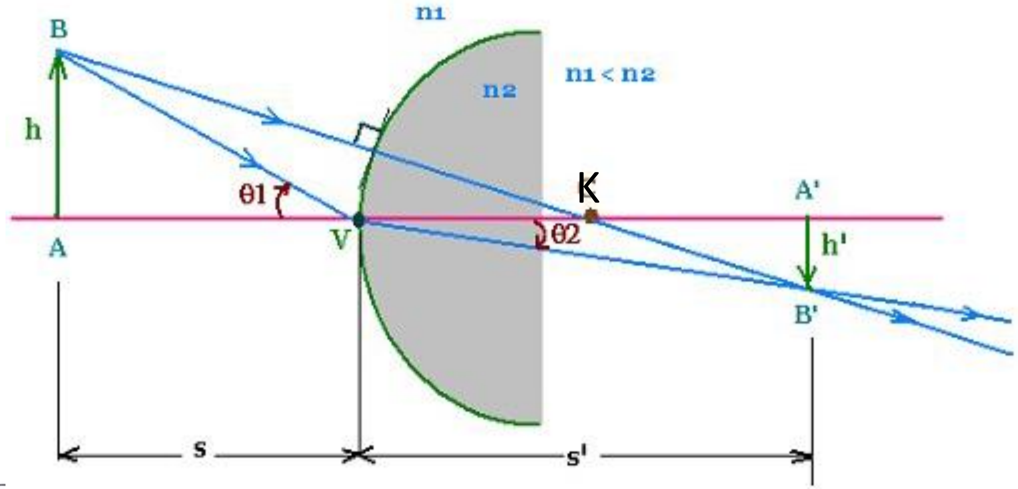
Διάθλαση από σφαιρική επιφάνεια (Σφαιρικό Δίοπτρο)

<u>ΔΙΟΠΤΡΟ :</u> Είδωλα μπορούν να σχηματιστούν από τη διάθλαση, την οποία μπορούν να υποστούν φωτεινές ακτίνες όταν διέρχονται από τη διαχωριστική επιφάνεια («επιφάνεια διάθλασης») δύο υλικών με διαφορετικό δείκτη διάθλασης. Αυτή η «επιφάνεια διάθλασης» χαρακτηρίζεται ως δίοπτρο. Έτσι αν η επιφάνεια διάθλασης είναι επίπεδη, ονομάζεται: **επίπεδο δίοπτρο**, και αν η επιφάνεια είναι σφαιρική: **σφαιρικό δίοπτρο**.



$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

Παραξονική Προσέγγιση: $\theta_1, \theta_2 << 1$

$$n_1\theta_1 = n_2\theta_2$$

$$m = \frac{h'}{h} = \frac{-s'\tan\theta_2}{s\tan\theta_1} = -\frac{s'}{s}\frac{n_1}{n_2}$$

$$ABK,\ A'B'K \Rightarrow \frac{|h|}{R+s} = \frac{|h'|}{(s'-R)}$$

$$\Rightarrow$$

$$\frac{h'}{h} = \frac{s'-R}{R+s} \Longrightarrow \frac{s'}{s}\frac{n_1}{n_2} = \frac{s'-R}{R+s} \Rightarrow$$

$$\frac{s'n_1R}{ss'R} + \frac{s'n_1s}{ss'R} = \frac{s'n_2s}{ss'R} - \frac{sn_2R}{ss'R}$$

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_1}{R} = \frac{n_2}{R} - \frac{n_2}{s'} \Rightarrow \boxed{\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2-n_1}{R}}$$

Σύμβαση των σημείων για σφαιρική διαθλαστική επιφάνεια.

