

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 25

ΣΤΑΣΙΜΑ ΚΥΜΑΤΑ ΣΕ ΧΟΡΔΗ

	Ειδικότητα (ΠΟΛ-ΜΗΧ-ΗΛΓ-ΗΛΝ)	Τμήμα (Α1,Β1...)	Ομάδα (Α-Β-Γ...-Μ)
Ονοματεπώνυμο			
Διδάσκων			
Ημ/νία διεξαγωγής πειράματος		Ωρα	
Ημ/νία παράδοσης γραπτής εργασίας			
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	1^η διόρθωση	Τελικός βαθμός	

Παρατηρήσεις - Διορθώσεις:

- Ερωτήσεις προεργασίας
- Πειραματικά δεδομένα
- Χάραξη γραφικής
- Υπολογισμός κλίσης
- Υπολογισμός μεγεθών
- Μονάδες μέτρησης
- Στρογγυλοποίηση τελικών
- Αξιολόγηση αποτελέσματος

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑΣ (στο σπίτι)

Αφού μελετήσετε το θεωρητικό μέρος της εργασίας μέσα από τις Σημειώσεις του Εργαστηρίου ή/και τη σχετική βιβλιογραφία που σας προτείνεται, απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα:

1. Ποιά είναι τα φυσικά μεγέθη που περιγράφουν ένα κύμα; Σχεδιάστε δύο διαδοχικά κύματα στη θάλασσα και σημειώστε τα χαρακτηριστικά μεγέθη επάνω στο σχήμα.

2. Τι είναι το στάσιμο κύμα;

3. Σε ποιές περιπτώσεις θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε στάσιμα ή οδεύοντα κύματα:
 - μια πέτρα πέφτει σε μια λεκάνη με νερό :
 - μια πέτρα πέφτει στην ήρεμη επιφάνεια της θάλασσας :
 - η χορδή της κιθάρας που πάλλεται :

4. Σε χορδή μήκους L με τα δύο άκρα πακτωμένα, διεγείρεται κύμα συχνότητας f .
 - i. Ποιά είναι η γενική σχέση που δίνει τις συχνότητες συντονισμού f_n όταν επιτυγχάνεται στάσιμο κύμα στην χορδή;

 - ii. Ποια σχέση δίνει την ταχύτητα του κύματος συναρτήσει της δύναμης που ασκείται στην χορδή (τάση) και της γραμμικής πυκνότητας της;

 - iii. Πώς εκφράζονται η θεμελιώδης συχνότητα f_1 και οι τρεις πρώτες αρμονικές συχνότητες (δηλ. $n=1,2,3,4$) για δεδομένο μήκος L ;

 - iv. Σχεδιάστε τα στιγμιότυπα όπου έχουν αναπτυχθεί οι τρεις πρώτοι τρόποι ταλάντωσης μίας χορδής πακτωμένης στα άκρα της

ΕΡΓΑΣΙΕΣ (στο εργαστήριο)

Αρχικά:

- Αναγνωρίστε τα μέρη της πειραματικής διάταξης.
- Ως χορδή στο πείραμα θα χρησιμοποιήσετε δύο διαφορετικά νήματα: ένα κόκκινο και ένα πράσινο. Ζυγίστε με τον ηλεκτρονικό ζυγό τη μάζα δύο κουβαριών από τα ίδια νήματα με μήκος $S=10$ m το καθένα και καταγράψτε τις τιμές ακολούθως:

νήμα	M (gr)	S (m)	μ (gr/m)	= M/S
Κόκκινο				
πράσινο				

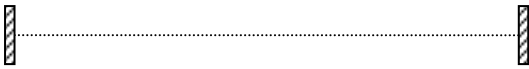
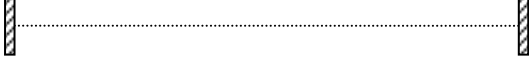
1^ο πείραμα

L, m, μ : σταθερά

«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ»

