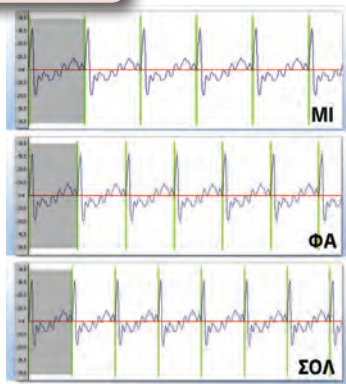


Μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά μουσικά όργανα, λόγου χάρη βιολί και κλαρίνο, ακόμα και αν οι ήχοι έχουν το ίδιο ύψος και την ίδια ακουστότητα. Το υποκειμενικό χαρακτηριστικό με το οποίο διακρίνουμε τις πηγές των ήχων λέγεται **χροιά**.

Από τι όμως εξαρτάται η χροιά;

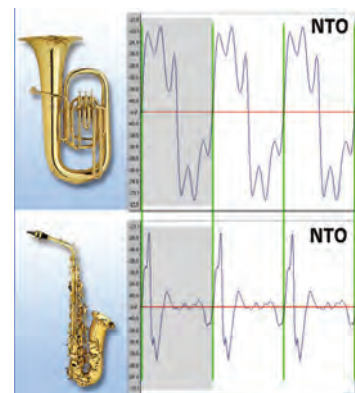
Αν με τη βοήθεια ενός μικροφώνου απεικονίσουμε στην οθόνη του παλμογράφου τους ήχους που προέρχονται από διαφορετικά όργανα τα οποία παίζουν την ίδια νότα, παρατηρούμε ότι οι μορφές τους είναι διαφορετικές (εικόνα 5.20β). Η χροιά είναι εκείνο το χαρακτηριστικό του ήχου χάρη στο οποίο μπορούμε να αναγνωρίσουμε τους ανθρώπους από τις φωνές τους.

Φυσική και Μουσική



Εικόνα 5.20

Νότες και Φυσική: εικόνες στην οθόνη του παλμογράφου
(α) Από διαφορετικές νότες που προέρχονται από το ίδιο όργανο. (β) Της ίδιας νότας που προέρχεται από διαφορετικά μουσικά όργανα.



Ερωτήσεις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

► Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

Μηχανικά κύματα, κύμα και ενέργεια, χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:
 - α. Κύματα δημιουργούνται όταν ένα σύστημα από την κατάσταση και μεταφέρεται από μια περιοχή του συστήματος σε μια άλλη. Τα κύματα που μεταφέρουν μηχανική ενέργεια ονομάζονται κύματα. Τα κύματα έχουν δύο βασικά κοινά χαρακτηριστικά: α) Διαδίδονται μέσα στα μέσα και όχι στο β) Μεταφέρουν χωρίς να μεταφέρουν
 - β. Ανάλογα με τον τρόπο των σωματιδίων του μέσου ενός κύματος διακρίνουμε δύο βασικούς τύπους κυμάτων: α) Το κύμα όπου τα του μέσου ταλαντώνονται κάθετα στη του κύματος. Τα κύματα αυτά διαδίδονται μόνο στα σώματα και κατά τη διάδοσή τους σχηματίζονται και β) Το κύμα όπου τα του μέσου ταλαντώνονται παράλληλα στη του κύματος. Τα κύματα αυτά διαδίδονται στα, και σώματα και κατά τη διάδοσή τους σχηματίζονται και
 - γ. Στο εγκάρσιο κύμα το ισούται με την απόσταση δύο διαδοχικών κοιλάδων ή ορέων. Στο διάμηκες κύμα το ισούται με την απόσταση δύο διαδοχικών ή

