

### Ασκήσεις (ΣΕΛ. 132)

1. Δίνεται ότι η τιμή της ταχύτητας του ήχου στον αέρα είναι 346 m/s. Από τη σχέση ταχύτητας διάδοσης, συχνότητας και μήκους κύματος, βρίσκουμε

$$\text{ότι: } \lambda_{\mu\epsilon\gamma\iota} = \frac{v_{\eta\chi\omicron\upsilon}}{f} = \frac{346 \text{ m/s}}{20 \text{ Hz}} = 17,3 \text{ m} = 20 \text{ m (1 σ. ψ.)}$$

$$\lambda_{\epsilon\lambda\alpha\chi} = \frac{v_{\eta\chi\omicron\upsilon}}{f} = \frac{346 \text{ m/s}}{20000 \text{ Hz}} = 17,3 \text{ mm} = 20 \text{ mm (1 σ. ψ.)}$$

2. Το μήκος κύματος ήχου συχνότητας 1000 Hz σε θερμοκρασία 25 βαθμών Κελσίου στον αέρα είναι:

$$\lambda_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha} = \frac{v_{\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}}{f} = \frac{346 \text{ m/s}}{1000 \text{ Hz}} = 346 \text{ mm} = 0,3 \text{ m (1 σ. ψ.)}$$

$$\lambda_{\nu\epsilon\rho\acute{o}} = \frac{v_{\nu\epsilon\rho\acute{o}}}{f} = \frac{1493 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1000 \text{ Hz}} = 1,493 \text{ m} = 1 \text{ m (1 σ. ψ.)}$$

### Ασκήσεις (ΣΕΛ.139)

Στις επόμενες ασκήσεις (1 και 2) θεωρούμε διάδοση του ήχου σε μια στήλη αέρα.

1. Από τη σχέση της έντασης αρμονικού κύματος στον αέρα, υπολογίζουμε το πλάτος ταλάντωσης του αέρα που αντιστοιχεί σε συχνότητα 2000,0 Hz είναι:

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \rho v \omega^2 y_0^2 \Rightarrow y_0 = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{2I}{\rho v}} = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\frac{2I}{\rho v}} = \frac{1}{2 \times \pi \times 2000,0 \text{ s}^{-1}} \sqrt{\frac{2 \times 1,0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \\ &= \frac{1}{2 \times \pi \times 2000,0 \text{ s}^{-1}} \sqrt{0,0049 \frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \frac{1}{2 \times \pi \times 2000,0 \text{ s}^{-1}} \times 0,070 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5,6 \times 10^{-6} \text{ m} \\ &\Rightarrow y_0 = 5,6 \mu\text{m} \end{aligned}$$

2. Η ένταση του ηχητικού κύματος στον αέρα δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{1}{2} \rho v \omega^2 y_0^2 = \frac{1}{2} \times \left(1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \times \left(340 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \times (2 \times \pi \times 1000,0 \text{ s}^{-1})^2 \times (1 \times 10^{-8} \text{ m})^2 = 0,80 \times 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

### Ασκήσεις (ΣΕΛ.144)

1. Από τον ορισμό του επιπέδου έντασης, βρίσκουμε:

$$\beta = 10 \log \left( \frac{10^2 \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} \right) \text{ db} = 10 \log(10^{14}) \text{ db} = 140 \text{ db}$$

το οποίο υπερβαίνει το όριο του πόνου κατά 20 db.

3. Η ένταση του ήχου είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης, επομένως:

$$I_2 = I_1 \times \frac{r_1^2}{r_2^2} = I_1 \times \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2 = I_1 \times \left( \frac{2 \text{ m}}{20 \text{ m}} \right)^2 = \frac{I_1}{100}$$

η ένταση σε απόσταση 20 m είναι εκατό φορές πιο μικρή από την ένταση στα 2 m. Άρα, το επίπεδο της έντασης του ήχου είναι 20 db μικρότερο των 50 db. Δηλαδή 30 db.

5. Επειδή, για κάθε δεκαπλασιασμό της έντασης το επίπεδο της έντασης του ήχου αυξάνεται κατά 10 db, όταν το επίπεδο του ήχου γίνει 70 db (αυξάνεται κατά 30 db = 3 × 10 db) η ένταση του ήχου γίνεται 1000 φορές μεγαλύτερη,  $I_2 = 10^3 I_1$ .

### Ασκήσεις (ΣΕΛ.169)

1. Για να λαμβάνει ισχυρό σήμα η πόλη πρέπει στην περιοχή της να λαμβάνει χώρα ενισχυτική συμβολή από τις δύο πηγές. Η μικρότερη (μη μηδενική) γωνία  $\theta_{\varepsilon\lambda\alpha\chi'}$  εμφάνισης κροσσού συμβολής αντιστοιχεί στον κροσσό ενίσχυσης 1ης τάξης  $\nu = 1$ . Σύμφωνα με την ακριβή σχέση:

$$a \eta\mu \theta = \lambda \Rightarrow \eta\mu \theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{c}{f a} = \frac{3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1500 \times 10^3 \text{ s}^{-1} \times 3,0 \times 10^3 \text{ m}} = 0,067$$

$$\Rightarrow \theta = 3,8^\circ$$

Με την προσέγγιση μικρής γωνίας ( $\eta\mu \theta = \theta$  (rad)) βρίσκουμε το ίδιο αποτέλεσμα

$$\theta = \frac{\lambda}{a} = 0,067 \text{ rad} = 3,8^\circ$$

4. Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών κροσσών ενισχυτικής ή καταστροφικής συμβολής περιγράφεται από τη σχέση:

$$\Delta x = \frac{D}{a} \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{a \Delta x}{D} = \frac{0,045 \times 10^{-3} \text{ m} \times 6,5 \times 10^{-2} \text{ m}}{5,00 \text{ m}} = 585 \text{ nm}$$
$$= 590 \text{ nm (2 σ. ψ.)}$$

Η συχνότητα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{cD}{a \Delta x} = \frac{3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 5,00 \text{ m}}{0,045 \times 10^{-3} \text{ m} \times 6,5 \times 10^{-2} \text{ m}} = 513 \text{ THz}$$
$$= 510 \text{ THz (2 σ. ψ.)}$$

6. Εφαρμόζοντας τη σχέση για τους κροσσούς ενισχυτικής συμβολής 1ης τάξης ( $v = 1$ ) για τα δύο χρώματα, βρίσκουμε:

$$x = \frac{D}{a} \lambda \Rightarrow x_K - x_M = \frac{D}{a} (\lambda_K - \lambda_M)$$
$$\Rightarrow x_K - x_M = \frac{5,0 \text{ m}}{0,300 \times 10^{-3} \text{ m}} (660 \times 10^{-9} \text{ m} - 470 \times 10^{-9} \text{ m}) = 3,2 \text{ mm}$$