1. Περάστε το κόκκινο νήμα επάνω από την τροχαλία.
Αναρτήστε στο άκρο αυτό ένα σώμα μάζας 100 gr περίπου. Το άλλο άκρο του είναι δεμένο επάνω στο μεγάφωνο διεγέρτη.
2. Ρυθμίστε τη θέση του μεγαφώνου-διεγέρτη ώστε το μήκος του νήματος από την κορυφή της τροχαλίας μέχρι το σημείο πρόσδεσης του στο μεγάφωνο-διεγέρτη, να είναι $L = 100$ cm.
3. Ανοίξτε τη γεννήτρια ημιτονοειδούς κύματος και επιλέξτε την κλίμακα [0-200] Hz. Ρυθμίστε το πλάτος του ημιτονοειδούς σήματος της γεννήτριας συχνοτήτων στρέφοντας το ποτενσιόμετρο “Amplitude” περίπου ως τη μέση.
4. Ακολούθως, χρησιμοποιήστε το περιστρεφόμενο κουμπί (FREQUENCY) για να ρυθμίσετε την συχνότητα με την οποία θα διεγείρετε το μεγάφωνο-διεγέρτη, έτσι ώστε το νήμα να ταλαντώνεται σε ένα τμήμα, δηλαδή **μία κοιλία**. Ρυθμίστε πολύ προσεκτικά, το πλάτος και τη συχνότητα διέγερσης ώστε να διατηρήσετε τη ταλάντωση του νήματος σε σταθερό επίπεδο και με μεγάλο πλάτος. Καταγράψτε τη συχνότητα f_1 , στον πίνακα 25.1. Αποδώστε σχηματικά την ταλάντωση του νήματος στον Πίνακα 25.1.
5. Επαναλάβετε το προηγούμενο βήμα για να παραχθεί ένα στάσιμο κύμα στο νήμα με δύο τμήματα, δηλαδή **δύο κοιλίες**. Το νήμα θα πρέπει να δονείται με κόμβους στα άκρα του και **έναν κόμβο** στη μέση. Καταγράψτε τη συχνότητα f_2 και αποδώστε σχηματικά την ταλάντωση, στον πίνακα 25.1.
6. Ρυθμίστε την συχνότητα ώστε να παραχθεί στάσιμο κύμα με τρία τμήματα, δηλαδή **τρεις κοιλίες**. Το νήμα θα πρέπει να δονείται με κόμβους στα άκρα του και **δύο κόμβους** ενδιάμεσα. Καταγράψτε τη συχνότητα f_3 και αποδώστε σχηματικά την ταλάντωση, στον πίνακα 25.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 25.1

Κοιλίες (n)	Τρόπος ταλάντωσης	λ_n (m)	f_n (Hz)	$u = \lambda \cdot f$ (m/sec)
1				
2				
3				

2^ο πείραμα $\mu, m = \text{σταθερά}$ **«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΣ»**

- Διατηρήστε την απόσταση του διεγέρτη από την τροχαλία σε μήκος $L = 100 \text{ cm}$. Διατηρήστε το βαρίδιο μάζας 100 gr στο άκρο του κόκκινου νήματος που περνάει από την τροχαλία.
- Ρυθμίστε την συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων ώστε το νήμα να ταλαντώνεται σε **δύο** τμήματα. Ρυθμίστε το πλάτος και την συχνότητα της διέγερσης ώστε να παρατηρήσετε ταλάντωση με μεγάλο πλάτος και ταυτόχρονα σχεδόν «ακίνητους» κόμβους. Καταγράψτε τη συχνότητα f_2 .
- Μηδενίστε** τη συχνότητα από το κουμπί FREQUENCY.
- Επαναλάβετε τα βήματα 2 και 3 μειώνοντας το μήκος του νήματος **στο μισό** και **στο ένα τέταρτο** του αρχικού. Καταγράψτε τις συχνότητες στον Πίνακα 25.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 25.2

m (Kg)	L (m)	f_2 (Hz)	λ_2 (m)	u (m/sec)
	1.00			
	0.50			
	0.25			

3^ο πείραμα: $L, \mu = \text{σταθερά}$ **«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΣ»**

1. Μηδενίστε τη συχνότητα από το κουμπί FREQUENCY. Συνδέστε το μεγάφωνο-διεγέρτη πάλι πίσω στην αρχική του θέση, σε απόσταση 100 cm από την τροχαλία. Κρεμάστε σώμα μάζας 100 gr (περίπου) από το άκρο του νήματος που περνάει από την τροχαλία.
2. Ρυθμίστε την συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων ώστε το νήμα να ταλαντώνεται σε **τέσσερα** τμήματα. Ρυθμίστε το πλάτος και την συχνότητα της διέγερσης ώστε να παρατηρήσετε ταλάντωση με μεγάλο πλάτος και ταυτόχρονα σχεδόν «ακίνητους» κόμβους. Καταγράψτε τη συχνότητα f_4 στον Πίνακα 25.3.
3. Επαναλάβετε τα βήματα 1,2 αναρτώντας βαρίδια συνολικής μάζας 200 gr (περίπου).

