

Ακόνισε το μυαλό σου

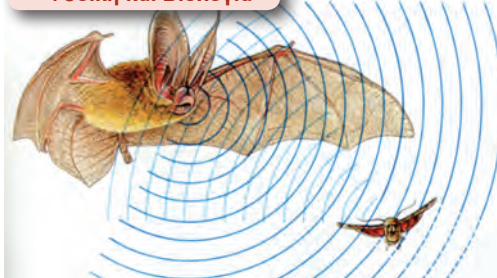


Διάθλαση επιφανειακών κυμάτων στη θάλασσα. Διακρίνεται η αλλαγή στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος (κόκκινα βέλη).

Μπορείς να σκεφθείς για ποιον λόγο μεταβάλλεται η διεύθυνση διάδοσης του κύματος;

5.4 Ήχος

Φυσική και Βιολογία



Εικόνα 5.14

Νυχτερίδα: το ζωντανό ηχητικό ραντάρ. Η νυχτερίδα εκπέμπει υπέρηχους τους οποίους χρησιμοποιεί για να προσανατολίζεται και να εντοπίζει το θήραμά της.

Πώς παράγεται ένας ήχος; Πότε είναι ευχάριστος και πότε ενοχλητικός; Τι είναι αυτό που κάνει χαρακτηριστική την ομιλία κάθε ανθρώπου; Πώς προσανατολίζονται οι νυχτερίδες τη νύχτα; Πώς τα ηχοπετάσματα σταματούν τον θόρυβο;

Απαντήσεις σ' αυτά τα ερωτήματα θα βρούμε στις επόμενες παραγράφους.

Ο ήχος και η μουσική αποτελούν σημαντικά στοιχεία της ανθρώπινης εμπειρίας. Οι πρωτόγονοι άνθρωποι παρήγαγαν ήχους όχι μόνο με το στόμα τους αλλά και με τα τύμπανα, τα κρόταλα και τις σφυρίχτρες. Τα έγχορδα όργανα έχουν ιστορία τουλάχιστον 3.000 ετών.

Τα έμβια όντα χρησιμοποιούν τους ήχους για να συλλέξουν πληροφορίες που αφορούν το περιβάλλον τους και για να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Ορισμένα ζώα, για να γνωρίσουν το περιβάλλον τους και να επιβιώσουν, χρησιμοποιούν ήχους πολύ μεγάλης συχνότητας (υπέρηχους) τους οποίους οι άνθρωποι δεν αντιλαμβάνονται. Τέτοιους ήχους για παράδειγμα εκπέμπουν οι νυχτερίδες όταν κυνηγούν έντομα. Αυτά τα ηχητικά κύματα ανακλώμενα στο έντομο βοηθούν τη νυχτερίδα να διαπιστώσει το μέγεθός του, τη θέση του, την απόστασή του και τη σχετική ταχύτητά του (εικόνα 5.14). Με παρόμοιο τρόπο καταφέρνουν να διακρίνουν τα έντομα από τη βλάστηση όταν κυνηγούν στα δάση. Τα δελφίνια εκπέμπουν υπέρηχους υπό μορφή σφυριγμάτων. Τα ανακλώμενα ηχητικά κύματα παρέχουν στο δελφίνι πληροφορίες για το περιβάλλον του σε αποστάσεις μεγαλύτερες απ' ό,τι του επιτρέπει η όρασή του μέσα στο νερό. Τα δελφίνια χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες κυρίως για να εντοπίσουν μικρά ψάρια με τα οποία τρέφονται.

Ηχητικά κύματα

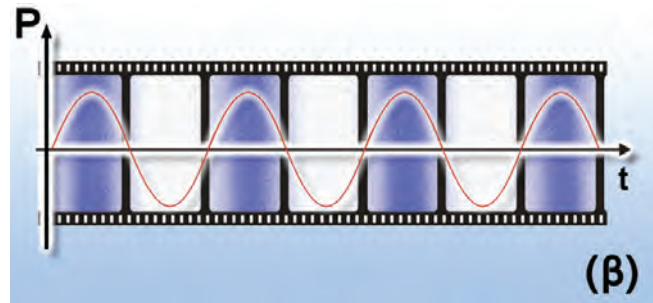
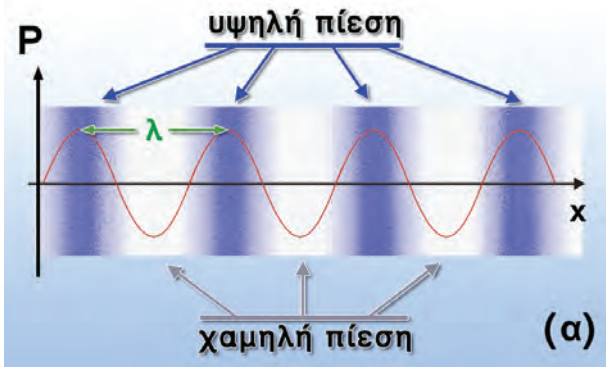
Όταν ένα σώμα ταλαντώνεται στον αέρα, αλληλεπιδρά με τα μόρια του και προκαλεί την κίνησή τους. Τα μόρια πλησιάζουν ή

