



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Ηλεκτρομαγνητισμός - Οπτική - Σύγχρονη Φυσική

Ενότητα: Οπτική

Βαρουτάς Δημήτρης
Σχολή Θετικών Επιστημών
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών



ΟΠΤΙΚΗ (Ηλεκτρομαγνητισμός-Οπτική)

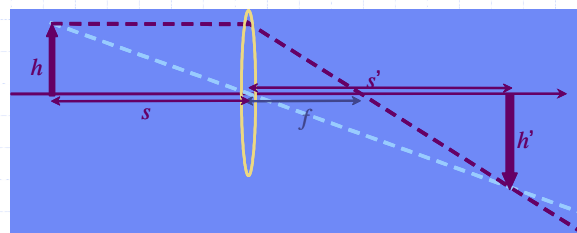
Γεωμετρική Οπτική (Μάθημα 5^ο)

Δ. Βαρουτάς
ΟΠΤΙΚΗ (Η/Μ-Ο)



Φακοί

Δ. Βαρουτάς, ΟΠΤΙΚΗ





Περιγραφή

◆ Φακοί

- Εξίσωση του κατασκευαστή φακών

◆ Οπτικά όργανα

3



Η εξίσωση του κατασκευαστή φακών

Ας ξεκινήσουμε με το νόμο του Snell:

$$n \sin \theta = \sin \alpha$$

Για μικρές γωνίες, $\alpha \approx n\theta$

Η γωνία εκτροπής β είναι:

$$\beta = \alpha - \theta \approx (n-1)\theta$$

Η γωνία β ορίζει το εστιακό σημείο f :

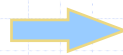
$$\beta \approx \frac{h}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = (n-1) \frac{\theta}{h}$$

Γράφουμε τη γωνία θ με βάση τη ακτίνα R :

$$h \approx R\theta$$

Άρα

$$\beta = \alpha - \theta \approx (n-1)\theta \approx (n-1) \frac{h}{R} \approx \frac{h}{f}$$



$$\frac{1}{f} \approx (n-1) \frac{1}{R}$$

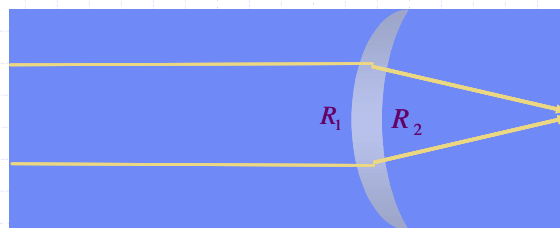
4



Η εξίσωση κατασκευαστή φακών

- ◆ Τι γίνεται στην περίπτωση ενός λεπτού φακού με δυο κυρτές πλευρές (μηνίσκος)

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

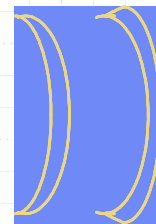


5



Τι εστιακό σημείο έχει ένας μηνίσκος

- (α) Θετικό εστιακό σημείο
- (β) Αρνητικό εστιακό σημείο
- (γ) Και τα δύο



• Εξαρτάται από το ποια ακτίνα είναι μεγαλύτερη. Γενικά αν το κέντρο του μηνίσκου είναι παχύτερο (συγκλίνων φακός) από τα άκρα ή λεπτότερο (αποκλίνων)

• Γιατί χρησιμοποιούμε ένα μηνίσκο; Διορθώνονται πολλές από τις χρωματικές και σφαιρικές εκτροπές

6

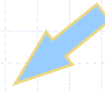


Γενική εξίσωση κατασκευαστή φακών

$$\frac{1}{f} \approx (n-1) \frac{1}{R}$$



$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

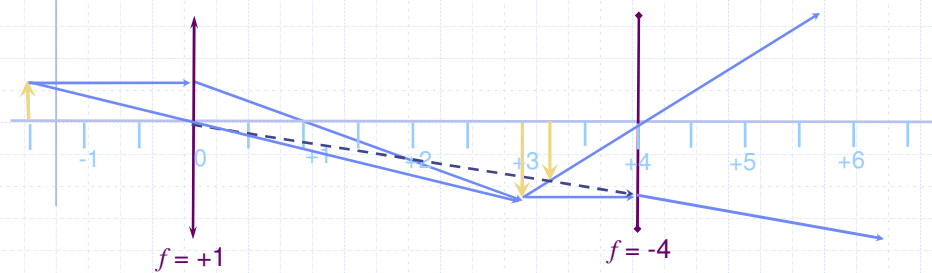


Δυο τυχαίοι δείκτες
διάθλασης

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1} \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$



Πολλαπλοί φακοί



Για τον 1^ο φακό : $s_1 = +1.5, f_1 = +1$ \Rightarrow $\frac{1}{s_1'} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{s_1} = 1 - \frac{1}{1.5} = \frac{1}{3}$

$$s_1' = 3$$

$$m_1 = -\frac{s_1'}{s_1} = -2$$

Για το 2^ο φακό: $s_2 = +1, f_2 = -4$ \Rightarrow $\frac{1}{s_2'} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{s_2} = \frac{1}{-4} - \frac{1}{1} = -\frac{5}{4}$

$$s_2' = -0.8$$

$$m_2 = -\frac{s_2'}{s_2} = +\frac{4}{5}$$

$$m = m_1 m_2 = -\frac{8}{5}$$

Δ. Βαρουτάς, ΟΠΤΙΚΗ

Πολλαπλοί φακοί

Για τον 1ο φακό : $s_1 = +1.5, f_1 = +1$ $\Rightarrow \frac{1}{s'_1} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{s_1} = 1 - \frac{1}{1.5} = \frac{1}{3}$
 $\therefore s'_1 = 3$ $m_1 = -\frac{s'_1}{s_1} = -2$

Για το 2ο φακό : $s_2 = -2, f_2 = -4$ $\Rightarrow \frac{1}{s'_2} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{s_2} = \frac{1}{-4} - \frac{1}{-2} = \frac{1}{4}$
 $\therefore s'_2 = +4$ $m_2 = -\frac{s'_2}{s_2} = +2$

Αρνητική εστιακή απόσταση για το 2^ο φακό. $m = m_1 m_2 = -4$ 9

Δ. Βαρουτάς, ΟΠΤΙΚΗ

Το μάτι

- ◆ Απώτατο σημείο
- ◆ Εγγύτερο σημείο

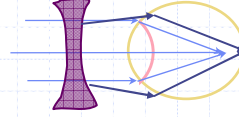
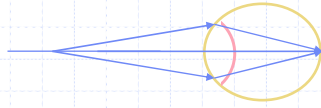
$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = 0 + \frac{1}{2.5 \text{ cm}} \Rightarrow f = 2.5 \text{ cm}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{25} + \frac{1}{2.5} \Rightarrow f = 2.3 \text{ cm}$

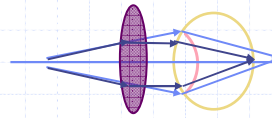
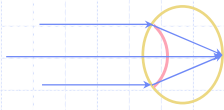
Διοπτρία: $1/f$ 10



Προβλήματα όρασης



Χρήση αποκλίνοντος φακού



Χρήση συγκλίνοντος φακού

Τέλος

Γεωμετρική οπτική – φακοί (2)

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Βαρουτάς Δημήτρης. «Ηλεκτρομαγνητισμός - Οπτική - Σύγχρονη Φυσική. Οπτική». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://opencourses.uoa.gr/courses/DI121/>.



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 και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους 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.



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.

