ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΑΝΩ ΣΤΑ ΚΥΜΑΤΑ

1. Πάνω Στην Εξίσωση Του Αρμονικού Κύματος

Από την εξίσωση $y = A\eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$ και από τον τρόπο απόδειξής της προκύπτουν ορισμένα ερωτηματικά όπως.

1. τι παριστάνει το χ στην παραπάνω εξίσωση; παριστάνει την απόσταση από την πηγή ή την τετμημένη ενός σημείου σε σχέση με ένα άλλο αυθαίρετο που το παίρνουμε ως αρχή των αξόνων;
2. το χ στην παραπάνω εξίσωση μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές;
3. αν για χ=0 θεωρήσουμε ότι υπάρχει η πηγή του κύματος τότε η εξίσωση θα πρέπει να διαφοροποιηθεί για τα αριστερά σημεία της πηγής αφού προς αυτά το κύμα θα διαδίδεται με αντίθετη κατεύθυνση από ότι στα δεξιά της πηγής σημεία;
4. τι παριστάνει αυτό το χ στο στάσιμο κύμα;. Πως είναι δυνατό να είναι το ίδιο και για το κύμα που πηγαίνει αριστερά και για αυτό που πηγαίνει δεξιά;.
5. Η εξίσωση ισχύει για οποιαδήποτε χρονική στιγμή;. Αν πάρουμε το χ αρκετά μεγάλο ποιος μας εξασφαλίζει ότι το κύμα έφθασε σε αυτό το σημείο ώστε εφαρμόσουμε την εξίσωση;.

Όλα αυτά τα ερωτήματα προέρχονται κατά τη γνώμη μου στην λανθασμένη απόδειξη της παραπάνω σχέσης. Η παραπάνω εξίσωση που παριστάνει ένα αρμονικό κύμα ισχύει για κάθε χ στο διάστημα (-∞, ∞) άρα δεν υπάρχει σημείο πάνω στον άξονα που να παίζει το ρόλο της πηγής. Το χ παριστάνει την τετμημένη ενός τυχαίου σημείου σε σχέση με ένα σημείο Ο που αυθαίρετα πήραμε ως αρχή των αξόνων. Η μόνη συνθήκη για το Ο είναι ότι για t=0 θα πρέπει να έχει απομάκρυνση ίση με μηδέν. Έτσι η εξίσωση θα μπορούσε να προκύψει με το παρακάτω συλλογισμό.

Έστω δύο σημεία Ο και Α με το Α δεξιότερα του Ο και το Ο να έχει αρχική φάση μηδέν. Η εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Ο θα είναι $y = A\eta\mu\omega t$

Αν το κύμα πηγαίνει από το Ο προς το Α η απομάκρυνση του σημείου Α τη χρονική στιγμή t θα είναι ίδια με την απομάκρυνση του Ο τη χρονική στιγμή t-x/u όπου x/u ο απαιτούμενος χρόνος για να διαδοθεί η διαταραχή από το Ο στο Α. Άρα

$$y_A(t) = y_O(t - \frac{x}{u}) \rightarrow y_A(t) = A\eta\mu\omega(t - \frac{x}{u})$$

έτσι καταλήγουμε στην εξίσωση του αρμονικού κύματος χωρίς να υποθέσουμε ότι η πηγή είναι το σημείο Ο. Η εξίσωση αυτή ισχύει ακόμη και για αρνητικά χ.

Με την ίδια λογική αν το κύμα διαδίδεται από τα δεξιά προς τα αριστερά η εξίσωση γίνεται με + αφού τότε η απομάκρυνση του σημείου Α τη χρονική στιγμή t θα είναι η ίδια με την απομάκρυνση του σημείου Ο τη χρονική στιγμή t+x/u. Και σ' αυτή την περίπτωση το χ παίρνει και αρνητικές και θετικές τιμές.

