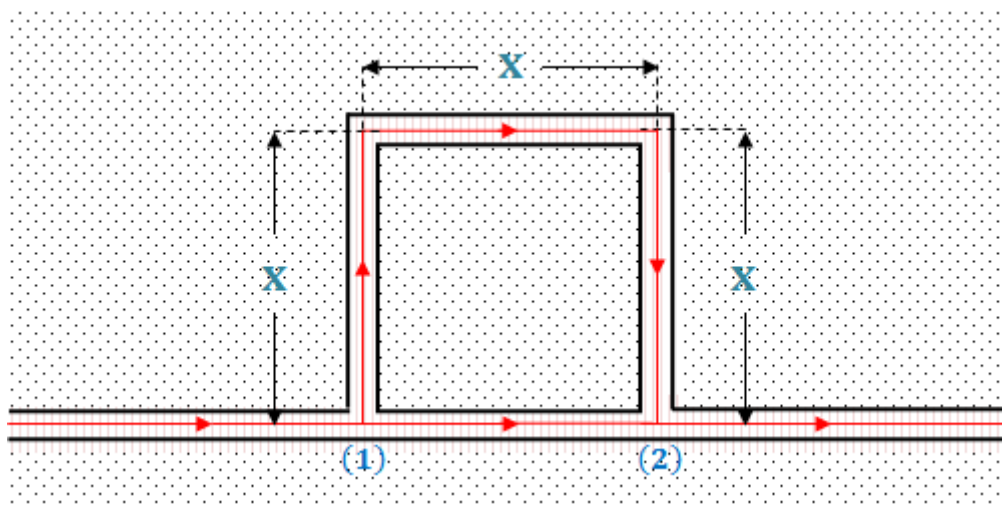


ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ ΗΧΗΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ

ΘΕΜΑ Β

Αρμονικά ηχητικά κύματα με μήκος κύματος λ εισέρχονται από το αριστερό άκρο λεπτού εύκαμπτου σωλήνα που περιέχει αέρα και διαδίδονται ευθύγραμμα εντός του. Στο σημείο (1) υπάρχει διακλάδωση μήκους $\ell = 1,36\text{m}$ που μπορεί να έχει σχήμα οποιουδήποτε κανονικού ν-γώνου, με πλευρά x . Στο σχήμα φαίνεται η περίπτωση που η διακλάδωση έχει σχήμα τετραγώνου. Με τον τρόπο αυτό στο σημείο (2) έχουμε ηχητική συμβολή.



Η μικρότερη τιμή της συχνότητας f των συμβαλλόμενων ηχητικών κυμάτων ώστε στο σημείο (2) να έχουμε ενισχυτική συμβολή είναι:

α) 85Hz

β) 170Hz

γ) 250Hz

Δίνεται η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στον αέρα $v_s = 340\text{m/s}$.

Λύση

Σωστή απάντηση η γ.

Εφόσον στο σημείο (2) έχουμε ηχητική συμβολή θα πρέπει για το μήκος της διακλάδωσης $r_1 = (n-1)x$ και την απόσταση $r_2 = x$ των σημείων (1) και (2) να ισχύει:

$$r_1 - r_2 = n\lambda, n = 1, 2, 3, \dots$$

Άρα μπορούμε αντικαθιστώντας να γράψουμε:

$$r_1 - r_2 = n\lambda \Leftrightarrow (n-1)x - x = n\lambda \Leftrightarrow (n-2)x = n\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{n-2}{n}x \quad (1)$$

Για $n = 1$ είναι $\lambda = \lambda_{\max}$, άρα

$$\lambda_{\max} = (n-2)x \quad (2)$$

Για το μήκος ℓ της διακλάδωσης ισχύει:

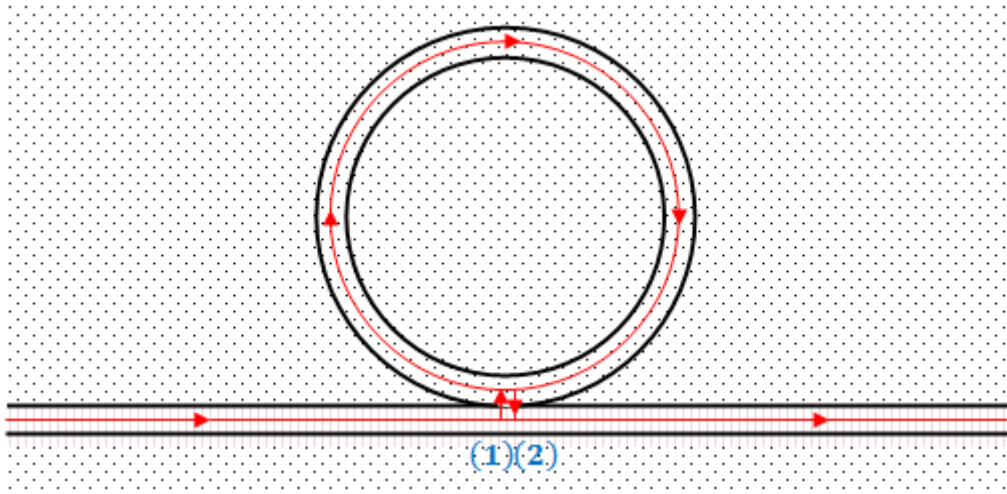
$$\ell = r_1 \Leftrightarrow \ell = (v - 1)x \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (2) και (3) προκύπτει ότι:

$$\lambda_{\max} = \frac{v - 2}{v - 1} \ell \Leftrightarrow \lambda_{\max} = \delta \ell, \text{ με } \delta = \frac{v - 2}{v - 1} \quad (3)$$

Από την σχέση (3) βλέπουμε ότι το μέγιστο μήκος κύματος $\lambda_{\max}$ εξαρτάται από το πλήθος v των πλευρών της διακλάδωσης και γίνεται μέγιστο όταν ο συντελεστής δ γίνεται μέγιστος. Αυτό συμβαίνει όταν $v \rightarrow +\infty$, δηλαδή η διακλάδωση τείνει να γίνει κύκλος μήκους ℓ και το σημείο (1) τείνει στο σημείο (2). Τότε:

$$\lim_{v \rightarrow +\infty} \delta = \lim_{v \rightarrow +\infty} \frac{v - 2}{v - 1} = 1$$



Τελικά

$$\lambda_{\max} = \ell \Leftrightarrow f_{\min} = \frac{v_{\delta}}{\ell} \Leftrightarrow f_{\min} = 250\text{Hz}$$