

ΦΑΚΟΙ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

ΦΑΚΟΙ: Η ΟΡΑΣΗ ΜΑΣ ΣΤΟΝ ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΜΕΓΑΛΟΚΟΣΜΟ

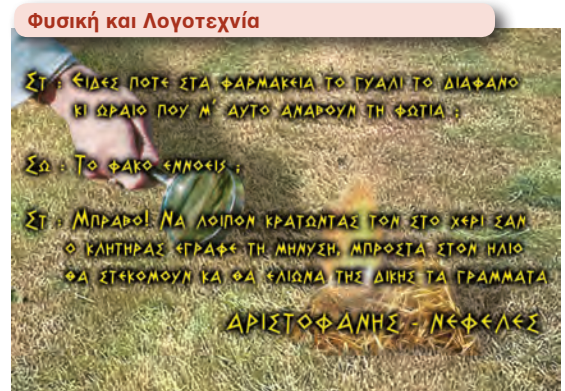
Οπτικός **φακός** ονομάζεται ένα διαφανές σώμα, συνήθως από γυαλί, το οποίο έχει καμπύλες επιφάνειες (σφαιρικές ή κυλινδρικές). Οι αρχαίοι Έλληνες γνώριζαν ότι ένα διαφανές σφαιρικό δοχείο γεμάτο νερό μπορούσε να συγκεντρώσει σε μια πολύ μικρή επιφάνεια το ηλιακό φως που έπεφτε πάνω του (εικόνα 9.1).

Πρώτοι οι Κινέζοι χρησιμοποίησαν τους φακούς για την αντιμετώπιση των προβλημάτων της όρασης. Γυαλιά όρασης κατασκευάστηκαν για πρώτη φορά στη Βόρεια Ιταλία γύρω στα 1825.

Στις αρχές του 17ου αιώνα ο Κέπλερ και ο Γαλιλαίος συνδύασαν δύο φακούς και κατασκεύασαν τα πρώτα τηλεσκόπια (εικόνα 9.2). Με τα τηλεσκόπια οι δύο επιστήμονες διεύρυναν τα όρια του ορατού σύμπαντος και έτσι μπόρεσαν να παρατηρήσουν τις κινήσεις των πλανητών και των δορυφόρων τους. Οι φακοί αποτελούν τα βασικά εξαρτήματα όλων σχεδόν των οπτικών οργάνων: των μικροσκοπίων, των τηλεσκοπίων, των φωτογραφικών μηχανών, των μηχανημάτων προβολής εικόνων κ.ά.

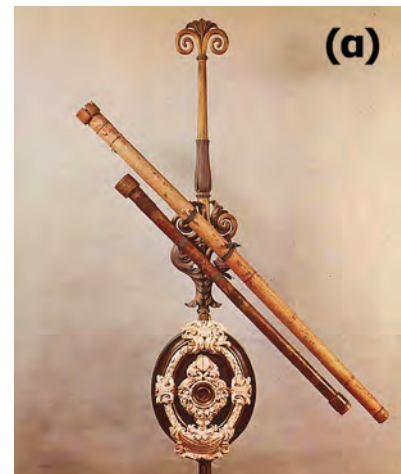


(β)



Εικόνα 9.1

Το φλογαβόλο γυαλί Αριστοφάνης: Νεφέλες (423 π.Χ.).



(α)

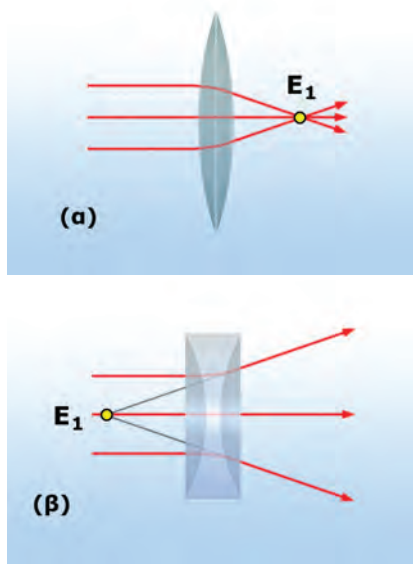
Εικόνα 9.2

(α) Το τηλεσκόπιο που χρησιμοποίησε ο Γαλιλαίος με το οποίο παρατήρησε προσεκτικά την επιφάνεια της Σελήνης και ανακάλυψε κάποιους από τους δορυφόρους του Δία.

◀ (β) Ένα σύγχρονο τηλεσκόπιο

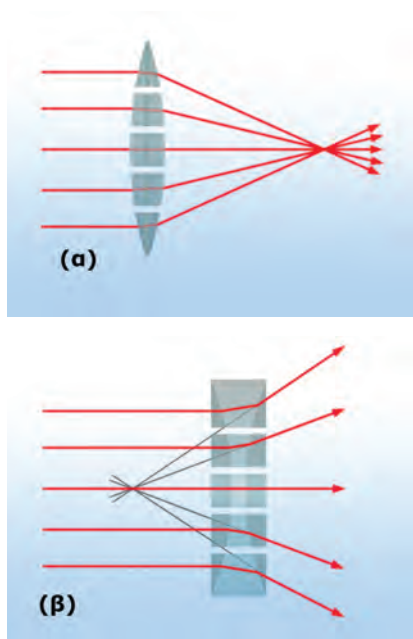
9.1 Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί

Αν αναρωτήθηκες ποτέ για τα χαρακτηριστικά ενός πολύ μικρού αντικειμένου και θέλησες να τα παρατηρήσεις, ασφαλώς θα χρησιμοποίησες έναν μεγεθυντικό φακό. Αν παρατηρήσεις ένα αντικείμενο μέσα από έναν φακό, το μέγεθός του φαίνεται διαφορετικό από αυτό που είναι στην πραγματικότητα.



Εικόνα 9.3
(α) Συγκλίνων φακός. (β) Αποκλίνων φακός.

Εικόνα 9.4 ►
(α) Χαρακτηριστικά κοίλου φακού. (β) Χαρακτηριστικά κυρτού φακού.



Εικόνα 9.5
Στους φακούς τα πρίσματα είναι τοποθετημένα ώστε: (α) Οι συγκλίνοντες φακοί να είναι παχύτεροι στο κέντρο. (β) Οι αποκλίνοντες φακοί να είναι λεπτότεροι στο κέντρο.

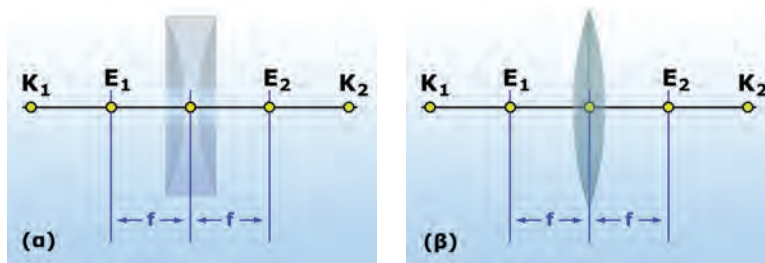
Σε ποιο φαινόμενο βασίζεται η λειτουργία των φακών;

Όταν μια φωτεινή δέσμη περάσει μέσα από έναν φακό, λόγω του φαινομένου της διάθλασης κάμπτεται πολύ έντονα. Υπάρχουν **δύο** κύρια είδη φακών:

Οι **κυρτοί** φακοί είναι παχύτεροι στο μέσον και λεπτότεροι στο άκρο και μετατρέπουν μια δέσμη παράλληλων φωτεινών ακτίνων σε συγκλίνουσα, γι' αυτό και ονομάζονται **συγκλίνοντες φακοί**. Ο μεγεθυντικός φακός είναι συγκλίνων φακός (εικόνα 9.3α). Οι **κοίλοι** φακοί είναι λεπτότεροι στο μέσο και παχύτεροι στα άκρα. Μετατρέπουν μια δέσμη παράλληλων φωτεινών ακτίνων σε αποκλίνουσα, γι' αυτό ονομάζονται **αποκλίνοντες φακοί** (εικόνα 9.3β). Τέτοιου είδους φακοί χρησιμοποιούνται στο σκόπευτρο της φωτογραφικής μηχανής.

Το σημείο E_1 στο οποίο συγκεντρώνονται οι φωτεινές ακτίνες της συγκλίνουσας δέσμης ή οι προεκτάσεις της αποκλίνουσας ονομάζεται κύρια εστία του φακού.

Στην εικόνα 9.4 φαίνονται μερικά από τα χαρακτηριστικά των φακών με σφαιρικές επιφάνειες.



Η γραμμή K_1K_2 που συνδέει τα κέντρα των δύο σφαιρικών επιφανειών λέγεται **κύριος άξονας** του φακού. Το σημείο του κυρίου άξονα που βρίσκεται στο μέσο του φακού ονομάζεται **κέντρο του φακού**. Η απόσταση της κύριας εστίας από το κέντρο του φακού ονομάζεται **εστιακή απόσταση του φακού**. Ένας λεπτός φακός διαθλά τις φωτεινές δέσμες που έρχονται από δεξιά του με τον ίδιο τρόπο που διαθλά και αυτές που έρχονται από αριστερά του. Συνεπώς έχει δύο κύριες εστίες (E_1 , E_2). Για λεπτούς φακούς οι δύο εστιακές αποστάσεις είναι ίσες.

Για να καταλάβουμε πώς λειτουργεί ένας φακός, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αποτελείται από ένα σύνολο πρισμάτων διαφορετικών μεγεθών και σχημάτων (εικόνα 9.5).

Γιατί ο φακός που είναι λεπτότερος στο κέντρο προκαλεί απόκλιση των φωτεινών δεσμών, ενώ ο παχύτερος σύγκλιση;

Μπορούμε να προσεγγίσουμε έναν πολύ λεπτό κοίλο φακό με ένα τριγωνικό πρίσμα του οποίου η κορυφή βρίσκεται στο κέντρο του φακού. Σχεδιάζουμε την πορεία μιας λεπτής φωτεινής δέσμης που προσπίπτει στον φακό παράλληλα στον κύριο άξονά του. Στο κεφάλαιο 8 μάθαμε ότι, όταν μια φωτεινή ακτίνα εισέρχεται παράλληλα προς τη βάση ενός τριγωνικού πρίσματος, εξερχόμενη από αυτό αλλάζει πορεία ώστε να πλησιάζει προς τη βάση του (εικόνα 9.6). Έτσι σ' έναν κοίλο φακό η εξερχόμενη ακτίνα εκτρέ-

πεται ώστε να απομακρύνεται από το κέντρο του, δηλαδή ο φακός λειτουργεί ως αποκλίνων. Αντίστοιχα ένας πολύ λεπτός φακός που είναι παχύτερος στο κέντρο του προσεγγίζεται από ένα τριγωνικό πρίσμα του οποίου η κορυφή βρίσκεται στην κορυφή του φακού και η βάση του είναι παράλληλη προς τον κύριο άξονα του φακού (εικόνα 9.7). Έτσι μια φωτεινή ακτίνα παράλληλη προς τον κύριο άξονα όταν εξέρχεται από τον φακό πλησιάζει προς το κέντρο του, δηλαδή ο φακός λειτουργεί ως συγκλίνων.

9.2 Είδωλα φακών

Όταν σε αρκετή απόσταση από έναν συγκλίνοντα φακό τοποθετήσουμε ένα αντικείμενο, π.χ. ένα κερί, τότε σε οθόνη πίσω από τον φακό είναι δυνατόν να σχηματιστεί πραγματικό είδωλο και αντεστραμμένο (εικόνα 9.9).

Πλησιάζοντας το αντικείμενο προς τον φακό το μέγεθος του ειδώλου μεγαλώνει και μετά από ορισμένο σημείο δεν είναι δυνατή η προβολή του σε οθόνη. Σε αυτή τη θέση βρίσκεται η εστία του φακού. Πλησιάζοντας το αντικείμενο ακόμη περισσότερο μπορούμε να διακρίνουμε το είδωλο μόνο μέσα από τον φακό. Το είδωλο είναι πλέον φανταστικό. Είναι επίσης όρθιο και μεγαλύτερο του αντικειμένου. Ο φακός λειτουργεί ως μεγεθυντικός (εικόνα 9.10).

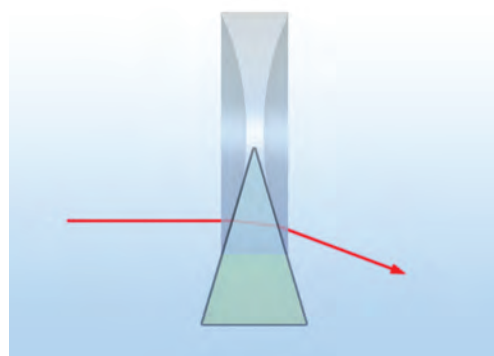
Γραφικός προσδιορισμός του ειδώλου

Πώς θα μπορούσαμε να προσδιορίσουμε τη θέση, το είδος και το μέγεθος του ειδώλου που σχηματίζεται από έναν φακό;

Για να προσδιορίσουμε γραφικά το είδος του ειδώλου που σχηματίζει ένας φακός, ακολουθούμε τα παρακάτω βήματα. Αρχικά προσδιορίζουμε το είδος του φακού (κοίλος ή κυρτός, συγκλίνων ή αποκλίνων), καθώς και τα χαρακτηριστικά του (κέντρο και εστιακή απόσταση). Στη συνέχεια προσδιορίζουμε τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου όπως το μέγεθός του και τη θέση του, δηλαδή την απόστασή του από το κέντρο του φακού. Το αντικείμενο, είτε αυτό είναι ένα μικρόβιο που παρατηρείται με το μικροσκόπιο είτε είναι ένας γαλαξίας που παρατηρείται με ένα τηλεσκόπιο, το παριστάνουμε με ένα βέλος. Για απλότητα τοποθετούμε την αρχή του βέλους στον κύριο άξονα.

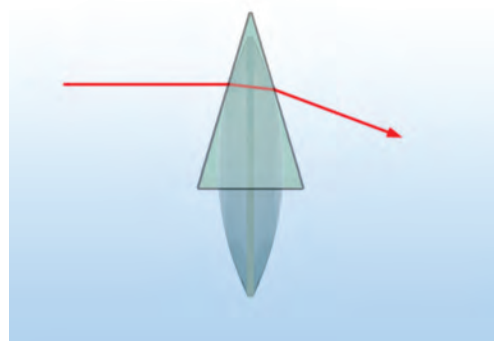
Για να προσδιορίσουμε το είδωλο του αντικειμένου, προσδιορίζουμε το είδωλο ενός σημείου του, για παράδειγμα της μύτης του βέλους. Το είδωλο ενός σημείου προσδιορίζεται σχεδιάζοντας την πορεία δύο χαρακτηριστικών ακτίνων που ξεκινούν από το σημείο (μία παράλληλη προς τον κύριο άξονα και την άλλη να διέρχεται από το κέντρο του φακού) (εικόνα 9.11). Η πορεία των ακτίνων σχεδιάζεται σύμφωνα με τους παρακάτω κανόνες:

1. Κάθε ακτίνα που είναι παράλληλη προς τον κύριο άξονα ενός κυρτού, συγκλίνοντος φακού μετά τη διάθλασή της διέρχεται από την κύρια εστία του φακού. Αν ο φακός είναι κοίλος, αποκλί-



Εικόνα 9.6

Ένας αποκλίνων φακός προσεγγίζεται με ένα τριγωνικό πρίσμα του οποίου η κορυφή βρίσκεται στο κέντρο του φακού.



Εικόνα 9.7

Ένας συγκλίνων φακός προσεγγίζεται με ένα τριγωνικό πρίσμα του οποίου η κορυφή βρίσκεται στην κορυφή του φακού.



Εικόνα 9.8

Μια γυάλινη σφαίρα μπορεί να λειτουργήσει ως συγκλίνων φακός.



Εικόνα 9.9

Είδωλο σε συγκλίνοντα φακό.