ΠΙΝΑΚΑΣ 25.3

$L(m)$	$m (gr)$	$f_4 (Hz)$	$\lambda_4 (m)$	$u (m/sec)$

4^ο πείραμα: $L, m = \text{σταθερά.}$ **«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΣ»**

1. Μηδενίστε τη συχνότητα από το κουμπί FREQUENCY.
2. Αφαιρέστε βαρίδια ώστε στο άκρο του νήματος να είναι αναρτημένη συνολική μάζα ίση με 100 gr.
3. Ρυθμίστε την συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων ώστε το νήμα να ταλαντώνεται σε **δύο** τμήματα. Καταγράψτε τη συχνότητα f_2 στον Πίνακα 25.4.
4. Μηδενίστε τη συχνότητα από το κουμπί FREQUENCY. Αφαιρέστε τη μάζα των 100 gr και απομακρύνετε το κόκκινο νήμα από την τροχαλία. Περάστε το πράσινο νήμα από την τροχαλία. Αναρτήστε την ίδια μάζα των 100 gr στο ελεύθερο άκρο του πράσινου νήματος. Βεβαιωθείτε ότι το μήκος του νήματος από το επάνω μέρος της τροχαλίας μέχρι το σημείο πρόσδεσης στο μεγάφωνο είναι $L = 100 \text{ cm}$.
5. Ρυθμίστε την συχνότητα της γεννήτριας συχνοτήτων ώστε το νήμα να ταλαντώνεται **επίσης** σε **δύο** τμήματα. Καταγράψτε τη συχνότητα f_2 στον Πίνακα 25.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 25.4

	$\mu (gr/m)$	$f_2 (Hz)$	$\lambda_2 (m)$	$u (m/sec)$
Κόκκινο				
Πράσινο				

Επεξεργασία Μετρήσεων - Αποτελέσματα

1^ο πείραμα

L, m, μ : σταθερά

«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ»

1. Από την θεμελιώδη σχέση της κυματικής $u = \lambda \cdot f$ να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος που αναπτύσσεται σε καθένα από τους τρόπους ταλάντωσης που παρατηρήσατε.
2. Εξαρτάται η ταχύτητα του κύματος από την συχνότητα;
3. Υπολογίστε την *θεωρητική* τιμή της ταχύτητας του κύματος (σε m/sec) κατά μήκος του κόκκινου νήματος από την σχέση:

$$u = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{\mu}} =$$

Δίνεται $g = 9,81$ m/sec, ενώ η μάζα να δοθεί σε gr.

4. Από τον Πίνακα 25.1 να υπολογίσετε την μέση τιμή της ταχύτητας \bar{u} που εκτιμήσατε *πειραματικά* και συγκρίνετε με την *θεωρητική* τιμή της ταχύτητας κύματος.

$$\bar{u} =$$

Συγκρίνονται οι δύο τιμές;

2^ο πείραμα

μ, m = σταθερά

«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΣ»

1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ_2 στις περιπτώσεις που εξετάστηκαν και ακολούθως να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος από τη θεμελιώδη σχέση της κυματικής $u = \lambda \cdot f$. Καταγράψτε τις τιμές αυτές στον Πίνακα 25.2.
2. Εξαρτάται η ταχύτητα του κύματος από το μήκος του νήματος; Είναι αναμενόμενο το αποτέλεσμα;

3^ο πείραμα: **$L, \mu =$ σταθερά****«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΑΣΗ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΣ»**

1. Από την θεμελιώδη σχέση της κυματικής $u = \lambda \cdot f$ να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος που αναπτύσσεται σε καθεμία από τις διαφορετικές τάσεις που ασκήσαμε στο νήμα και να συμπληρώσετε τον Πίνακα 25.3.
2. Εξαρτάται η ταχύτητα του κύματος από την τάση στο νήμα; Είναι αναμενόμενο το αποτέλεσμα;

4^ο πείραμα: **$L, m =$ σταθερά.****«Η ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΤΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΝΗΜΑΤΟΣ»**

1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ_2 και από την θεμελιώδη σχέση της κυματικής $u = \lambda \cdot f$ να υπολογίσετε την ταχύτητα του κύματος που αναπτύσσεται σε καθένα από τα νήματα. Να συμπληρώσετε τον Πίνακα 25.4.
2. Εξαρτάται η ταχύτητα του κύματος από την πυκνότητα του νήματος, άρα από το μέσο διάδοσης του κύματος; Είναι αναμενόμενο το αποτέλεσμα;
3. Υπολογίστε την *θεωρητική* τιμή της ταχύτητας του κύματος (σε m/sec) που διαδίδεται στο πράσινο νήμα από την σχέση:

$$u = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{\mu}} =$$

Δίνεται $g = 9,81$ m/sec, ενώ η μάζα να δοθεί σε gr.

4. Η θεωρητική τιμή της ταχύτητας συγκρίνεται με την πειραματική τιμή της ταχύτητας για το πράσινο νήμα; Που μπορεί να οφείλεται τυχόν απόκλιση;

Να δείχνετε αναλυτικά τους υπολογισμούς των ζητούμενων μεγεθών με τις μονάδες τους.

~·~

