

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ
ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2010

Φυσική Κατεύθυνσης

ΘΕΜΑ

Στα άκρα ενός ευθύγραμμου τμήματος μήκους L , βρίσκονται δύο σύμφωνες πηγές Π_1, Π_2 , οι οποίες εκτελούν Γ.Α.Τ. στο ίδιο υλικό μέσο παράγοντας αρμονικά κύματα με περίοδο $T=2s$. Στο μέσο M του ευθύγραμμου τμήματος που συνδέει τις δύο πηγές βρίσκεται φελλός με μάζα $m=40g$. Ο φελλός αρχίζει να ταλαντώνεται $2s$ αργότερα από τη χρονική στιγμή $t=0$ που ξεκινούν την ταλάντωση τους οι πηγές. Αν η ενέργεια ταλάντωσης του φελλού είναι $E_\phi=0,2J$ και η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι $u_\kappa=40cm/s$ να βρεθούν:

α. η απόσταση L των πηγών Π_1, Π_2 .

β. το πλάτος ταλάντωσης A για τα κύματα που παράγουν οι πηγές.

γ. Να γραφεί η χρονική εξίσωση απομάκρυνσης του φελλού από τη συμβολή των κυμάτων που παράγουν οι δύο πηγές.

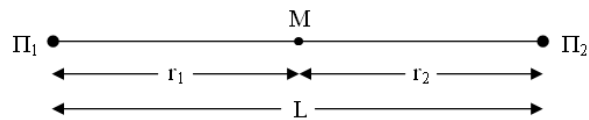
δ. Να βρεθούν οι θέσεις των σημείων που παραμένουν ακίνητα στο ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει τις πηγές.

ε. Αν τη χρονική στιγμή $t=7s$ η μία πηγή (έστω Π_1) ακινητοποιείται, να βρεθεί η ταχύτητα ταλάντωσης του φελλού τη χρονική στιγμή $t_1=10s$.

στ. Να γίνει η γραφική παράσταση απομάκρυνσης-χρόνου για τον φελλό από τη χρονική στιγμή $t=0$ έως τη χρονική στιγμή t_1 .

Δίνεται $\pi^2=10$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ



α. Το σημείο M απέχει από τις πηγές αποστάσεις $r_1=r_2=L/2$, οπότε τα δύο κύματα φτάνουν ταυτόχρονα σε χρόνο $t=2s$. Άρα

$$u_\kappa = \frac{L}{t} \Rightarrow L = u_\kappa \cdot 2t \Rightarrow L = 160cm \text{ ή } 1,6m$$

β. Εφόσον ο φελλός βρίσκεται στο μέσον του ευθύγραμμου τμήματος που συνδέει τις πηγές θα ταλαντώνεται με πλάτος

$$A' = \left| 2A \sin 2\pi \frac{r_1 - r_2}{2\lambda} \right| \Rightarrow A' = 2A$$

επειδή $r_1 = r_2$

Η ενέργεια ταλάντωσης του φελλού θα είναι:

$$E_\phi = \frac{1}{2} D A'^2 = \frac{1}{2} D (2A)^2 \stackrel{D = m \omega^2}{\Rightarrow} E_\phi = \frac{1}{2} m \omega^2 4A^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{\frac{E_\phi}{2m\omega^2}} \Rightarrow A = 0,5m$$

γ. Εξίσωση απομάκρυνσης του φελλού

$$\Psi_\phi = A' \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right)$$

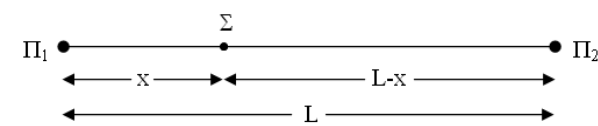
$$\text{οπότε } T=2s \text{ \& } f=1/T=0,5Hz$$

$$u_\kappa = \lambda \cdot f \rightarrow \lambda = 80cm = 0,8m$$

$$r_1 + r_2 = L = 1,6m \text{ \& } A' = 2A = 1m$$

$$\rightarrow \Psi_\phi = \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{2} - 1 \right) \text{ (y} \rightarrow m, t \rightarrow s)$$

δ.



