

Διαφορά φάσης στη συμβολή και στάσιμο κύμα
1) Η διαφορά φάσης στην επιφανειακή συμβολή

Δύο σύγχρονες πηγές Κ και Λ ταλαντώνονται στην επιφάνεια υγρού και δημιουργούν εγκάρσια αρμονικά κύματα με μήκος κύματος $\lambda=4\text{cm}$. Οι εξισώσεις ταλάντωσης των πηγών είναι $y_1=y_2=A\eta\mu\omega t$ ($y \rightarrow \text{cm}$ και $t \rightarrow \text{s}$). Η απόσταση των πηγών είναι $(ΚΛ)=d=20\text{cm}$. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού που απέχει αποστάσεις $r_1=10,5\text{cm}$ και r_2 από τις πηγές Κ και Λ αντίστοιχα μετά την συμβολή των δύο αρμονικών κυμάτων σε αυτό, παρουσιάζει διαφορά φάσης $\Delta\varphi=6\pi \text{ rad}$ με τις δύο πηγές. Για το σημείο Σ ισχύει ότι:

A₁.

- α. Βρίσκεται σε υπερβολή ενισχυτικής συμβολής.
- β. Βρίσκεται σε υπερβολή αποσβεστικής συμβολής.
- γ. Βρίσκεται σε έλλειψη με εστίες τις πηγές Κ και Λ.
- δ. Δεν υπάρχει τέτοιο σημείο.

A₂. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

B. Να εξεταστεί το ίδιο θέμα στην περίπτωση όπου η απόσταση των πηγών είναι $(ΚΛ)=d=25\text{cm}$.

Απάντηση:

A₁. γ

$$\begin{aligned} \text{A}_2. \quad \Delta\varphi_{\text{K}\Sigma} = \varphi_{\text{πηγής}} - \varphi_{\Sigma} &\Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi t}{T} - 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right) \Rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi(r_1 + r_2)}{2\lambda} \Rightarrow \\ &\Rightarrow 2\lambda\Delta\varphi = 2\pi(r_1 + r_2) \Rightarrow r_1 + r_2 = \frac{\lambda\Delta\varphi}{\pi} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow r_1 + r_2 = 4 \cdot \frac{6\pi}{\pi} \Rightarrow r_1 + r_2 = 24\text{cm} \quad (1) \text{ και } 10,5 + r_2 = 24 \Rightarrow r_2 = 13,5\text{cm} \quad (2)$$

Από την (1) προκύπτει ότι το Σ βρίσκεται σε έλλειψη με εστίες τα Κ και Λ.

Εξετάζοντας τη διαφορά $|r_1 - r_2| = \kappa \frac{\lambda}{2}$ με $\kappa = 0, 1, 2, \dots$ έχουμε:

$$|r_1 - r_2| = \kappa \frac{\lambda}{2} \Rightarrow |10,5 - 13,5| = \kappa \frac{4}{2} \Rightarrow \kappa = 1,5.$$

Άρα το σημείο Σ δεν μπορεί να βρίσκεται σε υπερβολή ενισχυτικής ή αποσβεστικής συμβολής.

B₁. δ

B₂. Εάν $d=25\text{cm}$ επειδή $r_1+r_2=24\text{cm}$ συμπεραίνουμε ότι δεν υπάρχει τέτοιο σημείο, διότι για κάθε σημείο που δεν ανήκει στο ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ πρέπει $r_1+r_2 > 25\text{cm}$ και για τα σημεία που ανήκουν στο ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ πρέπει $r_1+r_2=25\text{cm}$.

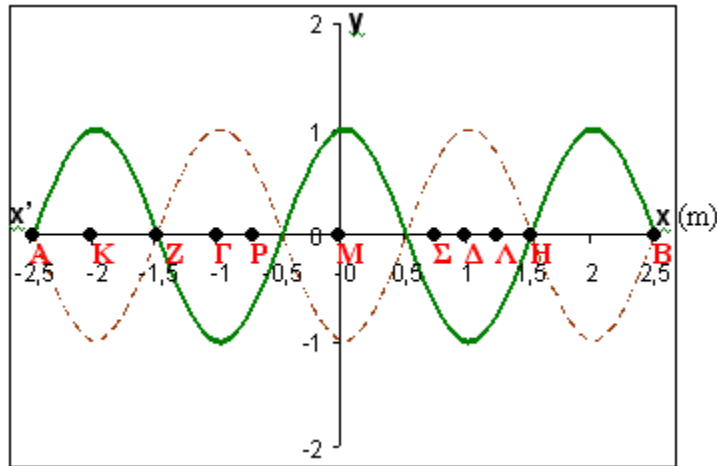
2) Το στάσιμο κύμα, οι δεσμοί, οι κοιλίες και η διαφορά φάσης

Στα σημεία Α και Β μιας χορδής xx' υπάρχουν δύο πηγές δημιουργίας εγκάρσιων αρμονικών κυμάτων, που

παράγουν δύο αρμονικά κύματα με εξισώσεις:

$$y_1 = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \text{ και}$$

$$y_2 = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) \text{ αντίστοιχα.}$$



Το μήκος κύματος τους είναι $\lambda = 2\text{m}$. Στο σχήμα απεικονίζονται δύο στιγμιότυπα των δύο εγκάρσιων αρμονικών κυμάτων. Το σημείο Μ είναι το μέσο του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ και τη χρονική στιγμή $t=0$ έχει $y_M=0$ και $V_M > 0$. Για το στάσιμο κύμα που δημιουργείται μεταξύ των σημείων Α και Β:

- i) Τα σημεία Γ και Δ παραμένουν διαρκώς ακίνητα (δεσμοί).
- ii) Τα σημεία Ζ και Η ταλαντώνονται με τη μέγιστη ενέργεια ταλάντωσης (κοιλίες).
- iii) Τα σημεία Κ και Λ έχουν διαφορά φάσης 0 .
- iv) Εάν $P\Gamma = \Sigma\Delta$, τα σημεία Ρ και Σ είναι σε συμφωνία φάσης.

Να χαρακτηρίσετε κάθε μια από τις παραπάνω προτάσεις με το γράμμα Σ, αν η πρόταση είναι σωστή και με το γράμμα Λ, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Απάντηση:

i) (Λ) $M\Gamma = M\Delta = \frac{\lambda}{2}$. Άρα κοιλίες.

ii) (Λ) $MZ = MH = \frac{3\lambda}{4}$. Άρα Ζ,Η δεσμοί.

iii) (Λ) μεταξύ των Κ και Λ υπάρχουν 3 δεσμοί άρα $\Delta\phi_{\kappa\lambda} = \pi$.

iv) (Σ) $P\Gamma = \Sigma\Delta \rightarrow$ Ρ και Σ ισαπέχουν από τους πλησιέστερους δεσμούς και μεταξύ τους υπάρχουν 2 δεσμοί: άρα για τα πλάτη ταλάντωσής τους, τις μέγιστες ταχύτητες ταλάντωσής τους και τη διαφορά φάσης τους αντίστοιχα ισχύει: $A'_P = A'_\Sigma$, $V_{\max P} = V_{\max \Sigma}$ και $\Delta\phi_{P\Sigma} = 0$, άρα $y_P = y_\Sigma$ και $V_P = V_\Sigma$ άρα Ρ και Σ είναι σε συμφωνία φάσης.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Ε. Στεργιάδης