που παράνονται από τις πηγές $Π_1$ και $Π_2$.



Η ταχύτητα διάδο αι η συχνότητα της πηγής που τα παρ

α. Να ορίσετε το

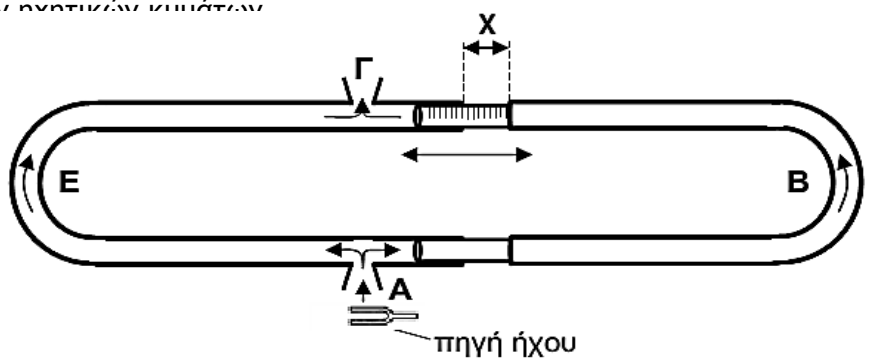
β. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου του σημείου Α από τις δύο πηγές των κυμάτων $Π_1$ και $Π_2$.

γ. Να αναφέρετε ποια θα είναι η αλλαγή στον αριθμό των υπερβολών όταν η συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών $Π_1$ και $Π_2$ αυξηθεί.

ΤΣ 2014

25. α. Να γράψετε τις συνθήκες ενίσχυσης και απόσβεσης δύο κυμάτων που συμβάλλουν, με αναφορά στο μήκος κύματος. Τα δύο κύματα προέρχονται από δύο σύμφωνες πηγές, που βρίσκονται σε φάση.

β. Η συσκευή Quincke που φαίνεται στο σχήμα, χρησιμοποιείται για τη μελέτη της συμβολής των ηχητικών κυμάτων.



Ηχητικά κύματα από την πηγή ήχου (διαπασών) εισέρχονται στους σωλήνες ΑΒΓ και ΑΕΓ, φτάνουν στην έξοδο Γ και συμβάλλουν είτε ενισχυτικά είτε καταστροφικά. Το αριστερό μέρος του σωλήνα ΑΕΓ έχει αμετάβλητο μήκος, ενώ το δεξιό του μέρος ολισθαίνει μέσα-έξω, όπως δείχνει το σχήμα, ώστε το μήκος της διαδρομής ΑΒΓ να μεταβάλλεται.

i. Όταν ο σωλήνας ΑΒΓ είναι τελείως κλειστός (το άνοιγμα x στο σχήμα είναι μηδέν) οι διαδρομές ΑΒΓ και ΑΕΓ έχουν το ίδιο μήκος και τα κύματα που φτάνουν στην έξοδο Γ συμβάλλουν ενισχυτικά. Να εξηγήσετε γιατί παρατηρείται ενίσχυση των ηχητικών κυμάτων στην έξοδο Γ.

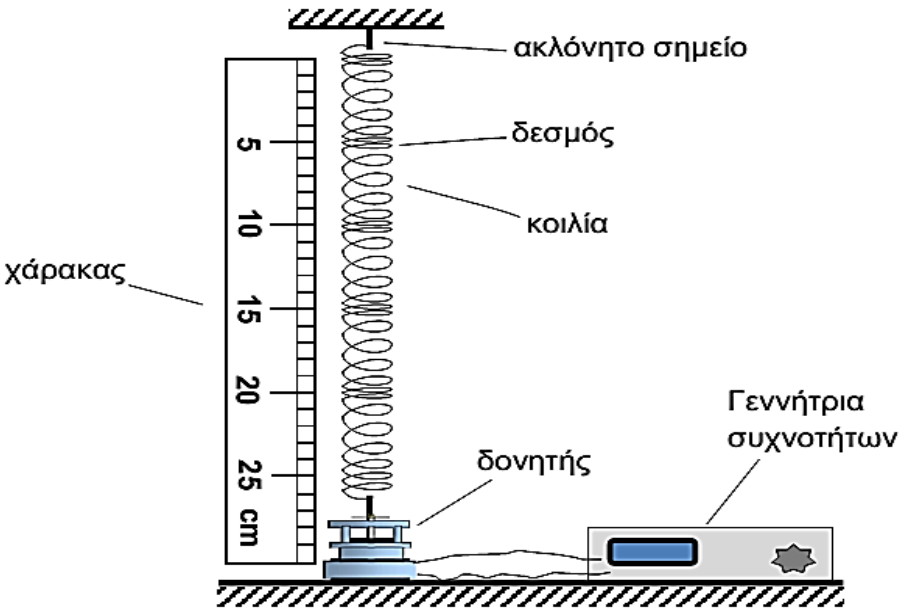
ii. Να εξηγήσετε πόσο θα πρέπει να ολισθήσει προς τα έξω ο σωλήνας ΑΒΓ (άνοιγμα x στο σχήμα) ώστε να παρατηρηθεί το πρώτο ελάχιστο στην έξοδο Γ. Να δώσετε την απάντησή σας σε σχέση με το μήκος κύματος.

iii. Να εξηγήσετε πόσο θα πρέπει να ολισθήσει επιπλέον ο σωλήνας ΑΒΓ ώστε να παρατηρηθεί το δεύτερο ελάχιστο. Να δώσετε την απάντησή σας σε σχέση με το μήκος κύματος.

iv. Σε μια μελέτη ηχητικών κυμάτων, συχνότητας 1000 Hz, το άνοιγμα x για το πρώτο ελάχιστο είναι 8,4 cm. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του ήχου μέσα στον αέρα του σωλήνα.

2015

26. Η πειραματική διάταξη του σχήματος δείχνει ένα κατακόρυφο ελατήριο, στο οποίο σχηματίστηκε στάσιμο διάμηκες κύμα.



α. Να αναφέρετε τι είναι ο δεσμός και τι είναι η κοιλία στο στάσιμο κύμα στο ελατήριο.

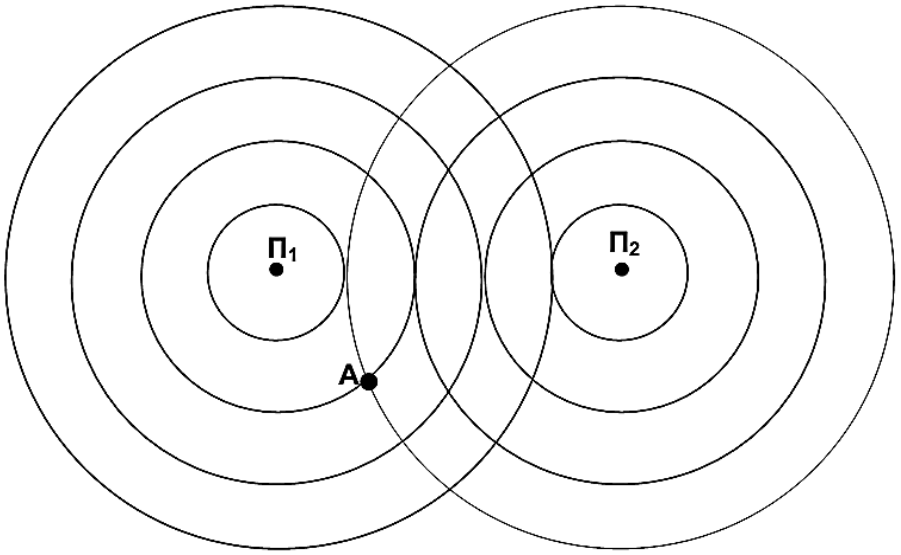
β. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται στάσιμο κύμα στο ελατήριο.

γ. Ο χάρακας στο σχήμα έχει ως μικρότερη υποδιαίρεση το 1 cm. Να χρησιμοποιήσετε το πιο πάνω σχήμα, για να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του τρέχοντος κύματος στο ελατήριο. Η συχνότητα του δονητή στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι 20 Hz.

δ. Η ταχύτητα διάδοσης του τρέχοντος διάμηκους κύματος στο ελατήριο εξαρτάται μόνο από τη σταθερά του ελατηρίου, το μήκος του τεντωμένου ελατηρίου και τη γραμμική πυκνότητά του. Να εξηγήσετε ποια αλλαγή θα παρατηρηθεί στη μορφή του στάσιμου κύματος, όταν αυξηθεί η συχνότητα του δονητή και δεν γίνει άλλη αλλαγή στην πειραματική διάταξη.

2015

27. Στο σχήμα φαίνονται οι ισοφασικές επιφάνειες που παράγονται από δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 οι οποίες είναι συνδεδεμένες με την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων. Οι πηγές δημιουργούν εγκάρσια κύματα σε επιφάνεια νερού. Η μια ισοφασική επιφάνεια απέχει από την επόμενη ή την προηγούμενη ένα μήκος κύματος. Επίσης η κάθε πηγή απέχει από την πλησιέστερη ισοφασική επιφάνειά της ένα μήκος κύματος. Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στο νερό είναι υ = 0,06 m/s και η συχνότητα της κάθε πηγής είναι f = 2,5 Hz.



α. Να γράψετε τον ορισμό της συμβολής των κυμάτων.

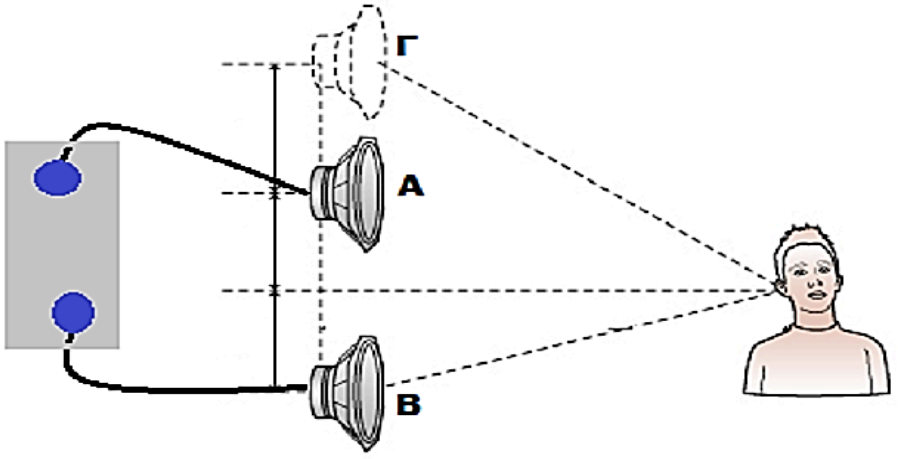
β. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος.

γ. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου του υλικού σημείου Α (βλέπε σχήμα) από τις δύο πηγές.

δ. Να γράψετε ένα τρόπο με τον οποίο θα αυξηθεί ο αριθμός των ισοφασικών επιφανειών στο πιο πάνω σχήμα, χωρίς να αλλάξει η απόσταση των δύο πηγών.

Τ.Σ. 2015

28. Το σχήμα δείχνει δύο μεγάφωνα συνδεδεμένα με την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων. Όταν τα μεγάφωνα βρίσκονται στις θέσεις Α και Β ο ακροατής που βρίσκεται σε ίσες αποστάσεις από τα δύο μεγάφωνα ακούει το μέγιστο σε ένταση ήχο. Όταν το μεγάφωνο στη θέση Α μετακινηθεί στη θέση Γ, χωρίς να αλλάξει η συχνότητα της γεννήτριας και χωρίς να μετακινηθεί το άλλο μεγάφωνο από τη θέση Β, ο ακροατής στην ίδια θέση που βρισκόταν αρχικά μόλις που αντιλαμβάνεται τον ήχο από τα δύο μεγάφωνα. Η θέση Γ είναι η πρώτη θέση κατά μήκος της ευθείας ΑΓ που συμβαίνει αυτό.



α. Να γράψετε κατά πόσο τα ηχητικά κύματα στον αέρα είναι εγκάρσια ή διαμήκη κύματα.

β. Να γράψετε μια διαφορά μεταξύ των ηχητικών και των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.

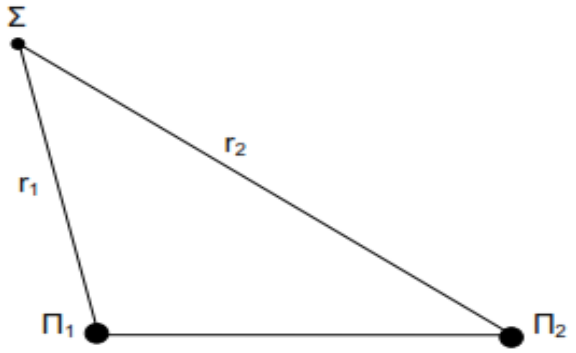
γ. Να εξηγήσετε γιατί ο ακροατής στην πιο πάνω εικόνα μόλις που αντιλαμβάνεται ήχο όταν τα μεγάφωνα βρίσκονται στις θέσεις Β και Γ αντίστοιχα.

δ. Να σχεδιάσετε μια πειραματική διάταξη με την οποία μπορούμε να πετύχουμε στάσιμο ηχητικό κύμα. Να ονομάσετε τα διάφορα μέρη της πειραματικής διάταξης.

Τ.Σ. 2015

29. Δύο σύγχρονες πηγές $Π_1$ και $Π_2$ αρχίζουν να δημιουργούν εγκάρσια κύματα στην επιφάνεια του νερού τη χρονική στιγμή t = 0 s.

Η εξίσωση της ταλάντωσης της κάθε πηγής δίνεται από τη σχέση $y = 2ημ(5πt)$ όπου y σε cm και t σε s. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του νερού απέχει απόσταση r_1 = 4 m από την πηγή $Π_1$ και απόσταση r_2 από την πηγή $Π_2$, με $r_2 > r_1$. Το κύμα από την πηγή $Π_1$ φτάνει στο σημείο Σ τη χρονική στιγμή t_1 = 0,4 s και από την πηγή $Π_2$ με καθυστέρηση $Δt$ = 0,4 s.



α. Να διατυπώσετε τον ορισμό της συμβολής κυμάτων.

β. Να βρείτε την ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος των κυμάτων.

γ. Να υπολογίσετε την απόσταση r_2.

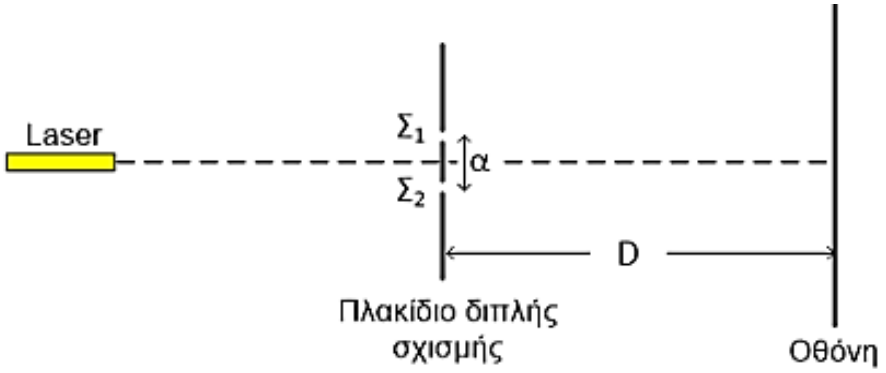
δ. Να διερευνήσετε πώς συμβάλουν τα κύματα στο σημείο Σ.

ε. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της μετατόπισης του σημείου Σ σε συνάρτηση με το χρόνο, $y = f(t)$, για $0\ s \le t \le 1{,}2\ s$.

Να θεωρήσετε ότι το πλάτος των επιφανειακών κυμάτων παραμένει σταθερό κατά τη διάδοσή τους στο νερό.

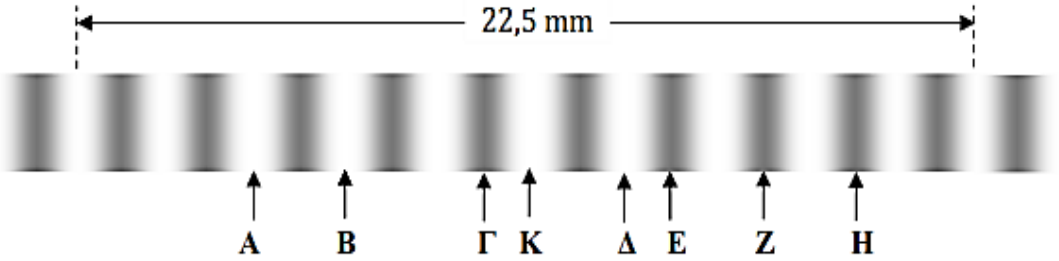
2016

30. Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την πειραματική διάταξη που χρησιμοποιείται στο πείραμα του Young. Στο πλακίδιο, το οποίο είναι τοποθετημένο παράλληλα με την οθόνη, υπάρχουν δύο σχισμές που απέχουν μεταξύ τους απόσταση *α*. Η οθόνη απέχει από το πλακίδιο απόσταση *D*. Τοποθετούμε μια πηγή μονοχρωματικής ακτινοβολίας (laser) στη μεσοκάθετο του ευθύγραμμου τμήματος $\Sigma_1\Sigma_2$, της οποίας η ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα στο πλακίδιο, και παρατηρούμε φωτεινούς και σκοτεινούς κροσσούς στην οθ



α. Να αναφέρετε ποια κυματικά φαινόμενα συμβαίνουν κατά την πορεία της ακτινοβολίας από την πηγή μέχρι και την οθόνη.

β. Η πιο κάτω φωτογραφία δείχνει, υπό μεγέθυνση, μερικούς κροσσούς που λήφθηκαν πάνω στην οθόνη κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Αν το Κ είναι η θέση του κεντρικού φωτεινού κροσσού, να αναφέρετε σε ποια θέση το φως από τις δύο σχισμές μέχρι την οθόνη:

i. διανύει την ίδια απόσταση.

ii. παρουσιάζει διαφορά δρόμου $3\lambda/2$.

iii. παρουσιάζει διαφορά δρόμου 2λ.

γ. Χρησιμοποιώντας την πιο πάνω φωτογραφία να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών.

δ. Να αναφέρετε τι θα παρατηρηθεί στην απόσταση μεταξύ των κροσσών όταν:

i. μειωθεί η απόσταση πλακιδίου διπλής σχισμής – οθόνης.

ii. μειωθεί η απόσταση μεταξύ των δύο σχισμών.

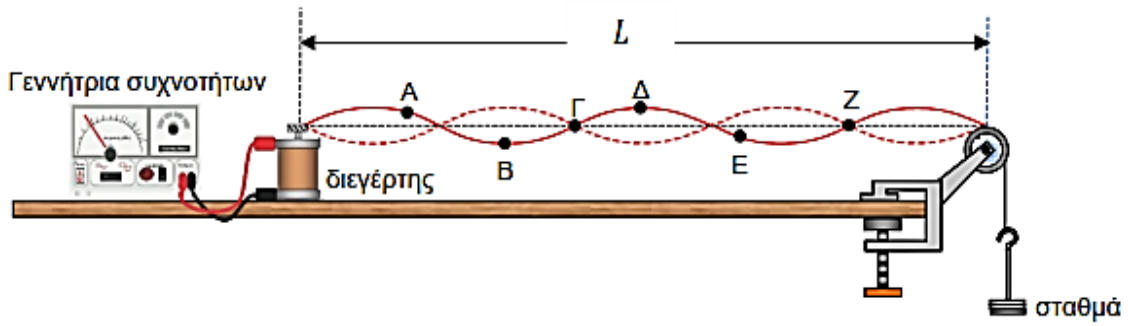
iii. χρησιμοποιηθεί φως μικρότερου μήκους κύματος.

ΤΣ 2016

31. α. Να γράψετε δύο διαφορές μεταξύ τρέχοντος και στάσιμου κύματος.

(β) Ομάδα μαθητών συναρμολόγησε τη διάταξη του σχήματος για τη δημιουργία στάσιμου κύματος. Η συχνότητα του διεγέρτη είναι f = 25 Hz. Η χορδή έχει μήκος L = 0,8 m.

Οι μαθητές τοποθέτησαν σταθμά, κατάλληλης μάζας και πέτυχαν να δημιουργήσουν στη χορδή στάσιμο κύμα με πέντε κοιλίες.



i. Να προσδιορίσετε ποια από τα σημεία Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ είναι δεσμοί και ποια είναι κοιλίες.

ii. Να αναφέρετε πόση είναι η διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων Α και Β, και μεταξύ των σημείων Β και Ε της χορδής.

iii. Να υπολογίσετε τη θεμελιώδη συχνότητα της χορδής.

iv. Να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεων τη μορφή που θα έχει η χορδή αν η συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων γίνει f = 10 Hz.

ΤΣ 2016

32. Α. Σε μια εργαστηριακή λεκάνη κυμάτων (ripple tank) προκαλούνται κυκλικά κύματα από δύο πηγές, που είναι σε φάση, τα οποία συμβάλλουν (εικόνα). Στο σχήμα φαίνεται η γεωμετρική μορφή της συμβολής που πραγματοποιείται (όχι υπό κλίμακα). Οι πηγές σημειώνονται με $Π_1$ και $Π_2$, οι συνεχείς γραμμές αποτελούν τις υπερβολές ενίσχυσης και οι διακεκομμένες γραμμές τις υπερβολές απόσβεσης.

α. Να εξηγήσετε τι είναι η συμβολή των κυμάτων.

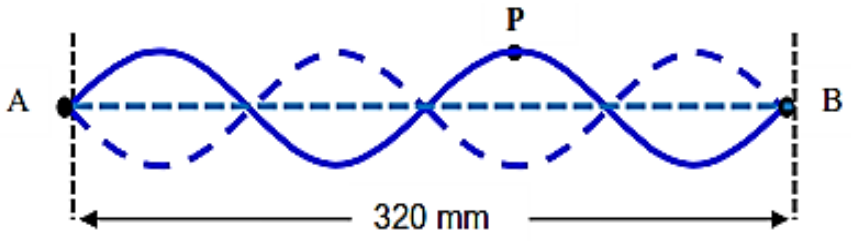
β. Οι πηγές πάλλονται με συχνότητα 8 Hz. Ένα σημείο βρίσκεται στη υπερβολή απόσβεσης ΗΘ και απέχει 10,0 cm από τη μία πηγή και 11,0 cm από την άλλη.

Να βρείτε το μήκος κύματος των κυμάτων που συμβάλλουν.

γ. Να υπολογίσετε τη διαφορά της απόστασης Δ*x* ενός σημείου, που βρίσκεται στην υπερβολή ενίσχυσης ΙΚ, από τις δύο πηγές $Π_1$ και $Π_2$.

δ. Να εξηγήσετε τι θα παρατηρηθεί στον αριθμό υπερβολών συμβολής αν αυξηθεί η συχνότητα των πηγών.

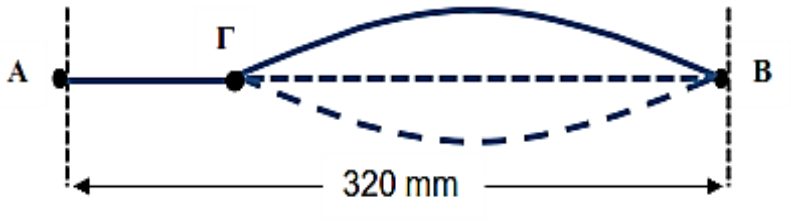
Β. Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την κυματομορφή για ένα στάσιμο κύμα σε χορδή βιολιού για μια από τις αρμονικές συχνότητες ταλάντωσης. Η συχνότητα για αυτή την αρμονική είναι 780 Hz. Στο σχήμα απεικονίζονται οι θέσεις της χορδής για τις μέγιστες και μηδενικές μετατοπίσεις. Τα σημεία Α και Β είναι ακλόνητα.



α. Να δείξετε ότι η ταχύτητα του τρέχοντος κύματος στη χορδή είναι περίπου 125 m/s.

β. Να υπολογίσετε το χρόνο που χρειάζεται το σημείο Ρ στη χορδή για να μετακινηθεί από τη θέση μέγιστης μετατόπισης στη θέση μηδενικής μετατόπισης για πρώτη φορά.

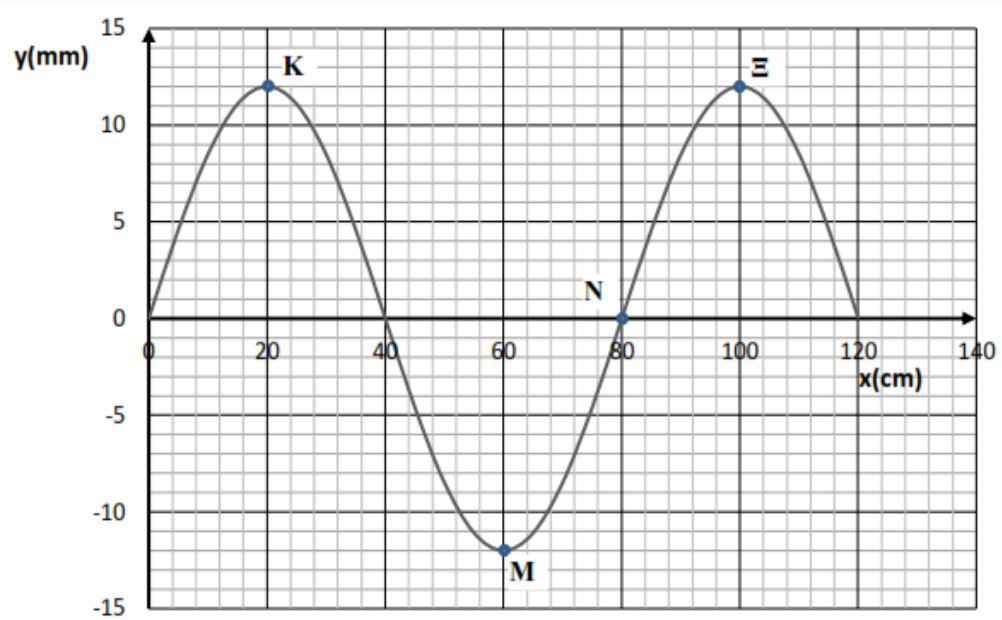
γ. Ο βιολιστής πιέζει τη χορδή στο σημείο Γ για να μικρύνει το μέρος της χορδής που πάλλεται. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η χορδή να πάλλεται στη θεμελιώδη συχνότητα ανάμεσα στα σημεία Γ και Β. Το συνολικό μήκος της χορδής παραμένει 320 mm και η απόσταση ανάμεσα στα σημεία Γ και Β είναι 240 mm.



Να υπολογίσετε το μήκος κύματος αυτού του στάσιμου κύματος.

2017

33. Ένα εγκάρσιο τρέχον κύμα διαδίδεται κατά μήκος τεντωμένης χορδής, από τα αριστερά προς τα δεξιά. Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνεται η μορφή τμήματος της χορδής σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (στιγμιότυπο).



α. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα να προσδιορίσετε:

i. το πλάτος του κύματος,

ii. δύο από τα σημεία Κ,Μ,Ν και Ξ που έχουν διαφορά φάσης 2π rad (360^0),

iii. δύο από τα σημεία Κ,Μ,Ν και Ξ που έχουν διαφορά φάσης π rad (180^0).

β. Να υπολογίσετε την απόσταση Δx μεταξύ δύο σημείων του κύματος που η διαφορά φάσης τους είναι π/2 rad (90^0).

ΤΣ 2017

34. Η εξίσωση ενός τρέχοντος κύματος είναι:

$$y = 4\,\eta\mu\,2\pi\left(\frac{t}{4} - \frac{x}{6}\right)$$

Οι μονάδες μέτρησης των φυσικών μεγεθών είναι σε s και cm.

α. Να προσδιορίσετε:

i. το πλάτος του κύματος,

ii. την περίοδο του κύματος,

iii. το μήκος κύματος.

β. Να υπολογίσετε τη συχνότητα του κύματος.

γ. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

δ. Το κύμα αρχίζει να διαδίδεται τη χρονική στιγμή t=0 s. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t=1,5 T.

ΤΣ 2017

35. α. Να ορίσετε το φαινόμενο της συμβολής των κυμάτων.

β. Να αναφέρετε τη συνθήκη ενισχυτικής συμβολής.

γ. Δύο ηχεία τοποθετούνται σε απόσταση 2,0 m μεταξύ τους προσανατολισμένα στην ίδια πλευρά, στο μέσο μιας μεγάλης και ήσυχης αίθουσας. Συνδέονται με γεννήτρια συχνοτήτων και εκπέμπουν ήχο της ίδιας συχνότητας και φάσης όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμ~



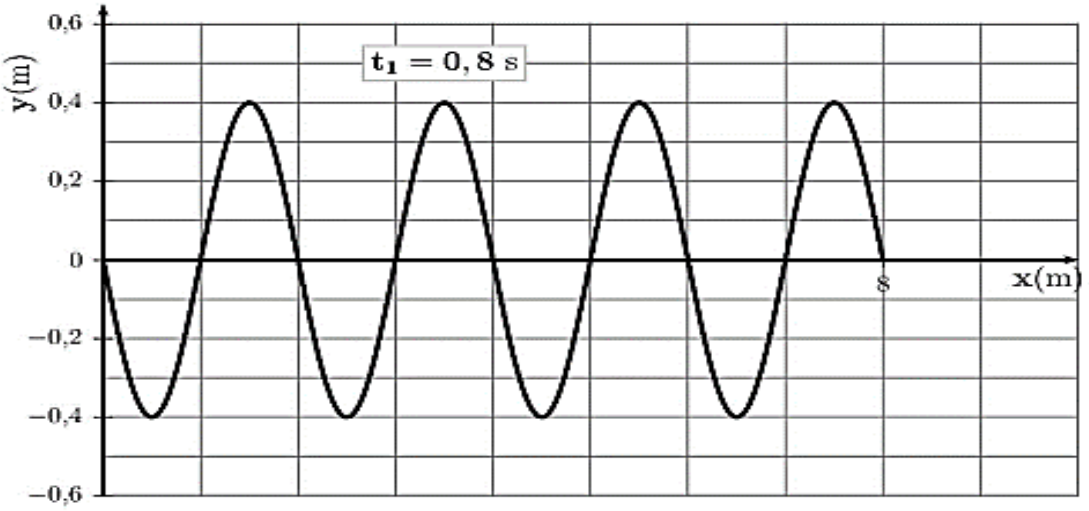
Ένας μαθητης περπατα αργα κατα μηκος της ευθειας ΑΒ και ακουει την ενταση του ηχου να αυξομειώνεται. Να εξηγήσετε γιατί ακούει αυξομειώσεις του ήχου.

δ. Ο μαθητής σταματά σε ένα σημείο όπου η ένταση του ήχου έχει την ελάχιστη τιμή της. Ο καθηγητής τότε αποσυνδέει ένα από τα ηχεία οπότε ο μαθητής ακούει έντονο ήχο. Να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό.

ε. Το αποσυνδεδεμένο καλώδιο επανασυνδέεται αλλά με τρόπο ώστε τα ηχεία να είναι πηγές ήχου σε αντίθεση φάσης. Τι διαφορές θα παρατηρήσει ο μαθητής εάν επαναλάβει το περπάτημα του όπως στο ερώτημα (γ).

ΤΣ 2017

36. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το ελεύθερο άκρο μιας τεντωμένης χορδής αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση από τη θέση ισορροπίας με θετική ωκύτητα. Η διεύθυνση διάδοσης του εγκάρσιου κύματος που δημιουργείται ταυτίζεται με τη διεύθυνση του άξονα Ox. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}8$ s. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0$.



α. Να χρησιμοποιήσετε το διάγραμμα για να προσδιορίσετε:

i. το μήκος κύματος λ.

ii. την ταχύτητα διάδοσης του κύματος υ.

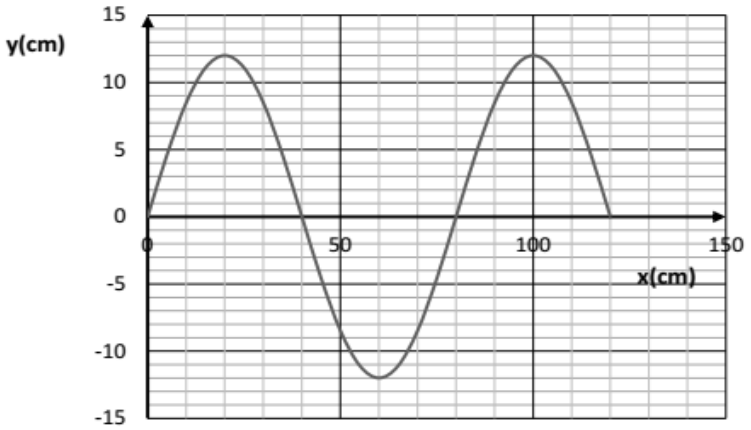
iii. τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής του κύματος f.

β. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

γ. Αν η συχνότητα και το πλάτος του κύματος που παράγει η πηγή υποδιπλασιαστούν, να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}8$ s.

2018

37. Το διάγραμμα παριστάνει το στιγμιότυπο ενός τρέχοντος κύματος που διαδίδεται προς τα δεξιά, τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}60$ s.



Στη θέση $x = 0$ βρίσκεται η πηγή του κύματος η οποία αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

α. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα να προσδιορίσετε :

i. το πλάτος του κύματος, **ii.** το μήκος κύματος, **iii.** την περίοδο του κύματος.

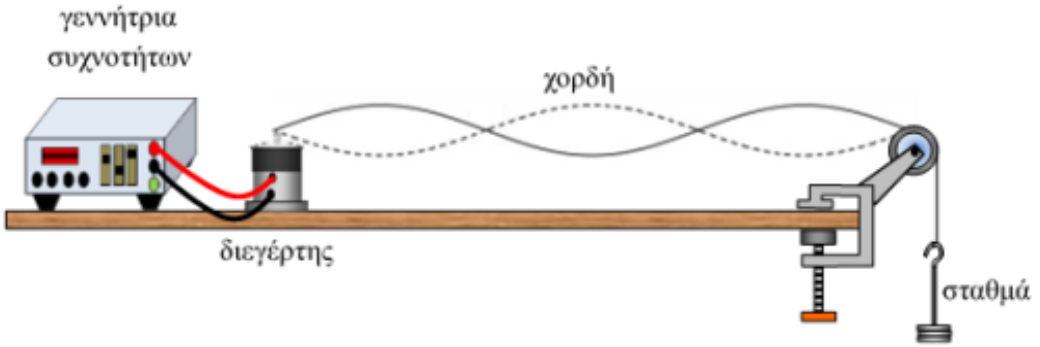
β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

γ. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος.

δ. Να χαράξετε σε βαθμολογημένους άξονες, το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 0{,}80$ s.

ΤΣ 2018

38. Μία ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε την πιο κάτω πειραματική διάταξη για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή.



Το μήκος της χορδής είναι 2,40 m. Ο διεγέρτης ταλαντώνεται με συχνότητα 12 Hz και στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα με τρεις βρόχους όπως φαίνεται στο πιο πάνω σχήμα.

α. Να εξηγήσετε πώς δημιουργείται το στάσιμο κύμα στη χορδή.

β. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του στάσιμου κύματος.

γ. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του τρέχοντος κύματος στη χορδή.

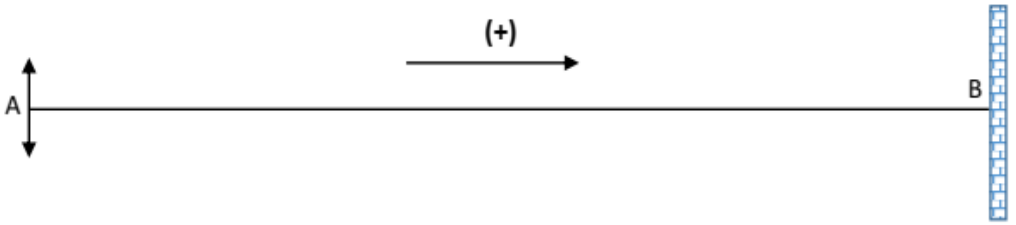
δ. Να υπολογίσετε τη θεμελιώδη συχνότητα του στάσιμου κύματος.

ε. Να σχεδιάσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη μορφή που θα έχει η χορδή αν η συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων γίνει 20 Hz.

ΤΣ 2018

39. Ένας μαθητής δένει το ένα άκρο ενός σχοινιού μήκους 12 m και μάζας 0,150 kg σε ακλόνητο σημείο Β, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο μαθητής τεντώνει το σχοινί από την ελεύθερη άκρη του Α, με οριζόντια δύναμη μέτρου 5 N, και το κρατά οριζόντιο.

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ο μαθητής θέτει την άκρη Α σε απλή αρμονική ταλάντωση κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και προς τα πάνω, η οποία περιγράφεται από την εξίσωση: $y = 0{,}800\ \text{ημ}(5\pi t)$ (S.I.).



α. Να δείξετε ότι η γραμμική πυκνότητα του σχοινιού είναι $\mu = 0{,}0125\ \frac{kg}{m}$.

β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος.

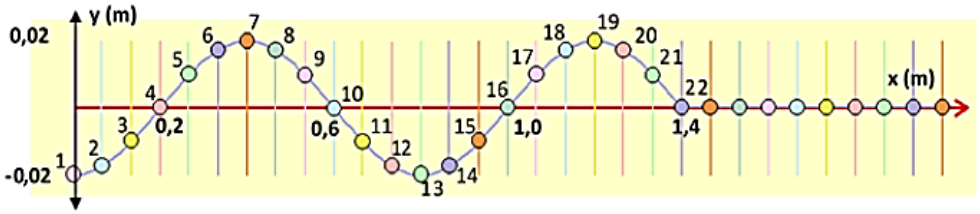
δ. Να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος αρμονικού κύματος που παράγεται από την κίνηση της άκρης Α.

ε. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 0{,}300$ s.

στ. Στο στιγμιότυπο που σχεδιάσατε στο προηγούμενο ερώτημα να σχεδιάσετε το διάνυσμα της ταχύτητας ταλάντωσης (ωκύτητας) του σημείου που βρίσκεται στη θέση $x = 2$ m.

2019

40. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο ενός τρέχοντος αρμονικού κύματος, το οποίο διαδίδεται από αριστερά προς τα δεξιά μέσα σε ένα ελαστικό μέσο. Έχουν σχεδιαστεί και αριθμηθεί μερικά σωματίδια του ελαστικού μέσου.



α. Να αναφέρετε ένα σωματίδιο του ελαστικού μέσου:

i. το οποίο έχει μέγιστη θετική μετατόπιση,

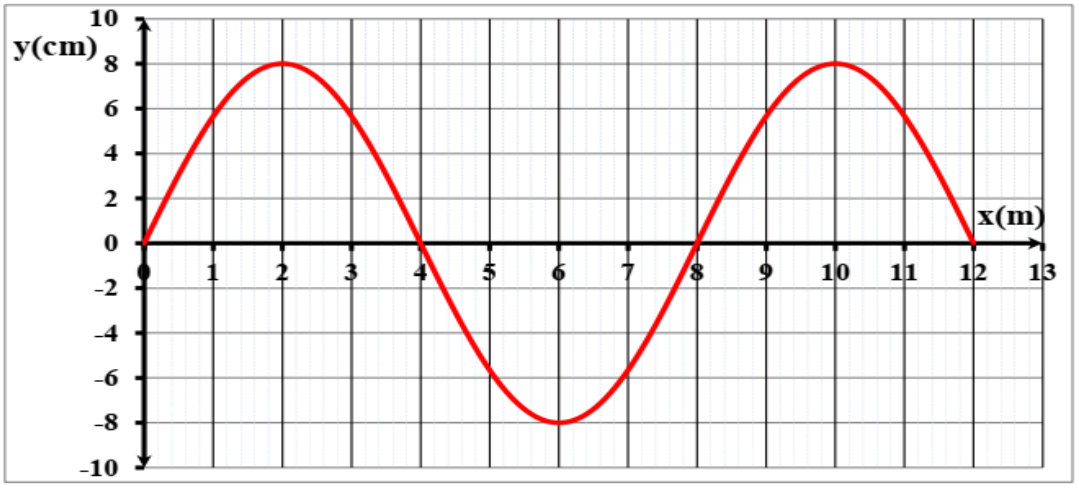
ii. το οποίο έχει μέγιστη θετική επιτάχυνση,

iii. το μέτρο της ταχύτητας του οποίου είναι μέγιστο.

β. Να προσδιορίσετε τα σωματίδια του ελαστικού μέσου τα οποία απέχουν μισό μήκος κύματος από το σωματίδιο 10.

Τ.Σ. 2019

41. Μια ομάδα μαθητριών έχει δημιουργήσει ένα στάσιμο κύμα σε ένα τεντωμένο σχοινί. Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνεται το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, κατά την οποία όλα τα σημεία του σχοινιού βρίσκονται στις ακραίες τους θέσεις.



α. Να προσδιορίσετε:

i. το μήκος κύματος των τρεχόντων κυμάτων που έχουν δημιουργήσει το στάσιμο κύμα,

ii. το πλάτος των τρεχόντων κυμάτων που έχουν δημιουργήσει το στάσιμο κύμα.

β. Να σχεδιάσετε, στο τετράδιο απαντήσεών σας, το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{T}{2}$.

Τ.Σ. 2019

42. α. Να ορίσετε το φαινόμενο της συμβολής των κυμάτων.

β. Να εξηγήσετε πότε δημιουργείται ενισχυτική και πότε καταστροφική συμβολή σε ένα σημείο του μέσου διάδοσης των κυμάτων.

γ. Σε μια εργαστηριακή λεκάνη κυμάτων (ripple tank) προκαλούνται από δύο πηγές, που είναι σε φάση, κυκλικά κύματα τα οποία συμβάλλουν (βλέπε εικόνα). Στο σχήμα φαίνεται η γεωμετρική μορφή της συμβολής που πραγματοποιείται (όχι υπό κλίμακα). Οι πηγές σημειώνονται με Π_1 και Π_2, οι συνεχείς γραμμές αποτελούν τις υπερβολές ενίσχυσης και οι διακεκομμένες γραμμές τις υπερβολές απόσβεσης.

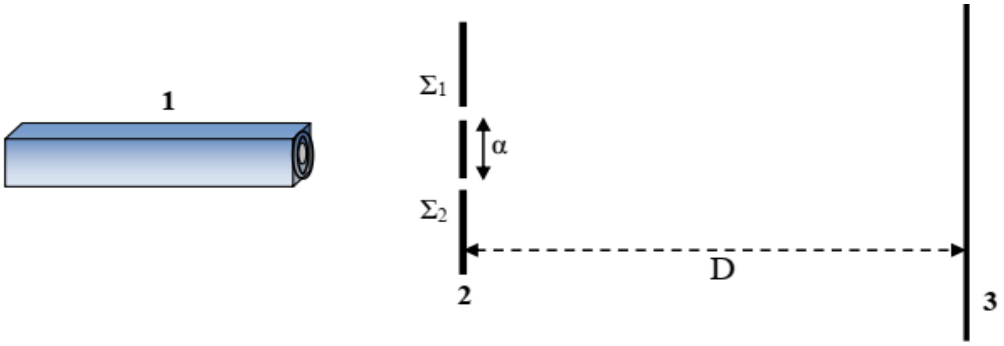
i. Οι πηγές πάλλονται με την ίδια σταθερή συχνότητα. Ένα σημείο βρίσκεται στην υπερβολή απόσβεσης 2ης τάξης, ΗΘ, και απέχει 10,0 cm από τη μία πηγή και 13,0 cm από την άλλη. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των κυμάτων που συμβάλλουν.

ii. Να υπολογίσετε τη διαφορά της απόστασης Δ*x* ενός σημείου που βρίσκεται στην υπερβολή ενίσχυσης 2ης τάξης, ΙΚ, από τις δύο πηγές $Π_1$ και $Π_2$.

iii. Να εξηγήσετε τι θα παρατηρηθεί στον αριθμό υπερβολών συμβολής, αν αυξηθεί η συχνότητα των πηγών.

Τ.Σ. 2019

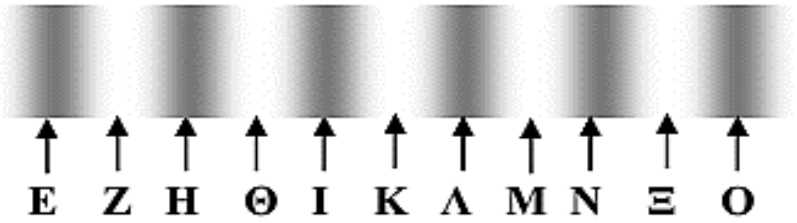
43. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η πειραματική διάταξη που χρησιμοποίησε μια ομάδα μαθητών στο εργαστήριο της Φυσικής για να μελετήσει το πείραμα του Young. Το σχήμα δεν έχει σχεδιαστεί υπό κλίμακα.



α. Να κατονομάσετε τις συσκευές και τα υλικά, στα οποία αντιστοιχούν οι αριθμοί 1, 2 και 3.

β. Να γράψετε τα δύο κυματικά φαινόμενα που παρατηρούνται κατά την πορεία της ακτινοβολίας.

γ. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνονται οι κροσσοί συμβολής που εμφανίστηκαν στην οθόνη κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Ο κροσσός Κ είναι ο κεντρικός φωτεινός κροσσός. Να γράψετε σε ποιους κροσσούς το φως από τις δύο σχισμές φτάνει με:

i. διαφορά δρόμου ίση με δύο μήκη κύματος,

ii. διαφορά φάσης π rad.

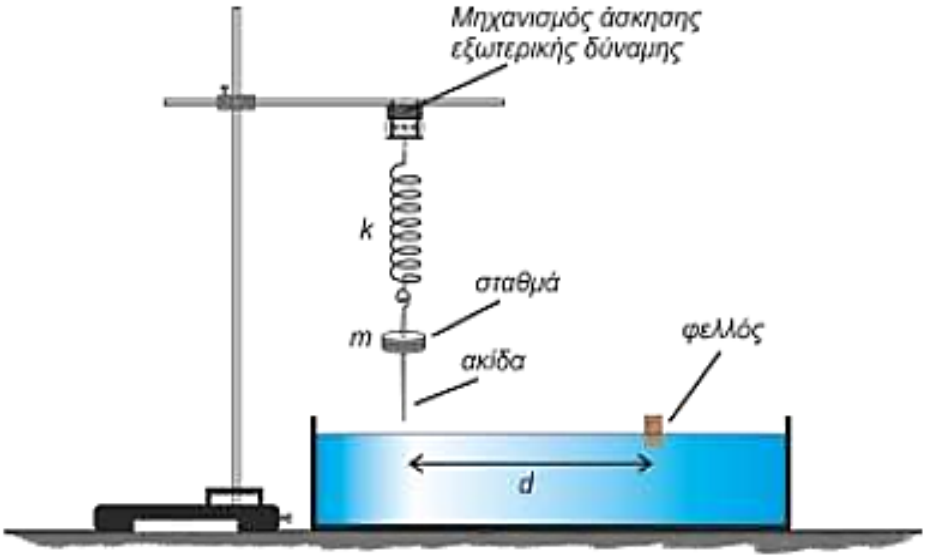
δ. Να εξηγήσετε ποιες αλλαγές θα παρατηρηθούν στην οθόνη αν:

i. χρησιμοποιηθεί ακτινοβολία μεγαλύτερης συχνότητας,

ii. αυξηθεί η απόσταση D μεταξύ σχισμών και οθόνης.

Τ.Σ. 2019

44. Στο πιο κάτω σχήμα απεικονίζεται ένα κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς k = 10,0 N/m και αμελητέας μάζας, του οποίου η μια άκρη είναι στερεωμένη σε μηχανισμό που του ασκεί περιοδική εξωτερική δύναμη της μορφής $F_{\varepsilon\xi} = F_0 \eta\mu[(8\pi \text{ rad/s})t]$. Στην άλλη άκρη του ελατηρίου είναι στερεωμένα σταθμά μάζας m = 0,100 kg. Στο κάτω μέρος των σταθμών είναι στερεωμένη μια ακίδα αμελητέας μάζας. Το σύστημα ελατήριο – σταθμά - ακίδα ταλαντώνεται με την επίδραση της εξωτερικής δύναμης που δέχεται. Κατά την ταλάντωση του σώματος η ακίδα χτυπά την ήρεμη, οριζόντια, επιφάνεια υγρού όταν το σύστημα βρίσκεται στην κατώτερη θέση της ταλάντωσής του. Πάνω στο υγρό επιπλέει κομμάτι φελλού, πολύ μικρών διαστάσεων, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση d = 12,0 cm από το σημείο που χτυπά η ακίδα το υγρό. Ο φελλός αρχίζει να ταλαντώνεται 0,25 s μετά από την χρονική στιγμή που χτύπησε η ακίδα, για πρώτη φορά, την επιφάνεια του υγρού.



α. Να υπολογίσετε τη συχνότητα με την οποία ταλαντώνεται το σύστημα.

β. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του τρέχοντος κύματος που δημιουργείται στην επιφάνεια του υγρού.

γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του τρέχοντος κύματος που δημιουργείται στην επιφάνεια του υγρού.

δ. Η κατακόρυφη απόσταση που διανύει ο φελλός σε χρονικό διάστημα 0,25 s είναι 8,0 cm. Να υπολογίσετε το πλάτος του τρέχοντος κύματος που δημιουργείται στην επιφάνεια του υγρού.

ε. Προσθέτουμε σταθμά ώστε η συνολική μάζα να γίνει m_1 = 0,200 kg.

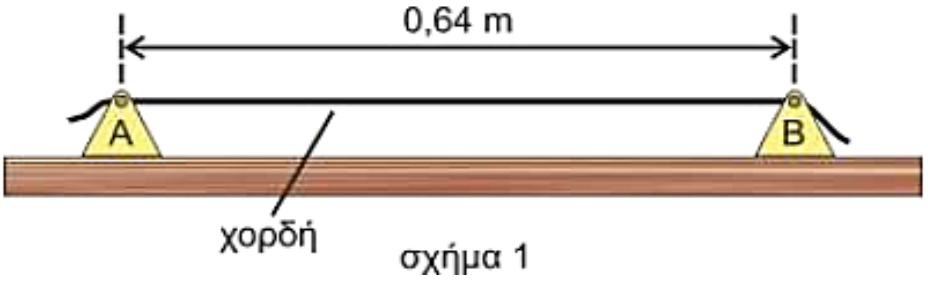
Το σύστημα ρυθμίζεται έτσι ώστε η ακίδα να κτυπά την επιφάνεια του υγρού όταν το σύστημα βρίσκεται στην κατώτερη θέση της ταλάντωσής του.

i. Να αναφέρετε αν θα μεταβληθεί το μήκος κύματος του τρέχοντος κύματος που δημιουργείται στην επιφάνεια του υγρού.

ii. Να αναφέρετε αν θα μεταβληθεί το πλάτος της ταλάντωσης του συστήματος ελατήριο – σώμα.

2020

45. Το πιο κάτω σχήμα (Σχ. 1) δείχνει μια χορδή κιθάρας. Η χορδή είναι ακλόνητα στερεωμένη σε δύο σημεία Α και Β. Όταν η χορδή ταλαντώνεται με τη δεύτερη αρμονική της συχνότητα, η συχνότητα του ήχου που παράγεται είναι 216 Hz.



σχήμα 1

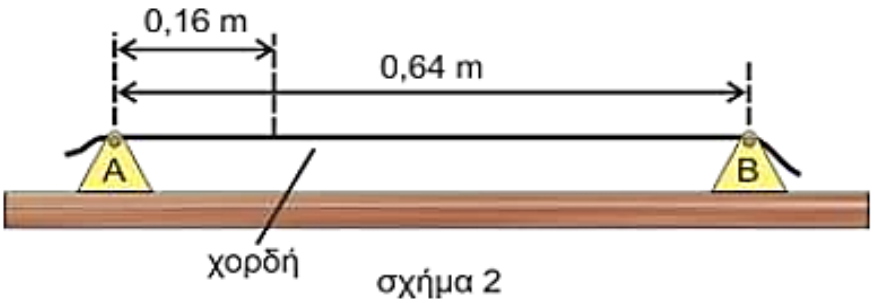
α. Να αναφέρετε ποια πρέπει να είναι η σχέση του μήκους της χορδής με το μήκος κύματος έτσι ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία στάσιμου κύματος στη χορδή.

β. i. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σχεδιάσετε τη μορφή της χορδής όταν ταλαντώνεται με τη δεύτερη αρμονική της συχνότητα.

ii. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος που αντιστοιχεί στη δεύτερη αρμονική συχνότητα ταλάντωσης της χορδής.

iii. Να υπολογίσετε την ταχύτητα των τρεχόντων κυμάτων στη χορδή.

γ. Μετά το κούρδισμα της κιθάρας παράγεται μια ανώτερη αρμονική συχνότητα. Ο πλησιέστερος στο άκρο Α δεσμός απέχει απόσταση 0,16 m από αυτό (Σχ. 2).



σχήμα 2

i. Να προσδιορίσετε τις θέσεις που σχηματίζονται οι υπόλοιποι δεσμοί στη χορδή ως προς το σημείο αναφοράς Α.

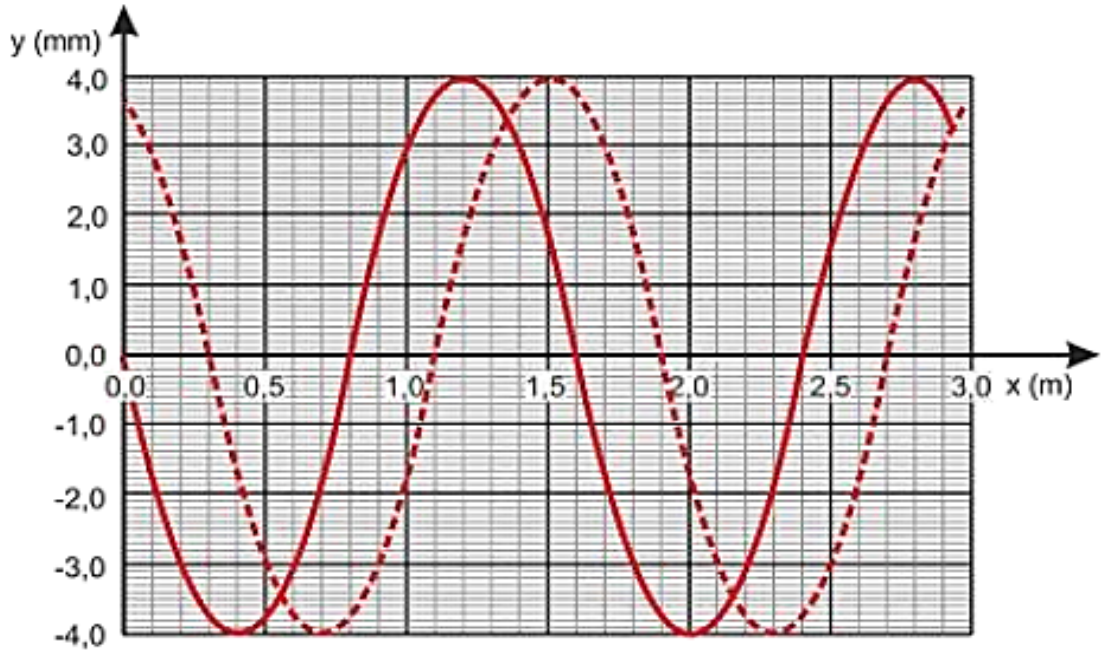
ii. Να υπολογίσετε την συχνότητα της ανώτερης αρμονικής συχνότητας που παράγεται.

δ. Να εισηγηθείτε δύο τρόπους με τους οποίους ο κιθαρίστας μπορεί να αυξήσει τη θεμελιώδη συχνότητα που παράγεται.

2020

46. Ένα ηχητικό κύμα διαδίδεται σε μια αέρια στήλη, από αριστερά προς τα δεξιά. Η πιο κάτω γραφική παράσταση δείχνει τις οριζόντιες μετατοπίσεις, των σωματιδίων του αέρα συναρτήσει της θέσης, στην οριζόντια διεύθυνση. Η συνεχής και η διακεκομμένη γραμμή δείχνουν τις οριζόντιες μετατοπίσεις των σωματιδίων του αέρα τις χρονικές στιγμές $t_1 = 0$ και $t_2 = 0{,}882$ ms, αντίστοιχα.

Η περίοδος του κύματος είναι μεγαλύτερη από 0,882 ms.



α. Να γράψετε ποιο κύμα χαρακτηρίζεται ως διάμηκες.

β. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα να υπολογίσετε:

i. την ταχύτητα διάδοσης του κύματος,

ii. την κυκλική συχνότητα ταλάντωσης των σωματιδίων του αέρα.

γ. Ένα σωματίδιο του αέρα έχει τη θέση ισορροπίας του στη θέση $x = 1{,}0$ m.

Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα:

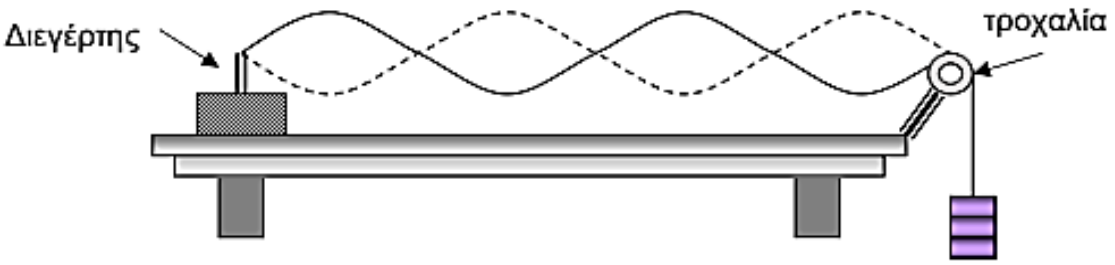
i. να γράψετε ποια είναι η κατεύθυνση κίνησής του τη χρονική στιγμή $t_1 = 0$.

ii. να δείξετε ότι τη χρονική στιγμή $t_2 = 0{,}882$ ms το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του σωματιδίου είναι 4,6m/s.

δ. Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα, να προσδιορίσετε τουλάχιστον μία θέση, στην οποία η πίεση είναι μέγιστη και τουλάχιστον μία θέση, στην οποία η πίεση είναι ελάχιστη τη χρονική στιγμή $t_1 = 0$.

2020

47. Για τη μελέτη των στάσιμων κυμάτων κατά μήκος τεντωμένης χορδής χρησιμοποιήθηκε η πειραματική διάταξη του πιο κάτω σχήματος.



α. Να εξηγήσετε γιατί δημιουργείται στάσιμο κύμα κατά μήκος της χορδής.

β. Η χορδή έχει μήκος *L* = 1,6 m. Να υπολογίσετε το μήκος του κύματος που διαδίδεται στη χορδή.

γ. Στην ίδια διάταξη αλλάζουμε μόνο τη συχνότητα του διεγέρτη.

i. Να σχεδιάσετε, στο τετράδιο απαντήσεων, το στιγμιότυπο της χορδής αν η συχνότητα του διεγέρτη γίνει η μισή της αρχικής.

ii. Να αναφέρετε αν θα αλλάξει η ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

ΤΣ 2020

48. Ένα εγκάρσιο κύμα, που διαδίδεται κατά μήκος μιας χορδής, περιγράφεται από την εξίσωση: $y = 8\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{0,2} - \frac{x}{5}\right)$. Τα μήκη είναι μετρημένα σε cm και ο χρόνος σε s.

α. Να προσδιορίσετε:

i. τη φορά διάδοσης του κύματος.

ii. το πλάτος του κύματος.

iii. την περίοδο του κύματος.

iv. το μήκος του κύματος που διαδίδεται στη χορδή.

β. Να υπολογίσετε:

i. τη συχνότητα του κύματος.

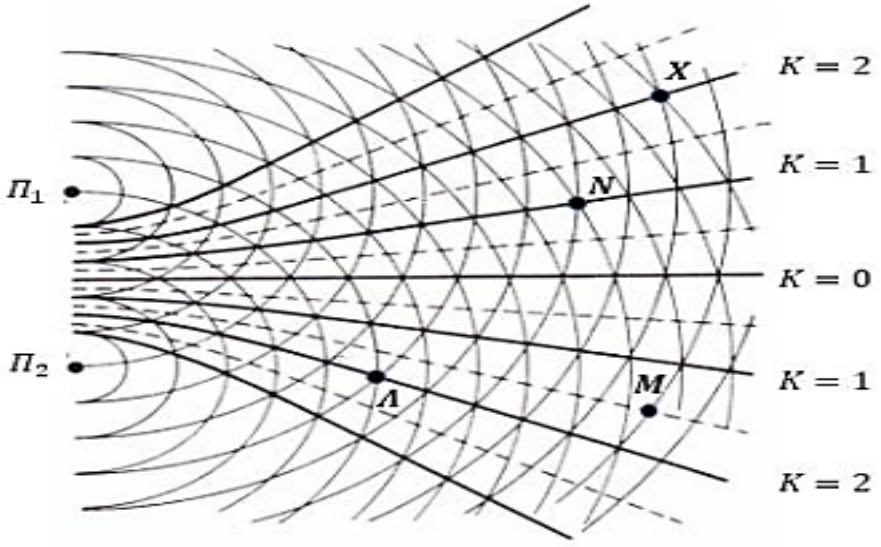
ii. την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

γ. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης κάθε σημείου της χορδής.

ΤΣ 2020

49. Μια ομάδα μαθητών μελετά το φαινόμενο της συμβολής των υδάτινων κυμάτων με μια λεκάνη κυμάτων (ripple tank). Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται τα κύματα που συμβάλλουν καθώς και οι υπερβολές συμβολής (*K*). Τα κύματα από τις δύο πηγές έχουν μήκος κύματος λ = 0,4 cm και σταθερή διαφορά φάσης μηδέν.

Οι ομόκεντροι κύκλοι δείχνουν τα όρη των κυμάτων.



α. Να αναφέρετε τη συνθήκη ενισχυτικής συμβολής.

β. Να αναφέρετε το είδος της συμβολής που συμβαίνει στη μεσοκάθετο (υπερβολή για *K* = 0) και να εξηγήσετε την απάντησή σας.

γ. Να γράψετε σε ποια από τα σημεία *X*, *Λ*, *M* και *N* τα κύματα από τις δύο πηγές φτάνουν με την ίδια διαφορά δρόμου.

δ. Χρησιμοποιώντας το σχήμα:

i. να προσδιορίσετε την απόσταση $\Pi_2\Lambda$, σε cm.

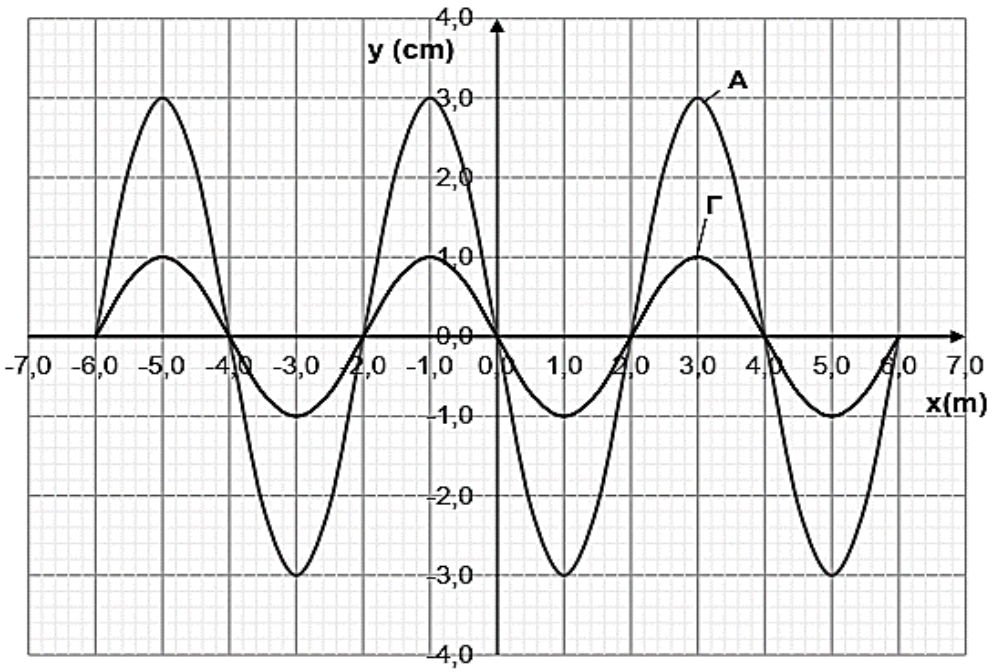
ii. να αναφέρετε τη διαφορά δρόμου των κυμάτων που φτάνουν στο σημείο Λ από τις δύο πηγές, σε cm.

ε. Το κύμα από την πηγή Π_1 φτάνει στο σημείο N μετά από χρονικό διάστημα Δt = 0,8s. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος στην επιφάνεια του νερού.

ΤΣ 2020

50. Δύο τρέχοντα αρμονικά κύματα Α και Β, της ίδιας συχνότητας, κινούνται σε αντίθετη κατεύθυνση σε ένα ελαστικό μέσο. Τα δύο κύματα συναντώνται και συμβάλλουν. Το αποτέλεσμα της συμβολής τους είναι η διαταραχή Γ.

Στο σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο του τρέχοντος κύματος Α και της διαταραχής Γ, στην περιοχή -6 m ≤ *x* ≤ +6 m. Το στιγμιότυπο του κύματος Β δεν φαίνεται στο σχήμα.



α. Να διατυπώσετε την αρχή της υπέρθεσης παλμών.

β. Με τη βοήθεια του σχήματος να υπολογίσετε το πλάτος του τρέχοντος κύματος Β.

γ. Να σχεδιάσετε, στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου σας, σε βαθμολογημένους άξονες, το στιγμιότυπο του τρέχοντος κύματος Β την ίδια χρονική στιγμή που δείχνει το πιο πάνω σχήμα, στην περιοχή -6 m ≤ *x* ≤ +6 m.

δ. Είναι δυνατόν, εξ αιτίας της συμβολής των κυμάτων Α και Β, να δημιουργούνται στο ελαστικό μέσο δεσμοί στάσιμου κύματος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

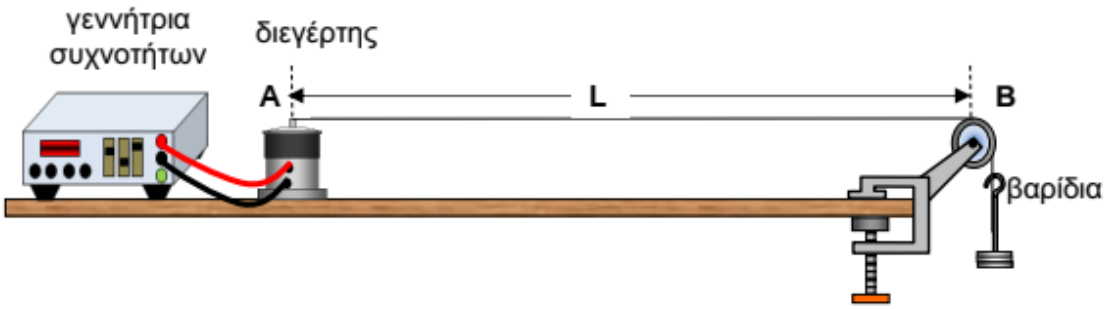
ε. Εάν η συχνότητα των κυμάτων είναι f = 2,0 Hz, να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος κύματος Α, θεωρώντας ότι το κύμα Α διαδίδεται προς τα αριστερά και έχει δημιουργηθεί στο μακρινό παρελθόν.

2021

51. Α. Να γράψετε πώς επηρεάζεται η ταχύτητα διάδοσης και το μήκος κύματος ενός τρέχοντος αρμονικού κύματος σε μία χορδή μεγάλου μήκους, εάν διπλασιάσουμε τη συχνότητα.

Β. Το ένα άκρο Α μιας ελαστικής χορδής είναι στερεωμένο σε διεγέρτη. Το άλλο άκρο της χορδής περνά από μια τροχαλία και είναι συνδεδεμένο σε βαρίδια μάζας m τα οποία εξασκούν μια τείνουσα δύναμη $\vec{T}$ στο νήμα. Το μέρος της χορδής μεταξύ του σημείου Α και του σημείου Β στην κορυφή της τροχαλίας έχει μήκος L. Τα σημεία Α και Β θεωρούνται ως δεσμοί.

Στη χορδή δημιουργούνται στάσιμα κύματα για ορισμένες συχνότητες.



α. Να δείξετε ότι η μάζα *m* των βαριδίων σχετίζεται με τη συχνότητα *f* για την οποία παρατηρούνται στάσιμα κύματα, με βάση τη σχέση

$$m = \frac{4L^2\mu}{\nu^2 g} f^2$$

όπου ν είναι ο αριθμός των κοιλιών μεταξύ των σημείων Α και Β και *μ* είναι η γραμμική πυκνότητα της χορδής.

β. Σε ένα πείραμα, το μήκος της χορδής είναι *L* = 1,20m και η μάζα της χορδής ανάμεσα στα σημεία Α και Β είναι 1,92g.

Σε συχνότητα *f* = 80,0Hz παρατηρείται στάσιμο κύμα με τέσσερις (4) κοιλίες.

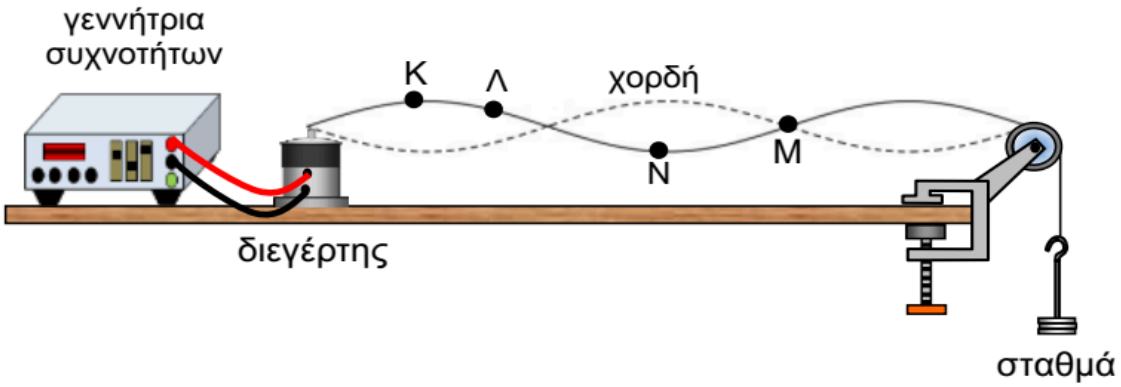
i. Να υπολογίσετε τη μάζα *m* των βαριδίων που απαιτείται για να έχουμε αυτόν τον αριθμό κοιλιών.

ii. Να υπολογίσετε τη θεμελιώδη συχνότητα για την οποία παρατηρείται στάσιμο κύμα στη χορδή.

iii. Να εξηγήσετε εάν θα παρατηρηθεί ή όχι δημιουργία στάσιμου κύματος στη χορδή στη συχνότητα *f* = 80,0Hz, όταν η μάζα m των βαριδίων είναι ίση με 0,44kg.

2021

52. Μία ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε την πιο κάτω πειραματική διάταξη για τη δημιουργία στάσιμου κύματος σε χορδή.



Το μήκος της χορδής είναι 2,4 m. Ο διεγέρτης ταλαντώνεται με συχνότητα 30,0 Hz και στη χορδή δημιουργείται στάσιμο κύμα με τρεις βρόχους, όπως φαίνεται στο πιο πάνω σχήμα.

α. Να εξηγήσετε πώς δημιουργείται το στάσιμο κύμα στη χορδή.

β. Να γράψετε ποια από τα σημεία της χορδής Κ, Λ, Μ και Ν ταλαντώνονται σε φάση.

γ. Να υπολογίσετε:

i. το μήκος κύματος των κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα

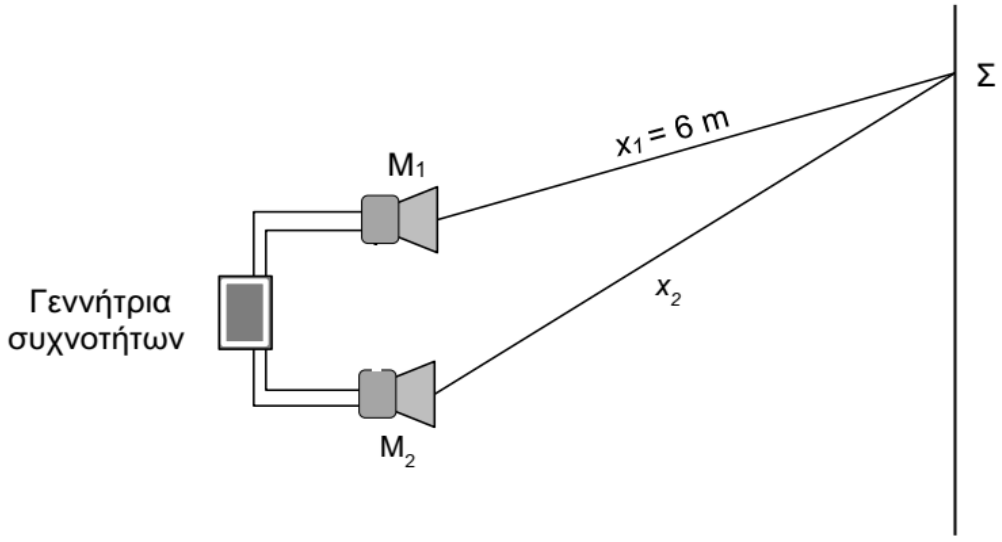
ii. την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών

iii. τη θεμελιώδη συχνότητα του στάσιμου κύματος.

δ. Να σχεδιάσετε στο τετράδιό σας τη μορφή που θα έχει η χορδή αν η συχνότητα της γεννήτριας ταλαντώσεων γίνει f = 20,0 Hz.

ΤΣ 2021

53. Μια ομάδα μαθητών εκτελεί ένα πείραμα συμβολής ηχητικών κυμάτων. Η πειραματική διάταξη αποτελείται από δύο μεγάφωνα M_1 και M_2 συνδεδεμένα με την ίδια γεννήτρια συχνοτήτων, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η απόσταση του μεγάφωνου M_1 από το σημείο Σ, είναι x_1 = 6 m. Τα κύματα που παράγονται έχουν πλάτος ταλάντωσης $y_0 = 2{,}0 \times 10^{-8}$ m και μήκος κύματος λ = 0,40 m. Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι υ = 340 m/s. Θεωρούμε ότι το κύμα δεν εξασθενεί κατά τη διάδοσή του στον αέρα.



α. Να αναφέρετε αν τα ηχητικά κύματα που εκπέμπουν τα μεγάφωνα είναι εγκάρσια ή διαμήκη.

β. Να γράψετε τις συνθήκες ενισχυτικής και αποσβεστικής (καταστροφικής) συμβολής.

γ. Το κύμα από την πηγή M_2 χρειάζεται χρόνο 0,02 s για να φτάσει στο Σ. Να δείξετε ότι η απόσταση $M_2Σ$ είναι 6,8 m.

δ. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου των κυμάτων που φτάνουν στο Σ από τα δύο μεγάφωνα.

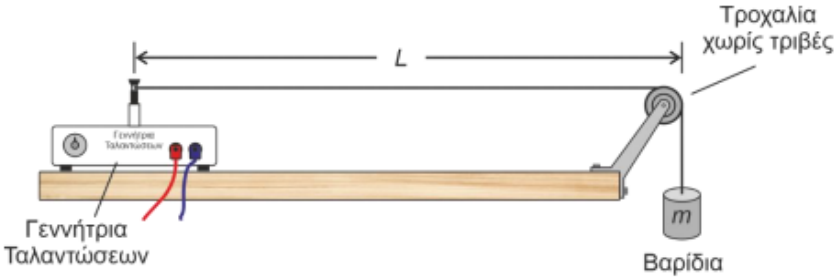
Ε. Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης των κυμάτων που φτάνουν στο Σ.

ζ. Να εξηγήσετε αν στο σημείο Σ ο μαθητής ακούει μέγιστο ή ελάχιστο.

Η. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ.

ΤΣ 2021

54. Στην πιο κάτω πειραματική διάταξη η χορδή έχει μήκος L = 1,2 m και γραμμική πυκνότητα μ = 0,006 kg/m. Τα βαρίδια που είναι αναρτημένα στο άκρο της χορδής έχουν μάζα 1,4 kg.



α. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των τρεχόντων κυμάτων στη χορδή.

β. Η γεννήτρια ταλαντώσεων τίθεται σε λειτουργία και ρυθμίζεται έτσι ώστε η χορδή να ταλαντώνεται με την έκτη αρμονική συχνότητα.

i. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος των τρεχόντων κυμάτων στη χορδή.

ii. Η ταλάντωση της χορδής θέτει σε ταλάντωση τα γειτονικά με αυτήν μόρια του αέρα, παράγοντας ήχο. Αν η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 343 m/s να υπολογίσετε το μήκος κύματος του ηχητικού κύματος.

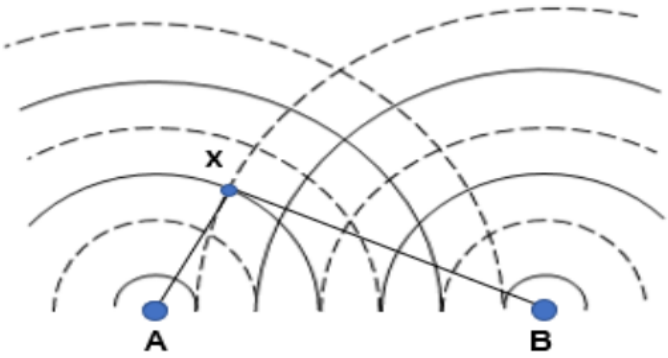
iii. Να αναφέρετε αν η συχνότητα του ηχητικού κύματος που παράγεται από τη χορδή μπορεί να διεγείρει το ανθρώπινο αυτί.

γ. Να αναφέρετε αν δημιουργείται στάσιμο κύμα στη χορδή, αν η συχνότητα της γεννήτριας ταλαντώσεων είναι 25 Hz.

δ. Να αναφέρετε μία ομοιότητα και μία διαφορά μεταξύ του ηχητικού κύματος που παράγεται από την ταλάντωση της χορδής και του κύματος που διαδίδεται στη χορδή.

2022

55. Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει ένα στιγμιότυπο της επιφάνειας μιας λεκάνης νερού πάνω στην οποία διαδίδονται δύο όμοια κυκλικά κύματα μήκους κύματος λ. Οι δύο πηγές Α και Β ταλαντώνονται με σταθερή διαφορά φάσης 0. Οι συνεχείς γραμμές αναπαριστούν όρη και οι διακεκομμένες αναπαριστούν κοιλάδες.



α. Να αναφέρετε το κυματικό φαινόμενο που συμβαίνει στην επιφάνεια του νερού.

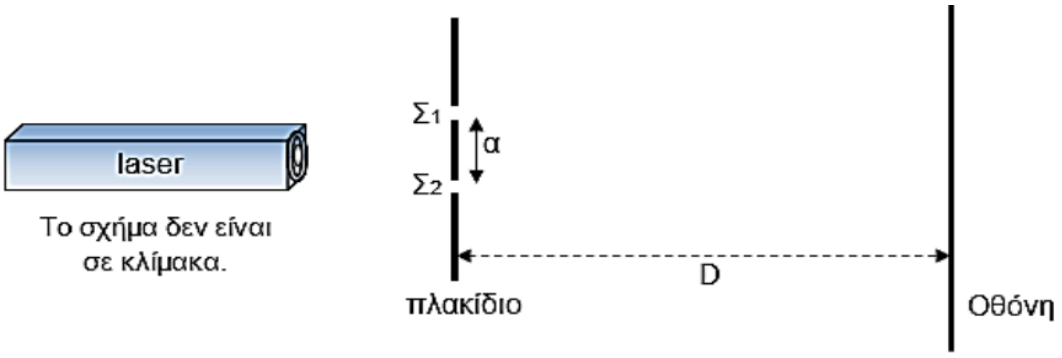
β. Να προσδιορίσετε με πόσα μήκη κύματος ισούται η απόσταση ΒΧ στο σχήμα.

γ. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του κύματος που διαδίδεται στην επιφάνεια του νερού. Δίνεται ότι η απόσταση ΒΧ ισούται με 4,5 cm.

δ. Να αναφέρετε αν στο σημείο Χ συμβαίνει ενίσχυση ή απόσβεση των κυμάτων.

ΤΣ 2022

56. Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιείται για το πείραμα του Γιάνγκ (Young) στο εργαστήριο φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



α. Να αναφέρετε τι απέδειξε ο Γιάνγκ (Young) για το φως με το πείραμα που διεξήγαγε.

β. Το λέιζερ (laser) είναι *μονοχρωματική* πηγή φωτός. Να εξηγήσετε τι σημαίνει ο όρος *μονοχρωματική* πηγή φωτός.

γ. Να αναφέρετε το φαινόμενο που συμβαίνει στη διπλή σχισμή του πλακιδίου.

δ. Στην οθόνη σχηματίζονται φωτεινοί και σκοτεινοί κροσσοί. Να εξηγήσετε γιατί ο κεντρικός κροσσός είναι φωτεινός.

ε. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται στο πιο πάνω πείραμα είναι 590 nm και η απόσταση πλακιδίου - οθόνης 2,0 m. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών

φωτεινών κροσσών είναι 5,0 mm. Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των δύο σχισμών του πλακιδίου.

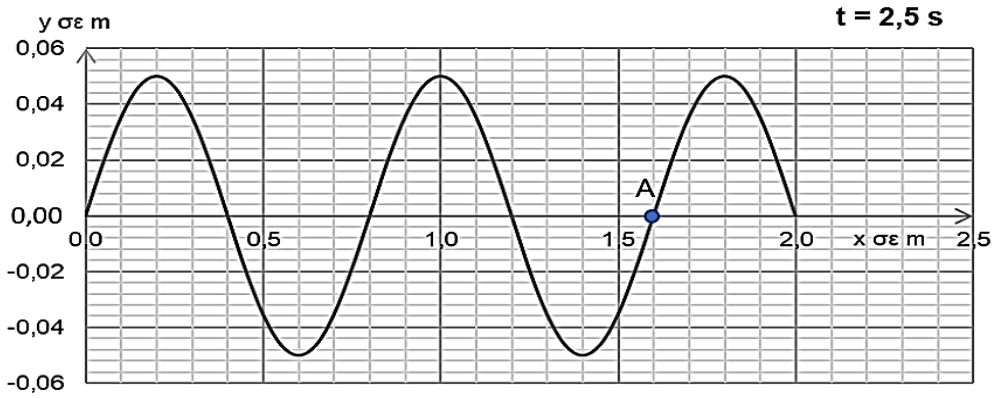
στ. Να εξηγήσετε τι θα παρατηρηθεί στην οθόνη, αν:

i. η φωτεινή πηγή αντικατασταθεί από άλλη μεγαλύτερου μήκους κύματος.

ii. η απόσταση μεταξύ των δύο σχισμών του πλακιδίου μεγαλώσει.

ΤΣ 2022

57. Στη γραφική παράσταση που ακολουθεί φαίνεται το στιγμιότυπο ενός εγκάρσιου κύματος που διαδίδεται προς τα δεξιά, κατά μήκος μιας χορδής. Η πηγή βρίσκεται στη θέση 0,0 και ξεκινά να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή t = 0. Το στιγμιότυπο αποτυπώνει τη θέση των σημείων της χορδής τη χρονική στιγμή t = 2,5 s.



α. Από τη γραφική παράσταση να προσδιορίσετε:

i. το πλάτος της ταλάντωσης των σημείων της χορδής.

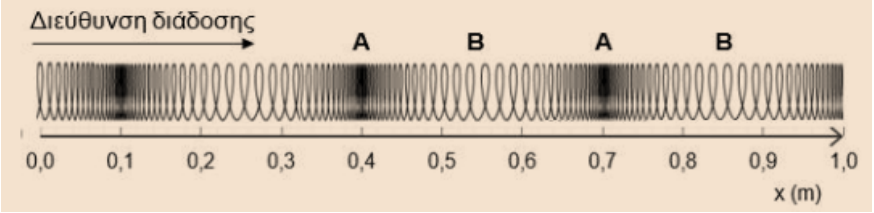
ii. το μήκος κύματος της διαταραχής που διαδίδεται στη χορδή την περίοδο του κύματος.

β. Να γράψετε την εξίσωση του πιο πάνω κύματος.

γ. Για το σημείο της χορδής του πιο πάνω σχήματος που βρίσκεται στη θέση Α, να υπολογίσετε το μέτρο και την κατεύθυνση της ωκύτητας (ταχύτητας ταλάντωσης) του σημείου, τη χρονική στιγμή που φαίνεται στο πιο πάνω στιγμιότυπο.

ΤΣ 2022

58. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται το τμήμα ενός κύματος που διαδίδεται σε ένα εργαστηριακό ελατήριο.



α. Να αναφέρετε αν το κύμα είναι εγκάρσιο ή διάμηκες.

β. Να γράψετε πώς ονομάζονται οι περιοχές Α και Β του κύματος.

γ. Να προσδιορίσετε το μήκος κύματος στο ελατήριο.

δ. Να γράψετε, στο τετράδιο απαντήσεων, ποιο από τα πιο κάτω κύματα είναι επίσης διάμηκες κύμα:

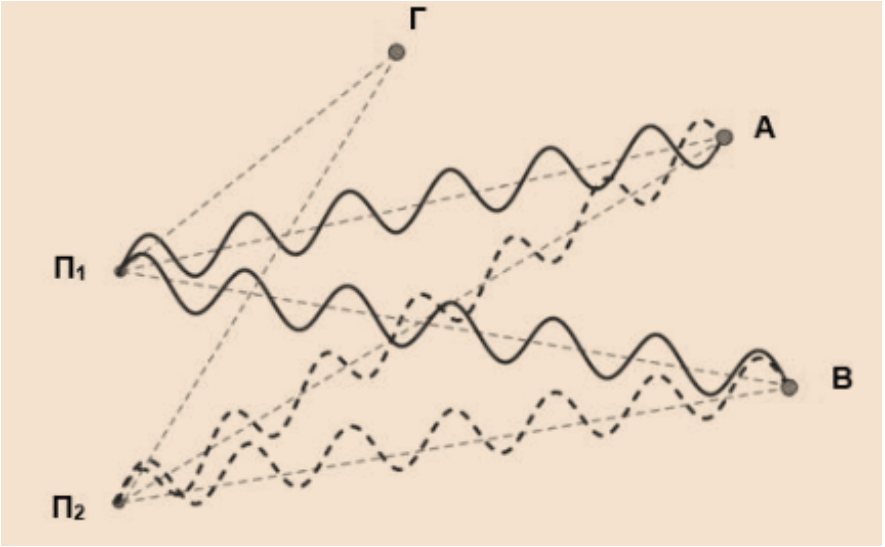
Α. Μικροκύματα.

Β. Ηχητικό κύμα στον αέρα.

Γ. Κύματα στην επιφάνεια του νερού.

ΤΣ 2023

59. Δύο ακίδες $Π_1$ και $Π_2$ που βρίσκονται στην επιφάνεια του νερού, ξεκινούν ταυτόχρονα να ταλαντώνονται με διαφορά φάσης 0 και παράγουν κύματα της ίδιας συχνότητας. Το μήκος κύματος είναι λ = 2,0 cm και το πλάτος τους είναι y_0 = 1,0 mm. Στο χώρο μπροστά από τις πηγές συμβαίνει συμβολή των κυμάτων, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σχήμα δεν έχει σχεδιαστεί υπό κλίμακα.



α. Να ορίσετε το φαινόμενο της συμβολής.

β. Να γράψετε, για πηγές με σταθερή διαφορά φάσης 0, τη συνθήκη:

i. ενισχυτικής συμβολής.

ii. καταστροφικής συμβολής.

γ. Να προσδιορίσετε το είδος της συμβολής που παρατηρείται στα σημεία Α και Β.

δ. Να προσδιορίσετε το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Β μετά τη συμβολή των δύο κυμάτων σε αυτό.

ε. Η συχνότητα των πηγών είναι f = 10 Hz. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του νερού.

στ. Το σημείο Γ βρίσκεται πάνω στην υπερβολή ενίσχυσης 2ης τάξης (v = 2).

i. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου, Δ*d*, των κυμάτων που φτάνουν στο Γ από τις πηγές Π*1* και Π2, σε εκατοστά (cm).

ii. Να υπολογίσετε τη διαφορά χρόνου Δ*t* με την οποία φτάνουν τα κύματα από τις δύο πηγές στο Γ.

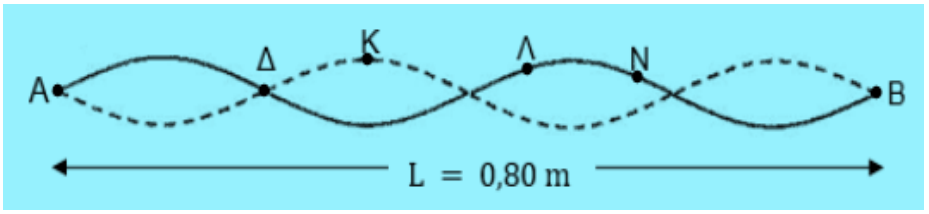
ΤΣ 2023

60. Α. Να γράψετε δύο διαφορές μεταξύ τρέχοντος και στάσιμου κύματος.

Β. Η χορδή της κιθάρας που φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί θεωρείται στερεωμένη στα στηρίγματα Α και Β, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση *L* = 0,80 m. Όταν χτυπήσουμε τη χορδή αυτή σε κάποιο σημείο της δημιουργείται στάσιμο κύμα στο τμήμα ΑΒ.



α. Στη χορδή δημιουργείται το στάσιμο κύμα του σχήματος που ακολουθεί.



Να υπολογίσετε το μήκος κύματος *λ* στη χορδή.

β. Να υπολογίσετε:

i. την απόσταση ΑΔ.

ii. την απόσταση ΔΚ, όταν το Κ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του.

γ. Να αναφέρετε ποιο από τα σημεία Κ και Ν έχει με το σημείο Λ:

i. διαφορά φάσης π rad. **ii.** διαφορά φάσης 0.

δ. Να σχεδιάσετε τη μορφή της χορδής όταν πάλλεται με τη θεμελιώδη συχνότητά της.

ε. Η χορδή στο ερώτημα (α) πάλλεται με συχνότητα *f* = 400 Hz. Να υπολογίσετε τη θεμελιώδη συχνότητα ταλάντωσης της χορδής.

ΤΣ 2023

61. Ένα κύμα στην επιφάνεια της θάλασσας περιγράφεται από την εξίσωση: $y = (0,4\ m)\eta\mu\left[2\pi\left(\frac{t}{2\ s} - \frac{x}{10\ m}\right)\right]$

α. Από την εξίσωση να προσδιορίσετε:

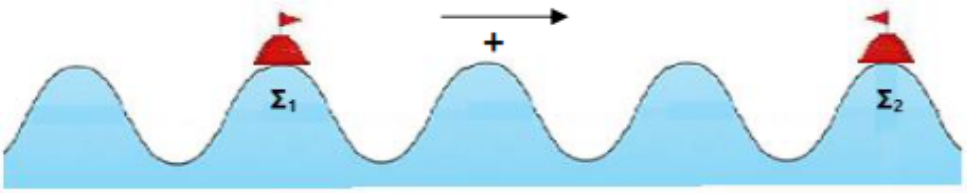
i. το πλάτος.

ii. την περίοδο του κύματος.

iii. το μήκος κύματος.

iv. τη φορά διάδοσης του κύματος.

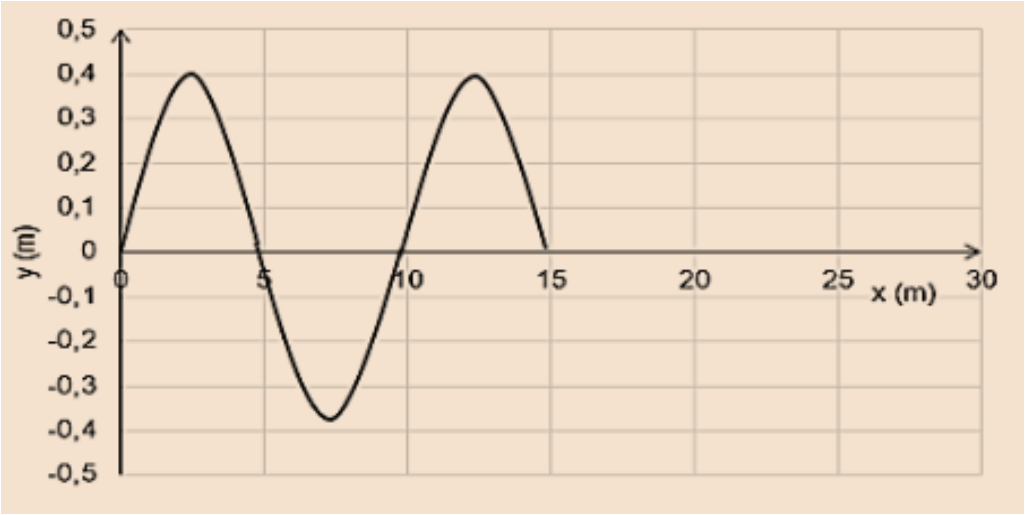
β. Οι δύο σημαδούρες, Σ_1 και Σ_2 του σχήματος που ακολουθεί, εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση στην επιφάνεια του νερού, υπό την επίδραση του πιο πάνω κύματος.



i. Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των σημαδούρων.

ii. Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης στην ταλάντωση των σημαδούρων.

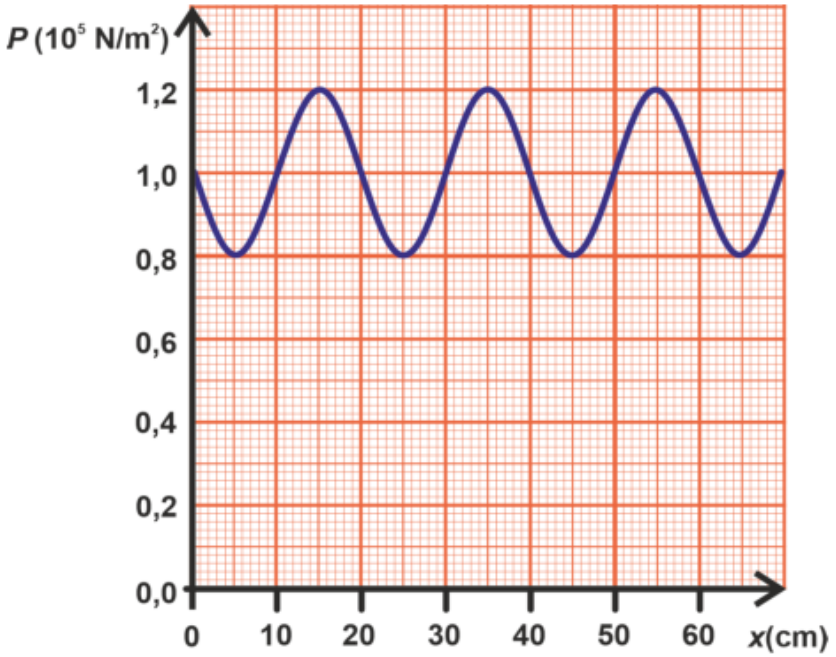
γ. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται το στιγμιότυπο του πιο πάνω κύματος τη χρονική στιγμή t_1.



