

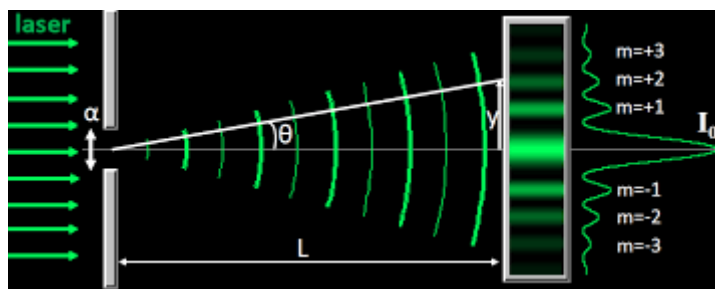
# Μέτρηση Διαμέτρου Τρίχας μέσω Περίθλασης

Κωνσταντίνος Παπαφυλάκης

10/12/2023

## Θεωρία

Η περίθλαση είναι το φαινόμενο της διάχυσης των κυμάτων προς όλες τις κατευθύνσεις όταν αυτά συναντάνε ένα εμπόδιο ή ένα άνοιγμα (π.χ. σπή ή σχισμή) με διαστάσεις παραπλήσιες του μήκους κύματος. Ένα εμπόδιο και μια σχισμή δημιουργούν την ίδια εικόνα περίθλασης (Εικόνα 1). Μιας και είναι ευκολότερο να εκτελέσουμε τον υπολογισμό με μια σχισμή, θα σκεφτούμε την τρίχα σαν μία σχισμή με μέγεθος ίσο με το μέγεθος της τρίχας. Η περίθλαση είναι αποτέλεσμα δύο κυματικών φαινομένων, της αρχής του Huygens και της συμβολής.



Εικόνα 1: Εικόνα περίθλασης από μια σχισμή

Στην περίθλαση από μια σχισμή, για τα ελάχιστα περίθλασης, δηλαδή εκεί που η ένταση μηδενίζεται, ισχύει

$$\sin \theta = \frac{m\lambda}{a}, \quad m = \pm 1, 2, \dots [1 = 1^\circ \text{ Ελάχιστο}, 2 = 2^\circ \text{ ελάχιστο}, \dots]$$

για  $a \ll L$ , όπου  $a$  το εύρος της σχισμής,  $L$  η απόσταση από την οθόνη,  $\lambda$  το μήκος κύματος και  $\theta$  η γωνία, την οποία θεωρούμε σχετικά μικρή. Από το σχήμα της Εικόνας 1 προκύπτει ότι

$$\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y_m}{L}$$

όπου  $y_m$  η απόσταση μεταξύ του κεντρικού φωτεινού κροσσού (κεντρική φωτεινή δέσμη) και του  $m$ -οστού ελαχίστου. Συνδυάζοντας τις 2 παραπάνω εξισώσεις προκύπτει ότι

$$y_m = \frac{m\lambda L}{a}, \quad m = \pm 1, 2, \dots$$

Άρα, το εύρος της σχισμής (ή η διάμετρος της τρίχας) είναι

$$a = \frac{m\lambda L}{y_m}, \quad m = \pm 1, 2, \dots$$

## Πείραμα: Μέτρηση Διαμέτρου Τρίχας μέσω Περίθλασης

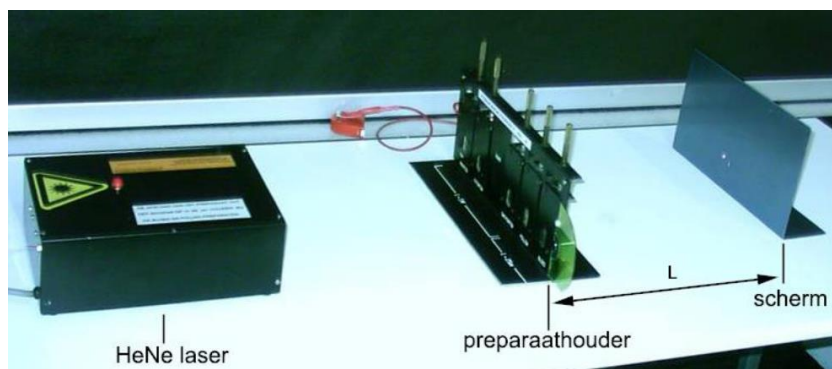
### ΥΛΙΚΑ

- Διάταξη στήριξης του δείγματος
- Laser ( $\lambda = 632.8\text{nm}$ )
- Οθόνη (χρησιμοποιήστε ένα φύλλο χαρτί ως οθόνη)
- Μετροταινία
- Χάρακας
- Μολύβι

### ΜΕΘΟΔΟΣ

1. Προσαρμόστε ένα φύλλο χαρτί στην οθόνη.
2. Τοποθετήστε την διάταξη στήριξης του δείγματος σε απόσταση ακριβώς 1m από την οθόνη.
3. Τοποθετήστε το laser περίπου 20cm μακριά από το δείγμα.
4. Ανάψτε το laser.
5. Μετακινήστε το laser αργά μέχρι να φωτίσει την τρίχα με τρόπο τέτοιο ώστε να έχουμε εικόνα περίθλασης.
6. Μετρήστε τις αποστάσεις  $y_m$  ανάμεσα στον κεντρικό φωτεινό κροσσό και του m-οστού ελαχίστου (για  $m=1$  έως  $m=5$ ). Σημειώστε τις θέσεις των ελαχίστων στο φύλλο χαρτί με ένα μολύβι.
7. Κλείστε το laser και αφαιρέστε το χαρτί από την οθόνη.
8. Μετρήστε την απόσταση  $L$  και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.
9. Χρησιμοποιήστε τις μαθηματικές σχέσεις που έχουν δοθεί για να υπολογίσετε τη διάμετρο της τρίχας  $a$ .

### ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ



## ΠΙΝΑΚΑΣ

m (Αριθμός ελαχίστου)	y Απόσταση από το κέντρο ως το ελάχιστο (cm)	α Πάχος της τρίχας (μm)	<α> Μέση διάμετρος (μm)
1			
2			
3			
4			
5			

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

$$a = \frac{m\lambda L}{y}$$

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από το πείραμα, η 'μέση' διάμετρος της μετρούμενης τρίχας είναι

\_\_\_\_\_ μm

Στη βιβλιογραφία, η διάμετρος μιας τρίχας βρίσκεται στην περιοχή ανάμεσα σε 9 και 100 μm.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1) Quantum spinoff, "3ο Μέρος: ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΡΙΟΤΗΤΕΣ: Εύρεση του πάχους μιας ανθρώπινης τρίχας χρησιμοποιώντας την περίθλαση του φωτός", <https://docplayer.gr/12258762-Praktiki-drastiriotita-eyresi-toy-pahoys-mias-anthropinis-trihas-hrisimopoiontas-tin-perithlasi-toy-fotos-kvantofysiki.html>

2) Wikipedia, "Περίθλαση", <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%B8%CE%BB%CE%B1%CF%83%CE%B7>