



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

### 1. Σκοπός

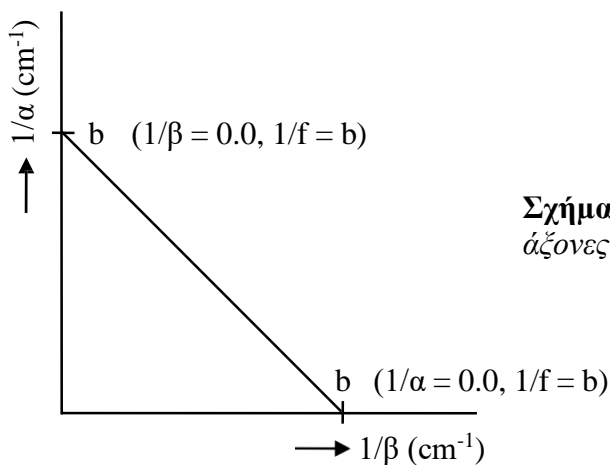
Στην άσκηση αυτή θα προσδιορίσουμε την εστιακή απόσταση συγκλίνοντα φακού από τις θέσεις αντικειμένου – φακού και ειδώλου – φακού.

### 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 τρό-

πους: α) αριθμητικά από τον τύπο των λεπτών φακών  $\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{f}$ , αφού

πραγματοποιήσουμε μετρήσεις για ζεύγη τιμών  $\alpha$  και  $\beta$  και β) γραφικά από τη χαρακτηριστική  $1/\alpha = f(1/\beta)$ . Στη δεύτερη περίπτωση επιλύουμε την παραπάνω σχέση ως προς  $1/\alpha$ , δηλαδή

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

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:

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

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:

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

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

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  $1/\alpha = 0$  και  $1/\beta = 0$ , 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  $\alpha$  και  $\beta$  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  $\alpha$  και  $\beta$ .
5. Υπολογίζουμε τα  $1/\alpha$ ,  $1/\beta$  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:

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

### Γραφικός προσδιορισμός της εστιακής απόστασης $f$

1. Από τα ζεύγη τιμών  $1/\alpha$ ,  $1/\beta$  χαράσσουμε την ευθεία  $1/\alpha = f(1/\beta)$  και την προεκτείνουμε έως ότου τμήσει τον κατακόρυφο άξονα  $1/\alpha$ . 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:

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

4. Βρίσκουμε τη μέση τιμή των  $f_1$  και  $f_2$  η οποία θα μας δώσει τη μέση πειραματική τιμή  $\bar{f}_{\text{πειρ}}$  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

| $\alpha/\alpha$ | $\alpha$<br>(cm) | $\beta$<br>(cm) | $1/\alpha$<br>(cm) <sup>-1</sup> | $1/\beta$<br>(cm) <sup>-1</sup> | $1/f$<br>(cm) <sup>-1</sup> | $f_i$<br>(cm) | $f$<br>(cm) | $\Delta f_i$<br>(cm) | $(\Delta f_i)^2$<br>(cm) <sup>2</sup> |
|-----------------|------------------|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------|-------------|----------------------|---------------------------------------|
| 1               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 2               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 3               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 4               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 5               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 6               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 7               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 8               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 9               |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |
| 10              |                  |                 |                                  |                                 |                             |               |             |                      |                                       |

Υπενθυμίζεται ότι:

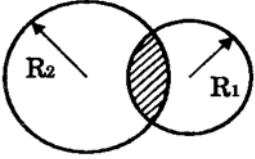
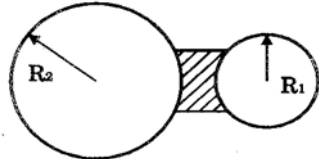
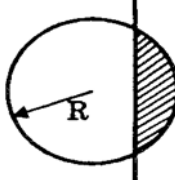
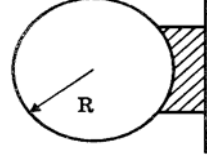
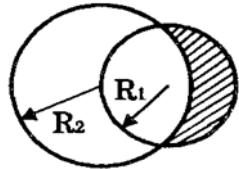
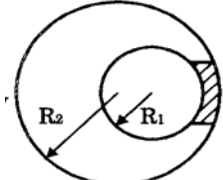
$$\Delta f_i = f_i - \bar{f}$$

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

## Ερωτήσεις θεωρίας.

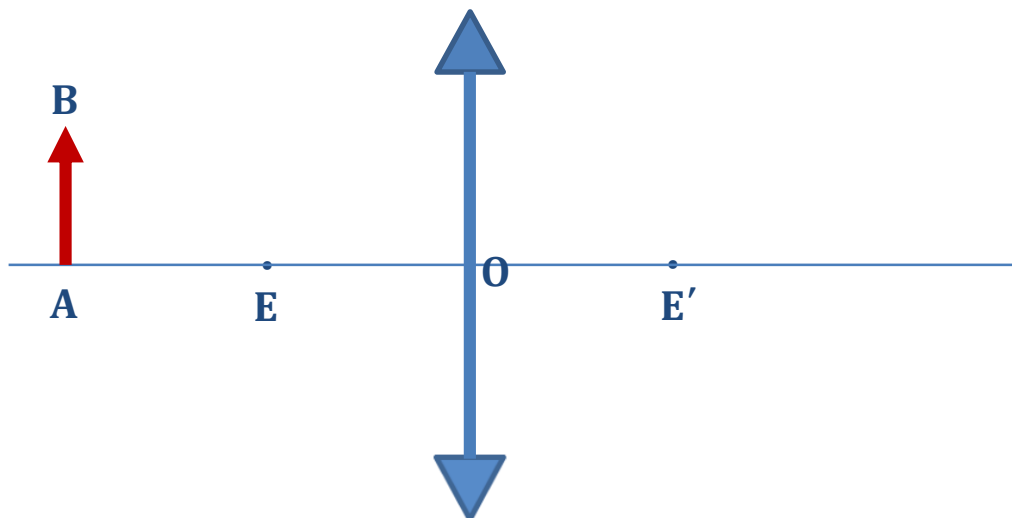
1. Τι ονομάζεται φακός; Πως ορίζεται ο κύριος άξονας ενός φακού;

2, Να δοθούν οι ονομασίες των παρακάτω τύπων φακών:

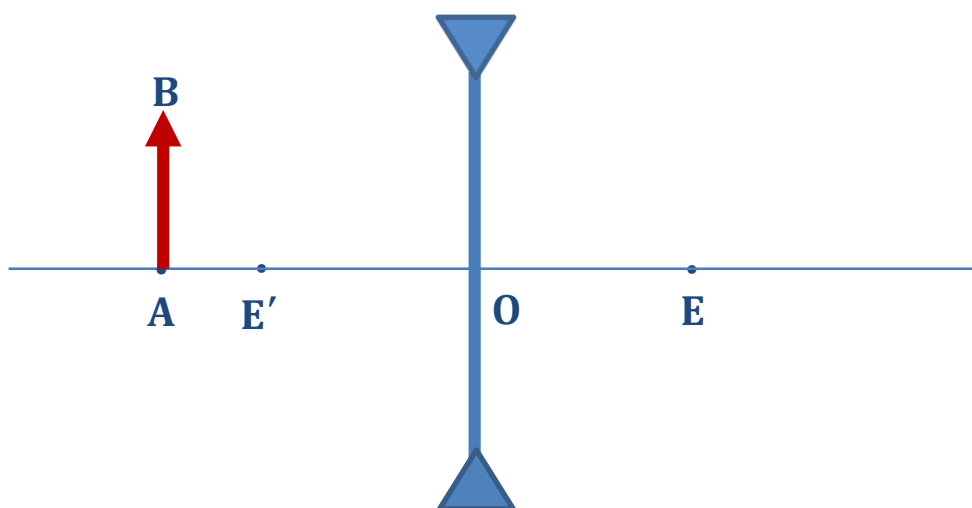
| A) ..... φακοί   | B) ..... φακοί   |
|--|--|
|  <p>(α) .....</p>  |  <p>(δ) .....</p>   |
|  <p>(β) .....</p> |  <p>(ε) .....</p>  |
|  <p>(γ) .....</p> |  <p>(στ) .....</p> |

3. Να βρεθούν γραφικά τα είδωλα των παρακάτω γραμμικών αντικειμένων:

A.



B.



Γ. Να συνεχισθεί η πορεία της φωτεινής ακτίνας

