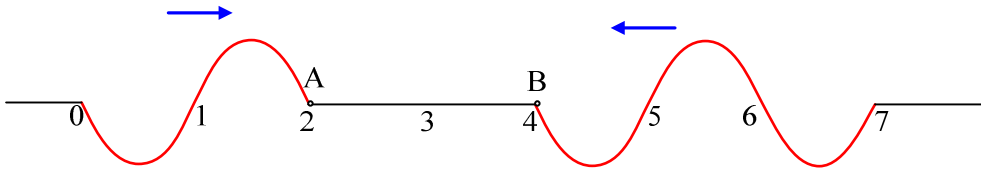


Συμβολή και στάσιμο κύμα. Ερωτήσεις με δικαιολόγηση.

1) Αρχή της επαλληλίας και Συμβολή κυμάτων.

Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου διαδίδονται με ταχύτητα $v=1\text{m/s}$ δύο κύματα ίδιου πλάτους και ίδιου μήκους κύματος και στο σχήμα φαίνεται η μορφή του μέσου τη χρονική στιγμή t_0 .



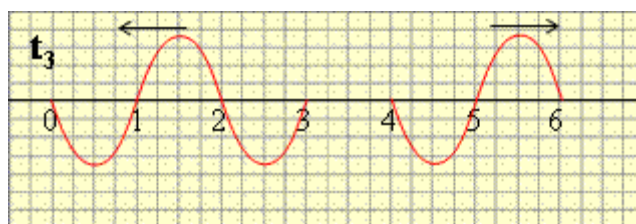
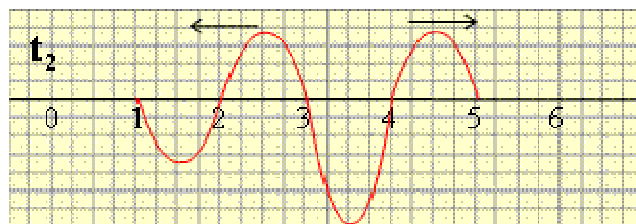
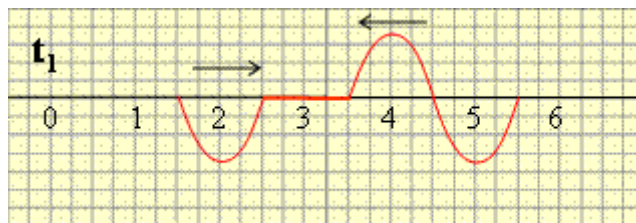
- i) Πόση είναι η φάση του σημείου A και πόση του σημείου B τη στιγμή αυτή;
- ii) Να σχεδιάσετε τη μορφή του μέσου τις χρονικές στιγμές:

$$\alpha) t_1=t_0+1,5\text{s}, \quad \beta) t_2=t_0+3\text{s}, \quad \gamma) t_3=t_0+4\text{s}$$

Απάντηση:

- i) Το σημείο A ξεκινά την ταλάντωσή του από τη θέση ισορροπίας κινούμενο προς τη θετική κατεύθυνση για την απομάκρυνση, συνεπώς έχει φάση μηδέν, ενώ το σημείο B που θα κινηθεί προς τα κάτω έχει φάση $\varphi=\pi$.
- ii) Την χρονική στιγμή $t_1 = t_0 + 1,5\text{s}$ τα δύο κύματα έχουν διαδοθεί κατά $\Delta x_1=v \cdot \Delta t= 1,5\text{m}$, το καθένα, την στιγμή t_2 , $\Delta x_2=v \cdot \Delta t_2 = 3\text{m}$, ενώ τη στιγμή t_3 κατά $\Delta x_3= v \cdot \Delta t_3= 4\text{m}$.

Συνεπώς τα αντίστοιχα στιγμιότυπα είναι αυτά που φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



2) Στάσιμο κύμα και διαφορά φάσης

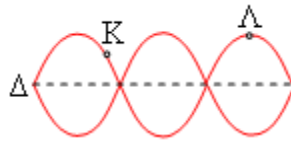
Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου έχει δημιουργηθεί ένα στάσιμο κύμα από συμβολή δύο κυμάτων με μήκη κύματος $\lambda=1,6\text{m}$. Δύο σημεία Κ και Λ είναι δεξιά ενός δεσμού Δ, απέχοντας από αυτόν αποστάσεις $x_1=0,6\text{m}$ και $x_2=2\text{m}$ αντίστοιχα. Σε μια στιγμή η φάση του Κ είναι ίση με 40π .

- Η φάση του σημείου Λ είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με 40π ;
- Να συγκρίνετε τις μέγιστες ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων Κ και Λ.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απαντήσεις

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η απόσταση δεσμού – δεσμού είναι $\lambda/2=0,8\text{m}$, άρα το Κ είναι πιο κοντά σε σχέση με τον επόμενο δεσμό, ενώ το Λ απέχει 2,5 φορές το $\lambda/2$.

