

## Εισαγωγή στην Ακουστική Ωκεανογραφία

2022-2023

### Ασκήσεις 2<sup>ης</sup> Σειράς Ανάκλαση - Διάδοση ακουστικών κυμάτων

1. Αποδείξτε τις σχέσεις που δίδουν τις συνιστώσες των τάσεων και των μετατοπίσεων που αναφέρονται σε επίπεδο κάθετο στον άξονα των  $z$ , στην περίπτωση διάδοσης διατμητικών και διαμήκων κυμάτων σε δύο διαστάσεις  $x, z$ .
2. Υπολογίστε τον συντελεστή ανάκλασης επίπεδου ηχητικού κύματος που προσπίπτει κάθετα από το νερό στον πυθμένα της θάλασσας όταν ο πυθμένας χαρακτηρίζεται ως ρευστό υλικό με ταχύτητα διάδοσης ήχου  $1700 \text{ m/sec}$  και πυκνότητα  $1300 \text{ kg/m}^3$ . Τα αντίστοιχα μεγέθη του νερού είναι  $1500 \text{ m/sec}$  και  $1000 \text{ kg/m}^3$ . Ποιός είναι ο συντελεστής ανάκλασης και η απώλεια πυθμένα για γωνία πρόσπτωσης  $65^\circ$  ;
3. Επίπεδο ακουστικό κύμα προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα στο νερό και δύο στρώματα ρευστού πυθμένα. Οι ταχύτητες διάδοσης του ήχου είναι για μεν το νερό  $1500 \text{ m/sec}$  για δε τα στρώματα του πυθμένα  $1450 \text{ m/sec}$  και  $1700 \text{ m/sec}$  αντίστοιχα. Οι πυκνότητες είναι στο μεν νερό  $1000 \text{ kg/m}^3$  στα δε δύο στρώματα του πυθμένα  $1100 \text{ kg/m}^3$  και  $1400 \text{ kg/m}^3$  αντίστοιχα. Το πάχος του πρώτου στρώματος είναι  $10 \text{ m}$ . Η συχνότητα του κύματος είναι  $200 \text{ Hz}$ .
  - a. Υπάρχει γωνία μηδενικής ανάκλασης ανάμεσα στο ρευστό και στο πρώτο στρώμα πυθμένα ; Αν ναι, ποια είναι αυτή ;
  - b. Για την εν λόγω γωνία, πόσος είναι ο συνολικός συντελεστής ανάκλασης ανάμεσα στο νερό και στα στρώματα του πυθμένα ;
4. Για την ανωτέρω περίπτωση αποδείξτε :
  - a. Τη σχέση που δίνει το συντελεστή ανάκλασης από το πρώτο στρώμα του πυθμένα στο νερό συναρτήσει του αντίστοιχου συντελεστή ανάμεσα στο νερό και στο πρώτο στρώμα.
  - b. Τη σχέση που έχουν οι συντελεστές διάδοσης στο πρώτο στρώμα του πυθμένα με το συντελεστή ανάκλασης ανάμεσα στο νερό και το πρώτο στρώμα του πυθμένα.

- c. Την έκφραση για τη μεταβολή φάσης του κύματος που επιστρέφει στην επιφάνεια της θάλασσας μετά από ανάκλαση στο δεύτερο στρώμα του πυθμένα.
5. Βρείτε το λόγο της πίεσης διάδοσης ως προς την πίεση πρόσπτωσης στην περίπτωση πρόσπτωσης επίπεδου ακουστικού κύματος στη διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα σε δύο ρευστά μέσα. Υπολογίστε το λόγο της ανακλώμενης ως προς την προσπίπτουσα πίεση στην ίδια επιφάνεια.
6. Η χαρακτηριστική αντίσταση (characteristic impedance  $r$ ) ενός ακουστικού μέσου ορίζεται ως το γινόμενο της ταχύτητας διάδοσης ήχου με την πυκνότητα του μέσου ( $r = c\rho$ ). Επίπεδο ακουστικό κύμα προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα σε δύο ημίαιρα χωρία. Εάν οι λόγοι ταχυτήτων διάδοσης των ακουστικών κυμάτων ανάμεσα στο δεύτερο μέσο και στο πρώτο μέσο (απ' όπου προσπίπτει το κύμα) είναι  $c_2 / c_1 = 1.1$  και ο αντίστοιχος λόγος χαρακτηριστικών αντιστάσεων είναι  $r_2 / r_1 = 0.9$ , εξετάστε εάν υπάρχει γωνία μηδενικής διάδοσης ή κρίσιμη γωνία και σε θετική περίπτωση ποιες είναι αυτές;
7. Στην ανωτέρω περίπτωση ποια είναι η γωνία φάσης του συντελεστή ανάκλασης στις  $30^\circ$ ;