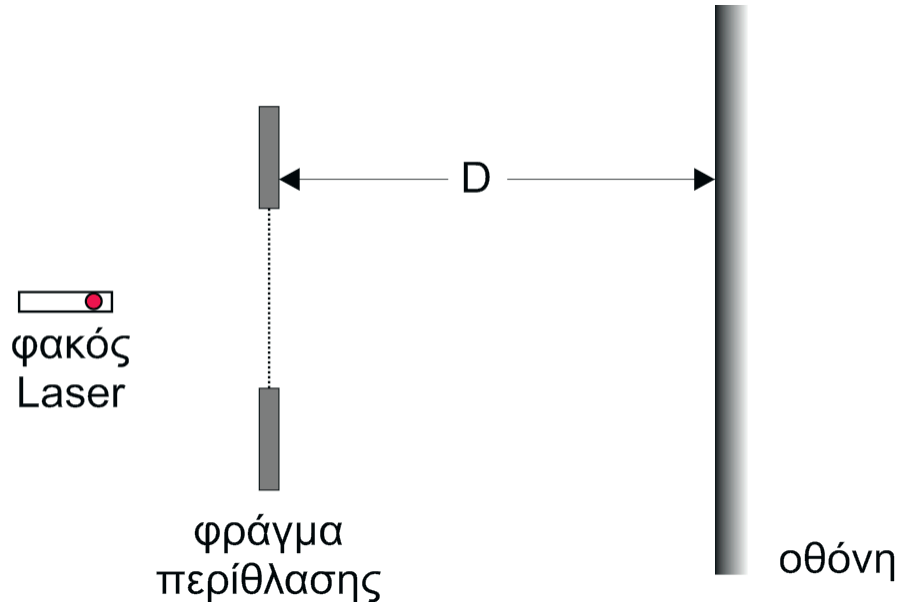


Μέτρηση μήκους κύματος μονοχρωματικής ακτινοβολίας

Η πειραματική διάταξη φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Θα χρησιμοποιήσουμε:

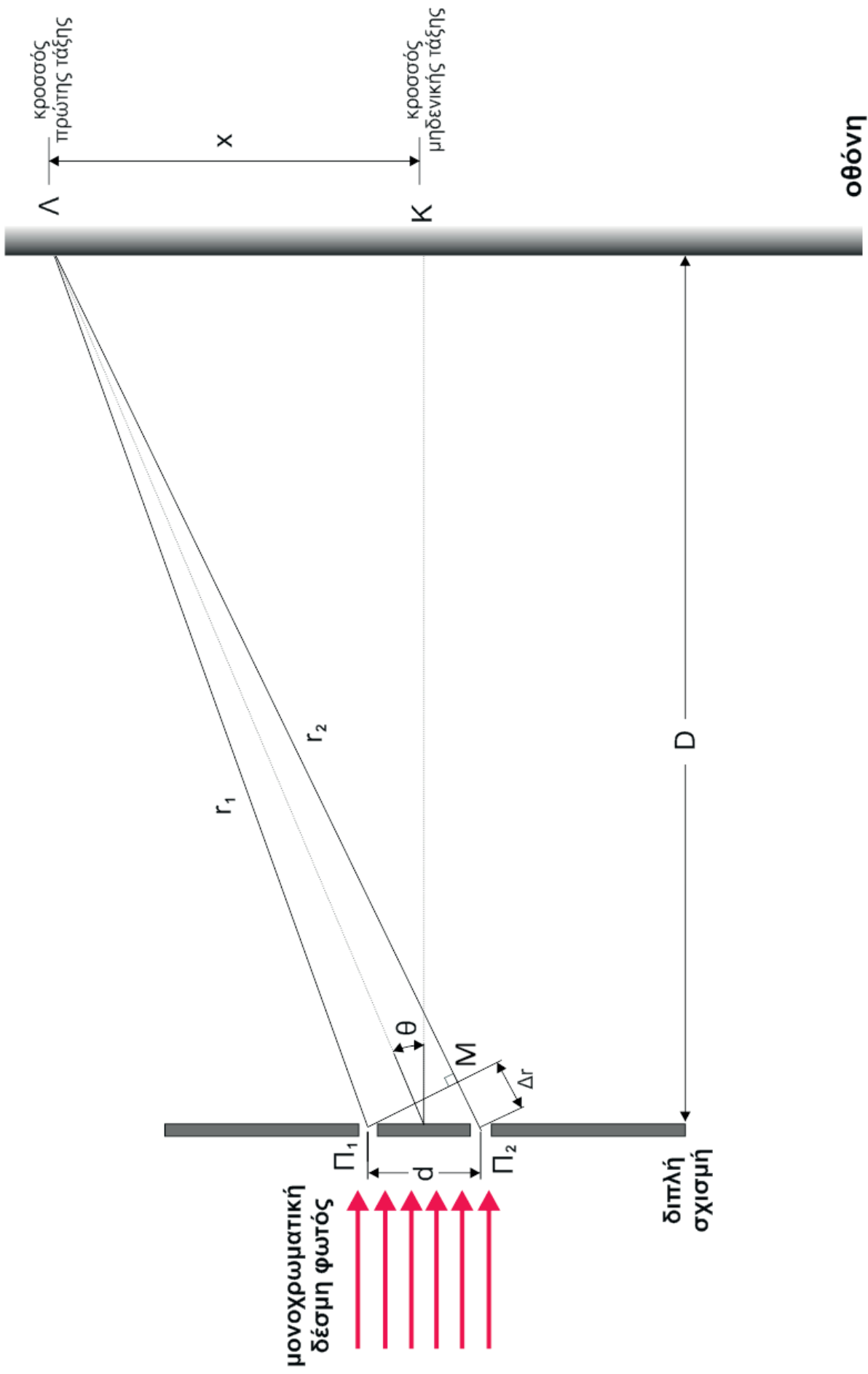
- Ένα φακό Laser κόκκινου χρώματος.
- Ένα φράγμα περίθλασης.
- Μια οθόνη που φέρει πάνω της βαθμονομημένο κανόνα.

Στερεώνουμε το φακό Laser σε κατάλληλη θέση ώστε αφενός η δέσμη του να πέφτει κάθετα στο φράγμα περίθλασης, και αφετέρου όταν δε μεσολαβεί το φράγμα η δέσμη να χτυπάει στο σημείο «μηδέν» της κλίμακας που είναι ενσωματωμένη στην οθόνη.

Η διάταξη μπορεί να συναρμολογηθεί και στην οπτική τράπεζα, αν στο εργαστήριό σας υπάρχει αυτή η δυνατότητα. Στην οθόνη για τη βαθμονόμησή της μπορεί να χρησιμοποιηθεί μιλιμετρέ χαρτί.

Θεωρητική μελέτη

Η μέτρηση του μήκους κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας που παράγει το Laser θα μετρηθεί με τη μέθοδο της συμβολής. Παρότι στο πείραμά μας θα χρησιμοποιήσουμε φράγμα περίθλασης, η θεωρητική μελέτη θα γίνει με βάση το πείραμα του Young (συμβολή με δύο σχισμές), αφού ισχύουν τα ίδια ακριβώς συμπεράσματα όσον αφορά τις θέσεις των κροσσών συμβολής. Στο σχήμα της επόμενης σελίδας, μονοχρωματική ακτινοβολία πέφτει στο αδιαφανές πέτασμα που φέρει δύο σχισμές που απέχουν μεταξύ τους απόσταση d . Τα φωτεινά κύματα από τις δύο σύγχρονες δευτερογενείς πηγές Π_1 και Π_2 , συμβάλλουν δημιουργώντας στην οθόνη τη χαρακτηριστική εικόνα της συμβολής: εναλλασσόμενες φωτεινές και σκοτεινές κηλίδες. Στο σχήμα τα σημεία K και Λ είναι δύο διαδοχικά σημεία ενισχυτικής συμβολής (κροσσοί μηδενικής και πρώτης τάξης αντίστοιχα) και x είναι η μεταξύ τους απόσταση. Όταν για την απόσταση D μεταξύ της οθόνης και των δύο σχισμών ισχύει $D \gg d$, οι δύο ακτίνες $\Pi_1\Lambda$ και $\Pi_2\Lambda$ είναι πρακτικά παράλληλες μεταξύ τους και το ευθύγραμμο τμήμα Π_1M πρακτικά κάθετο και στο



$\Pi_2\Lambda$ και στο $\Pi_1\Lambda$. Συνεπώς η γωνία $\Pi_2\hat{\Pi}_1M$, ισούται με τη γωνία θ (πλευρές κάθετες μία προς μία). Τότε η διαφορά δρόμου $\Delta r = r_2 - r_1$ με την οποία τα δύο κύματα φτάνουν στο σημείο Λ , ισούται με:

$$\Delta r = d \cdot \eta\mu\theta$$

$$\text{Αλλά: } \eta\mu\theta = \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}},$$

$$\text{οπότε: } \Delta r = d \cdot \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \quad (1)$$

Καθώς όμως το σημείο Λ είναι σημείο ενισχυτικής συμβολής, ισχύει επίσης:

$$\Delta r = N \cdot \lambda \quad (2)$$

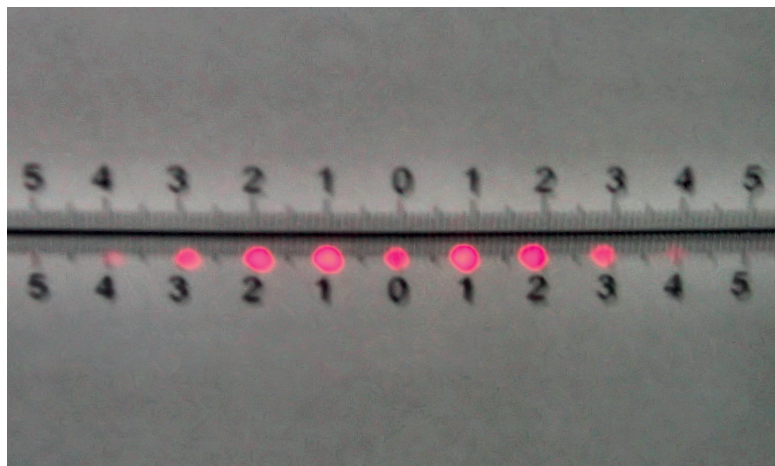
Από τις (1) και (2), έχουμε: $N \cdot \lambda = d \cdot \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}}$, και επειδή το Λ αντιστοιχεί στον κροσσό πρώτης τάξης ($N=1$), παίρνουμε τελικά:

$$\lambda = d \cdot \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}} \quad (3)$$

