

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Αρχές της Οπτικής

Αρχή της αντίστροφης πορείας του φωτός

Όταν το φως διαδίδεται προς ορισμένο δρόμο προς μια φορά είναι δυνατόν ν' ακολουθήσει τον ίδιο κατ' αντίθετη φορά.

Αρχή του ελάχιστου χρόνου (αρχή του Fermat)

Μια ακτίνα φωτός που διαδίδεται από ένα σημείο σε άλλο, στο ίδιο ή σε διαφορετικό μέσο, θα ακολουθήσει το δρόμο εκείνο, για τον οποίο, σε σχέση με γειτονικούς δρόμους, ο απαιτούμενος χρόνος είναι ελάχιστος.

Το φως διαδίδεται ευθύγραμμα

Το φως ακολουθεί την πορεία που απαιτεί ελάχιστο χρόνο

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

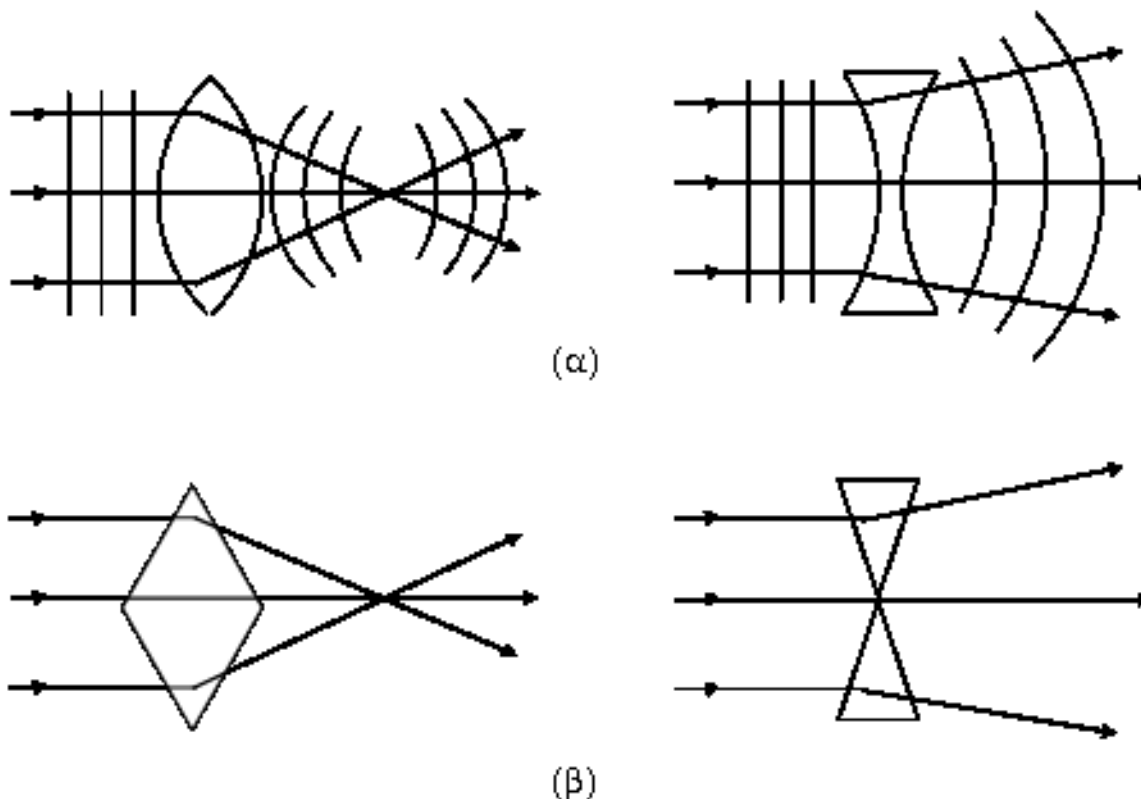
Φακοί – Οπτικά Όργανα

Φακός ονομάζεται κάθε ομογενές και ισότροπο διαφανές οπτικό μέσο, το οποίο περιορίζεται από δύο σφαιρικές επιφάνειες, ή από μία σφαιρική και μία επίπεδη επιφάνεια. Το σύστημα των δύο αυτών επιφανειών μπορεί να προκαλέσει μεταβολή στην καμπυλότητα των μετώπων κύματος φωτός, όταν διέρχονται από αυτό.



ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

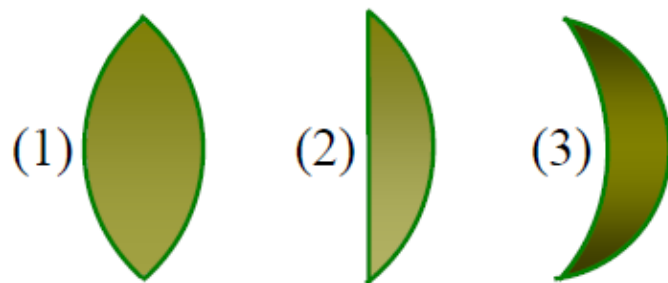
Φακοί – Οπτικά Όργανα



Σχήμα 4.1 (α) Μέτωπα κύματος φως και ακτίνες σε φακούς, (β) Εξήγηση συμπεριφοράς συγκλινόντων και αποκλινόντων φακών.

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

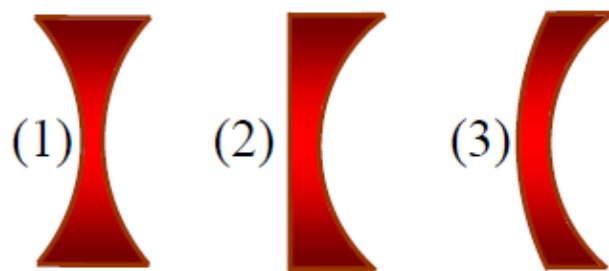
Φακοί – Οπτικά Όργανα



(α) συγκλίνοντες φακοί

I συγκλίνοντες φακοί

1. αμφίκυρτος
2. επιτεδόκυρτος
3. συγκλίνων μηνίσκος



(β) αποκλίνοντες φακοί

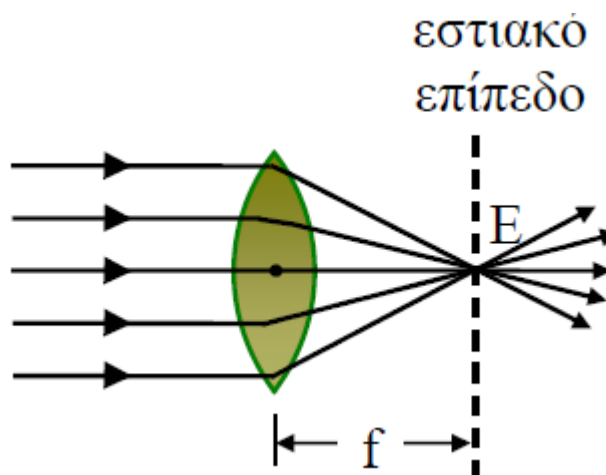
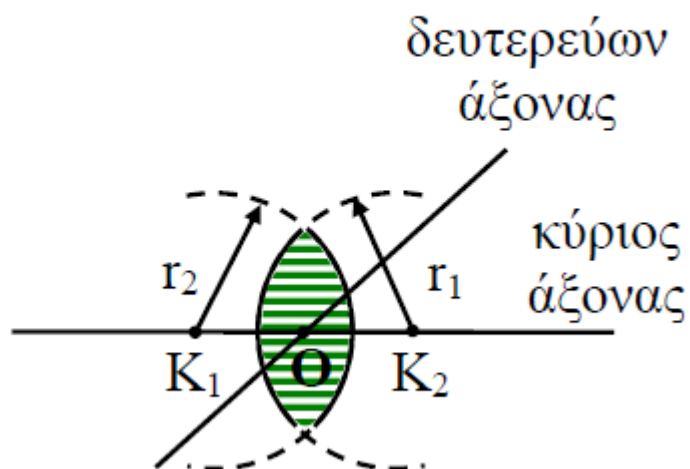
II αποκλίνοντες φακοί

