

Κεφάλαιο 5^ο: Μηχανικά Κύματα

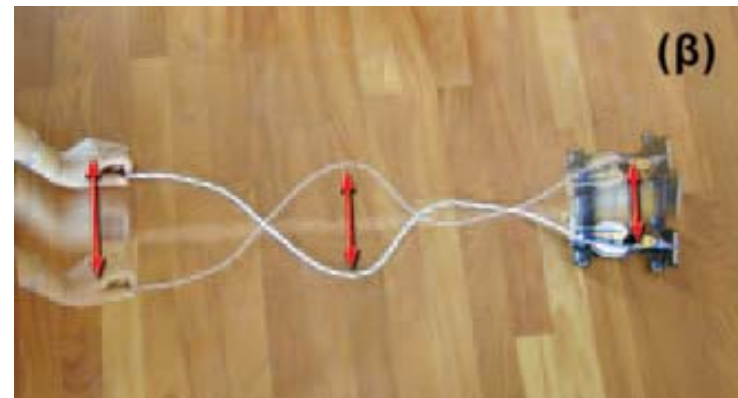
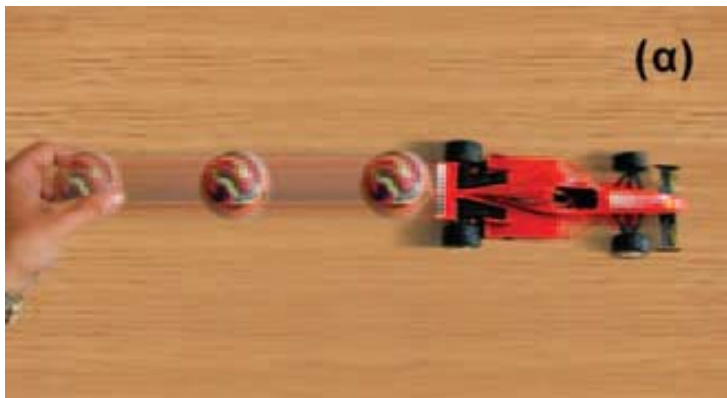
Φυσική Γ' Γυμνασίου

Βασίλης Γαργανουράκης

<http://users.sch.gr/vgargan>

Εισαγωγή

- Η ενέργεια μεταφέρεται με
 - Μεταφορά μάζας
 - Κύματα
- Μέσω του σκοινιού διαδίδεται ένα κύμα το οποίο μεταφέρει ενέργεια

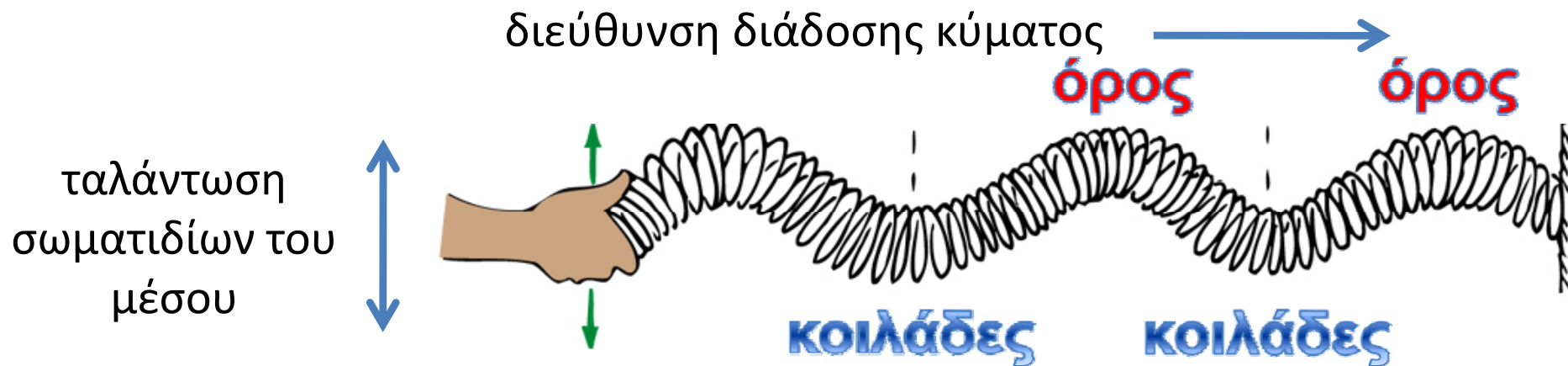


Μηχανικά κύματα

- **Μηχανικά κύματα** : τα κύματα που μεταφέρουν μηχανική ενέργεια.
 - στο νερό, τα κύματα που διαδίδονται κατά μήκος ενός σκοινιού ή ελατηρίου, τα ηχητικά και τα σεισμικά κύματα
 - **Ηλεκτρομαγνητικά κύματα**: τα κύματα που μεταφέρουν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια
- **Μέσο διάδοσης του κύματος**: Το υλικό μέσα που απαιτείται για τη δημιουργία κάθε είδους μηχανικού κύματος
 - νερό, σκοινί, ελατήριο, αέρας, έδαφος
- **Χαρακτηριστικά μηχανικών κυμάτων**:
 - Διαδίδονται μέσα στα υλικά μέσα.
 - Μεταφέρουν μηχανική ενέργεια.

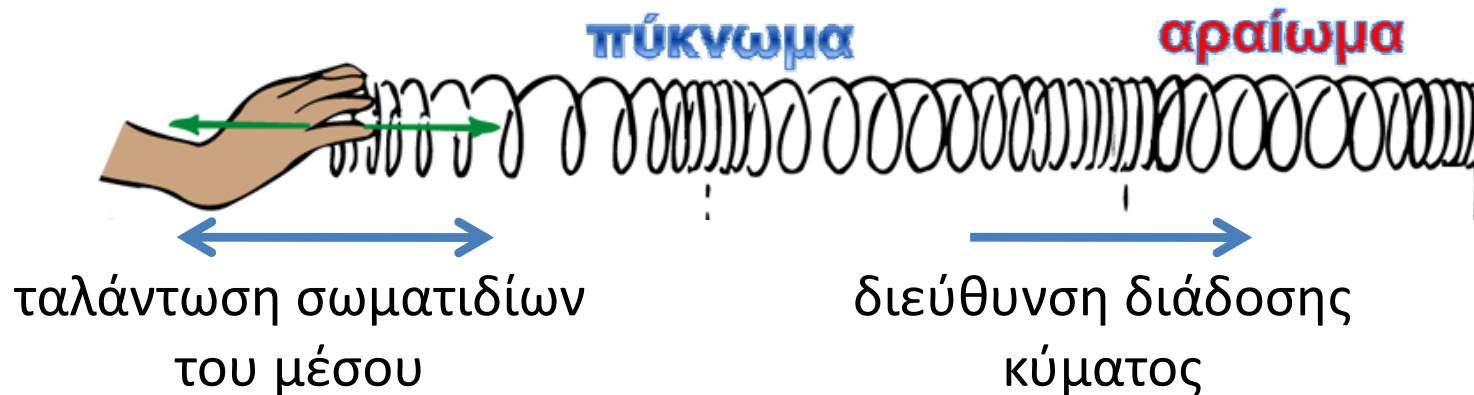
Είδη Κυμάτων

- Διακρίνουμε δύο βασικούς τύπους κυμάτων ανάλογα με τον τρόπο κίνησης των σωματιδίων του μέσου διάδοσης.
- **Εγκάρσια:** Τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
 - Κύμα σε σχοινί, χορδές της κιθάρας
 - διαδίδονται στα στερεά και υγρά



Είδη Κυμάτων

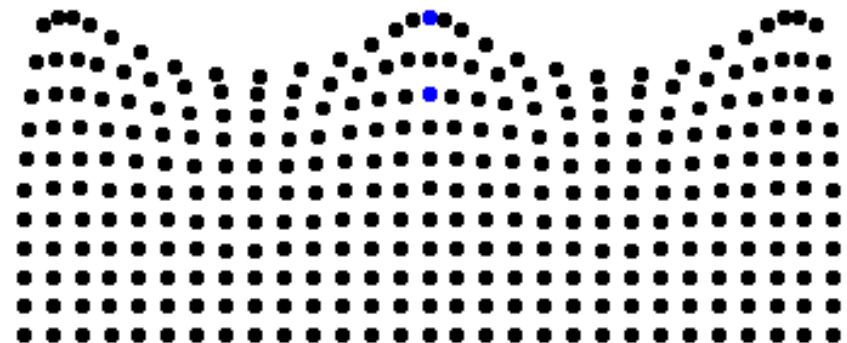
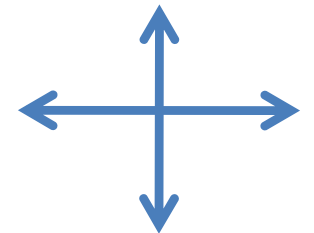
- **Διαμήκη κύματα:** τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται κατά την ίδια διεύθυνση που διαδίδεται το κύμα.
 - Κύματα ηχητικά, σε ελατήριο
 - διαδίδονται στα στερεά, στα υγρά και στα αέρια.



Είδη Κυμάτων

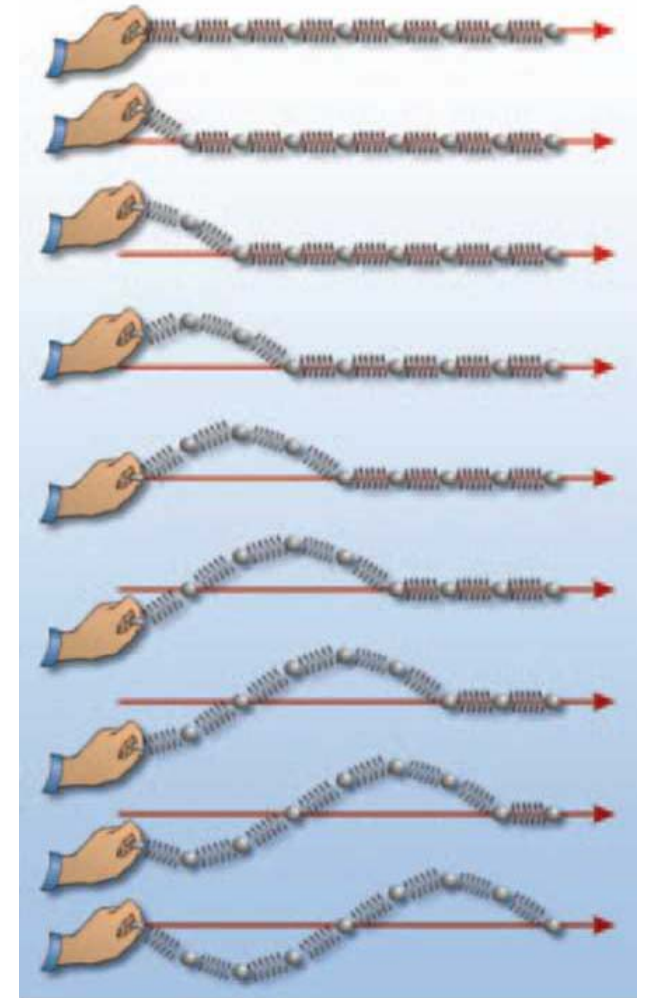
- **Επιφανειακά κύματα:** τα κύματα που δημιουργούνται στην επιφάνεια του νερού.
 - μίγμα εγκαρσίων και διαμηκών κυμάτων: κυκλική κίνηση σωματιδίων

ταλάντωση σωματιδίων
του μέσου



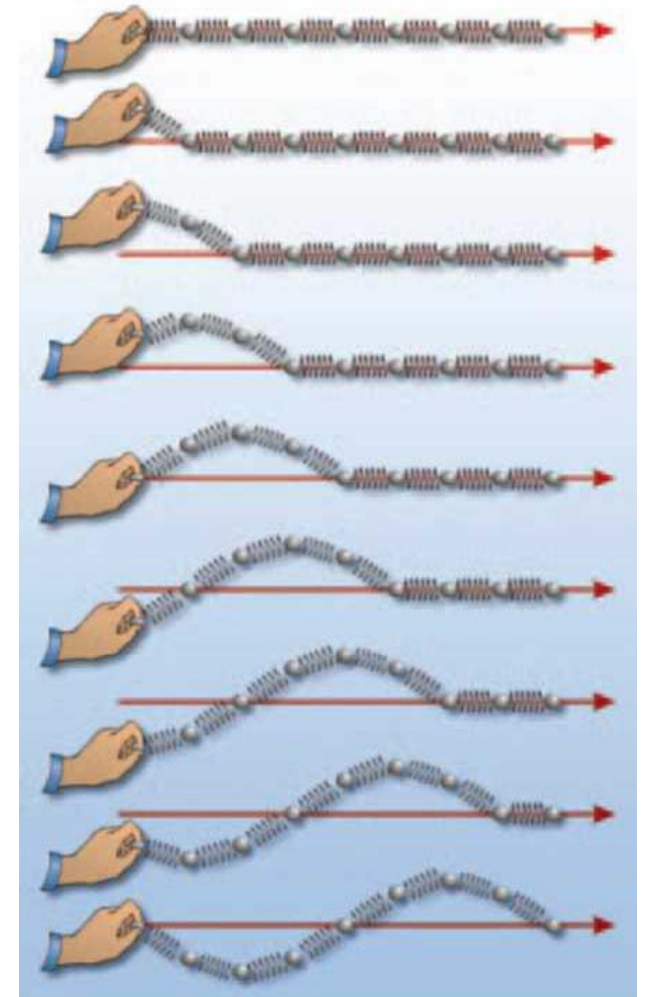
Παραγωγή Κυμάτων

- Τίναξε απότομα το άκρο και επανάφερε το γρήγορα στη αρχική του θέση.
- Κάθε σφαιρίδιο του ελατηρίου βρισκόταν αρχικά σε ισορροπία.
- Όταν φθάσει σ' αυτό ο παλμός, τότε μετατοπίζεται από τη θέση όπου ισορροπούσε.
- Η διαταραχή δεν είναι παρά η μετατόπιση των σφαιριδίων του ελατηρίου από τη θέση ισορροπίας τους.



Παραγωγή Κυμάτων

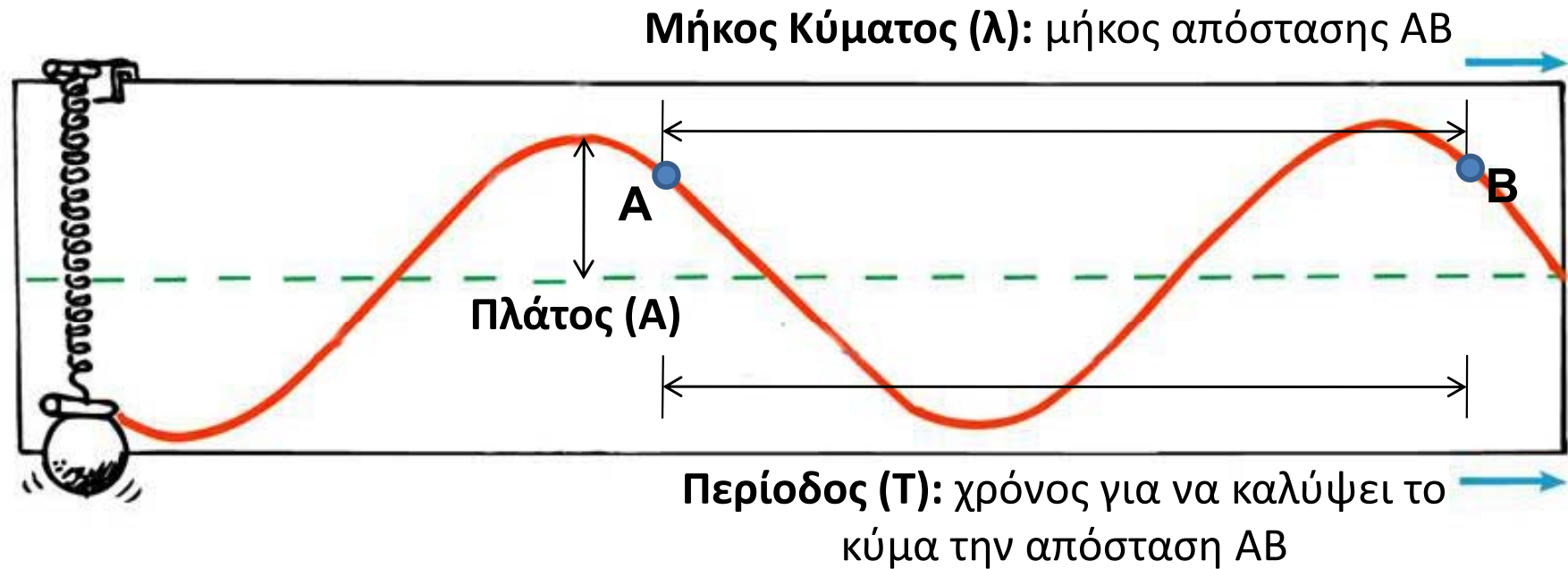
- Λέμε τότε ότι ένα **κύμα** διαδίδεται κατά μήκος του ελατηρίου.
- Το **κύμα μεταφέρει ενέργεια** σε κάθε σφαιρίδιο του ελατηρίου **χωρίς να μεταφέρει ύλη**.
- Μια **πηγή που ταλαντώνεται** μπορεί να παράγει κύμα.
- Η **ενέργεια που μεταφέρει το κύμα** προσφέρεται από την πηγή.



Χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος

- **Περίοδος (T):** ο χρόνος για να εκτελέσουν τα σωματίδια μία πλήρη ταλάντωση
- **Συχνότητα (f):** αριθμός ταλαντώσεων των σωματιδίων προς το χρόνο
- **Πλάτος (A):** μέγιστη απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας) ταλάντωσης των σωματιδίων
- **Ταχύτητα διάδοσης (v_{δ}):** η ταχύτητα που διαδίδεται το κύμα στο μέσο
- **Μήκος κύματος (λ):** μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων με την ίδια απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας και την ίδια κατεύθυνση κίνησης

Χαρακτηριστικά μεγέθη εγκάρσιου κύματος

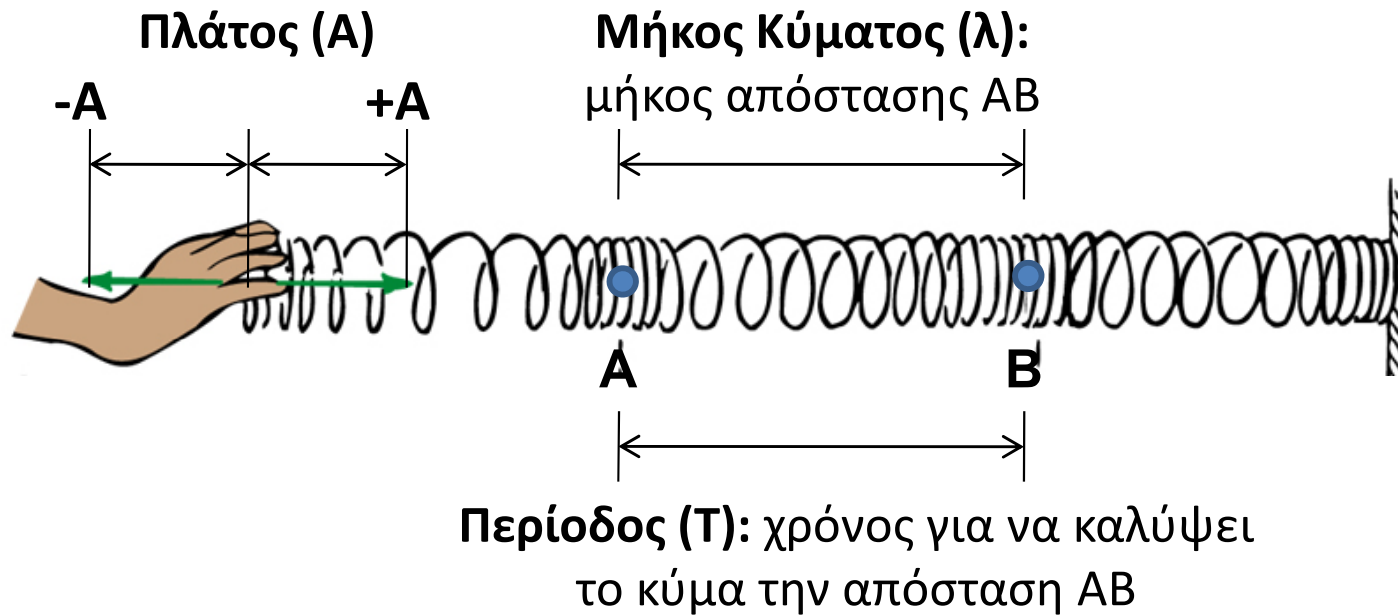


• Συχνότητα: $f = \frac{1}{T}$

• Ταχύτητα διάδοσης: $v_{\delta} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$

Θεμελιώδης νόμος
της κυματικής

Χαρακτηριστικά μεγέθη διαμήκους κύματος



- Συχνότητα:

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

- Ταχύτητα διάδοσης:

$$v_{\delta} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

**Θεμελιώδης νόμος
της κυματικής**

Θεμελιώδης νόμος της κυματικής

- **Θεμελιώδης νόμος της κυματικής:** Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος σ' ένα μέσο ισούται με το γινόμενο της συχνότητας του επί το μήκος κύματος.

$$v_{\delta} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$$

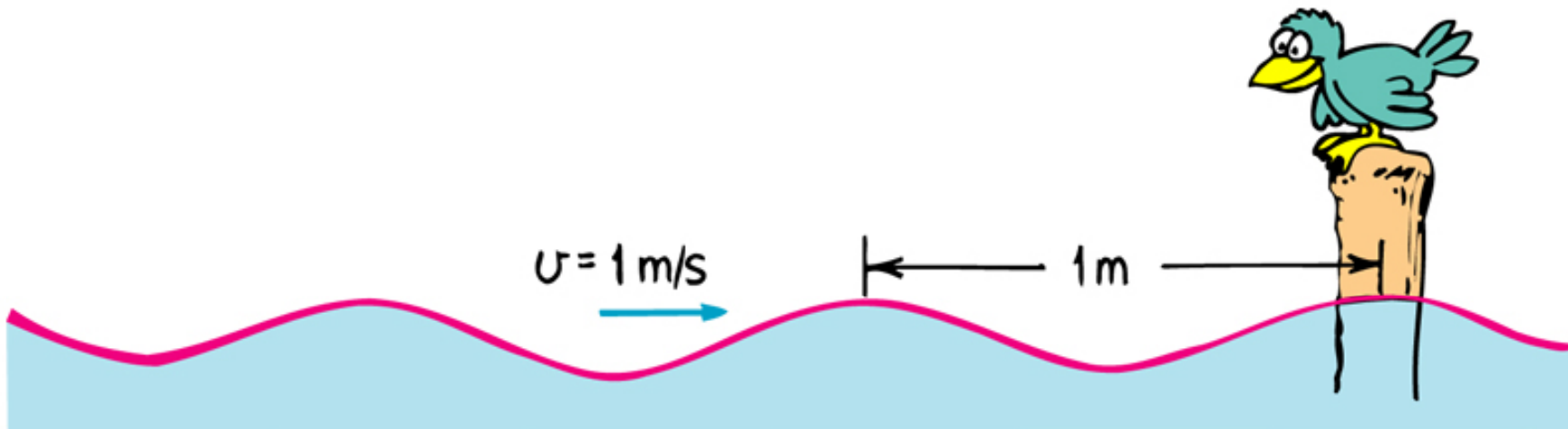
- Η ταχύτητα διάδοσης:
 - Δεν εξαρτάται από το πλάτος του κύματος (A).
 - Εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου διάδοσης (π.χ. σκληρό/μαλακό ελατήριο).

Παράδειγμα

- Να υπολογίσεις τη συχνότητα του παρακάτω κύματος
 - Μήκος κύματος: $\lambda = 1 \text{ m}$
 - Ταχύτητα διάδοσης του κύματος: $v = 1 \text{ m/s}$

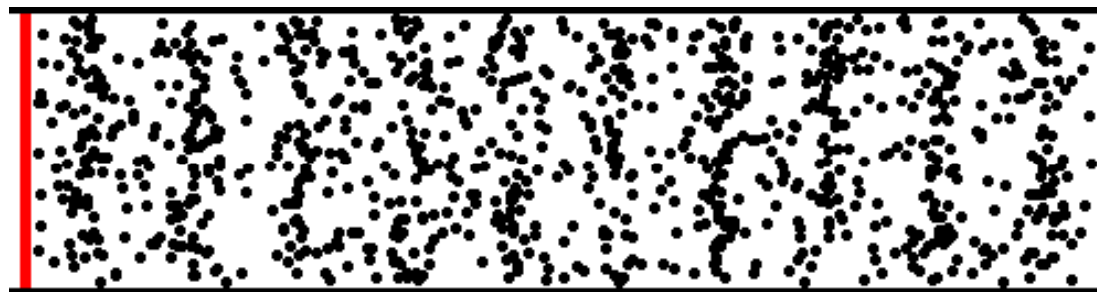
$$v_{\delta} = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{v_{\delta}}{\lambda} = \frac{1 \text{ m/s}}{1 \text{ m}} = 1 \text{ Hz}$$

- Παράδειγμα 5.1 (σελ 102)



Ήχος

- Όταν ένα σώμα ταλαντώνεται στον αέρα, αλληλεπιδρά με τα μόρια του και προκαλεί την κίνησή τους.
- Τα μόρια του αέρα πλησιάζουν ή απομακρύνονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα (διαμήκη κύματα).
- **Υπόηχοι:** ηχ. κύματα με συχνότητα μικρότερη των 20 Hz
- **Υπέρηχοι:** ηχ. κύματα με συχνότητα μεγαλύτερη των 20 kHz
- **Τα ηχητικά κύματα είναι μηχανικά κύματα:** πλάτος, συχνότητα, μήκος κύματος και ταχύτητα διάδοσης.



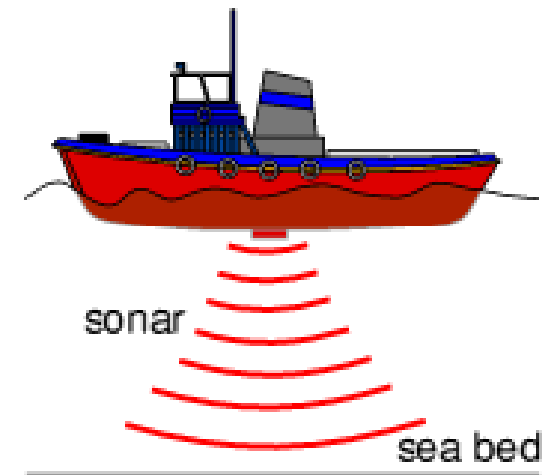
Διάδοση Ηχητικών κυμάτων

- Τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε όλα τα μέσα: στερεά, υγρά, αέρια.
 - Δεν διαδίδονται στο κενό γιατί εκεί δεν υπάρχουν μόρια αέρα.
 - Η ταχύτητα διάδοσης των ηχητικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη στα στερεά απ' ό τι στα υγρά και στα υγρά μεγαλύτερη απ' ό τι στα αέρια.
 - Η ταχύτητα τους αυξάνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του μέσου μέσα στο οποίο διαδίδονται.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ (m/s)	
Αέρια	
Αέρας (20°C)	344
Ήλιο (20°C)	999
Υδρογόνο (20°C)	1.330
Υγρά	
Υγρό ήλιο (269°C)	211
Υδράργυρος (20°C)	1.451
Νερό (0°C)	1.402
Νερό (20°C)	1.482
Νερό (100°C)	1.543
Στερεά	
Κόκαλο	3.445
Ορείχαλκος	3.480
Γυαλί pyrex	5.170
Χάλυβας	5.790

Ανάκλαση του ήχου

- **Ηχώ:** Το φαινόμενο της επανάληψης ενός ήχου λόγω ανάκλασης ενός ηχητικού κύματος.
- Ο χρόνος που χρειάζεται ώστε ο ήχος να επιστρέψει στο σημείο όπου βρίσκεται η πηγή του κύματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της απόστασης ανάμεσα στην πηγή και τον ανακλαστήρα.
- Αν $v_{\delta} = 1400 \text{ m/s}$ μέσα στο νερό και από τη στιγμή της εκπομπής του ηχητικού σήματος μέχρι την επιστροφή του στο πλοίο είναι $\Delta t = 4 \text{ s}$ να βρείτε το βάθος της θάλασσας στο σημείο αυτό.

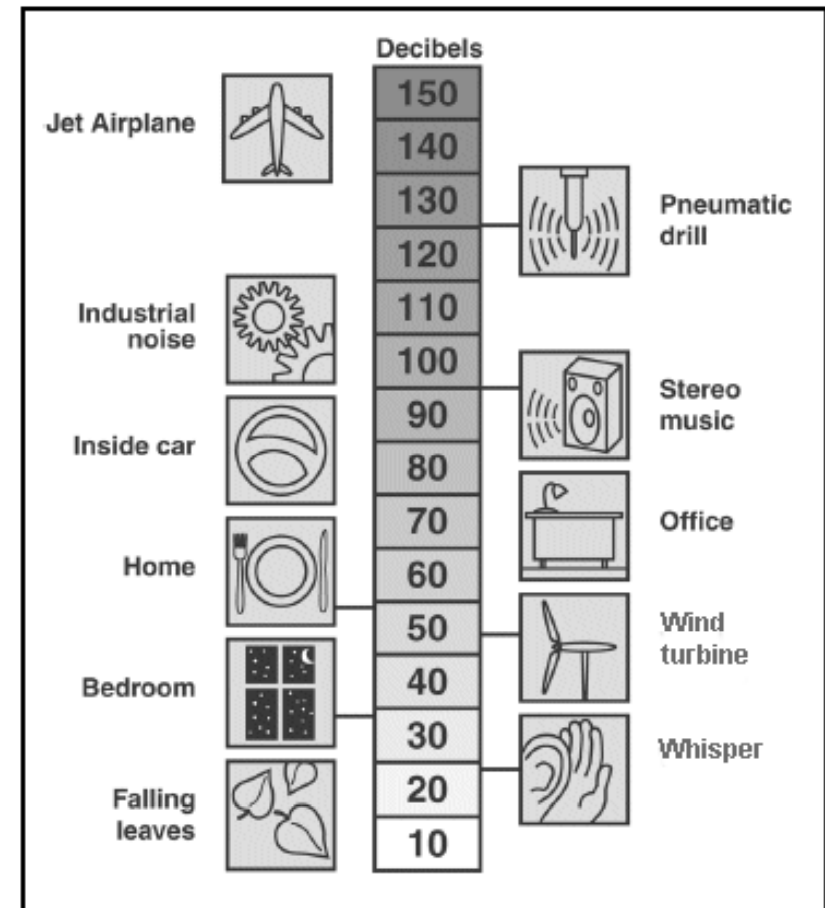


Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου

- Ο άνθρωπος ανιχνεύει τους ήχους με τα τύμπανα των αφτιών του και τους αντιλαμβάνεται με τον εγκέφαλο του
- Τα χαρακτηριστικά που συνδέονται με τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον ήχο ονομάζονται **υποκειμενικά χαρακτηριστικά** του ήχου
 - Η ένταση
 - το ύψος
 - Η ακουστικότητα
 - η χροιά

Ένταση του ήχου

- Η έντασης ενός ήχου εξαρτάται από το πλάτος του κύματος
- **Κλίμακα ντεσιμπέλ (decibel, dB):** χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης ενός ήχου
- Αύξηση κατά 10 dB αντιστοιχεί σε ήχο 10 φορές μεγαλύτερης έντασης
- Αύξηση κατά 20 dB αντιστοιχεί σε ήχο έντασης $100=10^2$ φορές μεγαλύτερης έντασης
- Αύξηση κατά 30 dB αντιστοιχεί σε ήχο έντασης $1000=10^3$ φορές μεγαλύτερης έντασης



Ύψος του ήχου

- **Ύψος** του ήχου: το υποκειμενικό χαρακτηριστικό σύμφωνα με το οποίο διακρίνουμε έναν οξύ ή ψηλό ήχο από ένα βαρύ ή μπάσο ήχο.
- Το ύψος καθορίζεται από τη συχνότητα του ηχητικού κύματος.
 - Όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα τόσο ψηλότερος είναι ο ήχος.

ΟΡΙΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΑΚΟΥΣΤΩΝ ΗΧΩΝ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΜΒΡΙΑ ΟΝΤΑ



16-20.000 Hz



15-50.000 Hz



60-65.000 Hz



100-15.000 Hz



150-150.000 Hz



100-120.000 Hz

Ακουστότητα του ήχου

- **Ακουστότητα** του ήχου: το χαρακτηριστικό με το οποίο ξεχωρίζουμε τους ήχους σε ισχυρούς και λιγότερο ισχυρούς, ασθενείς κ.λπ.
- Η **Ακουστότητα** του ήχου εξαρτάται από την ένταση και από τη συχνότητα του ήχου.
 - Το ανθρώπινο αφτί είναι πιο ευαίσθητο στις μεσαίες συχνότητες (περίπου 1.000 Hz) απ' ότι στις χαμηλές και τις υψηλές συχνότητες.

Χροιά του ήχου

- **Χροιά του ήχου:** το υποκειμενικό χαρακτηριστικό με το οποίο διακρίνουμε τις πηγές των ήχων.
- Με τη χροιά μπορούμε να ξεχωρίσουμε δύο ήχους που προέρχονται από δύο διαφορετικά μουσικά όργανα, ακόμα και αν οι ήχοι έχουν το ίδιο ύψος και τη ίδια ακουστότητα.

Εικόνες στην οθόνη του παλμογράφου (α) Από διαφορετικές νότες που προέρχονται από το ίδιο όργανο-νο. (β) Της ίδιας νότας που προέρχεται από διαφορετικά μουσικά όργανα.