- δ. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος σ' ένα μέσο ισούται με το της επί το Η σχέση αυτή ονομάζεται της Η ταχύτητα δεν εξαρτάται από το του κύματος. Εξαρτάται από τις του μέσου διάδοσης. Στο ίδιο μέσο διάδοσης τα κύματα διαδίδονται με ταχύτητα απ' ό,τι τα διαμήκη.
2. Ένας οικοδόμος κρατάει στο χέρι του μια σιδερένια ράβδο μήκους 3 m. Με ένα σφυρί χτυπάει το ένα άκρο της ράβδου αρχικά σε διεύθυνση κάθετη και στη συνέχεια παράλληλη προς τον άξονα της ράβδου. Να αναφέρεις το είδος των κυμάτων που δημιουργούνται στη ράβδο σε κάθε περίπτωση και να περιγράψεις τον μηχανισμό διάδοσής τους.
3. Να αντιστοιχίσεις τα παρακάτω είδη των κυμάτων με τον τρόπο κίνησης των σωματιδίων του ελαστικού μέσου.
- | Είδος κύματος | Τρόπος ταλάντωσης |
|---------------|--|
| Εγκάρσιο κύμα | Ταλάντωση παράλληλη προς τη διεύθυνση διάδοσης |
| Διάμηκες κύμα | Ταλάντωση κάθετη προς τη διεύθυνση διάδοσης |
4. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενό τους είναι επιστημονικά λανθασμένο.
- Τα κύματα μεταφέρουν ύλη και ενέργεια.
 - Το μήκος κύματος ισούται με την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ορέων ή κοιλάδων.
 - Η ταχύτητα του κύματος εξαρτάται από το πλάτος του κύματος.
 - Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος τόσο περισσότερη ενέργεια μεταφέρεται από ένα κύμα.
 - Στο ίδιο μέσο διάδοσης τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ό,τι τα διαμήκη.

Ήχος

5. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:
- Οι ταλαντώσεις των σωμάτων στον αέρα δημιουργούν κύματα τα οποία ονομάζονται κύματα και είναι Όταν αυτά τα κύματα φθάσουν στο ανθρώπινο αφτί και η συχνότητά τους είναι από 20 Hz και από 20.000 Hz προκαλούν το αίσθημα της και ονομάζονται Αν η συχνότητά τους είναι μικρότερη των 20 Hz ονομάζονται, ενώ μεγαλύτερη των 20.000 Hz ονομάζονται
 - Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε, και δεν διαδίδονται στο
6. Κάπου μακριά μας εκδηλώνεται μια πολύ μεγάλη έκρηξη. Στις παρακάτω ερωτήσεις να κυκλώσεις το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Πρώτα αισθανόμαστε τη δόνηση του εδάφους και μετά ακούμε τον κρότο διότι:
- Ο αέρας απορροφά πολύ μεγάλο μέρος της ενέργειας του κύματος απ' ό,τι απορροφά το έδαφος.
 - Τα παραγόμενα κύματα διαδίδονται με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα στο έδαφος απ' ό,τι στον αέρα.
 - Η συχνότητα των κυμάτων που παράγονται στο έδαφος είναι πολύ μεγαλύτερη από τη συχνότητα των κυμάτων στον αέρα.
 - Τα μόρια του αέρα ταλαντώνονται με πολύ μικρότερο πλάτος απ' ό,τι οι δομικοί λίθοι του εδάφους, επειδή οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους είναι πολύ ασθενέστερες.
 - Καμία από τις παραπάνω προτάσεις δεν είναι επιστημονικά έγκυρη.
7. Η σειρήνα ενός περιπολικού που βρίσκεται πολύ κοντά στην ακτή παράγει ήχο συχνότητας 1.200 Hz. Ο ήχος γίνεται αντιληπτός από τη Μαρία που παίζει στην παραλία και τον Σάββα που εκείνη τη στιγμή κάνει ένα μακροβούτι. Στις παρακάτω ερωτήσεις να κυκλώσεις το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση. Η συχνότητα του ήχου που αντιλαμβάνεται η Μαρία είναι:
- α) μικρότερη,
 - β) μεγαλύτερη,
 - γ) ίδια με αυτή που αντιλαμβάνεται ο Σάββας.

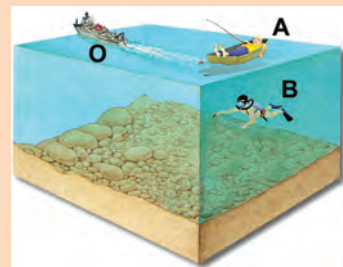
- Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις για τις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Μηχανικά κύματα, κύμα και ενέργεια, χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

8. Στο σκοινί που παριστάνεται στην εικόνα 5.2 δημιουργείται ένα κύμα. Να χαρακτηρίσεις το είδος του κύματος αν γνωρίζεις ότι αυτό το κύμα μεταφέρει ενέργεια (έτσι προκαλείται η κίνηση του αμαξιδίου). Από πού προέρχεται αυτή η ενέργεια;
9. Να χαρακτηρίσεις το είδος της κίνησης που εκτελούν τα σωματίδια ενός μέσου στο οποίο διαδίδεται ένα μηχανικό κύμα. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά μεγέθη αυτής της κίνησης, πώς συμβολίζονται και πώς συνδέονται με την περίοδο, τη συχνότητα και το πλάτος του κύματος;
10. Η απόσταση μεταξύ των σημείων Β και Γ του σχοινιού που παριστάνεται στην εικόνα 5.9 είναι 80 cm. Πόση απόσταση διανύει το κύμα που διαδίδεται στο σκοινί σε χρόνο μιας περιόδου;
11. Ένα κύμα διαδίδεται σε κάποιο μέσο. Αν διπλασιαστεί η συχνότητα του κύματος, πώς μεταβάλλεται: α) η περίοδος του κύματος; β) το μήκος του κύματος;
12. Κατά τη διάδοση ενός κύματος τι παριστάνουμε με την ακτίνα; Όταν ένα κύμα προσπίπτει πάνω σ' ένα εμπόδιο η αρχική και η τελική ακτίνα σχηματίζουν με την κάθετη στο εμπόδιο από μια γωνία. Πώς λέγονται αυτές οι γωνίες και με ποια σχέση συνδέονται;
13. Σ' έναν υποθαλάσσιο σεισμό το παραγόμενο σεισμικό κύμα διαδίδεται από τον στερεό φλοιό της γης στα νερά του ωκεανού. Από τις παρακάτω προτάσεις να επιλέξεις τη σωστή. Όταν το σεισμικό κύμα διέρχεται από τον πυθμένα στο νερό, τότε μεταβάλλεται: α) μόνο η ταχύτητα διάδοσης, β) μόνο η συχνότητα, γ) μόνο το μήκος κύματος, δ) η ταχύτητα και η συχνότητα, ε) η ταχύτητα και το μήκος κύματος, στ) η συχνότητα και το μήκος κύματος, ζ) και τα τρία, η) κανένα από τα παραπάνω.

Ήχος

14. Στο εργαστήριο Φυσικής του σχολείου σας πιθανόν να υπάρχει ένας γυάλινος κώδωνας σαν αυτόν που παριστάνεται στην εικόνα της επόμενης σελίδας. Με τη βοήθεια μιας αντλίας που προσαρμόζεται στη βάση του κώδωνα μπορούμε να αφαιρέσουμε τον αέρα από το εσωτερικό του. Ο καθηγητής της Φυσικής ζητά από τη συμμαθήτριά σας τη Χαρούλα να ρυθμίσει ένα ξυπνητήρι έτσι ώστε να χτυπήσει ύστερα από 15 λεπτά και στη συνέχεια το τοποθετεί στο εσωτερικό του κώδωνα λέγοντάς σας ότι μόλις ακουστεί ο ήχος του θα σας επιτρέψει να βγείτε στο προαύλιο του σχολείου και να παίξετε. Ύστερα από 30 λεπτά κάποιοι από τους συμμαθητές σας διαμαρτύρονται στη Χαρούλα επισημαίνοντάς της ότι έκανε λάθος στη ρύθμιση του ρολογιού επειδή μέχρι εκείνη τη στιγμή δεν ακούστηκε κανένας ήχος. Εκείνη επιμένει ότι η ρύθμιση ήταν σωστή και ζητά από τον καθηγητή να της δώσει το ξυπνητήρι για να το επιβεβαιώσει. Μόλις ο καθηγητής αφαιρεί το κάλυμμα του κώδωνα το ξυπνητήρι ακούγεται να ηχεί. Πώς μπορείτε να εξηγήσετε αυτό που συνέβη;
15. Πώς εξηγείται το γεγονός ότι για να διαδοθεί ο ήχος απαιτείται η ύπαρξη ενός μέσου;
16. Στη θέση Α βρίσκεται ένας ψαράς με τη βάρκα του και στη θέση Β ένας ψαροντουφεκάς. Και οι δυο αντιλαμβάνονται το πλοίο που πλησιάζει από τον ήχο που προέρχεται από τις μηχανές του. Αν γνωρίζεις ότι $AO=OB$ και αφού συμβουλευθείς τον πίνακα 5.1, μπορείς να σκεφθείς ποιος από τους δύο αντελήφθη γρηγορότερα το πλοίο; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.
17. Μια σειρήνα εκπέμπει ήχο. Πώς μεταβάλλεται η ταχύτητα του ήχου όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του αέρα; Πώς επηρεάζονται η συχνότητα και το μήκος κύματος του ήχου της σειρήνας;



