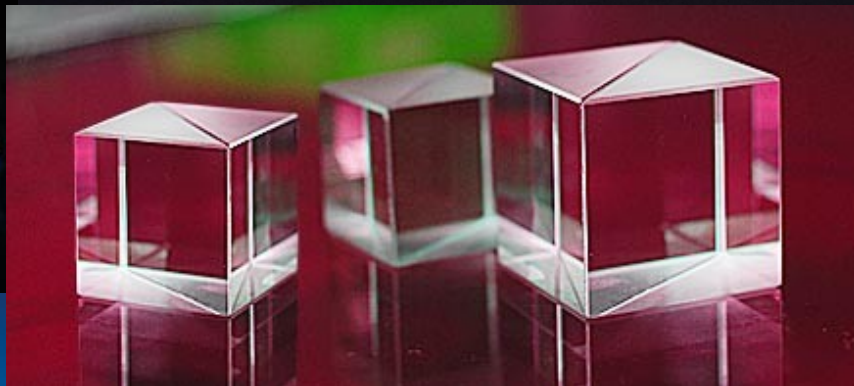
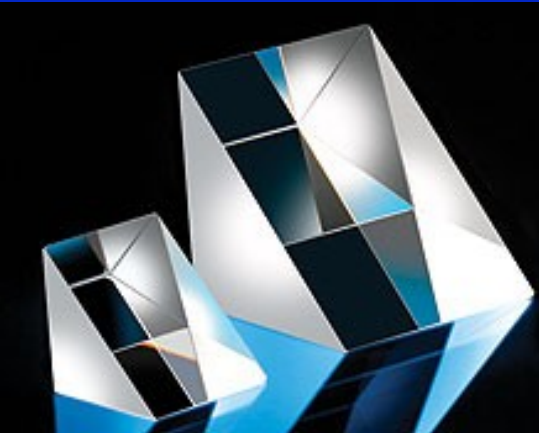


# ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

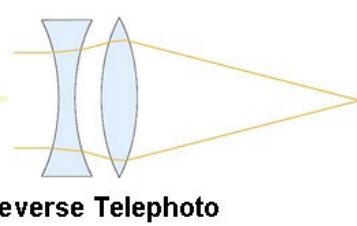
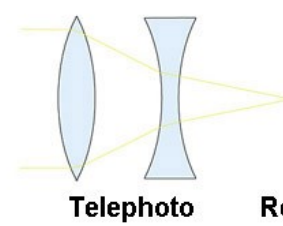
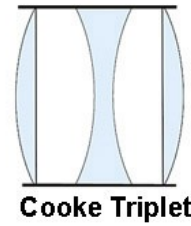
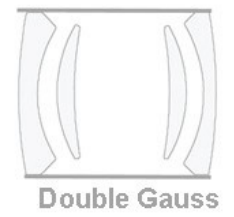
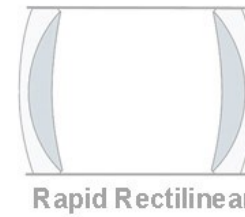
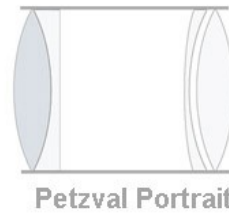
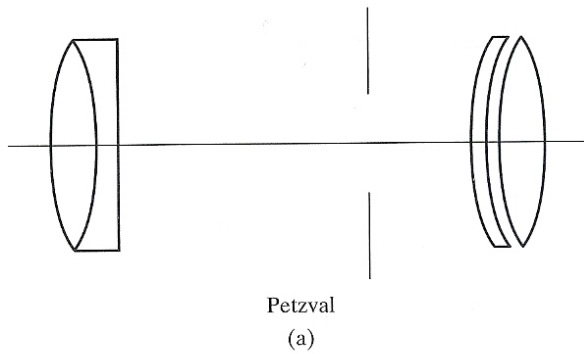
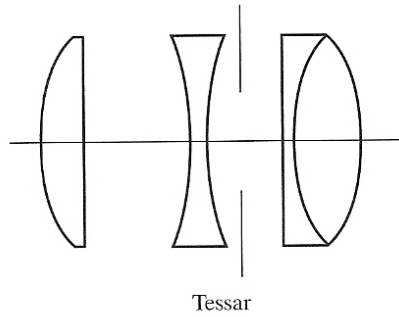
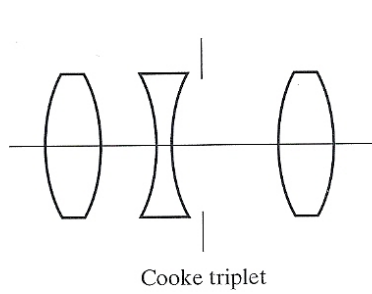
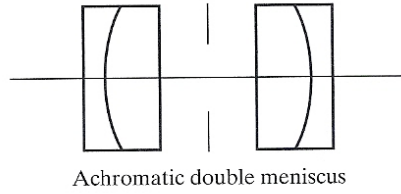
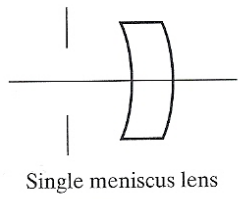
A large industrial facility, likely a steel mill, with a glowing orange circular structure in the center. The structure is surrounded by workers and machinery. The scene is dimly lit, with the primary light source being the glowing orange structure. The workers are wearing hard hats and safety gear. The machinery is complex and industrial in nature.