Αν θέλαμε την εξίσωση ενός κύματος με το Ο να παριστάνει την πηγή του κύματος και το κύμα να οδεύει προς τα δεξιά θα έπρεπε να ισχύει πάντα t-x/u > 0 ώστε το κύμα να προλαβαίνει να φθάσει στο Α. Αν η παραπάνω ανισότητα είναι αρνητική το y θα πρέπει να είναι μηδέν αφού το κύμα δεν έχει προλάβει να φθάσει στο σημείο με συντεταγμένη χ.. Άρα η εξίσωση θα ήταν:

$$y = A\eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) \quad \gamma\iota\alpha \quad \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} > 0 \quad \kappa\alpha\iota \quad \chi > 0$$

$$y = 0 \quad \gamma\iota\alpha \quad \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} < 0$$

για ένα κύμα με κατεύθυνση προς τα αριστερά η εξίσωση θα ήταν

$$y = A\eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) \ \ \gamma\iota\alpha \ \ \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} > 0 \ \ \kappa\alpha\iota \ \ \chi < 0$$

$$y = 0 \ \ \gamma\iota\alpha \ \ \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} < 0$$

2. Πάνω Στα Στάσιμα Κύματα

Το αποτέλεσμα της συμβολής ενός προσπίπτοντος και ενός ανακλώμενου κύματος δεν είναι πάντα η δημιουργία ενός στάσιμου κύματος. Για να συμβεί αυτό πχ σε μια χορδή, θα πρέπει ο χρόνος που χρειάζεται το εγκάρσιο κύμα για να διατρέξει το σκοινί από το χέρι μας μέχρι το σταθερό άκρο και αντίστροφα, να είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της περιόδου ταλάντωσης του σκοινιού.

Άρα θα πρέπει η συχνότητα ταλάντωσης του άκρου του σκοινιού να είναι ίση με μία από τις φυσικές ιδιοσυχνότητες του σκοινιού ή του σωλήνα Kund ή οποιοδήποτε άλλου μέσου. Τότε το σκοινί θα βρίσκεται σε συντονισμό με το χέρι μας και το πλάτος ταλάντωσης στις κοιλίες του στάσιμου κύματος είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό του χεριού μας. Έτσι το χέρι μας θα βρίσκεται πολύ πιο κοντά σε δεσμό παρά σε κοιλία στάσιμου κύματος.

Ο σχηματισμός στάσιμου κύματος είναι ένα τυπικό παράδειγμα συντονισμού. Το σκοινί (συντονιστής) απορροφά ενέργεια από το χέρι μας (διεγέρτης). Σε κάθε περίοδο προσφέρεται επιπλέον ενέργεια στο στάσιμο με αποτέλεσμα να αυξάνεται το πλάτος στα διάφορα σημεία που δεν είναι δεσμοί με ταυτόχρονη αύξηση των απωλειών λόγω τριβής. Το πλάτος αυξάνεται συνεχώς μέχρι του σημείου που ο ρυθμός με τον οποίο προσφέρουμε ενέργεια γίνει ίσος με τον ρυθμό με τον οποίο χάνεται μηχανική ενέργεια λόγω τριβών.

Η κάθε διαφορετική ταλάντωση μιας χορδής λέγεται κανονικός τρόπος ταλάντωσης. Όταν όμως κτυπάμε μια χορδή ενός οργάνου διεγείρονται όλοι σχεδόν οι κανονικοί τρόποι ταλάντωσης με διαφορετικό πλάτος ο καθένας.

<u>Η ταχύτητα του ήχου στον αέρα δίνεται από τη σχέση.</u>

$$u = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot (\theta + 273)}{\mathrm{M}}}$$ Όπου

γ=1,4
M=28,8
R=8,315

Άρα μετρώντας την ταχύτητα του ήχου μπορούμε έμμεσα να μετρήσουμε τη σταθερά γ εφόσον γνωρίζουμε τις άλλες δύο σταθερές. Κοίτα στα πειράματα έναν απλό τρόπο μέτρησης της σταθεράς R.

Μουρούζης Παναγιώτης
Φυσικός Ρ/Η
Υπεύθυνος Ε.Κ.Φ.Ε Κέρκυρας