Να σχεδιάσετε, στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = t_1 + 1$ s, σε βαθμολογημένους άξονες.

ΤΣ 2023

62. Στο σχήμα παριστάνεται η γραφική παράσταση της πίεσης του αέρα κατά μήκος ενός στενόμακρου ηχητικού σωλήνα, στον οποίο διαδίδεται αρμονικό ηχητικό κύμα, σε σχέση με τη θέση x, τη χρονική στιγμή t_1. Το κύμα διαδίδεται κατά τη θετική φορά του άξονα Ox.



α. Να υπολογίσετε τη μέγιστη μεταβολή της πίεσης στον ηχητικό σωλήνα, σε σχέση με την ατμοσφαιρική πίεση (P_{atm} = 1x10^5 N/m^2), εξαιτίας της διάδοσης του ηχητικού κύματος.

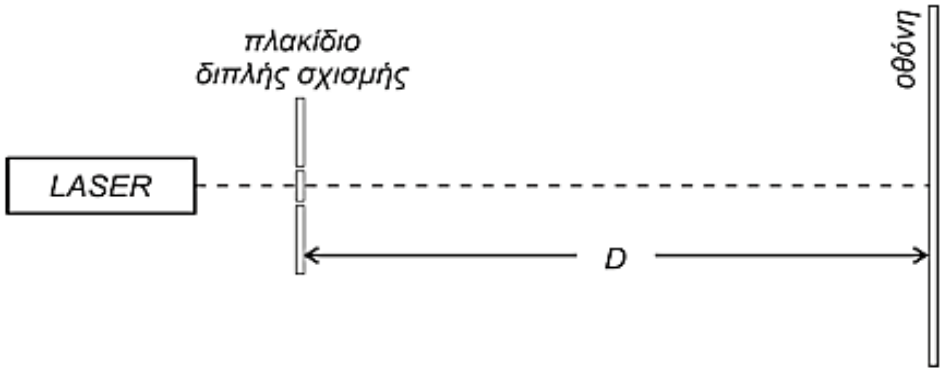
β. Να προσδιορίσετε τη θέση x_1 ενός πολύ λεπτού τμήματος αέρα του ηχητικού σωλήνα, το οποίο τη χρονική στιγμή t_1 αποτελεί κέντρο πυκνώματος.

γ. Να προσδιορίσετε τη θέση x_2 ενός πολύ λεπτού τμήματος αέρα του ηχητικού σωλήνα, το οποίο τη χρονική στιγμή t_1 αποτελεί άκρο πυκνώματος.

δ. Να χαράξετε, στο χιλιοστομετρικό χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, την γραφική παράσταση της μετατόπισης των μορίων του αέρα από τη θέση ισορροπίας τους, σε σχέση με τη θέση x, για 0 ≤ x ≤ 40 cm, τη χρονική στιγμή t_1, αν τα μόρια του αέρα ταλαντώνονται με πλάτος y_0 = 1,0 x 10^{-8} m.

2023

63. Η Μαίρη και η Άντρη διερευνούν το φαινόμενο της συμβολής με τη βοήθεια πλακιδίου διπλής σχισμής και laser μήκους κύματος 633 nm. Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την πειραματική διάταξη που χρησιμοποίησαν. Η οθόνη βρίσκεται σε απόσταση D = 4,00 m από το πλακίδιο. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



Πριν τοποθετήσουν το πλακίδιο διπλής σχισμής μπροστά από το laser, κατεύθυναν τη δέσμη laser στην οθόνη και σημείωσαν το φωτεινό σημείο που σχηματίστηκε στην οθόνη λόγω του laser.

α. Η Μαίρη υποστηρίζει ότι το σημείο αυτό θα είναι κέντρο σκοτεινής περιοχής εάν το πλακίδιο διπλής σχισμής τοποθετηθεί μπροστά από το laser, ενώ η Άντρη υποστηρίζει ότι το σημείο αυτό θα είναι κέντρο φωτεινής περιοχής.

i. Να αναφέρετε με ποια από τις δύο απόψεις συμφωνείτε.

ii. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

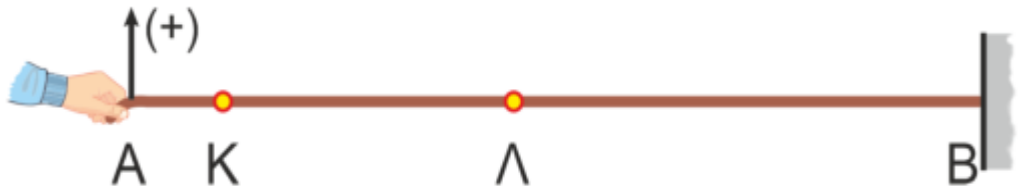
β. Στη συνέχεια, η Μαίρη και η Άντρη μέτρησαν την απόσταση μεταξύ των κέντρων τεσσάρων διαδοχικών φωτεινών περιοχών και τη βρήκαν 3,06 cm. Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των σχισμών του πλακιδίου.

γ. Ακολούθως αντικατέστησαν το αρχικό πλακίδιο με ένα δεύτερο πλακίδιο διπλής σχισμής και μέτρησαν πάλι την απόσταση μεταξύ των κέντρων τεσσάρων διαδοχικών φωτεινών κροσσών. Η νέα απόσταση που βρήκαν είναι 8,10 cm. Να εξηγήσετε σε ποιο από τα δύο πλακίδια η απόσταση μεταξύ των σχισμών είναι μικρότερη.

2023

64. Ένας μαθητής δένει ένα σχοινί μήκους L = 2,5 m σε ένα ακλόνητο σημείο από το άκρο του Β. Ο μαθητής τεντώνει το σχοινί από το ελεύθερο άκρο του Α, και το κρατά οριζόντιο. Τη χρονική στιγμή t = 0, ο μαθητής θέτει το άκρο Α σε απλή αρμονική ταλάντωση κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και προς τα πάνω. Δημιουργείται έτσι ένα εγκάρσιο κύμα πλάτους 20 cm που διαδίδεται από αριστερά προς δεξιά κατά μήκος του

σχοινιού με ταχύτητα μέτρου $|\vec{\upsilon}|$ = 0,8 m/s. Δύο σημεία του σχοινιού Κ και Λ απέχουν από το άκρο Α απόσταση 20 cm και 100 cm αντίστοιχα. Το τρέχον κύμα φτάνει στα δύο σημεία με διαφορά φάσης 4π rad. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.



α. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και τη συχνότητα του κύματος.

β. Να γράψετε την εξίσωση του τρέχοντος κύματος που διαδίδεται κατά μήκος του σχοινιού, λαμβάνοντας το σημείο Α ως αρχή (x = 0) και θετική φορά προς τα δεξιά.

γ. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σημείου Λ τη χρονική στιγμή t_1 = 0,8 s.

δ. Να σχεδιάσετε, σε βαθμολογημένους άξονες, το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_2 = 2,0 s.

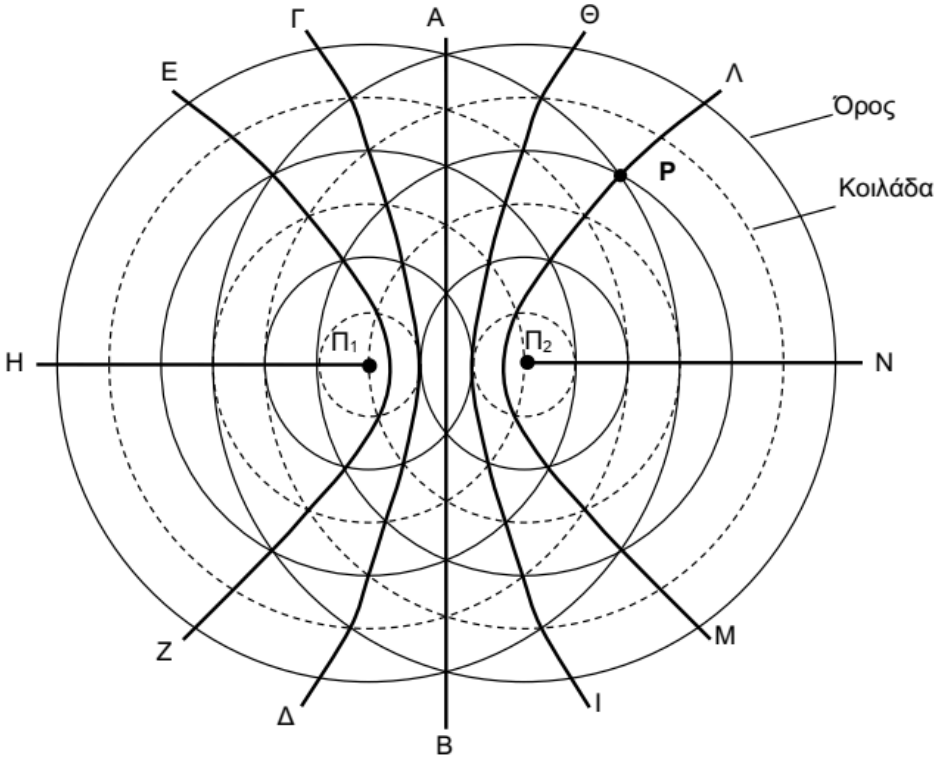
ε. Ο μαθητής στερεώνει ακλόνητα και το άκρο Α του σχοινιού. Με κατάλληλο μηχανισμό διαδίδονται στο σχοινί δύο τρέχοντα κύματα ίδιων χαρακτηριστικών με το αρχικό κύμα αλλά σε αντίθετη κατεύθυνση. Να εξηγήσετε αν από την υπέρθεση των δύο κυμάτων δημιουργείται στάσιμο κύμα στο σχοινί.

2023

65. Στο σχήμα απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο της επιφάνειας μιας λεκάνης νερού, πάνω στην οποία διαδίδονται κυκλικά κύματα ίσου πλάτους και συχνότητας από δύο σημειακές σύμφωνες πηγές $Π_1$ και $Π_2$. Τα μέτωπα κύματος που αντιστοιχούν σε μέγιστα (όρη) αναπαρίστανται με συνεχείς κύκλους ενώ τα μέτωπα που αντιστοιχούν σε ελάχιστα (κοιλάδες) με διακεκομμένους κύκλους. Στο σχήμα σημειώνονται με έντονες γραμμές οι καμπύλες ενισχυτικής και καταστροφικής συμβολής.

α. Να διατυπώσετε την αρχή της υπέρθεσης των παλμών.

β. Η απόσταση μεταξύ μιας κοιλάδας και του αμέσως επόμενου όρους είναι 2 cm. Η συχνότητα των κυμάτων είναι 40 Hz. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων.



γ. Να προσδιορίσετε μία καμπύλη ενισχυτικής και μία καμπύλη καταστροφικής συμβολής και να εξηγήσετε την επιλογή σας σε κάθε περίπτωση.

δ. Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου των κυμάτων από τις πηγές $Π_1$ και $Π_2$ που φτάνουν στο σημείο Ρ.

ε. Να αναφέρετε δύο τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να αυξήσουμε την πυκνότητα των παρατηρούμενων υπερβολών.

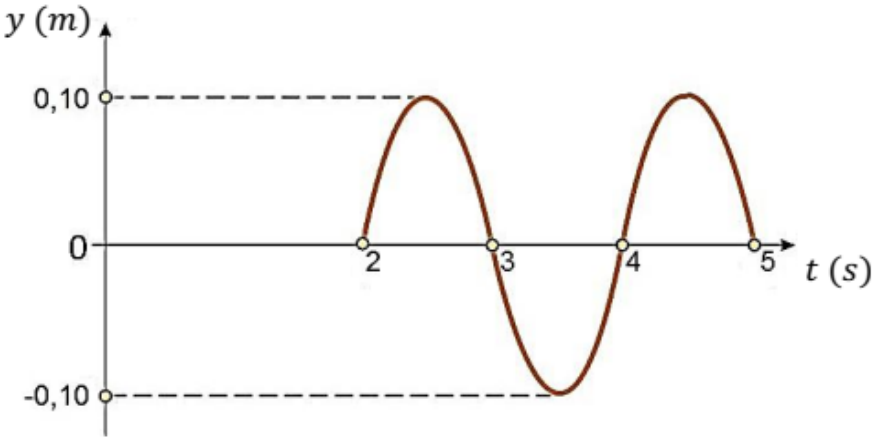
2024

66. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Το κύμα διαδίδεται κατά τη θετική φορά και η διάδοσή του ξεκίνησε τη στιγμή $t_0 = 0$. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της μετατόπισης από τη θέση ισορροπίας, σε σχέση με τον χρόνο, ενός σημείου Α της χορδής. Το σημείο Α απέχει απόσταση 0,4 m από την πηγή του κύματος, η οποία βρίσκεται στη θέση $x = 0$.

α. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

β. Να υπολογίσετε το μήκος του κύματος.

γ. Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης μεταξύ του σημείου Α και της πηγής του κύματος.



δ. Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει τη μετατόπιση του σημείου Α από τη θέση ισορροπίας του, σε συνάρτηση με το χρόνο.

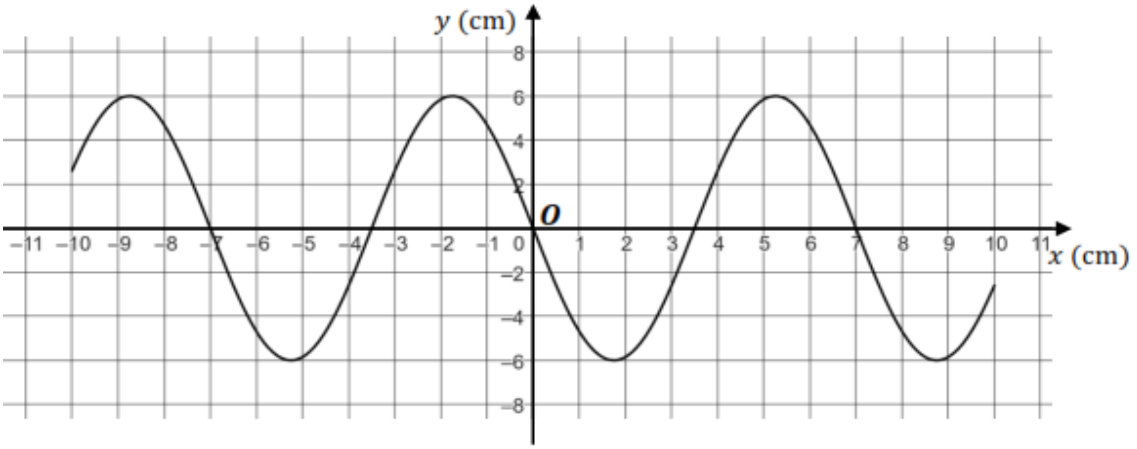
ε. Να σχεδιάσετε στο τετραγωνισμένο χαρτί το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t = 4,5 s.

στ. Να γράψετε την εξίσωση ενός άλλου κύματος που διαδίδεται στην ίδια χορδή, προς την ίδια κατεύθυνση, με το ίδιο πλάτος και διπλάσια συχνότητα από το αρχικό.

2024

67. α. Να αναφέρετε τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία ενός στάσιμου κύματος.

