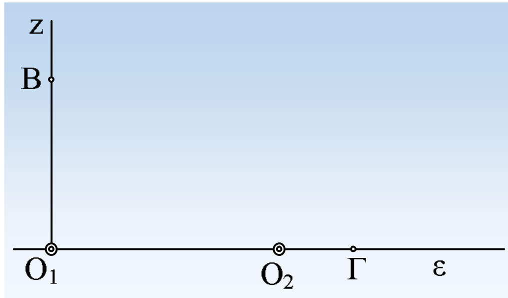
Επιφανειακή συμβολή από σύγχρονες πηγές



Σε δύο σημεία μιας ευθείας ε, στην επιφάνεια ενός υγρού, βρίσκονται δύο σύγχρονες πηγές κυμάτων O_1 και O_2 οι οποίες αρχίζουν να ταλαντώνονται τη στιγμή $t_0=0$, παράγοντας εγκάρσια κύματα με πλάτος Α=2cm, μήκος κύματος λ=0,8m και συχνότητα f=0,5Hz. Η απόσταση των δύο πηγών είναι d=0,8m.

i) Να βρεθεί το πλάτος ταλάντωσης τις σημείου Β τις επιφάνειας, το οποίο βρίσκεται πάνω στην ευθεία z, η οποία είναι κάθετη στην ε, στο σημείο που βρίσκεται η πηγή O_1, σε απόσταση (O_1B)=0,6m, τις χρονικές στιγμές:

α) t_1=1s, β) t_2=2s και t_3=3s.

ii) Ποια η αντίστοιχη απάντηση για ένα σημείο Γ της ευθείας ε, αν $(O_2Γ)$=0,2m;

iii) Αν, ενώ έχουμε συμβολή σε όλα τα σημεία της επιφάνειας, το σημείο Γ μετακινηθεί προς τα δεξιά κατά x, τότε το πλάτος ταλάντωσής του:

α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει σταθερό.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Θεωρούμε ότι τα κύματα που διαδίδονται, διατηρούν σταθερό πλάτος.

Απάντηση:

Η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων είναι ίση:

$$\upsilon = \lambda f = 0,8 \cdot 0,5 m/s = 0,4 m/s$$

Με την βοήθεια του Π.Θ. υπολογίζουμε την απόσταση (O_2B):

$$(O_2B) = \sqrt{(O_1B)^2 + (O_1O_2)^2} = \sqrt{0,6^2 + 0,8^2} m = 1m$$

Οπότε τα κύματα από τις δύο πηγές φτάνουν στο σημείο Β τις χρονικές στιγμές:

$$t_{o1} = \frac{(O_1B)}{\upsilon} = \frac{0,6m}{0,4m/s} = 1,5s \quad και \quad t_{o2} = \frac{(O_2B)}{\upsilon} = \frac{1m}{0,4m/s} = 2,5s$$

i) Με βάση τις παραπάνω χρονικές στιγμές άφιξης των κυμάτων στο Β, έχουμε:

α) Την στιγμή t_1=1s, δεν έχει φτάσει κανένα κύμα και το σημείο Β δεν ταλαντώνεται.

β) Την στιγμή t_2=2s, έχει φτάσει μόνο το κύμα από την πηγή O_1, συνεπώς το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Β είναι Α=2cm.

γ) Προφανώς την στιγμή t_3=3s έχουν φτάσει στο σημείο Β και τα δύο κύματα, τα οποία συμβάλουν. Βρίσκουμε την διαφορά των δύο δρόμων:

$$r_2 - r_1 = 1m - 0,6m = 0,4m$$

Ποια σχέση συνδέει αυτή την διαφορά με το μήκος κύματος; Αν βρούμε το λ/2= 0,4m και πάρουμε το λόγο:

$$N = \frac{r_2 - r_1}{\lambda/2} = \frac{0,4m}{0,4} = 1$$

Ισχύει δηλαδή η σχέση $r_2 - r_1 = 1 \cdot \frac{\lambda}{2}$, πράγμα που σημαίνει ότι στο σημείο Β έχουμε αποσβεστική συμβολή, με αποτέλεσμα το σημείο Β να παραμένει ακίνητο και Α=0.

ii) Με την ίδια λογική, για το σημείο Γ, τα κύματα από τις δύο πηγές φτάνουν σε αυτό τις χρονικές στιγμές:

$$t'_{o1} = \frac{(O_1\Gamma)}{\upsilon} = \frac{1m}{0,4m/s} = 2,5s \quad \kappa\alpha\iota \quad t'_{o2} = \frac{(O_2\Gamma)}{\upsilon} = \frac{0,2m}{0,4m/s} = 0,5s$$

α) Την στιγμή t_1=1s, έχει φτάσει το κύμα από την πηγή O_2, οπότε Α=2cm.

β) Την στιγμή t_2=2s, έχει φτάσει ξανά μόνο το κύμα από την πηγή O_2, συνεπώς Α=2cm.

γ) Προφανώς την στιγμή t_3=3s έχουν φτάσει στο σημείο Β και τα δύο κύματα, τα οποία συμβάλουν. Βρίσκουμε την διαφορά των δύο δρόμων:

$$r'_1 - r'_2 = 1m - 0,2m = 0,8m$$

Βλέπουμε δηλαδή οι αποστάσεις να ικανοποιούν την σχέση $r'_1 - r'_2 = 1 \cdot \lambda$, πράγμα που σημαίνει ότι στο σημείο τα δύο κύματα συμβάλουν ενισχυτικά, οπότε το πλάτος ταλάντωσης είναι Α΄=2Α=4cm.

iii) Έστω ότι το σημείο Γ μετακινείται προς τα δεξιά κατά x, με αποτέλεσμα να αυξηθούν οι αποστάσεις του από τι δύο πηγές. Τότε η διαφορά των δύο αποστάσεων από τις πηγές θα είναι:

$$r''_1 - r''_2 = (1+x) - (0,2+x) = 0,8m = \lambda$$

Βλέπουμε δηλαδή ότι ανεξάρτητα της ακριβούς θέσης του σημείου Γ, αρκεί να βρίσκεται πάνω στην ευθεία ε, στα δεξιά της πηγής O_2, έχουμε ενισχυτική συμβολή και πλάτος ταλάντωσης Α΄=4cm.

Σωστό το γ).

dmargaris@gmail.com