

Σειρά Οργάνων Κυματικής
10-2α ΣΥΣΚΕΥΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Οδηγίες Χρήσης - Εργαστηριακός Οδηγός



Γενικά

Η συσκευή κυματισμών επιτρέπει τη μελέτη διάδοσης κυμάτων στην επιφάνεια υγρού και συγκεκριμένα τη μελέτη των φαινομένων α) της διάθλασης β) της περίθλασης γ) της ανάκλασης και δ) της συμβολής.

Τα κύματα στην επιφάνεια του υγρού παράγονται από μία κυματογεννήτρια που ωθεί περιοδικά δέσμη αέρα ή με χειροκίνητη μεταβολή του βάθους βύθισης του επιπέδου διεγέρτη.

Η επιφάνεια του υγρού της λεκάνης, με τα κύματα που παράγονται και διαδίδονται μέσα σ' αυτήν, φωτίζεται με κατάλληλο σύστημα στροβοσκοπικού φωτισμού και τα είδωλα των κυμάτων προβάλλονται σε λευκή πλαστική επιφάνεια.

Τα είδωλα των κυμάτων δημιουργούνται, γιατί οι κορυφές των κυμάτων δρουν σαν συγκεντρωτικοί φακοί, που τείνουν να εστιάσουν το φως από τη λάμπα, ενώ οι κοιλάδες που δρουν σαν αποκλίνοντες φακοί τείνουν να το αποκλίνουν. Για αυτό το λόγο οι κορυφές φαίνονται σαν λαμπερές λωρίδες, ενώ οι κοιλάδες φαίνονται σκοτεινές.

Έτσι, πάνω στην επιφάνεια προβολής, είναι δυνατό να μελετηθούν ποιοτικά και ποσοτικά τα φαινόμενα που παρατηρούνται στην επιφάνεια του υγρού.

Οι απαραίτητες μετρήσεις γίνονται πάνω στην οθόνη, λαμβάνοντας υπ' όψιν τη μεγέθυνση λόγω της προβολής (συντελεστής μεγέθυνσης).

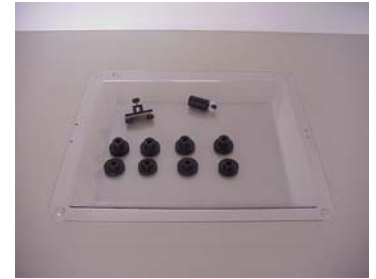
Περιγραφή συσκευής

Η συσκευή κυματισμών αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

1. Διαφανή λεκάνη με επίπεδο ισοπαχή γυάλινο πυθμένα και οπή απορροής	1
2. Κοχλίες οριζοντίωσης	8
3. Φυσητήρα αέρα	1
4. Ηλεκτρονικό ελεγκτή	1
5. Σημειακή φωτεινή πηγή αλογόνου με στέλεχος & καλώδια τροφοδοσίας	1
6. Κάτοπτρο με βάση στήριξης	1
7. Οθόνη προβολής	1
8. Μαύρα πάνελ σκίασης	3
9. Ευθύγραμμο Διεγέρτη με δύο κυλινδρικούς μαγνήτες στήριξης	1
10. Μονό διεγέρτη με κυλινδρικό μαγνήτη στήριξης	2
11. Στήριγμα διεγερτών με στέλεχος	1
12. Σειρά μεταλλικών εμποδίων :	
a. Δύο μακριά ευθύγραμμο εμπόδια	
b. Ένα κοντό, ευθύγραμμο εμπόδιο	
c. Ένα καμπύλο εμπόδιο (παραβολικό κάτοπτρο)	
d. Ένα εμπόδιο «ορθή γωνία»	
13. Σειρά οπτικών εμποδίων από Plexiglas με στηρίγματα	1
a. 1 με παράλληλες πλευρές	
b. 1 συγκλίνων φακός	
c. 1 αποκλίνων φακός	
d. 1 ορθογώνιο τρίγωνο	
e. 1 ισοσκελές τρίγωνο	
14. Ορθοστάτη σημειακής φωτεινής πηγής αλογόνου	1
15. Στήριγμα ορθοστάτη σημειακής φωτεινής πηγής αλογόνου	1
16. Καλώδια τροφοδοσίας φυσητήρα αέρα	2
17. Μεταλλικοί πείροι ένωσης πλαϊνών πάνελ	8
18. Πλαστικοί πείροι σύνδεσης	6
19. Σωλήνα απορροής latex και εξάρτημα ρύθμισης ροής	1
20. Στροβοσκόπια χειροκίνητα	8

Αναλυτικότερα:

1. **Διαφανής πλαστική λεκάνη**, με γυάλινο, επίπεδο και ισοπαχή πυθμένα διαστάσεων περίπου 52 x 44,5 x 5cm και οπή απορροής. (εικ. 1α)
2. Οκτώ **κοχλίες οριζοντίωσης** (εικ. 1α)
3. Ένα **στήριγμα ορθοστάτη σημειακής φωτεινής πηγής αλογόνου** (εικ. 1α)
4. Εξάρτημα ρύθμισης απορροής (εικ. 1α)



(εικ. 1α)

5. **Φουσητήρας αέρα και ηλεκτρονικός ελεγκτής** (εικ. 1β). Περιλαμβάνει μία γεννήτρια ώθησης δέσμης αέρα που λειτουργεί μέσω ηλεκτρονικού ελεγκτή διασφαλίζοντας το συγχρονισμό του στροβοσκοπικού φωτισμού με τη κυματογένεση.
Η συχνότητα των προκαλούμενων κυματισμών είναι επιλέξιμη (συνεχώς μεταβαλλόμενη). Περιλαμβάνονται τα απαραίτητα καλώδια. Ο ηλεκτρονικός ελεγκτής επιτρέπει τη μεταβολή συχνότητας των κυμάτων και της έντασης τους καθώς επίσης δίνει τη δυνατότητα μετάδοσης, αυτόματα ή χειροκίνητα, μεμονωμένων παλμών στο νερό που περιέχεται στη λεκάνη



(εικ. 1β)

6. **Κάτοπτρο με βάση στήριξης**, συγκεντρώνει το φως της πηγής και το προβάλλει πάνω στη λεκάνη και επιτρέπει στο χρήστη να κατευθύνει την ακτίνα φωτός στην οθόνη προβολής (εικ 1γ)



(εικ 1γ)

7. **Οθόνη προβολής** (εικ 1δ) που τοποθετείται κατακόρυφα κάτω από τη λεκάνη.



(εικ 1δ)

8. **Τρία μαύρα πάνελ σκίασης** (εικ. 1ε, 1στ) για τη σκίαση εξωτερικού φωτός.



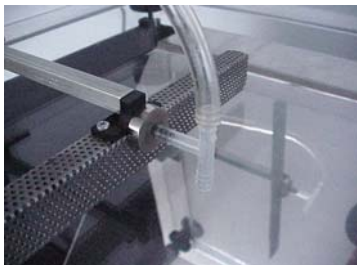
Πίσω πάνελ (εικ. 1ε)

Πλαινά πάνελ (εικ. 1στ)



9. **Τρεις Διεγέρτες Κυμάτων (κυματογενήτριες)** (εικ. 1ζ, 1η, 1θ) που χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Το σύνολο περιλαμβάνει:

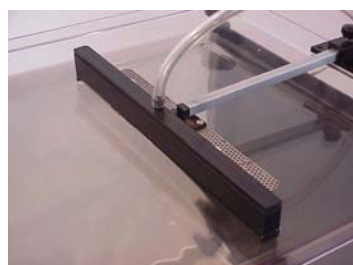
- **έναν μονό διεγέρτη** για την παραγωγή κυκλικών παλμών και κυκλικών περιοδικών κυμάτων.
- **έναν διπλό διεγέρτη** για την επίδειξη των κροσσών συμβολής. Η απόσταση των δύο διεγερτών ρυθμίζεται με την ολίσθηση τους κατά μήκος του ευθύγραμμου στηρίγματος τους.
- **έναν ευθύγραμμο διεγέρτη** για την παραγωγή ευθύγραμμων παλμών και ευθύγραμμων περιοδικών κυμάτων και την επίδειξη της ανάκλασης και της διάθλασης.



(εικ 1ζ)



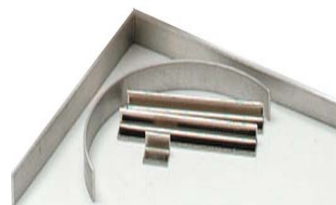
(εικ 1η)



(εικ . 1θ)

10. **Σειρά μεταλλικών εμποδίων** (εικ 1ι) που περιλαμβάνει:

- **Δύο μακριά ευθύγραμμα εμποδία** για εκτέλεση πειραμάτων περίθλασης σε ακμή και της αρχής του Huygens.
- **Ένα κοντό, ευθύγραμμο εμπόδιο** που σε συνδυασμό με τα προηγούμενα, χρησιμοποιείται στα πειράματα περίθλασης και συμβολής από διπλή ή τριπλή σχισμή.
- **Ένα καμπύλο εμπόδιο** για την επίδειξη της συμπεριφοράς των υδάτινων κυμάτων πάνω σε κοίλο ή κυρτό κάτοπτρο.
- **Ένα εμπόδιο «ορθή γωνία»** που αναπαράγει την οπτική αναλογία δύο κατόπτρων 90° .



(εικ 1ι)

11. **Σειρά οπτικών εμποδίων από Plexiglas** (εικ 1κ), χρησιμοποιούνται για τη μείωση της ταχύτητας των επιφανειακών κυμάτων λόγω της μείωσης του βάθους του υγρού. Η σειρά περιλαμβάνει:

- **1 εμπόδιο με παράλληλες ακμές**
- **1 συγκλίνων φακό**
- **1 αποκλίνων φακό**
- **1 ορθογώνιο τρίγωνο**



(εικ 1κ)

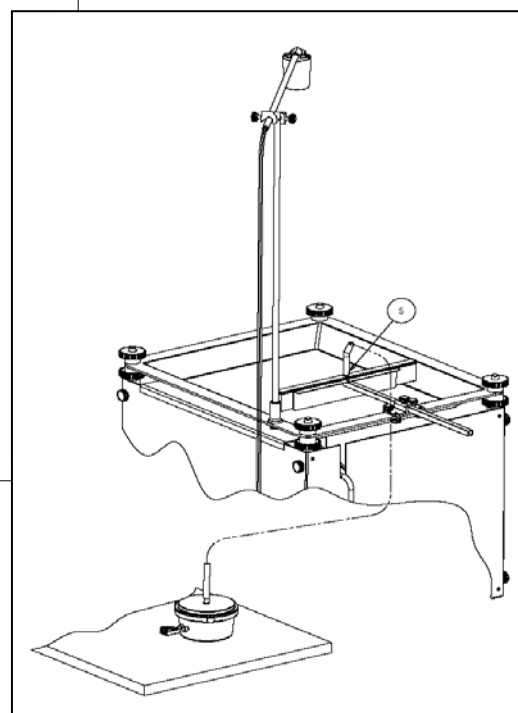
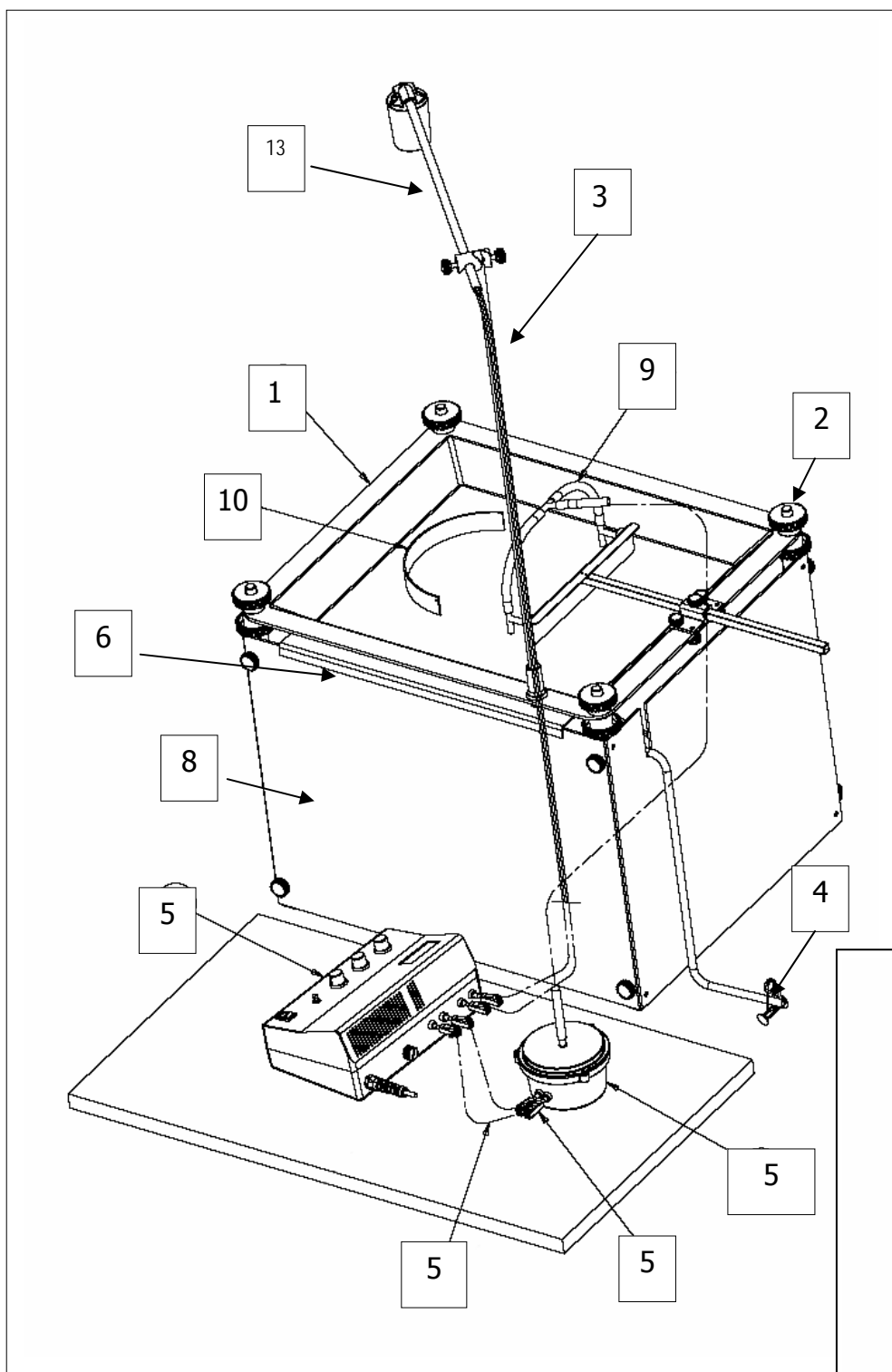
12. **Υποστηρίγματα** οπτικών εμποδίων από Plexiglas

13. **Σημειακή στροβοσκοπική φωτεινή πηγή αλογόνου (εικ.1λ)** προσαρμοσμένη σε κατάλληλο ορθοστάτη. Ο στροβοσκοπικός φωτισμός είναι αναγκαίος για το «πάγωμα» των παραγόμενων κυμάτων. Μπροστά από την φωτεινή πηγή υπάρχει φακός, ο οποίος συγκεντρώνει το φως της και δημιουργεί σημειακή φωτεινή πηγή.



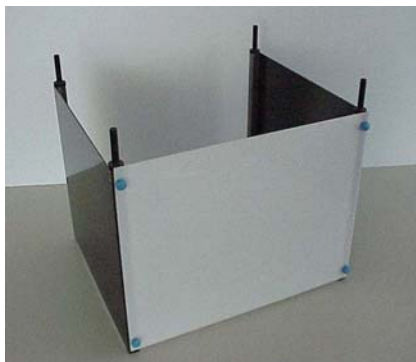
(εικ.1λ)

14. **Στροβοσκόπια χειροκίνητα (8τεμ.)** με ισαπέχουσες σχισμές 5cm.



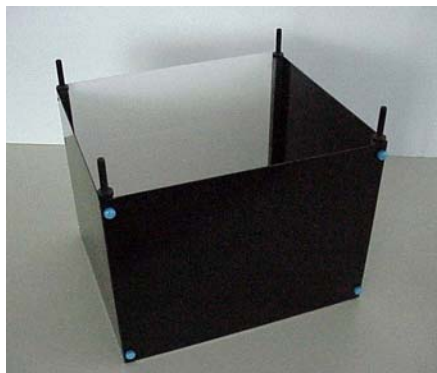
Οδηγίες Συναρμολόγησης

ΒΗΜΑ 1. Ενώστε τα δύο πλαϊνά πάνελ και την ημιδιαφανή οθόνη στερεώνοντάς τα με τους μεταλλικούς πείρους με κεφαλή που περιλαμβάνονται στη συσκευασία. (εικόνα 1)



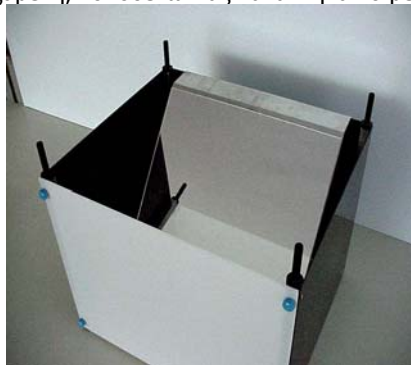
Εικ. 1

ΒΗΜΑ 2. Επαναλάβετε τη διαδικασία στερεώνοντας το οπίσθιο πάνελ (εικόνα 2)



Εικ. 2

ΒΗΜΑ 3. Εισάγετε το κάτοπτρο στη δεξαμενή, τοποθετώντας κατάλληλα το μεταλλικό στήριγμα στο οπίσθιο πάνελ (εικόνα 3)



Εικ. 3

ΒΗΜΑ 4. Τοποθετήστε τη λεκάνη της δεξαμενής και στερεώστε την, βιδώνοντας τους κοχλίες οριζοντίωσης (εικόνα 4 και 5).



Εικ. 4



Εικ. 5

ΒΗΜΑ 5. Προσαρμόστε τα στηρίγματα της λυχνίας και των διεγερτών στη δεξαμενή (εικόνα 6 και 7).

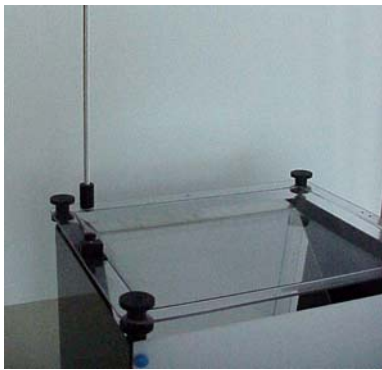


Εικ. 6



Εικ. 7

ΒΗΜΑ 6. Συναρμολογείτε στο στήριγμα του ορθοστάτη τη σημειακή φωτεινή πηγή. (εικόνα 8 και 9).



Εικ. 8



Εικ. 9

ΒΗΜΑ 7. Στερεώστε το στέλεχος της μεταλλικής ράβδου του συστήματος διεγερτών στον βραχίονα στήριξης διεγερτών. Ρυθμίστε τη θέση της ράβδου και σφίξτε τον κοχλία.

Σημειώσεις

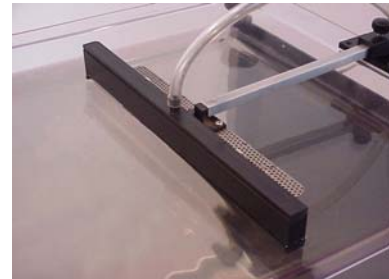
1. Το πλάτος της ταλάντωσης του διεγέρτη καθορίζεται με τη ρύθμιση του κατακόρυφου κοχλία.

Αν θέλετε να μελετήσετε κύματα κοντά στην πηγή τους, πρέπει το πλάτος της ταλάντωσης να είναι μικρό.

Αν θέλετε να μελετήσετε κύματα μακριά από την πηγή πρέπει το πλάτος της ταλάντωσης του διεγέρτη να είναι μεγάλο.

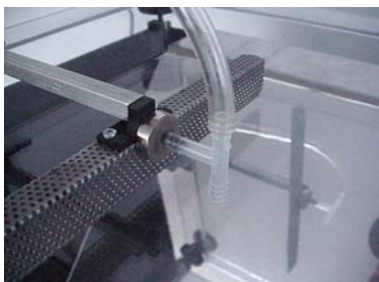
2. Παραγωγή επίπεδων κυμάτων:

Τοποθετήστε τον βραχίονα στήριξης τύπου T και στερεώστε τον ευθύγραμμο διεγέρτη με τους μαγνήτες. Φέρτε τον σε επαφή με την επιφάνεια του νερού και συνδέστε τον με τον φυσητήρα αέρα μέσω σωλήνα latex.



3. Παραγωγή κυκλικών κυμάτων:

συναρμολογείτε αντιστοίχως τον μονό ή διπλό διεγέρτη



ΒΗΜΑ 8. Τοποθετήστε τον πορτοκαλί σωλήνα λάτεξ στην οπή απορροής. Συνδέστε τον με το ειδικό εξάρτημα ρύθμισης απορροής. Βεβαιωθείτε ότι ο σωλήνας είναι απολύτως κλειστός. Γεμίστε τη λεκάνη με νερό σε βάθος 5-7mm. Μετρήστε το βάθος του νερού και στις 4 γωνίες της λεκάνης με ένα χάρακα. Εάν δεν είναι το ίδιο πρέπει να γίνουν μικρορυθμίσεις του ύψους των κοχλιών οριζοντίωσης, ώστε η λεκάνη να οριζοντιωθεί πάνω στον εργαστηριακό πάγκο.

Γεμίζοντας νερό

Για τα πειράματα συνίσταται αποσταγμένο ή χωρίς μέταλλα νερό για να αποφευχθούν προβλήματα που σχετίζονται με την καθίζηση αλάτων. Το γέμισμα του νερού είναι καλύτερο να γίνεται με πλαστικό μπουκάλι 500 ml. Περίπου 500 ml νερού είναι αρκετά για βάθος νερού στη δεξαμενή γύρω στα 6-7 mm. Προβλήματα σχετικά με επιφανειακή τάση αποφεύγονται με την προσθήκη 2-3 σταγόνων διαλύτη

Οδηγίες λειτουργίας ηλεκτρονικού ελεγκτή

Ο ηλεκτρονικός ελεγκτής διασφαλίζει το συγχρονισμό του στροβοσκοπικού φωτισμού με τη κυματογένεση. Συνδέστε στις μπόρνες τροφοδοσίας, που βρίσκονται στο πίσω μέρος του ελεγκτή, τις μπανάνες τροφοδοσίας αντίστοιχου χρώματος της σημειακής φωτεινής πηγής και του φυσητήρα αέρα.



Μεταβάλλετε την περίοδο των παραγόμενων κυμάτων (σε ms) με το κομβίο **period**.

Για να επιλέξετε την συχνότητα κυματισμών θα πρέπει να εφαρμόσετε τη σχέση $T=1/v$ και να επιλέξετε την αντίστοιχη τιμή της περιόδου κυματισμού με το κομβίο **periode**

Μεταβάλλετε την ένταση τους με το κομβίο **amplitude**.

Επιλέξτε τον τρόπο μετάδοσης των κυματισμών (συνεχόμενο, παλμικό ή μεμονωμένων παλμών) με το κομβίο **mode**.

Σε περίπτωση που δεν ανάβει ο διακόπτης 0/1 κατά την τροφοδοσία της συσκευής ελέγξτε την ασφάλεια στο πίσω μέρος της συσκευής.

Προσδιορισμός της συχνότητας κύματος με το χειροκίνητο στροβοσκόπιο

Η συχνότητα ταλάντωσης των διεγερτών, άρα και των παραγόμενων κυματισμών, είναι ίση με τη συχνότητα του στροβοσκοπικού φωτισμού. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα κύματα να φαίνονται "παγωμένα" πάνω στην οθόνη προβολής.

- Φέρτε το στροβοσκόπιο μπροστά στα μάτια σας κι αρχίστε να το περιστρέφετε με το δείκτη σας μέσα από τη διαθέσιμη οπή, με ολοένα και μεγαλύτερη ταχύτητα, κοιτάζοντας τη φωτεινή πηγή μέσα από αυτόν. Με λίγη προσπάθεια, κάποια στιγμή θα αρχίσετε να βλέπετε τη στροβοσκοπική φωτεινή πηγή μόνιμα φωτεινή. Μετρήστε, τότε, τη συχνότητα με την οποία περιστρέφετε το στροβοσκόπιο: μετρήστε σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, π.χ. σε 15 sec, πόσες φορές περνά το δάκτυλο μπροστά από το στέλεχος του στροβοσκοπίου.
- Για να βρείτε τη συχνότητα περιστροφής του στροβοσκοπίου διαιρέστε τον αριθμό των περιστροφών προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα.
- Για να βρείτε τη συχνότητα του κύματος πολλαπλασιάστε τη συχνότητα περιστροφής του στροβοσκοπίου επί 12 (αριθμός σχισμών).

Συντήρηση – Καθαρισμός Συσκευής

Για την καλή συντήρηση της συσκευής είναι πολύ σημαντικό να :

- Χρησιμοποιείτε αποσταγμένο νερό για να αποφύγετε προβλήματα που σχετίζονται με την καθίζηση αλάτων.
- Μετά από κάθε χρήση, να αδειάζετε το νερό της λεκάνης χρησιμοποιώντας την οπή απορροής και να σκουπίζετε καλά με ένα στεγνό καθαρό πανί όλα τα εξαρτήματα της συσκευής.
- Μην χρησιμοποιείτε απορρυπαντικά για τον καθαρισμό της ώστε να μην θαμπώσει.

Τεχνική υποστήριξη

Επικοινωνήστε μαζί μας :

Τηλέφωνο: 2310 68 17 60 & 2310 68 15 66 Fax:2310 68 80 05 & 2310 68 17 61

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Άσκηση 1: Παραγωγή και διάδοση παλμών και περιοδικών κυμάτων (ευθύγραμμων και κυκλικών) Μέτρηση του μήκους κύματος και Υπολογισμός ταχύτητας διάδοσης Σχέση της ταχύτητας διάδοσης και του βάθους του νερού

Τα κύματα, που παράγονται στην επιφάνεια ακίνητου υγρού, είναι εγκάρσια κύματα που διαδίδονται με σταθερή ταχύτητα πάνω σε επίπεδη επιφάνεια και μπορούν να θεωρηθούν ελαστικά κύματα:

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

1. Πλήρης λεκάνη κυματισμών	1
2. Ευθύγραμμος διεγέρτης	1
3. Μονός διεγέρτης	1
4. Σταγονόμετρο	1
5. Χάρακας	1

Πώς να συναρμολογήσετε τη συσκευή

Συναρμολογήστε τη συσκευή σύμφωνα με τις οδηγίες συναρμολόγησης. Για καλύτερα αποτελέσματα γεμίστε τη λεκάνη με νερό σε βάθος 8mm.

Βεβαιωθείτε ότι:

- 1) Η λεκάνη κυματισμών είναι καλά οριζοντιωμένη πάνω στον εργαστηριακό πάγκο, μετρώντας το βάθος του νερού και στις τέσσερις γωνίες της λεκάνης με τον χάρακα.
- 2) Δεν υπάρχουν φυσαλίδες ή ακαθαρσίες στο δοχείο του νερού ή στη γεννήτρια των κυμάτων.
- 3) Ο βραχίονας στήριξης διεγερτών είναι σε τέτοιο ύψος που μόλις ακουμπάει την επιφάνεια του νερού
- 4) Παρέχεται αέρας στην κυματογεννήτρια και ανάβει η λυχνία αλογόνου της φωτεινής πηγής.

Δημιουργία ευθύγραμμων παλμών

1. Τοποθετήστε στη συσκευή τον ευθύγραμμο διεγέρτη και τροφοδοτείστε τη φωτεινή πηγή.

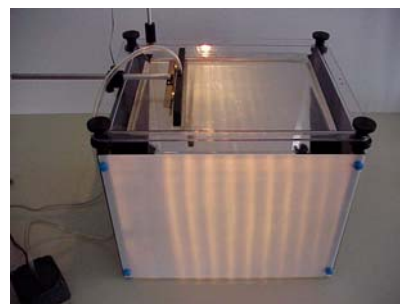
Προσοχή: Για την παραγωγή ευθύγραμμων μετώπων κύματος πρέπει τα άκρα της τερματικής πλάκας του διεγέρτη να είναι παράλληλα στην επιφάνεια του νερού.

2. Βάλτε την παλάμη σας τεντωμένη στη ράχη του διεγέρτη και πιέστε τον ελαφρά πάνω κάτω χωρίς να βρέξετε το χέρι σας. (επαναλάβετε αρκετές φορές ώστε να πετύχετε καθαρά είδωλα στην οθόνη).

3. Παρατηρήστε πως οι παλμοί παραμένουν ευθύγραμμοι καθώς κινούνται μέσα στη λεκάνη. Αυτό συμβαίνει γιατί το μήκος του διεγέρτη είναι περίπου ίσο με το μήκος της λεκάνης. Εάν δεν ήταν, οι παλμοί θα καμπυλωνόταν στα άκρα του διεγέρτη.

Δημιουργία και διάδοση ευθύγραμμων κυμάτων

1. Επιλέξτε στον ηλεκτρονικό ελεγκτή συχνότητα κυμάτων 10Hz (περίοδος 100msec)
2. Παρατηρήστε τις γραμμές όπου τα κύματα έχουν το ίδιο πλάτος (μέτωπο κύματος) προχωρώντας εμπρός έτσι ώστε οι κορυφές παραμένουν παράλληλες στον διεγέρτη. Παρατηρήστε την ανάκλαση, μεταξύ των δύο πλευρών, που τελικά θα εξαλειφθεί.
3. Επαναλάβετε την διαδικασία επιλέγοντας συχνότητες (ν): 15Hz, 20Hz, 25Hz (που αντιστοιχούν σε περίοδο (T) 67msec, 50 msec, 40msec αντίστοιχα)



Δημιουργία κυκλικών παλμών

1. Τοποθετήστε στη συσκευή τον μονό διεγέρτη και τροφοδοτείστε τη φωτεινή πηγή.

2. Βάλτε την παλάμη σας τεντωμένη στη ράχη του διεγέρτη και πιέστε τον ελαφρά πάνω κάτω χωρίς να βρέξετε το χέρι σας. (επαναλάβετε αρκετές φορές ώστε να πετύχετε καθαρά είδωλα στην οθόνη)

Σημείωση: Εναλλακτικά μπορείτε να ρίξετε με το σταγονόμετρο μια σταγόνα νερού στην ήρεμη επιφάνεια του νερού.

3. Παρατηρήστε πως ο παλμός ξεκινά σχεδόν από ένα σημείο και εκτείνεται ακολουθώντας κυκλικό σχηματισμό. Το μέτρο της ταχύτητας του παλμού είναι το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις.

Δημιουργία και διάδοση κυκλικών κυμάτων

1. Επιλέξτε στον ηλεκτρονικό ελεγκτή συχνότητα κυμάτων 10Hz (περίοδος 100msec).
2. Παρατηρήστε ότι ο παλμός θα μεταδοθεί με σταθερή ταχύτητα: τα μέτωπα των κυμάτων θα είναι ομόκεντροι κύκλοι. Τα κυκλικά κύματα μεταδίδονται με σταθερή ταχύτητα, χωρίς να αλλάζουν σχήμα, σε διεύθυνση κάθετη στο μέτωπο
3. Επαναλάβετε την διαδικασία επιλέγοντας συχνότητες 15Hz, 20Hz, 25Hz (περίοδος 67 msec, 50 msec, 40msec αντίστοιχα).



Μέτρηση του μήκους κύματος. Υπολογισμός της ταχύτητας διάδοσης

1. Τοποθετήστε στη συσκευή τον ευθύγραμμο διεγέρτη και τροφοδοτείστε τη φωτεινή πηγή.
2. Επιλέξτε στον ηλεκτρονικό ελεγκτή συχνότητα κυμάτων 10 Hz (περίοδος 100msec).
3. Χρησιμοποιώντας τον χάρακα, μετρήστε πάνω στην οθόνη το μήκος κύματος σε μέτρα (απόσταση μεταξύ δύο κορυφών) και σημειώστε την αντίστοιχη συχνότητα όπως αυτή αναγράφεται στον ελεγκτή.



Προσοχή: Η τιμή που λαμβάνεται θα πρέπει να μειωθεί λόγω της μεγέθυνσης του προβολικού συστήματος. Ο συντελεστής μεγέθυνσης προσδιορίζεται βυθίζοντας στο υγρό ένα αντικείμενο γνωστού μήκους και μετρώντας αντίστοιχα το μήκος του ειδώλου του στην οθόνη προβολής.

Προσοχή: Αν θέλετε να μελετήσετε τα κύματα κοντά στην πηγή τους πρέπει το πλάτος της ταλάντωσης του διεγέρτη να είναι μικρό. Αντίστοιχα αν θέλετε να μελετήσετε τα κύματα μακριά από την πηγή τους πρέπει το πλάτος της ταλάντωσης του διεγέρτη να είναι μεγάλο.

4. Επιλέξτε άλλη μια συχνότητα και επαναλάβετε τις μετρήσεις του μήκους κύματος και της συχνότητας.

Πραγματοποιείτε πέντε σετ μετρήσεων.

α) Υπολογίστε την ταχύτητα $u = v \cdot \lambda$ για κάθε ζεύγος μετρήσεων και γράψτε το αποτέλεσμα στην τελευταία σειρά του πίνακα:

v (Hz)					
λ (m)					
u = v λ (ms)					

- β) Είναι η ταχύτητα u σταθερή;
- γ) Υπολογίστε τη μέση τιμή της ταχύτητας u.

5. Η εξίσωση $u = v \cdot \lambda$ μπορεί να γραφεί και με τη μορφή: $\lambda = u / v$ Έτσι, αν παρασταθεί γραφικά το λ ως συνάρτηση του $1 / v$, θα προκύψει ευθεία γραμμή, η κλίση της οποίας θα είναι η u.

Μέτρηση	1 ^η	2 ^η	3 ^η	4 ^η	5 ^η
1 / v (s)					
λ (m)					

α) Τοποθετείστε τα δεδομένα σας σε διάγραμμα. Είναι η προκύπτουσα γραφική παράσταση ευθεία γραμμή που περνά από την αρχή των αξόνων (0, 0);

β) Βρείτε την κλίση αυτής της γραμμής και συγκρίνετέ την με τη μέση τιμή της u , που έχετε υπολογίσει προηγουμένως.

6. Επειδή είναι δύσκολο να μετρήσετε ακριβώς το μήκος κύματος λ , επαναλάβετε την άσκηση μετρώντας, τώρα, 5 μήκη κύματος (5λ) αντί για 1 (λ). Επαναλάβετε τη διαδικασία, τουλάχιστον, για 5 σετ μετρήσεων. Τοποθετείστε σε πίνακα τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς:

Μέτρηση	1η	2η	3η	4η	5η
ν (Hz)					
5λ (m)					
λ (m)					
$u = \nu \cdot \lambda$ (ms)					
$1 / \nu$ (s)					

α) Υπολογίστε το μήκος κύματος λ και την ταχύτητα u για κάθε σετ μετρήσεων. Παραμένει σταθερή η τιμή της ταχύτητας u ;

β) Υπολογίστε τη μέση τιμή της ταχύτητας u

γ) Σχεδιάστε ένα διάγραμμα όπως αυτό της προηγούμενης δραστηριότητας. Υπολογίστε την κλίση u

δ) Συγκρίνετε τις τέσσερις τιμές της ταχύτητας διάδοσης των κυμάτων u , που έχετε μετρήσει: τη μέση τιμή από την άσκηση 1, την κλίση από την άσκηση 2, τη μέση τιμή και την κλίση από την άσκηση 3.

7. Αφαιρέστε νερό από τη λεκάνη, ώστε το βάθος του από 8 mm να γίνει 5mm.

- ο Μετρήστε το μήκος κύματος και υπολογίστε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του νερού της λεκάνης, για το νέο βάθος νερού.
- ο Επαναλάβετε για διάφορα βάθη νερού με συγκεκριμένη συχνότητα. Μπορείτε να εξηγήσετε αυτά που παρατηρείτε; (Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων αυξάνεται με το βάθος του νερού, όταν η συχνότητα των κυμάτων παραμένει σταθερή)

.....

Άσκηση 2: Ανάκλαση κυμάτων

Όταν τα κύματα χτυπάνε σε εμπόδιο, ανακλώνται. Σε αυτήν την περίπτωση ισχύει ο νόμος της ανάκλασης, ο οποίος διατυπώνεται σύντομα ως εξής: **Η γωνία πρόσπτωσης ισούται με τη γωνία ανάκλασης.**

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- | | |
|--|---|
| 1. Πλήρης λεκάνη κυματισμών | 1 |
| 2. Ευθύγραμμος διεγέρτης | 1 |
| 3. Μονός διεγέρτης | 1 |
| 4. Σειρά μεταλλικών εμποδίων : | 1 |
| Α. Ένα ευθύγραμμο εμπόδιο | |
| Β. Ένα καμπύλο εμπόδιο (παραβολικό κάτοπτρο) | |

Πώς να συναρμολογήσετε τη συσκευή

Συναρμολογήστε τη συσκευή σύμφωνα με τις οδηγίες συναρμολόγησης. Για καλύτερα αποτελέσματα γεμίστε τη λεκάνη με νερό σε βάθος 7-8mm και επιλέξτε συχνότητα μεγαλύτερη από 10Hz (περίοδος μικρότερη από 100msec)

Βεβαιωθείτε ότι:

1. Η λεκάνη κυματισμών είναι οριζοντιωμένη πάνω στον εργαστηριακό πάγκο, μετρώντας το βάθος του νερού και στις τέσσερις γωνίες της λεκάνης με τον χάρακα.
2. Δεν υπάρχουν φυσαλίδες ή ακαθαρσίες στο δοχείο του νερού ή στη γεννήτρια των κυμάτων.
3. Ο βραχίονας στήριξης διεγερτών είναι σε τέτοιο ύψος που μόλις ακουμπάει στην επιφάνεια του νερού.
4. Παρέχεται αέρας στην κυματογεννήτρια και ανάβει η λυχνία αλογόνου της φωτεινής πηγής.

A. Ευθύγραμμο εμπόδιο παράλληλο προς πηγή ευθύγραμμων κυμάτων

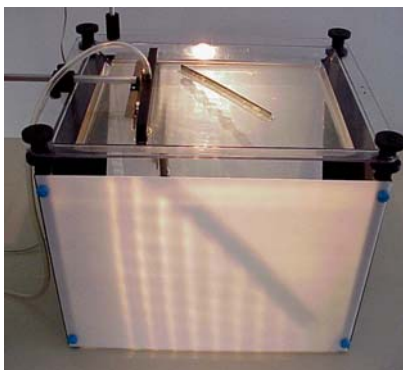
- Τοποθετήστε στη συσκευή τον διεγέρτη ευθύγραμμων κυμάτων
- Τοποθετήστε το ευθύγραμμο εμπόδιο στη λεκάνη παράλληλα προς τον ευθύγραμμο διεγέρτη, ώστε να δημιουργήσετε κύματα που να συναντούν το εμπόδιο με γωνία πρόσπτωσης 0° .
- Μεταβάλετε τη συχνότητα του κύματος ώστε η ανάκλαση των κυμάτων να φαίνεται καθαρά στην οθόνη.
- Παρατηρήστε τα ανακλώμενα κύματα: ανακλώνται πίσω κατά την ίδια διεύθυνση από την οποία ήρθαν και είναι ευθύγραμμα κοντά στον ανακλαστήρα (ευθύγραμμο εμπόδιο).

B. Ευθύγραμμο εμπόδιο μπροστά από πηγή κυκλικών κυμάτων

- Διακόψτε για λίγο τη λειτουργία του ελεγκτή. Συναρμολογήστε στη συσκευή τον μονό διεγέρτη κυκλικών κυμάτων. Προσαρμόστε το ύψος του διεγέρτη ώστε αυτός μόλις να ακουμπά στην επιφάνεια του νερού. Θέστε ξανά σε λειτουργία τον ελεγκτή.
- Παρατηρήστε τα ανακλώμενα κύματα: είναι τόξα κύκλου, το κέντρο του οποίου φαίνεται να βρίσκεται στο πίσω μέρος του εμποδίου, σε απόσταση από το εμπόδιο ίση με την απόσταση της πηγής από την μπροστινή του πλευρά.

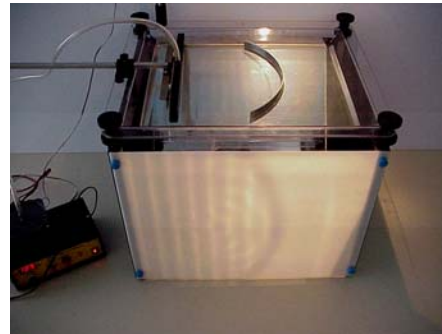
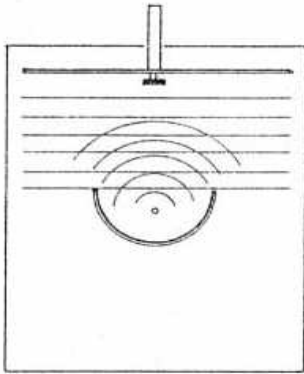
Γ. Ευθύγραμμο εμπόδιο πλάγιο προς την πηγή των ευθύγραμμων κυμάτων

- Απομακρύνετε το διεγέρτη κυκλικών κυμάτων. Προσαρμόστε το ύψος του ευθύγραμμου διεγέρτη, ώστε μόλις αυτή να ακουμπά στην επιφάνεια του νερού.
- Τοποθετήστε το ευθύγραμμο εμπόδιο στη λεκάνη με τρόπο που τα δημιουργούμενα κύματα να το συναντούν υπό γωνία διάφορη των 0° . Παρατηρήστε τα ανακλώμενα κύματα.
- Τοποθετήστε ένα λευκό χαρτί πάνω στην επιφάνεια προβολής και σχεδιάστε τα μέτωπα κύματος και την επιφάνεια που ανακλά τα κύματα.
- Μετρήστε τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης. Πώς σχετίζονται μεταξύ τους;



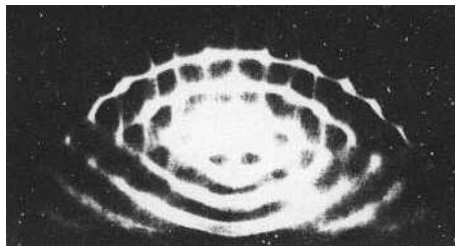
Δ. Παραβολικό κάτοπτρο – Πηγή ευθύγραμμων κυμάτων

- Απομακρύνετε το ευθύγραμμο εμπόδιο από τη λεκάνη. Στη θέση του τοποθετείτε το παραβολικό κάτοπτρο, ώστε τα κύματα να ανακλώνται από την κοίλη πλευρά της παραβολής.
- Παρατηρήστε τα ανακλώμενα κύματα: είναι τόξα κύκλων και συγκεντρώνονται σε ένα σημείο (εστία της παραβολής).



Ε. Παραβολικό κάτοπτρο – Πηγή κυκλικών κυμάτων

- Διακόψτε τη λειτουργία της κυματογεννήτριας, ώστε να μην παράγονται πλέον επίπεδα κύματα στην επιφάνεια του νερού.
- Στην εστία της παραβολής που εντοπίσατε προηγουμένως, βυθίστε το δάκτυλό σας, ώστε να δημιουργήσετε κυκλικό παλμό. Παρατηρήστε τα ανακλώμενα κύματα: είναι ευθύγραμμα.



Άσκηση 3: Περίθλαση κυμάτων

Ένα μεμονωμένο κύμα ή μία ομάδα κυμάτων που συγκρούεται με εμπόδιο ή σχισμή, μπορεί να διαδοθεί και πέρα από αυτό.

Αυτό το φαινόμενο είναι πιο εμφανές όταν οι διαστάσεις του εμποδίου είναι πολύ μικρές σε σχέση με το μήκος κύματος.

Η συμπεριφορά ευθύγραμμων κυμάτων που περνούν από σχισμή εξαρτάται από το λόγο του μήκους κύματος (λ) και του πλάτους της σχισμής (d). Ειδικότερα όταν:

- $\lambda \ll d$, πέρα από τη σχισμή, τα μέτωπα κυμάτων συνεχίζουν να διαδίδονται στην προηγούμενη διεύθυνση χωρίς, να διασχίσουν την περιοχή πίσω από τα εμπόδια.
- $\lambda = d$, τα κύματα διαδίδονται και πίσω από τα εμπόδια. Σε αυτήν την περίπτωση τα μέτωπα των κυμάτων παραμένουν ευθύγραμμα μόνο στην κεντρική ζώνη ενώ τείνουν να καμπυλώνονται στις παράπλευρες περιοχές. Η κλίση τους μεγαλώνει όσο πιο ίσο μέγεθος έχουν το πλάτος της σχισμής και το μήκος κύματος.

Τα φαινόμενα που μελετώνται εδώ μπορούν αν εξηγηθούν με την αρχή των Huygens - Fresnel:

«Κάθε σημείο της σχισμής είναι πηγή κυκλικών κυμάτων. Το μέτωπο κύματος που ξεκινάει από το άνοιγμα σχισμής σχηματίζεται από όλα τα στοιχειώδη κύματα που παράγονται από αυτές τις πηγές»

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

1. Πλήρης λεκάνη κυματισμών 1
2. Ευθύγραμμος διεγέρτης 1
3. Σειρά μεταλλικών εμποδίων : 1
 - a. Δύο μακριά ευθύγραμμο εμπόδια
 - b. Ένα κοντό, ευθύγραμμο εμπόδιο

Πώς να συναρμολογήσετε τη συσκευή

Συναρμολογήστε τη συσκευή, σύμφωνα με τις οδηγίες και τοποθετήστε σε αυτήν τον ευθύγραμμο διεγέρτη. Για καλύτερα αποτελέσματα γεμίστε τη λεκάνη με νερό σε βάθος 7-8mm και επιλέξτε συχνότητα 10Hz.

Βεβαιωθείτε ότι:

1. Η λεκάνη κυματισμών είναι οριζοντιωμένη πάνω στον εργαστηριακό πάγκο, μετρώντας το βάθος του νερού και στις τέσσερις γωνίες της λεκάνης με το χάρακα.
2. Δεν υπάρχουν φυσαλίδες ή ακαθαρσίες στο δοχείο του νερού ή στη γεννήτρια των κυμάτων.
3. Ο βραχίονας στήριξης διεγερτών είναι σε τέτοιο ύψος που μόλις να ακουμπάει στην επιφάνεια του νερού
4. Παρέχεται αέρας στην κυματογεννήτρια και ανάβει η λυχνία αλογόνου της φωτεινής πηγής.

Περίθλαση κυμάτων γύρω από εμπόδια

1. Τοποθετήστε το εμπόδιο μήκους 2cm παράλληλα προς την πηγή δημιουργίας ευθύγραμμων κυμάτων, σε απόσταση περίπου 10cm από αυτήν.
2. Παρατηρήστε τη μορφή των κυμάτων στην οθόνη προβολής: τα κύματα καμπυλώνονται γύρω από το εμπόδιο.

.....
.....

3. Υπολογίστε το μήκος κύματος των ευθύγραμμων κυμάτων.

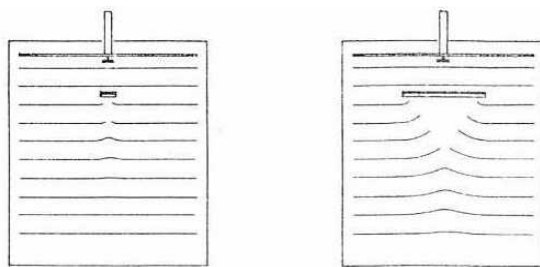
.....
.....

4. Επαναλάβετε, χρησιμοποιώντας ένα μεγαλύτερο εμπόδιο σχηματισμένο από δύο εμπόδια, ένα μήκους 2cm και ένα μήκους 11,5cm ώστε το συνολικό μήκος του εμποδίου να είναι 13,5cm. Τι σχέση έχει το μήκος κύματος που υπολογίσατε με το μήκος του εμποδίου;

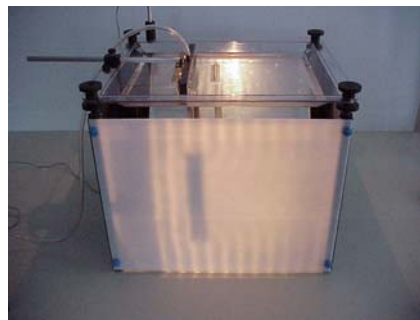
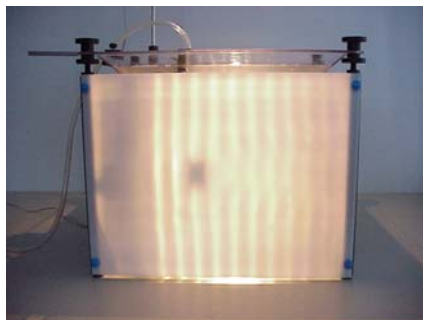
.....
.....

Παρατήρηση:

- Το εμπόδιο δίνει στην επιφάνεια προβολής σαφή σκιά μόνο όταν οι διαστάσεις του είναι πολύ μεγαλύτερες από το μήκος κύματος των κυμάτων.
- Όταν το μήκος κύματος είναι περίπου το μισό του μεγέθους του εμποδίου ή μεγαλύτερο, τα κύματα καμπυλώνονται ισχυρά γύρω από το εμπόδιο.
- Μακριά πίσω από τα εμπόδια, τα κύματα συγχωνεύονται έτσι που δεν μπορεί να ανιχνευθεί η παρουσία του εμποδίου.

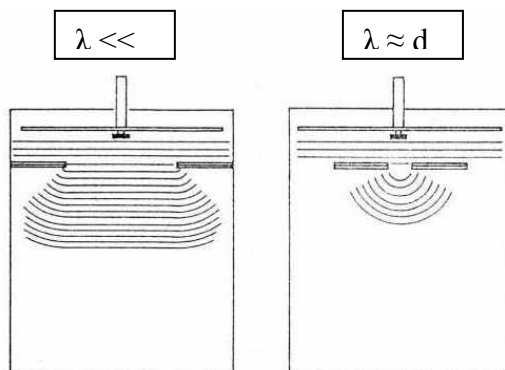


Σχ. 1



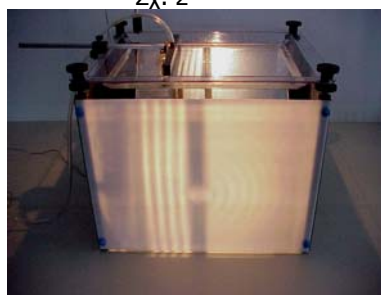
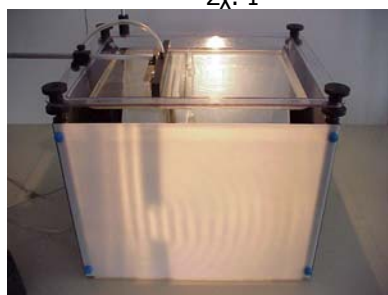
Περίθλαση ευθύγραμμων κυμάτων σε σχισμή

1. Τοποθετήστε τα δύο εμπόδια ίδιου μήκους το ένα πλάι στο άλλο και παράλληλα στην κυματογεννήτρια, ώστε να σχηματίζουν ένα άνοιγμα (ΣΧ. 1).
2. Παρατηρήστε τα είδωλα των κυμάτων στην επιφάνεια προβολής. τα κύματα που περνούν από το μικρό άνοιγμα μεταξύ των δυο εμποδίων δεν παραμένουν ευθύγραμμα, μόνο το κέντρο του κύματος συνεχίζει να διαδίδεται κατά την αρχική του κατεύθυνση. Τα έξω μέρη των κυμάτων διαδίδονται ακτινικά προς τα έξω.



Σχ. 1

Σχ. 2



3. Επαναλάβετε τα παραπάνω, διατηρώντας σταθερή τη συχνότητα των κυμάτων, για όλο και μικρότερες αποστάσεις μεταξύ των εμποδίων. Διαδοχικά μικρότερες σχισμές παράγουν περισσότερη εκτροπή των κυμάτων που περνούν από αυτές.
4. Επαναλάβετε τα παραπάνω για διαφορετικές τιμές της συχνότητας των παραγόμενων κυμάτων. Καθώς το μήκος κύματος ελαττώνεται, τα κύματα γίνονται πιο ευθύγραμμα στην περιοχή της σχισμής.

Άσκηση 4: Διάθλαση κυμάτων

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Πλήρης λεκάνη κυματισμών | 1 |
| 2. Ευθύγραμμος διεγέρτης | 1 |
| 3. Παραλληλόγραμμη διαφανής πλάκα | 1 |
| 4. Τριγωνική διαφανής πλάκα | 1 |
| 5. Μοιρογνωμόνιο | 1 |

Πώς να συναρμολογήσετε τη συσκευή

Συναρμολογήστε τη συσκευή, σύμφωνα με τις οδηγίες και συνδέστε σε αυτήν τον ευθύγραμμο διεγέρτη.

Για καλύτερα αποτελέσματα

1. Γεμίστε τη λεκάνη με νερό σε βάθος 12-13 mm.
2. Επιλέξτε χαμηλές συχνότητες < 10 Hz.
3. Θα πρέπει να λειτουργεί συνεχώς ο διεγέρτης ώστε η συχνότητα να παραμείνει σταθερή. Αυτό θα εμποδίσει το φαινόμενο του διασκεδασμού (δηλαδή την μεταβολή στη γωνία διαθλάσεως όταν αυξηθεί η συχνότητα)

Βεβαιωθείτε ότι:

1. Η λεκάνη κυματισμών είναι οριζοντιωμένη πάνω στον εργαστηριακό πάγκο, μετρώντας το βάθος του νερού και στις τέσσερις γωνίες της λεκάνης με τον χάρακα.
2. Δεν υπάρχουν φυσαλίδες ή ακαθαρσίες στο δοχείο του νερού ή στη γεννήτρια των κυμάτων.
3. Ο βραχίονας στήριξης διεγερτών είναι σε τέτοιο ύψος που μόλις να ακουμπάει την επιφάνεια του νερού της λεκάνης.
4. Παρέχεται αέρας στην κυματογεννήτρια και ανάβει η λυχνία αλογόνου της φωτεινής πηγής.

A. Διαφανής πλάκα παράλληλα στα ευθύγραμμα κύματα

1. Τοποθετείστε τη διαφανή πλάκα στη λεκάνη, πάνω στα υποστηρίγματά της, παράλληλα με τον ευθύγραμμο διεγέρτη.
2. Προσθέστε νερό στη λεκάνη, ώστε να βυθιστεί η επιφάνεια της πλάκας κατά 2-3mm. Βεβαιωθείτε ότι το βάθος του νερού είναι το ίδιο επάνω από κάθε σημείο της διάφανης πλάκας.
3. Τώρα, ευθύγραμμα περιοδικά κύματα που ξεκινούν από το «βαθύ» νερό περνούν στο «ρηχό» νερό, παράλληλα προς τη διαχωριστική επιφάνεια των δυο μέσων.
4. Μετρήστε το μήκος κύματος στο «βαθύ» και στο «ρηχό» νερό.
5. Υπολογίστε την ταχύτητα $u = v \cdot \lambda$ για κάθε ζεύγος μετρήσεων και γράψτε το αποτέλεσμα στην τελευταία σειρά του πίνακα:

ΒΑΘΥ ΝΕΡΟ

Μέτρηση	1η	2η	3η	4η	5η
v (Hz)					
λ (m)					

ΡΗΧΟ ΝΕΡΟ

Μέτρηση	1η	2η	3η	4η	5η
v (Hz)					
λ (m)					

Τι παρατηρείτε;

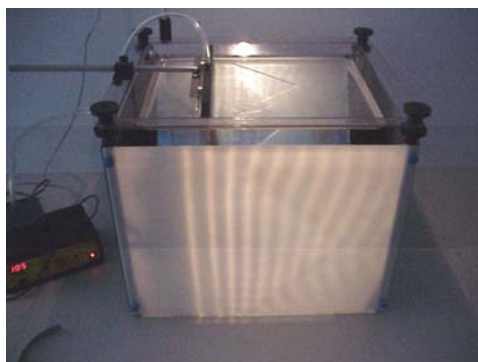
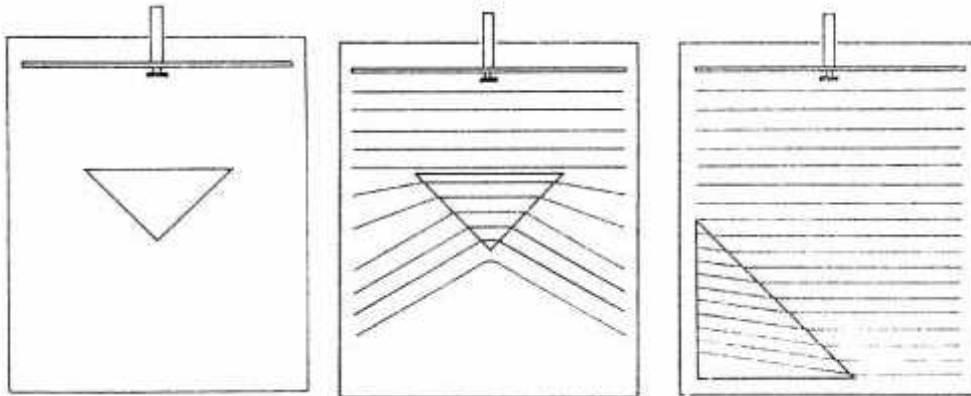
.....
.....

Θα αλλάξει η συχνότητα; θα αλλάξει το μήκος κύματος;

.....
.....

B. Τριγωνική διαφανής πλάκα πλάγια προς τα ευθύγραμμα κύματα

1. Τοποθετήστε την τριγωνική, διαφανή πλάκα με την μεγάλη πλευρά της παράλληλη με τα προσπίπτοντα ευθύγραμμα κύματα.
2. Παρατηρήστε τα κύματα στην οθόνη προβολής: ενώ τα διαθλώμενα κύματα εξακολουθούν να είναι ευθύγραμμα, η διεύθυνση διάδοσης του κύματος αλλάζει. Η διεύθυνση διάδοσης είναι πάντα κάθετη στο μέτωπο κύματος.



3. Τοποθετείστε ένα χαρτί στην επιφάνεια προβολής και σχεδιάστε τα παρακάτω: το σύνορο μεταξύ ρηχού και βαθιού νερού (δηλ. την ακμή της διαφανούς πλάκας) και 3 με 5 μέτωπα κύματος για το ρηχό και για το βαθύ νερό.
4. Χρησιμοποιήστε το σχήμα σας για να καθορίσετε το μήκος κύματος για το ρηχό $\lambda_{\text{ρηχό}}$ και για το βαθύ νερό $\lambda_{\text{βαθύ}}$.
5. Μετρήστε τη γωνία πρόσπτωσης i των υδάτινων κυμάτων και τη γωνία διάθλασης b , με την χρήση μοιρογνομονίου. Θυμηθείτε πως οι γωνίες i και b μπορούν να μετρηθούν ως οι γωνίες μεταξύ των μετώπων κύματος και της συνοριακής επιφάνειας.
6. Έχοντας το διεγέρτη κυμάτων σε λειτουργία (για να διατηρηθεί σταθερή η συχνότητα) επαναλάβετε τα παραπάνω και για άλλες γωνίες πρόσπτωσης των ευθύγραμμων κυμάτων στη διαφανή πλάκα.

i	b	$\text{Sin } i$	$\text{Sin } b$	$\lambda_{\text{ρηχό}}$	$\lambda_{\text{βαθύ}}$

7. Σύμφωνα με το νόμο της διάθλασης (Νόμος του Snell) ισχύει: $\frac{\sin i}{\sin b} = \frac{\lambda_{\text{ρηχό}}}{\lambda_{\text{βαθύ}}}$

8. Ποια είναι η ακρίβεια με την οποία επαληθεύεται ο νόμος της διάθλασης;

Άσκηση 5: Συμβολή κυμάτων

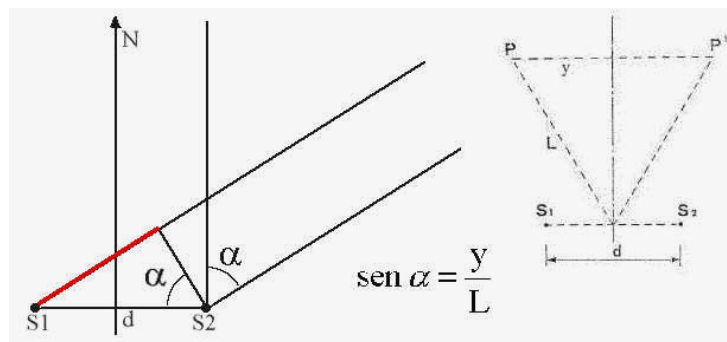
Σκοπός της άσκησης είναι να παρατηρήσετε τι συμβαίνει όταν δύο σημειακές πηγές, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, παράγουν συμφασικά κυκλικά κύματα της ίδια συχνότητας.

Δύο κυκλικές ακολουθίες κυμάτων με την ίδια συχνότητα και φάση, διαδίδονται στην ίδια περιοχή και υπερτίθενται, δημιουργώντας το φαινόμενο της συμβολής.

Το αποτέλεσμα της συμβολής είναι συμμετρικό σε σχέση με τον κάθετο άξονα που ενώνει τις δύο πηγές. Χαρακτηρίζεται από δεσμούς, ακίνητες γραμμές κατά μήκος των οποίων το νερό είναι ακίνητο, και εναλλάσσεται με κορυφές που αντιστοιχούν σε σημεία όπου τα κύματα, που παράγονται από τις πηγές, φτάνουν και είναι συμφασικά, και η διαφορά διαδρομής τους ισούται σε ακέραιο πολλαπλάσιο του μήκους κύματος λ .

Δεσμοί είναι σημεία όπου τα κύματα φτάνουν, σε αντίθετες φάσεις, με συνεχή διαφορά διαδρομής που ισούται σε πολλαπλάσιο ακέραιου μισού του λ . Είναι τότε τμήματα υπερβολής: μακριά από την πηγή είναι ευθεία και προσεγγίζονται από τις ασύμπτωτες

Για ένα σημείο P της νιοστής δεσμικής γραμμής (Σχ. 1) αρκετά μακριά από τις πηγές S1 και S2, λαμβάνουμε:



Σχ. 1

- $y/L = (n-1/2) \lambda/d$
- $\lambda = d (y/L) / (n-1/2)$

Είναι δυνατόν να μετρήσουμε τα μήκη κύματος ξεκινώντας από τη μορφή της συμβολής.

Η μορφή της συμβολής εξαρτάται από το λόγο λ / d , τα κύματα συμβάλλουν εμφανώς μόνο εάν το μήκος κύματος είναι συγκρίσιμο με την απόσταση από τις πηγές.

Απαιτούμενος εξοπλισμός:

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Πλήρης λεκάνη κυματισμών | 1 |
| 2. Ευθύγραμμος διεγέρτης | 1 |
| 3. Σειρά μεταλλικών εμποδίων | 1 |
| 4. Μοιρογνωμόνιο | 1 |

Πώς να συναρμολογήσετε τη συσκευή

Συναρμολογήστε τη συσκευή, σύμφωνα με τις οδηγίες και συνδέστε σε αυτήν τον ευθύγραμμο διεγέρτη. Γεμίστε τη λεκάνη με νερό σε βάθος 7-9 mm.

Βεβαιωθείτε ότι:

1. Η λεκάνη κυματισμών είναι οριζοντιωμένη πάνω στον εργαστηριακό πάγκο, μετρώντας το βάθος του νερού και στις τέσσερις γωνίες της λεκάνης με τον χάρακα.
2. Δεν υπάρχουν φουσαλίδες ή ακαθαρσίες στο δοχείο του νερού ή στη γεννήτρια των κυμάτων.
3. Ο βραχίονας στήριξης διεγερτών είναι σε τέτοιο ύψος που μόλις να ακουμπάει την επιφάνεια του νερού.
4. Παρέχεται αέρας στην κυματογεννήτρια και ανάβει η λυχνία αλογόνου της φωτεινής πηγής.

Εκτέλεση πειράματος

A. Συμβολή κυμάτων από δυο κοντινές σημειακές πηγές

- Συναρμολογήστε τους δύο σημειακούς διεγέρτες, σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, π.χ. 5cm.
- Προσαρμόστε το ύψος της μεταλλικής ράβδου έτσι ώστε οι διεγέρτες μόλις που να ακουμπούν στην επιφάνεια του νερού.
- Ρυθμίστε τον κατακόρυφο κοχλία ώστε το πλάτος του κύματος να είναι σχετικά μεγάλο, επειδή ενδιαφέρει κυρίως η περιοχή μακριά από τις πηγές.
- Παρατηρήστε τα είδωλα των κυμάτων στην επιφάνεια προβολής: τα κύματα διαχωρίζονται από γραμμές όπου δεν υπάρχει διαταραχή (κροσσοί αποσβέσεως ή δεσμικές γραμμές). Μακριά από τις πηγές αυτές οι γραμμές γίνονται ευθείες και φαίνονται να ξεκινούν από το μέσο της απόστασης μεταξύ των πηγών, ενώ κοντά στις πηγές είναι καμπύλες.

B. Συμβολή κυμάτων συναρτήσει της συχνότητάς τους

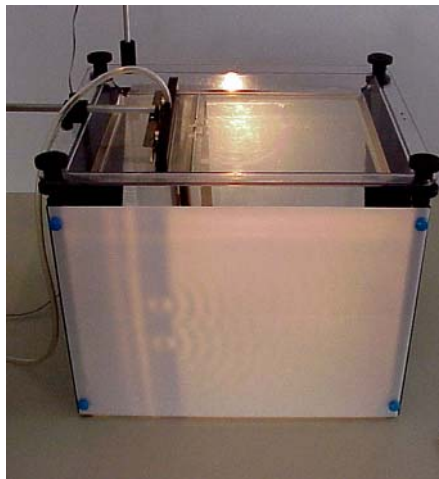
- Αυξήστε τη συχνότητα του διεγέρτη. Παρατηρήστε τη νέα εικόνα συμβολής στην επιφάνεια προβολής.
- Επαναλάβετε και για άλλες τιμές συχνότητας.
- Όταν το μήκος κύματος μικραίνει, ο αριθμός των δεσμικών γραμμών αυξάνει. Οι εικόνες είναι συμμετρικές ως προς τη μεσοκάθετη στο ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει τις δυο πηγές.

Γ. Συμβολή κυμάτων συναρτήσει της απόστασης των σημειακών πηγών

- Για σταθερή συχνότητα διεγέρτη, μεταβάλλετε την απόσταση μεταξύ των σημειακών πηγών. Παρατηρήστε την εικόνα συμβολής στην επιφάνεια προβολής: όταν η απόσταση μεταξύ των πηγών μεγαλώνει, μεγαλώνει, επίσης, κι ο αριθμός των δεσμικών γραμμών.

Δ. Συμβολή κυμάτων από στενές σχισμές

- Απομακρύνετε τις δυο σημειακές πηγές από τη μεταλλική ράβδο. Τοποθετήστε τον ευθύγραμμο διεγέρτη. Ρυθμίστε το ύψος του, ώστε μόλις να ακουμπά στην επιφάνεια του νερού. Δημιουργούνται, τώρα, ευθύγραμμα κύματα.
- Τοποθετήστε 3 ευθύγραμμα εμπόδια (2 μεγάλου μήκους κι ένα μικρότερου μήκους μεταξύ τους), το ένα δίπλα στο άλλο, σε απόσταση 5cm από τον ευθύγραμμο διεγέρτη και σε μεταξύ τους απόσταση μικρότερη από το επιλεγμένο μήκος κύματος. Τα ευθύγραμμα κύματα που διέρχονται από στενή σχισμή παθαίνουν έντονη περίθλαση. Επιπλέον αν οι σχισμές είναι αρκετά στενές, συμπεριφέρονται σαν σημειακές πηγές.
- Για σταθερή συχνότητα διεγέρτη, παρατηρήστε τα κύματα στην οθόνη προβολής: είναι εικόνα συμβολής όπως αυτή που λαμβάνεται με τις δυο σημειακές πηγές .
- Επαναλάβετε και για άλλες τιμές της συχνότητας του διεγέρτη.



Ενδεικτικά αποτελέσματα Μετρήσεων

Άσκηση 1: Μέτρηση του μήκους κύματος. Υπολογισμός της ταχύτητας διάδοσης

ν (Hz)	10	15	20	25
λ (m)	0,023	0,015	0,0114	0,0086
$u = \nu \cdot \lambda$ (ms)	0,23	0,225	0,228	0,215

Η θεωρητική τιμή της ταχύτητας των κυμάτων στο νερό είναι περίπου 0,238m/sec (Εγχειρίδιο PSSC). Συνεπώς το σφάλμα σε κάθε περίπτωση είναι κάτω του 10%.

Άσκηση 4β: Διάθλαση Κυμάτων

i	b	$\sin i$	$\sin b$	$\lambda_{\rho\eta\chi\acute{o}}$	$\lambda_{\beta\alpha\theta\acute{\upsilon}}$
43	53	0,682	0,798	4,5	5,5

- Σύμφωνα με το νόμο της διάθλασης ισχύει:

$$\frac{\sin i}{\sin b} = \frac{\lambda_{\rho\eta\chi\acute{o}}}{\lambda_{\beta\alpha\theta\acute{\upsilon}}}$$

- Από τις μετρήσεις προκύπτει ότι:

$$\frac{\sin i}{\sin b} = 0,854 \text{ και } \frac{\lambda_{\rho\eta\chi\acute{o}}}{\lambda_{\beta\alpha\theta\acute{\upsilon}}} = 0,818.$$

Άρα η απόκλιση είναι περίπου 4%.