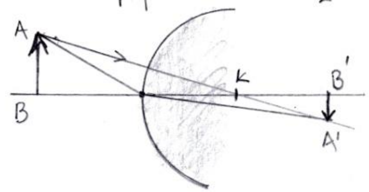
- Οι αποστάσεις **Π.Α. θετικές (s>0)**, **Φ.Α. αρνητικές (s<0)**
- Οι αποστάσεις **Π.Ε. θετικές (s'>0)**, **Φ.Ε. αρνητικές (s'<0)**
- Οι ακτίνες καμπυλότητας R:

για **κυρτή επιφάνεια θετικές (R>0)**, **για κοίλη επιφάνεια αρνητικές (R<0)**

- **Ενιαίος τύπος:** $n_1/s + n_2/s' = (n_2 - n_1)/R$

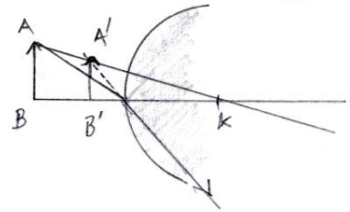
ΚΥΡΤΟ ΔΙΟΠΤΡΟ

$n_1 < n_2$



$$\frac{n_1}{S} + \frac{n_2}{S'} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

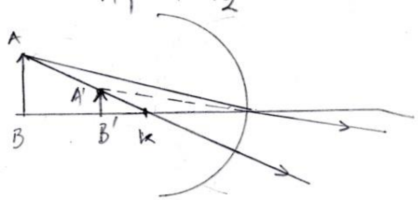
$n_1 > n_2$



$$\frac{n_1}{S} + \frac{n_2}{(-S')} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

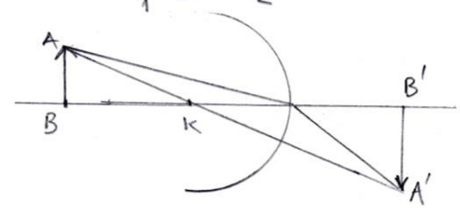
ΚΟΙΛΟ ΔΙΟΠΤΡΟ

$n_1 < n_2$



$$\frac{n_1}{S} + \frac{n_2}{(-S')} = \frac{n_2 - n_1}{(-R)}$$

$n_1 > n_2$

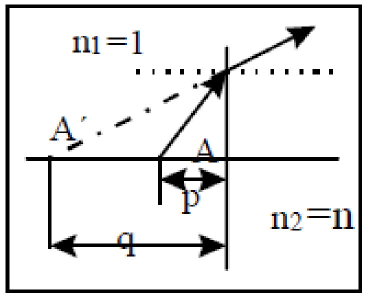


$$\frac{n_1}{S} + \frac{n_2}{S'} = \frac{n_2 - n_1}{(-R)}$$

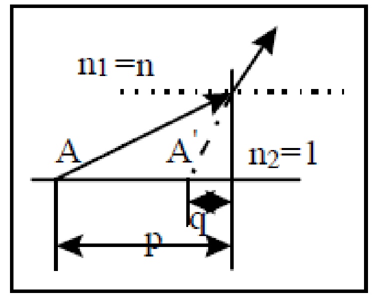
ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΟΠΤΡΟ

ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΔΙΑΘΛΩΣΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ: Ο τύπος των επιπέδων διόπτρων προκύπτει από τον τύπο των σφαιρικών διόπτρων όταν R=∞. $\boxed{\frac{\eta_1}{p} = -\frac{\eta_2}{q}}$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι το πρόσημο του q είναι αντίθετο από το πρόσημο του p γεγονός, που συνεπάγεται ότι το είδωλο σχηματίζεται στην ίδια περιοχή με το αντικείμενο.



Σχήμα 116



Σχήμα 117

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε την περίπτωση κατά την οποία έχουμε το σύστημα αέρας-γυαλί .

Διακρίνουμε τις εξής εκδοχές:

Α. Η ακτίνα φωτός ταξιδεύει από τον αέρα προς το γυαλί (n_1=1, n_2=n) (Σχήμα 116).

Ισχύει ότι:$\eta_2>\eta_1$ ενώ παράλληλα: $\boxed{\frac{1}{p} = -\frac{\eta}{q} \Rightarrow q = -\eta p} \Rightarrow A'A = |q| - |p| = (n-1)p$

Β. Η φωτεινή ακτίνα κατευθύνεται από το γυαλί προς τον αέρα ($n_1 = n$, $n_2 =1$) (Σχήμα 117).