β. Σε μια δεξαμενή κυματισμών δύο σύμφωνες σημειακές πηγές, Α και Β, ταλαντώνονται στην κατακόρυφη διεύθυνση y με το ίδιο πλάτος ταλάντωσης και δημιουργούν στην επιφάνεια του νερού κυκλικά κύματα. Στη Γραφική Παράσταση 14.1 παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο τμήματος του στάσιμου κύματος που δημιουργείται πάνω στην ευθεία μεταξύ των δύο πηγών Α και Β, για −10 cm < x < +10 cm. Η αρχή των αξόνων O βρίσκεται στο μέσο των δύο πηγών.



Γραφική Παράσταση 14.1

i. Να εξηγήσετε κατά πόσον οι δύο πηγές έχουν μηδενική διαφορά φάσης ή έχουν διαφορά φάσης π rad.

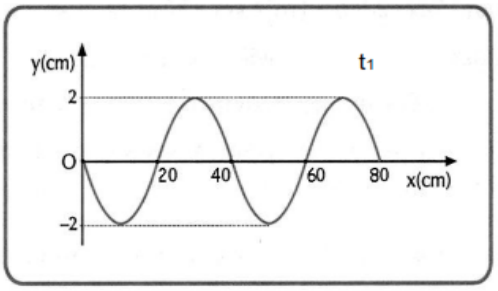
ii. Να υπολογίσετε τον αριθμό των υπερβολών καταστροφικής συμβολής και τον αριθμό των υπερβολών ενισχυτικής συμβολής που δημιουργούνται στην επιφάνεια της δεξαμενής και τέμνουν τον άξονα των x, για $-10\ \text{cm} < x < +10\ \text{cm}$.

iii. Εάν η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων που δημιουργούν οι δύο πηγές είναι 4,9 m/s να υπολογίσετε τη συχνότητα των πηγών.

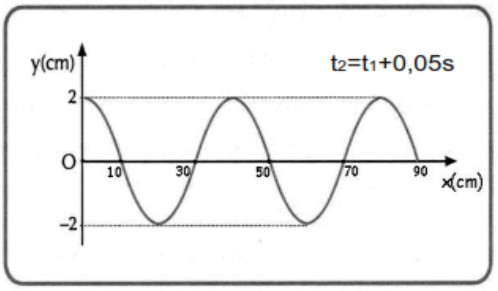
iv. Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων εξαρτάται από το βάθος του νερού: όσο πιο βαθύ είναι το νερό, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα διάδοσης. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί ο αριθμός των υπερβολών συμβολής, εάν για τις ίδιες πηγές Α και Β (χωρίς να μεταβάλουμε τη συχνότητα ή την απόσταση των πηγών), μειώσουμε αρκετά το βάθος του νερού στη δεξαμενή κυματισμών.

2025

68. Στα διαγράμματα που ακολουθούν (Διαγράμματα 14α, 14β) φαίνονται δύο στιγμιότυπα (χρονικής διαφοράς μικρότερης της περιόδου) ενός εγκάρσιου αρμονικού κύματος που διαδίδεται προς τα δεξιά, κατά μήκος τεντωμένου νήματος. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στη θέση $x = 0$ και άρχισε να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.



Διάγραμμα 14α



Διάγραμμα 14β

α. Να δείξετε ότι η συχνότητα ταλάντωσης της πηγής είναι $f = 5$ Hz.

β. Να προσδιορίσετε το μήκος κύματος λ του κύματος.

γ. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

δ. Να γράψετε την εξίσωση του κύματος που διαδίδεται στη χορδή.

ε. Για τη χρονική στιγμή t_2 (Διάγραμμα 14β):

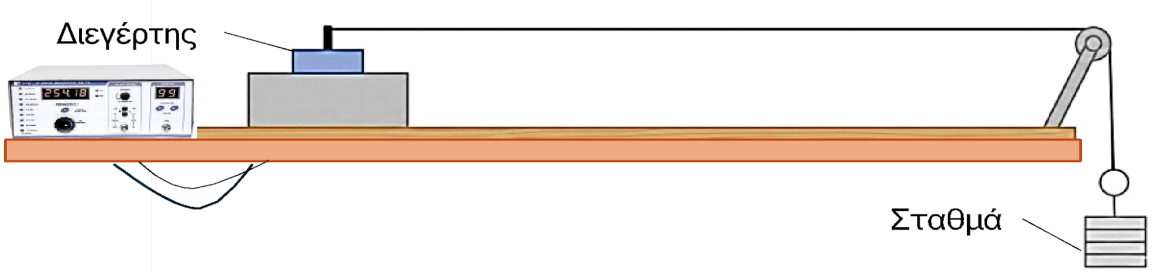
i. Να υπολογίσετε τη φάση της πηγής.

ii. Να αναφέρετε τη θέση x ενός σημείου που έχει μέγιστη κατά μέτρο ταχύτητα ταλάντωσης.

iii. Να αναφέρετε τη θέση x ενός σημείου που είναι ακίνητο.

ΤΣ 2025

69. Δύο ομάδες μαθητριών στο εργαστήριο της Φυσικής μελετούν τη συμπεριφορά μιας τεντωμένης χορδής στερεωμένης στα δύο άκρα της. Η χορδή περνά από τροχαλία και το ένα άκρο της είναι δεμένο σε διεγέρτη ενώ στο άλλο αναρτώνται σταθμά, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Σε κάποιες συχνότητες λειτουργίας του διεγέρτη εμφανίζεται στη χορδή στάσιμο κύμα. Τα άκρα της χορδής θεωρούνται ακίνητα.



α. Να αναφέρετε το κυματικό φαινόμενο στο οποίο οφείλεται η δημιουργία του στάσιμου κύματος.

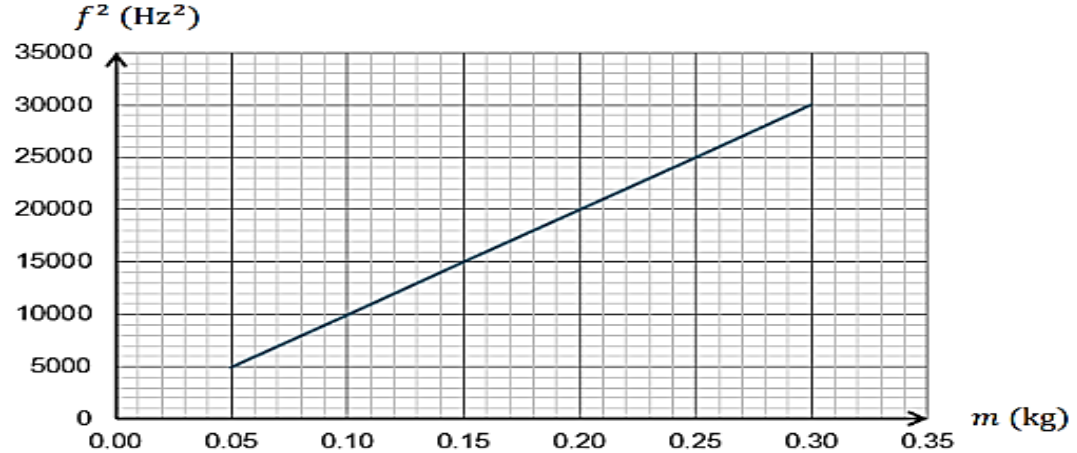
β. Η μία ομάδα διερευνά τη σχέση του μήκους κύματος *λ* των κυμάτων που διαδίδονται στη χορδή με το μήκος της χορδής, καθώς αλλάζοντας τη συχνότητα του διεγέρτη εμφανίζονται στη χορδή 1, 2, 3, 4 και 5 κοιλίες αντίστοιχα.

i. Να σχεδιάσετε τη μορφή της χορδής όταν φαίνονται σε αυτή 1, 2 και 3 κοιλίες αντίστοιχα.

ii. Να γράψετε τη σχέση που συνδέει το μήκος κύματος λ με το μήκος L της χορδής, σε συνάρτηση με τον αριθμό των κοιλιών.

γ. Η άλλη ομάδα μελετά τη σχέση της συχνότητας με την τείνουσα δύναμη, χρησιμοποιώντας μια χορδή μήκους *L* = 1,2 m και άγνωστης γραμμικής πυκνότητας μ. Μεταβάλλουν τη μάζα m των σταθμών και καταγράφουν, για κάθε μάζα, τη συχνότητα για την οποία δημιουργούνται στη χορδή 3 κοιλίες (k = 3).

Η σχέση συχνότητας - μάζας είναι $f^2 = \left(\frac{k^2 g}{4L^2 \mu}\right) m$. Από τις μετρήσεις τους χάραξαν τη γραφική παράσταση $f^2 = f(m)$, που φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Επι

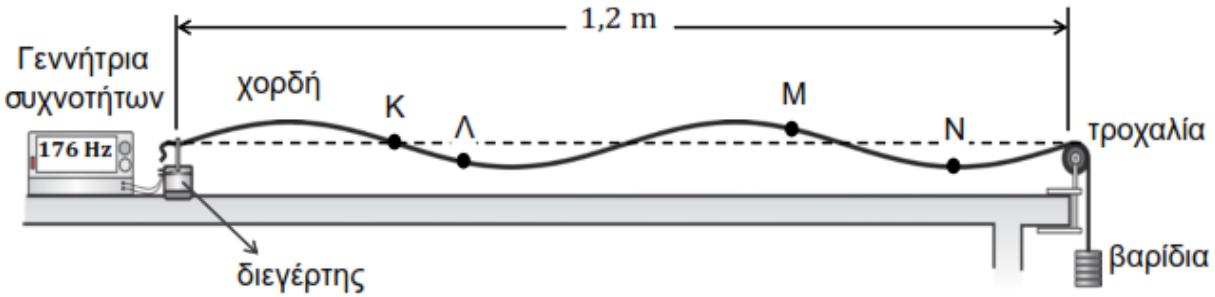
i. Από τη γραφική παράσταση, να υπολογίσετε τη γραμμική πυκνότητα της χορδής.

ii. Να αναφέρετε πώς θα αλλάξει η γραφική παράσταση αν χρησιμοποιηθεί χορδή με μεγαλύτερη γραμμική πυκνότητα.

δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης των κυμάτων στη χορδή, όταν η μάζα που την τείνει είναι m = 0,15 kg.

2026

70. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος σε χορδή. Στην ίδια εικόνα έχουν σημειωθεί τέσσερα σημεία Κ, Λ, Μ και Ν της χορδής. Η γεννήτρια συχνοτήτων είναι ρυθμισμένη στα 176 Hz, η οριζόντια απόσταση από τον διεγέρτη μέχρι την τροχαλία είναι 1,2 m και η γραμμική πυκνότητα της χορδής είναι 4,40 × 10^{-5} kg/m.



α. Να γράψετε ποιο/ποια σημείο/σημεία, από τα Κ, Λ, Μ και Ν παραμένει/παραμένουν συνεχώς ακίνητο/ακίνητα κατά την ταλάντωση της χορδής.

β. Να γράψετε τη διαφορά φάσης ανάμεσα στα σημεία Λ και Μ.

γ. (i) Να αναφέρετε τη συνθήκη που πρέπει να ισχύει ώστε να παρατηρηθεί στάσιμο κύμα στη χορδή.

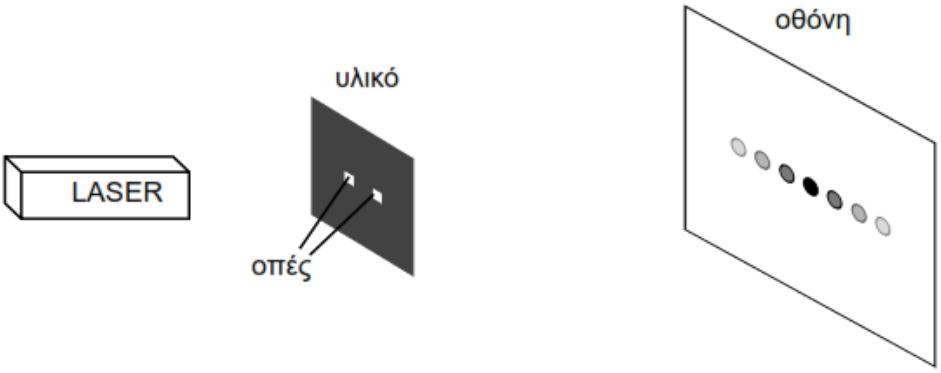
(ii) Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του τρέχοντος κύματος στη χορδή.

(iii) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που τείνει τη χορδή.

δ. Να υπολογίσετε τη συχνότητα στην οποία θα πρέπει να ρυθμιστεί η γεννήτρια συχνοτήτων ώστε να προκύψει, στη δεδομένη διάταξη, στάσιμο κύμα με δύο κοιλίες.

ΤΣ 2026

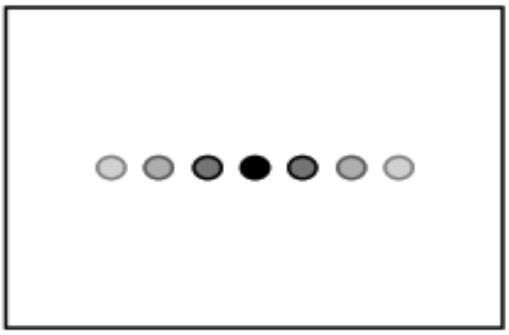
71. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα σύστημα ελέγχου ελαστικού υλικού που μετρά, με χρήση LASER, την απόσταση μεταξύ δύο μικρών οπών σε ένα δείγμα. Λόγω των κυματικών φαινομένων που συμβαίνουν, παρατηρούνται στην οθόνη φωτεινοί κροσσοί.



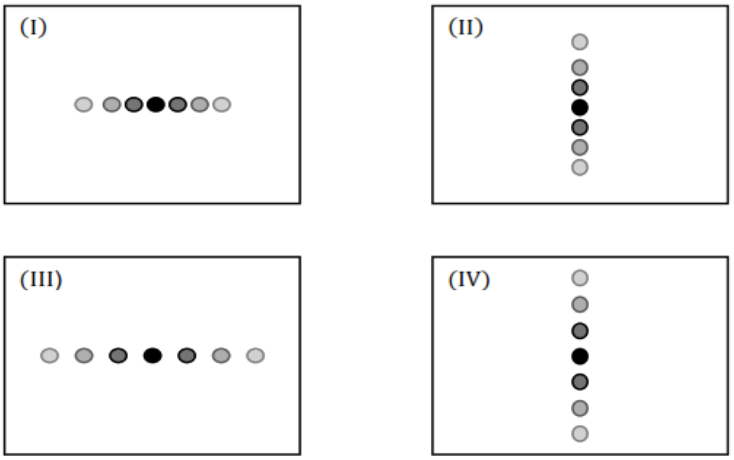
α. Να αναφέρετε τα κυματικά φαινόμενα από τα οποία προκύπτουν οι φωτεινοί κροσσοί.

β. Όταν χρησιμοποιείται μια δέσμη LASER, μήκους κύματος 488 nm, δυο διαδοχικοί φωτεινοί κροσσοί απέχουν 8,00 mm. Η οθόνη τοποθετήθηκε 3,60 m μακριά από το δείγμα υλικού (εικόνα). Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των οπών στο δείγμα.

γ. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το μοτίβο των φωτεινών κροσσών που προκύπτει όταν χρησιμοποιείται η πηγή LASER που περιγράφεται πιο πάνω.



(i) Αντικαθιστούμε το προηγούμενο LASER με άλλο μήκους κύματος 667 nm. Να επιλέξετε, ποιο από τα μοτίβα (I), (II), (III) ή (IV), αντιπροσωπεύει καλύτερα το νέο μοτίβο κροσσών που θα προκύψει.



(ii) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(iii) Στα πλαίσια του ελέγχου, το ελαστικό υλικό παραμορφώνεται στην οριζόντια διεύθυνση, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Να επιλέξετε, ποιο από τα πιο πάνω μοτίβα, (I), (II), (III) ή (IV), αντιπροσωπεύει καλύτερα το νέο μοτίβο κροσσών που θα προκύψει.

(iv) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

ΤΣ 2026