

ΥΛΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Περι ήχου
Ηχητικά κύματα -- ορισμοί
Διάδοση ήχου στον αέρα
Μέτρηση έντασης ήχου (decibel)
Απορρόφηση ήχου σε δομικά υλικά
Ακουστική μικρών χώρων

ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

Φως

Φωτομετρικά μεγέθη – μονάδες
Απόδοση συσκευών φωτισμού
Φωτισμός χώρων

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Παραγωγή και διάδοση ΗΜ ακτινοβολίας
Ενεργειακό ισοζύγιο συστημάτων
Κλιματικές αλλαγές

1^ο ΜΑΘΗΜΑ

1) ΕΙΔΗ ΚΥΜΑΤΩΝ

2) ΗΧΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

3) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

ΠΙΕΣΗ

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ

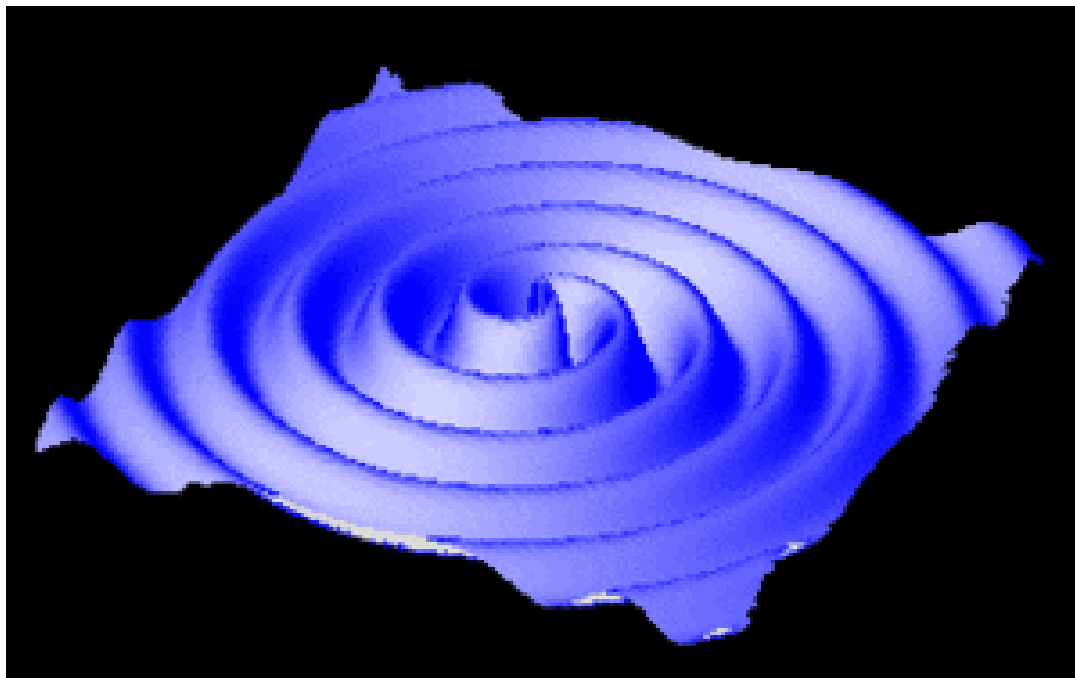
ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ

ΤΑΧΥΤΗΤΑ

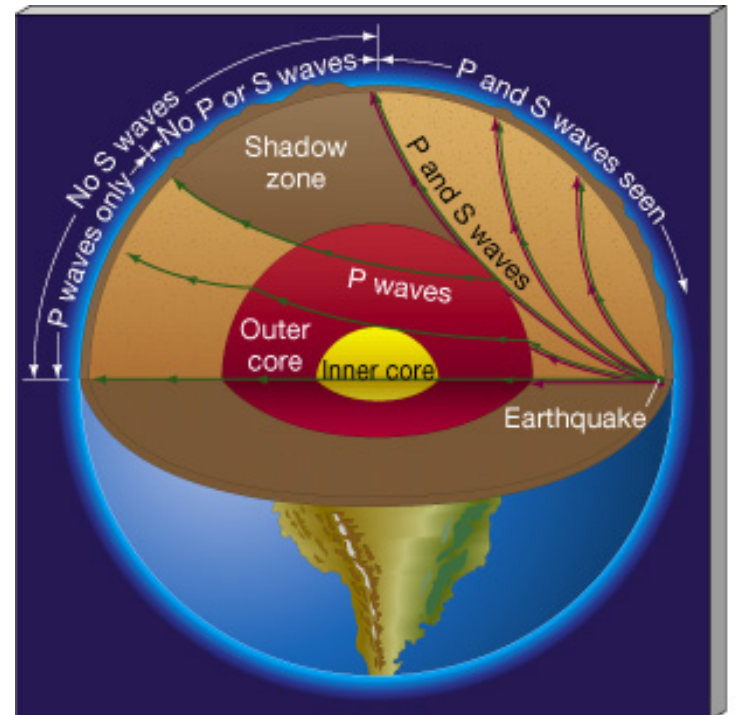
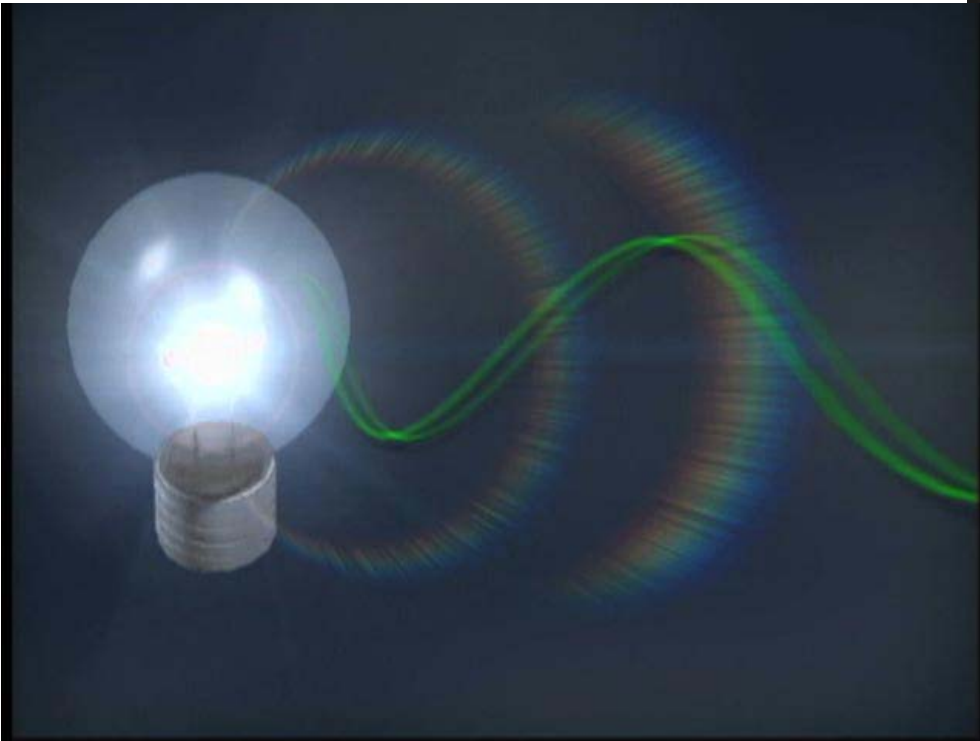
Κύμα μια διαταραχή
που μεταδίδεται



"The Great Wave Off Kanagawa," by Katsushika Hokusai (1760-1849).

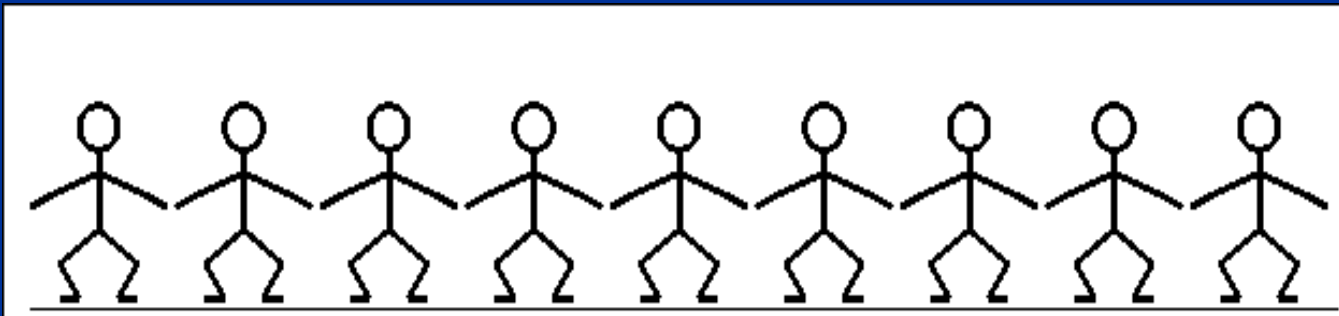


στο χώρο και
το χρόνο



ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

ΓΗΠΕΔΟ



Χρειάζεται υλικό μέσο για τη διάδοση του κύματος

Κύμα διαδίδεται από αριστερά προς δεξιά.

Δεν έχουμε μετακίνηση ανθρώπων.

Με το κύμα μεταβιβάζεται ενέργεια χωρίς μεταφορά ύλης

ΚΥΜΑΤΑ

ΣΧΟΙΝΙ

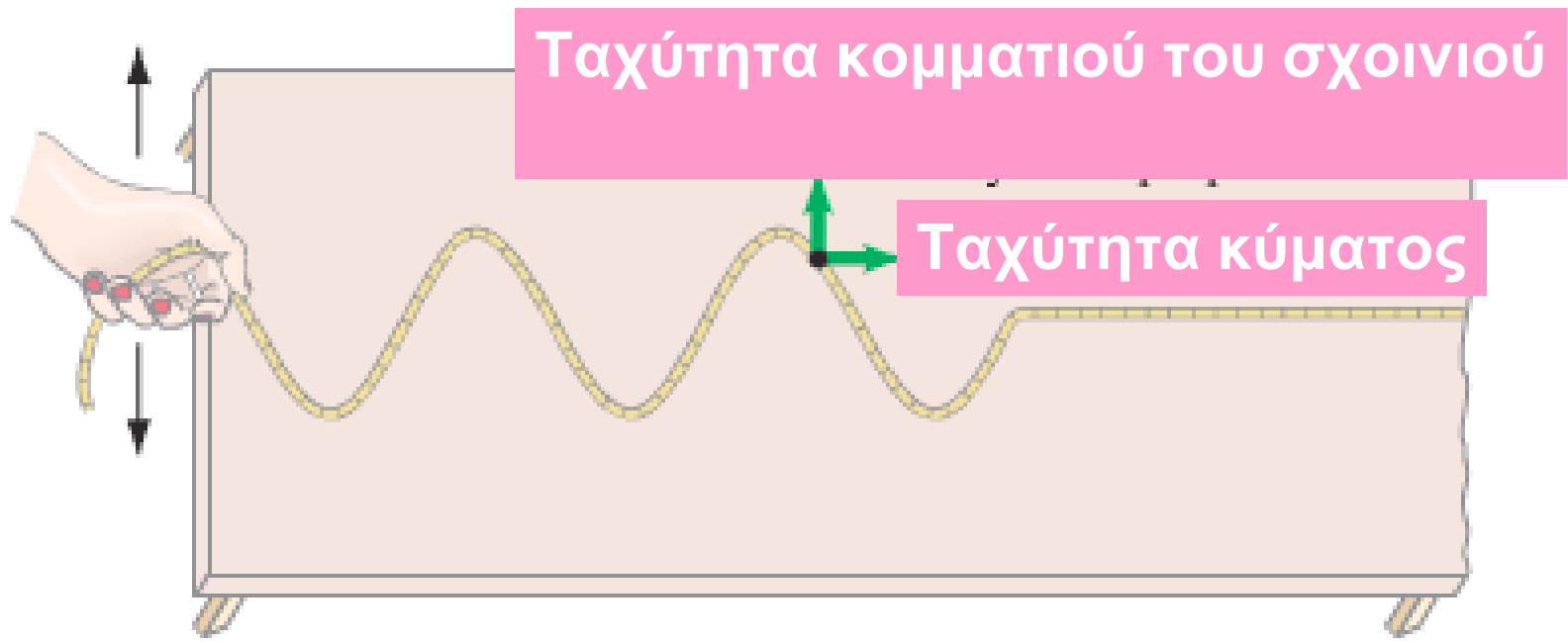


Χρειάζεται υλικό μέσο για τη διάδοση του κύματος

Κύμα διαδίδεται από αριστερά προς δεξιά.

Δεν έχουμε οριζόντια μετακίνηση σχοινιού.

