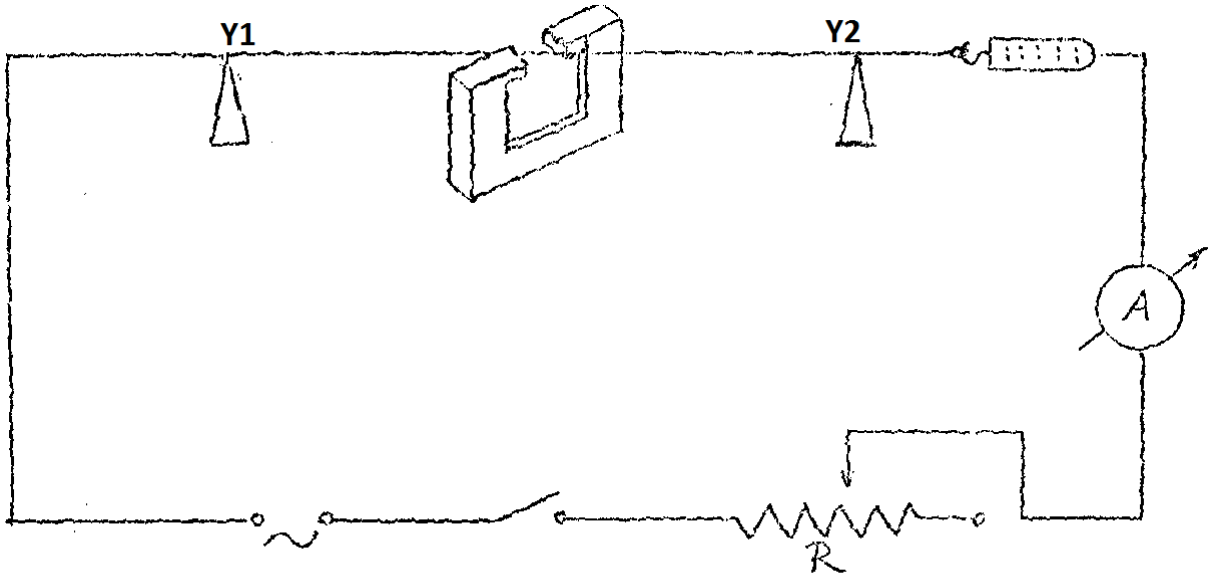


ΑΣΚΗΣΗ 1

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

ΣΥΣΚΕΥΗ



Σχήμα 1

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1, η συσκευή αποτελείται από χορδή που είναι δεμένη σε δυναμόμετρο και βρίσκεται μεταξύ των πόλων πεταλοειδούς μαγνήτη. Η χορδή είναι συνδεδεμένη σε σειρά με ρυθμιστική αντίσταση R , αμπερόμετρο A και διακόπτη S .

ΘΕΩΡΙΑ

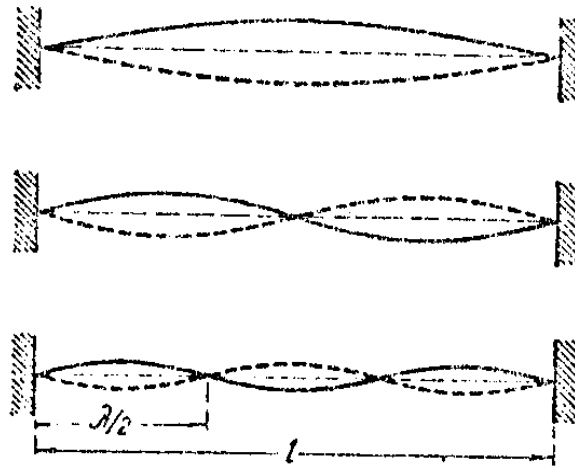
Όταν ένα σύστημα εξαναγκάζεται σε ταλάντωση από ένα εξωτερικό αρμονικό αίτιο συχνότητας ν , το αποτέλεσμα θα είναι ότι το σύστημα θα ταλαντούται με την ίδια συχνότητα. Το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης εξαρτάται από την συχνότητα του εξαναγκάζοντος αιτίου και γίνεται μέγιστο όταν η συχνότητα αυτή συμπίπτει με την ιδιοσυχνότητα του συστήματος δηλ. με την συχνότητα ελεύθερης ταλάντωσης του.

Στην άσκηση το σύστημα που ταλαντώνεται είναι μια χορδή στερεωμένη στα δύο άκρα και τοποθετημένη πάνω σε δύο ενδιάμεσα κινητά στηρίγματα (Σχήμα 1, Y1 και Y2). Αν η χορδή τεθεί σε ταλάντωση, το κύμα που θα διαδοθεί κατά μήκος της χορδής ανακλάται στα σημεία που η χορδή είναι στηριγμένη με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ένα στάσιμο κύμα. Το μήκος της χορδής ℓ μεταξύ των δύο στηριγμάτων Y1 και Y2 προφανώς έχει άμεση σχέση με το μήκος του οδεύοντος κύματος και θα ισχύει

$$\ell = n \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

όπου $n=1,2,3,\dots$

Στο σχήμα 2 φαίνονται οι τρεις πρώτοι δυνατοί τρόποι ταλάντωσης της ίδιας χορδής.



Σχήμα 2

Το μήκος κύματος λ συνδέεται με την συχνότητα ν με την σχέση

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \quad (2)$$

όπου v η ταχύτητα του κύματος.

