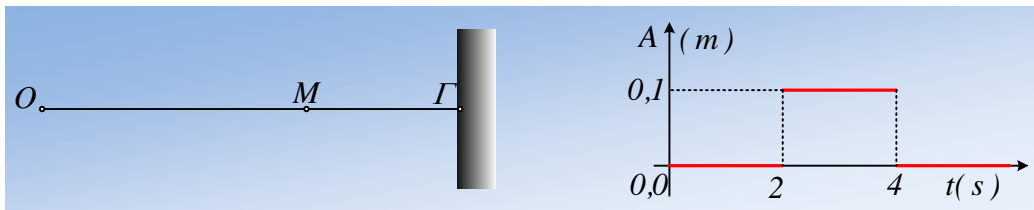


Ένα στάσιμο κύμα σε νήμα και ταλαντώσεις σημείων.

Ένα τεντωμένο οριζόντιο νήμα ΟΓ έχει δεμένο σε σταθερό σημείο το άκρο του Γ. Τη στιγμή $t_0=0$ το άκρο Ο τίθεται σε κατακόρυφη ΑΑΤ, με εξίσωση $y=A\eta\mu 2\pi t$, οπότε κατά μήκος του νήματος διαδίδεται ένα εγκάρσιο κύμα με μήκος κύματος $\lambda=1,2\text{m}$. Θεωρούμε ότι το κύμα διαδίδεται χωρίς αποσβέσεις, με σταθερό πλάτος. Η γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης ενός σημείου Μ του νήματος, σε συνάρτηση με το χρόνο, δίνεται στο διπλανό διάγραμμα, ενώ το άκρο Ο συνεχίζει να ταλαντώνεται μέχρι τη στιγμή $t=6\text{s}$.



- i) Πόσο απέχει το σημείο Μ από το άκρο Ο και πόσο είναι το μήκος του νήματος;
- ii) Ένα σημείο Ν είναι δεξιότερα του Μ σε απόσταση $(MN)=0,3\text{m}$. Να κάνετε τη γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης του σημείου Ν σε συνάρτηση με το χρόνο, μέχρι τη στιγμή $t=6\text{s}$.
- iii) Να κάνετε επίσης την αντίστοιχη γραφική παράσταση για το πλάτος ταλάντωσης ενός σημείου Ρ, το οποίο είναι αριστερότερα του Μ σε απόσταση $(PM)=0,1\text{m}$, για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Απάντηση:

- i) Αφού $\omega=2\pi$ (rad), $f=1\text{Hz}$ και η ταχύτητα του κύματος είναι $v=\lambda\cdot f=1,2\text{m/s}$.

Με βάση το διάγραμμα το κύμα για να φτάσει στο σημείο Μ χρειάζεται χρονικό διάστημα $t_1=2\text{s}$, συνεπώς το σημείο βρίσκεται σε απόσταση $d=(OM)=vt=1,2\cdot 2\text{m}=2,4\text{m}$ από το άκρο Ο.

Το σημείο Μ ταλαντώνεται μέχρι την χρονική στιγμή $t_2=4\text{s}$ με πλάτος Α, γιατί μετά το πλάτος ταλάντωσης μηδενίζεται. Γιατί; Το άκρο Ο ταλαντώνεται και μετά τη στιγμή $t=4\text{s}$, άρα προφανώς το κύμα από αριστερά προς τα δεξιά συνεχίζει να διαδίδεται. Απλά το κύμα ανακλάστηκε στο άκρο Γ και μετά από την συμβολή προέκυψε στάσιμο κύμα, όπου στο σημείο Μ έχουμε δεσμό.

Συνεπώς το κύμα για να πάει από το Μ στο Γ και να επιστρέψει θα χρειαστεί χρονικό διάστημα $\Delta t=4\text{s}-2\text{s}=2\text{s}$, διανύοντας απόσταση $s=v\cdot \Delta t=2,4\text{m}$. Άρα η απόσταση $(M\Gamma)=1,2\text{m}$ και το μήκος του νήματος είναι $2,4\text{m}+1,2\text{m}=3,6\text{m}$.

