

Εργαστηριακή άσκηση 1:
**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΜΟΝΟΧΡΩΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ**

Τροποποίηση του εργαστηριακού οδηγού
(Βαγγέλης Δημητριάδης, 4^ο ΓΕΛ Ζωγράφου)

ΣΤΟΧΟΙ

Στόχοι αυτής της εργαστηριακής άσκησης είναι:

- Η παρατήρηση του φαινομένου της περίθλασης
- Η αξιοποίηση του φαινομένου της περίθλασης για τη μέτρηση του μήκους κύματος μονοχρωματικής ακτινοβολίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Όταν το φως περνάει από λεπτές σχισμές υφίσταται περίθλαση, φτάνει δηλαδή σε σημεία που δεν προβλέπονται από την ευθύγραμμη διάδοσή του. Το φαινόμενο είναι εντονότερο όταν οι σχισμές έχουν πλάτος συγκρίσιμο με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

Το φαινόμενο της περίθλασης είναι ιδιαίτερα έντονο αν αντί μιας λεπτής σχισμής έχουμε σύστημα πολλών όμοιων λεπτών σχισμών που βρίσκονται σε ίσες πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ τους. Το σύστημα αυτών των σχισμών αποτελεί ένα **οπτικό φράγμα** (ή **φράγμα περίθλασης**).

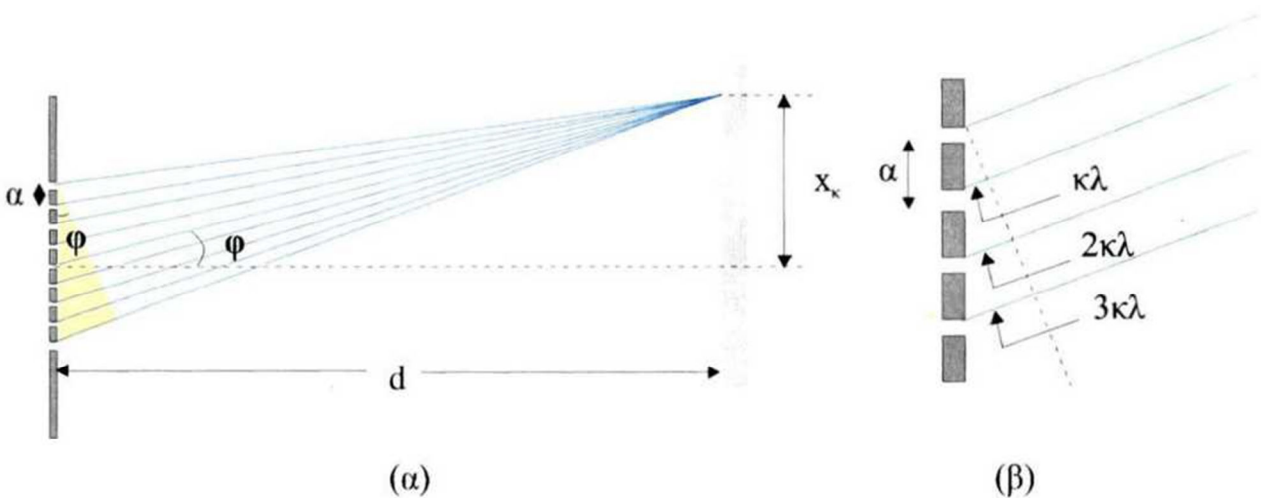
Αν στην πορεία μιας λεπτής παράλληλης δέσμης μονοχρωματικού φωτός παρεμβληθεί ένα οπτικό φράγμα, πίσω από το φράγμα σε ένα πέτασμα παίρνουμε ένα σύστημα φωτεινών περιοχών που εναλλάσσονται από σκοτεινές περιοχές. Δηλαδή σχηματίζεται μια σειρά από **είδωλα** της πηγής laser όπως στο σχήμα 2. Για την ερμηνεία του φαινομένου πρέπει να δεχτούμε ότι οι φωτεινές σχισμές του φράγματος γίνονται σύμφωνες πηγές δευτερευόντων φωτεινών κυμάτων (αυτή η



Σχήμα 1: Φράγμα περίθλασης



Σχήμα 2



Σχήμα 3: (α) Σχηματισμός κ-τάξης φωτεινού κροσσού συμβολής. (β) Στη διεύθυνση που εξετάζεται, κάθε περιθλώμενη ακτίνα διατρέχει απόσταση κατά $k\lambda$ μεγαλύτερη από την προηγούμενη

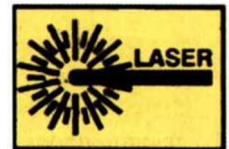
πρόταση είναι γνωστή ως η αρχή του Huygens). Τα φωτεινά κύματα που προκύπτουν με αυτό τον τρόπο διαδίδονται σε όλες τις διευθύνσεις. Σε μερικές από αυτές τις διευθύνσεις οι φωτεινές ακτίνες διατρέχουν αποστάσεις που η διαφορά τους είναι - ανά δύο - ακέραια πολλαπλάσια του μήκους κύματος και σε κάποιες άλλες αποστάσεις που -ανά δύο- είναι περιττά πολλαπλάσια του $\lambda/2$. Στην πρώτη περίπτωση οι ακτίνες, όταν συναντήσουν ένα πέτασμα σχηματίζουν φωτεινούς κροσσούς συμβολής, ενώ στη δεύτερη περίπτωση δίνουν σκοτεινούς κροσσούς.

Φωτεινούς κροσσούς παίρνουμε για τις διευθύνσεις εκείνες για τις οποίες ισχύει η σχέση $\eta\mu\varphi = \frac{k\lambda}{a}$, όπου k η τάξη του φωτεινού κροσσού και a η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σχισμών.

Τη γωνία φ μπορούμε να την υπολογίσουμε αν μετρήσουμε την απόσταση x_k του φωτεινού κροσσού k - τάξης από τον κεντρικό κροσσό και την απόσταση d του φράγματος από το πέτασμα. Ο λόγος x_k/d δίνει την εφαπτομένη της γωνίας φ ($\epsilon\varphi\varphi = \frac{x_k}{d}$), αλλά επειδή η γωνία είναι πολύ μικρή ισχύει $\eta\mu\varphi \cong \epsilon\varphi\varphi \cong \varphi$, (φ σε rad). Άρα $\frac{k\lambda}{a} = \frac{x_k}{d} \Leftrightarrow \lambda = \frac{x_k a}{d}$.

Ως πηγή παράλληλης μονοχρωματικής δέσμης θα χρησιμοποιήσουμε ένα laser. Το laser έχει την ικανότητα να δημιουργεί πολύ στενή παράλληλη δέσμη μονοχρωματικού φωτός, μεγάλης λαμπρότητας, γι' αυτό και μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε και στο φως της ημέρας, χωρίς να είναι απαραίτητη η συσκότιση του χώρου στον οποίο πραγματοποιείται το πείραμα.

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΤΟ LASER ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΑΝ Η ΔΕΣΜΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΘΕΙ ΣΤΑ ΜΑΤΙΑ ΜΑΣ.