Δραστηριότητα

Παραγωγή ήχου

- Τοποθέτησε έναν πλαστικό χάρακα πάνω στο θρανίο σου, ώστε ο μισός να προεξέχει. Κράτα σταθερά το μέρος του χάρακα που είναι πάνω στο θρανίο.
- Τράβηξε προς τα κάτω την ελεύθερη άκρη του χάρακα και άφησέ την ελεύθερη.
- Περίγραψε και χαρακτήρισε την κίνηση που εκτελεί ο χάρακας. Παράγεται ήχος;
- Αύξησε το μήκος του χάρακα που προεξέχει και επανάλαβε τα ίδια.
- Ο ήχος που παράγεται τώρα από τον χάρακα είναι ίδιος με τον προηγούμενο;

απομακρύνονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα και η πίεση του αέρα να μεταβάλλεται περιοδικά γύρω από μια μέση τιμή (εικόνα 5.15).



Εικόνα 5.15

(α) Η μεταβολή της πίεσης του αέρα στη διεύθυνση του ηχητικού κύματος σε μια ορισμένη χρονική στιγμή. (β) Η μεταβολή της πίεσης του αέρα σε συνάρτηση με τον χρόνο σε ορισμένη απόσταση από την πηγή.

Μέσω των αλληλεπιδράσεων των μορίων μεταφέρεται ενέργεια από μόριο σε μόριο και τελικά ενέργεια από το σώμα που ταλαντώνεται διαδίδεται στον χώρο. Επομένως οι ταλαντώσεις των σωμάτων στον αέρα δημιουργούν μηχανικά κύματα, τα οποία διαδίδονται σε αυτόν και ονομάζονται **ηχητικά κύματα**. Επειδή τα μόρια του αέρα κινούνται κατά τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, τα ηχητικά κύματα είναι **διαμήκη κύματα**. Όταν ηχητικά κύματα που η συχνότητά τους είναι μεγαλύτερη από 20 Hz και μικρότερη από 20.000 Hz φθάσουν στο ανθρώπινο αφτί προκαλούν το αίσθημα της ακοής και ονομάζονται απλώς ήχος. Κύματα με συχνότητα μικρότερη των 20 Hz ονομάζονται **υπόηχοι**, ενώ με συχνότητα μεγαλύτερη των 20.000 Hz ονομάζονται **υπέρηχοι**.

Τα ηχητικά κύματα έχουν τα ίδια κοινά χαρακτηριστικά με τα μηχανικά κύματα: πλάτος, συχνότητα, μήκος κύματος και ταχύτητα διάδοσης. Το μήκος κύματος ενός ηχητικού κύματος είναι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών πυκνωμάτων (περιοχών μεγίστης πίεσης) ή αραιωμάτων (περιοχών ελάχιστης πίεσης). Η συχνότητα και το μήκος κύματος συνδέονται με την ταχύτητα διάδοσης μέσω της γνωστής εξίσωσης της κυματικής $v = \lambda \cdot f$.

Πού διαδίδονται τα ηχητικά κύματα;

Όταν βυθίσουμε το κεφάλι μας στο νερό της θάλασσας ακούμε τον ήχο της μηχανής κάθε βάρκας που κινείται κοντά μας. Οι Ινδιάνοι άκουγαν από μεγάλη απόσταση τον ήχο που δημιουργούσε η μηχανή του τρένου φέρνοντας το αφτί τους σε επαφή με τις γραμμές. Όμως ο ήχος του κουδουνιού δεν ακούγεται αν το τοποθετήσουμε μέσα σε χώρο από τον οποίο έχουμε αφαιρέσει τον αέρα με αντλία. **Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε όλα τα μέσα: στερεά, υγρά, αέρια.** Δεν διαδίδονται στο κενό γιατί εκεί δεν υπάρχουν μόρια για να αλληλεπιδράσουν ώστε να μεταφερθεί η μηχανική ενέργεια του ηχητικού κύματος. Η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη στα στερεά απ' ό,τι στα υγρά και στα υγρά μεγαλύτερη απ' ό,τι στα αέρια. Επίσης η ταχύτητά τους αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του μέσου μέσα στο οποίο διαδίδονται. Στον πίνακα 5.1 φαίνονται οι ταχύτητες διάδοσης του ήχου σε διάφορα υλικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΑ ΣΕ m/s	
Αέρια	
Αέρας (20 °C)	344
Ήλιο (20 °C)	999
Υδρογόνο (20 °C)	1.330
Υγρά	
Υγρό ήλιο (269 °C)	211
Υδράργυρος (20 °C)	1.451
Νερό (0 °C)	1.402
Νερό (20 °C)	1.482
Νερό (100 °C)	1.543
Στερεά	
Κόκαλο	3.445
Ορείχαλκος	3.480
Γυαλί pyrex	5.170
Χάλυβας	5.790



Εικόνα 5.16

(α) Με το κόκκινο χρώμα παριστάνεται το ηχητικό κύμα που παράγεται από το παιδί. (β) Με το κίτρινο το ηχητικό κύμα που προέρχεται από την πλαγιά (ηχώ). Το ηχητικό κύμα ανακλάται στην πλαγιά του βουνού και επιστρέφει.