Κοσμάς Γαζέας  
Αθήνα 2016

# ΦΑΚΟΙ

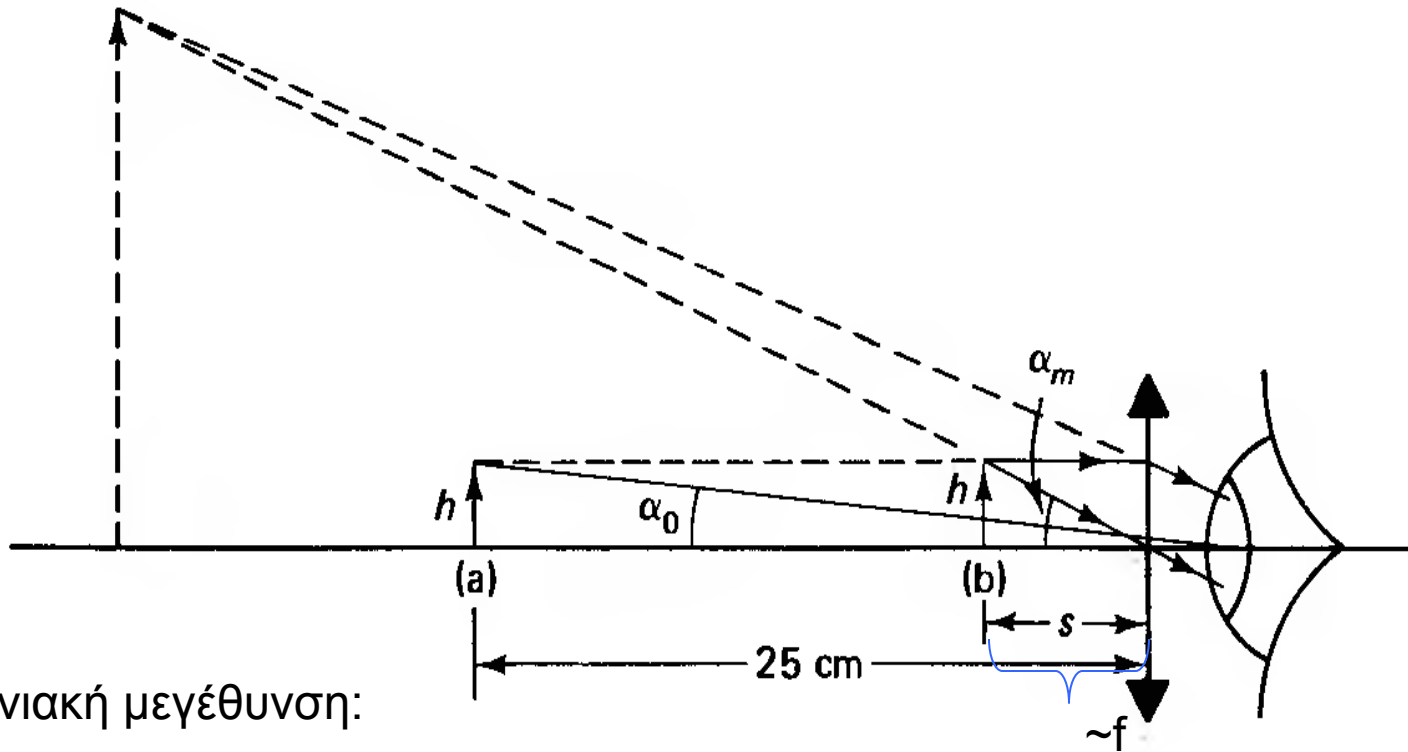


Κοσμάς Γαζέας  
Αθήνα 2016





# Απλός μεγεθυντικός φακός



Γωνιακή μεγέθυνση:

$$\frac{\alpha_M}{\alpha_0} = \frac{h/s}{h/25} = \frac{25}{s} \quad M = \frac{25}{f} \quad \text{αν } s=f, s'=\infty$$

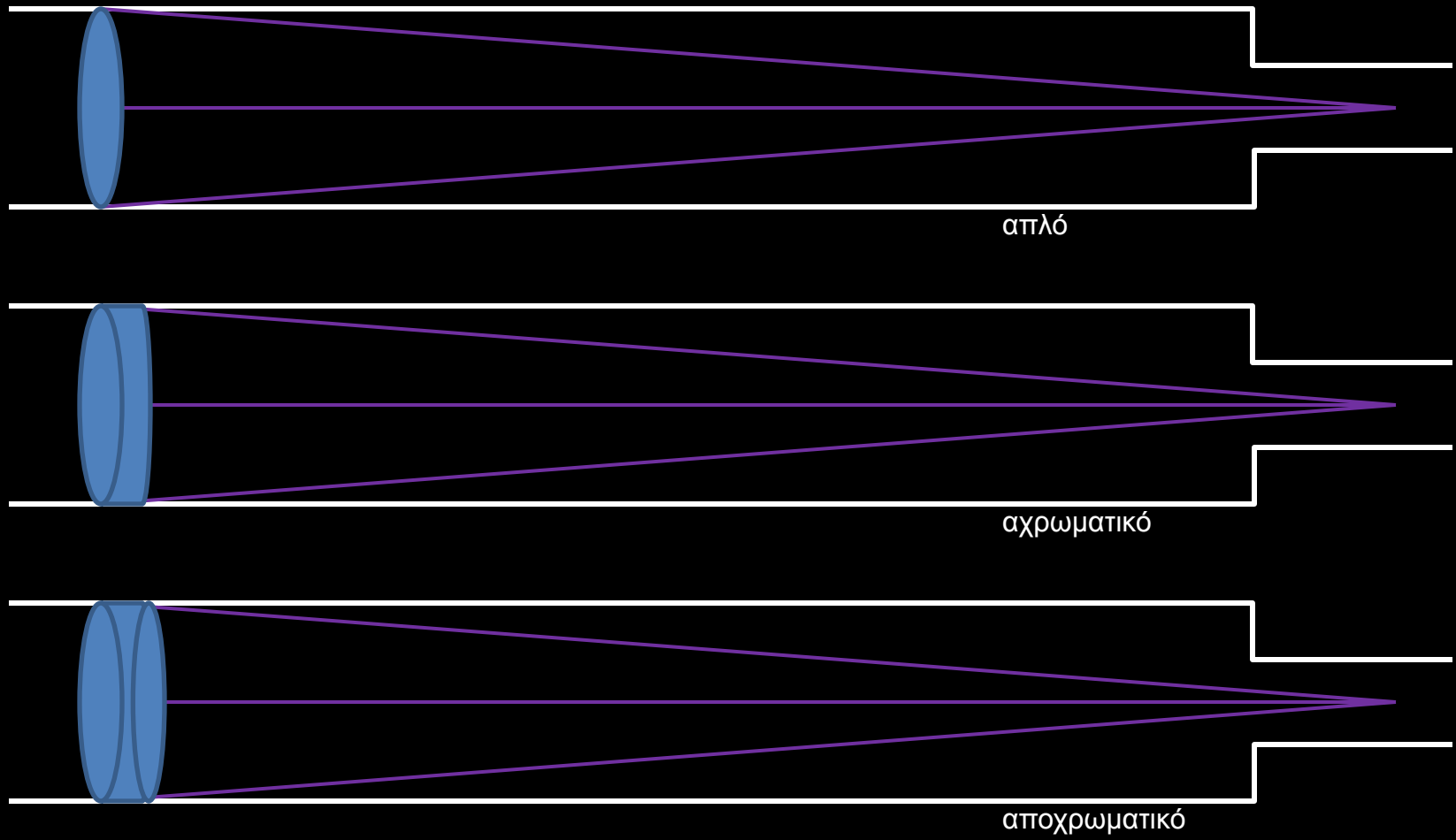
$$s = \frac{25f}{25 + f} \rightarrow M = \frac{25}{f} + 1 \quad \text{αν } s'=25\text{cm}$$

# ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

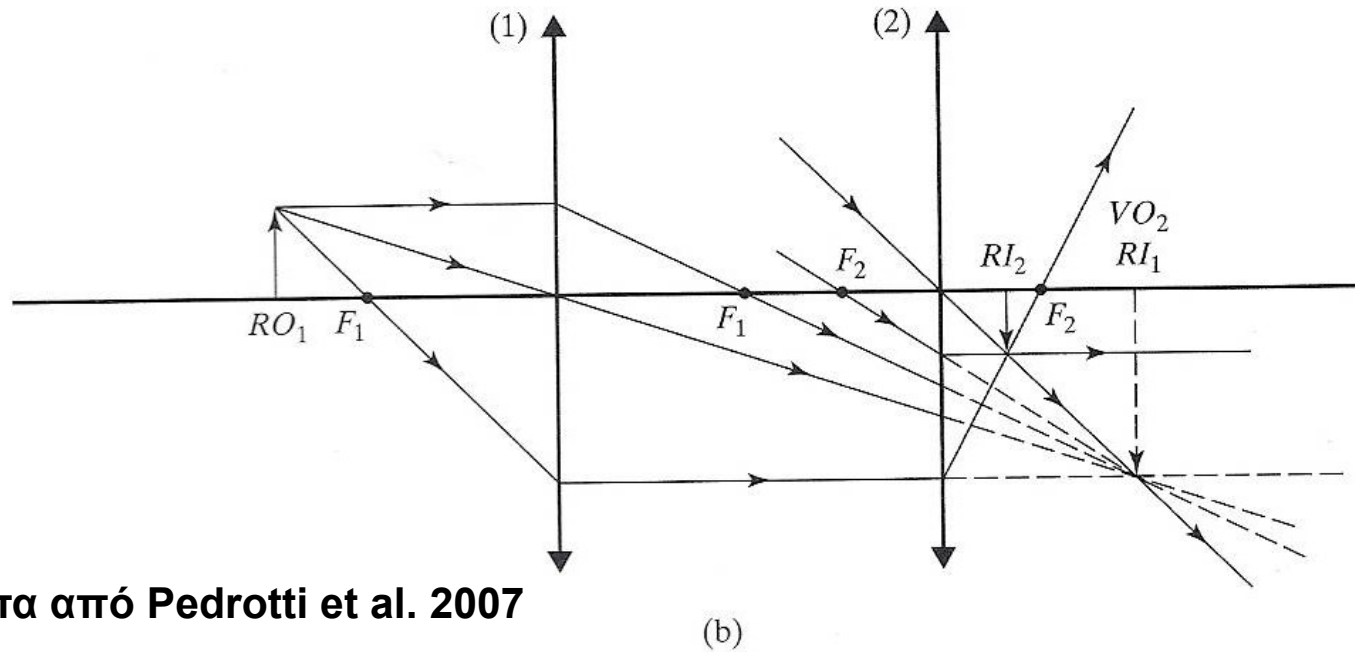
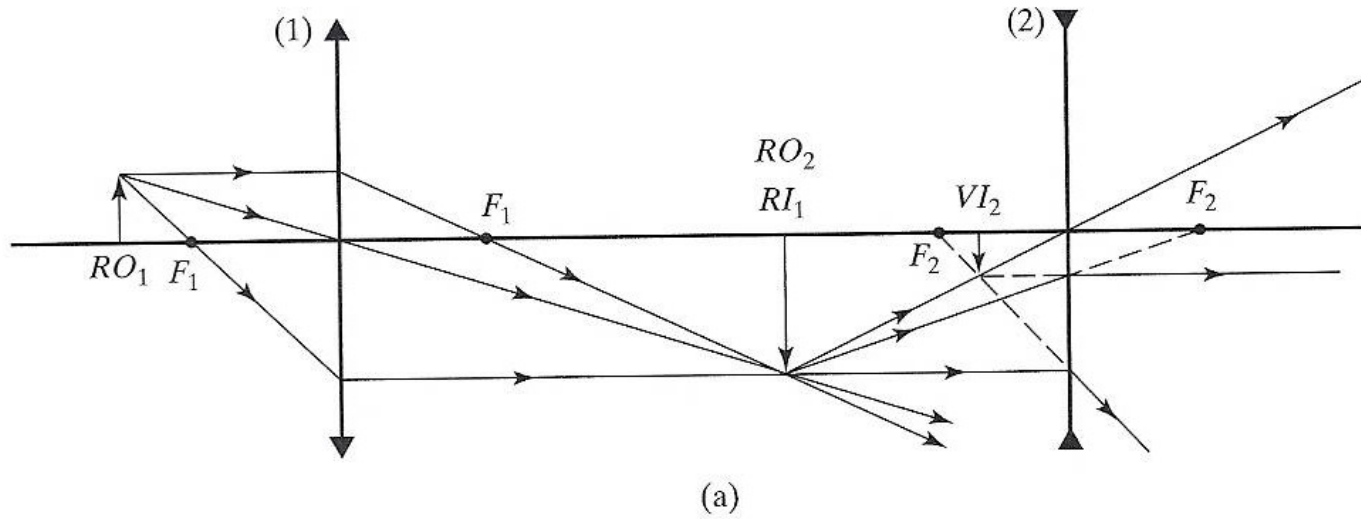
A large industrial facility, likely a steel mill, featuring a prominent glowing orange circular tank in the center. The scene is dimly lit, with the primary light source being the intense heat of the molten metal. Several workers in white protective suits and hard hats are visible in the foreground, some standing near a forklift. The background shows complex industrial structures and pipes.

Κοσμάς Γαζέας  
Αθήνα 2016

- Διοπτρικά τηλεσκόπια



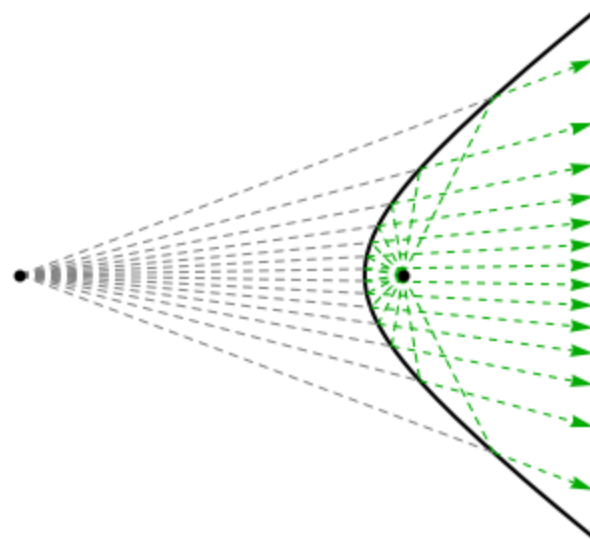
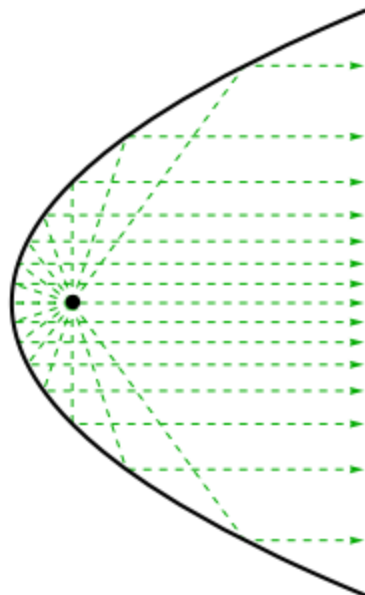
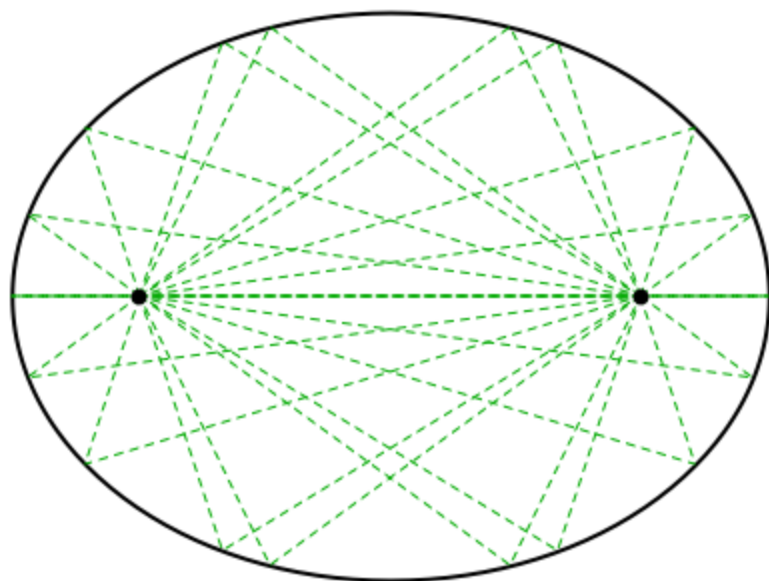
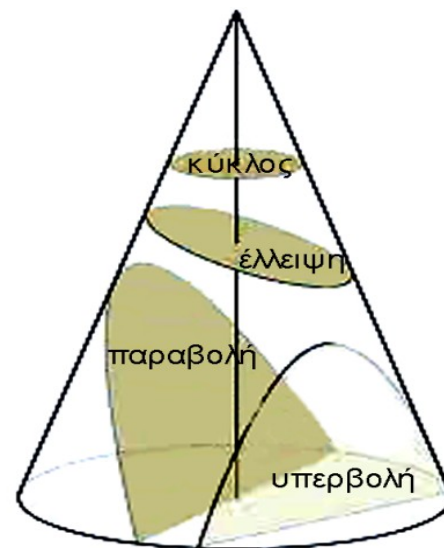
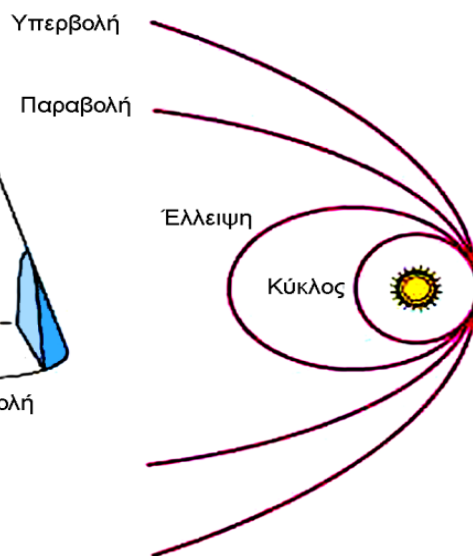
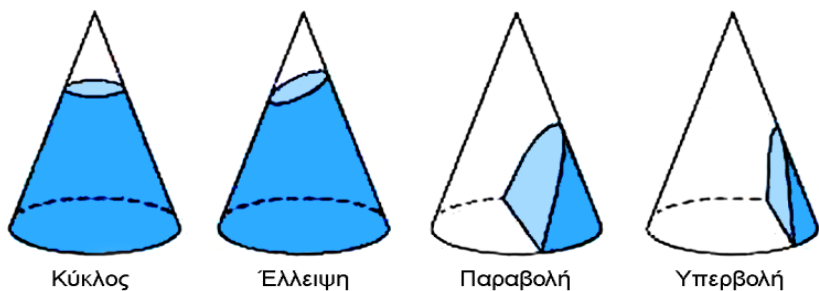
# Τηλεσκοπία



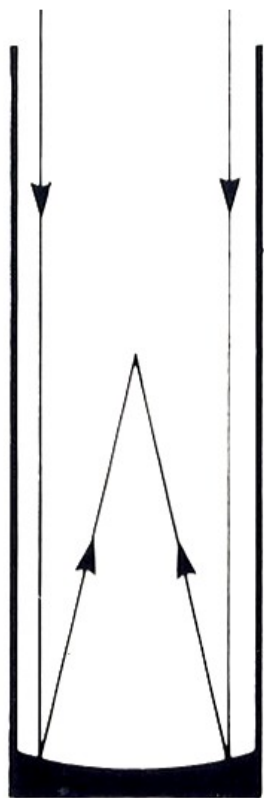
Σχήματα από Pedrotti et al. 2007



# • Κωνικές τομές

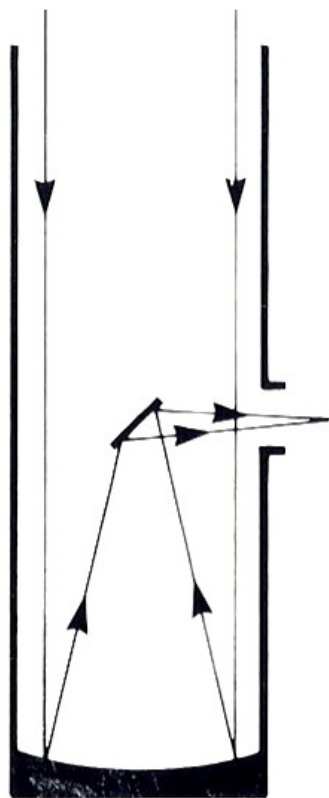


# • Κατοπτρικά τηλεσκόπια



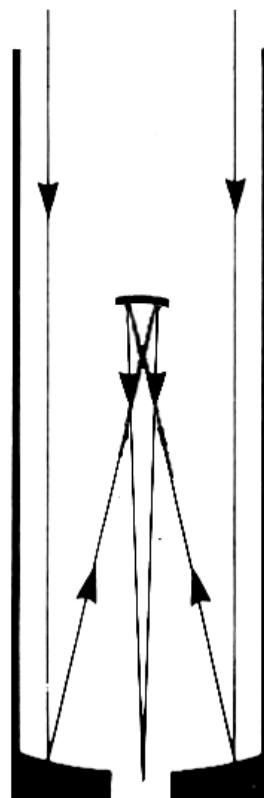
κύρια εστία

κοίλο παραβολοειδές



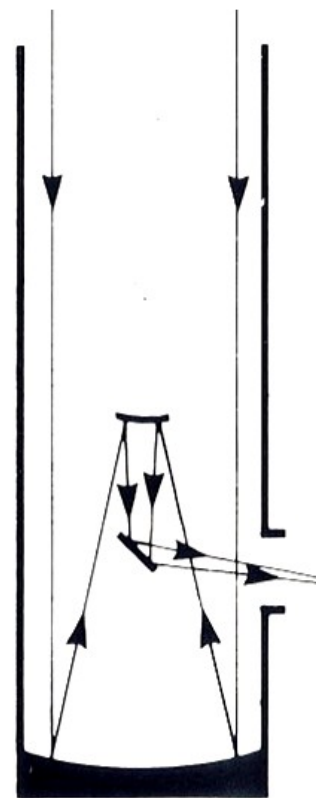
Newton

επίπεδο  
κοίλο παραβολοειδές



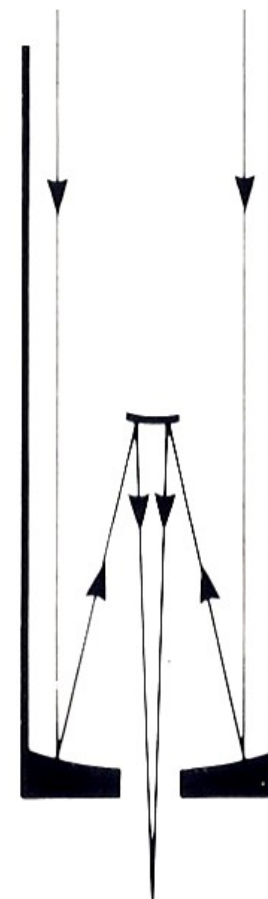
Gregory

κοίλο ελλειψοειδές  
κοίλο παραβολοειδές



Coudé/Nasmyth

επίπεδο  
κυρτό υπερβολοειδές  
κοίλο παραβολοειδές



Cassegrain