Αν F_τ είναι η δύναμη με την οποία τείνεται η χορδή και m_1 η γραμμική πυκνότητά της (η γραμμική πυκνότητα ορίζεται σαν μάζα ανά μονάδα μήκους) τότε η ταχύτητα του κύματος στη χορδή συνδέεται με αυτά τα δύο μεγέθη με τη σχέση

$$v = \sqrt{\frac{F_\tau}{m_1}} \quad (3)$$

Ο συνδυασμός των παραπάνω εξισώσεων δίνει, για την ιδιοσυχνότητα της χορδής, τη σχέση

$$v = \frac{n}{2\ell} \sqrt{\frac{F_\tau}{m_1}} \quad (4)$$

Σ' αυτή την άσκηση ζητάμε να υπολογίσουμε τη συχνότητα ν η οποία δεν είναι τίποτα άλλο παρά η συχνότητα της τάσης του δικτύου ν_δ καθώς η χορδή τροφοδοτείται με τη τάση από το δευτερεύον μετασχηματιστή όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Αν επιδράσει πάνω στη χορδή μαγνητικό πεδίο (στην άσκηση το πεδίο είναι το πεδίο του πεταλοειδούς μαγνήτη και είναι κάθετο στη διεύθυνση της χορδής), τότε πάνω στη χορδή επιδρά μια δύναμη κατά Laplace κάθετη στο επίπεδο που ορίζεται από τη χορδή και το μαγνητικό πεδίο. Το μέτρο αυτής της δύναμης είναι

$$F_L = F_{OL} \eta \mu 2\pi \nu_\delta t$$

όπου ν_δ η συχνότητα του δικτύου.

Με την επίδραση αυτής της δύναμης η χορδή ταλαντώνεται. Όταν η συχνότητα ν_δ συμπίπτει με την ιδιοσυχνότητα της χορδής που δίνεται από τη σχέση (4) το πλάτος γίνεται μέγιστο.

Η παρατήρηση θα πρέπει να γίνει για την θεμελιώδη ιδιοσυχνότητα, δηλαδή για $n=1$ και ο λόγος γίνεται προφανής αν παρατηρήσει κανείς τη σχέση πλάτων στο Σχήμα 2. Έτσι για όλες τις άλλες περιπτώσεις η παρατήρηση είναι πολύ δύσκολη.

Στην άσκηση έχουμε τη δυνατότητα να μεταβάλλουμε τη δύναμη F_τ με την οποία τείνουμε τη χορδή. Έτσι, για διάφορες τιμές της δύναμης F_τ επαναλαμβάνουμε το πείραμα και σημειώνουμε τα αντίστοιχα F_τ και ℓ . Από τη σχέση (4) έχουμε

$$F_\tau = 4\nu_\delta^2 m_1 \ell^2$$

δηλαδή η σχέση μεταξύ F_τ και ℓ^2 είναι γραμμική και η συχνότητα ν_δ μπορεί να προκύψει από την κλίση της ευθείας $F_\tau = f(\ell^2)$.

Τα πειραματικά σημεία στο διάγραμμα προφανώς δεν είναι δυνατό να βρίσκονται σε ευθεία λόγω πειραματικών σφαλμάτων. Η επανάληψη των μετρήσεων και η χάραξη της καλύτερης ευθείας μέσα από τα πειραματικά σημεία έχει ακριβώς το σκοπό, όσο είναι δυνατό, να εξαλείψει τα πειραματικά σφάλματα. Η καλύτερη ευθεία εδώ θα σχεδιασθεί κατά προσέγγιση προσέχοντας ώστε να αφήνει και από τις δύο μεριές

εξίσου τα πειραματικά σημεία. Καλύτερη χάραξη της ευθείας γίνεται με τη βοήθεια της θεωρίας των ελαχίστων τετραγώνων αλλά δεν απαιτείται στα πλαίσια του συγκεκριμένου εργαστηρίου.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Φτιάξτε την συνδεσμολογία του Σχήματος 1.
2. Τοποθετείστε τα υποστηρίγματα Y_1 και Y_2 της χορδής σε απόσταση 30cm περίπου μεταξύ τους και τροφοδοτείστε την συσκευή κλείνοντας τον διακόπτη.
3. Με κατάλληλη μεταβολή της τείνουσας δύναμης επιτύχετε συντονισμό (μέγιστο πλάτος ταλάντωσης της χορδής). Διακόψτε την τροφοδοσία και μετρείστε την μεταξύ των ακμών των υποστηριγμάτων απόσταση ℓ καθώς και την τείνουσα δύναμη F_τ και γράψτε τις τιμές τους σε πίνακα, σύμφωνα με το υπόδειγμα του πίνακα που σας δίνουμε παρακάτω.
4. Επαναλάβετε τις εργασίες 2 και 3 εννέα ακόμη φορές μετρώντας την F_τ για διάφορες τιμές του ℓ . Γράψτε τα αποτελέσματα των μετρήσεων στον πίνακα.
5. Μετρείστε την διάμετρο d της χορδής και απ' αυτή και τη πυκνότητα ρ του υλικού της υπολογίστε το m_1 της χορδής.
6. Υπολογίστε και γράψτε στον πίνακα τις τιμές του ℓ^2 .
7. Φτιάξτε την γραφική παράσταση της σχέσης $F_\tau = f(\ell^2)$. και από την κλίση της υπολογίστε την ζητούμενη συχνότητα ν_δ .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

l cm	F_{τ} Kgr*	d mm