

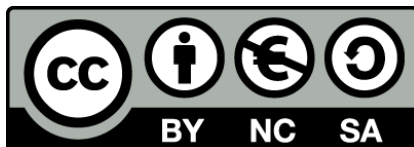


Φυσική Εικόνας & Ήχου Ι (Ε)

Ενότητα 6: Υπολογισμός της ισχύος συστήματος λεπτών φακών σε επαφή

Αθανάσιος Αραβαντινός

Τμήμα Φωτογραφίας & Οπτικοακουστικών Τεχνών



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



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



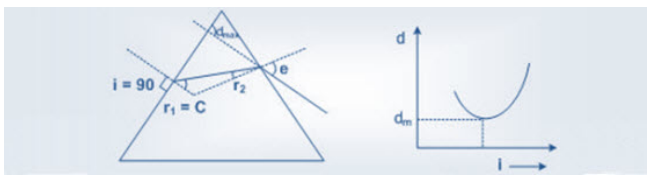
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



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. Σκοπός

Στην άσκηση αυτή θα προσδιορίσουμε την εστιακή απόσταση που διαμορφώνει ένα σύστημα λεπτών φακών που βρίσκονται σε επαφή μεταξύ τους και θα υπολογίσουμε τη συνολική ισχύ αυτού του συστήματος.

2. Θεωρία

Εκτός της βασικής θεωρίας που έχει αναπτυχθεί στην ενότητα Ο3, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα παρακάτω:

Όπως έχει προαναφερθεί, η ισχύς D ενός φακού είναι γνωστή όταν γνωρίζουμε την εστιακή του απόσταση f , δεδομένου ότι αποτελεί το αντίστροφό της. Αν το f δίνεται σε m , η ισχύς D υπολογίζεται σε διοπτρίες (dpt) και εκφράζει το μέτρο της θλαστικής ικανότητας του φακού.

Αν φέρουμε σε επαφή δυο ή περισσότερους λεπτούς φακούς εστιακών αποστάσεων f_1, f_2, f_3 κ.λπ. ευθυγραμμισμένους ώστε να έχουν τον ίδιο κύριο άξονα, τότε δημιουργούμε ένα σύστημα λεπτών φακών σε επαφή το οποίο διαμορφώνει ολική ισχύ $D_{ολ}$ ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των επί μέρους ισχύων των φακών του συστήματος ως:

$$D_{ολ} = D_1 + D_2 + D_3 + \dots \quad (9)$$

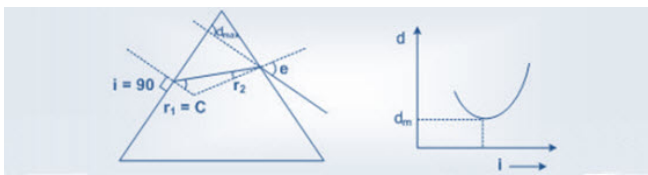
και επομένως

$$D_{ολ} = \frac{1}{f_{ολ}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots \quad (10)$$

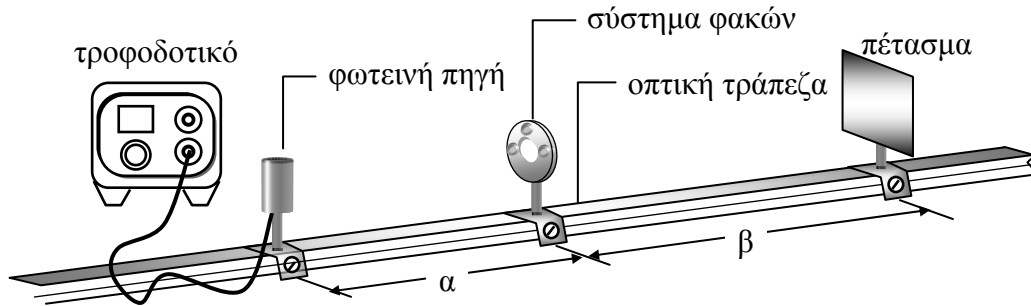
3. Πειραματική διαδικασία

Η πειραματική διάταξη για την εκτέλεση της άσκησης παρουσιάζεται στο Σχήμα 9 και αποτελείται από:

- οπτική τράπεζα
- σύστημα δυο φακών σε κοινή βάση
- λαμπτήρα πυράκτωσης 24V με το τροφοδοτικό του
- πέτασμα



Για να υπολογίσουμε την ολική ισχύ $D_{ολ}$ του συστήματος θα κάνουμε χρήση της Σχέσης 10, στην οποία θα πρέπει να γνωρίζουμε είτε την ολική εστιακή απόσταση $f_{ολ}$, είτε τις επί μέρους εστιακές αποστάσεις f_1 , f_2 των φακών του συστήματος.



Σχήμα 9. Η πειραματική διάταξη για τον υπολογισμό της συνολικής ισχύος συστήματος φακών.

Εδώ θα ακολουθήσουμε μια συγκριτική μέθοδο, όπου στη μια περίπτωση θα προσδιορίσουμε πειραματικά την $f_{ολ}$ (θεωρώντας το σύστημα ως ένα ενιαίο φακό) με τη μέθοδο που αναπτύξαμε στην Άσκηση 9B και κατόπιν την $D_{ολ}$ από τη Σχέση 10 και στην άλλη περίπτωση θα υπολογίσουμε την $D_{ολ}$ θεωρητικά από τα στοιχεία που αναγράφει ο κατασκευαστής (κάνοντας χρήση της Σχέσης 10). Επίσης και στις δυο περιπτώσεις θα υπολογίσουμε τα σφάλματα και θα συγκρίνουμε τελικά τις τιμές. Παρακάτω παραθέτουμε, συνοπτικά, στοιχεία από τη θεωρία σφαλμάτων που θα μας οδηγήσουν στον υπολογισμό του μέσου τυπικού και σχετικού σφάλματος.

Υπολογισμός τυπικού σφάλματος στην πειραματική τιμή του $D_{ολ}$.

Εδώ έχουμε περίπτωση σύνθετου σφάλματος, γιατί η τιμή της $D_{ολ}$ υπολογίζεται έμμεσα από τη σχέση $D_{ολ} = \frac{1}{f_{ολ}}$ και όχι από διαδικασία απευθείας μέτρησής της.

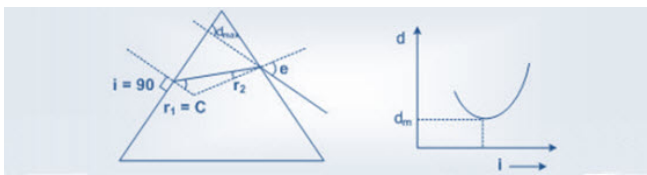
Στην περίπτωση αυτή θα προσδιορίσουμε πρώτα το μέσο τυπικό σφάλμα $\delta \bar{f}_{ολ}$ της $f_{ολ}$ κατά τα γνωστά (βλ. Άσκηση 9B) και στη συνέχεια θα υπολογίσουμε το μέσο τυπικό σφάλμα $\delta \bar{D}_{ολ}$ της $D_{ολ}$ από τη σχέση:

$$\delta \bar{D}_{ολ} = \frac{\delta \bar{f}_{ολ}}{\bar{f}_{ολ}^2} \quad (11)$$

Υπολογισμός τυπικού σφάλματος στη θεωρητική τιμή του $D_{ολ}$.

Και εδώ έχουμε περίπτωση σύνθετου σφάλματος, δεδομένου ότι θεωρητική τιμή της $D_{ολ(θεωρ)}$ θα προσδιοριστεί από τη Σχέση 10, δηλαδή $D_{ολ(θεωρ)} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = D_1 + D_2$. Αν

επομένως υπολογίσουμε τα μερικά σφάλματα δD_1 και δD_2 , το άθροισμά τους θα μας δώσει το μέσο τυπικό σφάλμα $\delta D_{ολ(θεωρ)}$ της $D_{ολ(θεωρ)}$, δηλαδή



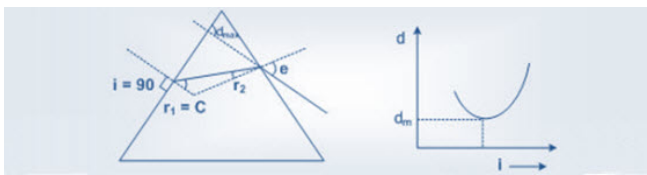
$$\delta D_{ολ} = \sqrt{(\delta D_1)^2 + (\delta D_2)^2} \quad (12)$$

Τα δD_1 και δD_2 υπολογίζονται από τη Σχέση 11:

$$\delta D_1 = \frac{\delta f_1}{f_1^2} \quad \text{και} \quad \delta D_2 = \frac{\delta f_2}{f_2^2} \quad (13)$$

4. Εργασίες

1. Αναγνωρίζουμε τα μέρη της διάταξης και τα τοποθετούμε στην οπτική τράπεζα όπως φαίνεται στο Σχήμα 9. 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. Σημειώνουμε τις θεωρητικές τιμές f_1 , f_2 του κατασκευαστή: $f_1 = \dots\dots\dots$, $f_2 = \dots\dots\dots$
3. Θέτουμε σε λειτουργία το λαμπτήρα (ελέγχουμε ώστε η τάση στα άκρα του να μην υπερβαίνει τα 24V).
4. 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.
5. Επαναλαμβάνουμε την εργασία 3 για άλλα 8 – 10 ζεύγη τιμών α και β .
6. Υπολογίζουμε τα $1/\alpha$, $1/\beta$, $1/f_{ολ}$ και την $\bar{f}_{ολ}$.
7. Υπολογίζουμε το μέσο τυπικό σφάλμα $\delta \bar{f}_{ολ}$ της $f_{ολ}$.
8. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή της $D_{ολ}$ από τη σχέση $\bar{D}_{ολ} = \frac{1}{\bar{f}_{ολ}}$ και στη συνέχεια το μέσο τυπικό σφάλμα της $D_{ολ}$ από τη Σχέση 11.
9. Γράφουμε την τιμή της ισχύος με το σφάλμα της ως: $D_{ολ} = (\bar{D}_{ολ} \pm \delta D_{ολ}) \text{dpt}$
10. Βρίσκουμε τη θεωρητική τιμή $D_{ολ(θεωρ)}$ της ολικής ισχύος του συστήματος από τη Σχέση 10.
11. Από τα μερικά σφάλματα $\delta f_1 = \delta f_2 = 0.001\text{m}$ των δυο φακών του συστήματος υπολογίζουμε τα μερικά σφάλματα δD_1 και δD_2 της ισχύος (Σχέση 13) και στη συνέχεια το ολικό θεωρητικό σφάλμα $\delta D_{ολ(θεωρ)}$ της $D_{ολ(θεωρ)}$ από τη Σχέση 12.

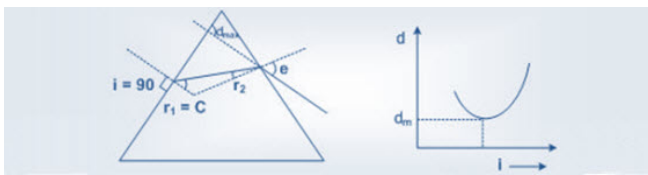


12. Γράφουμε την τιμή της ισχύος με το σφάλμα της ως:

$$D_{ολ(θεωρ)} = (D_{ολ(\theta)} \pm \delta D_{ολ(\theta)}) \text{ dpt}$$

13. Υπολογίζουμε τη σχετική % απόκλιση μεταξύ πειραματικής και θεωρητικής τιμής της $D_{ολ}$ και σχολιάζουμε.

Παρατήρηση: Απαραίτητη θεωρείται η γνώση της θεωρίας που αναπτύσσεται στην ενότητα Ο3.



Πίνακας 1

a/a	a (cm)	β (cm)	$1/a$ (cm) ⁻¹	$1/\beta$ (cm) ⁻¹	$1/f_{i, \text{ολ}}$ (cm) ⁻¹	$f_{i, \text{ολ}}$ (cm)	$\bar{f}_{\text{ολ}}$ (m)	$\Delta f_{i, \text{ολ}}$ (cm)	$(\Delta f_{i, \text{ολ}})^2$ (cm) ²
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

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



Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright TEI Αθήνας, Γεώργιος Μήτσου. Γεώργιος Μήτσου. «Φυσική Εικόνας & Ήχου Ι (Ε). Ενότητα 6: Υπολογισμός της ισχύος συστήματος λεπτών φακών σε επαφή». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: 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.