4. αμφίκοιλος
5. επιτεδόκοιλος
6. αποκλίνων μηνίσκος

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

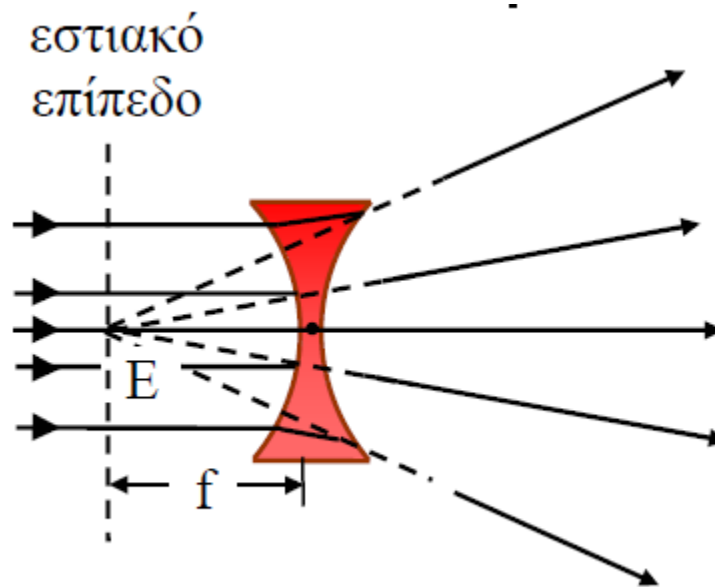
Βασικά στοιχεία του φακού



ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

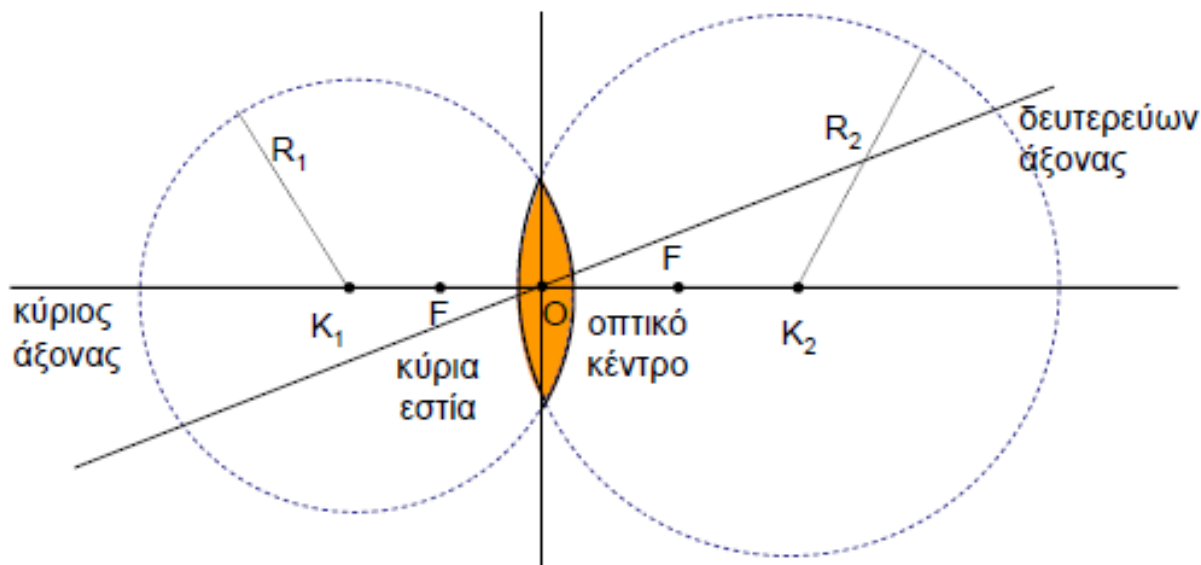
Βασικά στοιχεία του φακού



ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Βασικά στοιχεία του φακού



Λεπτός φακός: το πάχος του θεωρείται αμελητέο

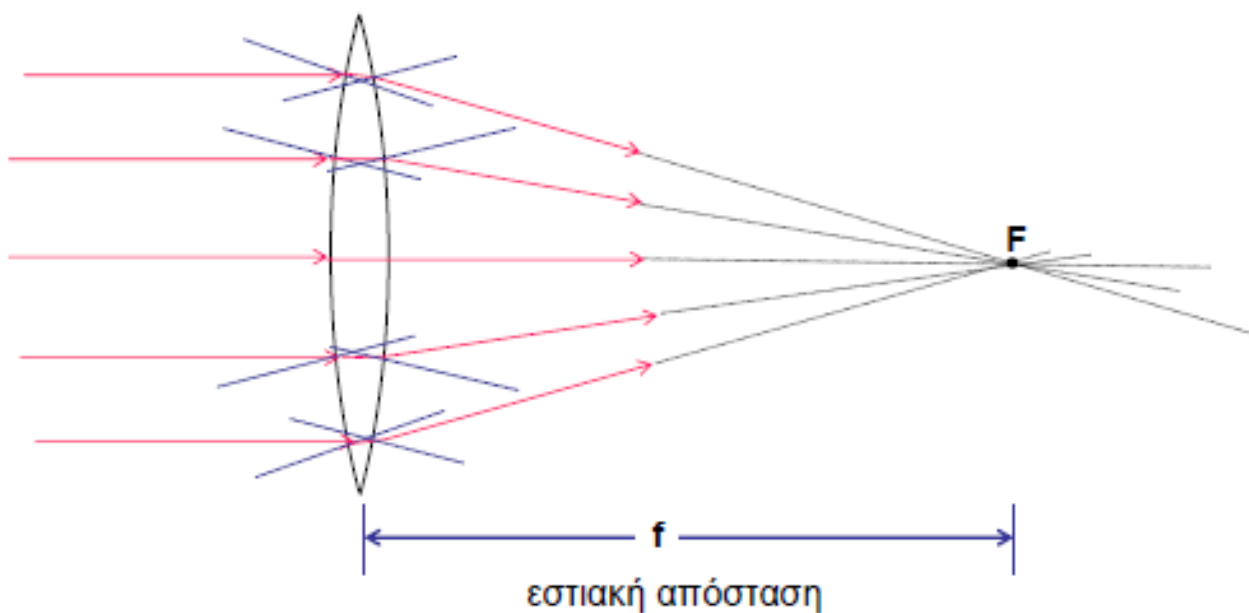
Εστιακό επίπεδο: επίπεδο κάθετο στον κύριο άξονα που περιέχει την κύρια εστία

Εστιακή απόσταση: απόσταση κύριας εστίας – κέντρου

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Συγκλίνων Φακός

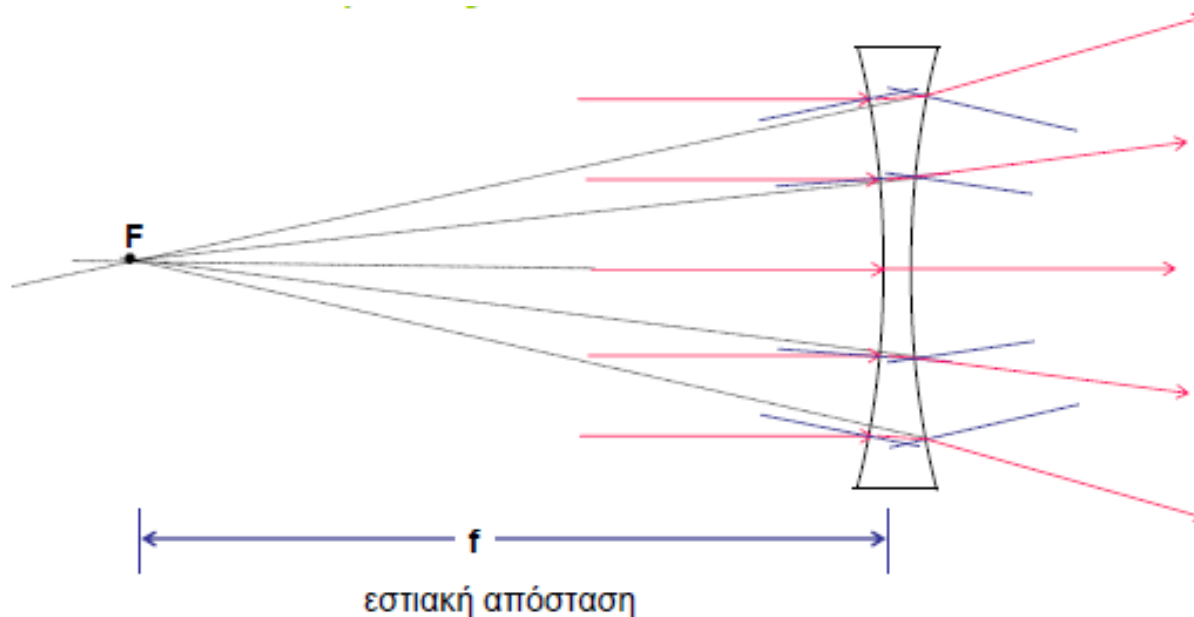


Παράλληλη δέσμη που διέρχεται από συγκλίνοντα φακό συγκλίνει στο εστιακό σημείο (εστία) του φακού.

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Αποκλίνων Φακός



Παράλληλη δέσμη που διέρχεται από αποκλίνοντα φακό αποκλίνει έτσι ώστε οι διαθλώμενες από το φακό ακτίνες να φαίνεται ότι προέρχονται από το εσπιακό σημείο (εστία) του φακού.

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Βασικά στοιχεία του φακού Οπτική Ισχύς

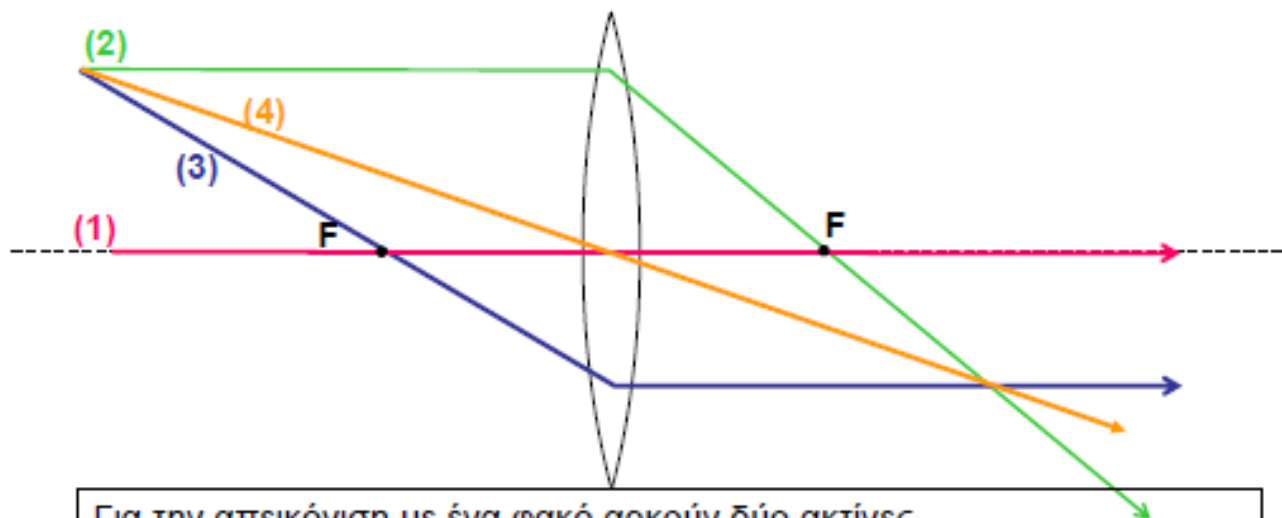
Η οπτική ισχύς D που είναι το αντίστροφο της εστιακής απόστασης f . Στην τεχνολογία της φωτογραφίας καθώς και σε βιομηχανικές εφαρμογές, ένας φακός χαρακτηρίζεται από την οπτική του ισχύ παρά από την εστιακή του απόσταση. Είναι κατανοητό ότι όσο μικρότερη είναι η εστιακή απόσταση, τόσο ισχυρότερος είναι ο φακός ως προς την ικανότητα σύγκλισης των ακτίνων

Όταν η f εκφράζεται σε m η ισχύς δίνεται σε διοπτρίες, δηλ. $1 \text{ dpt} = 1\text{m}^{-1}$

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Απεικόνιση με Συγκλίνοντα Φακό



Για την απεικόνιση με ένα φακό αρκούν δύο ακτίνες

(1) Ακτίνα που διαδίδεται πάνω στον κύριο άξονα δεν εκτρέπεται

(2) Ακτίνα που διαδίδεται παράλληλα στον κύριο άξονα όταν διαθλασθεί από τον φακό διέρχεται από την κύρια εστία του

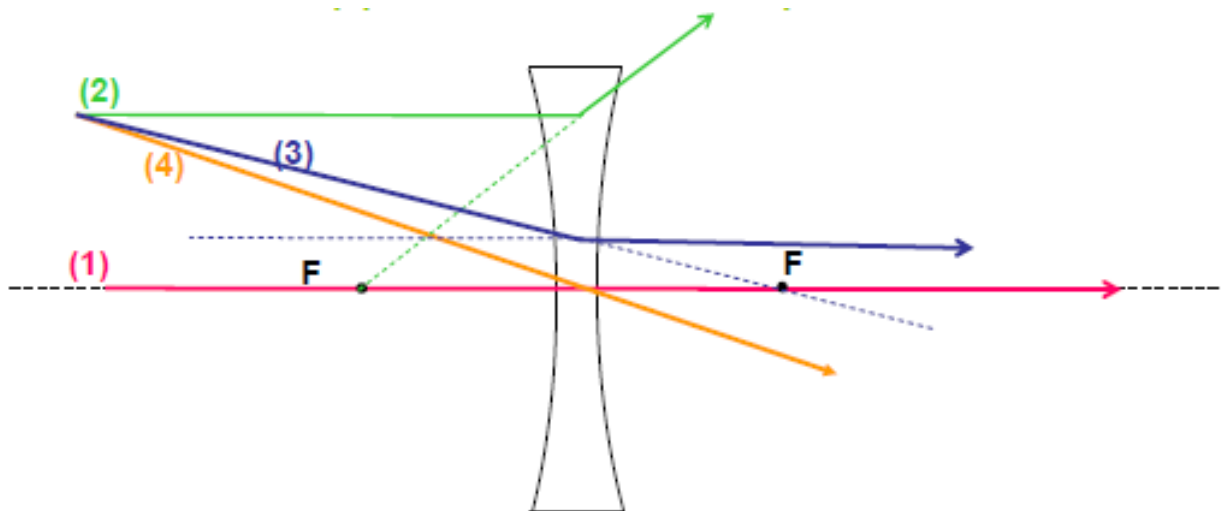
(3) Ακτίνα που διέρχεται από την κύρια εστία του φακού, όταν διαθλασθεί από τον φακό διαδίδεται παράλληλα στον κύριο άξονα

(4) Ακτίνα που διέρχεται από το κέντρο του φακού δεν εκτρέπεται

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Απεικόνιση με Αποκλίνοντα Φακό



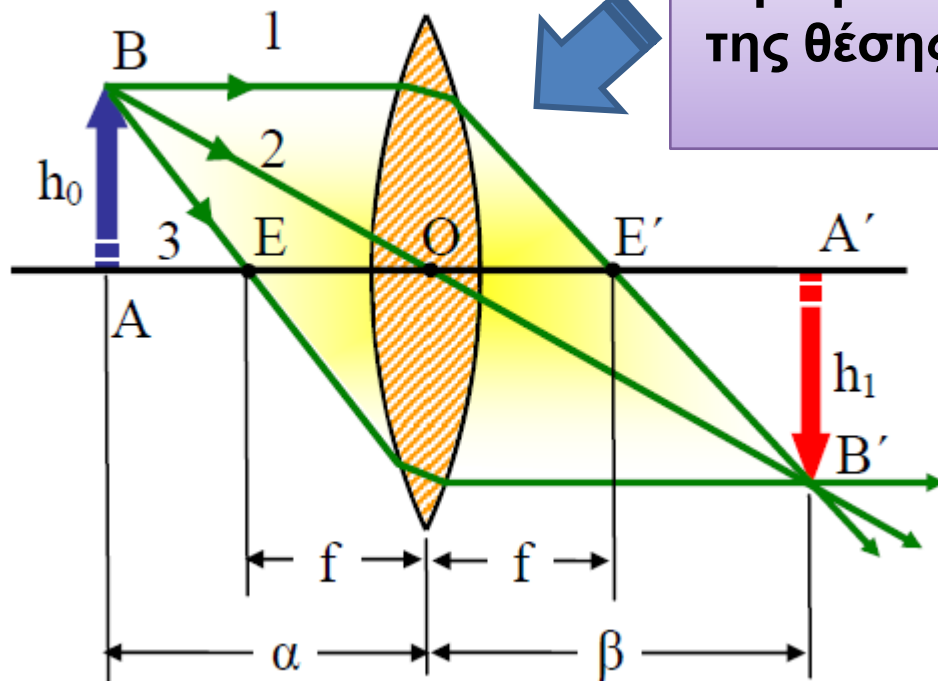
Για την απεικόνιση με ένα φακό αρκούν δύο ακτίνες

- (1) Ακτίνα που διαδίδεται πάνω στον κύριο άξονα δεν εκτρέπεται
- (2) Ακτίνα που διαδίδεται παράλληλα στον κύριο άξονα όταν διαθλασθεί από τον φακό φαίνεται ότι προέρχεται από την κύρια εστία του
- (3) Ακτίνα που διέρχεται από φακό έτσι ώστε η προέκτασή της να διέρχεται από την κύρια εστία, διαδίδεται παράλληλα στον κύριο άξονα
- (4) Ακτίνα που διέρχεται από το κέντρο του φακού δεν εκτρέπεται

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Σχηματισμός πραγματικού ειδώλου



Γραφικός προσδιορισμός της θέσης και του μεγέθους ειδώλου

αριθμητικά από τον τύπο των λεπτών φακών

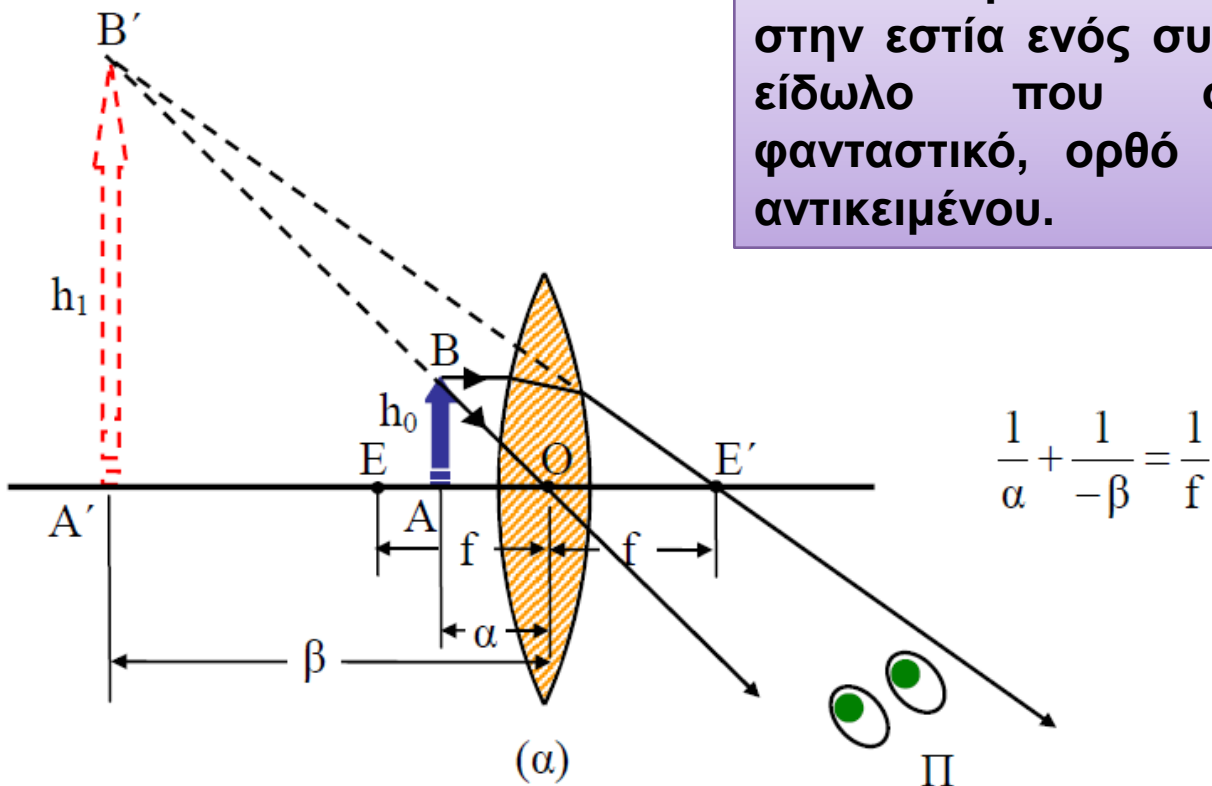
$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{f}$$

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Σχηματισμός φανταστικού ειδώλου

Το αντικείμενο είναι τοποθετημένο μέσα στην εστία ενός συγκλίνοντα φακού. Το είδωλο που σχηματίζεται είναι φανταστικό, ορθό και μεγαλύτερο του αντικειμένου.

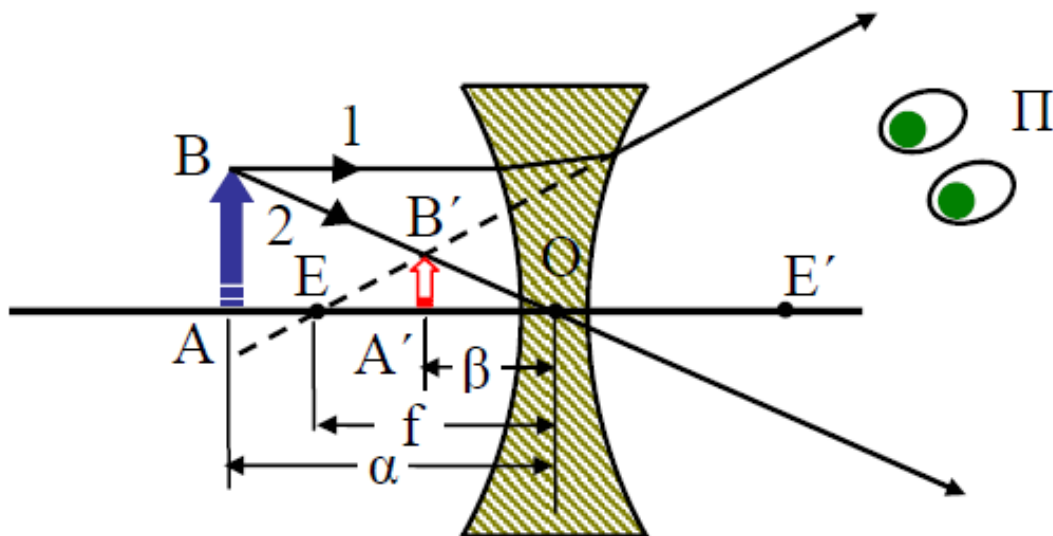


ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Σχηματισμός φανταστικού ειδώλου

Το είδωλο που σχηματίζεται από αποκλίνοντα φακό είναι φανταστικό, ορθό και μικρότερο του αντικειμένου



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

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Σχηματισμός ειδώλου – όλες οι δυνατές περιπτώσεις

Φακός	f	Θέση αντικειμένου	Είδωλο	Τύπος φακών	Μεγέθυνση
Συγκλίνων	+	$a > f$	πραγματικό ανεστραμμένο	$\frac{1}{a} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{f}$	$M = \frac{h_1}{h_0} = -\frac{\beta}{a}$
Συγκλίνων	+	$a = f$	πραγματικό ανεστραμμένο	$\frac{1}{\beta} = 0$	
Συγκλίνων	+	$a < f$	Φανταστικό ορθό	$\frac{1}{a} + \frac{1}{-\beta} = \frac{1}{f}$	$M = \frac{h_1}{h_0} = \frac{\beta}{a}$
Αποκλίνων	-		Φανταστικό ορθό	$\frac{1}{a} + \frac{1}{-\beta} = -\frac{1}{f}$	$M = \frac{h_1}{h_0} = \frac{\beta}{a}$

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Τύπος των κατασκευαστών των φακών

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

Τα πρόσημα των r_1, r_2 διαμορφώνονται σύμφωνα με τα παρακάτω:

1. Οι φωτεινές ακτίνες προσπίπτουν στο φακό από αριστερά
2. Όταν οι ακτίνες προσπίπτουν σε κυρτή επιφάνεια, η ακτίνα καμπυλότητας της επιφάνειας έχει (+) πρόσημο
3. Όταν οι ακτίνες προσπίπτουν σε κοίλη επιφάνεια, η ακτίνα καμπυλότητας της επιφάνειας έχει (-) πρόσημο

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

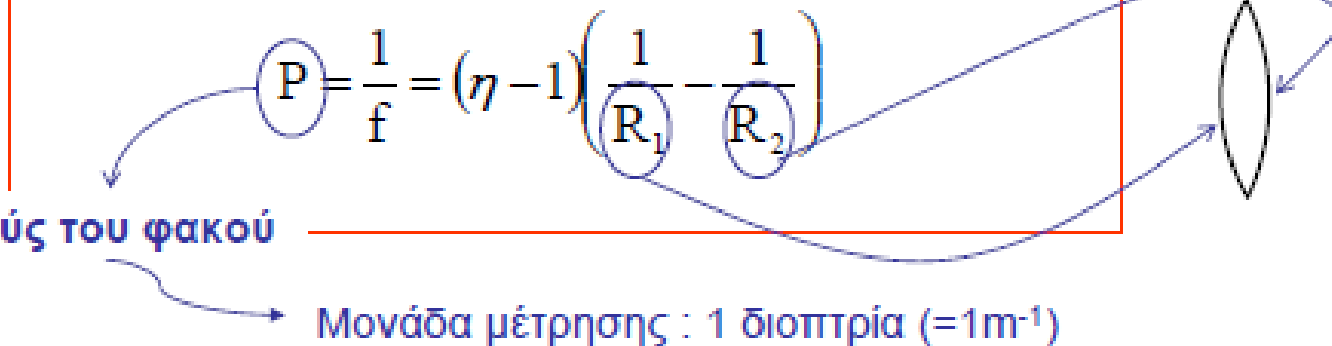
Τύπος των κατασκευαστών των φακών

ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΩΝ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ

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

Ισχύς του φακού

Μονάδα μέτρησης : 1 διοπτρία (=1m⁻¹)



Για παράδειγμα, στην περίπτωση αμφίκυρτου φακού η r_1 έχει (+) πρόσημο και η r_2 (-) πρόσημο και επομένως η παραπάνω σχέση γίνεται

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{-r_2} \right) \Rightarrow \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

ΟΠΤΙΚΗ & ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Φακοί – Οπτικά Όργανα

Τύπος των κατασκευαστών των φακών

Αν η μια επιφάνεια του φακού είναι επίπεδη (περίπτωση επιπεδόκυρτου ή επιπεδόκοιλου φακού) τότε η ακτίνα καμπυλότητας είναι άπειρη (εν προκειμένω $r_1 = \infty$) και επομένως:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{-r_2} \right) \text{ (περίπτωση επιπεδόκυρτου φακού)}$$

ή

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{+r_2} \right) \text{ (περίπτωση επιπεδόκοιλου φακού)}$$