- ii) Το σημείο Ν απέχει κατά $0,3\text{m}=\lambda/4$ από έναν δεσμό, συνεπώς αντιστοιχεί σε κοιλία του στάσιμου κύματος. Το κύμα προς τα δεξιά για να φτάσει στο Ν θα χρειαστεί χρόνο:

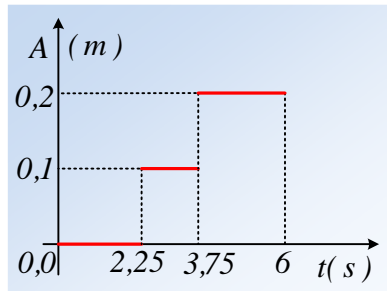
$$t_3 = \frac{x_N}{v} = \frac{(2,4 + 0,3)\text{m}}{1,2\text{m/s}} = 2,25\text{s},$$

ενώ συμβολή θα έχουμε στο σημείο Ν, μετά από χρονικό διάστημα

$$\Delta t_3 = \frac{s}{v} = \frac{2\cdot 0,9\text{m}}{1,2\text{m/s}} = 1,5\text{s}.$$

Δηλαδή δημιουργείται κοιλία στο Ν την χρονική στιγμή $t_4 = t_3 + \Delta t_3 = 2,25 + 1,5 = 3,75s$, οπότε το σημείο ταλαντώνεται με πλάτος $2 \cdot 0,1m = 0,2m$.

Συνεπώς η γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης του Ν είναι όπως στο παρακάτω σχήμα.

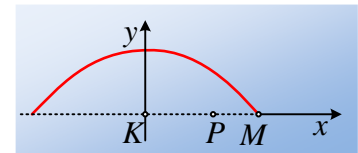


iii) Το σημείο Ρ απέχει από το άκρο Ο απόσταση $(OM) - (PM) = 2,4m - 0,1m = 2,3m$ και για να φτάσει το κύμα

σε αυτό θα περάσει χρονικό διάστημα $t_p = \frac{(OP)}{v} = \frac{2,3m}{1,2m/s} = \frac{23}{12} s$. Εξάλλου μετά από ανάκλαση το

κύμα που επιστρέφει θα χρειαστεί χρονικό διάστημα $t_p' = \frac{2(P\Gamma)}{v} = \frac{2 \cdot 1,3m}{1,2m/s} = \frac{13}{6} s$.

Η απόσταση μιας κοιλίας και ενός δεσμού είναι ίση με $\lambda/4 = 0,3$, οπότε αν πάρουμε την πρώτη κοιλία αριστερά του Μ, έστω η κοιλία Κ, η οποία ταλαντώνεται με πλάτος $0,2m$ και θεωρήσουμε ως αρχή του άξονα το σημείο Κ, τότε το πλάτος της ταλάντωσης, θα ικανοποιεί την εξίσωση:

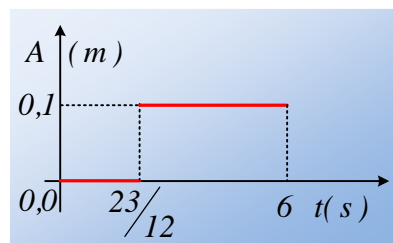


$$A = \left| 0,2 \cdot \sigma\upsilon\nu 2\pi \frac{x}{\lambda} \right|$$

Αλλά τότε η θέση του σημείου Ρ είναι $x = 0,2m$ και με αντικατάσταση παίρνουμε:

$$A_p = \left| 0,2 \cdot \sigma\upsilon\nu 2\pi \frac{0,2}{1,2} \right| = 0,2 \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{3} = 0,1m$$

Δηλαδή το πλάτος ταλάντωσης, μετά τη συμβολή είναι ίσο με το πλάτος και πριν την συμβολή, οπότε η γραφική παράσταση έχει την παρακάτω μορφή.



Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης