

ΟΜΑΔΑ
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ ΜΑΘΗΤΩΝ

1).....
2).....
3).....
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

Υπολογισμός της εστιακής απόστασης f λεπτού συμμετρικού
συγκλίνοντος φακού απο τη γραμμική μεγέθυνση M

Σκοπός

Με το πείραμα αυτό θα προσδιορίσουμε:

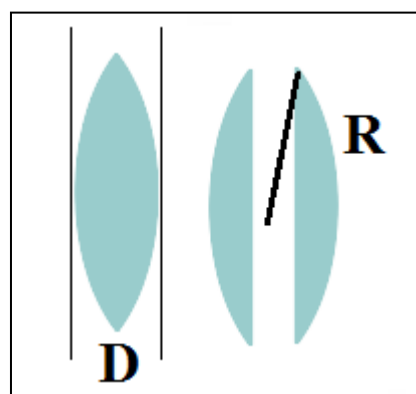
1. Την εστιακή απόσταση ενός λεπτού συγκλίνοντα φακού από τη γραμμική μεγέθυνση του ειδώλου.
2. Να συγκρίνουμε την τιμή της εστιακής απόστασης που θα υπολογίσουμε με τη τιμή που δίνει ο κατασκευαστής.
3. Το δείκτη διάθλασης του διαφανούς υλικού απο το οποίο αποτελείται ο φακός

Το Θεωρητικό πλαίσιο της δραστηριότητας - Σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας

Στην άσκηση θα μελετήσουμε τις ιδιότητες ενός λεπτού συμμετρικού σφαιρικού φακού. Ο φακός μας αποτελείται από ένα κομμάτι γυαλιού που περιορίζεται από δύο σφαιρικές επιφάνειες ίσης ακτίνας R .

Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι n .

Τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φακού φαίνονται στο Σχήμα1.



Σχήμα 1

Diagram illustrating the geometry of a lens system with two circular lenses of radius R separated by distance D . The diagram shows the object point O_1 , the image point O_2 , and the lens centers O_1 and O_2 . The distance between the centers of the lenses is D . The radius of each lens is R . The distance from the center of the left lens to the object point O_1 is labeled. The distance from the center of the right lens to the image point O_2 is labeled. The diagram also shows the intersection of the two lenses, forming a lens-shaped region. The distance between the centers of the lenses is D . The radius of each lens is R . The distance from the center of the left lens to the object point O_1 is labeled. The distance from the center of the right lens to the image point O_2 is labeled.

Key parameters and relationships shown in the diagram:

- $(AB) = L$
- $(AO) = L/2$
- $x = (D-d)/2$
- $R - (D-d)/2$
- D
- R
- O_1 , O_2
- A , B
- d
- x

A ray diagram for a converging lens (φακός) with optical center O. The focal length is labeled f (εστιακή απόσταση). An object (αντικείμενο) is placed at distance a from the lens, and a virtual image (ειδωλο) is formed at distance β (πέτασμα) on the same side. Points E_1 and E_2 are marked on the principal axis. Arrows indicate the direction of light rays.

Ο φακός έχει δύο κύριες εστίες που βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις ως προς το κέντρο Ο του φακού (E_1 και E_2). Η απόσταση κάθε κύριας εστίας από το Ο ονομάζεται εστιακή απόσταση (**f**) του φακού και αποτελεί χαρακτηριστικό του γνώρισμα.

Η εστιακή απόσταση f του λεπτού φακού σχετίζεται με την ακτίνα R και το δείκτη διάθλασης n . Μπορεί να αποδειχθεί θεωρητικά ότι ισχύει η σχέση:

$$n = 1 + \frac{R}{2f} \quad (1)$$

Η (1) ονομάζεται «εξίσωση του κατασκευαστή» του φακού. Παρατηρούμε ότι αν μετρήσουμε την ακτίνα R των σφαιρικών επιφανειών του φακού και την εστιακή απόσταση f , τότε από την «εξίσωση του κατασκευαστή» μπορούμε να υπολογίσουμε πειραματικά το δείκτη διάθλασης n του γυαλιού από το οποίο έχει κατασκευαστεί ο φακός (Πείραμα 2).

Σχηματισμός ειδώλου, σχετική θέση αντικειμένου-ειδώλου.

Η εικόνα ενός φωτεινού αντικειμένου που σχηματίζεται από ένα φακό ονομάζεται είδωλο. Αν είναι δυνατό να προβάλλουμε το είδωλο πάνω σε μια οθόνη (πέτασμα), τότε το ονομάζουμε **πραγματικό**. Αντίθετα, αν είναι αδύνατη η προβολή του σε οθόνη, τότε λέγεται **φανταστικό**.

Για να σχηματιστεί από το φακό μας πραγματικό είδωλο, πρέπει να τοποθετήσουμε το φωτεινό αντικείμενο σε σημείο του κύριου άξονα που απέχει από το κέντρο O του φακού απόσταση α μεγαλύτερη της εστιακής ($\alpha > f$). Τότε μπορούμε να δούμε με ευκρίνεια το **ανεστραμμένο είδωλο** πάνω σε μία οθόνη που τοποθετούμε σε κατάλληλη θέση από την άλλη πλευρά του φακού. Με μια μετροταινία μπορούμε να μετρήσουμε την απόσταση β του ειδώλου από το κέντρο O του φακού. Αν το αντικείμενο βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από το φακό ($\alpha \rightarrow \infty$), τότε το είδωλο σχηματίζεται πάνω στην κύρια εστία του φακού. Για παράδειγμα, το είδωλο του ηλιακού δίσκου σχηματίζεται πάνω στην κύρια εστία του φακού.

Αν τοποθετήσουμε ένα μικρό φωτεινό αντικείμενο -για παράδειγμα ένα κεράκι- πάνω στον κύριο άξονα του φακού, σε απόσταση α από το κέντρο του Ο ($\alpha > f$), τότε σε ποια απόσταση β από το Ο, από την άλλη πλευρά του φακού, πρέπει να τοποθετήσουμε μια οθόνη για να δούμε με ευκρίνεια το είδωλο της φλόγας του κεριού;

Ορίζουμε σαν Γραμμική Μεγένθυση M το λόγο $\frac{\beta}{\alpha}$.

Αποδεικνύεται θεωρητικά ότι μεταξύ των α , β και f ισχύει η ακόλουθη σχέση:

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{f} \quad (2) \quad \text{Θέτουμε } \frac{\beta}{\alpha} = M \text{ (Γραμμική μεγένθυση)} \quad (3)$$

$$\text{Οπότε έχουμε } M = \frac{\beta}{\alpha} - 1 \quad \text{και} \quad \boxed{M = \frac{1}{f} \beta - 1} \quad (4)$$

Η (4) είναι της μορφής: $\psi = mx + b$ με κλίση: $\text{κλίση} = \frac{1}{f}$

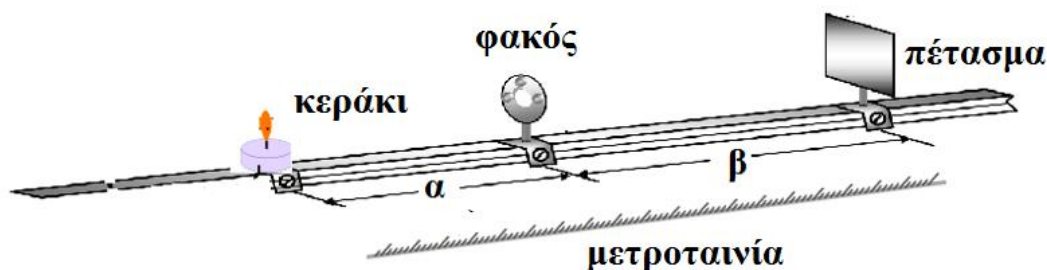
Άρα σχεδιάζοντας τη γραφική παράσταση της γραμμικής μεγένθυσης M με την απόσταση β και υπολογίζοντας τη κλίση βρίσκω την εστιακή απόσταση του φακού.

Όργανα και υλικά

- 1) Λεπτός σφαιρικός συμμετρικός φακός
- 2) Παχύμετρο/Διαστημόμετρο
- 3) Μετροταινία
- 4) Κεράκι σε αλουμινένιο δοχείο και βάση ύψους 1-2cm
- 5) Χαρτονένια οθόνη /πέτασμα
- 6) Χαρτί
- 7) Χάρακας 30cm
- 8) Χαρτί μιλιμετρέ
- 9) Αριθμομηχανή
- 10) Κομμάτια πλαστελίνη για στήριγμα του πετάσματος

Πειραματική δραστηριότητα 1^η (Μέτρηση εστιακής απόστασης f)

Είναι δυνατό να προσδιορίσουμε την εστιακή απόσταση f ενός συγκλίνοντα φακού με διάφορους τρόπους. Στη συγκεκριμένη διαδικασία θ' αναπτύξουμε μια μέθοδο γραφικού προσδιορισμού της f από τις ποσότητες M (γραμμική μεγέθυνση) και β (απόσταση ειδώλου/οθόνης – φακού). Πιο συγκεκριμένα:



Σχήμα 3: Η πειραματική διάταξη για τον προσδιορισμό της εστιακής απόστασης f του φακού

Για τη χάραξη της χαρακτηριστικής $M - \beta$ θα απαιτηθούν 8 - 10 ζεύγη τιμών α, β

1. Εξασφαλίζουμε ότι όλα τα στοιχεία (κεράκι – φακός – οθόνη/πέτασμα) βρίσκονται στο ίδιο ύψος και στην ίδια ευθεία και ότι το επίπεδο του φακού είναι κάθετο προς το κερί. Οθόνη και κεράκι βρίσκονται εκατέρωθεν του φακού. Προσέχουμε το είδωλο να εμφανίζεται στο κέντρο του φακού.
2. Τοποθετήστε το κερί σε απόσταση α απο το φακό.

3. Μετακινήστε εμπρός – πίσω το πέτασμα μέχρι να εμφανιστεί πανω του **καθαρό το είδωλο** της φλόγας του κεριού και ανεστραμμένο. Στηρίζετε το πέτασμα με τη πλαστελίνη ανα χρειαστεί.
4. Μετρήστε την απόσταση (φακός –πέτασμα) β με τη μετροταινία και καταχωρίστε τη στον Πίνακα 1.
5. Να επαναλάβετε την εργασία 2 έως 4 για άλλα 8 – 10 ζεύγη τιμών α και β .

Πίνακας 1

α/α	α (cm)	β (cm)	$M (\beta/\alpha)$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

6. Τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (β και $\beta/\alpha=M$) σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων.
7. Χαράξτε τη χαρακτηριστική M (τεταγμένη) – β (τετμημένη) (την βέλτιστη ευθεία).
8. Να προεκτείνετε την ευθεία που χαράξατε και να βρείτε το σημείο που αυτή τέμνει τον οριζόντιο άξονα.

$$X=.....$$

9. Να υπολογίσετε την κλίση της ευθείας με το γνωστό τρόπο (κλίση = $m = 1/f$).

Από αυτή την τιμή υπολογίστε την f .

.....
.....

Πειραματική δραστηριότητα 2^η
(Υπολογισμός δείκτη διάθλασης του φακού)

Για να υπολογίσουμε το δείκτη διάθλασης του φακού θα χρησιμοποιήσουμε τη

σχέση (1)
$$n = 1 + \frac{R}{2f}$$

1. Μετρήστε το πάχος D του φακού .
2. Μετρήστε τη διάμετρο L του δίσκου του φακού .
3. Υπολογίστε την ακτίνα R του φακού με βάση το σχήμα 1.α.

Οι μετρήσεις σας να γίνουν σε cm, με προσέγγιση 2ου δεκαδικού ψηφίου.

$D =$ _____ cm

$L =$ _____ cm

$R =$ _____ cm

Αντικαταστήστε στη σχέση (1) για να υπολογίσετε το δείκτη διάθλασης n

$$n = 1 + \frac{R}{2f} = \dots\dots\dots$$

4.Αφού ολοκληρώσετε τη διαδικασία να μετακινηθείτε στο Εργαστήριο

Πληροφορικής

5.Ανοίξτε ένα αρχείο στο Excel σε έναν υπολογιστή.

6.Να μεταφέρετε τις στήλες β και Μ σε ένα πίνακα τιμών (πρώτη στήλη το β και δεύτερη το $M=\beta/\alpha$).

7.Στη συνέχεια να σχεδιάσετε το διάγραμμα β-Μ . Να εφαρμόσετε τη γραμμή τάσης και να γράψετε τη κλίση του διαγράμματος.

Κλίση =.....

8.Να τη συγκρίνετε με αυτή που βρήκατε στο διάγραμμά σας στο χαρτί μιλιμέτρ.

.....

9. Να αποθηκεύσετε το αρχείο σας με τον αριθμό της ομάδας σας (ΟΜΑΔΑ...)

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1.Τι είδους σφάλματα πιστεύετε ότι εισέρχονται στη διαδικασία και σε ποια σημεία της.

