

ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΕΠΑΛ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 4.1) ΠΑΡΑΓΩΓΗ – ΔΙΑΔΟΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ
 - 4.2) ΕΓΚΑΡΣΙΑ – ΔΙΑΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΑ
 - 4.3) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΥΜΑΤΟΣ
 - 4.4) ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΥΜΑΤΩΝ
- ΑΣΚΗΣΕΙΣ

4.1) ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΑΔΟΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

- ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΥΜΑ

Τι είναι κύμα;

Κύμα θεωρείται κάθε διαταραχή σε μια θέση ισορροπίας η οποία διαδίδεται από μια περιοχή του χώρου (από τη θέση ισορροπίας) σε μια άλλη, **μεταφέροντας ενέργεια και ορμή**, αλλά **όχι ύλη**.

ΚΑΘΕ ΚΥΜΑ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ :

- ΜΙΑ ΠΗΓΗ ΔΗΛΑΔΗ ΤΟ ΑΙΤΙΟ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΤΗΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- ΤΟ ΧΩΡΟ – ΜΕΣΟ ΣΤΟΝ ΟΠΟΙΟ ΘΑ ΔΙΑΔΟΘΕΙ Η ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ

Παραδείγματα μηχανικών κυμάτων

- ◆ Τα κύματα στην επιφάνεια της θάλασσας
- ◆ Τα σεισμικά κύματα
- ◆ Ο ήχος

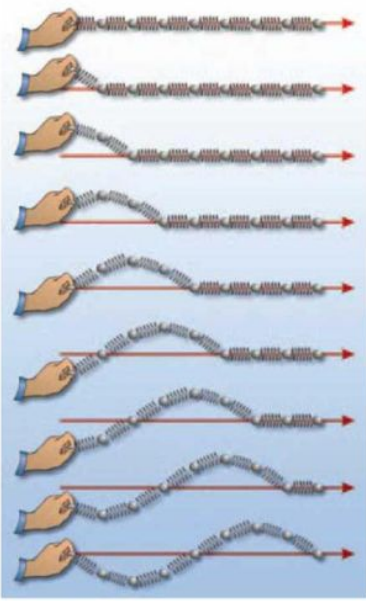


Πως παράγονται τα κύματα;

- Η κυματική κίνηση συνδέεται άμεσα με την ταλάντωση κάποιου σώματος, σωματιδίου ή κάποιου φυσικού μεγέθους
- Επιπλέον για να παραχθεί κύμα θα πρέπει το σωματίδιο που ταλαντώνεται να αλληλεπιδρούν με άλλα γειτονικά του
- Μέσω αυτής της αλληλεπίδρασης το κύμα μεταφέρει ενέργεια και ορμή καθώς διαδίδεται

Φυσική Γ' Γυμνασίου - Κεφάλαιο 5ο: Μηχανικά Κύματα - <http://vgargan.gr>

Παραγωγή Κυμάτων

- Τίναξε απότομα το άκρο και επανάφερε το γρήγορα στη αρχική του θέση.
 - 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.
- 
- Αν η κίνηση της πηγής που παράγει το κύμα είναι **περιοδική**, αν δηλαδή επαναλαμβάνεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα τότε και το κύμα που προκύπτει είναι περιοδικό. Αν μάλιστα η πηγή κάνει απλή αρμονική ταλάντωση τότε και το κύμα έχει μορφή ημιτονοειδούς καμπύλης.

4.2) ΕΓΚΑΡΣΙΑ – ΔΙΑΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΑ

Φυσική Γ Γυμνασίου - Κεφάλαιο 5^ο: Μηχανικά Κύματα - <http://vgargan.gr>

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

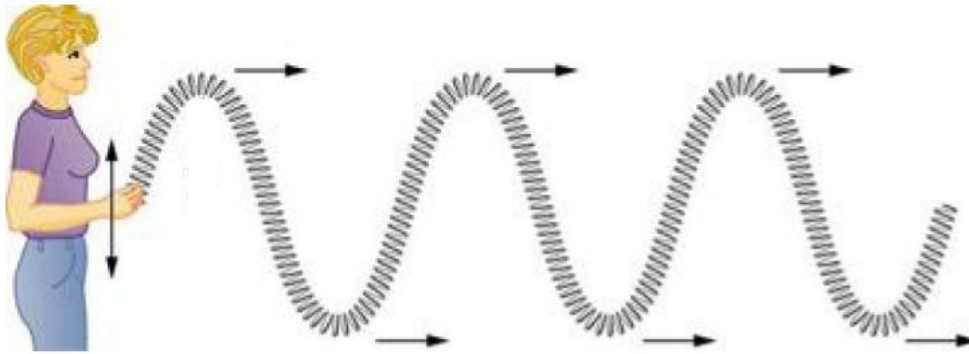


Εγκάρσια Κύματα

- **Εγκάρσια κύματα** ονομάζονται εκείνα τα κύματα των οποίων η διεύθυνση διάδοσής των είναι κάθετη στη διεύθυνση της ταλάντωσης και σχηματίζονται «όροι» και «κοιλιάδες»



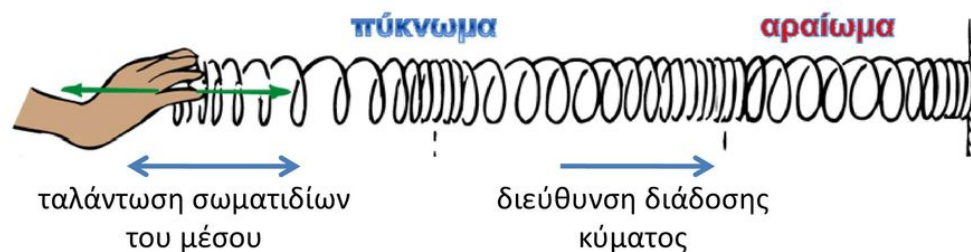
Τα εγκάρσια κύματα διαδίδονται μόνο στα στερεά σώματα και κατά προσέγγιση στην επιφάνεια των υγρών



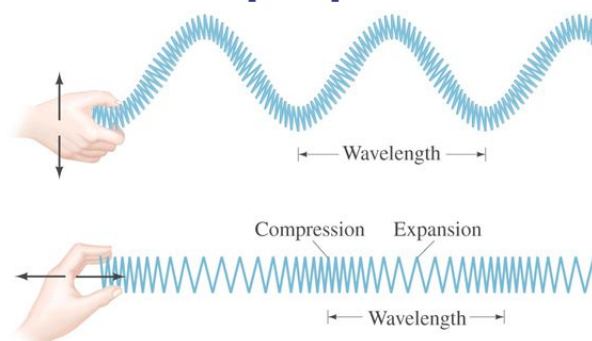
Φυσική Γ' Γυμνασίου - Κεφάλαιο 5ο: Μηχανικά Κύματα - <http://vgargan.gr>

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.



15-2 Τύποι κυμάτων: Διαμήκη και Εγκάρσια



Εγκάρσια: Η κίνηση των σωματιδίων είναι **κάθετη** στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος

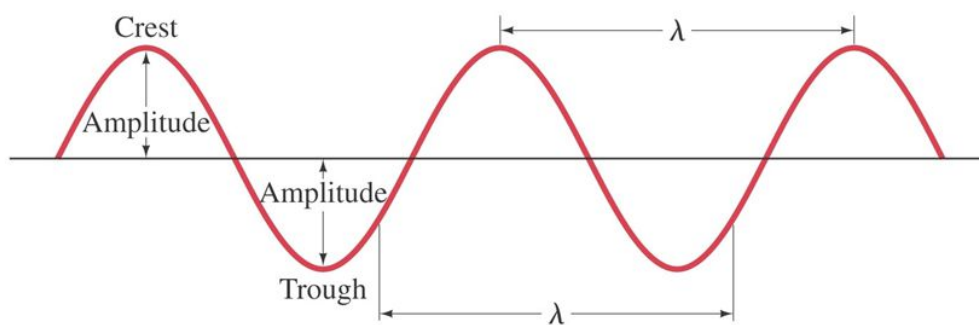
Διαμήκη: Η κίνηση των σωματιδίων είναι **κατά-μήκος** στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

4.3) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΥΜΑΤΟΣ

15-1 Χαρακτηριστικά Διάδοσης Κύματος

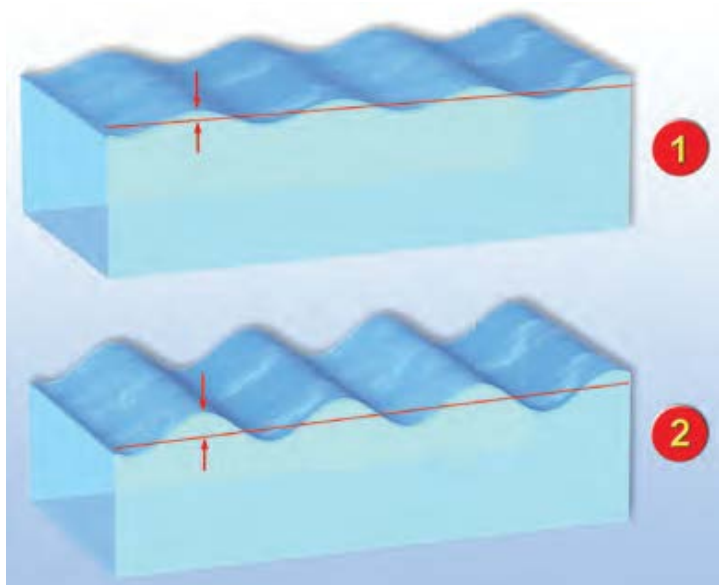
Χαρακτηριστικά Κυμάτων:

- **Πλάτος, A**
- **Μήκος κύματος, λ**
- **Συχνότητα, f και Περίοδος, T**
- **Ταχύτητα κύματος, $v = \lambda f$**



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

- Το **πλάτος A** ενός κύματος (πολύ εμφανές σε ένα εγκάρσιο κύμα) μετρά την απόσταση ενός όρους ή μιας κοιλίας από την θέση ισορροπίας. Ουσιαστικά είναι η μέγιστη απομάκρυνση των μορίων του μέσου που διαδίδεται το κύμα (από την θέση ισορροπίας)



Το πλάτος εξαρτάται από την ενέργεια που παρέχει η πηγή, και η οποία κατά συνέπεια μεταφέρεται - διαδίδεται από το κύμα.

- Η **περίοδος T** ενός κύματος είναι ο χρόνος που χρειάζεται το κάθε σημείο του υλικού μέσου στο οποίο διαδίδεται το κύμα για να κάνει μια πλήρη ταλάντωση. Μετράται σε second (s).

(Για ένα εγκάρσιο κύμα είναι ο χρόνος για να κάνει ένα σημείο του υλικού μέσου την κίνηση ΣΗΜΕΙΟ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ $\rightarrow$ ΚΟΡΥΦΗ $\rightarrow$ ΣΗΜΕΙΟ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ $\rightarrow$ ΚΟΙΛΙΑ $\rightarrow$ ΣΗΜΕΙΟ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ)

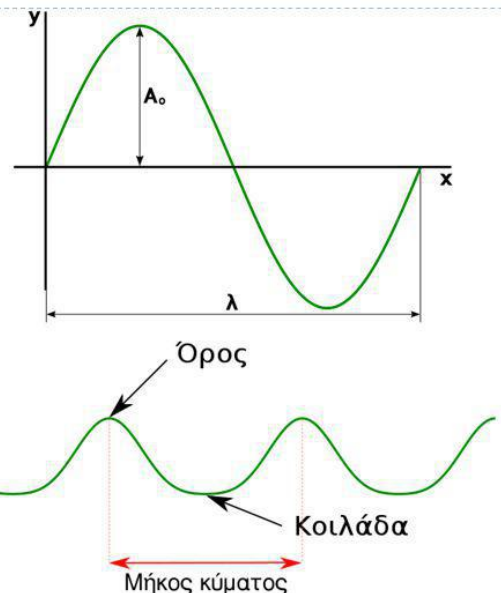
Όταν περάσει το χρονικό διάστημα μιας περιόδου T το κύμα έχει συμπληρώσει την μορφή του, την οποία στην συνέχεια αρχίζει να την επαναλαμβάνει και πάλι. Έτσι προκειμένου για ένα εγκάρσιο κύμα η περίοδος T είναι ο χρόνος που μεσολαβεί για να περάσει από το ίδιο σημείο μια κορυφή (ή κοιλία) μέχρι την αμέσως επόμενη κορυφή (ή κοιλία) (για διαμήκες κύμα είναι ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών πυκνωμάτων ή αραιωμάτων).

- Το **μήκος κύματος λ** ενός κύματος είναι η απόσταση την οποία έχει διανύσει το κύμα σε χρόνο μιας περιόδου (μονάδα το 1m).

Μήκος κύματος

Μήκος κύματος(length)

- Ονομάζεται η απόσταση στην οποία μεταδίδεται το κύμα σε χρόνο μιας περιόδου και συμβολίζεται με **λ** .
- (απόσταση ανάμεσα σε δυο διαδοχικά πυκνώματα ή αραιώματα ή ανάμεσα σε δυο διαδοχικές κοιλίες ή κορυφές)



- Η **συχνότητα f** ενός κύματος είναι το πιο χαρακτηριστικό από τα μεγέθη ενός κύματος. Ταυτίζεται με την συχνότητα της πηγής που παράγει το κύμα, καθώς επίσης και με την συχνότητα ταλάντωσης των σημείων του υλικού μέσου που διαδίδεται το κύμα και ΔΕΝ ΑΛΛΑΖΕΙ ΤΙΜΗ ακόμα και εάν το κύμα αλλάξει μέσο – χώρο διάδοσης. Μετράται σε (Hz) και ορίζεται ως :

$$f = \frac{\text{Αριθμός κυμάτων που περνάνε από ένα σημείο}}{\text{χρόνο που μεσολάβησε}} \quad \text{ή} \quad f = \frac{N}{t}$$

Προκειμένου για εγκάρσια κύματα, και επειδή το κάθε κύμα έχει μια κορυφή και μια κοιλία σε κάθε επαναλαμβανόμενη κυματομορφή του ισοδύναμα αντί για αριθμό κυμάτων να μετρηθεί αριθμός κορυφών ή κοιλιών (στα διαμήκη κύματα αντίστοιχα μπορεί να μετρηθεί πλήθος πυκνωμάτων ή αραιωμάτων). Η συχνότητα του κύματος συνδέεται με την περίοδο του με την σχέση $f = \frac{1}{T}$.

• Η **ταχύτητα διάδοσης του κύματος** v εκφράζει την απόσταση που διανύει το κύμα σε συγκεκριμένο χρόνο. Με βάση τον ορισμό της ταχύτητας στην Φυσική ισχύει :

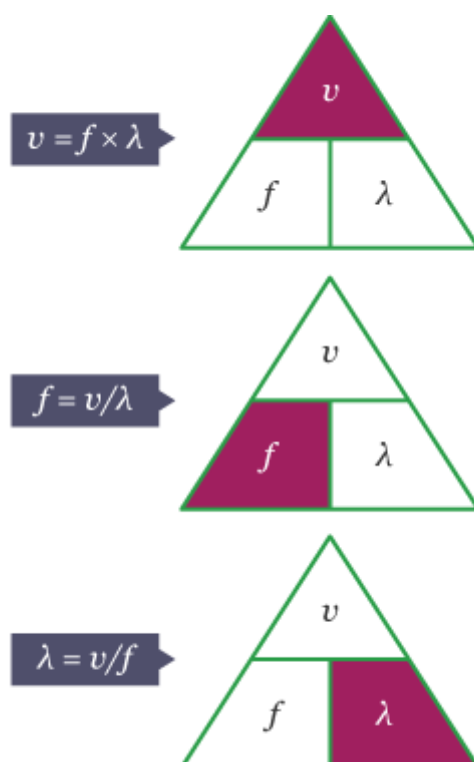
$$v = \frac{\text{απόσταση}}{\text{χρόνος}} \quad \text{ή} \quad v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Από τον γενικό αυτό ορισμό της ταχύτητας στην Φυσική μπορούν να προκύψουν άλλοι δύο ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΙ τύποι για τα κύματα. Αρκεί να θυμηθούμε ότι ένα κύμα σε χρόνο μίας περιόδου T έχει εξ ορισμού διανύσει απόσταση ίση με ένα μήκος κύματος λ , καθώς και ότι ισχύει

$$f = \frac{1}{T}. \text{ Έτσι προκύπτει :}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad (2) \quad , \text{ και } v = \lambda \cdot f \quad (3)$$

Οι δύο τελευταίοι τύποι αποτελούν την **θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής**.

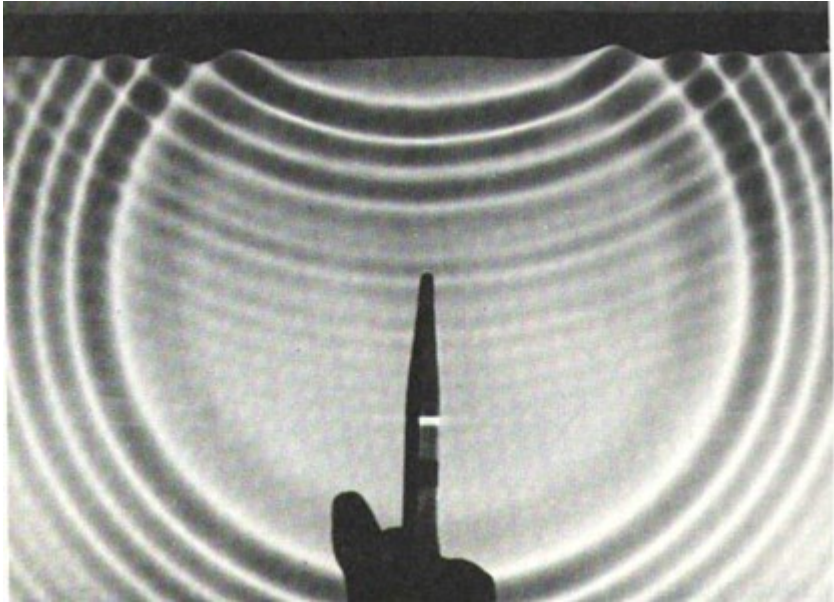


Η ταχύτητα διάδοσης ενός κύματος σε ένα υλικό μέσο εξαρτάται **ΜΟΝΟ** από τις ιδιότητες –χαρακτηριστικά του μέσου και **ΟΧΙ** από το πλάτος του κύματος. Αυτό άλλωστε φαίνεται και από την εξίσωση της ταχύτητας στην οποία δεν υπάρχει το πλάτος. Όταν ένα κύμα αλλάζει μέσο διάδοσης η ταχύτητά του αλλάζει και το ίδιο συμβαίνει και με το μήκος κύματος λ . Αντίθετα η συχνότητα f παραμένει σταθερή.

4.4) ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΥΜΑΤΩΝ

1) ΑΝΑΚΛΑΣΗ

- Η ανάκλαση είναι η αλλαγή στην διεύθυνση διάδοσης ενός κύματος όταν αυτό βρίσκει εμπόδιο στην κίνησή του. Η αλλαγή πορείας του κύματος συμβαίνει στο **ίδιο** μέσο διάδοσης, οπότε το κύμα διατηρεί την ταχύτητά του.



Στην εικόνα φαίνεται η ανάκλαση κύματος σε νερό. Το ανακλώμενο κύμα είναι το ίδιο με αυτό που θα δημιουργούσε μια πηγή συμμετρική της αρχικής πίσω από το εμπόδιο.

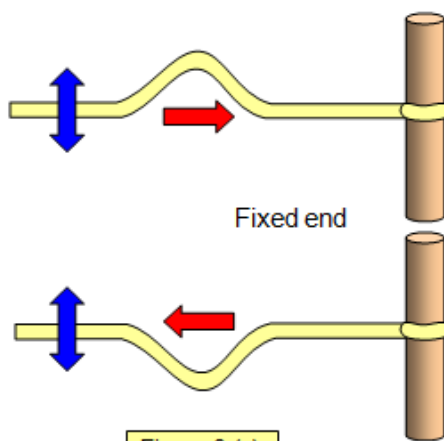


Figure 2 (a)

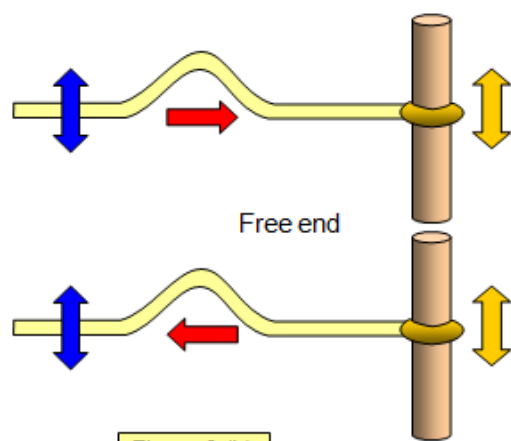


Figure 2 (b)

Στην εικόνα εμφανίζεται σχηματικά η ανάκλαση κυματικού παλμού ο οποίος οδεύει πάνω σε ένα σκοινί. Όταν το σκοινί είναι στερεωμένο στο άκρο του, ο παλμός μετά την ανάκλασή του αναστρέφεται, ενώ όταν το άκρο είναι ελεύθερο ο παλμός συνεχίζει την διάδοσή του όπως πριν την ανάκλαση.



ΗΧΩ – ΑΝΤΙΛΑΛΟΣ

(ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΩΝ
ΗΧΗΤΙΚΩΝ
ΚΥΜΑΤΩΝ)



(ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΦΩΤΟΣ) (ΦΩΣ : ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΚΥΜΑ)

2) ΔΙΑΘΛΑΣΗ

- Η διάθλαση είναι η αλλαγή στην διεύθυνση διάδοσης ενός κύματος όταν αυτό κατά την διάδοσή του αλλάζει μέσο – χώρο. Σε αυτή την περίπτωση αλλάζει και η ταχύτητα του κύματος.



ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

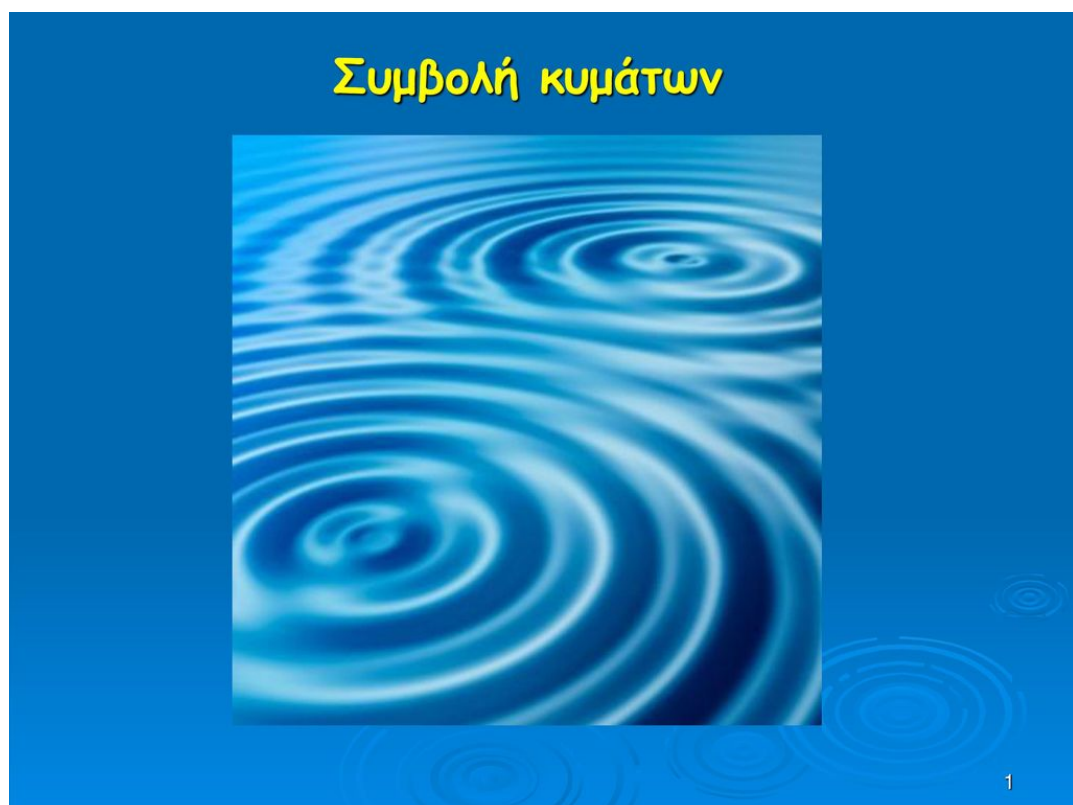
ΚΑΘΩΣ ΤΟ ΦΩΣ ΠΕΡΝΑΕΙ
ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΕΡΟ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
ΛΟΓΩ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ ΤΑ ΔΥΟ
ΜΟΛΥΒΙΑ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ
«ΣΠΑΣΜΕΝΑ» ΓΙΑΤΙ ΕΧΕΙ
ΑΛΛΑΞΕΙ Η ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΔΙΑΔΟΣΗΣ



ΚΑΘΩΣ ΤΟ ΚΥΜΑ ΦΤΑΝΕΙ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΚΤΗ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΗΣ ΑΛΛΑΖΕΙ Η ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΙ Η ΤΑΧΥΤΗΤΑ

3) ΣΥΜΒΟΛΗ

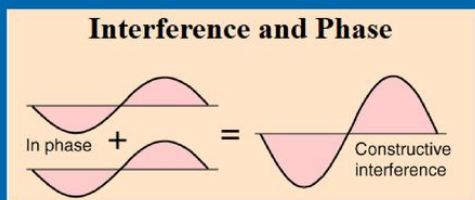
- Η **συμβολή** είναι το φαινόμενο κατά το οποίο διαδίδονται σε ένα χώρο (μέσο) δύο ή περισσότερα κύματα **ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ**. Στην περίπτωση αυτή προκύπτει ένα **συνολικό – σύνθετο** κύμα.



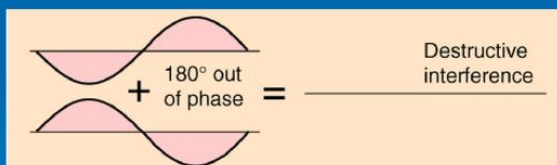


ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΝΕΡΟΥ

Παραδείγματα: Συμβολή 2 κυμάτων

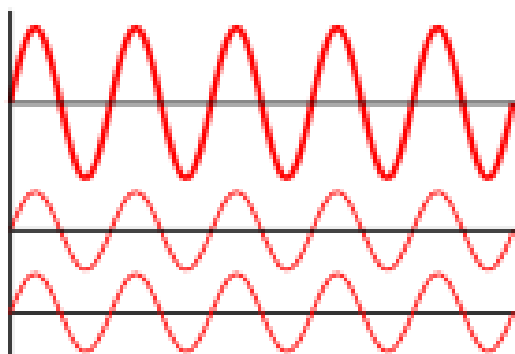


Στα σημεία που συμπίπτουν
κοιλάδα με κοιλάδα
ή όρος με όρος
έχουμε ενισχυτική συμβολή:
όρος ή κοιλάδα με διπλάσιο ύψος

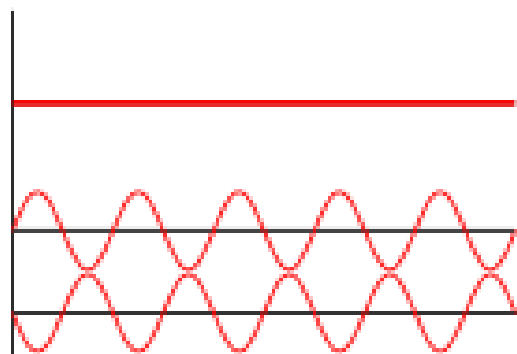


Στα σημεία που συμπίπτουν
κοιλάδα με όρος
ή αντίστροφα
Έχουμε συμβολή απόσβεσης:
παραμένουν ακίνητα

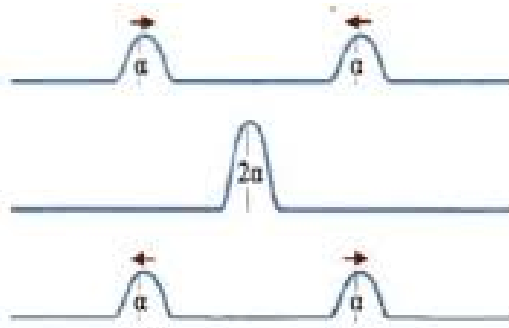
7



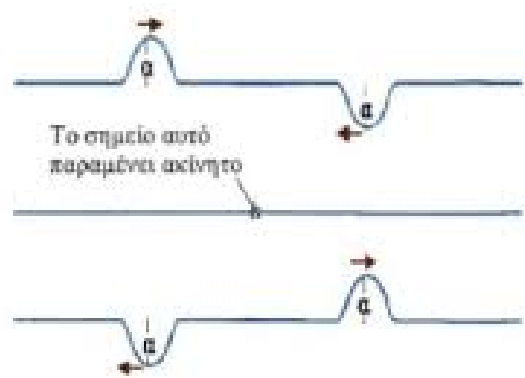
ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ



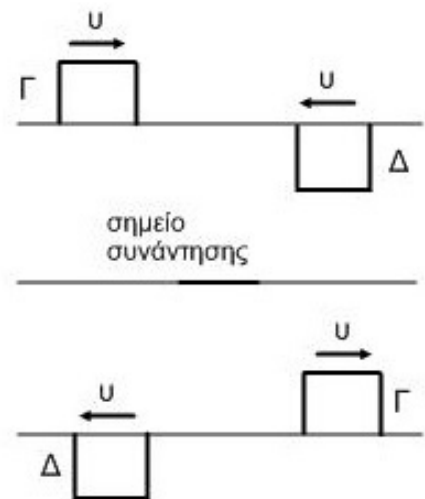
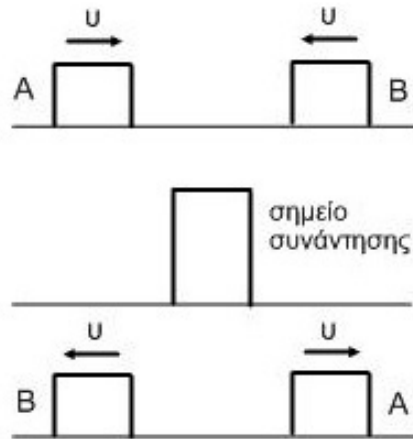
ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ



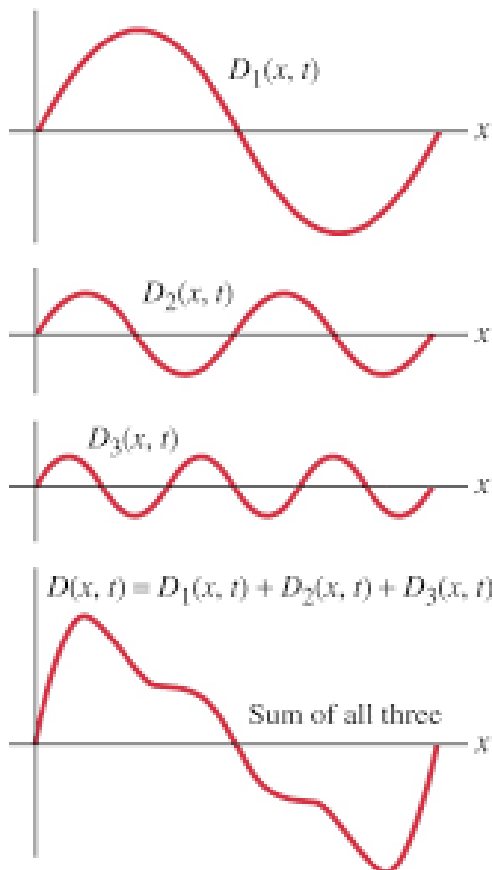
ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ



ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ



ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΡΕΠΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

Στη συμβολή κυμάτων για να επιτευχθεί **ενίσχυση** θα πρέπει τα κύματα να έχουν το **ίδιο** μήκος κύματος λ και να είναι και σε **συμφωνία** φάσης (μια κορυφή να βρει μια άλλη κορυφή ή μια κοιλία να συναντήσει μια άλλη κοιλία).

Για να προκύψει **καταστρεπτική** συμβολή πρέπει να έχουν το **ίδιο** μήκος κύματος λ και να βρίσκονται σε **αντίθεση** φάσης (μια κορυφή να συναντήσει μια κοιλία).

Σε περίπτωση που τα κύματα δεν έχουν το ίδιο μήκος κύματος ή το ίδιο πλάτος τότε το κύμα που προκύπτει τελικά είναι πολύ πιο σύνθετο (περίπτωση αριστερά)

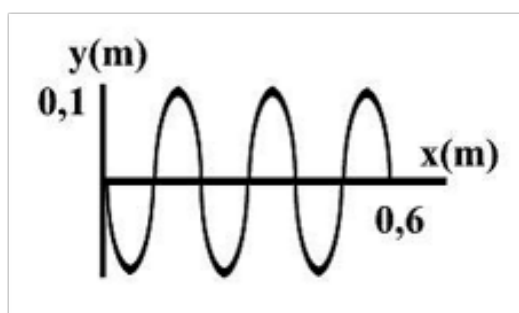
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

A1) Ένα κύμα έχει μήκος κύματος $\lambda = 200 \text{ m}$ και ταχύτητα $v = 500 \text{ m/s}$. Να υπολογιστεί η περίοδος του T και η συχνότητά του f .

A2) Ένα κύμα έχει περίοδο $T = 0,04 \text{ s}$ και ταχύτητα $v = 100 \text{ m/s}$. Βρείτε :

- α) Την συχνότητα f του κύματος.
- β) Το μήκος κύματος λ του κύματος.
- γ) Την απόσταση που διανύει το κύμα σε χρόνο $t = 30 \text{ s}$.

A3) Στο επόμενο σχήμα φαίνεται το στιγμιότυπο ενός εγκάρσιου κύματος καθώς αυτό διαδίδεται σε ένα υλικό μέσο. Η περίοδος του κύματος είναι $T = 2\text{s}$. Να υπολογίσετε :



- α) Το πλάτος A του κύματος.
 - β) Την συχνότητα f του κύματος.
 - γ) Το μήκος κύματος λ του κύματος.
 - δ) Την ταχύτητα διάδοσης v του κύματος.
- A4)** Ένα κύμα έχει στον αέρα ταχύτητα διάδοσης $v_a = 350 \text{ m/s}$ ενώ η συχνότητά του είναι $f = 100 \text{ Hz}$. Να βρείτε :
- α) Την περίοδο T και το μήκος κύματος λ του κύματος.
 - β) Την περίοδο T και το μήκος κύματος λ του κύματος όταν αυτό περάσει από τον αέρα στο νερό όπου έχει ταχύτητα $v_v = 1400 \text{ m/s}$.
- A5)** Ένα παιδί δημιουργεί κύματα σε μια λίμνη πετώντας μικρές πέτρες. Το παιδί πετάει 15 πέτρες το λεπτό. Τα κύματα που προκαλούνται διαδίδονται σε απόσταση 40 m σε χρόνο 10 s . Να βρείτε :
- α) Την συχνότητα f των κυμάτων.
 - β) Την περίοδο T των κυμάτων.
 - γ) Την ταχύτητα διάδοσης v των κυμάτων.
 - δ) Το μήκος κύματος λ των κυμάτων.

A6) Η ταχύτητα διάδοσης ενός εγκάρσιου κύματος είναι $v = 100 \text{ m/s}$ και το μήκος κύματός του είναι $\lambda = 5 \text{ m}$. Να υπολογίσετε :

- α) Την συχνότητα f και την περίοδο T του κύματος.
- β) Την απόσταση στην οποία έχει προλάβει να διαδοθεί το κύμα σε χρόνο $t = 10 \text{ s}$, καθώς και τον αριθμό N των κυμάτων που θα έχουν δημιουργηθεί έως τότε.

A7) Σε ένα υλικό μέσο διαδίδεται ένα εγκάρσιο κύμα με συχνότητα $f = 5 \text{ Hz}$. Στο κύμα αυτό η απόσταση ανάμεσα σε μια κορυφή και στην μεθεπόμενη κορυφή είναι $D = 6 \text{ m}$. Να υπολογίσετε :

- α) Το μήκος κύματος λ την ταχύτητα διάδοσης v καθώς και την περίοδο T του κύματος.
- β) Την απόσταση S από την πηγή που θα έχει διαδοθεί το κύμα, και τον αριθμό N των κυμάτων που θα έχουν δημιουργηθεί σε χρόνο $t = 5 \text{ s}$
- γ) Αν το κύμα κατά την διάδοσή του συναντήσει ένα καινούργιο υλικό μέσο και σε αυτό το καινούργιο υλικό μέσο η ταχύτητα διάδοσής του γίνει $v' = 3 \text{ m/s}$, πόση θα γίνει στο νέο αυτό μέσο η συχνότητα f' η περίοδος T' και το μήκος κύματος του λ' .