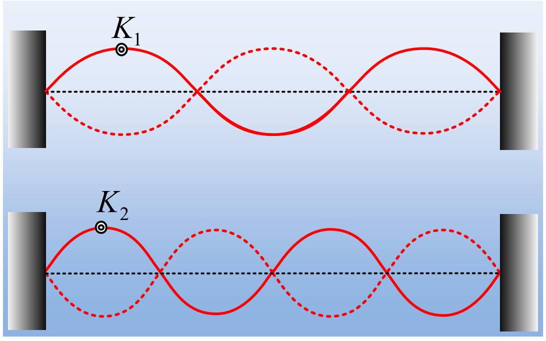
Μια χορδή, δύο στάσιμα κύματα.



Σε μια χορδή με σταθερά άκρα, μπορούν να σχηματισθούν στάσιμα κύματα, όπως στο παραπάνω σχήμα, με το ίδιο πλάτος Α. Έστω δυο ίσες στοιχειώδεις σημειακές μάζες m_1 και m_2, στις θέσεις των πρώτων κοιλιών K_1 και K_2 αντίστοιχα.

Αν η μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά η μάζα m_1 κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης, είναι E_1, τότε η μέγιστη κινητική ενέργεια της μάζας m_2 είναι E_2, όπου:

i) $E_2 < E_1$, ii) $E_2 = E_1$, iii) $E_2 > E_1$.

Να δικαιολογήστε την επιλογή σας.

Απάντηση:

Η μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά μια σημειακή μάζα στη θέση της κοιλίας Κ είναι:

$$K_{\max} = E = \frac{1}{2}m\upsilon_{\max}^2 = \frac{1}{2}m(\omega A)^2 = \frac{1}{2}m(2\pi f)^2 A^2 = 2\pi^2 m A^2 f^2$$

Παρατηρούμε δηλαδή ότι είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της συχνότητας ταλάντωσης.

Εξάλλου η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος πάνω στη συγκεκριμένη χορδή είναι σταθερή, αφού εξαρτάται από το πάχος της, το υλικό και την δύναμη που την τεντώνει. Αλλά από την θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε $\upsilon=\lambda\cdot f$, οπότε στο πρώτο σχήμα που έχουμε μεγαλύτερο μήκος κύματος, θα έχουμε μικρότερη συχνότητα και κατά συνέπεια μικρότερη μέγιστη κινητική ενέργεια. Σωστή η iii) πρόταση.

Σχόλιο:

Στο πρώτο σχήμα για το μήκος της χορδής και το μήκος του κύματος λ ισχύει $L = 3\frac{\lambda_1}{2}$, οπότε και $L = \frac{3\upsilon}{2f_1} \rightarrow f_1 = \frac{3\upsilon}{2L}$. Αντίστοιχα στην 2η εικόνα $L = 4\frac{\lambda_2}{2}$ ή $L = 2\frac{\upsilon}{f_2} \rightarrow f_2 = \frac{2\upsilon}{L}$. Αλλά τότε:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{2\pi^2 m A^2 f_1^2}{2\pi^2 m A^2 f_1^2} = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = \left(\frac{\frac{3\upsilon}{2L}}{\frac{2\upsilon}{L}}\right)^2 = \frac{9}{16}$$

Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους…

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης