

# Στάσιμα Κύματα σε Χορδή και Ελατήριο

---

Όνομα \_\_\_\_\_

Τμήμα \_\_\_\_\_

ΤΑΞΗ: Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας

ΣΤΟΧΟΙ: Να αντιληφθούν οι μαθητές

1. Τις έννοιες των εγκάρσιων και διαμηκών στάσιμων κυμάτων και τις διαφορές τους
2. Τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται ο αριθμός των στάσιμων κυμάτων σε μία χορδή και σε ένα ελατήριο

## Θεωρητικό Μέρος

1. Η ταχύτητα διάδοσης εγκάρσιου κύματος σε χορδή δίνεται από τη σχέση:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (1)$$

Όπου  $F$  η δύναμη τάσης της χορδής και  $\mu$  η γραμμική πυκνότητα της χορδής, δηλ.  $\mu = \frac{m_{\text{χορδής}}}{l_{\text{χορδής}}}$ .

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος υπολογίζεται από τη θεμελιώδη εξίσωση των κυμάτων

$$v = \lambda \cdot f \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) έχουμε

$$\lambda = \frac{1}{f} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

Θα δείξουμε ότι το μήκος κύματος  $\lambda$  είναι ανάλογο της  $\sqrt{F}$ .

Το μήκος κύματος  $\lambda$  το υπολογίζουμε από τον αριθμό των στάσιμων κυμάτων (εδώ έχουμε δεσμούς και κοιλίες) που σχηματίζονται στη χορδή και τη συχνότητα  $f$  την παίρνουμε ίση με τη συχνότητα του εναλλασσόμενου

ρεύματος, αφού η πηγή του διαδιδόμενου κύματος ταλαντώνεται με τη βοήθεια του ρεύματος, μέσω μετασχηματιστή. Επομένως  $f=50\text{Hz}$ .

Αν  $n$  είναι το πλήθος των στάσιμων κυμάτων θα είναι

$$l = n \cdot \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = \frac{2l}{n}$$

2. Η ταχύτητα διάδοσης διαμήκους κύματος σε ελατήριο δίνεται από τη σχέση:

$$v = L \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (3)$$

Όπου  $k$ ,  $m$  και  $L$ , η σταθερή, η μάζα και το μήκος του ελατηρίου αντίστοιχα. Από τις (2) και (3) παίρνουμε

$$\lambda = \frac{L}{f} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4)$$

Θα δείξουμε ότι το μήκος κύματος  $\lambda$  είναι ανάλογο του μήκους  $L$  του ελατηρίου.

Το μήκος κύματος το υπολογίζουμε όπως και στην προηγούμενη παράγραφο, δηλαδή από τον αριθμό των στάσιμων κυμάτων (πυκνώματα και αραιώματα τώρα) που δημιουργούνται στο ελατήριο. Παίρνουμε επίσης  $f=50\text{Hz}$

Ενδιαφέρουσα παρατήρηση στα ελατήρια:

Από την (4) μπορούμε να πάρουμε  $\frac{L}{\lambda} = f \sqrt{\frac{m}{k}}$ . Αλλά  $\frac{2L}{\lambda} = n$ , δηλαδή ο αριθμός των στάσιμων κυμάτων. Επομένως τελικά προκύπτει