18. Στη δεύτερη στήλη του πίνακα 5.4 να γράψεις τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου έτσι ώστε να αντιστοιχούν στα αντικειμενικά χαρακτηριστικά της πρώτης στήλης.
19. Ρυθμίζοντας έναν διακόπτη αυξάνουμε το ύψος του ήχου που παράγει μια σειρήνα. Στις παρακάτω ερωτήσεις να κυκλώσεις το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.
 i. Η ταχύτητα διάδοσης του ήχου: α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει ίδια.
 ii. Η συχνότητα: α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει ίδια.
 iii. Το μήκος κύματος: α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει ίδιο.
 iv. Το πλάτος του ηχητικού κύματος: α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει ίδιο.
20. Ένα συγκρότημα ροκ παίζει σε μια στάθμη έντασης 80 dB. Πόσες φορές ισχυρότερο ήχο αντιλαμβάνεται ένας ακροατής όταν η στάθμη έντασης ανέβει: α) στα 90 dB; β) 100 dB;

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4

Αντικειμενικό χαρακτηριστικό	Υποκειμενικό χαρακτηριστικό
α. Συχνότητα	
β. Ένταση	
γ. Κυματομορφή	

Ασκήσεις

ασκήσεις

Μηχανικά κύματα, κύμα και ενέργεια, χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

- Η απόσταση των σημείων Β και Γ του σχοινιού που παριστάνεται στην εικόνα 5.9 είναι 80 cm, ενώ η συχνότητα που ταλαντώνεται το χέρι είναι 5 Hz. Να υπολογίσεις την ταχύτητα διάδοσης του κύματος στο σκοινί.
- Σε μια λεκάνη που περιέχει νερό ρίχνεις στην επιφάνειά του με τη βοήθεια ενός σταγονόμετρου 2 σταγόνες νερού το δευτερόλεπτο, οπότε σχηματίζονται κύματα νερού. Μετράς την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ορέων και την βρίσκεις 10 cm. Να υπολογίσεις την περίοδο και την ταχύτητα των κυμάτων.
- Ένα παιδί ρίχνει 24 μικρές πετρούλες το λεπτό στα ήρεμα νερά μιας λίμνης. Παρατηρεί μια μπάλα που βρίσκεται σε απόσταση 20 m από το σημείο που ρίχνει τις πετρούλες, την οποία βλέπει να κινείται ύστερα από 10 s από τη στιγμή που η πρώτη πέτρα έπεσε στο νερό. Να υπολογίσεις την περίοδο και το μήκος κύματος των κυμάτων που δημιουργούνται στην επιφάνεια της λίμνης.
- Σε μια σεισμική δόνηση παράχθηκαν εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα 5 km/s και διαμήκη κύματα που διαδίδονται με ταχύτητα 9 km/s. Ένας σειсмоγράφος βρίσκεται σε απόσταση 400 km από την εστία του σεισμού. Ποιο είδος κυμάτων καταγράφηκε πρώτο από τον σειсмоγράφο; Με πόση χρονική καθυστέρηση καταγράφηκε το δεύτερο κύμα;
- Ένας ψαράς παρατηρεί μια σημαδούρα να αναδύεται και να βυθίζεται στο νερό εξαιτίας των κυμάτων που προκαλούνται από τη διέλευση ταχύπλοου σκάφους. Αν η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στο νερό είναι 2,5 m/s και το μήκος κύματος 7,5 m, πόσες φορές θα παρατηρήσει ο ψαράς τη σημαδούρα να αναδύεται σε χρόνο 1 min;

Ήχος

- Ο Γιάννης ακούει τον ήχο μιας βροντής μετά από 10 s αφού βλέπει την αστραπή. Αν γνωρίζεις ότι ο ήχος στον αέρα διαδίδεται με ταχύτητα 340 m/s, μπορείς να υπολογίσεις σε ποια απόσταση από το σημείο που βρίσκεται ο Γιάννης εκδηλώθηκε η ηλεκτρική εκκένωση;
- Υπέρηχοι με συχνότητα 15 kHz μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή εικόνων των οργάνων του ανθρώπινου σώματος. Αν η ταχύτητα διάδοσης του ήχου στο σώμα μας είναι 1,5 km/s περίπου (όσο και στο αλατόνερο), πόσο είναι το μήκος κύματος των υπερήχων στο σώμα μας;