Έστω Σ ένα σημείο του ευθύγραμμου τμήματος που παραμένει ακίνητο.

$$\text{Άρα } (\Pi_2 \Sigma) - (\Pi_1 \Sigma) = (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow (L - x) - x = (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow L - 2x = (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow x = \frac{L - (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2}}{2} \rightarrow$$

$$\rightarrow x = \frac{1,6 - (2\kappa + 1) \cdot 0,4}{2} \rightarrow x = 0,8 - (2\kappa + 1) \cdot 0,2$$

Περιορισμός $0 < x < L$

$$0 < 0,8 - (2\kappa + 1) \cdot 0,2 < 1,6 \rightarrow -0,8 < -(2\kappa + 1) \cdot 0,2 < 0,8 \rightarrow$$

$$\rightarrow 0,8 > (2\kappa + 1) \cdot 0,2 > -0,8 \rightarrow 4 > 2\kappa + 1 > -4 \rightarrow 3 > 2\kappa > -5 \rightarrow$$

$$\rightarrow 1,5 > \kappa > -2,5$$

άρα $\kappa = -2, -1, 0, 1$ (4 ακίνητα σημεία)

Οι θέσεις των ακίνητων σημείων θα βρεθούν από την εξίσωση $x = 0,8 - (2\kappa + 1) \cdot 0,2$ (1) με αντικατάσταση των τιμών του κ .

Για $\kappa = -2$ η (1) δίνει $x_1 = 1,4m$

Για $\kappa = -1$ η (1) δίνει $x_2 = 1m$

Για $\kappa = 0$ η (1) δίνει $x_3 = 0,6m$

Για $\kappa = 1$ η (1) δίνει $x_4 = 0,2m$

ε) Μετά τη χρονική στιγμή $t=7s$ στον φελλό φτάνουν κύματα μόνο από την πηγή Π_2 . Η ταχύτητα ταλάντωσης του φελλού θα δίνεται από την εξίσωση

$$u_\phi = u_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right)$$

όπου: $T = 2s$

$$u_0 = \omega A = \frac{2\pi}{T} A = \frac{\pi}{2} = 1,57 \text{ m/s}$$

$$r_2 = 0,8 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,8 \text{ m}$$

$$\Rightarrow u_\phi = 1,57 \sin 2\pi \left(\frac{t}{2} - 1 \right) \stackrel{t = t_1 = 10s}{\Rightarrow}$$

$$\Rightarrow u_\phi = 1,57 \text{ m/s}$$

στ. Ο φελλός από $t=0$ έως $2s$ παραμένει ακίνητος. Από $2s$ έως $7s$ ταλαντώνεται με $A'=1m$ λόγω συμβολής των κυμάτων που παράγουν οι πηγές. Τη χρονική στιγμή $t=7s$ που σταματά να ταλαντώνεται η πηγή Π_1 ο φελλός έχει απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του:

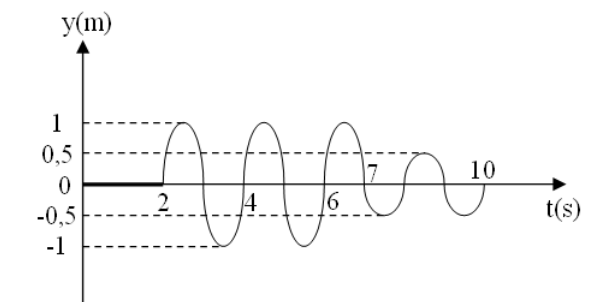
$$\Psi_\phi = \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{2} - 1 \right) \stackrel{t=7s}{\rightarrow} \Psi_\phi = 0$$

και ταχύτητα:

$$u_\phi = u'_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{2} - 1 \right) \quad u'_0 = \omega A' = \frac{2\pi}{T} A' = \pi \text{ m/s} \rightarrow$$

$$\rightarrow u_\phi = \pi \sin 2\pi \left(\frac{t}{2} - 1 \right) \stackrel{t=7s}{\rightarrow} u_\phi = -\pi \frac{m}{s}$$

Δηλαδή διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενος προς τα αρνητικά. Από $t=7s$ και μετά ταλαντώνεται εξαιτίας του κύματος που παράγει η πηγή Π_2 και σε $t_1=10s$ διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενος με ταχύτητα $u_\phi = 1,57m/s = u_0$ προς τα θετικά



ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΠΙΜΕΛΗΘΗΚΑΝ ΤΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

ΧΑΣΙΑΚΗΣ
ΣΤΟΝ ΠΕΙΡΑΙΑ