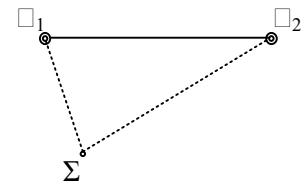


### Συμβολή κυμάτων και φάσεις.

Στην επιφάνεια ενός υγρού, βρίσκονται δύο σύγχρονες πηγές  $O_1$  και  $O_2$  που απέχουν μεταξύ τους  $d=0,4\text{m}$ , δημιουργώντας κύματα που διαδίδονται με μήκος κύματος  $\lambda=0,2\text{m}$ , τα οποία θεωρούμε ότι διατηρούν σταθερό πλάτος  $A=1\text{cm}$ . Οι πηγές ξεκινούν την ταλάντωσή τους κινούμενες προς τη θετική κατεύθυνση.



- i) Ένα σημείο  $\Sigma$  απέχει από τις πηγές αποστάσεις  $r_1=0,3\text{m}$  και  $r_2=0,5\text{m}$  αντίστοιχα.
  - α) Ποιο το πλάτος ταλάντωσης του σημείου  $\Sigma$  μετά τη συμβολή των δύο κυμάτων;
  - β) Ποια η διαφορά φάσης μεταξύ των δύο κυμάτων που συμβάλλουν στο σημείο  $\Sigma$ ;
- ii) Σε ένα άλλο σημείο  $P$ , τα δύο κύματα συμβάλλουν παρουσιάζοντας διαφορά φάσης  $4\pi$  (rad). Ποια η διαφορά των αποστάσεων του σημείου  $P$  από τις πηγές; Πού μπορεί να βρίσκεται το σημείο  $P$ ;
- iii) Να εξετάσετε αν μπορεί να έχουμε διαφορά φάσης μεταξύ των δύο κυμάτων τη στιγμή της συμβολής ίση με  $6\pi$  (rad).

**Απάντηση:**

- i) Για το σημείο  $\Sigma$  έχουμε:

$$|r_1 - r_2| = |0,3\text{m} - 0,5\text{m}| = 0,2\text{m} = \lambda$$

- α) Συνεπώς τα δύο κύματα συμβάλλουν ενισχυτικά και το πλάτος ταλάντωσης είναι ίσο με  $2A=2\text{cm}$ .
- β) Με βάση την αρχή της επαλληλίας παίρνουμε:

Έστω ότι η φάση κάθε κύματος είναι της μορφής:

$$\varphi = 2\pi \frac{t}{T} - 2\pi \frac{r}{\lambda}$$

Συνεπώς η διαφορά φάσης μεταξύ των δύο κυμάτων που συμβάλλουν είναι:

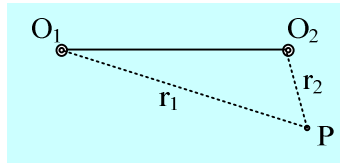
$$\Delta\varphi = |\varphi_1 - \varphi_2| = 2\pi \frac{|r_1 - r_2|}{\lambda} \quad (1)$$

Βλέπουμε ότι η διαφορά φάσης εξαρτάται μόνο από τη διαφορά των δρόμων  $|r_1 - r_2|$ . Για το σημείο λοιπόν  $\Sigma$  έχουμε:

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{|r_1 - r_2|}{\lambda} = 2\pi \text{ rad.}$$

- ii) Για το σημείο  $P$  παίρνοντας τη σχέση (1) έχουμε:

$$\Delta\varphi = |\varphi_1 - \varphi_2| = 2\pi \frac{|r_1 - r_2|}{\lambda} \rightarrow |r_1 - r_2| = \Delta\varphi \frac{\lambda}{2\pi} = 2\lambda = 0,4\text{m.}$$



Αλλά σε κάθε τρίγωνο με πλευρές  $d$ ,  $r_1$ ,  $r_2$  ισχύει:

$$|r_1 - r_2| < d < r_1 + r_2$$

Εδώ όμως  $r_1 - r_2 = d$ , συνεπώς το σημείο P δεν μπορεί να σχηματίζει τρίγωνο με τις δύο πηγές και το μόνο που απομένει είναι να βρίσκεται πάνω στην ευθεία που ενώνει τις δύο πηγές, δεξιά της  $O_2$  ή αριστερά της  $O_1$ .

Πράγματι αν πάρουμε ένα σημείο δεξιά της  $O_2$  που απέχει κατά  $x$  από την πηγή αυτή, θα έχουμε:

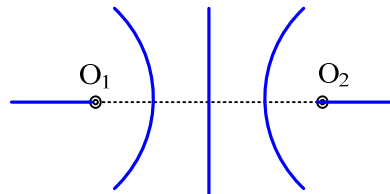
$$r_1 - r_2 = (d + x) - x = d = 2\lambda$$

iii) Με βάση το προηγούμενο ερώτημα η μέγιστη διαφορά φάσης μεταξύ των δύο κυμάτων που μπορεί να παρατηρηθεί είναι  $4\pi$ , αφού αν είχαμε για παράδειγμα  $\Delta\phi = 6\pi$  τότε:

$$r_1 - r_2 = 3\lambda > d$$

#### Σχόλιο:

- 1) Τα σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος, είναι τα σημεία της μεσοκαθέτου όπου τα δύο κύματα συμβάλλουν κάθε στιγμή, έχοντας την ίδια φάση, τα σημεία δύο υπερβολών (μιας δεξιά και μιας αριστερά της μεσοκαθέτου), όπου τα κύματα συμβάλλουν έχοντας διαφορά φάσης  $2\pi$  και τα σημεία δεξιά και αριστερά των πηγών, που η διαφορά φάσης των δύο κυμάτων είναι  $4\pi$ .



#### Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιάζεις πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

*Διονύσης Μάργαρης*