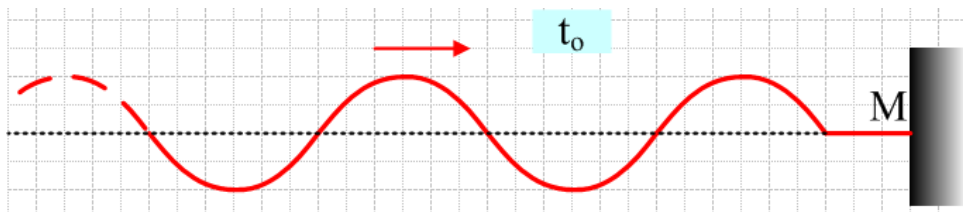


Από το σχήμα φαίνεται η θέση των σημείων Κ και Λ. Το σημείο Λ είναι μια κοιλία του στάσιμου, ενώ το Κ ταλαντώνεται με πλάτος A' μικρότερο από $2A$.

- Τα σημεία Κ και Λ ταλαντώνονται ταυτόχρονα άρα δεν έχουν διαφορά φάσης μεταξύ τους και έτσι $\varphi_\Lambda=40\pi$.
- Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης ενός σημείου είναι $v_{\max}=A \cdot \omega$, και κατά συνέπεια το σημείο Λ που ταλαντώνεται με μεγαλύτερο πλάτος θα έχει και μεγαλύτερη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης.

3) Ανάκλαση κύματος σε σταθερό άκρο.

Κατά μήκος μια χορδής, με σταθερό το δεξιό άκρο της Μ, διαδίδεται ένα εγκάρσιο κύμα και η παρακάτω εικόνα δείχνει ένα στιγμιότυπο κάποια στιγμή t_0 .



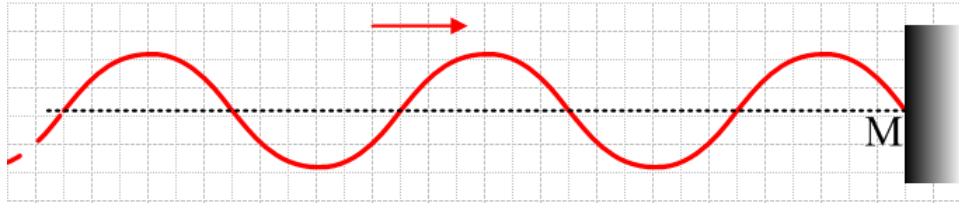
Να σχεδιάσετε τη μορφή της χορδής τις χρονικές στιγμές:

- $t_0+T/4$
- $t_0+T/2$
- $t_0+3T/4$.

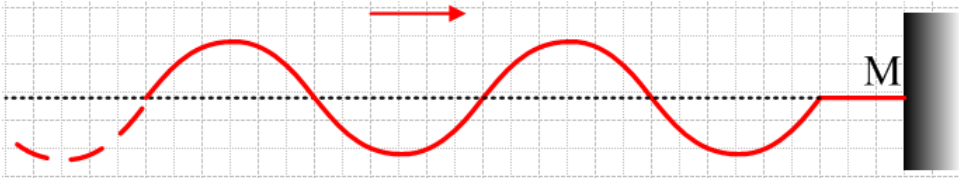
Απάντηση:

Σε χρόνο ίσο με την περίοδο, το κύμα διαδίδεται σε απόσταση ίση με το μήκος κύματος. Εξάλλου κατά την ανάκλαση του κύματος σε σταθερό άκρο, εμφανίζεται διαφορά φάσης π μεταξύ προσπίπτοντος και ανακλώμενου κύματος, πράγμα που σημαίνει, ότι αν φτάσει στο άκρο Μ όρος, το κύμα θα ανακλαστεί δημιουργώντας κοιλία. Από τη συμβολή των δύο κυμάτων θα έχουμε πλέον το αποτέλεσμα για την εικόνα της χορδής. Με βάση αυτά:

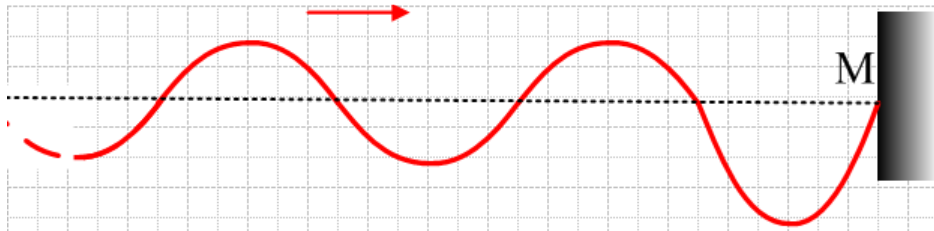
- Για $t_0+T/4$ η εικόνα θα είναι:



β) Για τη στιγμή $t_0 + T/2$



γ) Για τη στιγμή $t_0 + 3T/4$



4) Δύο κύματα σε ένα ελαστικό μέσο.