Με το κύμα μεταβιβάζεται ενέργεια χωρίς μεταφορά ύλης



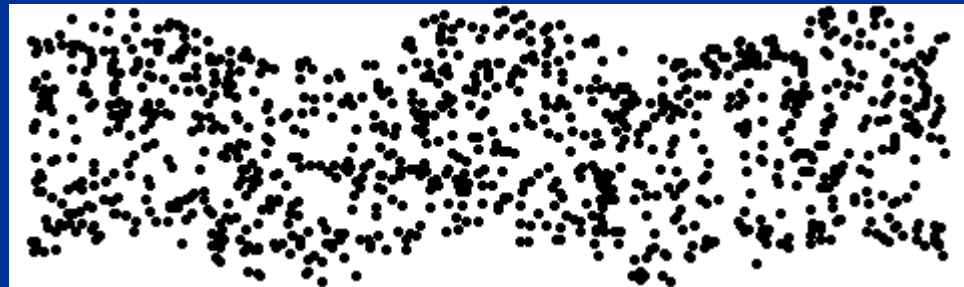
Η ταχύτητα του κύματος διαφέρει από την ταχύτητα των τμημάτων του σχοινιού και στη διεύθυνση και στο μέτρο

Τι είναι τα μηχανικά κύματα?

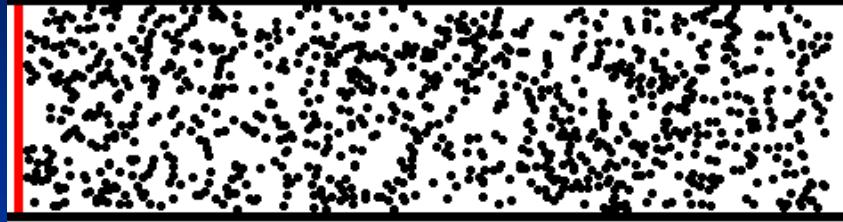
Μηχανικά κύματα είναι διαταραχές που χρειάζονται κάποιο μέσο (στερεό υγρό ή αέριο) για να διαδοθούν.

Ποια είναι τα δύο είδη μηχανικών κυμάτων;

Εγκάρσια κύματα



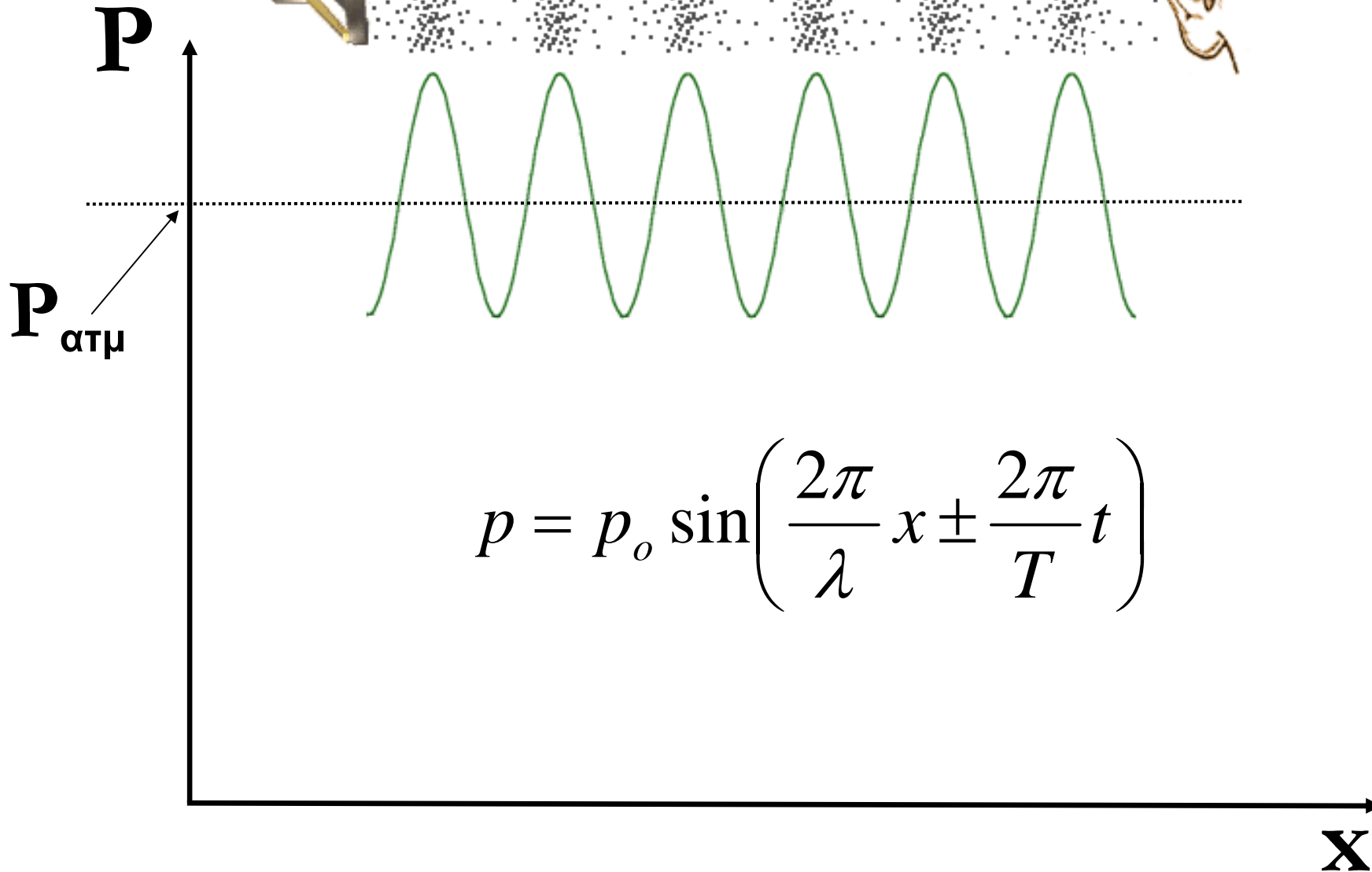
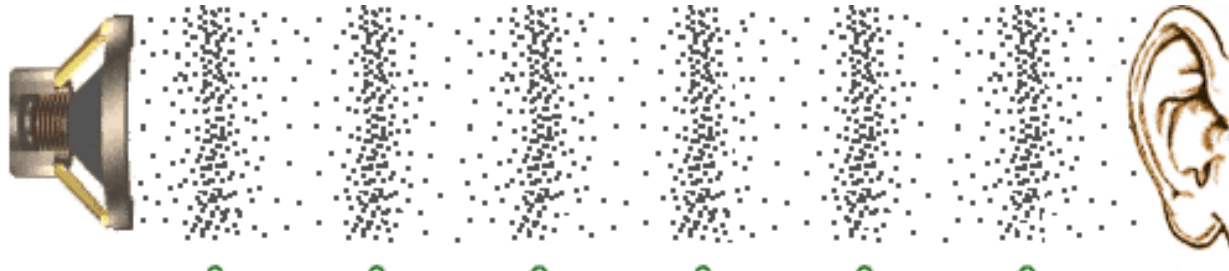
Στο εγκάρσιο κύμα η ύλη ταλαντώνεται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος



Διαμήκη κύματα (κύματα συμπύκνωσης)

Στο διαμήκες κύμα η ύλη ταλαντώνεται κατά την διεύθυνση διάδοσης του κύματος

ΔΙΑΜΗΚΕΣ ΗΧΗΤΙΚΟ ΚΥΜΑ

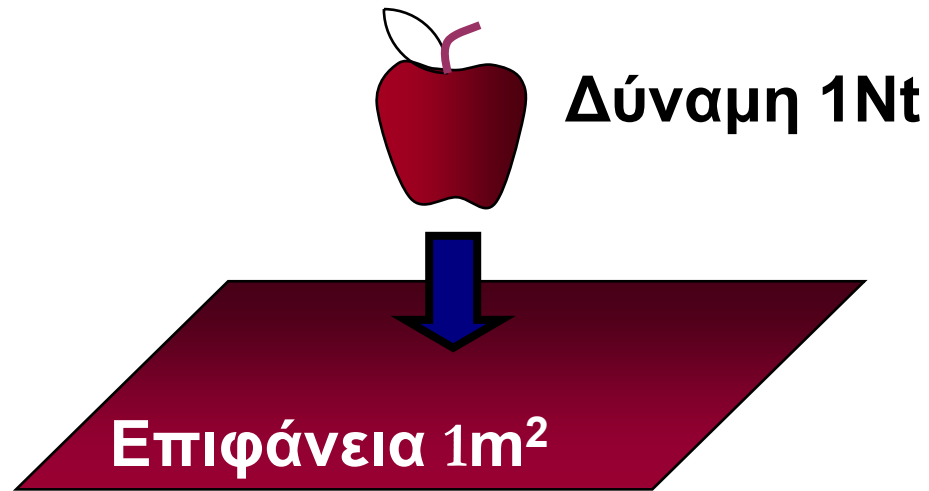


Πίεση = Δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας

$$P = \frac{F}{A}$$

Μονάδα πίεσης στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI) είναι:

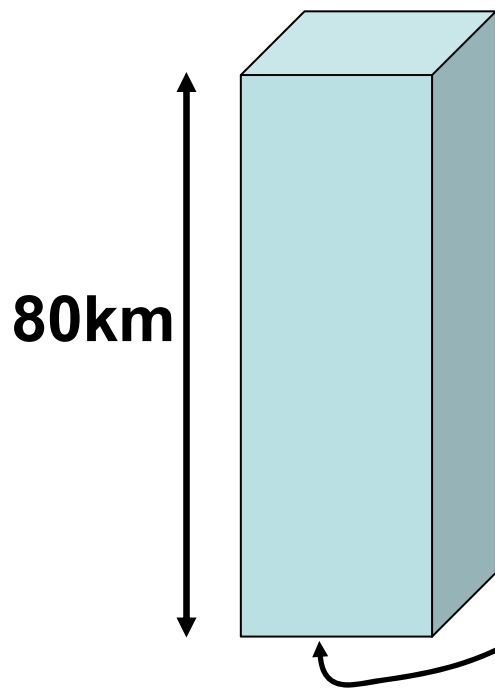
$$\text{Pascal (PA)} = \frac{\text{Nt}}{\text{m}^2}$$



Πίεση 1Pa

Πυκνότητα αέρα : $1,29 \frac{Kgr}{m^3}$

Πόσο ζυγίζει ο αέρας ενός κυβικού ντεπόζιτου νερού με ακμή 1 μέτρο;



Ατμοσφαιρική πίεση

$$P_{\alpha\tau\mu} = 1,013 \cdot 10^5 Pa \approx 100kPa$$

Το ανθρώπινο αυτί ανιχνεύει μεταβολές πίεσης 20μPa



Γιατί δεν καρφώνουν τα πόδια στο χιόνι;



Γιατί καρφώνουν ασκώντας σχετικά μικρή δύναμη π.χ. σ' ένα ξύλο;



Ένα καλό μαχαίρι με σχετικά μικρή δύναμη πρέπει να σκίζει την τροφή

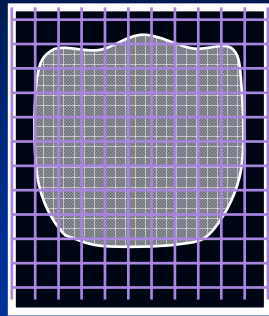


*Ποιος κάτω
από τα*

*πόδια του
ασκεί τη*

*μεγαλύτερη
πίεση;*





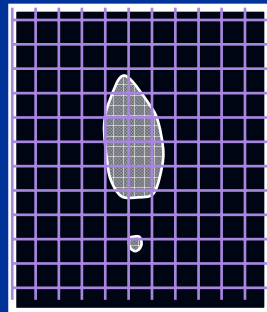
Μάζα ελέφαντα: 2000Kgr

$\Delta \upsilon \nu α μ \eta = mg = 19,600 N$

Πόδι ελέφαντα: 20cm x 20cm

Επιφάνεια = 0.04 m²

$$p = 19600 / (4 \times 0.04) = 123 \text{ kPa}$$



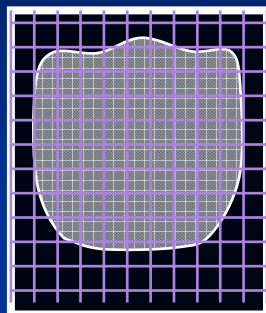
Μάζα γυναίκας: 50Kgr

$\Delta \upsilon \nu α μ \eta = mg = 491 N$

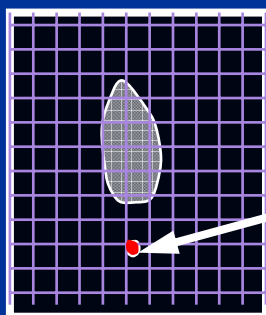
Πόδι γυναίκας: 15cm x 6cm

Επιφάνεια = 0.009 m²

$$p = 491 / (2 \times 0.009) = 27 \text{ kPa}$$



$$p = 123 \text{ kPa}$$



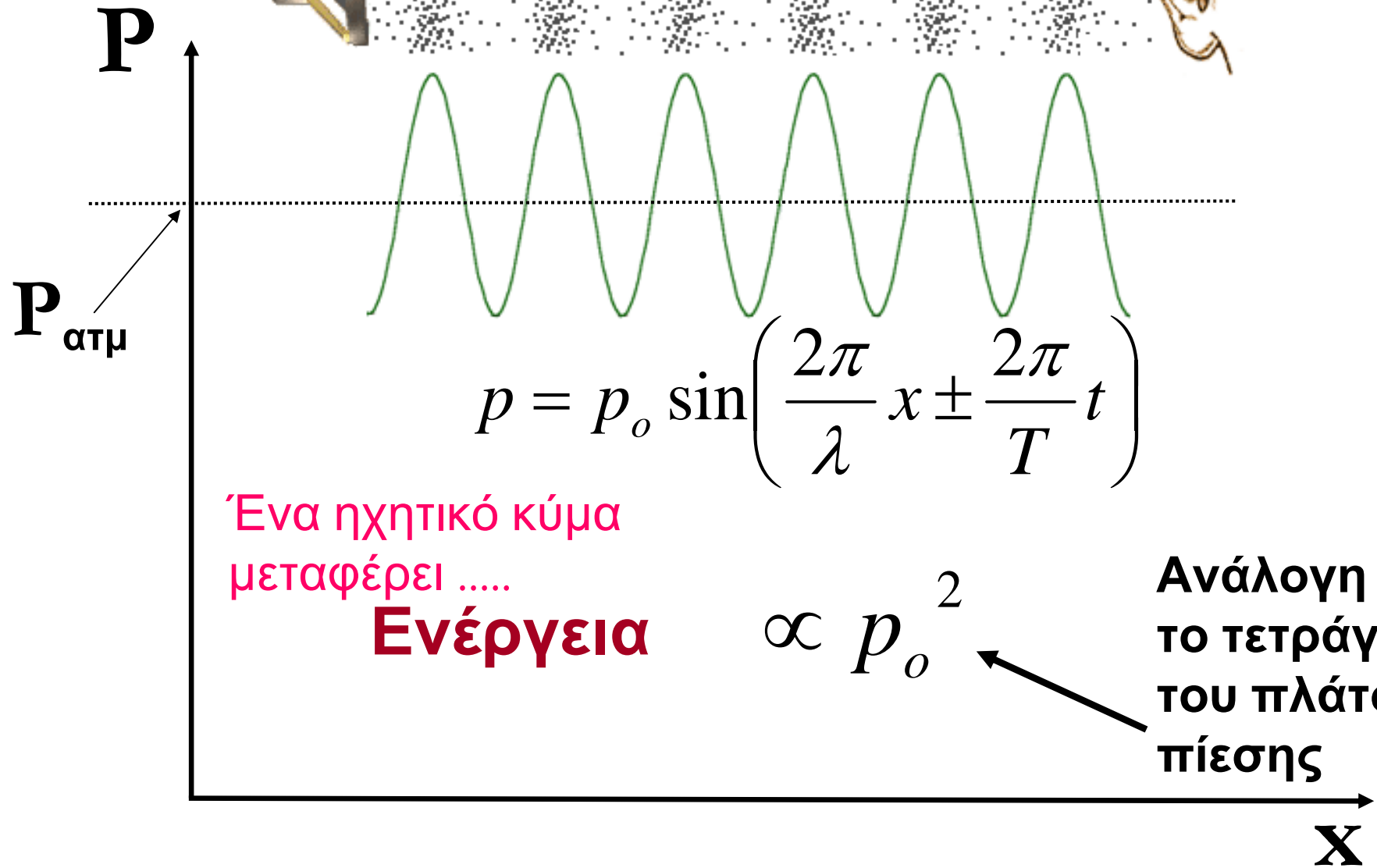
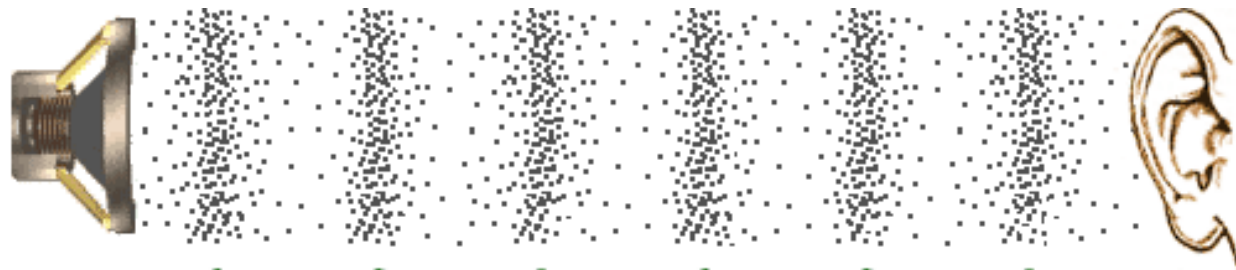
$$p = 27 \text{ kPa}$$

$$\Delta \nu \alpha \mu \eta = 491 \text{ N}$$

$$\text{Επιφάνεια}$$

$$\text{τακουνιού} = .0001 \text{ m}^2$$

$$p = 491 / (2 \times 0.0001) = 2455 \text{ kPa}$$



$P_{\alpha\tau\mu}$

$$p = p_o \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x \pm \frac{2\pi}{T} t\right)$$

Ένα ηχητικό κύμα
μεταφέρει
Ενέργεια

$$\propto p_o^2$$

Ανάλογη με
το τετράγωνο
του πλάτους
πίεσης

Για να περιγράψω πως ένας ήχος λαμβάνεται από αισθητήρα δε μου αρκεί μόνο η ενέργεια που μεταφέρει το ηχητικό κύμα.

Σημαντικό ρόλο παίζουν ακόμη:

Ο χρόνος που μαζεύει ενέργεια ο αισθητήρας

Η επιφάνεια συλλογής ενέργειας του αισθητήρα



Ένταση ηχητικού κύματος

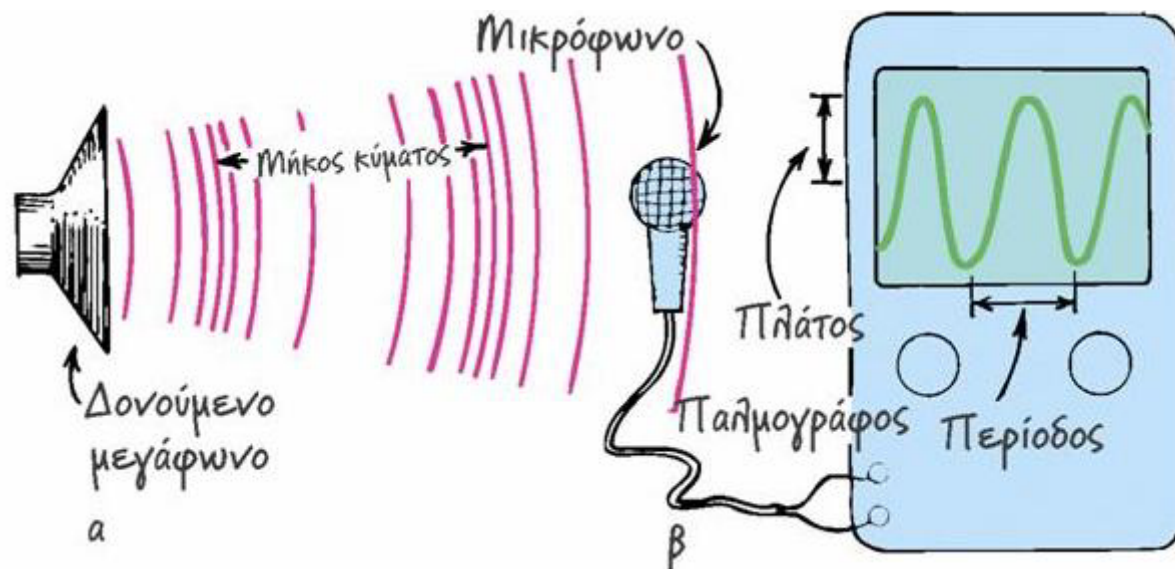
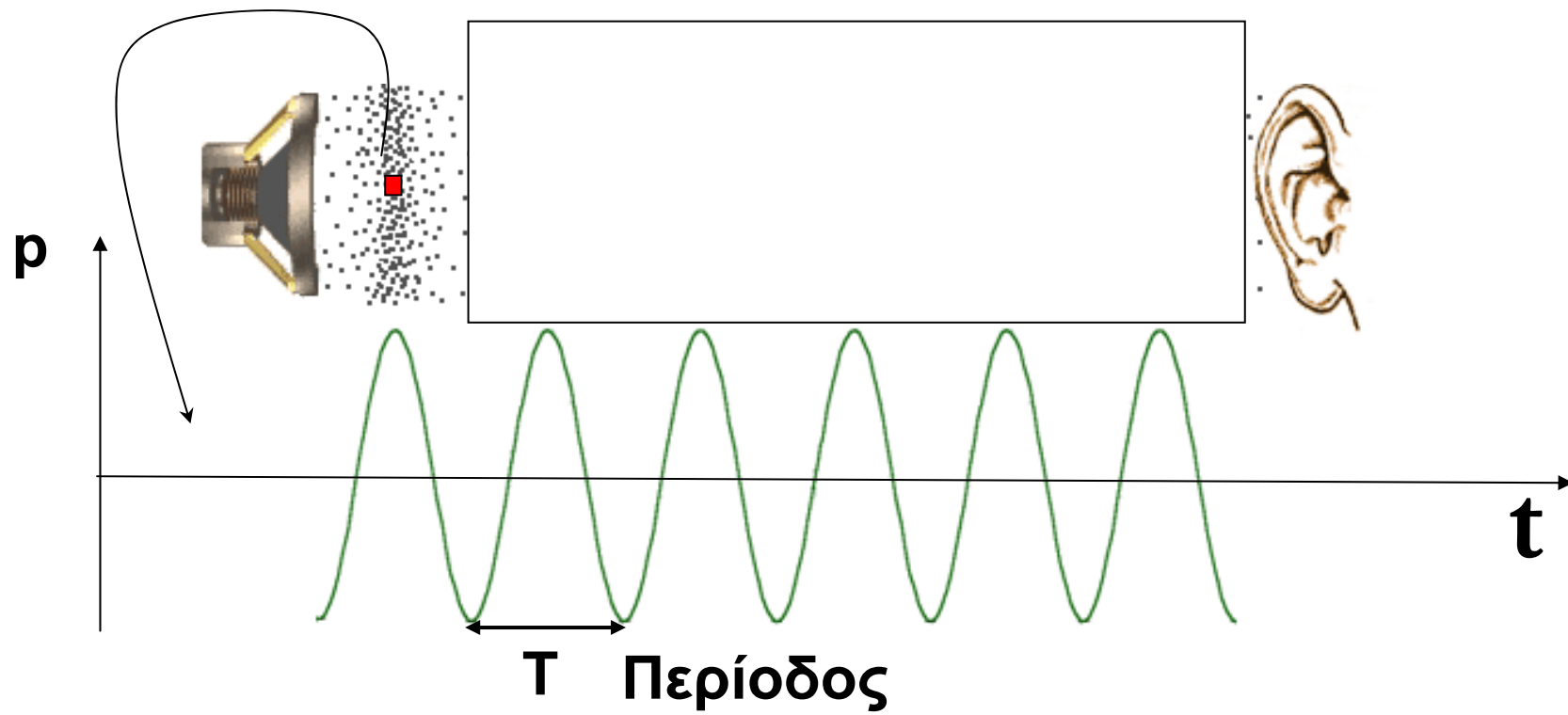
Τα ηχητικά κύματα μεταφέρουν ενέργεια από μια περιοχή του χώρου σε άλλη

ΟΡΙΣΜΟΣ: Ονομάζουμε **ΕΝΤΑΣΗ ΚΥΜΑΤΟΣ** το ρυθμό με τον οποίο μεταφέρεται ενέργεια από το κύμα ανά μονάδα εμβαδού μέσα από μια επιφάνεια κάθετη στη διάδοσή του.

$$I = \frac{E / t}{A} = \frac{P}{A}$$

Μονάδα μέτρησης

$$\frac{\text{Joule} / \text{sec}}{\text{m}^2} \equiv \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2}$$



$$\frac{1}{T} = f$$

Συχνότητα
Μονάδα: Hz

Ανθρώπινο αυτί : 20Hz – 20kHz

Μπάσος : 90Hz – 400Hz

Υψίφωνος : 250Hz – 1400Hz

Πιάνο : 30Hz – 4100Hz

Ανθρώπινο αυτί : 20Hz – 20kHz

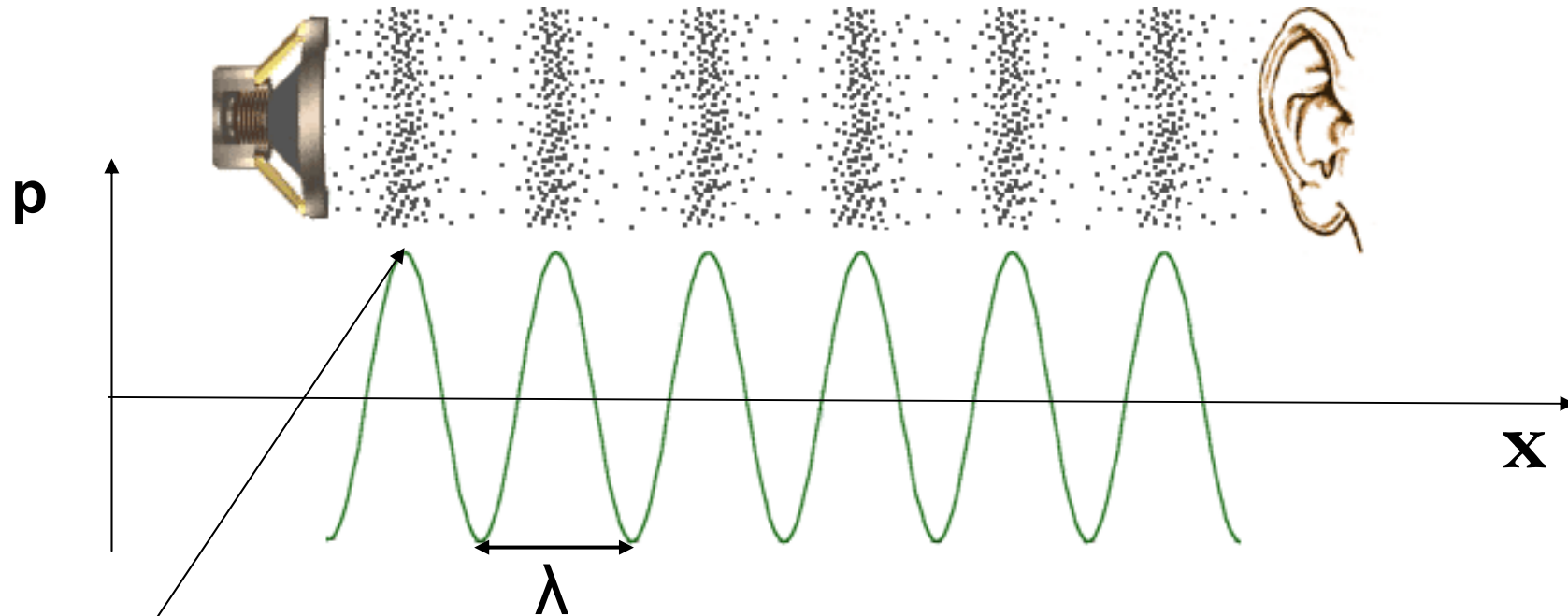
Ήχοι με συχνότητες μικρότερες από 20Hz λέγονται
υπόηχοι

Ελέφαντες και κροκόδειλοι χρησιμοποιούν υπόηχους

Ήχοι με συχνότητες μεγαλύτερες από 20kHz λέγονται
υπέρηχοι

Νυχτερίδα : 1kHz – 120kHz

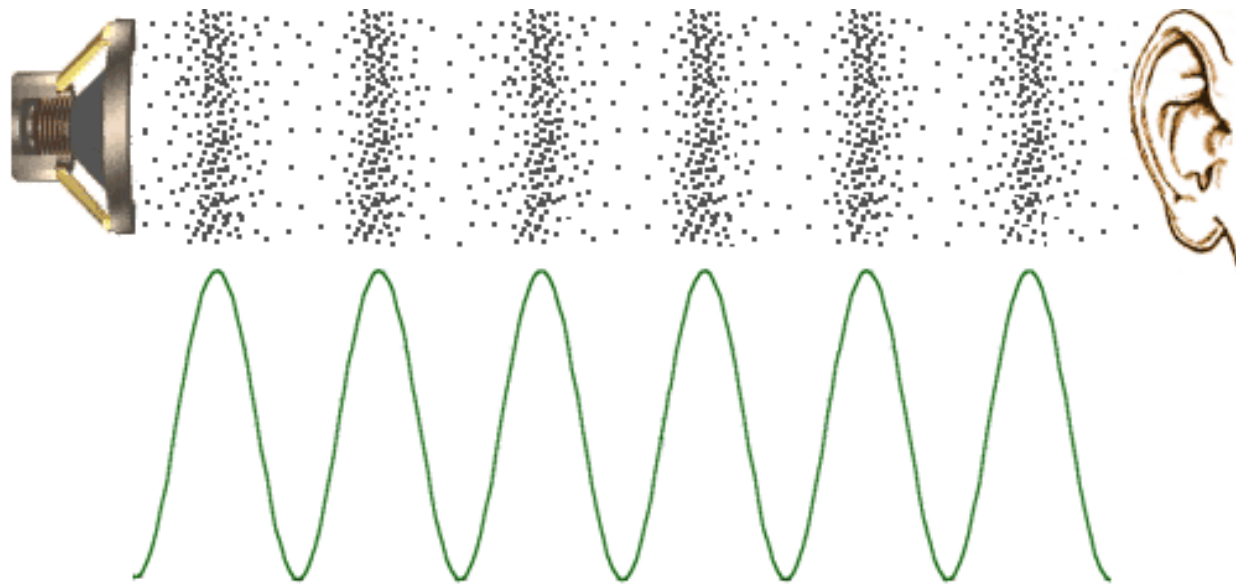
μήκος κύματος λ



p_0

μήκος κύματος : απόσταση ανάμεσα

$$p = p_0 \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} x \pm \frac{2\pi}{T} t\right)$$



**Η ταχύτητα του ήχου σε ένα μέσο
εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου**

Για διάδοση ήχου σε αέριο: $v_{\eta\chi} = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} \Leftrightarrow v_{\eta\chi} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{MB}}$

$$\gamma = 1.4$$

$$R = 8.315 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Προσεγγιστικά για τον αέρα:

$$v_{\eta\chi} = (331 + 0.6 \cdot \theta) \frac{m}{sec}$$

Θερμοκρασία αέρα σε °C

Υλικό	Ταχύτητα ήχου (m/s)
<i>Αέρια</i>	
Αέρας (20 °C)	344
Ήλιον (20 °C)	999
Υδρογόνο (20 °C)	1330
<i>Υγρά</i>	
Υγρό ήλιον (4 K)	211
Υδράργυρος (20 °C)	1451
Νερό (0 °C)	1402
Νερό (20 °C)	1482
Νερό (100 °C)	1543
<i>Στερεά</i>	
Βηρύλλιο	12 870
Κόκκαλο	3445
Ορείχαλκος	3480
Γυαλί pyrex	5170
Πολυστυρένιο	1840
Χάλυβας	5000

Πρόβλημα

Έρχεται καταιγίδα. Βλέπεις μια αστραπή και έπειτα από 3sec ακούς τη βροντή.

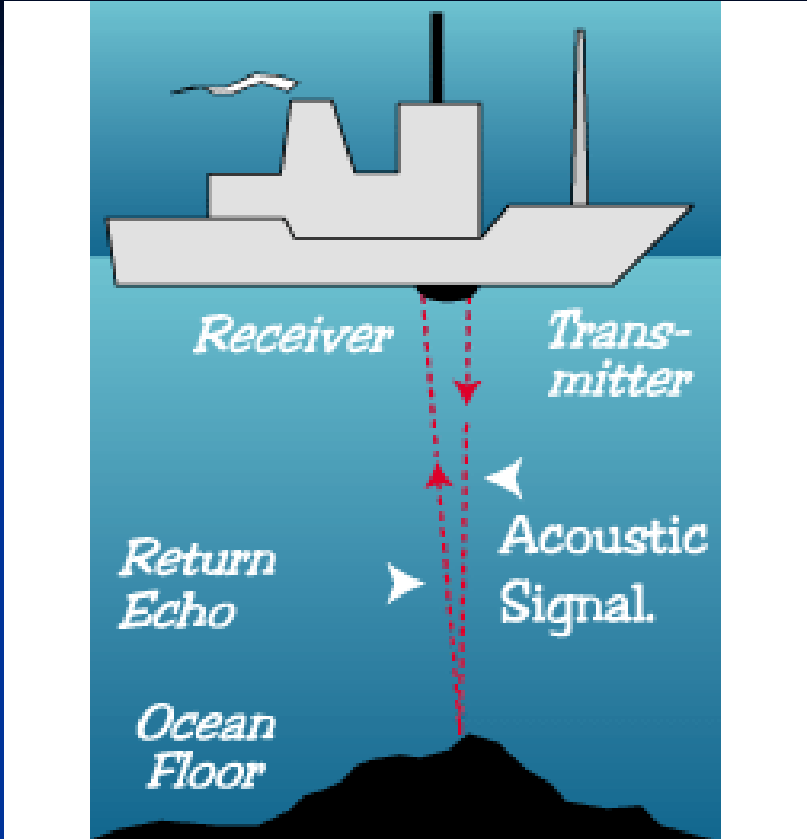
Πόσο απέχει η καταιγίδα;

Φως και ήχος είναι «δίδυμα»

Η ταχύτητα του φωτός (αστραπή) είναι:

Αν υποθέσουμε μια θερμοκρασία ατμόσφαιρας 10°C η ταχύτητα του ήχου είναι:

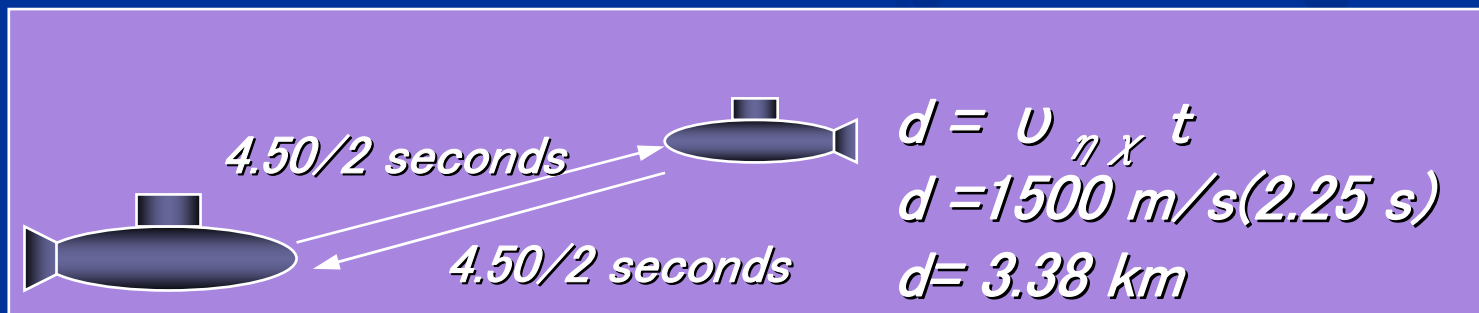
Απόσταση καταιγίδας $d = u_{\eta\chi} t = \dots\dots\dots$



Πρόβλημα

Το sonar ενός υποβρυχίου στέλνει ηχητικό παλμό στη θάλασσα και λαμβάνει την ηχώ καθώς ο ήχος ανακλάται σε άλλο υποβρύχιο που πλέει εκεί κοντά, αφού περάσουν 4,5 sec. Ποια η απόσταση των δύο υποβρυχίων;

(Ταχύτητα ήχου στο νερό: 1500 m/s)



Το μήκος κύματος και η συχνότητα ενός ηχητικού κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογα.

Ισχύει

$$\lambda = \frac{v_{\eta\chi}}{f}$$

Για συχνότητα 50Hz το μήκος κύματος είναι: 6,86 m

Για συχνότητα 1000Hz το μήκος κύματος είναι: 0,34 m

Εγκάρσια - διαμήκη κύματα

Πίεση

Μήκος κύματος

Περίοδος

Πλάτος πίεσης

Ταχύτητα διάδοσης ηχητικού κύματος

$$P = \frac{F}{A}$$

$$\frac{1}{T} = f$$

$$\lambda = \frac{v_{\eta\chi}}{f}$$

Προσεγγιστικά για τον αέρα:

$$v_{\eta\chi} = (331 + 0.6 \cdot \theta) \frac{m}{sec}$$

Θερμοκρασία αέρα σε °C

ΤΕΛΟΣ