

# ΔΙΑΘΛΑΣΗ

## Εργαστηριακή άσκηση 12

### □ Έννοιες και φυσικά μεγέθη

Φωτεινή δέσμη – Προσπίπτουσα και διαθλώμενη ακτίνα – Γωνία πρόσπτωσης – Γωνία διάθλασης – Δείκτης διάθλασης

### □ Στόχοι

1. Να δείχνεις πειραματικά ότι η διεύθυνση της διάδοσης του φωτός αλλάζει όταν μια φωτεινή δέσμη διέρχεται από την επιφάνεια που διαχωρίζει δύο διαφανή σώματα.
2. Να συναρμολογείς και να χειρίζεσαι την προτεινόμενη πειραματική διάταξη, με σκοπό τη μέτρηση του δείκτη διάθλασης του νερού ως προς τον αέρα.
3. Να επεξεργάζεσαι τα πειραματικά δεδομένα: Να σχεδιάζεις υπό κλίμακα μια σχηματική αναπαράσταση της πειραματικής διάταξης, να μετράς τις γωνίες πρόσπτωσης και διάθλασης κατά τη διέλευση φωτεινής ακτίνας από τον αέρα στο νερό και να υπολογίζεις το δείκτη διάθλασης του νερού ως προς τον αέρα.

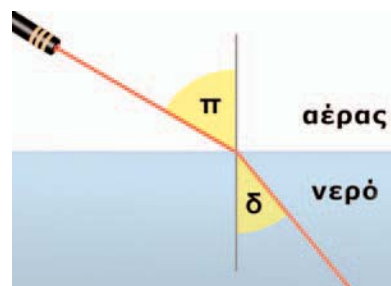
### □ Θεωρητικές επισημάνσεις

1. Μια λεπτή δέσμη φωτός διαδίδεται στον αέρα και προσπίπτει στην επιφάνεια νερού που ηρεμεί. Τότε ένα μέρος της δέσμης ανακλάται και συνεχίζει να διαδίδεται στον αέρα, ενώ το κύριο μέρος της δέσμης εισχωρεί μέσα στο νερό και διαδίδεται μέσα σε αυτό. Γενικά το φαινόμενο της διέλευσης μιας φωτεινής δέσμης από ένα διαφανές μέσο σε ένα άλλο ονομάζεται διάθλαση του φωτός.
2. Το φως διαδίδεται με μικρότερη ταχύτητα στο νερό απ' ό,τι στον αέρα. Κάθε διαφανές μέσο (όπως ο αέρας και το νερό) χαρακτηρίζεται από ένα φυσικό μέγεθος που ονομάζεται δείκτης διάθλασης ( $n$ ) του μέσου. Ο δείκτης διάθλασης ( $n$ ) ενός διαφανούς μέσου ορίζεται ως το πηλίκο της ταχύτητας του φωτός στο κενό ( $c$ ) προς την ταχύτητα του φωτός στο μέσο ( $c'$ ):

Για παράδειγμα, η ταχύτητα του φωτός στον αέρα είναι περίπου ίση με την ταχύτητα του φωτός στο κενό:

$$c_{\text{αέρα}} \equiv c$$

έτσι ο δείκτης διάθλασης του αέρα είναι:



Εικόνα 2

$$n_{\text{αέρα}} = \frac{c}{c_{\text{αέρα}}} = \frac{c}{c} = 1$$

Στο νερό η ταχύτητα του φωτός είναι  $c_{\text{νερού}}=225.000 \text{ km/s}$ , ενώ στο κενό είναι  $c=300.000 \text{ km/s}$ . Έτσι, ο δείκτης διάθλασης του νερού είναι:

$$n_{\text{νερού}} = \frac{c}{c_{\text{νερού}}} = \frac{300.000 \text{ km/s}}{225.000 \text{ km/s}} = 1,33$$

Η τιμή του δείκτη διάθλασης εξαρτάται από το είδος του υλικού και τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

3. Όταν μια λεπτή δέσμη φωτός συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια δύο διαφανών μέσων, όπως φαίνεται στην εικόνα 2, τότε η δέσμη που διαθλάται αλλάζει διεύθυνση. Ωστόσο η προσπίπτουσα, η διαθλώμενη και η κάθετη στην επιφάνεια, στο σημείο πρόσπτωσης, βρίσκονται πάντοτε στο ίδιο επίπεδο (εικόνα 2).
4. Όταν η προσπίπτουσα φωτεινή δέσμη διαδίδεται στον αέρα και η διαθλώμενη σε κάποιο άλλο διαφανές μέσο, τότε η γωνία διάθλασης εξαρτάται από το δείκτη διάθλασης του μέσου ( $n$ ) και τη γωνία πρόσπτωσης. Αποδεικνύεται ότι ισχύει η ακόλουθη σχέση, που είναι γνωστή ως νόμος του Snell.

$$n = \frac{\eta_{\mu\alpha}}{\eta_{\mu\delta}}$$

όπου  $\alpha$  είναι η γωνία πρόσπτωσης και  $\delta$  η γωνία διάθλασης.

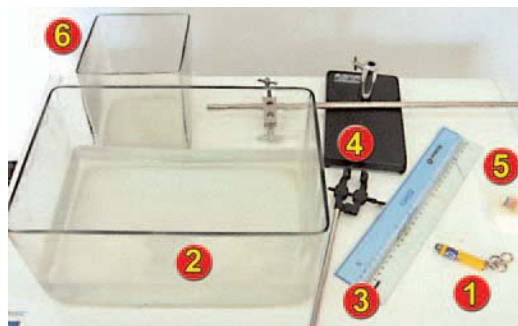
5. Στην άσκηση αυτή θα μετρήσουμε πειραματικά τη γωνία πρόσπτωσης  $\alpha$  και την αντίστοιχη γωνία διάθλασης  $\delta$ , όταν μια λεπτή φωτεινή δέσμη διαθλάται από τον αέρα στο νερό. Στη συνέχεια θα εφαρμόσουμε το νόμο του Snell και θα υπολογίσουμε το δείκτη διάθλασης του νερού. Την τιμή που θα βρούμε θα τη συγκρίνουμε με εκείνη που αναφέρεται στο σχολικό βιβλίο ή σε άλλα βιβλία Φυσικής.

Για να εξασφαλίσουμε μια λεπτή ισχυρή δέσμη μονοχρωματικού φωτός στην πειραματική διαδικασία χρησιμοποιούμε ένα φακό λείζερ.

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### □ Απαιτούμενα όργανα και υλικά

- ✓ Φακός λέιζερ (1)
- ✓ Γυάλινο ορθογώνιο δοχείο (2)
- ✓ Δύο υποδεκάμετρα 0–30 cm (3)
- ✓ Ορθοστάτης (4)
- ✓ Λαβίδα (4)
- ✓ Διαφανής κολλητική ταινία (5)
- ✓ Δοχεία χωρητικότητας ~2–3 lt (6)
- ✓ Νερό βρύσης



Εικόνα 1

**ΠΕΙΡΑΜΑ:** Μέτρηση της γωνίας πρόσπτωσης και διάθλασης κατά τη διέλευση του φωτός από τον αέρα στο νερό. Υπολογισμός του δείκτη διάθλασης του νερού,

1. Συναρμολόγησε τη διάταξη της εικόνας 3:

- Στερέωσε με πλαστική κολλητική ταινία τον ένα χάρακα στον πυθμένα του κενού γυάλινου δοχείου και τον άλλο στο πλευρικό τοίχωμα του δοχείου, ώστε να βρίσκονται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Φρόντισε ώστε η ένδειξη του μηδενός (O) του κατακόρυφου χάρακα (OY) να βρίσκεται ακριβώς στον πυθμένα του δοχείου και να ταυτίζεται με την ένδειξη του μηδενός (O) του οριζόντιου χάρακα (OX).



Εικόνα 3

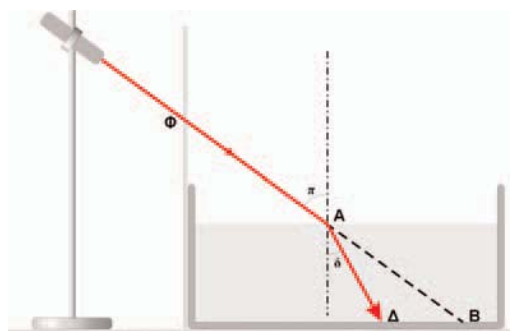
- Στερέωσε το φακό λέιζερ στη λαβίδα και ρύθμισε τη θέση του ώστε η φωτεινή δέσμη να διέρχεται πολύ κοντά από μια ορισμένη χαραγή (Φ) του κατακόρυφου χάρακα. Σημείωσε την ένδειξη H (OΦ=H) του χάρακα, που αντιστοιχεί στη θέση του φακού λέιζερ (εικόνα 3):

$$H = \text{——— cm}$$

- Η δέσμη λέιζερ να συναντά τον οριζόντιο χάρακα σ' ένα σημείο του. Κατάγραψε την αντίστοιχη ένδειξη (OB) του χάρακα που προσδιορίζει τη θέση της φωτεινής κηλίδας πάνω σ' αυτόν (εικόνα 4).

$$OB = \text{——— cm}$$

2. Χωρίς να μετακινήσεις κανένα όργανο ή μέρος της διάταξης, ρίξε μέσα στο γυάλινο δοχείο νερό μέχρις ότου η στάθμη του φτάσει περίπου τα 5 με 6 cm. Μέτρησε με τον κατακόρυφο χάρακα το ύψος (h) του νερού και κατάγραψε το στην πρώτη στήλη του πίνακα Α. Στη συνέχεια παρατήρησε και κατάγραψε τη νέα θέση (OΓ) της φωτεινής κηλίδας πάνω στον οριζόντιο χάρακα (OX). Επανάλαβε την ίδια διαδικασία για ακόμα τέσσερις τιμές του ύψους του νερού. [Κάθε φορά να προσθέτεις μια ποσότητα νερού στο δοχείο]. Κατάγραψε όλες τις μετρήσεις σου στον πίνακα Α.



Εικόνα 4