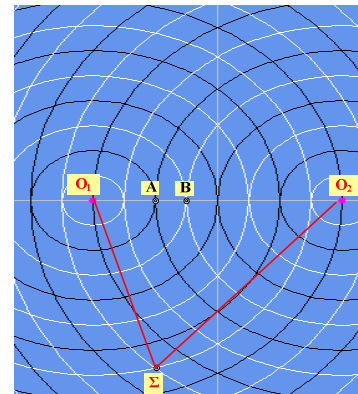


Συμβολή κυμάτων από σύγχρονες πηγές.

Στο σχήμα βλέπετε δύο σύγχρονες πηγές O_1 και O_2 , οι οποίες απέχουν $d=1m$, ταλαντώνονται με συχνότητα $10Hz$ και παράγουν κύματα στην επιφάνεια ενός υγρού, με πλάτος ταλάντωσης $1cm$. Οι λευκοί κύκλοι αποτελούν ισοφασικές γραμμές με φάση $2k\pi$ και οι μαύροι κύκλοι με φάση $(2k+1)\pi$.



- i) Ποια η διαφορά φάσης μεταξύ των δύο κυμάτων που συμβάλουν στο σημείο A; Ποιο το πλάτος ταλάντωσης του σημείου αυτού;
- ii) Ποιες οι αντίστοιχες απαντήσεις για το σημείο B;
- iii) Πόσο είναι το μήκος κύματος των δύο κυμάτων και πόσα σημεία μεταξύ των δύο πηγών ταλαντώνονται με μέγιστο πλάτος;
- iv) Για το σημείο Σ του σχήματος ποια η διαφορά r_2-r_1 των αποστάσεων του από τις δύο πηγές; Επιβεβαιώστε, μετρώντας τις δύο αποστάσεις με βάση το σχήμα.
- v) Πόσα τόξα ενισχυτικής συμβολής σχηματίζονται στην επιφάνεια του υγρού;
- vi) Αν αυξηθεί η συχνότητα ταλάντωσης των πηγών στην τιμή $f_1=12,5Hz$, να σχεδιάσετε τα τόξα ενισχυτικής συμβολής στην επιφάνεια του υγρού, μεταξύ των δύο πηγών.

Απάντηση:

- i) Το σημείο A βρίσκεται πάνω σε μαύρους κύκλους, δηλαδή ανήκει σε μια ισοφασική γραμμή που όλα της τα σημεία έχουν την ίδια φάση $\varphi=(2k+1)\pi$. Έτσι η διαφορά φάσης εξαιτίας των δύο κυμάτων θα είναι:

$$\Delta\varphi=\varphi_1-\varphi_2=(2k+1)\pi-(2N+1)\pi=2(k-N)\pi$$

Τι σημαίνει αυτό; Ότι τα δύο κύματα φτάνουν στο σημείο A σε φάση, συνεπώς το πλάτος ταλάντωσης θα είναι $2A=2cm$, ή με άλλα λόγια το σημείο A βρίσκεται πάνω σε μια υπερβολή ενισχυτικής συμβολής.

- ii) Αντίστοιχα για το σημείο B θα έχουμε:

$$\Delta\varphi=\varphi_1-\varphi_2=2k\pi-2N\pi=2(k-N)\pi$$

Συνεπώς και πάλι ισχύουν τα ίδια, όπως και για το σημείο A, δηλαδή και πάλι $A_B=2cm$.

- iii) Με βάση τα προηγούμενα όλα τα σημεία μεταξύ των δύο πηγών στα οποία εφάπτονται είτε οι λευκοί είτε οι μαύροι κύκλοι (ισοφασικές γραμμές) θα είναι σημεία ενισχυτικής συμβολής. Ας ονομάσουμε x την απόσταση μεταξύ δύο τέτοιων σημείων. Με βάση το σχήμα $d=8x \rightarrow x=12,5cm^{**}$.

Αν εστιάσουμε όμως τώρα την προσοχή μας στο σημείο B. Είναι το πρώτο σημείο ενισχυτικής συμβολής μετά τη μεσοκάθετο, συνεπώς η διαφορά των αποστάσεων του από τις πηγές είναι ίση με ένα μήκος κύματος. Δηλαδή:

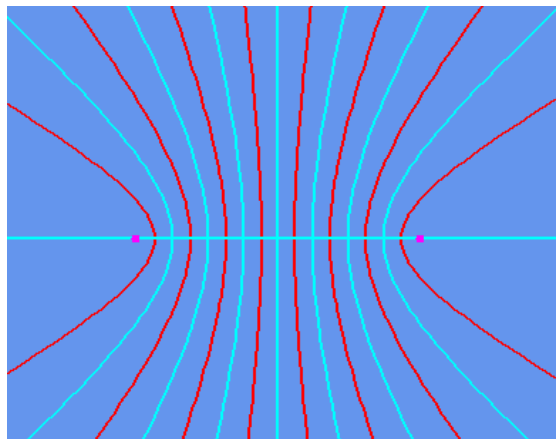
$$r_2-r_1=1\cdot\lambda \text{ ή}$$

$$5x-3x=\lambda \text{ ή}$$

$$\lambda=2x=25\text{cm}.$$

Ενώ τα σημεία που ταλαντώνονται με πλάτος 2 A είναι 7, με βάση το σχήμα.

- iv) Το σημείο Σ είναι το πρώτο σημείο μετά την μεσοκάθετο που έχουμε ενίσχυση, συνεπώς $r_2 - r_1 = 1 \cdot \lambda = 25\text{cm}$. Πράγματι το Σ απέχει από την πηγή O_1 απόσταση $r_1 = 7x = 87,5\text{cm}$ και από την O_2 απόσταση $r_2 = 9x = 112,5\text{cm}$. Συνεπώς $r_2 - r_1 = 25\text{cm}$.
- v) Βλέπουμε στο σχήμα ότι μεταξύ των δύο πηγών έχουμε 7 σημεία ενισχυτικής συμβολής, από τα οποία το ένα είναι σημείο της μεσοκάθετης, συνεπώς έχουμε 3 υπερβολές ενισχυτικής συμβολής δεξιά της μεσοκάθετης και 3 αριστερά, όπως στο παρακάτω σχήμα.



Οι γαλάζιες γραμμές αντιστοιχούν σε ενίσχυση και οι κόκκινες σε απόσβεση.

- vi) Αν αυξηθεί η συχνότητα θα μειωθεί το μήκος κύματος, αφού η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων παραμένει σταθερή.

$$v = \lambda \cdot f \text{ και}$$

$$v = \lambda_1 \cdot f_1 \text{ από όπου}$$

$$\lambda_1 = \lambda \cdot f / f_1 = 25\text{cm} \cdot 10\text{Hz} / 12,5\text{Hz} = 20\text{cm}.$$

Έστω ένα σημείο M μεταξύ των δύο πηγών όπου έχουμε ενίσχυση. Τότε:

$$|r_2 - r_1| = N \cdot \lambda \text{ όπου } N \text{ θετικός ακέραιος ή}$$

$$r_2 - r_1 = k \cdot \lambda, \text{ όπου } k \text{ ακέραιος. (1)}$$

$$\text{Αλλά } r_2 + r_1 = 100\text{cm} \text{ (2)}$$

Από (1) και (2) με πρόσθεση κατά μέλη παίρνουμε:

$$2r_2 = 100 + 20k \text{ (σε cm)}$$

$$r_2 = 50 + 10k$$

$$\text{Αλλά } 0 < r_2 < 100 \text{ ή}$$

$$0 < 50 + 10k < 100 \text{ ή}$$

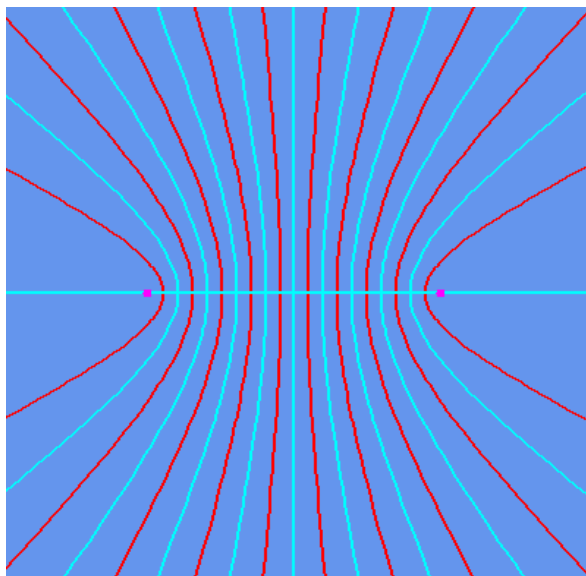
$$-5 < k < 5$$

Συνεπώς οι δυνατές τιμές του k είναι: -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4

Και οι αντίστοιχες τιμές για την απόσταση r_2 είναι:

$$10\text{cm}, 20\text{cm}, 30\text{cm}, 40\text{cm}, 50\text{cm}, 60\text{cm}, 70\text{cm}, 80\text{cm}, 90\text{cm}$$

και οι γραφικές παραστάσεις είναι αυτές της παρακάτω εικόνας.



Σημείωση **:

Η απόσταση μεταξύ των σημείων A και B για το κύμα που διαδίδεται προς τα δεξιά είναι ίση με $\lambda/2$ αφού η διαφορά φάσης μεταξύ των σημείων είναι ίση με π . Άρα $\lambda=2x=25\text{cm}$.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

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

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης