Συμβολή κυμάτων – Κροσσοί ενίσχυσης και απόσβεσης

Στην σημεία $Π_1$ και $Π_2$ της επιφάνειας ενός υγρού βρίσκονται δύο σύμφωνες πηγές αρμονικών κυμάτων, που ταλαντώνονται με συχνότητα f και πλάτος Α. Δύο σημεία Μ και Ν του ευθυγράμμου τμήματος $Π_1Π_2$ έχουν αντίστοιχα αποστάσεις από τις δύο πηγές, που ικανοποιούν τις σχέσεις:

$$Μ:\quad (Π_2Μ) – (Π_1Μ)=3λ \text{ και}$$

$$Ν:\quad (Π_1Ν) – (Π_2Ν)=3\frac{λ}{2}.$$

Να επιλέξετε το σωστό σε κάθε περίπτωση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας:

i) Τα σημεία του τμήματος $Π_1Π_2$ που βρίσκονται μεταξύ του Μ και Ν και ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος είναι:

α. 1 β. 2 γ. 3 δ. 4

ii) Η απόσταση ΜΝ είναι ίση με:

α. 3λ/4 β. 5λ/4 γ. 7λ/4 δ. 9λ/4

iii) Η απομάκρυνση του Μ από τη θέση ισορροπίας του, τη στιγμή που το μέσο Ο του $Π_1Π_2$ ξεκινά την ταλάντωσή του θα είναι:

α. +Α β. –Α γ. 0 δ. +Α/2

Θεωρούμε ως στιγμή t=0 τη στιγμή που τα κύματα φτάνουν στο Ο.

Απάντηση:

i) Από της παρατήρηση των σχέσεων που ικανοποιούν οι αποστάσεις των δύο σημείων από τις δύο πηγές, συμπεραίνουμε τα εξής:

Για το σημείο Μ:

a) $Π_2Μ>Π_1Μ$, οπότε το Μ θα βρίσκεται αριστερά του μέσου Ο του $Π_1Π_2$, προς τη μεριά του $Π_1$.

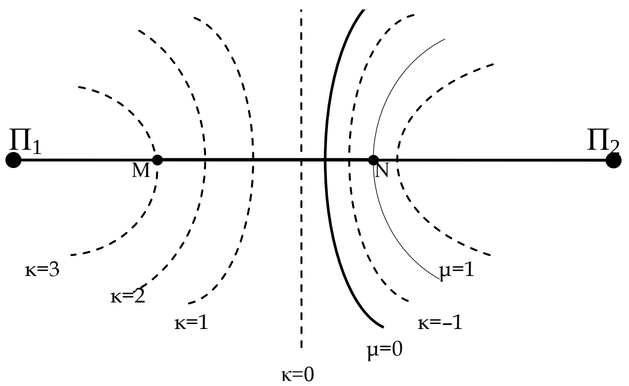
b) Η διαφορά των αποστάσεων από τις πηγές είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος, δηλαδή είναι της μορφής $r_1–r_2=κλ$, οπότε το Μ θα βρίσκεται σε κροσσό ενίσχυσης με κ=3.

Για το σημείο Ν:

a) $Π_1Ν>Π_2Ν$, οπότε το Ν θα βρίσκεται δεξιά του μέσου Ο του $Π_1Π_2$, προς τη μεριά του $Π_2$.

b) Η διαφορά των αποστάσεων από τις πηγές είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος, δηλαδή είναι της μορφής $r_2–r_1=(2μ+1)λ/2$, οπότε το Ν θα βρίσκεται σε κροσσό απόσβεσης με μ=1.

Όλα αυτά φαίνονται στο διπλανό σχήμα, όπου με διακεκομμένη φαίνονται οι κροσσοί ενίσχυσης και με συνεχή γραμμή οι κροσσοί απόσβεσης μεταξύ των Μ και Ν.



Βλέπουμε λοιπόν ότι μεταξύ των Μ και Ν υπάρχουν τέσσερα σημεία που ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος.

ii) Για τον υπολογισμό της απόστασης ΜΝ θα προσθέσουμε κατά μέλη τις σχέσεις:

Μ: $(\Pi_2M) - (\Pi_1M) = 3\lambda$

Ν: $(\Pi_1N) - (\Pi_2N) = 3\dfrac{\lambda}{2}$, οπότε θα έχουμε

$(\Pi_2M) - (\Pi_1M) + (\Pi_1N) - (\Pi_2N) = 3\lambda + 3\lambda/2 \Rightarrow$

$(\Pi_2M) - (\Pi_2N) + (\Pi_1N) - (\Pi_1M) = 9\lambda/2 \Rightarrow$

$(MN) + (MN) = 9\lambda/2 \Rightarrow$

$(MN) = 9\lambda/4$

iii) Τη στιγμή t=0 τα κύματα φτάνουν στο Ο. Την ίδια στιγμή στο Μ θα έχει ήδη φτάσει μόνο το κύμα από την Π_1 και συγκεκριμένα πριν από χρόνο $\Delta t = OM/u$, όπου $u = \lambda \cdot T$ η σταθερή ταχύτητα των κυμάτων, ενώ το κύμα από την Π_2 δεν θα έχει φτάσει ακόμα.

Άρα: αν η απομάκρυνση του Ο λόγω του κύματος που φτάνει από την Π_1 είναι $y_O = A\eta\mu\omega t$, του Μ που προηγείται του Ο κατά Δt θα είναι $y_M = A\eta\mu\omega(t+\Delta t)$.

Έτσι για t=0, που ξεκινά ταλάντωση το Ο, θα έχουμε

$$y_M = A\eta\mu\omega(t + OM/u) = A\eta\mu\omega(OM/u) \qquad (1)$$

όπου η ΟΜ θα υπολογιστεί ως εξής:

για το Ο: $(\Pi_1O) - (\Pi_2O) = 0$

για το Μ: $(\Pi_2M) - (\Pi_1M) = 3\lambda$

με πρόσθεση κατά μέλη:

$(\Pi_1O) - (\Pi_2O) + (\Pi_2M) - (\Pi_1M) = 3\lambda \Rightarrow$

$(\Pi_1O) - (\Pi_1M) + (\Pi_2M) - (\Pi_2O) = 3\lambda \Rightarrow$

$2(OM) = 3\lambda \Rightarrow (OM) = 3\lambda/2$

$$\textit{οπότε από } (1) \Rightarrow$$

$$y_M = A\eta\mu\omega\left(\frac{OM}{u}\right) = A\eta\mu\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{3\lambda/2}{u} = A\eta\mu\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{3uT}{2u} = A\eta\mu 3\pi = 0$$

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Ίρις Ιωάννου