Στην περίπτωση που θα χρησιμοποιήσουμε φράγμα περίθλασης, η απόσταση d αντιστοιχεί στην απόσταση μεταξύ των διαδοχικών γραμμών του φράγματος και ονομάζεται **σταθερά του φράγματος**. Το αντίστροφο της υποδηλώνει την πυκνότητα των γραμμών του φράγματος δηλ. τον αριθμό των γραμμών ανά μονάδα μήκους και μετριέται σε γραμμές/mm.

Πειραματική διαδικασία

Αρχικά σημειώσαμε την πυκνότητα ρ του φράγματος όπως δίνεται από τον κατασκευαστή του. Μετά μετρήσαμε την απόσταση D μεταξύ φράγματος και οθόνης και τέλος αφού ενεργοποιήσαμε το laser μετρήσαμε την απόσταση x ανάμεσα στον κεντρικό (μηδενικής τάξης) κροσσό και στον πρώτης τάξης κροσσό ενισχυτικής συμβολής.



Η σταθερά d του φράγματος υπολογίζεται από τη σχέση: $d = \frac{1}{\rho}$ όπου ρ ο αριθμός των γραμμών ανά μονάδα μήκους του φράγματος, ενώ το μήκος κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας υπολογίζεται από τη σχέση (3).

Οι μετρήσεις που πήραμε και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους, φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

	Πυκνότητα φράγματος ρ (γραμμές/mm)	Απόσταση φράγματος – οθόνης D (cm)	Απόσταση $1^{ου} - 2^{ου}$ κροσσού ενίσχυσης x (cm)	Σταθερά φράγματος d (m)	Μήκος κύματος λ (nm)
1	100	14,9	0,95	10^{-5}	636,3
2	100	12,8	0,80	10^{-5}	623,8
3	100	16,0	1,05	10^{-5}	654,8
4	300	15,7	3,00	$\frac{1}{3} \times 10^{-5}$	625,6
5	300	10,9	2,10	$\frac{1}{3} \times 10^{-5}$	630,1
6	600	10,4	4,50	$\frac{1}{6} \times 10^{-5}$	661,8

Ο μέσος όρος για το μετρούμενο μήκος κύματος, είναι: $\bar{\lambda} = 638,7 \text{ nm}$, σε πολύ καλή συμφωνία με την τιμή 650 nm που δίνει ο κατασκευαστής του φακού laser.

ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μέτρηση μήκους κύματος μονοχρωματικής ακτινοβολίας

	Πυκνότητα φράγματος ρ (γραμμές/mm)	Απόσταση φράγματος – οθόνης D (m)	Απόσταση $1^{ου} - 2^{ου}$ κροσσού ενίσχυσης x (m)	Σταθερά φράγματος D (m)	Μήκος κύματος λ (nm)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

1. Σημειώστε στη στήλη (1) την πυκνότητα ρ του κάθε φορά χρησιμοποιούμενου φράγματος.
2. Σημειώστε στη στήλη (2) την απόσταση D μεταξύ φράγματος και οθόνης.
3. Σημειώστε στη στήλη (3) την απόσταση x μεταξύ του κροσσού μηδενικής και του κροσσού πρώτης τάξης.
4. Υπολογίστε τη σταθερά του φράγματος από τη σχέση: $d = \frac{1}{\rho}$.
5. Υπολογίστε το μήκος κύματος της ακτινοβολίας από τη σχέση: $\lambda = d \cdot \frac{x}{\sqrt{D^2 + x^2}}$.
6. Επαναλάβετε τη διαδικασία για διαφορετικές αποστάσεις D ή και με φράγματα διαφορετικής σταθεράς.
7. Υπολογίστε το μέσο όρο των μετρήσεών σας.

$$\bar{\lambda} = \dots\dots\dots nm$$

Αν γνωρίζετε πως το πραγματικό μήκος κύματος της ακτινοβολίας του Laser είναι 650 nm, υπολογίστε τη σχετική απόκλιση, ως:

$$\sigma\% = \frac{|\bar{\lambda} - \lambda_{\pi}|}{\lambda_{\pi}} \times 100 = \dots\dots\dots \%$$

Προσοχή!!!

Όπως γνωρίζουμε η χρήση Laser εμπεριέχει κινδύνους. Αν η δέσμη πέσει στα μάτια μπορεί να προκαλέσει ακόμη και τύφλωση.