O5 Προσδιορισμός της εστιακής απόστασης f συγκλίνοντα φακού από τις αποστάσεις από τις αποστάσεις αντικειμένου και ειδώλου από το φακό

1. Σκοπός

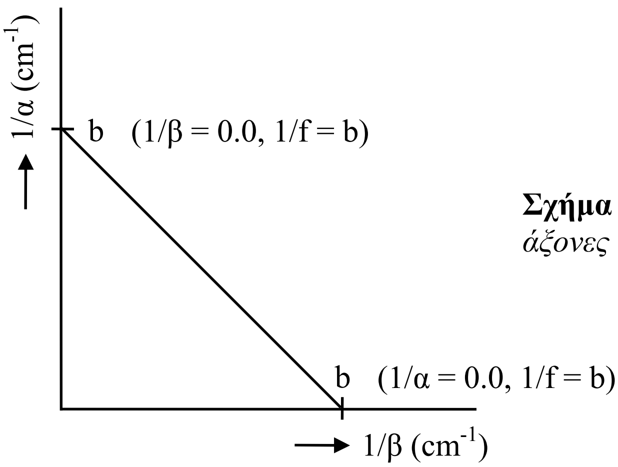
Στην άσκηση αυτή θα προσδιορίσουμε την εστιακή απόσταση συγκλίνοντα φακού από τις θέσεις αντικειμένου – φακού και ειδώλου – φακού.

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 ά-σκηση 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/α = f(1/β). Στη δεύτερη περίπτωση επιλύουμε την παραπάνω σχέση ως προς 1/α, δηλαδή

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

Η τελευταία είναι της μορφής y = mx + b, όπου y = 1/α, m = -1, x = 1/β και b = 1/f

Βάσει των παραπάνω μπορεί να γραφεί και ως:

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

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

Ας επιχειρήσουμε μια σχετική διερεύνηση:

όταν $\frac{1}{\beta} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\alpha} = b = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{b}$

όταν $\frac{1}{\alpha} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\beta} = \frac{b}{-m} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{-m}{b}$

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/α = 0 και 1/β = 0, θα είναι ακριβώς ίσες. Η τιμή δηλαδή της κλίσης αντανακλά 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/α, 1/β και 1/f. Υπολογίζουμε κατά τα γνωστά τη μέση τιμή f ($\bar{f}$) καθώς και το μέσο τυπικό σφάλμα $\delta\bar{f}$ και το σχετικό % σφάλμα.

6. Αναγράφουμε τα αποτελέσματα στη μορφή:

$$f = \bar{f} \pm \delta\bar{f} = (.....\pm......)\ \text{cm} \quad \text{και} \quad f = \bar{f} \pm \frac{\delta\bar{f}}{\bar{f}}\, x100 = ...(\text{cm}) \pm ......\%$$

Γραφικός προσδιορισμός της εστιακής απόστασης f

1. Από τα ζεύγη τιμών 1/α, 1/β χαράσσουμε την ευθεία 1/α = f(1/β) και την προεκτείνουμε έως ότου τμήσει τον κατακόρυφο άξονα 1/α. 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 για 1/β = 0 και **f_2 = -m/b για 1/α = 0**

4. Βρίσκουμε τη μέση τιμή των f_1 και f_2 η οποία θα μας δώσει τη μέση πειραματική τιμή $\bar{f}_{\pi\varepsilon\iota\rho\alpha\mu}$ 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 Ο3.

Πίνακας 1

α/α	α (cm)	β (cm)	1/α $(cm)^{-1}$	1/β $(cm)^{-1}$	1/f $(cm)^{-1}$	f_i (cm)	$\bar{f}$ (cm)	Δf_i (cm)	$(\Delta f_i)^2$ $(cm)^2$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Υπενθυμίζεται ότι:

$$\Delta f_i = f_i - \bar{f}$$

$$\delta\bar{f} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\Delta f_i\right)^2}{n(n-1)}}$$