

ΚΥΜΑΤΑ 1

Νίκος Κανδεράκης

Ταλάντωση

Πλάτος x_0

Περίοδος T

χρόνος για μία ταλάντωση

$A \rightarrow B \rightarrow A$

Συχνότητα f

αριθμός ταλαντώσεων σε 1s

συχνότητα = αριθμός ταλαντώσεων/χρόνο

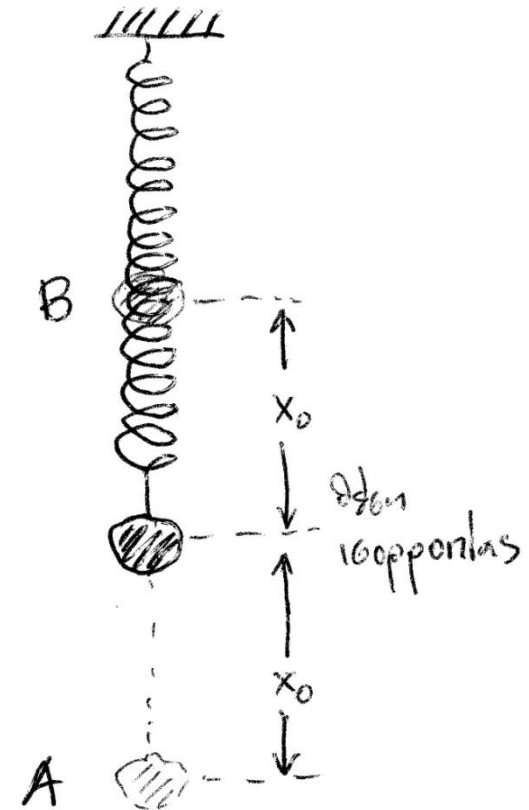
ή $f = N/t$

Αν $N = 1$ τότε $t = T \rightarrow f = N/t = 1/T$

$f = 1/T$

μονάδα συχνότητας

$1\text{Hz} = 1\text{κύκλος}/\text{s} = 1/\text{s} = \text{s}^{-1}$



Ελεύθερη ταλάντωση

Διέγερση άπασ, ταλαντώνεται μόνο του
Ιδιοσυχνότητα f_0 (εξαρτάται από κατασκευή)

Εξαναγκασμένη ταλάντωση

Εξωτερικός διεγέρτης με συχνότητα f

Συντονισμός

Όταν $f = f_0$ τότε $x_0 = \text{μέγιστο}$

Εφαρμογές

Γέφυρα – στρατιώτες

Κτίριο – σεισμός

Ραδιόφωνο – ΗΜ κύμα σταθμού

Μηχανικά κύματα

Οριζόντιο μαλακό λάστιχο

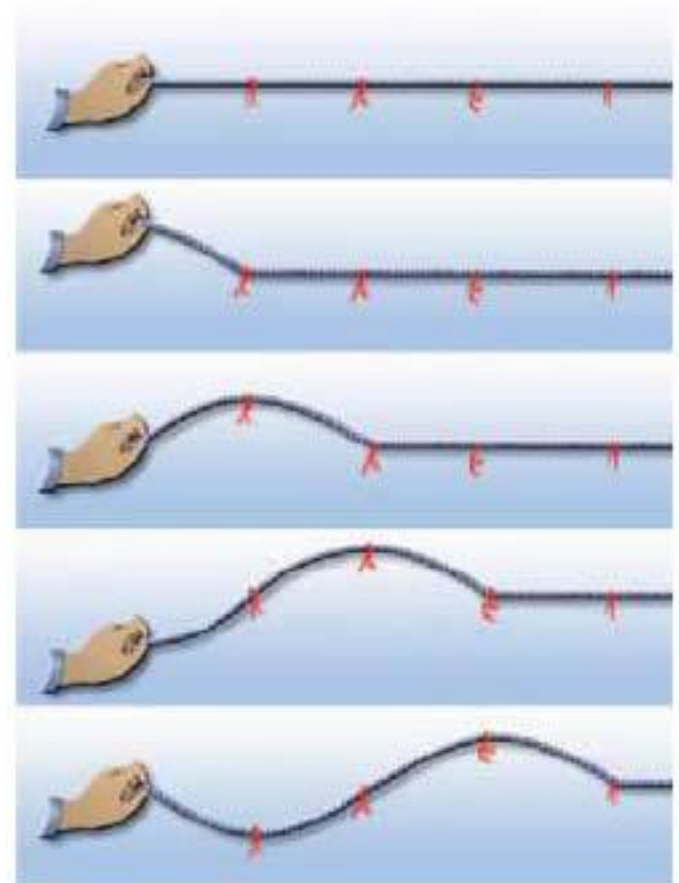
Κατακόρυφη ταλάντωση άκρου

Πηγή

Σταγόνες σε λεκάνη νερό

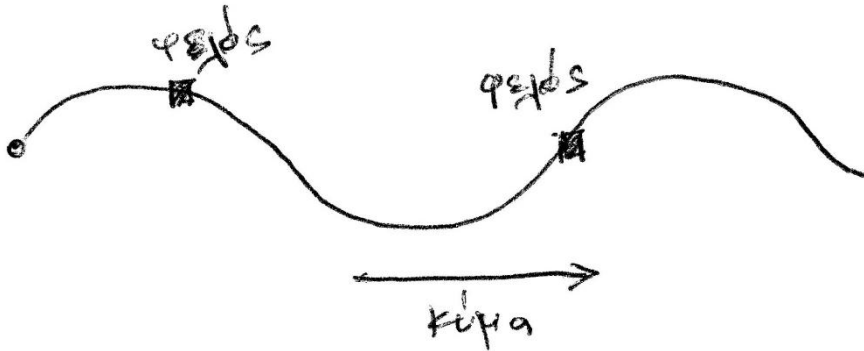


Τι κινείται;



Φελλοί στη λεκάνη

Πως κινούνται;

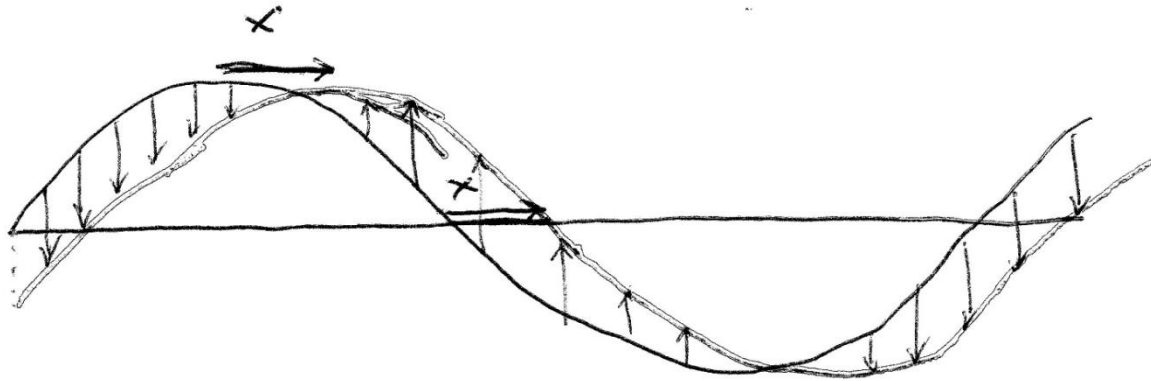


Τα μόρια ταλαντώνονται πάνω-κάτω

Μεταφορά ενέργειας από μόριο σε μόριο

Όχι οριζόντια μετακίνηση ύλης

Διάδοση διαταραχής



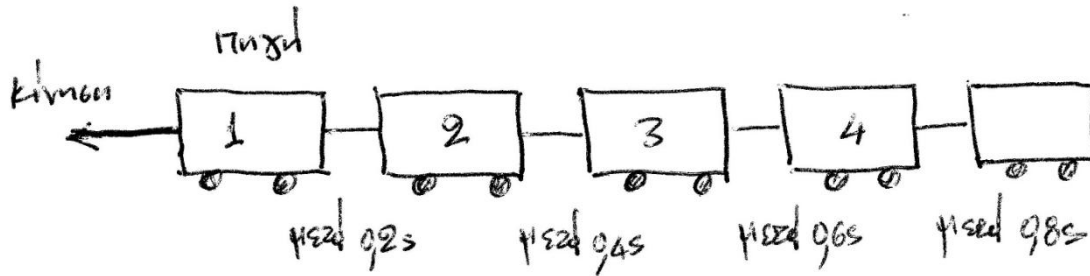
**Σε χρόνο t το κύμα μετακινείται κατά $x = v \cdot t$
Τα κατακόρυφα βέλη δείχνουν μετακινήσεις μορίων**

Παράδειγμα

Ακίνητο τρένο με πολλά βαγόνια

Μηχανή: απότομη ώθηση μπροστά

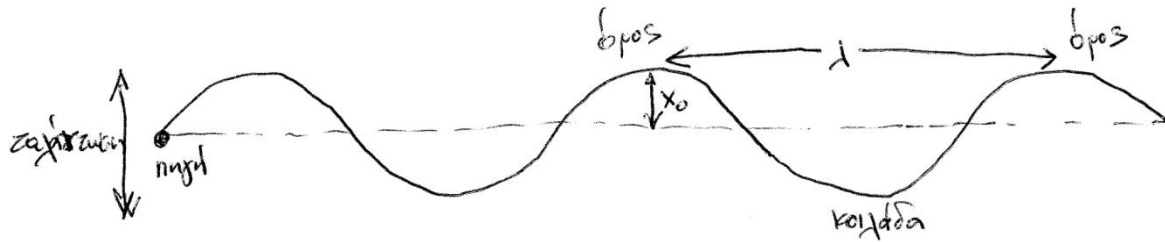
Διάδοση προς τα πίσω με κάποια καθυστέρηση



Η διαταραχή ξεκινά από την πηγή και διαδίδεται από τμήμα σε τμήμα, λόγω των δυνάμεων συνοχής, με καθυστερήσεις

Μηχανικά κύματα

Τεντωμένο λάστιχο



Κίνηση μορίων πάνω-κάτω – διάδοση ταλάντωσης

Οριζόντια μεταδίδεται μόνο η διαταραχή

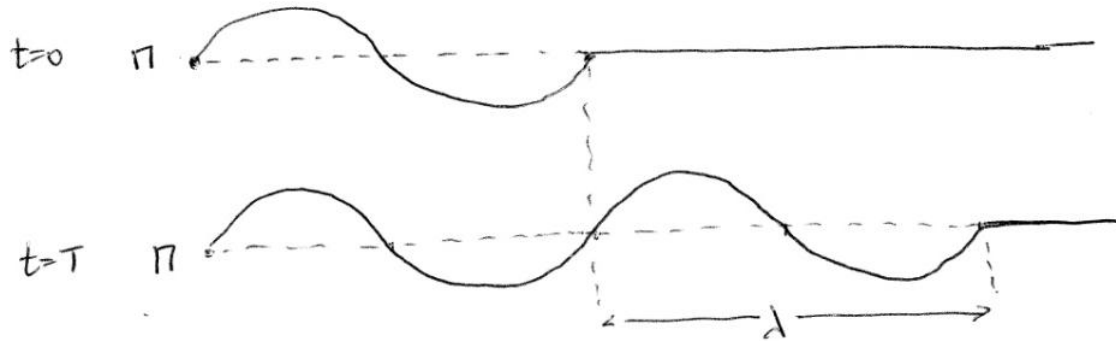
Προϋπόθεση: η ελαστική σύνδεση των μορίων

Συχνότητα f και **περίοδος T** κύματος: της ταλάντωσης
πάνω-κάτω

Ταχύτητα v του κύματος: εξαρτάται από ελαστικό μέσο

Μήκος κύματος λ : απόσταση διαδοχικών ορέων
(ή κοιλάδων)

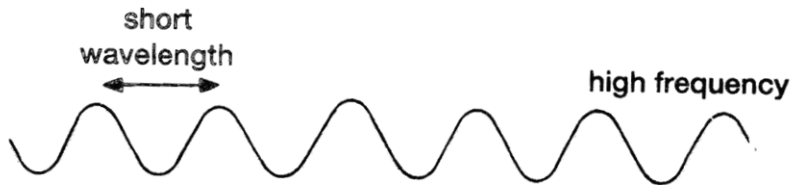
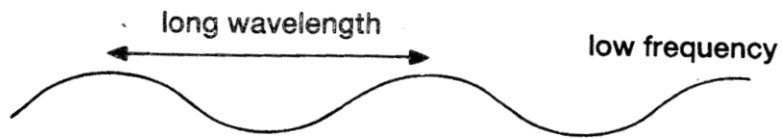
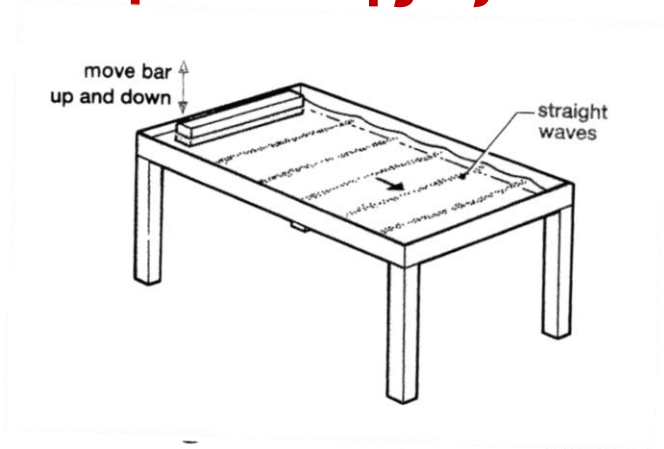
Μήκος κύματος



Όταν η πηγή κάνει μια πλήρη ταλάντωση ($t = T$),
το κύμα προχωρεί κατά ένα μήκος κύματος ($s = \lambda$)

Πλάτος x_0 : το πλάτος της ταλάντωσης

Θεμελιώδης εξίσωση της κυματικής



μικρή συχνότητα – μεγάλο λ

μεγάλη συχνότητα – μικρό λ

Συχνότητα και μήκος κύματος μεταβάλλονται αντίστροφα

Η ταχύτητα είναι η ίδια

Παράδειγμα



Κύμα έχει συχνότητα $f = 2\text{Hz}$ (2 κύκλους ανά s) και μήκος κύματος $\lambda = 0,1\text{m}$.

Πόση είναι η ταχύτητά του;

Απάντηση

Κάθε 1s παράγονται 2 κύματα με μήκος 0,1m

Σε $t = 1\text{s}$ το κύμα προχωρεί $s = 2 \cdot 0,1\text{m} = 0,2\text{m}$

Ταχύτητα = $0,2\text{m}/1\text{s} = 0,2\text{m/s}$

Δηλαδή, ταχύτητα = $2\text{Hz} \cdot 0,1\text{m}$ ή

Ταχύτητα = συχνότητα επί μήκος κύματος

$$c = f \cdot \lambda$$

Θεωρητική απόδειξη

Όταν η πηγή κάνει 1 ταλάντωση, τότε $t = T$, και το κύμα προχωρεί κατά 1 μήκος κύματος, δηλαδή $s = \lambda$.

Η ταχύτητα είναι

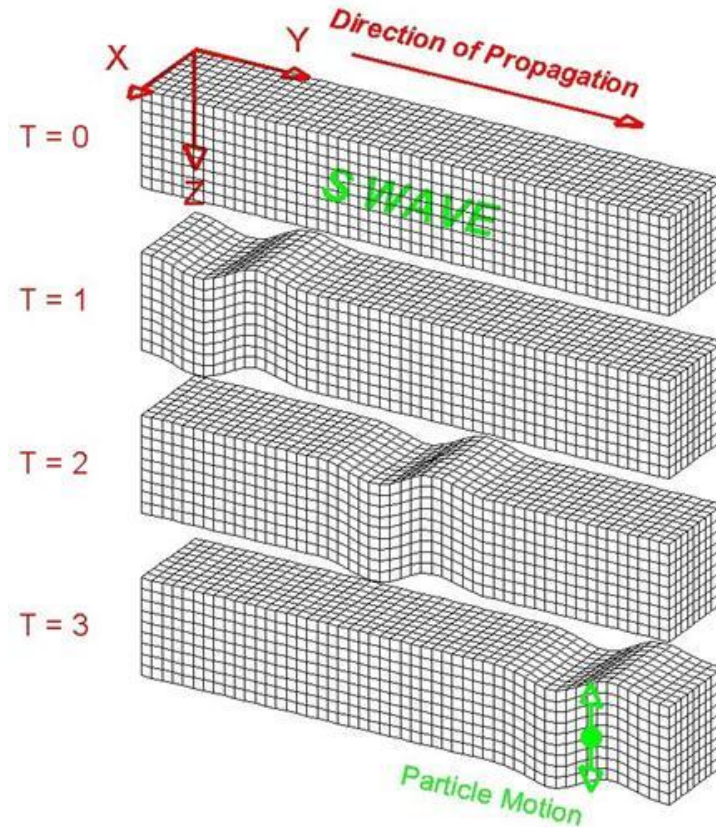
$$c = s/t = \lambda/T = (1/T) \cdot \lambda = f \cdot \lambda$$

$$c = f \cdot \lambda$$

Εγκάρσια κύματα

Ταλάντωση μορίων κάθετη
στη διεύθυνση διάδοσης
του κύματος

Όρη και κοιλάδες που
προχωρούν



Διαδίδονται στα στερεά και στις επιφάνειες των υγρών

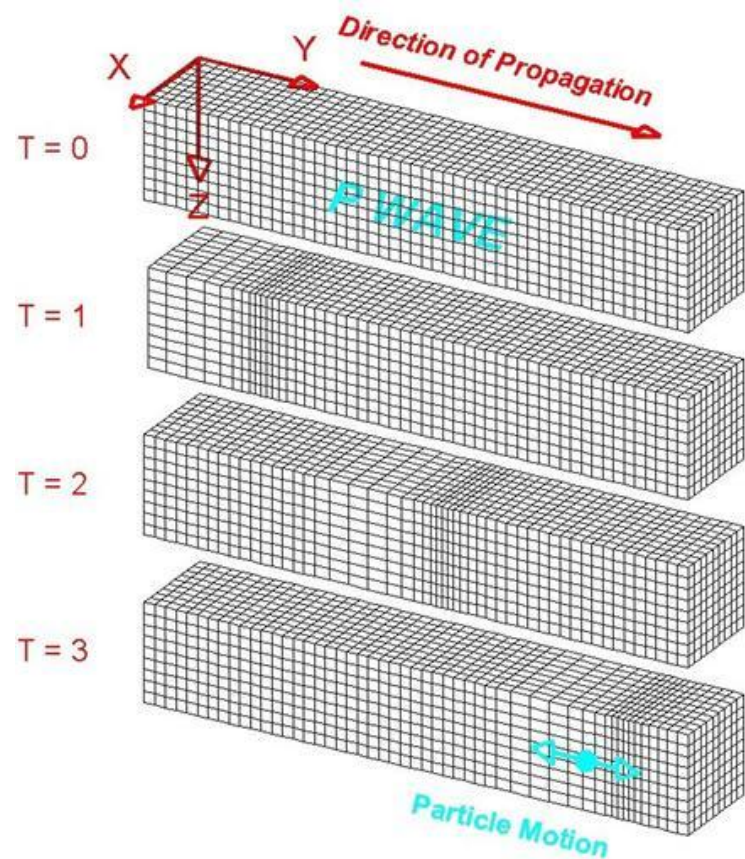
Διαμήκη κύματα - κύματα πίεσης

Ταλάντωση μορίων στη
διεύθυνση διάδοσης του
κύματος

Πυκνώματα και αραιώματα
που προχωρούν

Διαδίδονται σε όλα τα
Σώματα

Ο ήχος είναι διάμηκες κύμα



Ταχύτητες κυμάτων

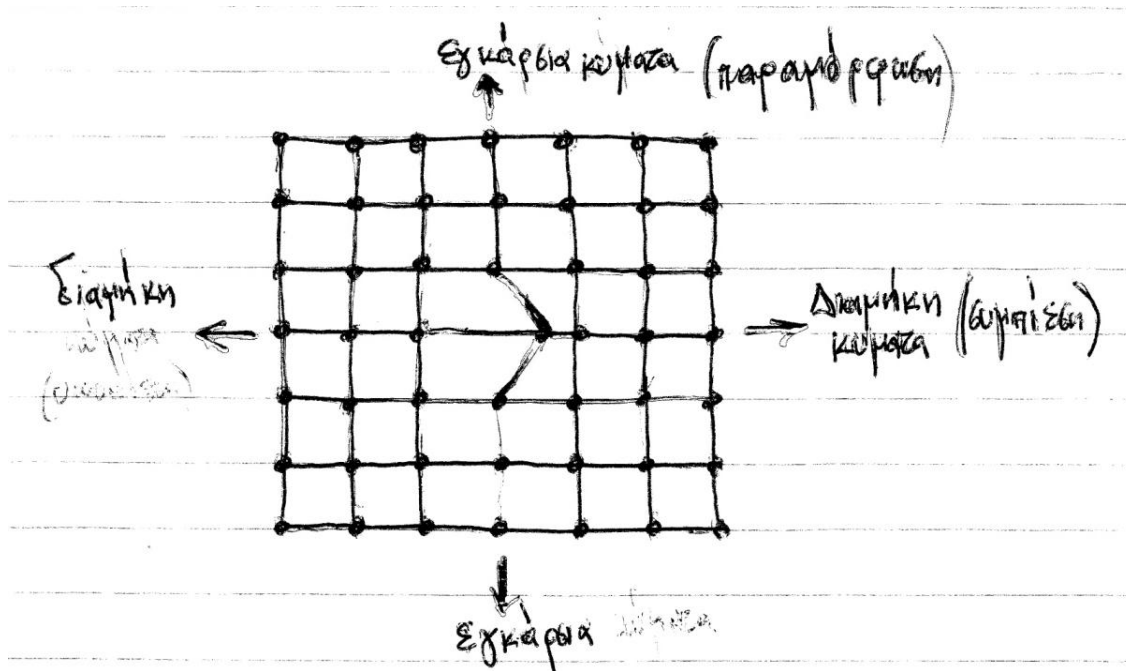
Υλικό	Διαμήκη κύματα	Εγκάρσια κύματα
Σίδηρος (20°C)	5850m/s	3230m/s
Λάστιχο (20°C)	1040m/s	27m/s
Θαλασσινό νερό (17°C)	1510-1550m/s	
Αέρας (0°C)	331m/s	

Σεισμικά κύματα

Επιφανειακά κύματα (L) : ταχύτητα 300km/min – σταθερή

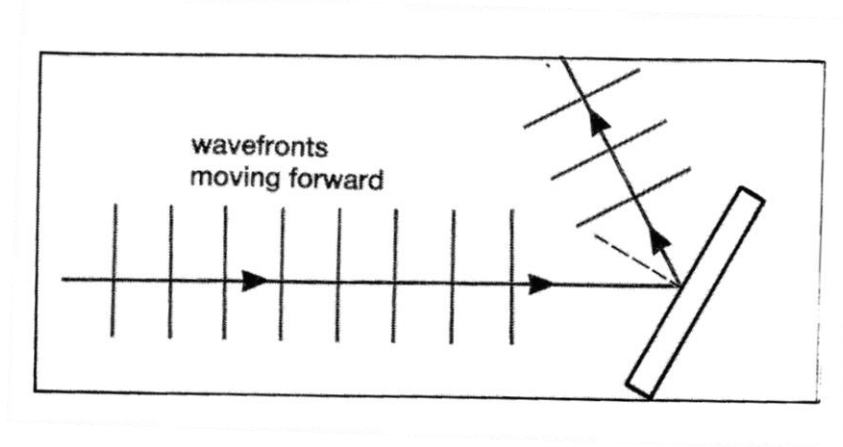
Εγκάρσια κύματα (S) : πιο γρήγορα από L – μτβλ. ταχύτητα

Διαμήκη κύματα (P) : διπλάσια ταχύτητα από S – μτβλ.

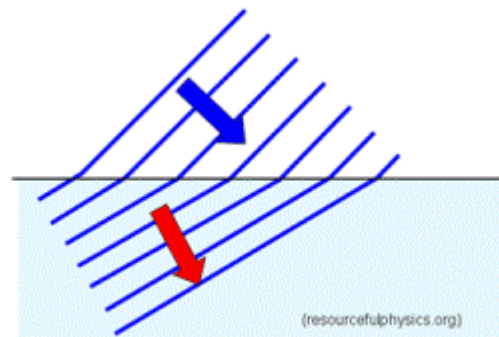


Κυματικά φαινόμενα

1. Ανάκλαση

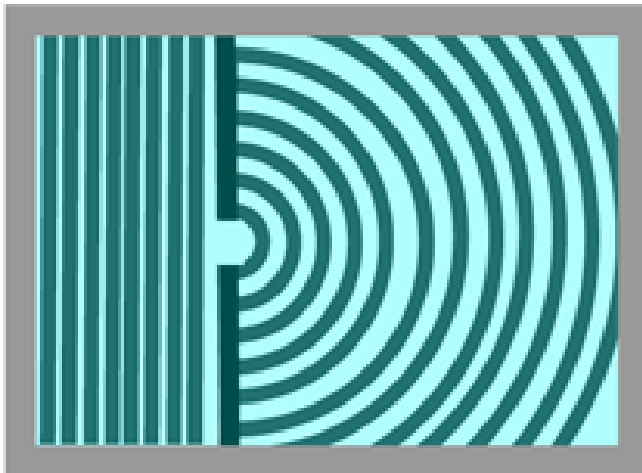
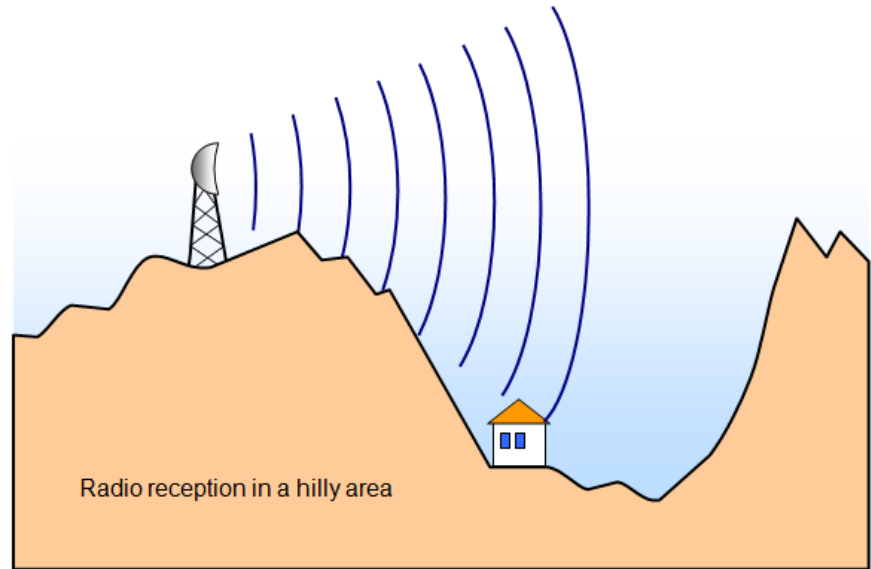


2. Διάθλαση



Κυματικά φαινόμενα

3. Περίθλαση

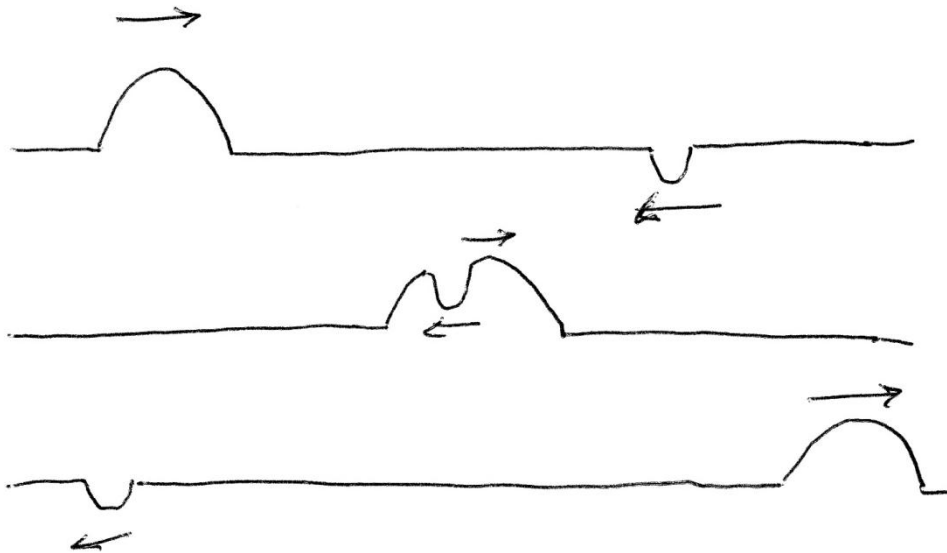


Κυματικά φαινόμενα

4. Τα κύματα περνούν το ένα μέσα από το άλλο χωρίς να επηρεάζονται

Αρχή της επαλληλίας

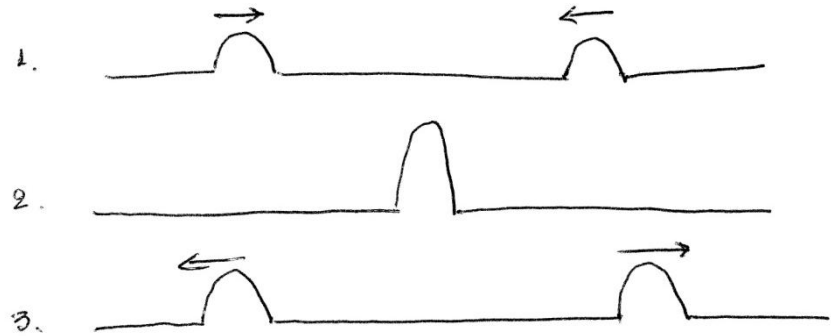
Το ολικό πλάτος σε ένα σημείο ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των δύο πλατών



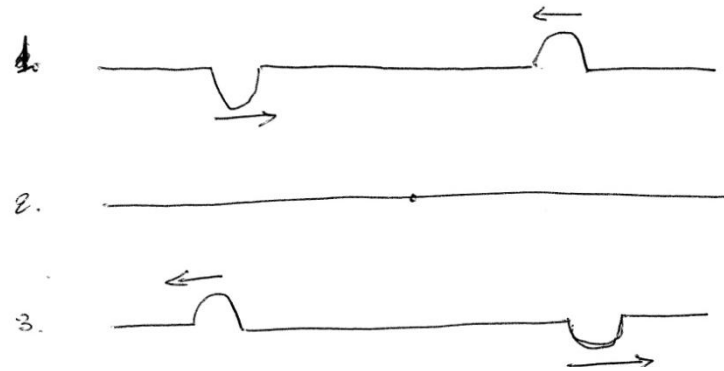
Κυματικά φαινόμενα

5. Συμβολή

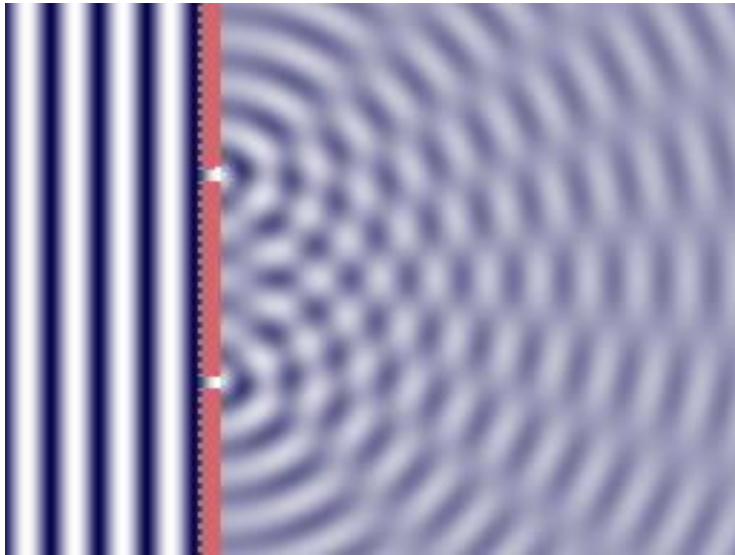
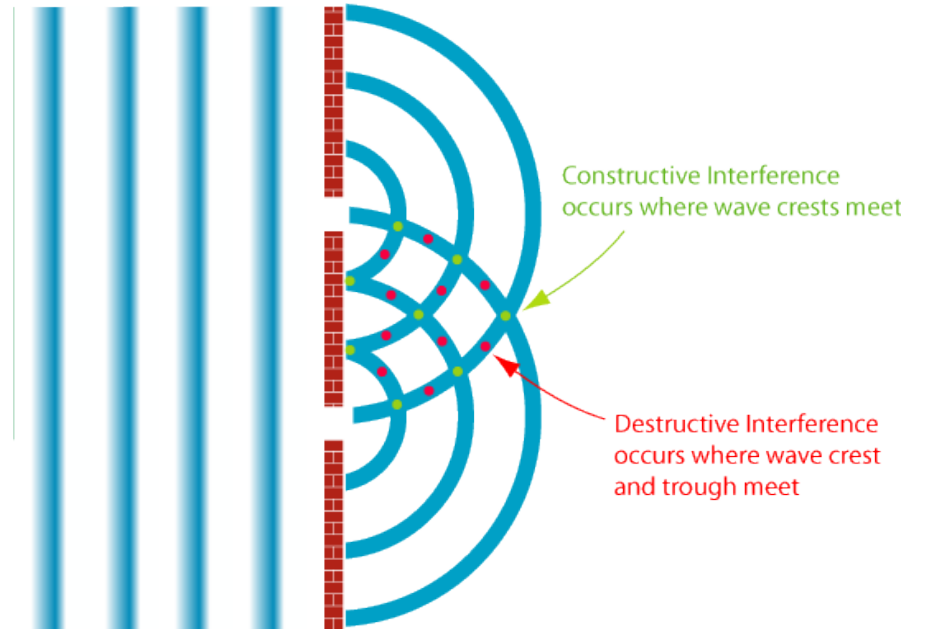
δημιουργική συμβολή



καταστροφική συμβολή

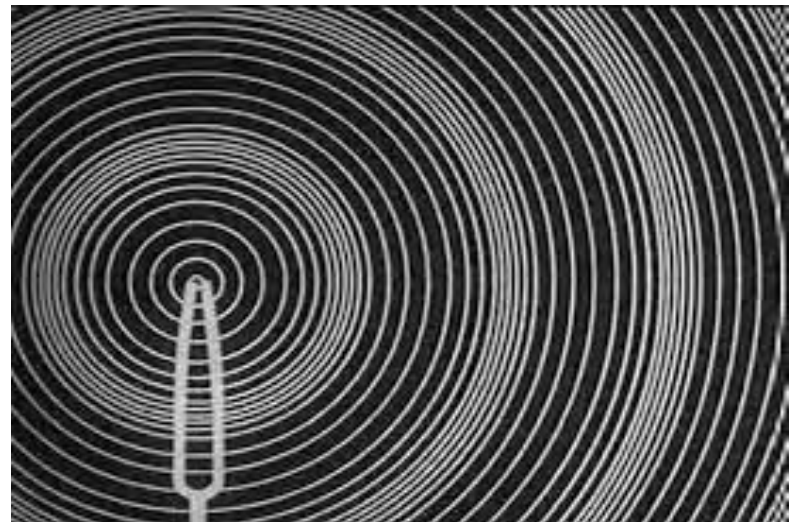
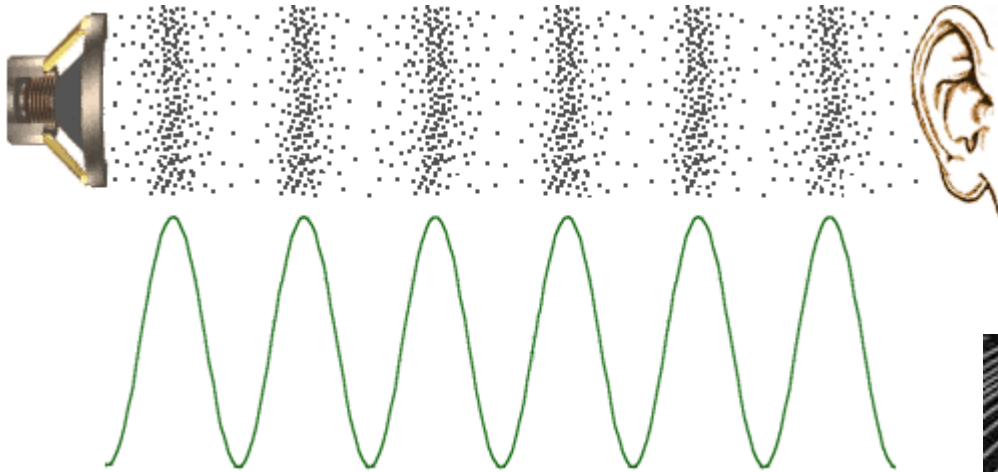


Κροσσοί συμβολής



Ήχος

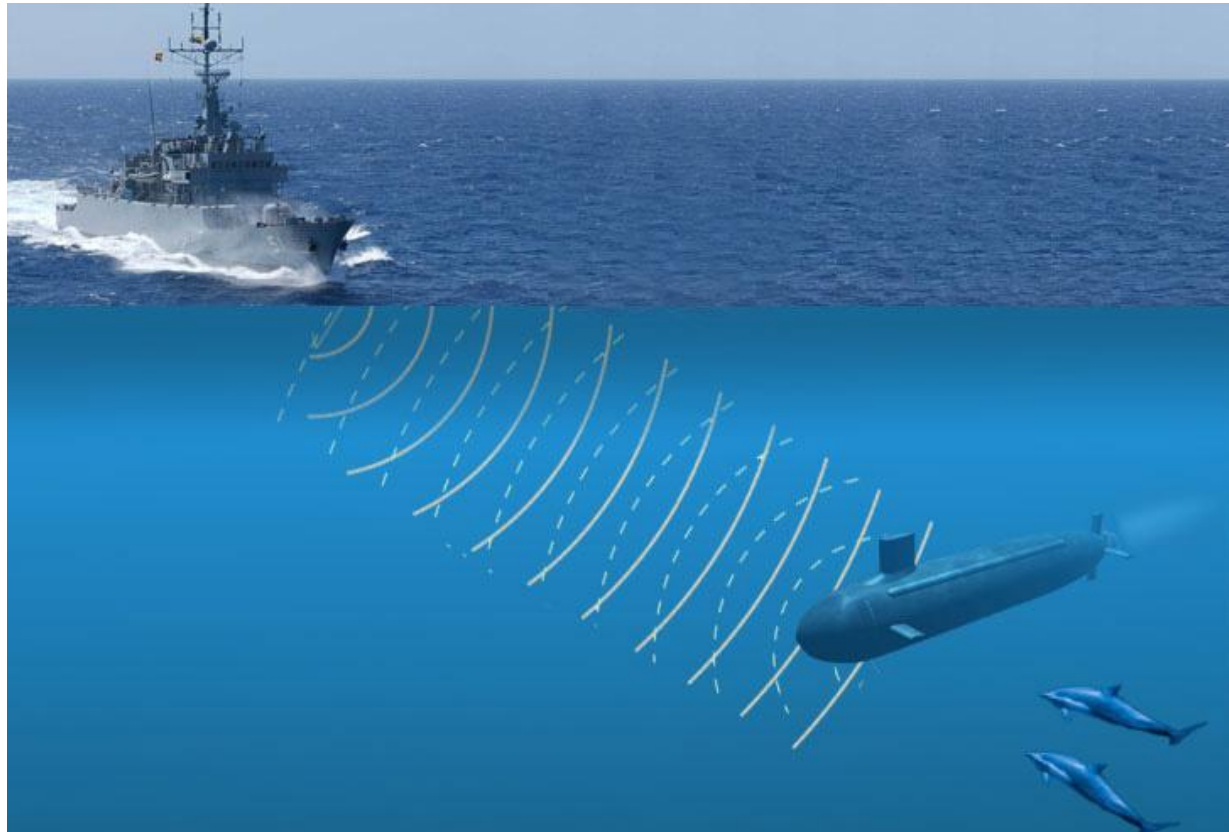
Τα ηχητικά κύματα είναι διαμήκη
πυκνώματα και αραιώματα που διαδίδονται



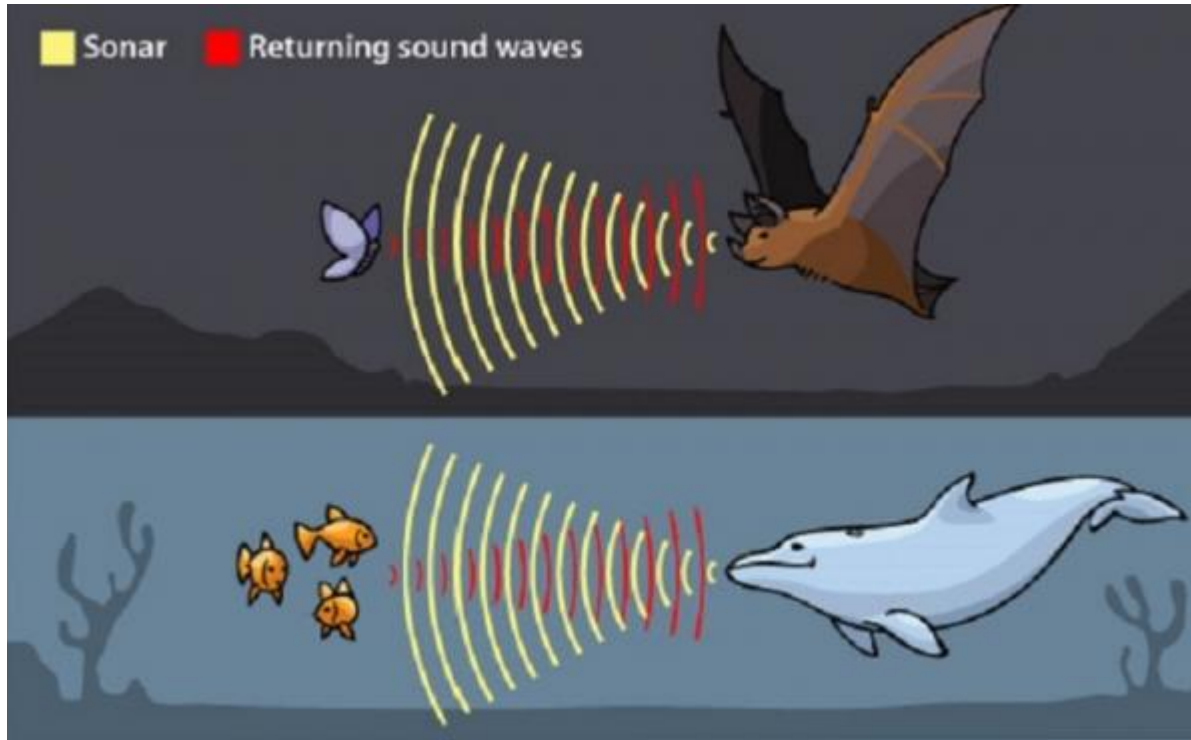
Ανάκλαση του ήχου

Ηχώ

Sonar



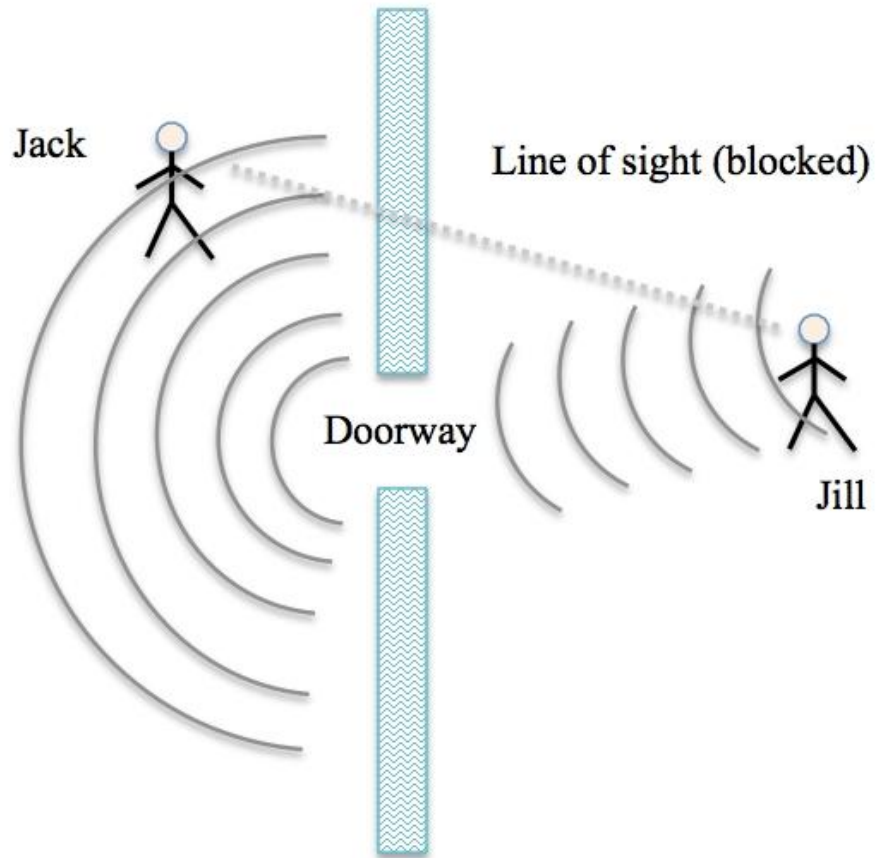
Sonar στη φύση



Περίθλαση του ήχου

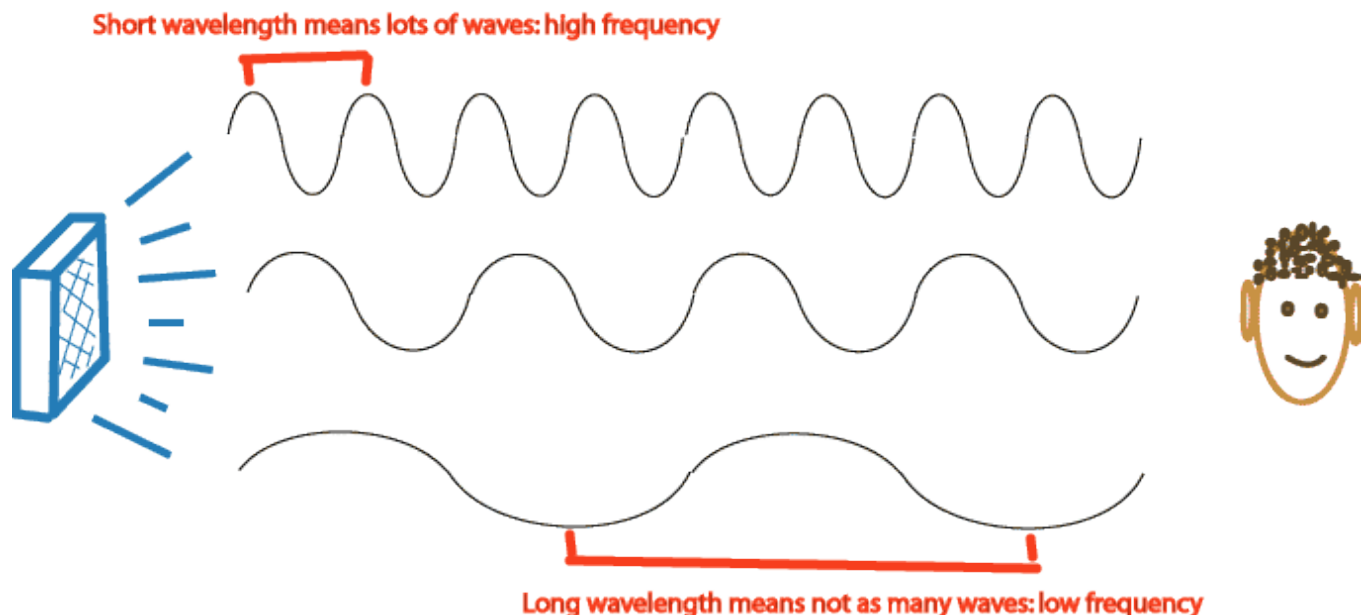
Ακούμε πίσω από
εμπόδια

Δείχνει ότι ο ήχος
είναι κύμα



Χαρακτηριστικά του ήχου

Ύψος: καθορίζεται από τη συχνότητα του ηχητικού κύματος
οξύς ήχος – μεγάλη συχνότητα
βαρύς ήχος – μικρή συχνότητα



υπέρηχοι - υπόηχοι

Ένταση (I)

Ενέργεια που μεταφέρει το ηχητικό κύμα ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου

Εξαρτάται από το πλάτος και τη συχνότητα του ηχητικού κύματος

I ανάλογο $f^2 \cdot x_0^2$

ισχυρός – ασθενής ήχος (αντικειμενικά)

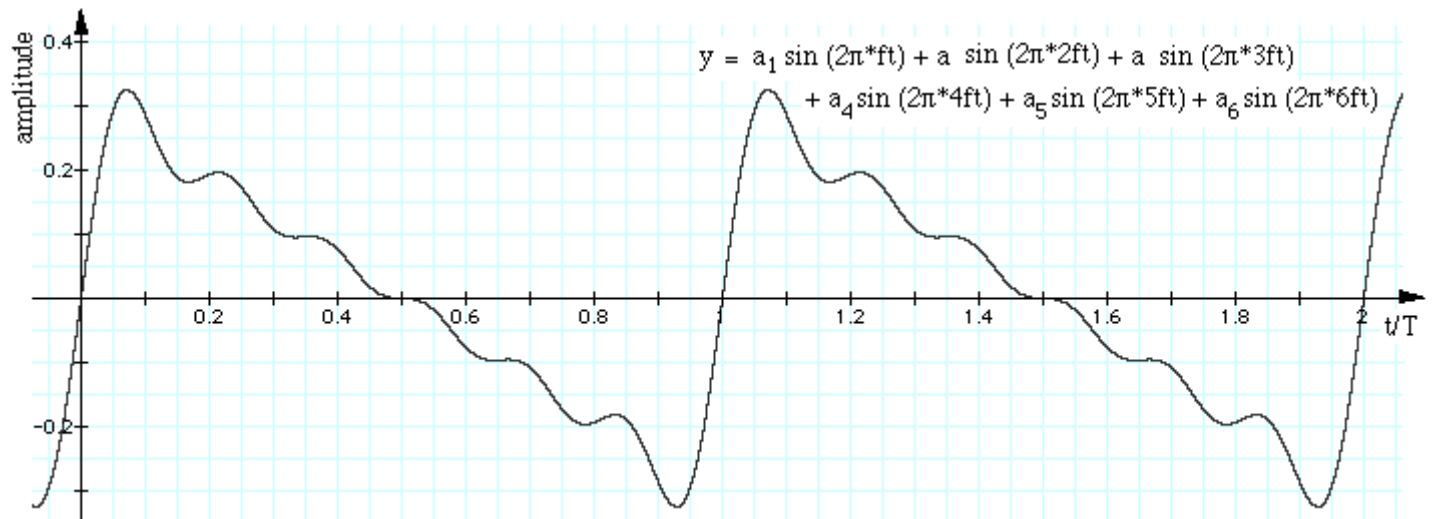
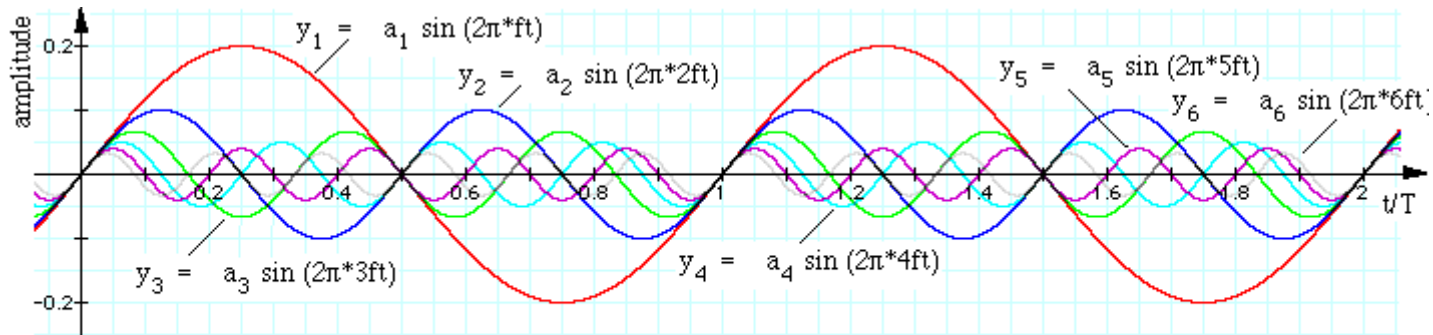
Ακουστότητα (A)

Πόσο δυνατά ακούμε τον ήχο (υποκειμενικά)

Εξαρτάται από ένταση

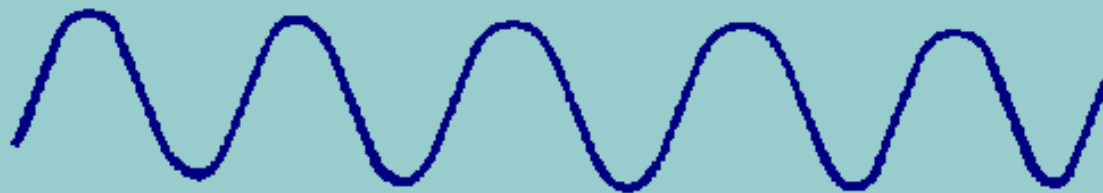
A = k log I

Χροιά (χρώμα) - σύνθετοι ήχοι



Κυματομορφή

Μουσικός τόνος – θόρυβος



A MUSICAL NOTE



B NOISE