



---

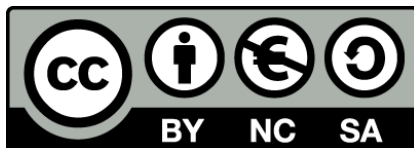
## Φυσική Οπτική (Ε)

**Ενότητα 1:** Υπολογισμός εστιακής απόστασης θετικού φακού από την μετατόπισή του

Αθανάσιος Αραβαντινός

Τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας

---



Το περιεχόμενο του μαθήματος διατίθεται με άδεια Creative Commons εκτός και αν αναφέρεται διαφορετικά



Ευρωπαϊκή Ένωση

Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

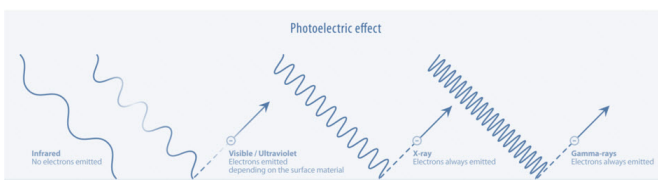
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013

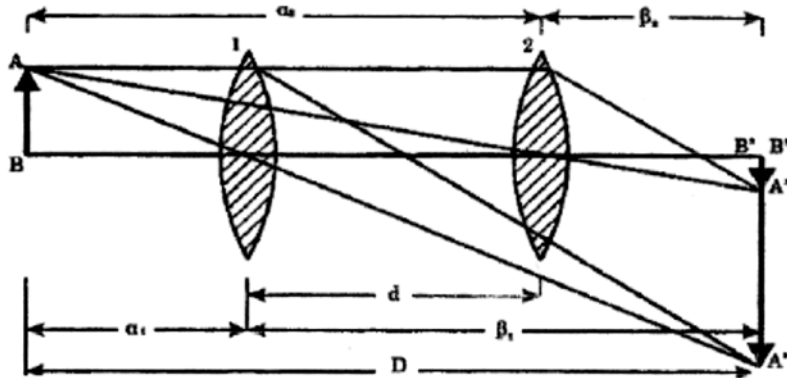
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



## 1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ - ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Αν η απόσταση  $D$  μεταξύ του αντικειμένου και του πετάσματος παραμείνει σταθερή, διαπιστώνουμε ότι ένας συγκλίνων φακός μας δίνει ευκρινές είδωλο σε δύο διαφορετικές θέσεις οι οποίες απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $d < D$ , όπως φαίνεται και στο Σχήμα 16.18.



Σχήμα 16.18

Οι θέσεις 1 και 2 είναι συζυγείς θέσεις του φακού. Αν ονομάσουμε  $\alpha_1, \beta_1$  και  $\alpha_2, \beta_2$  τις αποστάσεις αντικείμενου - φακού και ειδώλου - φακού αντίστοιχα θα έχουμε

$$\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\beta_1} = \frac{1}{f} \quad \text{και}$$

$$\frac{1}{\alpha_2} + \frac{1}{\beta_2} = \frac{1}{f}$$

$$\alpha_1 = \beta_2$$

$$\alpha_2 = \beta_1$$

Παρατηρούμε ακόμη ότι ισχύει:  $\alpha_1 + \beta_1 = D$  και

$$\alpha_2 + \beta_2 = D$$

Όπως και

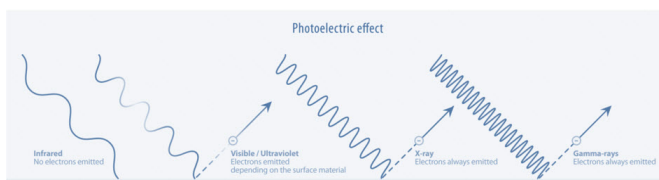
$$\beta_1 - \beta_2 = d \quad \text{και}$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = d \quad \text{ή}$$

$$\beta_1 - \alpha_1 = d$$

Αφαιρώντας από την (16.22) την (16.25) προκύπτει:

$$\alpha_1 = \frac{D - d}{2}$$



Προσθέτοντας τις 16.22 και 16.24 προκύπτει:

$$\beta_1 = \frac{D - d}{2}$$

Οι 16.26, και 16.27 σε συνδυασμό με την 16.18 γίνονται

$$\frac{2}{D - d} + \frac{2}{D - d} = \frac{1}{f} \quad \text{ή}$$

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

Μετρώντας λοιπόν τις αποστάσεις  $D$  και  $d$  μπορούμε να υπολογίσουμε πειραματικά την εστιακή απόσταση  $f$  του άγνωστου φακού.

Τα όργανα που απαιτούνται για την πραγματοποίηση της άσκησης είναι ένας άγνωστος συγκλίνων φακός, μια φωτεινή πηγή που χρησιμοποιείται ως αντικείμενο και ένα πέτασμα. Τα παραπάνω τοποθετούνται σε οπτική τράπεζα η οποία πρέπει να έχει κατάλληλο μήκος και να παρέχει την δυνατότητα να μετατοπίζονται η πηγή, ο φακός και το πέτασμα, ώστε να λαμβάνονται τουλάχιστον 10 διαφορετικά ζεύγη τιμών  $D$ ,  $d$ . Σημειώνεται ότι για να υπάρχουν δύο διαφορετικές θέσεις εστίασης θα πρέπει να ισχύει

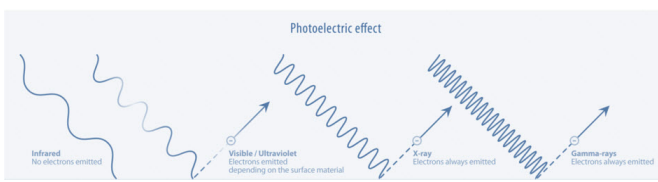
$$D - 4f \geq 0 \quad \text{ή} \quad f \leq \frac{D}{4}$$

δηλαδή σε περίπτωση οπτικής τράπεζας εργαστηρίου με μέγιστο μήκος

$$D = 100\text{cm} \quad \text{ή} \quad f < 25\text{cm}$$

## 2. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ - ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1. Τοποθετούμε στην οπτική τράπεζα τον λαμπτήρα των 24V, τον φακό και την οθόνη. Συνδέουμε κατάλληλα τον λαμπτήρα με το τροφοδοτικό ώστε να έχουμε πυρακτωμένο νήμα ικανοποιητικής φωτεινότητας.
2. Επιλέγοντας τη μεγαλύτερη απόσταση  $D$  μεταξύ του πυρακτωμένου νήματος του λαμπτήρα και της οθόνης μετακινούμε τον φακό δεξιά-αριστερά μέχρις ότου λάβουμε καθαρό είδωλο πάνω στην οθόνη. Σημειώνουμε τη θέση αυτή του φακού, από τις ενδείξεις της οπτικής τράπεζας. Μετακινούμε τον φακό, στην συζυγή του θέση μέχρις ότου ξαναδούμε καθαρό είδωλο διαφορετικού όμως μεγέθους πάνω στην οθόνη. Η διαφορά της ενδείξεως αυτής από την προηγούμενη μας δίνει την απόσταση  $d$ .
3. Αναγράφουμε το ζεύγος τιμών  $D, d$  στον πίνακα μετρήσεων.
4. Μετακινούμε τον λαμπτήρα ή την οθόνη ώστε να έχουμε μια νέα τιμή της  $D$ . Για τη νέα τιμή  $D$  επαναλαμβάνουμε την εργασία 2 και μετρούμε την απόσταση  $d$



μεταξύ των δύο θέσεων του φακού. Αυτό γίνεται άλλες οκτώ φορές ώστε να έχουμε δέκα συνολικά ζεύγη τιμών  $D, d$ .

5. Υπολογίζουμε τις τιμές της  $f$  και τις γράφουμε στον πίνακα μετρήσεων.

A/A	$D$	$d$	$D^2$	$d^2$	$\frac{D^2 - d^2}{4D}$	$f$	$\bar{f}$	$\Delta f_i$	$(\Delta f_i^2)$
	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>
1									
2									
.									
.									
10									

6. Υπολογίζουμε την μέση τιμή της  $\bar{f}$  και το σφάλμα της μέσης τιμής από τα τετράγωνα των επιμέρους διαφορών ( $\Delta f_i$ ).

7. Γράφουμε τα αποτελέσματα με το απόλυτο και το σχετικό σφάλμα %.

$$\bar{f} \pm \Delta f = (... \pm ...) \text{ cm}$$

$$\bar{f} \pm \frac{\Delta \bar{f}}{\bar{f}} = ... \text{ cm} \pm ... \%$$

8. Να γίνει η γραφική παράσταση  $D^2 - d^2 = f(D)$  και να χαραχθεί η πειραματική ευθεία. Γνωρίζοντας ότι η κλίση της συγκεκριμένης ευθείας είναι  $4f$  να υπολογιστεί η εστιακή απόσταση  $f$  του φακού.

9. Να συγκριθεί η τιμή της  $f$  που βρέθηκε γραφικά με αυτή της ερώτησης 6.

# Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας

## Τέλος Ενότητας

### Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Αθήνας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

## Σημειώματα

### Σημείωμα Αναφοράς

Copyright TEI Αθήνας, Γεώργιος Μήτσου, 2014. Γεώργιος Μήτσου. «Φυσική Οπτική (Ε). Ενότητα 1: Υπολογισμός εστιακής απόστασης θετικού φακού από την μετατόπισή του». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: [ocp.teiath.gr](http://ocp.teiath.gr).

### Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό. Οι όροι χρήσης των έργων τρίτων επεξηγούνται στη διαφάνεια «Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων».

Τα έργα για τα οποία έχει ζητηθεί άδεια αναφέρονται στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

## Επεξήγηση όρων χρήσης έργων τρίτων

©	Δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, παρά μόνο εάν ζητηθεί εκ νέου άδεια από το δημιουργό.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου και η δημιουργία παραγώγων αυτού με απλή αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού, και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η δημιουργία παραγώγων του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-SA	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού και διάθεση του έργου ή του παράγωγου αυτού με την ίδια άδεια. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου.
διαθέσιμο με άδεια CC-BY-NC-ND	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου με αναφορά του δημιουργού. Δεν επιτρέπεται η εμπορική χρήση του έργου και η δημιουργία παραγώγων του.
διαθέσιμο με άδεια CC0 Public Domain	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
διαθέσιμο ως κοινό κτήμα	Επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου, η δημιουργία παραγώγων αυτού και η εμπορική του χρήση, χωρίς αναφορά του δημιουργού.
χωρίς σήμανση	Συνήθως δεν επιτρέπεται η επαναχρησιμοποίηση του έργου.

## Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- Το Σημείωμα Αναφοράς
- Το Σημείωμα Αδειοδότησης
- Τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- Το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει) μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.