

### Στιγμιότυπο του κύματος.

Ας δούμε τώρα πως μπορούμε να μελετήσουμε την εξίσωση του κύματος και πως μπορούμε να φτιάξουμε την μορφή του σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η εξίσωση του κύματος είναι  $y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ . Έστω λοιπόν ότι το  $t$  είναι σταθερό. Σε αυτή την περίπτωση η εξίσωση του κύματος γίνεται  $y = A\eta\mu 2\pi\left(\sigma\tau\alpha\theta - \frac{x}{\lambda}\right)$  και θα πρέπει να φτιάξουμε την γραφική παράσταση  $y=f(x)$  η οποία είναι στην πραγματικότητα μια φωτογραφία του κύματος. Ας δούμε αναλυτικά τι πρέπει να κάνω:

- ① Αρχικά φτιάχνουμε τους άξονες και βαθμολογούμε μόνο τον άξονα των  $y$ .
- ② Βρίσκουμε την δεδομένη χρονική στιγμή που έχει φτάσει το κύμα. Αυτό μπορεί πολύ εύκολα να βρεθεί από την σχέση  $u = \frac{x}{t} \Rightarrow x = u \cdot t$ . Εναλλακτικά την χρονική στιγμή μπορούμε να την βρούμε από τον μηδενισμό της φάσης, δηλαδή:

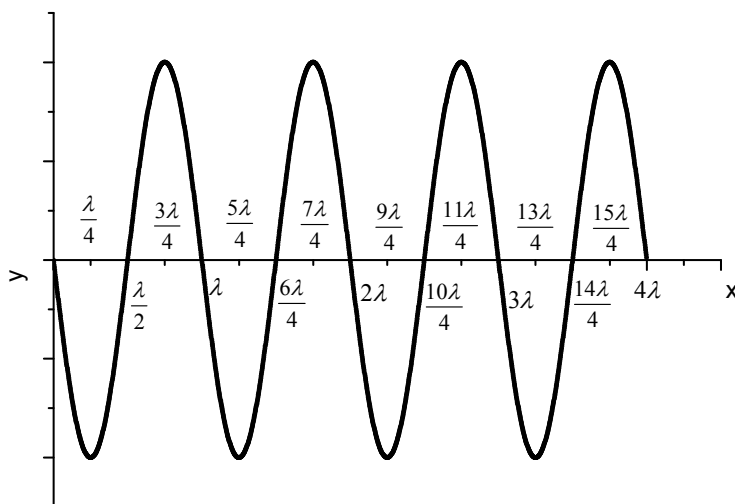
$$\phi = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow \frac{t}{T} = \frac{x}{\lambda} \Rightarrow x = \frac{t\lambda}{T} \quad (2.7)$$

- ③ Ξεκινάμε να βαθμολογούμε τον άξονα των  $x$  με τον εξής τρόπο: Βάζουμε το σημείο 0 στην αρχή των αξόνων και στη συνέχεια προχωράμε με βήμα  $\lambda/4$  μέχρι το σημείο στο οποίο έχει φτάσει το κύμα. Το πλήθος των μηκών κύματος μπορεί πολύ εύκολα να βρεθεί από την σχέση  $N = \frac{x}{\lambda}$ . Αυτός ο τρόπος βαθμολόγησης «δουλεύει» στο 98% των περιπτώσεων, οι δε εξαιρέσεις θα αναφερθούν ως παραδείγματα.
- ④ Ξεκινάμε να σχεδιάσουμε το στιγμιότυπο ξεκινώντας από το «τέλος» δηλαδή από το σημείο που έχει φτάσει το κύμα όπου και εκεί βάζουμε την τιμή 0. Στη συνέχεια σχεδιάζουμε προς τα πίσω δηλαδή προς την αρχή των αξόνων ξεκινώντας από όρος.

Το στιγμιότυπο θα φαίνεται όπως παρακάτω:



*Η μελέτη του κύματος που έχει γίνει μέχρι τώρα και που συνεχίζει να γίνεται αφορά σε κύματα που τώρα διαδίδονται στην χορδή και χωρίς αρχική φάση....*



Σχήμα 9: Στιγμιότυπο κύματος

Εναλλακτικά θα μπορούσαμε από την εξίσωση του στιγμιότυπου του κύματος  $y = A\eta\mu 2\pi\left(\sigma\tau\alpha\theta - \frac{x}{\lambda}\right)$  να

αντικαταστήσουμε το  $x = 0, x = \frac{\lambda}{4}, x = \frac{\lambda}{2}, \dots$  μέχρι την τιμή του  $x$  που έχει φτάσει το κύμα την δεδομένη χρονική στιγμή και με αυτόν τον τρόπο, σημείο – σημείο να σχεδιάσουμε το στιγμιότυπο.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να τονιστούν ορισμένα σημεία τα οποία μπορεί να φαίνονται «περίεργα». Σε καμία περίπτωση δεν υπονοείται ότι το κύμα πάει ανάποδα λόγω του τρόπου με τον οποίο το σχεδιάζουμε. Από την άλλη, αυτό το οποίο ζητείται να σχεδιαστεί είναι το στιγμιότυπο, δηλαδή η φωτογραφία της χορδής μια δεδομένη χρονική στιγμή. Με βάση το δεδομένο ότι θα πρέπει να συμπεριληφθεί στην «φωτογραφία» και η μετάβαση από την ακινησία στην κίνηση (στο παραπάνω παράδειγμα αυτό συμβαίνει για την  $x=4\lambda$ , τα προηγούμενα σημεία βρίσκονται σε κίνηση, τα επόμενα όχι) θα πρέπει να σκεφτούμε πολύ σοβαρά το πώς διαδίδεται το κύμα. Πιο συγκεκριμένα:

Ας υποθέσουμε ότι την  $t=0$  ξεκινάει η πηγή να κινείται. Το κύμα διαδίδεται στην χορδή και τελικά μετά από χρόνο  $4T$  φτάνει στη θέση  $4\lambda$ . Συνεπώς τα σημεία που βρίσκονται πιο δεξιά στο στιγμιότυπο είναι αυτά στα οποία το μέτωπο του κύματος **φτάνει** αυτή την στιγμή αλλά ταυτόχρονα αυτό που **ξεκίνησε** την  $t=0$  δηλαδή πριν από χρόνο  $4T$ . Αν δηλαδή φτιάχνω το στιγμιότυπο ξεκινώντας από το «τέλος» προς την «αρχή», στην πραγματικότητα ξεκινάω να σχεδιάζω πρώτα τις στιγμές του παρελθόντος και μετά του παρόντος, όπως είναι απολύτως λογικό να κάνω. Ας δώσουμε ένα παράδειγμα: Θεωρώντας ένα κύμα που διαδίδεται από τα



**Πάει  
πραγματικά  
ανάποδα το  
κύμα;**

αριστερά προς τα δεξιά, υποθέτουμε ότι μετά από μία περίοδο η πηγή σταματά την κίνησή της. Σε αυτή την περίπτωση, την χρονική στιγμή  $2T$ , το μέτωπο του κύματος έχει φτάσει στην θέση  $x=2\lambda$ , η πηγή είναι ακίνητη, ενώ η «αρχή» του κύματος βρίσκεται στη θέση  $x=\lambda$ . Ο ανήσυχος αναγνώστης μπορεί να σχεδιάσει το στιγμιότυπο με όποιον τρόπο θέλει ώστε να ανακαλύψει την ορθότητα της μεθόδου!..

Βλέπουμε τελικά ότι δεν πάει και τόσο ανάποδα το κύμα!...