

# ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

**Κύματα** : Μηχανισμός μεταφοράς ενέργειας από μια περιοχή σε μια άλλη, χωρίς όμως να μεταφέρεται ύλη.



Εφόσον ο κυματικός μηχανισμός χρησιμοποιεί κάποιο υλικό μέσο, για να διαδώσει μια διαταραχή, τα κύματα αυτά λέγονται **μηχανικά**. Παράδειγμα ο ήχος που χρησιμοποιεί τον αέρα, αλλά και τα στερεά και τα υγρά!

Το φώς, δεν έχει ανάγκη κάποιου μέσου για να διαδοθεί –διαδίδεται και στο κενό- οπότε δεν ανήκει στην κατηγορία των μηχανικών κυμάτων, αλλά είναι –λέμε- ηλεκτρομαγνητικό κύμα...

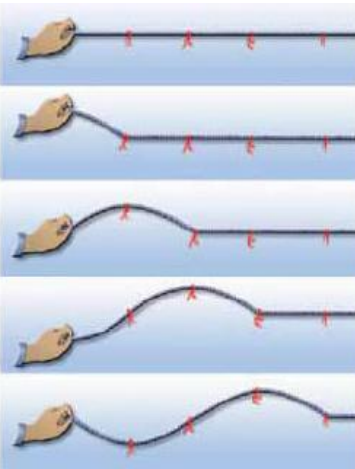
Όστε τα μηχανικά κύματα έχουν δύο βασικά κοινά χαρακτηριστικά:

- α. Διαδίδονται μέσα στα υλικά μέσα.
- β. Μεταφέρουν ενέργεια.

*Ποια κύματα θα μελετήσουμε ;*

Τα μηχανικά που αναπτύσσονται πάνω σε χορδές και νήματα. Η μελέτη τους είναι η απλούστερη...

## Είδη κυμάτων



*Εγκάρσια κύματα – Μηχανισμός παραγωγής...*

Οι κόκκινες κορδέλες ('σωματίδια' του μέσου) αρχικά ισορροπούν.

Με το χέρι μας υποχρεώνουμε το ένα άκρο του σχοινιού να εκτελέσει μια **πλήρη ταλάντωση** γύρω από την αρχική θέση ισορροπίας.

Αυτή τη ταλάντωση με κάποια χρονική καθυστέρηση θα κάνει η επόμενη κορδέλα, μετά η μεθεπόμενη κ.ο.κ. Όλα τα σημεία-κορδέλες του σχοινιού εκτελούν την **ΙΔΙΑ** ταλάντωση (σε  $f$ ,  $T$ ,  $A$ , ενέργεια).

Βλέποντας το μέσο -το σχοινί δηλαδή- παρατηρούμε τα εξής :

- Δεν υπάρχει μεταφορά ύλης.
- Όλες οι κορδέλες κάνουν ταλάντωση πάνω-κάτω στην εικόνα του παραδείγματος μας.
- Οι ταλαντώσεις διαδίδονται οριζόντια προς τα δεξιά.
- Η καμπύλωση του σχοινιού εμφανίζει μια ομαλότητα, αφού την έξαρση (όρος) διαδέχεται βαθούλωμα (κοιλιάδα).
- Η όλη εικόνα εκφράζει κύμα! Δηλαδή το κύμα είναι μια σύνθεση αλληλοεξαρτημένων ταλαντώσεων μικρών περιοχών του μέσου (κορδέλα), που κάθε μια γεννάται από την προηγούμενη με τα ίδια χαρακτηριστικά.
- Ταλάντωση όμως σημαίνει ενέργεια (κινητική και δυναμική). Επομένως με το κύμα διαδίδεται ενέργεια!

**Ορισμός** : Ένα κύμα ονομάζεται **εγκάρσιο κύμα**, όταν η διεύθυνση ταλάντωσης και η διεύθυνση διάδοσης έχουν σχέση καθετότητας.

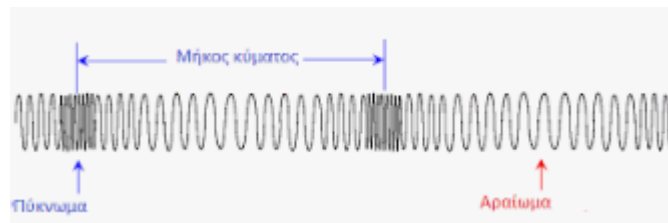
## Διαμήκη κύματα

Και εδώ τα διάφορα μικρά τμήματα του υλικού κάνουν ταλάντωση.

Όμως η διεύθυνση ταλάντωσης και η διεύθυνση διάδοσης του κύματος έχουν σχέση παραλληλότητας.

Ένα άλλο γνώρισμα των διαμηκών κυμάτων είναι ότι δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα, τα οποία εναλλάσσονται στο μέσο.

Τα πλέον γνωστά διαμήκη κύματα είναι τα ηχητικά!



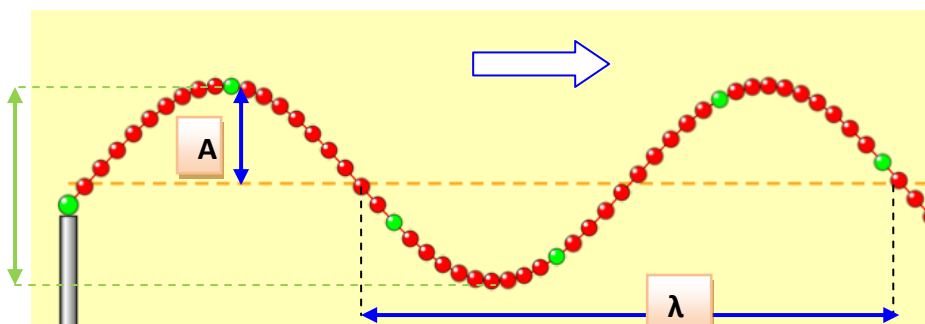
## Μηχανικά κύματα ...στη καθημερινότητά μας!

Πάντα υπάρχει μια –τουλάχιστον- **πηγή**, η οποία υποχρεώνει σε ταλάντωση μια μικρή περιοχή του υλικού μέσου. Η πηγή προσφέρει ενέργεια στη περιοχή του υλικού μέσου και η ενέργεια αυτή στη συνέχεια διαδίδεται με το κύμα σε όλες τις διαστάσεις του μέσου.

- Τα **κύματα της θάλασσας** δημιουργούνται συνήθως εξαιτίας των ανέμων. Η μηχανική τους ενέργεια προέρχεται από την κινητική ενέργεια των ανέμων (αιολική ενέργεια).
- Οι σεισμικές δονήσεις του στερεού φλοιού της Γης προκαλούν τα **κύματα του σεισμού**...
- Το χτύπημα μιας χορδής οργάνου, προκαλεί **μουσικό ήχο**.
- Ότι παράγει ήχο (**ό ήχος είναι κύμα**), αποτελεί ηχητική πηγή!
- Κύμα δημιουργεί ο μικρός μπόμπιρας που πέταξε **ένα μικρό πετραδάκι στη ήρεμη επιφάνεια μιας λίμνης**.
- Κύμα δημιουργείται όταν το άκρο ενός σχεδόν τεντωμένου νήματος, ταλαντωθεί. [Δείτε το](#) !
- κ.α.

## Χαρακτηριστικά μεγέθη κύματος

Για να περιγράψουμε ένα κύμα χρησιμοποιούμε ορισμένα χαρακτηριστικά φυσικά μεγέθη: **τη συχνότητα, την περίοδο, το πλάτος** ταλάντωσης των σωματιδίων, **την ταχύτητα και το μήκος κύματος**.



κάποια στιγμή  $t$ .

Στην εικόνα βλέπουμε ένα εγκάρσιο κύμα (όρη – κοιλάδες) να υπάρχει σε ένα σχοινί ( ...ή σε χορδή).

Βλέπουμε ένα **στιγμιότυπο** του κύματος – μια εικόνα δηλαδή, όπου φαίνεται η καμπύλωση του σχοινοῦ

Βλέπουμε επίσης ότι το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά.

► Το ύψος  $A$  του όρους ονομάζεται **πλάτος του κύματος**. Το πλάτος του κύματος είναι το πλάτος της ταλάντωσης που κάνει κάθε 'υλικό σημείο/μπίλια' του σχοινοῦ!

► Κάθε 'υλικό σημείο/μπίλια' κάνει την ίδια ταλάντωση με την προηγούμενη, με μια μικρή καθυστέρηση. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα 'υλικά σημεία/μπίλιες' ταλαντώνονται με την ίδια συχνότητα, που ονομάζεται και **συχνότητα του κύματος** (Hz) και με την ίδια περίοδο, που ονομάζεται **περίοδος του κύματος** (T) !

Προφανώς ισχύει η γνωστή σχέση  $T=1/f$  ή  $f=1/T$

► Η απόσταση που μετρείται στη διεύθυνση διάδοσης και αντιστοιχεί σε ένα όρος και μια κοιλάδα, ονομάζεται **μήκος κύματος** και συμβολίζεται με το  $\lambda$ .

Το σχολικό βιβλίο προτείνει για το μήκος κύματος «Η μικρότερη απόσταση μεταξύ δύο σημείων με την ίδια απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας και την ίδια κατεύθυνση κίνησης ονομάζεται **μήκος κύματος** και συμβολίζεται με  $\lambda$ » και είναι σωστό.

## Πρόσθετες πληροφορίες στα κύματα

Πλάτος και ενέργεια : Το πλάτος του κύματος σχετίζεται με το ποσό της ενέργειας που μεταφέρεται μέσω του κύματος. **Όσο μεγαλύτερο** είναι το **πλάτος** τόσο **μεγαλύτερη** είναι και η **ενέργεια** που μεταφέρεται.

Περίοδος και μήκος κύματος : Σε χρόνο μιας περιόδου T, το κύμα διαδίδεται σε απόσταση ίση με το μήκος κύματος  $\lambda$ .

Σημεία του μέσου που απέχουν απόσταση  $\lambda$ ,  $2\lambda$ ,  $3\lambda$ , κ.ο.κ. εκτελούν ταλάντωση με τέτοιο τρόπο, ωσάν να μη υπάρχει χρονική καθυστέρηση. Δηλαδή το μοτίβο όρος-κοιλάδα είναι επαναλαμβανόμενο στα κύματα !

Η ταχύτητα διάδοσης εξαρτάται μόνο από τις ιδιότητες του μέσου δηλ. αν είναι ξύλο, αέρας, σίδηρο, ... και όχι από  $\lambda$ , T, f και A !!! Φανταστείτε καθώς μιλάμε λέγοντας μια λέξη, αποτελούμενη από φθόγγους διαφορετικής συχνότητας, αυτή να έφτανε στα αυτιά σε χρόνους που θα διέφεραν λόγω συχνότητας... Λουπόν! Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει και όλοι οι ήχοι στον αέρα διαδίδονται με ταχύτητα στον αέρα περίπου 340 m/sec.

## Θεμελιώδης νόμος κυματικής - (Πόσο γρήγορα διαδίδεται ένα κύμα;)

Σε χρόνο μιας περιόδου T η απόσταση που διανύει η διαταραχή είναι ίση με ένα μήκος κύματος  $\lambda$ .

Σύμφωνα με τον ορισμό της ταχύτητας  $u$  του κύματος  $u=\Delta x/\Delta t$ , αν  $\Delta t=T$ , τότε  $\Delta x=\lambda$ , οπότε προκύπτει:  $u=\lambda/T$ .

Επειδή όμως  $T=1/f$ , όπου f η συχνότητα, η προηγούμενη σχέση παίρνει τη μορφή:  **$u = \lambda \cdot f$**

Η σχέση αυτή ονομάζεται **θεμελιώδης νόμος της κυματικής**: Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος σ' ένα μέσο ισούται με το γινόμενο της συχνότητάς του επί το μήκος κύματος.