

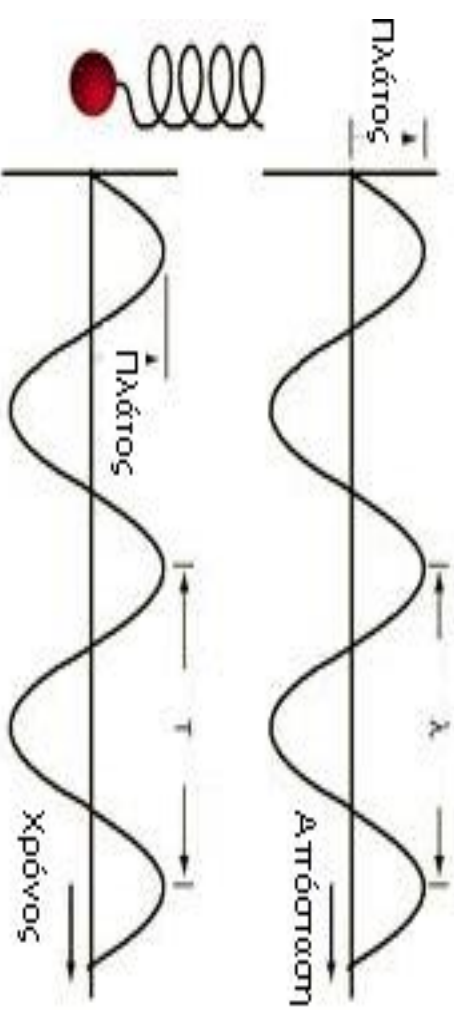
Κύμα: διαταραχή που διαδίδεται στο χώρο και στο χρόνο μεταφέροντας ενέργεια.

Μηχανικά  
Μέσο διάδοσης

Ηλεκτρομαγνητικά  
Διαδίδονται στο κενό

Διαμήκη  
Διεύθυνση διάδοσης παράλληλη στη διαταραχή

Εγκάρσια  
Διεύθυνση διάδοσης κάθετη στη διαταραχή



$$u \equiv \lambda \cdot f$$

Κυματική συνάρτηση  $y(x,t)$ : Πειραματική του κύματος

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

Η λύση για ημιτονοειδές κύμα

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t)$$

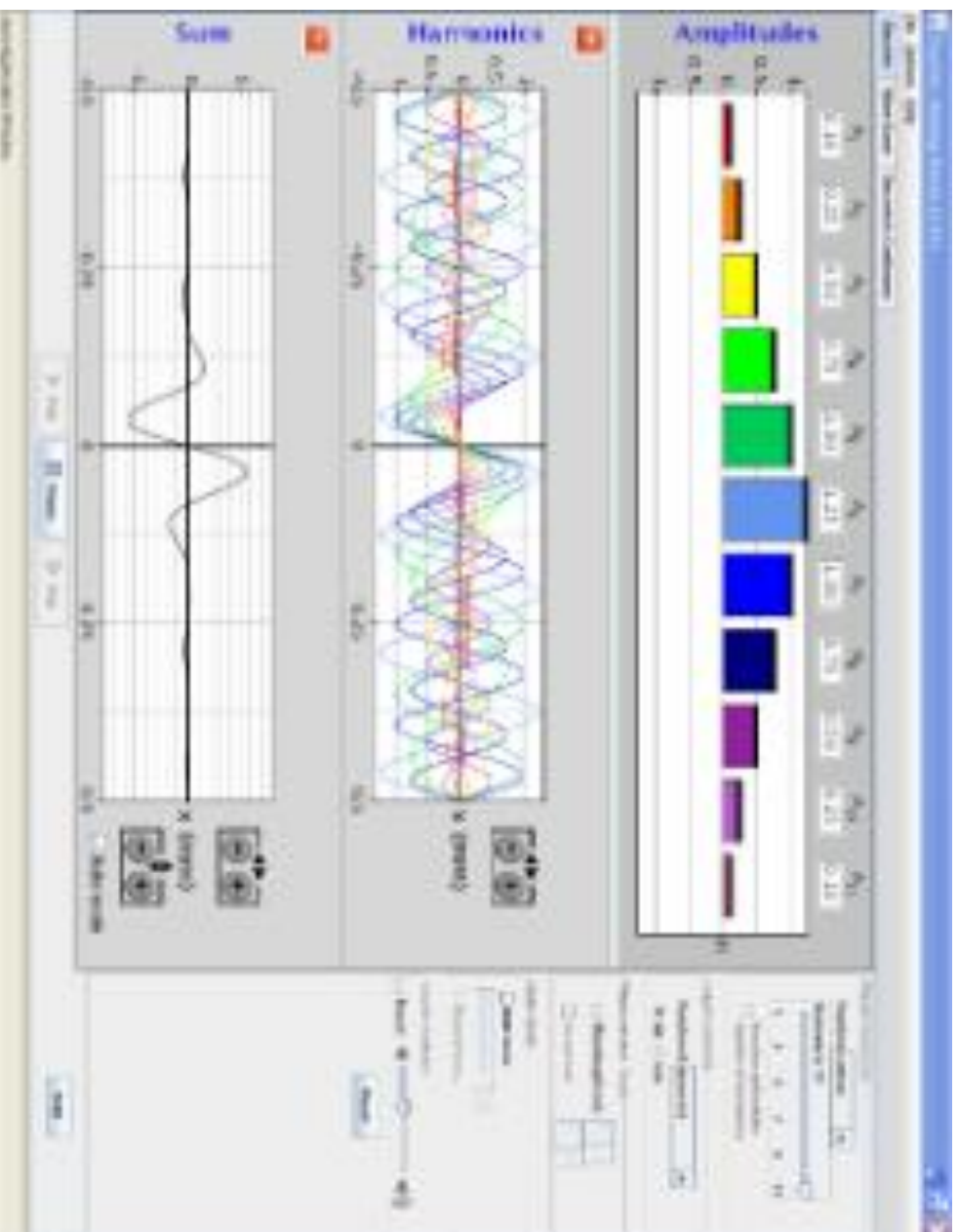
ή ισοδύναμα

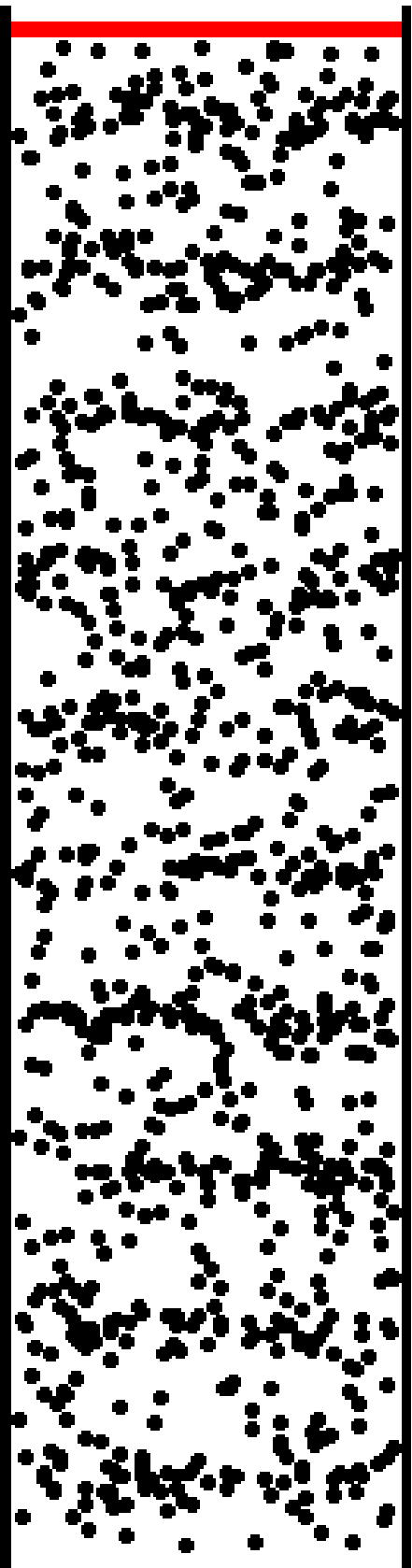
$$y(x, t) = A \sin(\omega t - kx)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

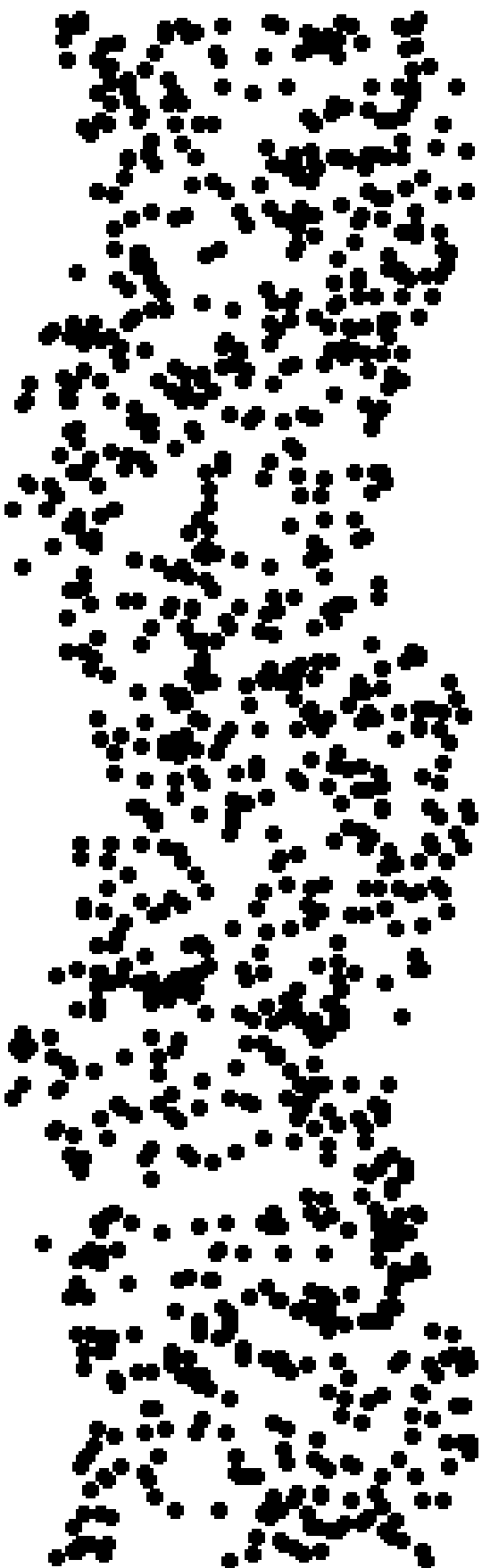
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Οποιοδήποτε περιοδικό κύμα μπορεί να περιγραφεί ως ο συνδυασμός ημιτονοειδών κυμάτων που σχετίζονται με ατλή αρμονική ταλάντωση (ανάλυση Fourier).

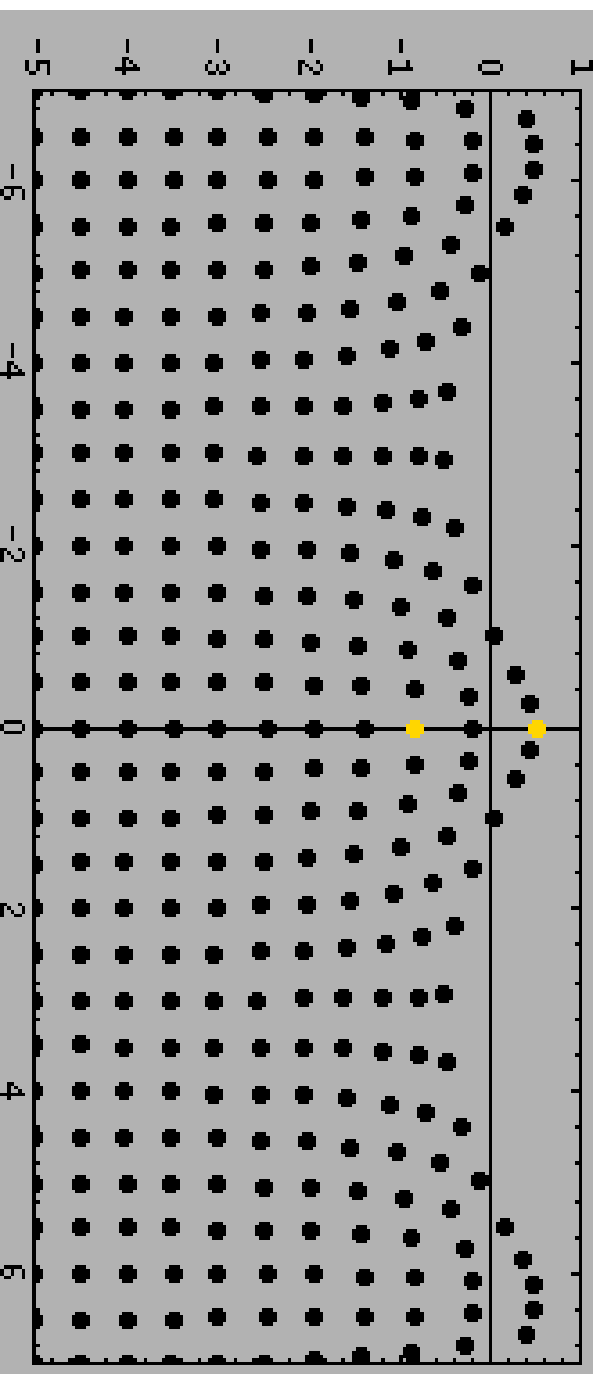




Διάμηκες κύμα



Εγκύκλιο κύμα



Συνδυασμός εγκάρσιου – διαμήκους. Π.Χ. Θαλάσσιο κύμα

- Από ποιες φυσικές ιδιότητες εξαρτάται η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος σε χορδή;

$$u = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$u = \sqrt{\frac{\text{Δύναμη σταναφοράς}}{\text{Ασθένεια}}}$$

- Μέση μεταφερόμενη ισχύς για μηχανικά κύματα

$$P_{\mu} \equiv \frac{1}{2} \sqrt{\mu F} \omega^2 A^2$$

Καθοριστικός παράγοντας το πλάτος



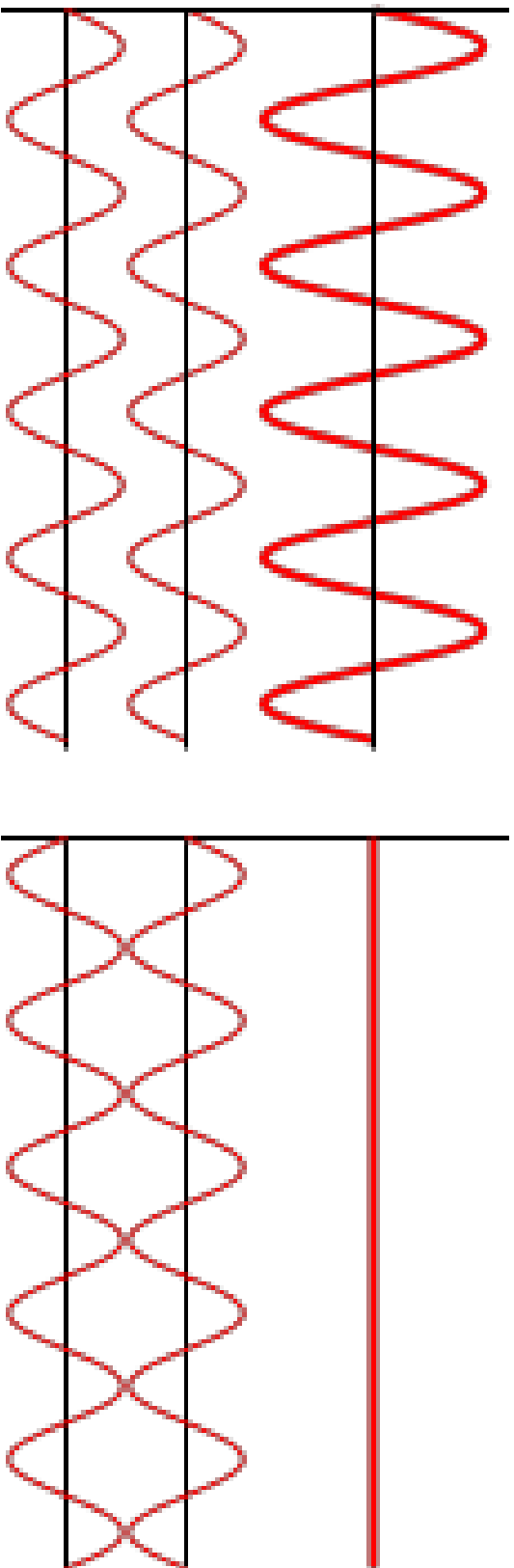
- Ένταση κύματος: Για κύματα που διαδίδονται σε τρεις διαστάσεις

$$I \text{ (} W / m^2 \text{)}$$

$$I \equiv \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} \equiv \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

# Συμβολή κυμάτων



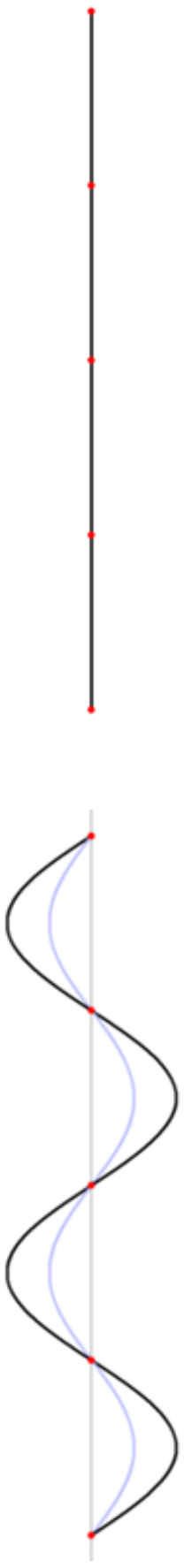
Από ποιες παραμέτρους και πώς εξαρτάται κατά πόσο η συμβολή θα είναι ενισχυτική ή καταστρεπτική;

$$d = n\lambda \Leftrightarrow f = \frac{nv}{d}$$

$$d = \frac{n}{2}\lambda \Leftrightarrow f = \frac{nv}{2d}$$



# Στάσιμα κύματα



Δύο κύματα με ίδια χαρακτηριστικά που διαδίδονται σε αντίθετες κατευθύνσεις σχηματίζουν ένα στάσιμο κύμα:

**δεν μεταφέρεται ενέργεια**

Μπορείτε να βρείτε τη μαθηματική περιγραφή του στάσιμου κύματος;

$$\sin \theta \pm \sin \varphi = 2 \sin \left( \frac{\theta \pm \varphi}{2} \right) \cos \left( \frac{\theta \mp \varphi}{2} \right) \qquad \cos \theta + \cos \varphi = 2 \cos \left( \frac{\theta + \varphi}{2} \right) \cos \left( \frac{\theta - \varphi}{2} \right)$$

- Ένταση ήχου σε dB

$$\beta = (10dB) \log \frac{I}{I_0}$$

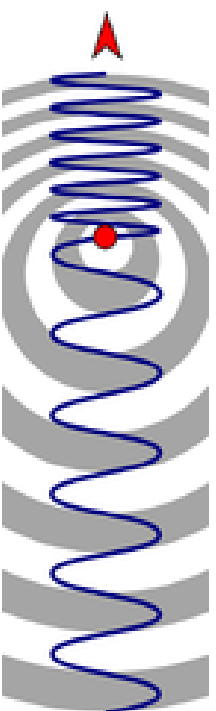
$$I_0 = 10^{-12} W / m^2$$

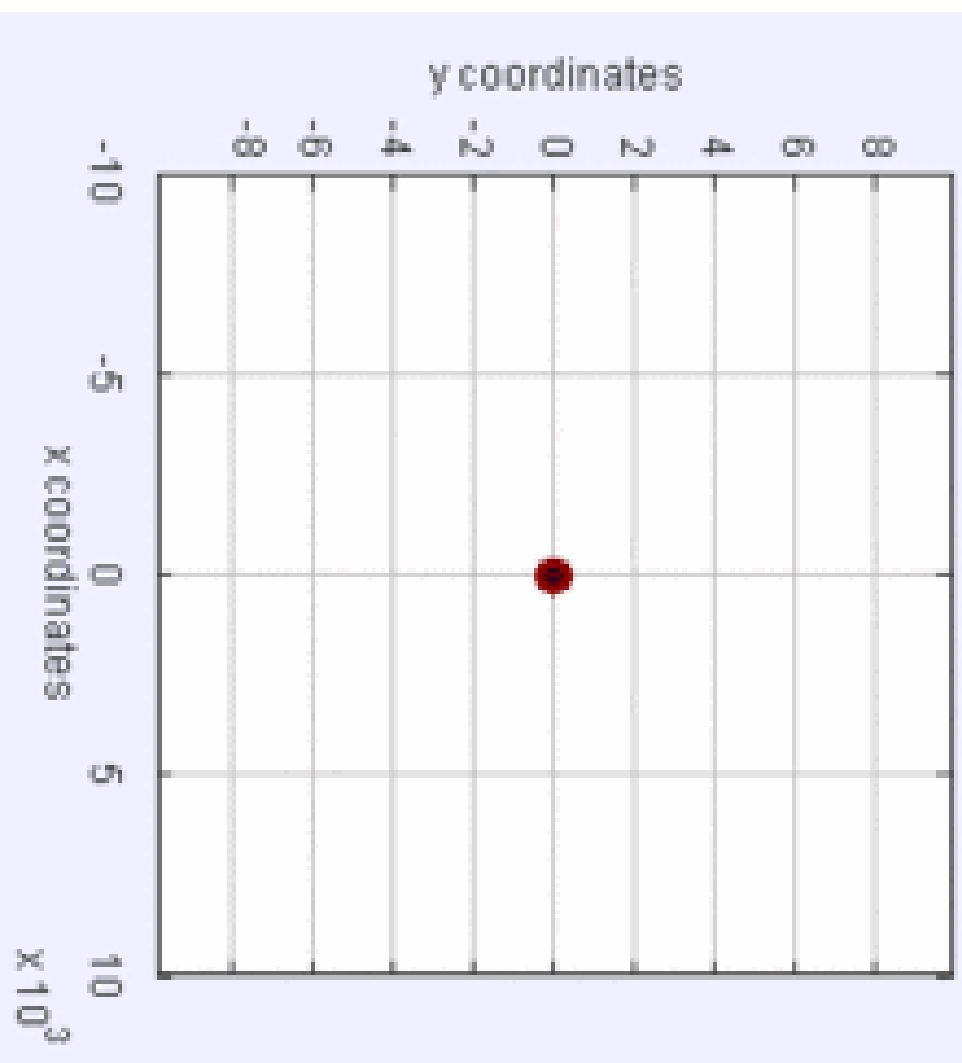
Πόσο μειώνεται η ένταση του ήχου σε dB αν διπλασιαστεί η απόσταση από την πηγή;

Σε τι διαφορά dB αντιστοιχεί μείωση της έντασης στο μισό;

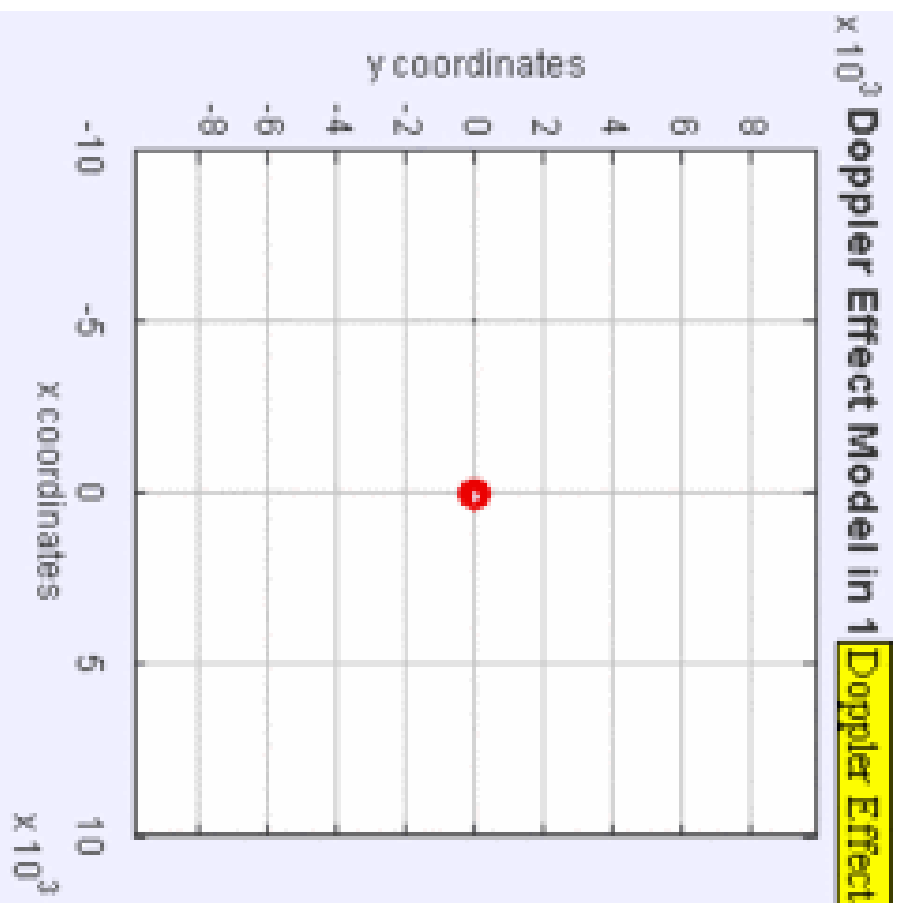
# Φαινόμενο Doppler

- Όταν υπάρχει σχετική κίνηση πηγής κυμάτων ως προς τον παρατηρητή, η «φαινόμενη» συχνότητα αλλάζει.
- Όταν πλησιάζουν η συχνότητα αυξάνεται, όταν απομακρύνονται η συχνότητα μειώνεται





Ακίνητη πηγή



Πηγή που κινείται:

δεν αλλάζει η εκπεμπόμενη συχνότητα,  
αλλά αυτή που αντιλαμβάνεται ο παρατηρητής

# Γενικός τύπος

$$f = \frac{u \pm u_s}{\pi} f_0$$

Όπου

$u$ : ταχύτητα διάδοσης του κύματος

$u_s$ : ταχύτητα παρατηρητή

$u_s$ : ταχύτητα πηγής

- Το πρόσημο χρησιμοποιείται ανάλογα με το αν ο παρατηρητής και η πηγή πλησιάζουν ή απομακρύνονται.
- Όταν πλησιάζουν η φαινόμενη συχνότητα αυξάνεται.



$u_{\pi}$   
πηγή,  $f_0$

ακίνητος παρατηρητής

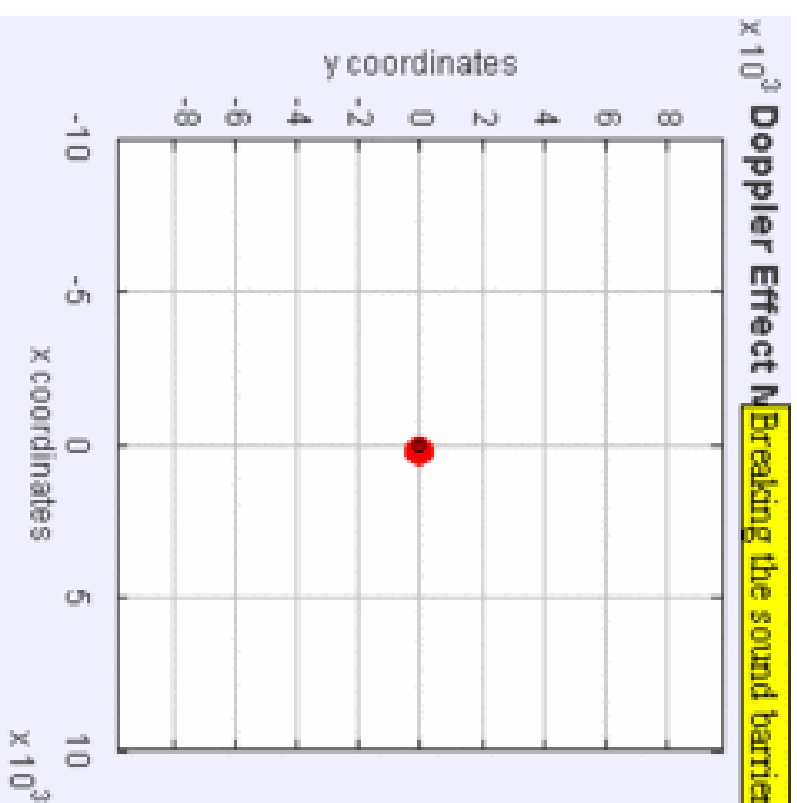


Πώς μεταβάλλεται η συχνότητα που ακούει ο παρατηρητής στην κάθε περίπτωση;

$u_{\pi}$   
πηγή,  $f_0$

ακίνητος παρατηρητής

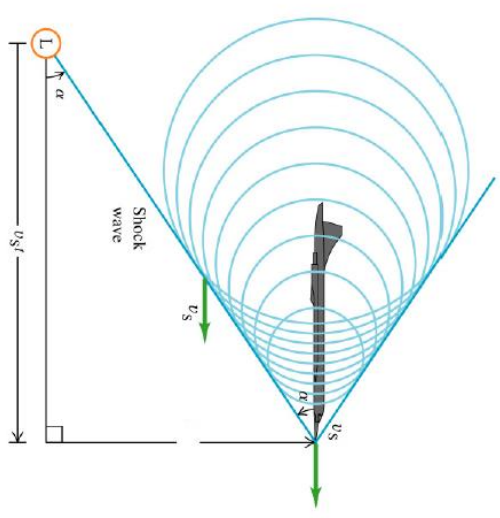
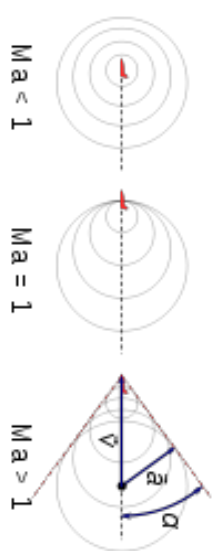
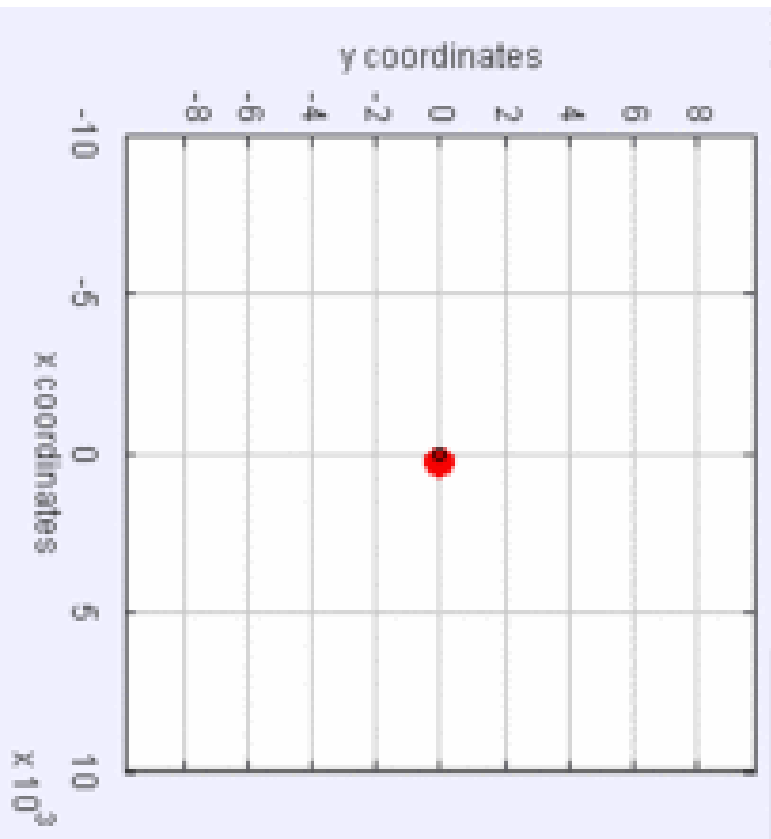




Η πηγή κινείται με την ταχύτητα του ήχου.

Τι συχνότητα αντιλαμβάνεται:

- παρατηρητής μπροστά από την πηγή;
- παρατηρητής πίσω από την πηγή;

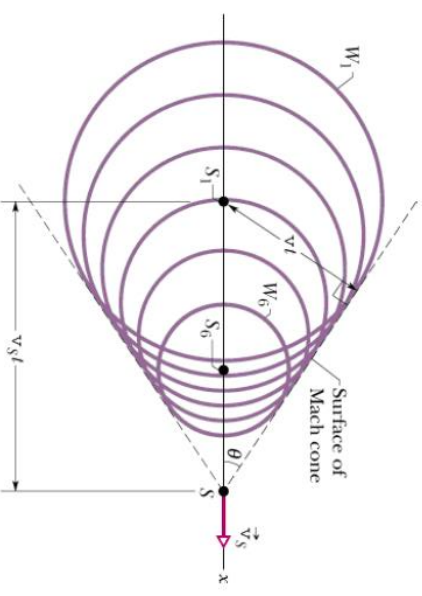


$u_s = 1,4 u_{\eta \chi \text{ου}}$

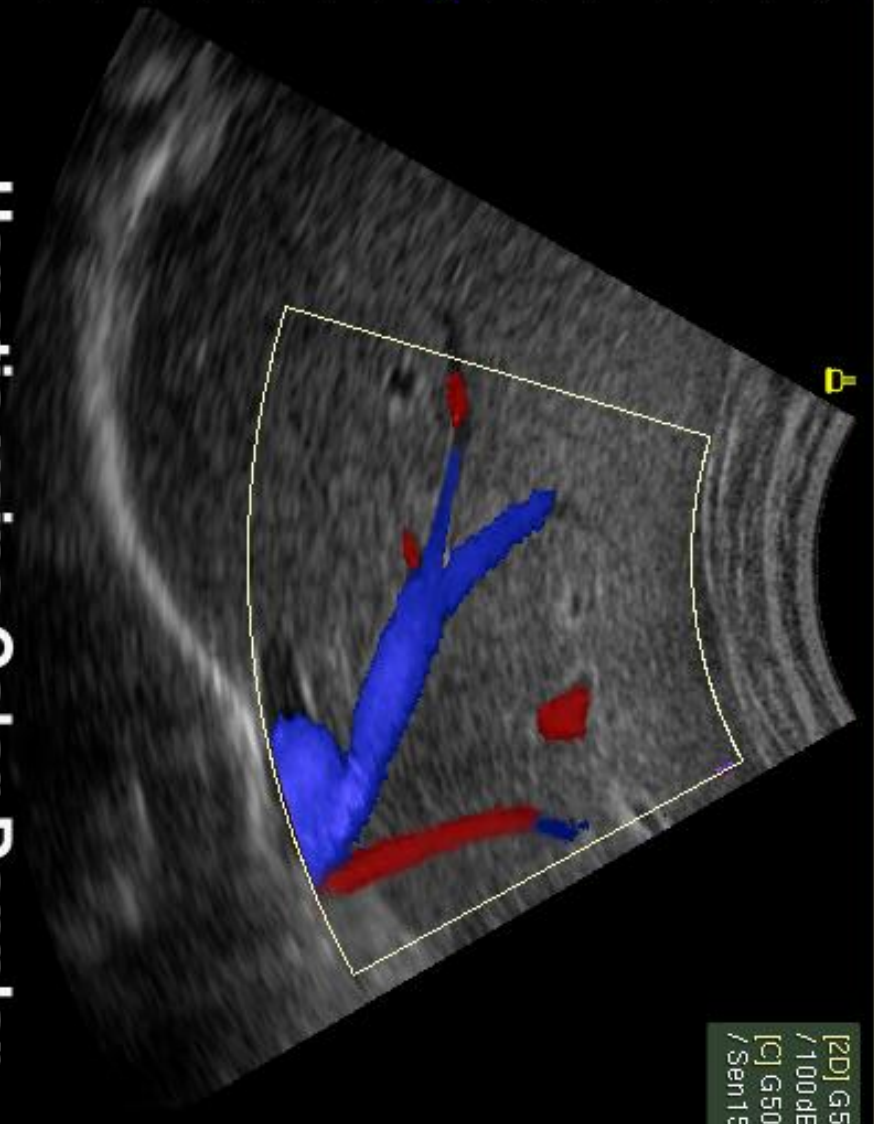
Τι συχνότητα αντιλαμβάνεται:

- παρατηρητής μπροστά από την πηγή;
- παρατηρητής πίσω από την πηγή;

Αν το ύψος πτήσης είναι 5000m, σε πόση ώρα θα ακούσει παρατηρητής στο έδαφος το αεροπλάνο από τη στιγμή που περνάει ακριβώς από πάνω του;



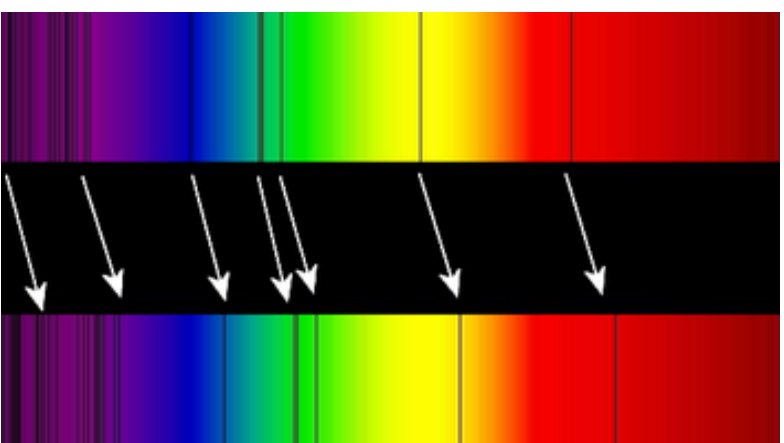
**CINE** 0- 20.6  
- 5-  
- 10-  
-20.6



[PD] G50/P100  
/100dB/FA2  
[C] G50/1.5KHz  
/Sen15/FA2/F1

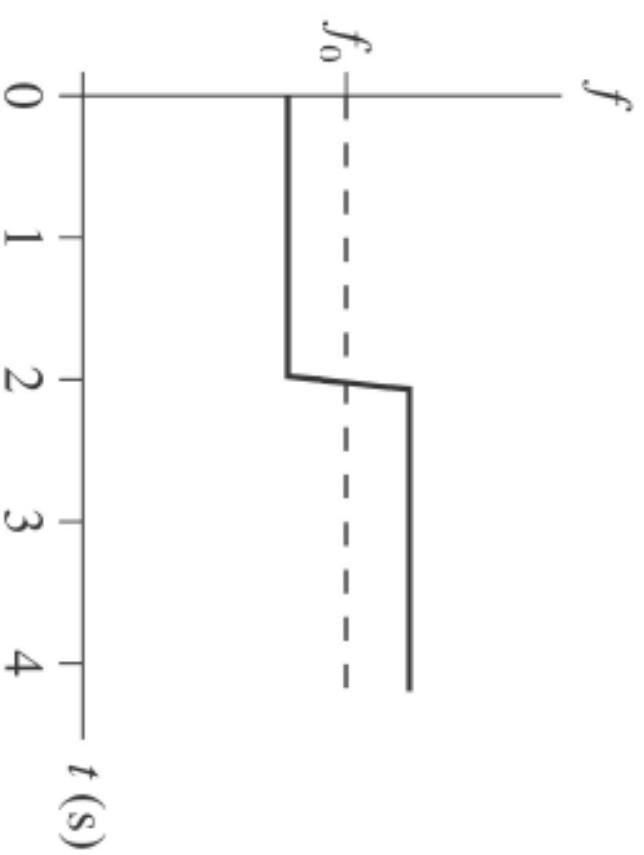
# Hepatic veins Color Doppler

Scale Baseline Filter Invert



Ανάλογα με το αν πλησιάζουν ή απομακρύνονται αστέρια προς ή από τον ήλιο το φάσμα μετατοπίζεται προς το μπλε ή το κόκκινο.

- Ένα πουλί πετάει προς ακίνητο παρατηρητή εκπέμποντας συχνότητα 1250Hz. Εάν η συχνότητα που ανταλαμβάνεται ο παρατηρητής είναι 1290 Hz, ποια η ταχύτητα του πουλιού;
- Η νυχτερίδα «βλέπει» εκπέμποντας παλμούς υπερήχων και ανιχνεύοντας τις ανακλάσεις τους. Η συχνότητα ενός τέτοιου παλμού είναι 25kHz. Με τι ταχύτητα και προς ποια κατεύθυνση θα πρέπει να πετάει μια νυχτερίδα για να μπορούμε να ακούσουμε τον παλμό.



Στέκεστε ακίνητοι και ακούτε έναν ήχο που εκπέμπεται με συχνότητα  $f_0$ . Το διάγραμμα αναπαριστά τη συχνότητα που ακούτε για χρονικό διάστημα 4 sec. Περιγράψτε την κίνηση της πηγής.

- Ακίνητος αισθητήρας εκπέμπει ηχητικά κύματα συχνότητας 0,150MHz. Τα κύματα ανακλάται σε φορτηγό που πλησιάζει με ταχύτητα 45m/s. Τι συχνότητα ανιχνεύει ο αισθητήρας;
- Για υπερηχογράφημα εμβρύου χρησιμοποιείται συχνότητα 2MHz. Το κύμα ανακλάται από την καρδιά του εμβρύου. Ο αισθητήρας του υπερηχοτομογράφου ανιχνεύει συχνότητα που διαφέρει κατά 85Hz από την εκπεμπόμενη. Η ταχύτητα του ήχου στο ανθρώπινο σώμα είναι 1540m/s. Ποια η ταχύτητα του τοιχώματος της καρδιάς τη στιγμή της μέτρησης;
- Δυο φορτηγά κινούνται το ένα προς το άλλο με ίδιες, σταθερές ταχύτητες. Ο οδηγός του ενός φορτηγού ακούει την κόρνα του άλλου με συχνότητα 1,14 φορές μεγαλύτερη από την συχνότητα που ακούει όταν τα φορτηγά είναι ακίνητα. Με πόση ταχύτητα κινούνται;