Στα άκρα Κ και Λ ενός ελαστικού μέσου υπάρχουν δύο πηγές κύματος, οι οποίες αρχίζουν ταυτόχρονα να παράγουν εγκάρσια κύματα, τα οποία διαδίδονται κατά μήκος του μέσου. Η πρώτη πηγή ταλαντώνεται με περίοδο $T=1s$ και παράγει κύματα με μήκος κύματος λ_1 , ενώ η δεύτερη έχει περίοδο ταλάντωσης $T_2=0,6s$.

i) Τα δύο κύματα θα συναντηθούν:

- Στο μέσον Μ της ΚΛ
- Σε ένα σημείο μεταξύ Κ και Μ.
- Σε σημείο μεταξύ Μ και Λ.

ii) Αν κάποια στιγμή πάνω στη χορδή έχει διαδοθεί το πρώτο κύμα σε απόσταση ίση με τρία μήκη κύματος ($d_1=3\lambda_1$), τότε το δεύτερο κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση d_2 , όπου:

$$\alpha) d_2=3\lambda_2 \quad \beta) d_2=4\lambda_2 \quad \gamma) d_2=5\lambda_2$$

Να δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση:

i) Η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων είναι ίδια, αφού εξαρτάται από τις ιδιότητες του ελαστικού μέσου και όχι από τη συχνότητα ή το μήκος κύματος. Συνεπώς τη στιγμή της συνάντησης τα δύο κύματα θα έχουν διανύσει ίσες αποστάσεις $d_1=d_2=v \cdot t$. Συνεπώς σωστή πρόταση είναι η α).

ii) Τη στιγμή που το πρώτο κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση $d_1=3\lambda$, η πηγή έχει εκτελέσει 3 ταλαντώσεις, συνεπώς η απόσταση d_1 μπορεί να γραφεί $d_1=v \cdot 3T_1$.

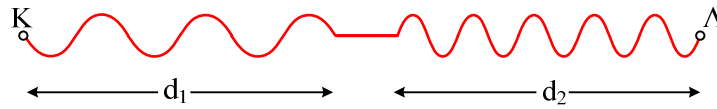
Αλλά τότε το δεύτερο κύμα θα έχει διαδοθεί σε ίση απόσταση:

$$d_2 = d_1 = v \cdot 3T_1 = 3 \frac{\lambda_2}{T_2} T_1 = 3 \lambda_2 \frac{1s}{0,6s} = 5\lambda_2$$

Σωστή πρόταση η γ).

Σχόλιο:

Η εικόνα του μέσου την παραπάνω στιγμή είναι αυτή του παρακάτω σχήματος.



5) Μια Συμβολή κυμάτων με διαφορετικές συχνότητες

Στις κορυφές Β και Γ ισοπλεύρου τριγώνου πλευράς $a=0,5m$ βρίσκονται δύο πηγές κυμάτων, οι οποίες ταλαντώνονται σύμφωνα με τις εξισώσεις

$$y_B = 0,2\eta\mu 200\pi t \text{ και } y_\Gamma = 0,2\eta\mu 204\pi t \text{ (μονάδες S.I.)}$$

Χαρακτηρίστε σαν σωστές ή λαθεμένες τις παρακάτω προτάσεις:

- i) Η κορυφή Α ταλαντώνεται με σταθερό πλάτος $A'=0,4m$.
- ii) Η συχνότητα ταλάντωσης της κορυφής Α είναι $f=101Hz$.
- iii) Σε χρόνο 1s το πλάτος ταλάντωσης της κορυφής Α γίνεται δύο φορές 0,4m.

Απάντηση:

Η κορυφή Α θα εκτελέσει σύνθετη ταλάντωση εξαιτίας των δύο κυμάτων. Οι δύο ταλαντώσεις έχουν συχνότητες $f_1 = 200\pi/2\pi = 100Hz$ και $f_2 = 204\pi/2\pi = 102Hz$, οπότε το πλάτος ταλάντωσης παρουσιάζει διακροτήματα με περίοδο $T_\delta = 1/f_1 - f_2 = 0,5Hz$, με μέγιστο πλάτος $A' = 2A = 0,4m$ και συχνότητα $f = (f_1 + f_2)/2 = 101Hz$.

Έτσι οι απαντήσεις είναι:

- i) Η κορυφή Α ταλαντώνεται με σταθερό πλάτος $A'=0,4m$. **Λ.**
- ii) Η συχνότητα ταλάντωσης της κορυφής Α είναι $f=101Hz$. **Σ.**
- iii) Σε χρόνο 1s το πλάτος ταλάντωσης της κορυφής Α γίνεται δύο φορές 0,4m. **Σ.**

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης