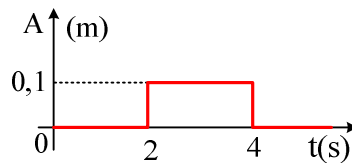


Στάσιμο κύμα πάνω σε νήμα.



Ένα τεντωμένο οριζόντιο νήμα ΟΓ έχει δεμένο σε σταθερό σημείο το άκρο Γ. Για $t=0$ 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 $\lambda=2\text{m}$. Η γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης ενός σημείου Μ του νήματος δίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, ενώ το άκρο Ο συνεχίζει να ταλαντώνεται και μετά από τη στιγμή $t=4\text{s}$.

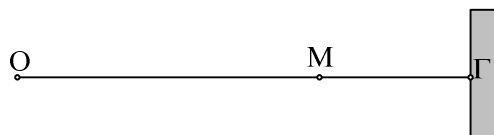
- Πόσο απέχει το Μ από το άκρο Ο και πόσο είναι το μήκος του νήματος;
- Ένα σημείο Ν είναι δεξιότερα του Μ σε απόσταση $(MN)=0,5\text{m}$. Να κάνετε τη γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης του σημείου Ν σε συνάρτηση με το χρόνο.
- Να γίνει το διάγραμμα της απομάκρυνσης του άκρου Ο σε συνάρτηση με το χρόνο.

Απάντηση:

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

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

Το σημείο Μ ταλαντώνεται μέχρι την χρονική στιγμή $t_2=4\text{s}$ με πλάτος A , 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 Μ έχουμε δεσμό.

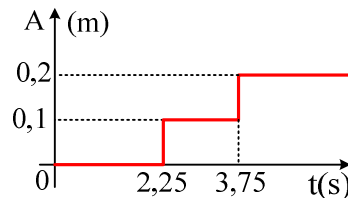


Συνεπώς το κύμα για να πάει από το Μ στο Γ και να επιστρέψει θα χρειαστεί χρόνο $\Delta t=4\text{s}-2\text{s}=2\text{s}$, διανύοντας απόσταση $s=v\cdot\Delta t=4\text{m}$. Άρα η απόσταση $(M\Gamma)=2\text{m}$ και το μήκος του νήματος είναι $4\text{m}+2\text{m}=6\text{m}$.

- Το σημείο Ν απέχει κατά $0,5\text{m}=\lambda/4$ από έναν δεσμό, συνεπώς αντιστοιχεί σε

κοιλία του στάσιμου κύματος. Το κύμα προς τα δεξιά για να φτάσει στο Ν θα χρειαστεί χρόνο $t_3 = x/v = 4,5/2 = 2,25s$, ενώ συμβολή θα έχουμε στο Ν μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t_3 = d/v = 2 \cdot 1,5/2 = 1,5s$. Δηλαδή δημιουργείται κοιλία στο Ν την χρονική στιγμή $t_4 = t_3 + \Delta t_3 = 2,25 + 1,5 = 3,75s$.

Συνεπώς η γραφική παράσταση του πλάτους ταλάντωσης του Ν είναι η του παρακάτω σχήματος.



iii) Το κύμα μετά από ανάκλαση φτάνει στο άκρο Ο τη χρονική στιγμή $t_5 = s/v = 2L/v = 2 \cdot 6/2 = 6s$.

Μετά από την συμβολή το άκρο Ο παραμένει ακίνητο. Γιατί; Στο άκρο Γ δημιουργείτε δεσμός. Η απόσταση μεταξύ δύο δεσμών είναι ίση με $\lambda/2 = 1m$, συνεπώς οι αποστάσεις των δεσμών από το άκρο Γ είναι:

$$0m, 1m, 2m, 3m, 4m, 5m, 6m.$$

Δηλαδή και στο άκρο Ο έχουμε δεσμό.

Έτσι η εξίσωση της απομάκρυνσης του σημείου Ο σε συνάρτηση με το χρόνο είναι:

$$y = 0,1 \cdot \eta\mu 2\pi t$$

μέχρι $t_5 = 6s$ γιατί μετά το σημείο παραμένει ακίνητο (δεσμός).

