

Προσδιορισμός της εστιακής απόστασης f συγκλίνοντα φακού από τις αποστάσεις αντικειμένου και ειδώλου από το φακό

1. Σκοπός

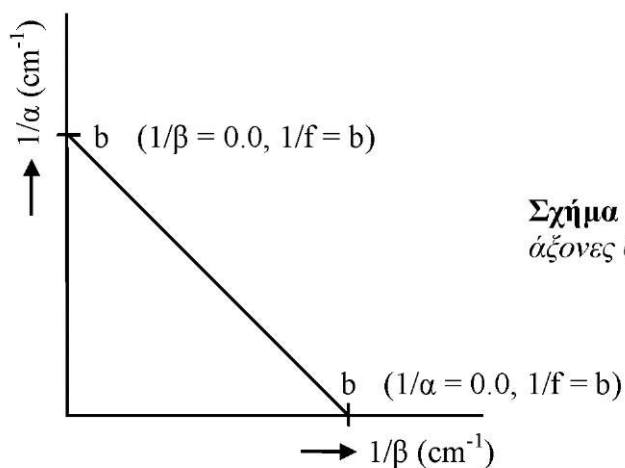
Στην άσκηση αυτή θα προσδιορίσουμε την εστιακή απόσταση συγκλίνοντα φακού από τις θέσεις αντικειμένου - φακού και ειδώλου - φακού.

2. Θεωρία

Η θεωρία που αναφέρεται στην παρούσα άσκηση έχει ήδη αναπτυχθεί στην ενότητα Ο3.

3. Πειραματική διαδικασία

Η πειραματική διάταξη είναι ακριβώς η ίδια με αυτή που χρησιμοποιούμε στην άσκηση 9Α.

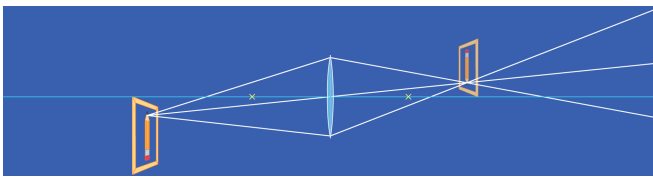


Σχήμα 8. Η τομή της ευθείας με τους άξονες θα μας δώσει την τιμή $1/f$.

Εδώ θα προσδιορίσουμε την εστιακή απόσταση ενός συγκλίνοντα φακού με δυο τρόπους: α) αριθμητικά από τον τύπο των λεπτών φακών $\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = -\frac{1}{f}$, αφού πραγματοποιήσουμε μετρήσεις για ζεύγη τιμών α και β και β) γραφικά από τη χαρακτηριστική $1/\alpha = \text{i}(1/\beta)$. Στη δεύτερη περίπτωση επιλύουμε την παραπάνω σχέση ως προς $1/\alpha$, δηλαδή

$$1/\alpha = -\frac{1}{\beta} - \frac{1}{f}$$

Η τελευταία είναι της μορφής $y = mx + b$, όπου $y = 1/\alpha$, $m = -1$, $x = 1/\beta$ και $b = 1/f$



Βάσει των παραπάνω μπορεί να γραφεί και ως:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{m}{\beta} + \frac{1}{f}$$

Η γραφική της απεικόνιση διαμορφώνεται σε ευθεία που τέμνει τους άξονες $1/\alpha$ και $1/\beta$ και έχει κλίση $m = -1$ (Σχήμα 8).

Ας επιχειρήσουμε μια σχετική διερεύνηση:

$$\text{όταν } \frac{1}{\beta} = 0 \wedge \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{f} \wedge \frac{1}{f} = \frac{1}{\beta}$$

$$\text{όταν } \frac{1}{\alpha} = 0 \wedge \frac{1}{\beta} = \frac{1}{-m \cdot f} \wedge \frac{1}{f} = \frac{-m}{\beta}$$

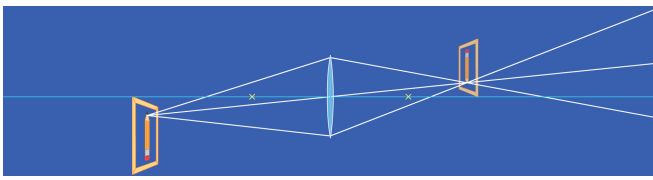
Από τις δυο τελευταίες σχέσεις είναι κατανοητό ότι αν η κλίση της ευθείας είναι $m = -1.0$, τότε οι δυο τιμές της f στις οριακές θέσεις $1/\alpha = 0$ και $1/\beta = 0$, θα είναι ακριβώς ίσες. Η τιμή δηλαδή της κλίσης αντανakλά την τιμή κατά την οποία θα διαφέρουν οι δυο τιμές, αν $m \neq -1.0$

4. Εργασίες

Αριθμητικός προσδιορισμός της εστιακής απόστασης f

1. Αναγνωρίζουμε τα μέρη της διάταξης και τα τοποθετούμε στην οπτική τράπεζα όπως φαίνεται στο Σχήμα 6. Εξασφαλίζουμε ότι όλα τα στοιχεία (λαμπτήρας - φακός - πέτασμα) βρίσκονται στο ίδιο ύψος και ότι το επίπεδο του φακού είναι κάθετο προς το λαμπτήρα (χρησιμοποιούμε το νήμα του λαμπτήρα ως αντικείμενο).
2. Θέτουμε σε λειτουργία το λαμπτήρα (ελέγχουμε ώστε η τάση στα άκρα του να μην υπερβαίνει τα 24V).
3. Μετακινούμε εμπρός - πίσω το φακό μέχρι να εμφανιστεί στο πέτασμα καθαρό είδωλο του νήματος του λαμπτήρα και προσδιορίζουμε τις τιμές α και β από την κλίμακα που είναι δομημένη επάνω στην οπτική τράπεζα. Καταχωρούμε τις τιμές στον Πίνακα 1.
4. Επαναλαμβάνουμε την εργασία 3 για άλλα 8 - 10 ζεύγη τιμών α και β .
5. Υπολογίζουμε τα $1/\alpha$, $1/\beta$ και $1/f$. Υπολογίζουμε κατά τα γνωστά τη μέση τιμή $f(f)$ καθώς και το μέσο τυπικό σφάλμα δf και το σχετικό % σφάλμα.
6. Αναγράφουμε τα αποτελέσματα στη μορφή:

$$f = f \pm \delta f = (\dots \pm \dots) \text{cm και } f = f \quad \times 100 = \dots (\text{cm}) \pm \dots \%$$



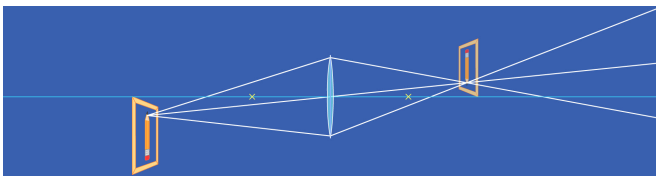
Γραφικός προσδιορισμός της εστιακής απόστασης f

1. Από τα ζεύγη τιμών $1/a$, $1/b$ χαράσσουμε την ευθεία $1/a = fQ/b$ και την προεκτείνουμε έως ότου τμήσει τον κατακόρυφο άξονα $1/a$. Η τομή της ευθείας με τον άξονα θα μας δώσει την τιμή b .
2. Υπολογίζουμε την κλίση m της ευθείας.
3. Από τις τιμές b και m υπολογίζουμε δυο τιμές της εστιακής απόστασης f , δηλαδή:

$$f_1 = 1/b \text{ για } 1/b = 0 \text{ και } f_2 = -m/b \text{ για } 1/a = 0$$

4. Βρίσκουμε τη μέση τιμή των f_1 και f_2 η οποία θα μας δώσει τη μέση πειραματική τιμή f της εστιακής απόστασης του φακού. Συγκρίνουμε την τιμή αυτή με την τιμή που προσδιορίσαμε αριθμητικά στο πρώτο μέρος της εργασίας και σχολιάζουμε την όποια διαφορά, αν υπάρχει.

Παρατήρηση: Απαραίτητη θεωρείται η γνώση της θεωρίας που αναπτύσσεται στην ενότητα O3.



Πίνακας 1

α/α	(cm)	β (cm)	$1/\alpha$ (cm) ⁻¹	$1/\beta$ (cm) ⁻¹	$1/f$ (cm) ⁻¹	(cm)	f (cm)	(Δfi)	$(\Delta fi)^2$ (cm) ²
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Υπενθυμίζεται ότι:

$$\Delta \Gamma = f - f$$

$$\delta f = \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta fi)^2}{n(n-1)}$$