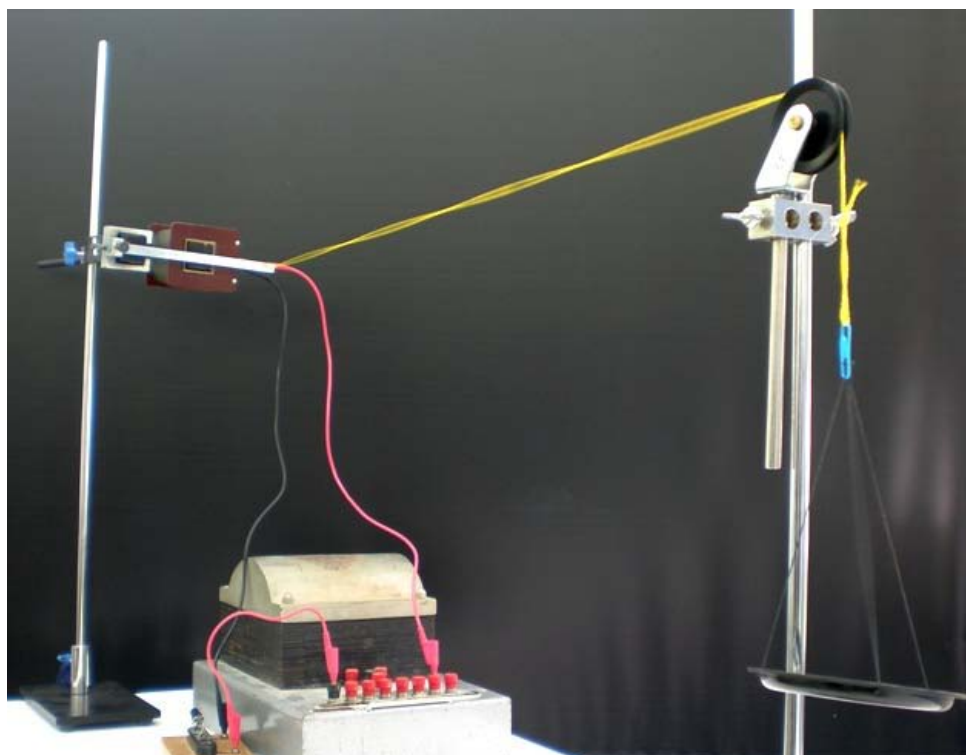
$$n = 2f \sqrt{\frac{m}{k}} = \text{σταθ.}$$

Από την τελευταία σχέση παρατηρούμε ότι ο αριθμός των στάσιμων κυμάτων σε δεδομένο ελατήριο είναι σταθερός και ανεξάρτητος του μήκους του. Άρα αν εκτελέσουμε το πείραμα σε διάφορα μήκη του ελατηρίου θα παρατηρούμε τον ίδιο αριθμό στάσιμων κυμάτων. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε επίσης να αποδείξουμε τελικά ότι το  $\lambda$  είναι ανάλογο του μήκους  $L$  του ελατηρίου.

## Απαιτούμενα Όργανα

1. Δύο ορθοστάτες με τις βάσεις τους και συνδέσμους
2. Τροχαλία με μικρό μεταλλικό στέλεχος
3. Πυρήνα μαλακού σιδήρου σε σχήμα Π
4. Διάταξη παραγωγής στάσιμων κυμάτων προσαρμοσμένη στον πυρήνα μαλακού σιδήρου
5. Μετασχηματιστής
6. Σωληνοειδές 300 σπειρών
7. Μεταλλικό μαχαιρωτό Διακόπτη και καλώδια εργαστηρίου
8. Σπάγκος περίπου 1,5m
9. Μεταλλικό ελατήριο κατάλληλο για παραγωγή διαμηκών κυμάτων
10. Δισκάκι για την τοποθέτηση μικρών βαρών
11. Βαράκια 50gr, 100gr, ροδέλες και συνδετήρες
12. Ηλεκτρονική ζυγαριά

## Εγκάρσια Στάσιμα Κύματα



Εικόνα 1

Κατασκευάζουμε τη διάταξη της Εικόνας 1 (ανωτέρω). Ο μετασχηματιστής τροφοδοτείται με την εργαστηριακή τάση ( $\sim 220V$ ) και το σωληνοειδές με τάση 30V μέσω του μετασχηματιστή και διακόπτη.

Τοποθετούμε στο δισκάκι 4 ροδέλες και ζυγίζουμε μαζί με το συνδετήρα:



Εικόνα 2



Εικόνα 3

Βάρος \_\_\_ N

Πόση είναι η δύναμη(τάση) που τεντώνει το νήμα;

Τάση  $F_1 =$  \_\_\_ N

Κλείνουμε το διακόπτη. Μετακινούμε το δεξιό ορθοστάτη ώστε να πετύχουμε 4 στάσιμα κύματα.

Μετρείστε το οριζόντιο μήκος του νήματος

Μήκος νήματος  $l =$  \_\_\_ m

Αριθμός στάσιμων κυμάτων  $n_1 =$  \_\_\_\_\_

Μήκος Κύματος  $\lambda_1 =$  \_\_\_\_\_ m

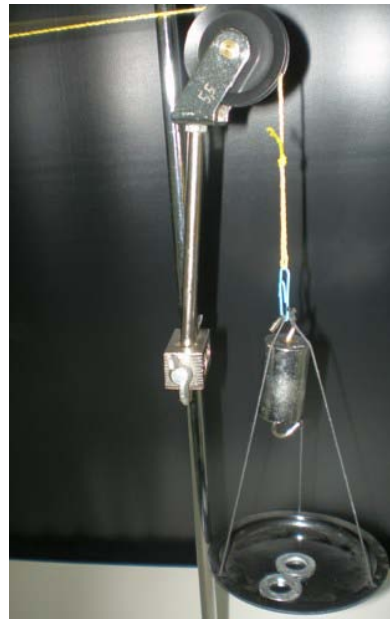
Η συχνότητα είναι προφανώς ίση με τη συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος που χρησιμοποιούμε.

Συχνότητα κύματος  $f =$  \_\_\_\_\_ Hz

Τοποθετούμε στο δισκάκι τετραπλάσιο βάρος και κρατούμε σταθερό το μήκος του νήματος:



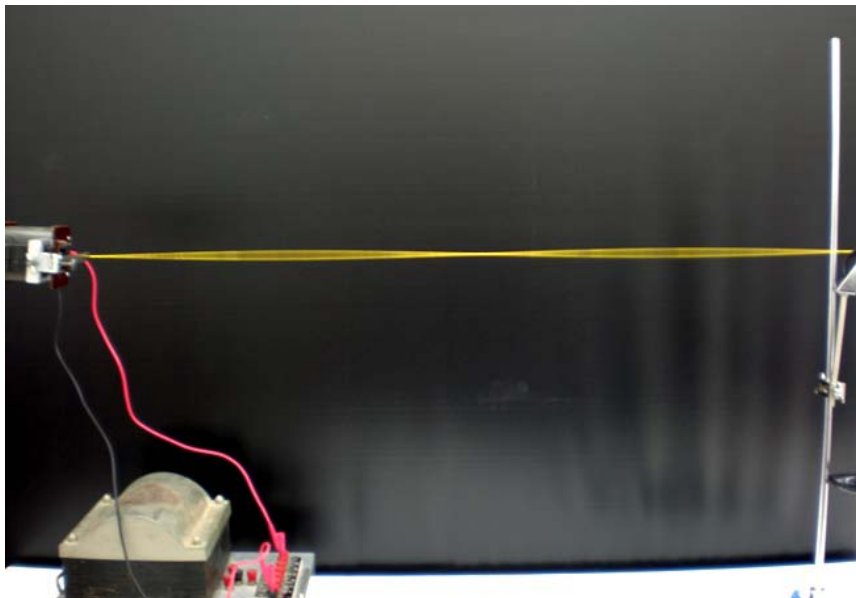
Εικόνα 4



Εικόνα 5

Βάρος \_\_\_\_\_ N

Τάση του νήματος  $F_2 =$  \_\_\_\_\_ N



Εικόνα 6

Πόσα στάσιμα κύματα σχηματίστηκαν τώρα;  $n_2 =$  \_\_\_\_\_

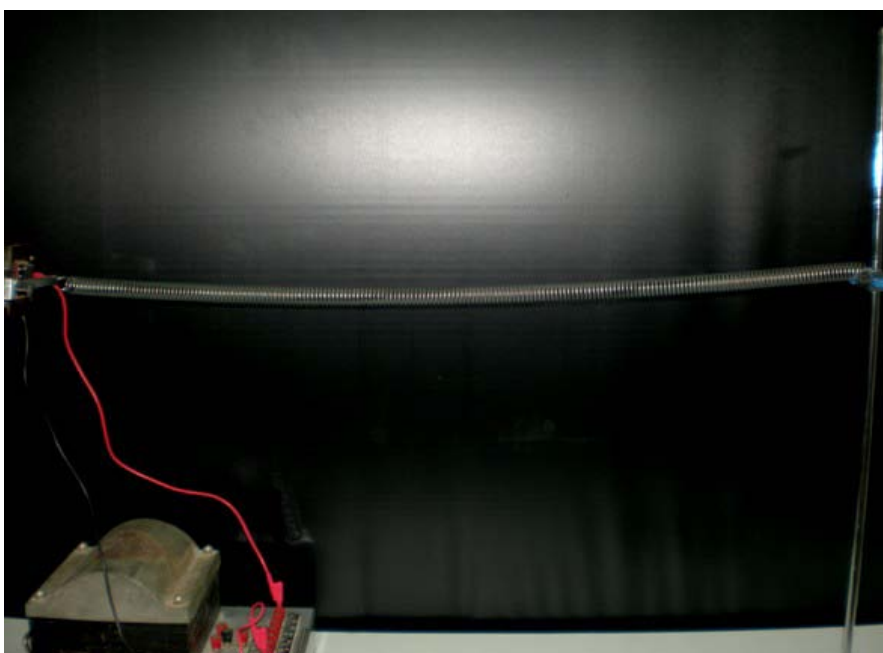
Μήκος Κύματος  $\lambda_2 =$  \_\_\_\_\_ m

Συγκρίνετε τις τιμές  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  που βρήκατε για τις τάσεις  $F_1$  και  $F_2$  και διατυπώστε τη σχέση μήκους κύματος και δύναμης τάσης της χορδής

---

---

### Στάσιμα Διαμήκη Κύματα



Εικόνα 4

Κατασκευάζουμε τη διάταξη της Εικόνας 7 (ανωτέρω), στην οποία περιλαμβάνεται ότι και στην Εικόνα 1, αλλά αντικαταστήσαμε τη χορδή (νήμα) με ελατήριο κυματισμών. Επίσης έχουμε αφαιρέσει το δισκάκι με τις ροδέλες και έχουμε γαντζώσει την μία άκρη του ελατηρίου σε σύνδεσμο στερεωμένο σε ορθοστάτη. Τοποθετούμε τον κινητό ορθοστάτη σε μία θέση που να είναι ελαφρώς τεντωμένο το ελατήριο και κλείνουμε το διακόπτη του κυκλώματος, οπότε αρχίζουν οι διαμήκεις πλέον ταλαντώσεις και ο σχηματισμός των στάσιμων κυμάτων.

Σε τι διαφέρουν τώρα τα στάσιμα κύματα από αυτά που λαμβάναμε στη διαδικασία με τη χορδή;

---

Συνολικό μήκος ελατηρίου στη διάταξη:  $L_1 = \text{_____}$  m

Αριθμός Στάσιμων Κυμάτων:  $n_2 = \text{_____}$

Μήκος Κύματος:  $\lambda_2 = \text{___} \text{ m}$

Μεταβάλλουμε το μήκος του ελατηρίου π.χ μετακινώντας προς τα δεξιά τον κινητό ορθοστάτη σε άλλη τυχαία θέση.

Συνολικό μήκος ελατηρίου στη διάταξη:  $L_2 = \text{___} \text{ m}$

Αριθμός Στάσιμων Κυμάτων:  $n_2 = \text{___}$

Μήκος Κύματος:  $\lambda_2 = \text{___} \text{ m}$

Συγκρίνετε τις τιμές  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$  που βρήκατε για τα μήκη  $L_1$  και  $L_2$  και διατυπώστε τη σχέση μήκους κύματος και μήκους του ελατηρίου.

---

---