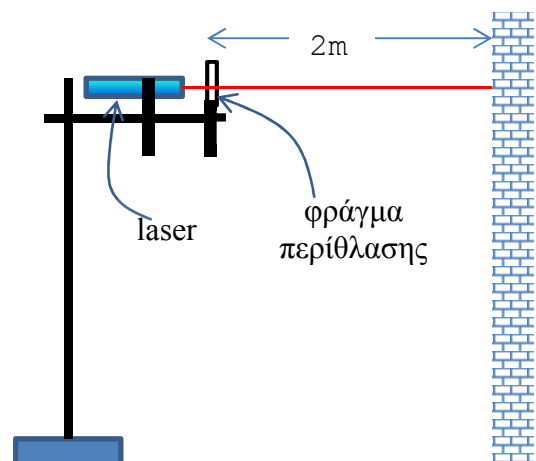


ΟΡΓΑΝΑ, ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

- Συσκευή laser δίοδου, χαμηλής ισχύος (ΟΠ. 050.1)
- Οπτικό φράγμα (φράγμα περίθλασης) 100, 300 και 600 γραμμών/mm (ΟΠ. 150.0)
- Χυτοσιδερένια βάση (ΓΕ. 010.0)
- Ράβδος μεταλλική 0,80 m (ΓΕ. 030.3)
- Ράβδος μεταλλική 0,30 m (ΓΕ. 030.1)
- Τρεις (3) σύνδεσμοι απλοί (ΓΕ. 020.0)
- Δύο (2) λαβίδες απλές (ΓΕ. 040.0)
- Μετροταινία (ΓΕ. 240.0)

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Συναρμολογούμε τη διάταξη του σχήματος και στερεώνουμε το laser και το φράγμα περίθλασης με τις λαβίδες.
2. Τοποθετούμε το laser σε απόσταση 2 m από ένα τοίχο, με τον άξονά του κάθετο σε αυτόν.
3. Ακριβώς μπροστά στο laser τοποθετούμε το οπτικό φράγμα, χρησιμοποιώντας διαδοχικά τα φράγματα των 100 γραμμών/mm, των 300 γραμμών/mm και των 600 γραμμών/mm.
4. Μετράμε την απόσταση του πρώτου φωτεινού κροσσού ($k=1$) από τον κεντρικό κροσσό. (Ο κεντρικός κροσσός είναι στη θέση που βλέπουμε το ίχνος της δέσμης του laser πριν την τοποθέτηση του φράγματος). Επειδή οι φωτεινές περιοχές έχουν πλάτος που δε γίνεται να αγνοηθεί η μέτρηση αφορά στο κέντρο της φωτεινής περιοχής. Συμπληρώνουμε τον πίνακα.



ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ ΘΕΤΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Εργαστηριακή άσκηση 1:

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΜΟΝΟΧΡΩΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ**

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ
ΟΜΑΔΑ

ΟΝΟΜΑ
ΕΠΩΝΥΜΟ

Μετρήσεις

Απόσταση φράγματος περίθλασης – τοίχου: $d = 2 \text{ m}$

Αριθμός γραμμών/mm	Απόσταση διαδοχικών σχισμών a (m)	Απόσταση x_1 1 ^{ου} κροσσού από τον κεντρικό κροσσό (m)	Μήκος κύματος λ (m)	Μήκος κύματος λ (nm)
100				
300				
600				

Μέσος όρος του μήκους κύματος nm

Ερωτήσεις:

1. Θα είχαμε μεγαλύτερη ακρίβεια στον υπολογισμό του μήκους κύματος αν υπολογίζαμε τις αποστάσεις x_2 , x_3 κλπ. των κροσσών 2^{ης}, 3^{ης} κλπ. τάξης από τον κεντρικό κροσσό; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

.....
.....
.....

2. Αν έχετε στη διάθεσή σας δυο οπτικά φράγματα με 1.000 σχισμές/cm και με 2.000 σχισμές/cm, ποιο θα χρησιμοποιούσατε για να μετρήσετε το μήκος κύματος του φωτός που δίνει το laser; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....
.....
.....

3. Παίρνοντας υπόψη ότι η μέγιστη τιμή της γωνίας ϕ είναι 90° , υπολογίστε το μέγιστο αριθμό της τάξης k των κροσσών που σχηματίζεται από πηγή laser μήκους κύματος 670 nm με τη χρήση του φράγματος περίθλασης των 600 γραμμών/mm.

.....

.....
.....
4. Αν κοιτάξετε με το οπτικό φράγμα μια πηγή λευκού φωτός που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση θα δείτε πολλά φάσματα του λευκού φωτός. Πώς ερμηνεύεται αυτό;

.....
.....
.....
5. Τις μέρες που έχει ομίχλη τα φώτα των αυτοκινήτων δε διακρίνονται καθαρά. Πού νομίζετε ότι οφείλεται αυτό;

.....
.....
.....