

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΕΩΡΙΑ 2017

7^ο ΜΑΘΗΜΑ

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Εισαγωγή

Κύμα είναι η διάδοση των περιοδικών κινήσεων (ταλαντώσεων) που κάνουν τα στοιχειώδη σωματίδια ενός υλικού γύρω από τη θέση ισορροπίας τους και που έχουν σαν αποτέλεσμα να μεταδίδουν την ταλάντωση τους αυτή από σημείο σε σημείο με ορισμένη ταχύτητα. Επομένως κατά τη διάδοση ενός κύματος μεταφέρεται ενέργεια και ορμή από το ένα σημείο του μέσου στο άλλο και όχι ύλη. Για τη δημιουργία μηχανικού κύματος χρειάζονται, μια πηγή που δημιουργεί τη διαταραχή και ένα μέσο για τη διάδοση αυτής.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Εισαγωγή

Κάθε μηχανικό κύμα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- ο Την ταχύτητα διάδοσης του, **c** , (m/s)
- ο Το μήκος κύματος, δηλαδή την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κορυφών ενός κύματος, **λ** , (m)
- ο Τη συχνότητα του κύματος, δηλαδή ο αριθμός των κύκλων ανά δευτερόλεπτο, **f** , (Hz)
- ο Την περίοδο του κύματος, ο χρόνος που απαιτείται για ένα πλήρη κύκλο, **T** , (sec)

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Εισαγωγή

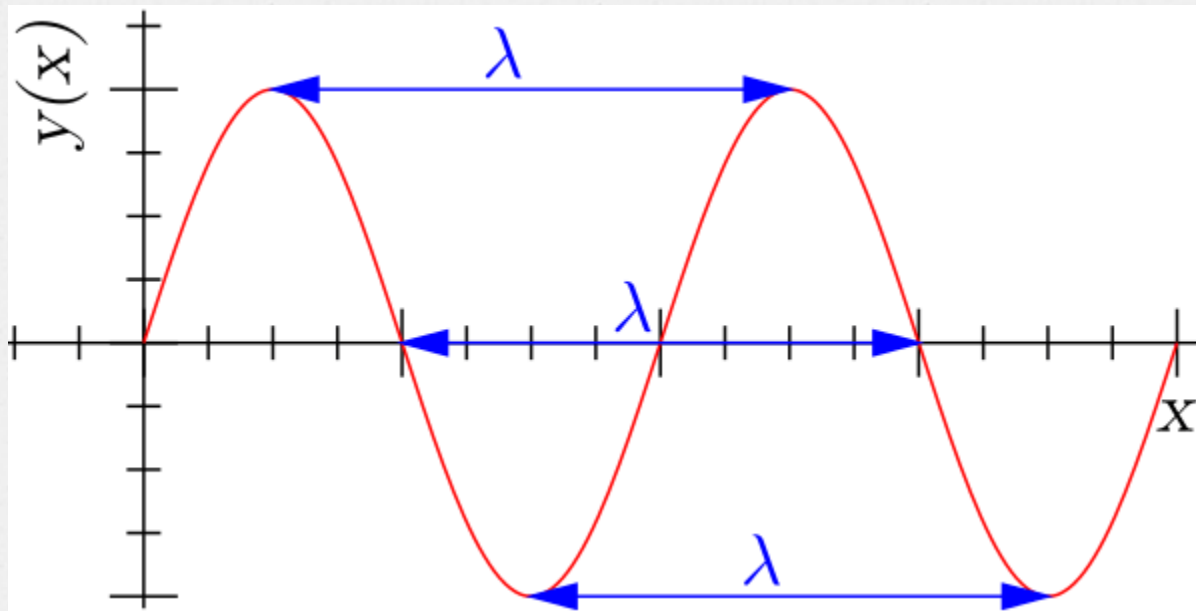
Σύμφωνα με τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής, η ταχύτητα διάδοσης του κύματος ισούται με το γινόμενο του μήκους κύματος επί της συχνότητας του κύματος:

$$C = \lambda \times f$$

Η πυκνότητα και η ελαστικότητα ενός μέσου είναι επίσης παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα του κύματος.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Εισαγωγή



ΥΠΕΡΗΧΟΙ

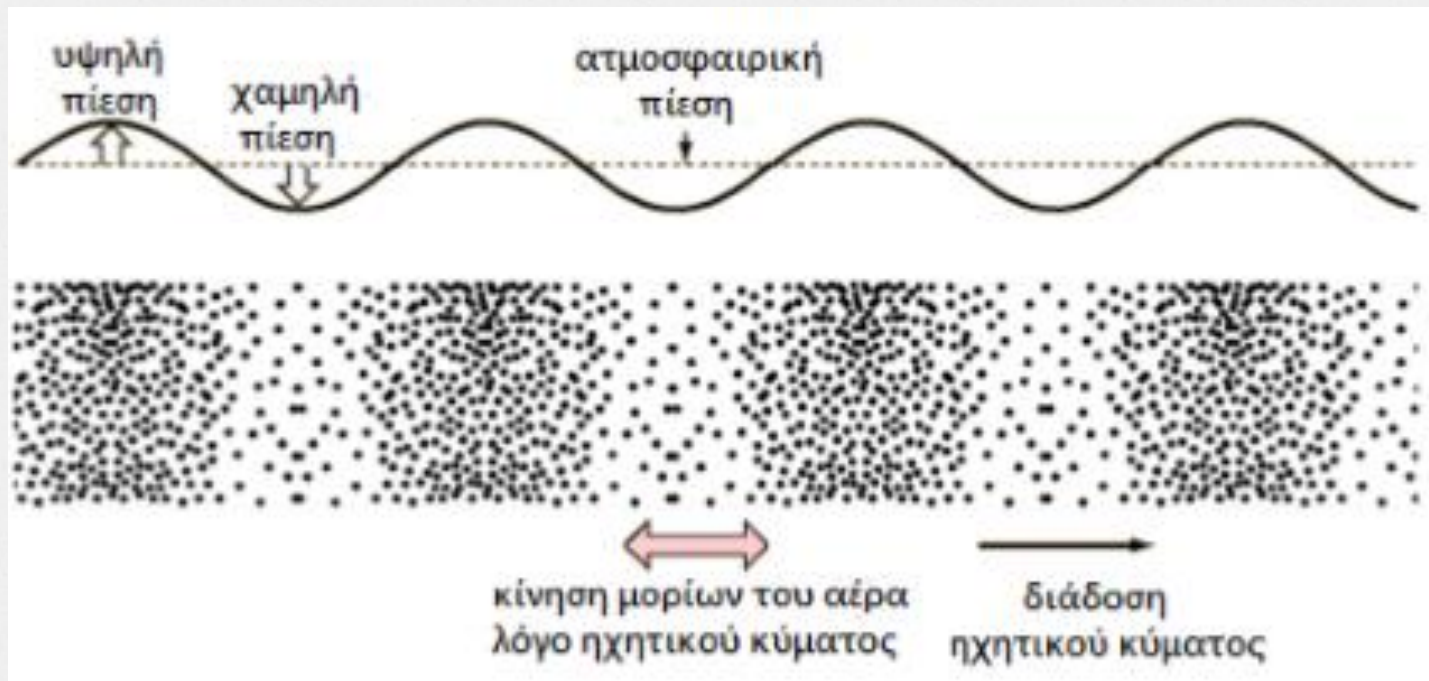
Ήχος και Υπέρηχος

Ο ήχος (ηχητικό κύμα) προκαλείται από μηχανικές δονήσεις. Για να μεταδοθεί ο ήχος, πρέπει να υπάρχει κάποιο μέσο που θα διατηρήσει τις μηχανικές δονήσεις. Άρα, ο ήχος είναι ένα μηχανικό κύμα που μεταδίδεται σε στερεά, σε υγρά, σε αέρια αλλά δεν μπορεί να μεταδοθεί στο κενό.

Ο ήχος μεταδίδεται υπό μορφή ζωνών συμπίεσης (compression zone) και υποπίεσης (rarefied zone) των μορίων του σώματος που τον φέρει.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

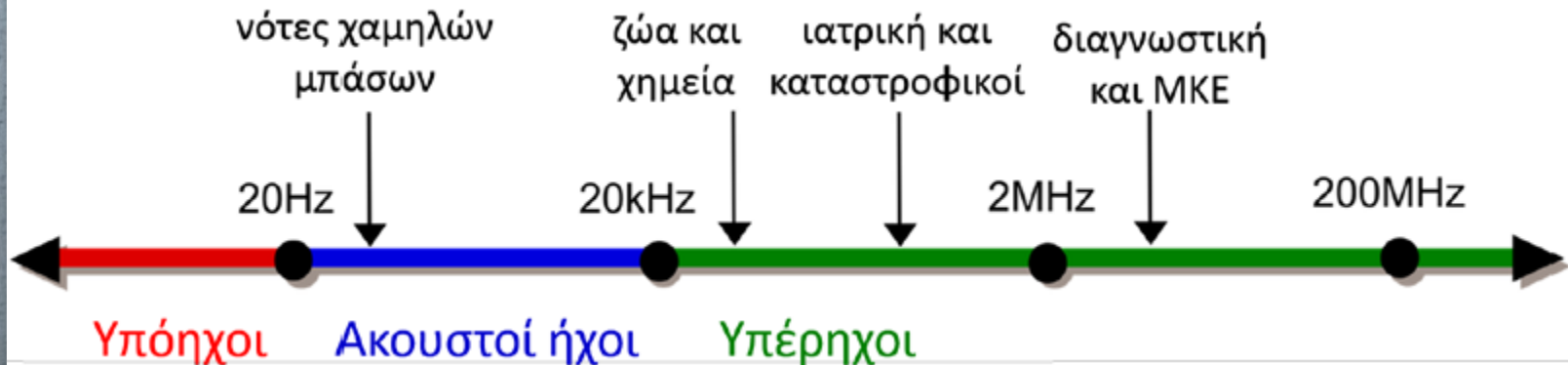
Ήχος και Υπέρηχος



ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Ήχος και Υπέρηχος

Ο υπέρηχος, είναι ένα ηχητικό κύμα υψηλής συχνότητας που είναι αδύνατο για το ανθρώπινο αυτί να τους αντιληφθεί, αυτή την ικανότητα την έχουν ορισμένα ζώα και μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας.



Το φάσμα του ήχου

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

ο Διαμήκη Κύματα ή Κύματα Συμπίεσης

Η διεύθυνση της ταλάντωσης είναι ίδια με τη διεύθυνση της μετάδοσης του κύματος. Μεταδίδονται σε στερεά, υγρά και αέρια σώματα. Η ταχύτητα μετάδοσης δίδεται από τον τύπο:

$$c_L = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Όπου **E** το μέτρο ελαστικότητας του υλικού και **ρ** η πυκνότητά του.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

ο Διαμήκη Κύματα ή Κύματα Συμπίεσης

Έχουν τη μεγαλύτερη ταχύτητα διάδοσης από όλους τους τύπους κυμάτων. Άρα για δεδομένη συχνότητα και υλικά διάδοσης προκύπτει από τον τύπο $c = \lambda \cdot f$ ότι έχουν μεγαλύτερο μήκος κύματος και επομένως τη μικρότερη αποδυνάμωση του ήχου αλλά και τη μικρότερη (χειρότερη) ευαισθησία. Παρουσιάζουν επίσης την μικρότερη εγγύς ζώνη N και τη μεγαλύτερη γωνία απόκλισης δέσμης (για δεδομένη διάμετρο κρυστάλλου, υλικό και συχνότητα διάδοσης).

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

ο Εγκάρσια ή Διατμητικά Κύματα

Η διεύθυνση της ταλάντωσης είναι κάθετη προς τη διεύθυνση μετάδοσης του κύματος. Μεταδίδονται μόνο σε στερεά σώματα, διότι τα υγρά και αέρια δεν παρουσιάζουν ελαστικότητα σε εγκάρσια φόρτιση. Έχουν ταχύτητα διάδοσης περίπου τη μισή των διαμηκών (στο ίδιο υλικό) και επομένως, για τη ίδια συχνότητα, έχουν τη διπλάσια περίπου ευαισθησία και πολύ μεγαλύτερη αποδυνάμωση.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

ο Εγκάρσια ή Διατμητικά Κύματα

Για την ίδια διάμετρο κρυστάλλου, έχουν μεγαλύτερη εγγύς ζώνη N και μικρότερη γωνία απόκλισης δέσμης. Η ταχύτητα μετάδοσης δίνεται από τον τύπο:

$$C_T = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

όπου **G** το εγκάρσιο μέτρο ελαστικότητας του υλικού και **ρ** η πυκνότητά του.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

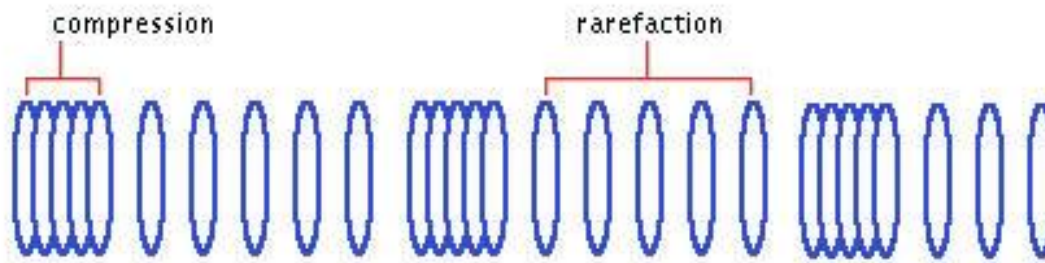


Figure 1: Longitudinal Wave

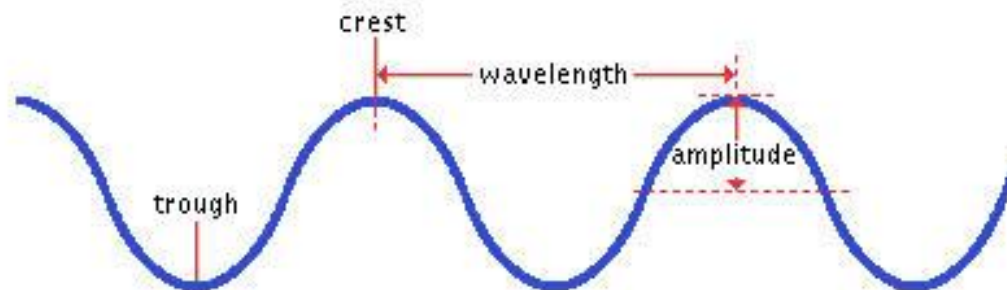


Figure 2: Transverse Wave

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

ο Επιφανειακά Κύματα ή κύματα Rayleigh

Αυτά τα κύματα ταξιδεύουν κατά μήκος μιας επίπεδης επιφάνειας σε στερεά μέρη τα οποία έχουν σχετικά μεγάλο πάχος. Για την διάδοση αυτού του τύπου κύματος θα πρέπει αυτό να οδεύει κατά μήκος της επιφάνειας του κυματοδηγού, που θα χαρακτηρίζεται στη μια μεριά από τις ισχυρές ελαστικές δυνάμεις ενός στερεού και στην άλλη μεριά από τις πρακτικά αμελητέες ελαστικές δυνάμεις μεταξύ μορίων αερίου. Στην περίπτωση αυτή, το μήκος κύματος του μεταδιδόμενου υπερήχου είναι πολύ μικρότερο των διαστάσεων (κυρίως του πάχους) του ακουστικού κυματοδηγού.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

ο Επιφανειακά Κύματα ή κύματα Rayleigh

Η ταχύτητά τους στο ίδιο υλικό φθάνει το 90% των εγκαρσίων κυμάτων, ενώ υφίστανται κι αυτά εξασθένηση μέσα στο υλικό. Η περιοχή που τα επιφανειακά κύματα διαδίδονται με αρκετή ενέργεια δεν είναι μεγαλύτερη από ένα μήκος κύματος κάτω από την επιφάνεια του μετάλλου. Σε αυτό το βάθος η ενέργεια του κύματος φθάνει το 4% της ενέργειας επιφανείας και το πλάτος των ταλαντώσεων μειώνεται απότομα σε πολύ μικρές τιμές για μεγαλύτερο βάθος.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

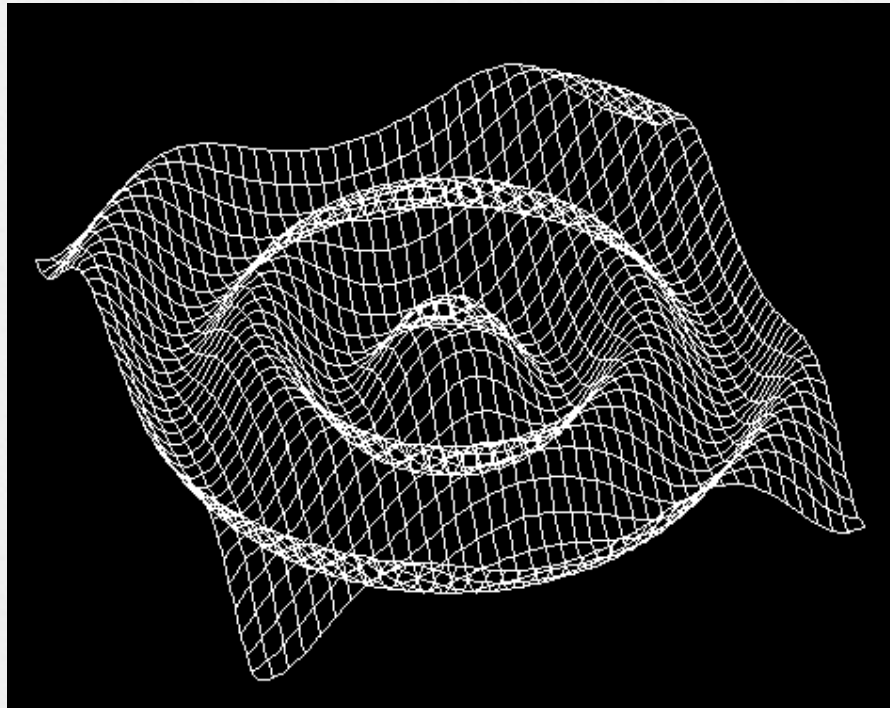
ο Επιφανειακά Κύματα ή κύματα Rayleigh

Τα επιφανειακά κύματα ακολουθούν περιμετρικές επιφάνειες και εμποδίζονται από απότομα σύνορα όπως π.χ. τα όρια των πλευρών ενός κύβου. Αν όμως αυτά είναι στρογγυλοποιημένα τότε η διάδοσή τους συνεχίζεται κανονικά. Χρησιμοποιούνται για την επιθεώρηση αντικειμένων με πολύπλοκες καμπύλες.

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

- Επιφανειακά Κύματα ή κύματα Rayleigh



ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

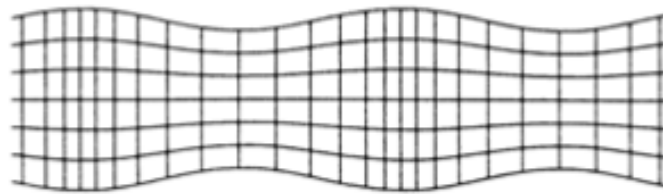
ο Κύματα Ελασμάτων (Plate) ή κύματα Lamb

Γνωστά και ως κύματα πλάκας διαδίδονται σε πλάκες με πάχος μόνο μερικά μήκη κύματος. Το κύμα Lamb αποτελείται από μια σύνθετη ταλάντωση που λαμβάνει χώρα σε ολόκληρο το πάχος του υλικού. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του είναι η πυκνότητα, οι ελαστικές ιδιότητες, η δομή και το πάχος του δοκιμίου, καθώς επίσης και η συχνότητα. Η συμπεριφορά τους γενικότερα ομοιάζει με εκείνη που παρατηρείται στη διάδοση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μέσα από κυματοδηγούς. Υπάρχουν δύο τύποι κυμάτων Lamb: α) τα συμμετρικά και β) τα ασύμμετρα. Η κατηγοριοποίηση εξαρτάται από το αν η κίνηση είναι συμμετρική ή ασύμμετρη ως προς τον ουδέτερο άξονα του δοκιμίου

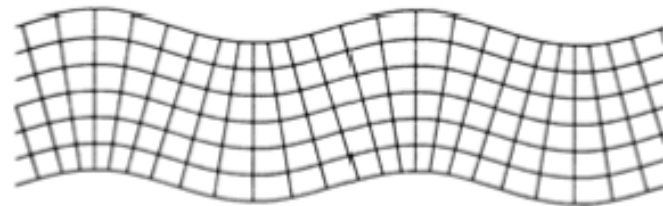
ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Τύποι Κυμάτων

- ο Κύματα Ελασμάτων (Plate) ή κύματα Lamb



Symmetric Lamb Wave



Anti-Symmetric Lamb Wave

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Γενικά

Τα ηχητικά κύματα είναι πάντοτε διαμήκη στα αέρια και στα υγρά ενώ στα στερεά μπορεί να είναι διαμήκη και εγκάρσια. Στο Διεθνές Σύστημα (S.I.) η συχνότητα f ενός κύματος (άρα και του ήχου/υπέρηχου) μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (cps) ή Hertz (Hz).

1 Hz: 1 κύκλος / δευτερόλεπτο

1kHz: 1000 κύκλοι/ δευτερόλεπτο

1MHz: 1.000.000 κύκλοι/ δευτερόλεπτο

Το μήκος κύματος λ μετράται σε μέτρα (m) και επειδή είναι πολύ μικρό, συνήθως σε χιλιοστά του μέτρου (mm). Η ταχύτητα μετάδοσης c μετράται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/sec).

ΥΠΕΡΗΧΟΙ

Γενικά

Η κύρια συχνότητα του υπέρηχου εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη κεφαλή (και αναγράφεται πάνω σε αυτή), η ταχύτητα μετάδοσης εξαρτάται από το υλικό και επομένως το μήκος κύματος προκύπτει από τα ανωτέρω, για κάθε χρησιμοποιημένη κεφαλή και μέσο διάδοσης του υπέρηχου.

Το μήκος κύματος μας ενδιαφέρει, διότι το μικρότερο ανιχνεύσιμο σφάλμα θεωρείται πρακτικά ίσο με το ήμισυ του μήκους κύματος.