Κυματικά φαινόμενα του ήχου

Τα ηχητικά κύματα παρουσιάζουν τις γενικές ιδιότητες των άλλων κυμάτων. Έτσι ανακλώνται από αντικείμενα όπως είναι οι τοίχοι του δωματίου. Το φαινόμενο της επανάληψης ενός ήχου λόγω ανάκλασης ενός ηχητικού κύματος ονομάζεται ηχώ. Ο χρόνος που χρειάζεται ώστε ο ήχος να επιστρέψει στο σημείο όπου βρίσκεται η πηγή του κύματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της απόστασης ανάμεσα στην πηγή και τον ανακλαστήρα. Εφαρμογή της ανάκλασης του ήχου είναι η κατασκευή ηχοπετασμάτων στις εθνικές οδούς ή και στις αυλές κάποιων σχολικών κτιρίων.

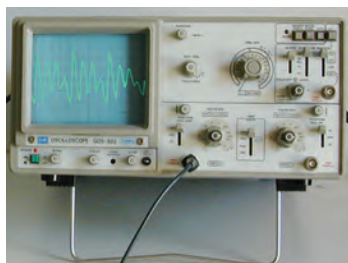
Παράδειγμα 5.2

Ένα δελφίνι εκπέμπει υπέρηχους συχνότητας $2,5 \cdot 10^5$ Hz. Αν οι υπέρηχοι διαδίδονται στο θαλασσινό νερό με ταχύτητα 1.533 m/s, να υπολογίσεις το μήκος κύματος του υπέρηχου στη θάλασσα.

Δεδομένα	Ζητούμενα	Βασική εξίσωση
Συχνότητα $f=2,5 \cdot 10^5$ Hz Ταχύτητα διάδοσης του ήχου: $u=1.533$ m/s	Μήκος κύματος: λ	$U_{\text{κύματος}} = \lambda \cdot f$

Λύση

$$U_{\text{κύματος}} = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{U_{\text{κύματος}}}{f}, \quad \lambda = \frac{1.530 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,5 \cdot 10^5 \text{Hz}} \quad \text{ή} \quad \lambda = 0,00612 \text{ m ή } 6,12 \text{ mm}$$



Εικόνα 5.17

Το ηχητικό κύμα γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο. Επίσης μπορεί να παρασταθεί στην οθόνη μιας συσκευής που ονομάζεται παλμογράφος. Στο εργαστήριο της φυσικής του σχολείου σας υπάρχει μια τέτοια συσκευή.

Φυσική και Βιολογία



Εικόνα 5.18

Ο τζίτζικας, αν και παράγει ήχους από 7.000-100.000 Hz, τρίβοντας τα πόδια του σε μια σκληρή μεμβράνη στην κοιλιά του, ακούει ελάχιστους από αυτούς.

5.5

Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

Τα ηχητικά κύματα ανιχνεύονται με δέκτες τους οποίους θέτουν σε ταλάντωση. Παράδειγμα τέτοιου δέκτη είναι η μεμβράνη που έχουν τα μικρόφωνα ή το τύμπανο του αυτιού μας. Συνδέοντας κατάλληλα το μικρόφωνο με παλμογράφο μπορούμε να έχουμε και μια απεικόνιση του ηχητικού κύματος που αυτό ανιχνεύει (εικόνα 5.17).

Ο άνθρωπος ανιχνεύει τους ήχους με τα τύμπανα των αφτιών του και τους αντιλαμβάνεται με τον εγκέφαλό του. Τα χαρακτηριστικά που συνδέονται με τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον ήχο ονομάζονται **υποκειμενικά χαρακτηριστικά** του ήχου και είναι το ύψος, η ακουστότητα και η χροιά.

Ύψος του ήχου ονομάζεται το υποκειμενικό χαρακτηριστικό σύμφωνα με το οποίο διακρίνουμε έναν οξύ ή ψηλό ήχο από έναν βαρύ ή χαμηλό ήχο. Το ύψος καθορίζεται από τη συχνότητα του ηχητικού κύματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα τόσο ψηλότερος είναι ο ήχος.

Τα όρια συχνότητας των ακουστών ήχων διαφέρουν ελαφρά από άνθρωπο σε άνθρωπο. Για παράδειγμα, ένας νέος άνθρωπος