Ισχύει ότι $\eta_2<\eta_1$ ενώ παράλληλα: $\boxed{\frac{n}{p} + \frac{1}{q} = 0 \Rightarrow q = -\frac{p}{n}} \Rightarrow A'A = |q| - |p| = \frac{(n-1)}{n}p$

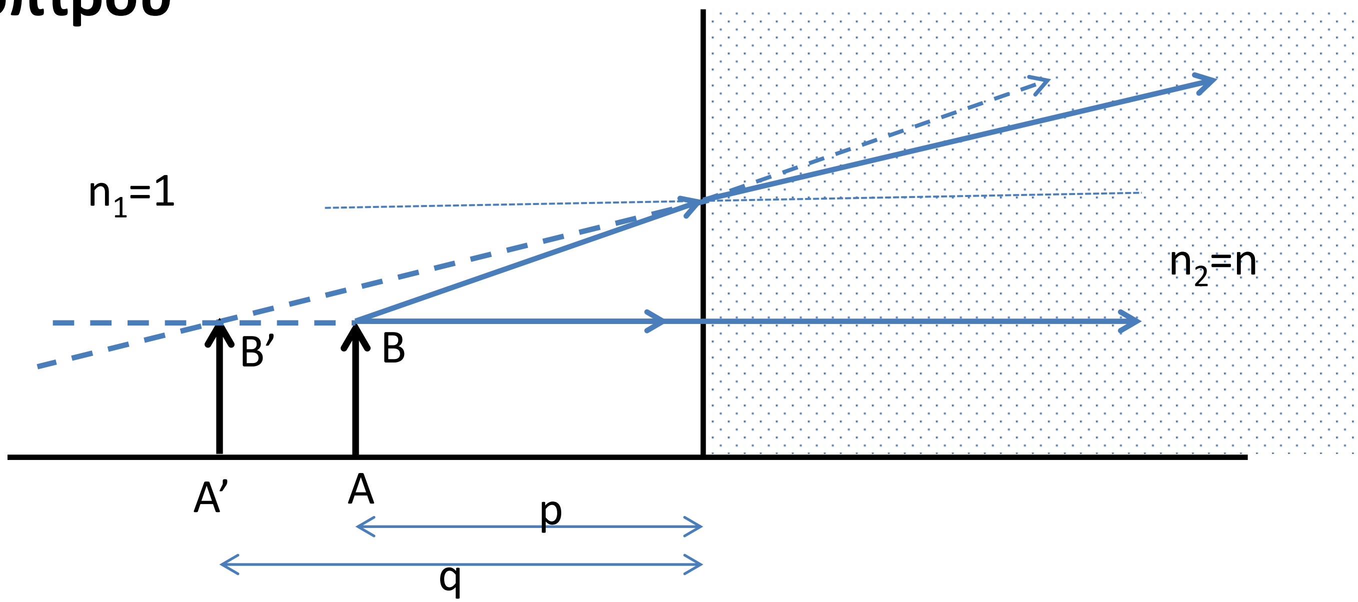
<u>ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ ΜΕΣΩ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΔΙΟΠΤΡΟΥ</u>

Η μεγέθυνση σε μια τέτοια περίπτωση υπολογίζεται αν συνδυάσουμε τον τύπο της μεγέθυνσης των σφαιρικών διόπτρων, που είδαμε στην προηγούμενη ενότητα, με τον τύπο των επιπέδων διόπτρων, λαμβάνοντας πάντα υπ΄ όψη μας ότι η ακτίνα καμπυλότητας είναι άπειρη.

Η ***μεγέθυνση*** που υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο είναι ***ίση με τη μονάδα***, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ***το είδωλο που σχηματίζεται από επίπεδη διαθλώσα επιφάνεια έχει πάντα το ίδιο μέγεθος με το αντικείμενο και είναι πάντοτε ορθό.***

Η καθημερινή μας εμπειρία μας επιτρέπει να έχουμε άμεση εποπτεία της διάθλασης από επίπεδο δίοπτρο, όταν για παράδειγμα βλέπουμε το καλαμάκι μέσα σε ένα ποτήρι με αναψυκτικό ή το εν μέρει βυθισμένο κουπί μιας βάρκας. Ένα τέτοιο αντικείμενο, όταν παρατηρείται υπό ορισμένες γωνίες, φαίνεται ότι κάμπτεται απότομα στην επιφάνεια του υγρού ,γιατί το βυθισμένο τμήμα δίνει την εντύπωση ότι απέχει από την επιφάνεια μόνο κατά τα τρία τέταρτα περίπου της πραγματικής του απόστασης.

Σχηματισμός Ειδώλου γραμμικού αντικειμένου Α μέσω επιπέδου διόπτρου



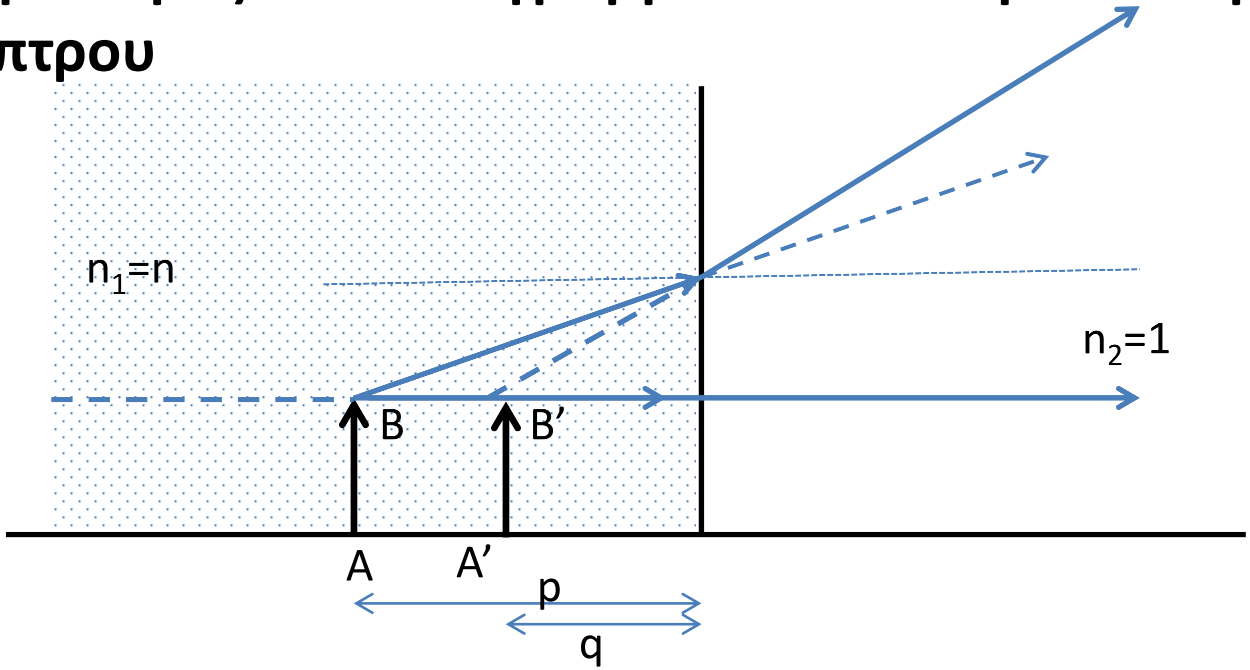
$m = A'B'/AB$ = q n_1/p n_2 = q /pn

Αλλά q = - np

→ m = -np/pn=-1

Δηλαδή το Είδωλο είναι φανταστικό, ορθό, ίσο με το Αντικείμενο και πέραν της διαθλαστική επιφάνειας.

Σχηματισμός Ειδώλου γραμμικού αντικειμένου Α μέσω επιπέδου διόπτρου



$\mathrm{m} = \mathrm{A'B'}/\mathrm{AB}$ = q n_1/p n_2 = qn /p
Αλλά q = - p/n

→ m = -pn/np=-1
Δηλαδή το Είδωλο είναι φανταστικό, ορθό, ίσο με το Αντικείμενο και πλησίον της διαθλαστική επιφάνειας.

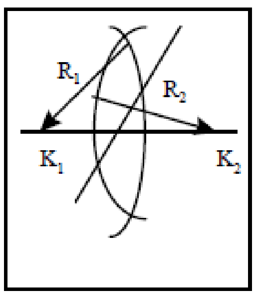
ΦΑΚΟΙ

Φακός είναι ένα διαφανές μέσον που περιορίζεται από δύο εν γένει καμπύλες επιφάνειες (η μία εξ αυτών μπορεί να είναι και επίπεδη)

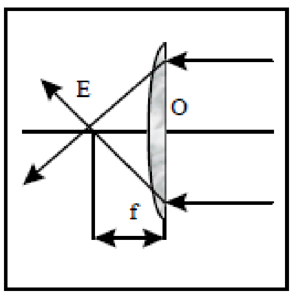
Είδη Φακών

Συγκλίνοντες

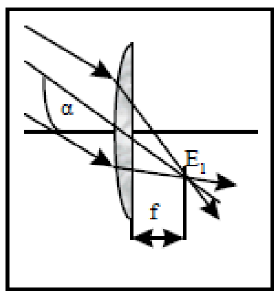
Αποκλίνοντες



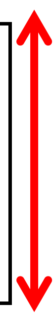
Σχήμα 121

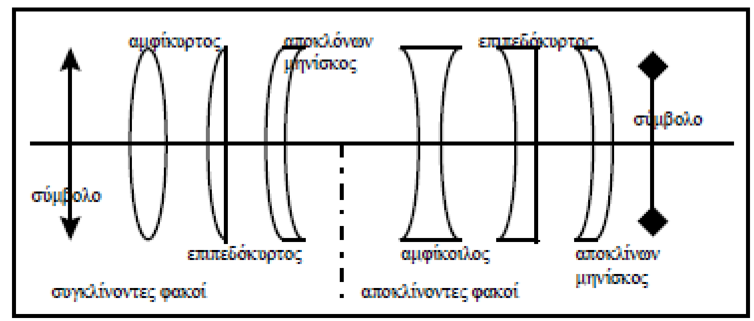


Σχήμα 122

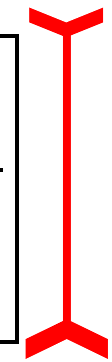


Σχήμα 123



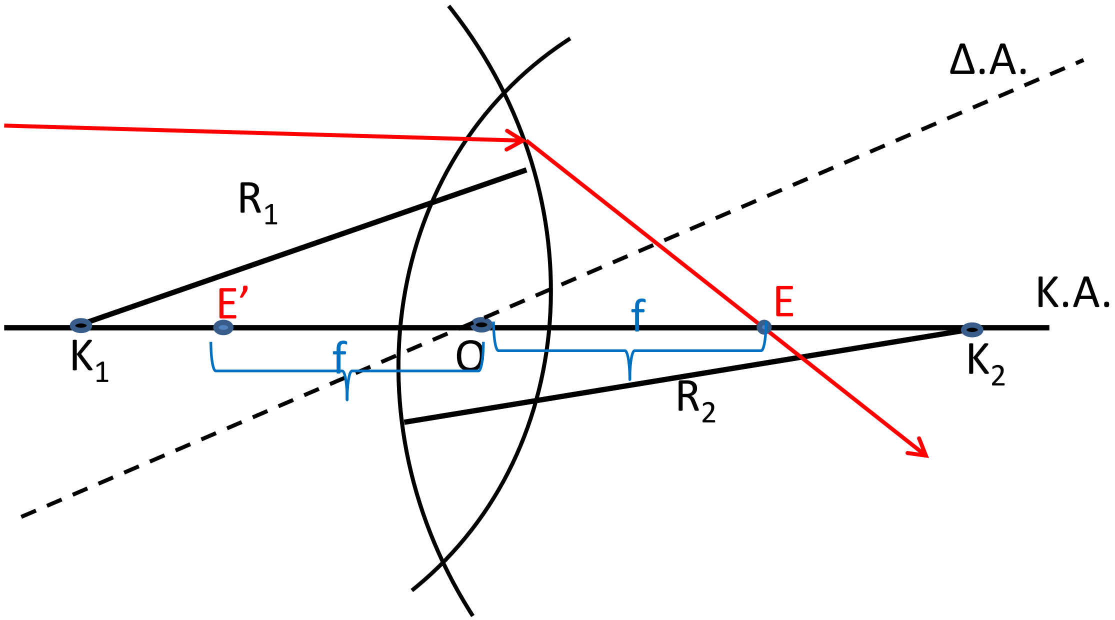


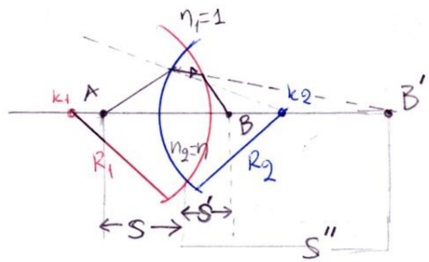
Σχήμα 124



Αυτό ισχύει όταν ο εξωτερικός δείκτης διάθλασης είναι μικρότερος από αυτόν του υλικού του φακού. Εάν δεν συμβαίνει αυτό τότε οι συγκλίνοντες γίνονται αποκλίνοντες και αντίστροφα.

Βασικές πληροφορίες για φακούς





Εάν δεν υπήρχε το R_1 τότε:

$R_2 > 0 \qquad \frac{1}{s} + \frac{n}{s'} = \frac{n-1}{R_2}$

Το B' είναι φ.Α. για το R_1 (κοίλο)

$R_1 < 0 \qquad \frac{n}{-s''} + \frac{1}{s'} = \frac{1-n}{-R_1}$

$$\Rightarrow \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

Για $s \to \infty$ τότε $s' = f$

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

και γενικά

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}.$$

Σύμβαση των σημείων για φακούς.

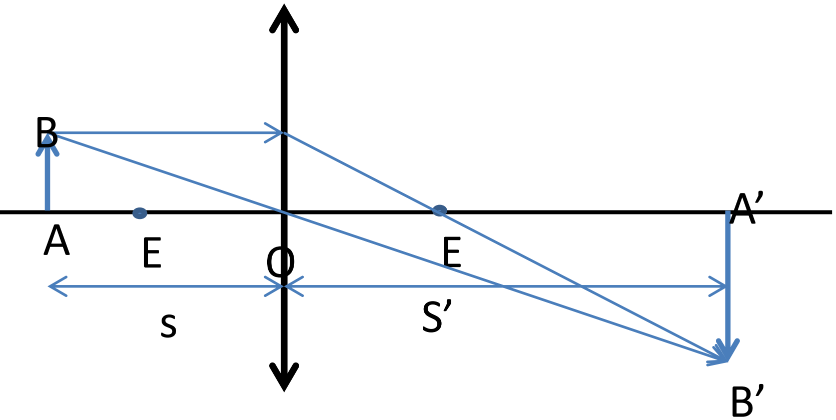
- Οι αποστάσεις **Π.Α. θετικές (s>0)**, **Φ.Α. αρνητικές (s<0)**
- Οι αποστάσεις **Π.Ε. θετικές (s’>0)**, **Φ.Ε. αρνητικές (s’<0)**
- Εστιακή απόσταση:

για **συγκλίνοντα φακό θετική (f>0)**, **για αποκλίνοντα αρνητική (f<0)**

- **Ενιαίος τύπος των φακών:** $1/s + 1/s' = (n-1)(1/R_1+1/R_2) = 1/f$

Συγκλίνων φακός

1: Πραγματικό Ε (s>f)



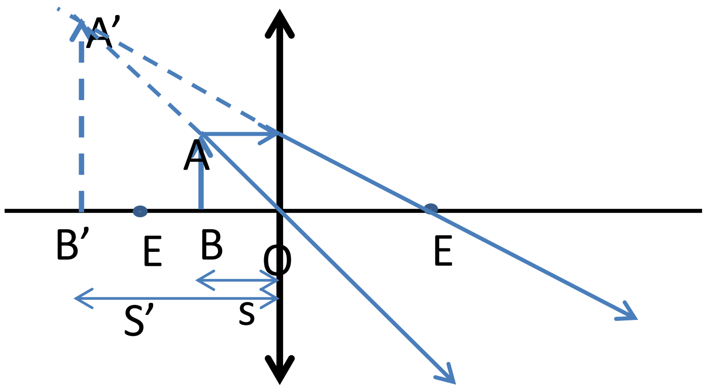
$$\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f}$$

Είδωλο Πραγματικό, Ανεστραμμένο (m<0)

Από τα όμοια τρίγωνα ABO & A’B’O
Προκύπτει ότι:

$$m=\frac{-A'B'}{AB}=\frac{-A'O}{AO}=-\frac{s'}{s}$$

2: Φανταστικό Ε (s<f)

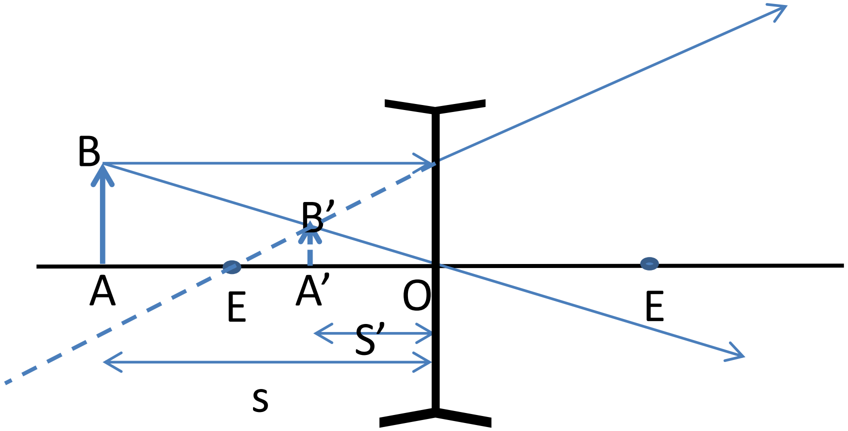


$$\frac{1}{s}-\frac{1}{|s'|}=\frac{1}{f}$$

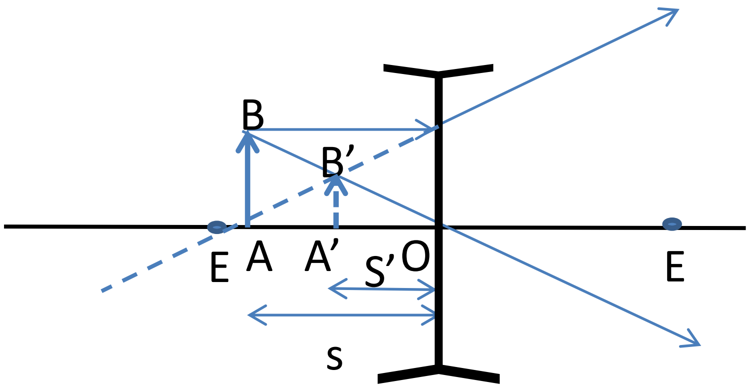
Είδωλο Φανταστικό, Ορθό ΠΑΝΤΑ > Αντικειμένου (m>1)

Αποκλίνων φακός

1: Φανταστικό Ε (s > |f|)



2: Φανταστικό Ε (s < |f|)



$$\frac{1}{s} - \frac{1}{|s'|} = -\frac{1}{|f|}$$

Είδωλο Φανταστικό, Ορθό <u>ΠΑΝΤΑ <</u> Αντικειμένου 0<m<1

Είδωλο Φανταστικό, Ορθό <u>ΠΑΝΤΑ <</u> Αντικειμένου 0<m<1