8. Γνωρίζεις ότι η καμπάνα της εκκλησίας που βρίσκεται στην πλατεία του χωριού σου χτυπά κάθε Κυριακή ακριβώς στις 8 η ώρα το πρωί. Το σπίτι του φίλου σου βρίσκεται στην πλατεία, ενώ το δικό σου απέχει 1.020 m από αυτή. Εσύ και ο φίλος σου θα ακούσετε τον ήχο της καμπάνας ταυτόχρονα;
 α) Συμβουλευόσου τον πίνακα 5.1 και υπολόγισε ποια ώρα ακριβώς θα ακούσεις τον ήχο της καμπάνας.
 β) Υπολόγισε το μήκος κύματος του ήχου αν γνωρίζεις ότι η συχνότητά του είναι 200 Hz.
9. Ένας ορειβάτης θέλει να υπολογίσει το πλάτος μιας χαράδρας με κατακόρυφα τοιχώματα αλλά δεν διαθέτει μετροταινία. Στέκεται σε ένα σημείο και φωνάζει προς τα κατακόρυφα τοιχώματα. Η ηχώ από το ένα τοίχωμα ακούγεται 2 s αφότου φώναξε και από το δεύτερο ακούγεται 2 s μετά την πρώτη ηχώ. Αν γνωρίζει ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι 340 m/s, πόσο είναι το πλάτος της χαράδρας;

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

- ❑ Κύμα δημιουργείται όταν ένα μέσο διαταράσσεται από την ισορροπία και ενέργεια διαδίδεται από μια περιοχή του μέσου σε άλλη, χωρίς να μεταφέρεται ύλη.
- ❑ Μηχανικά κύματα ονομάζονται τα κύματα που μεταφέρουν μηχανική ενέργεια και απαιτούν κάποιο μέσο για τη διάδοσή τους, όπως αέρας, νερό, σκοινί, ελατήριο.
- ❑ Ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των σωματιδίων του μέσου τα κύματα διακρίνονται σε εγκάρσια και διαμήκη. Στα εγκάρσια τα σωματίδια ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, ενώ στα διαμήκη παράλληλα σε αυτή.
- ❑ Η ενέργεια που μεταφέρεται από το κύμα προσφέρεται από την πηγή του κύματος.
- ❑ Περίοδος (T) και συχνότητα (f) ενός μηχανικού κύματος ονομάζεται η περίοδος και η συχνότητα των ταλαντώσεων των σωματιδίων του μέσου στο οποίο διαδίδεται το κύμα: $f = \frac{1}{T}$.
- ❑ Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος ισούται με το γινόμενο του μήκους κύματος επί τη συχνότητα.
- ❑ Τα διαμήκη μηχανικά κύματα που παράγονται στον αέρα από τις δονήσεις των σωμάτων ονομάζονται ηχητικά και διαδίδονται σε όλα τα μέσα: στερεά, υγρά, αέρια. Δεν διαδίδονται στο κενό.
- ❑ Τα ηχητικά κύματα που έχουν συχνότητα 20 Hz έως 20.000 Hz προκαλούν το αίσθημα της ακοής όταν φθάσουν στο αφτί μας και ονομάζονται ήχοι. Ηχητικά κύματα με συχνότητα μικρότερη των 20 Hz ονομάζονται υπόηχοι, ενώ με μεγαλύτερη των 20.000 Hz υπέρηχοι.
- ❑ Τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου είναι το ύψος που καθορίζεται από τη συχνότητα, η ακουστότητα που καθορίζεται από την ενέργεια που φθάνει στο αφτί μας στη μονάδα του χρόνου. Η χροιά που καθορίζεται από τη μορφή της κυματομορφής του ήχου.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Μηχανικό κύμα

Ακουστότητα

Ύψος

Εγκάρσιο κύμα

Διάμηκες κύμα

Πλάτος

Περίοδος

Συχνότητα

Χροιά

Μήκος κύματος

Επιφανειακό κύμα