κυρτό υπερβολοειδές  
κοίλο παραβολοειδές

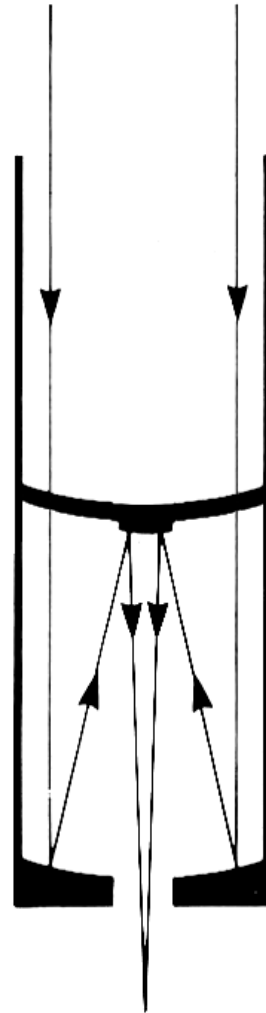
κυρτό σφαιρικό  
κοίλο ελλειψοειδές

Ritchey Chrétien

κυρτό υπερβολοειδές  
κοίλο υπερβολοειδές

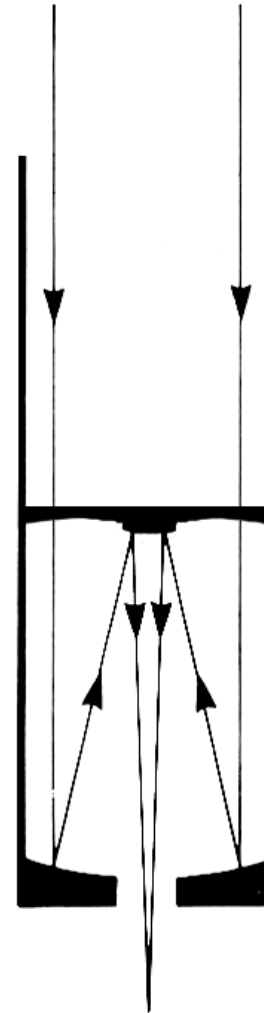
- Καταδιοπτρικά τηλεσκόπια

Maksutov-Cassegrain



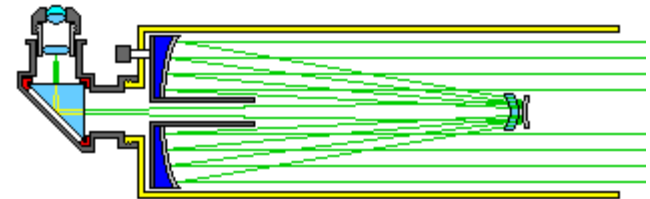
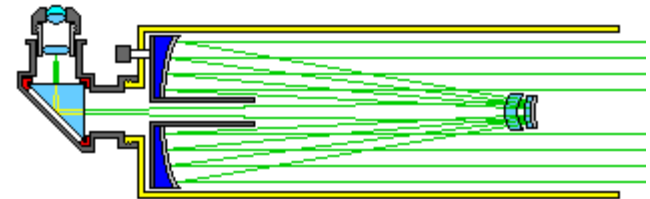
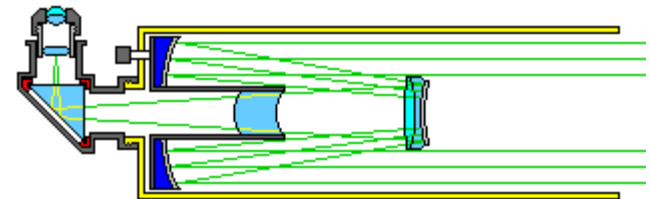
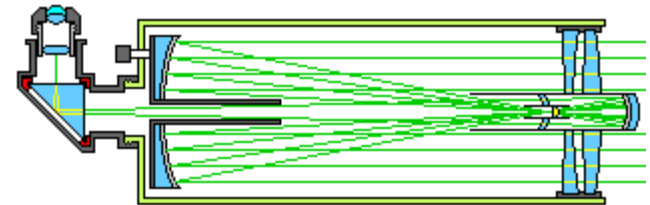
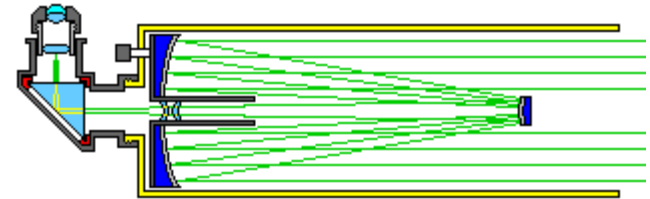
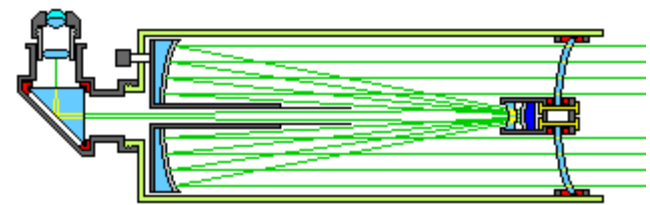
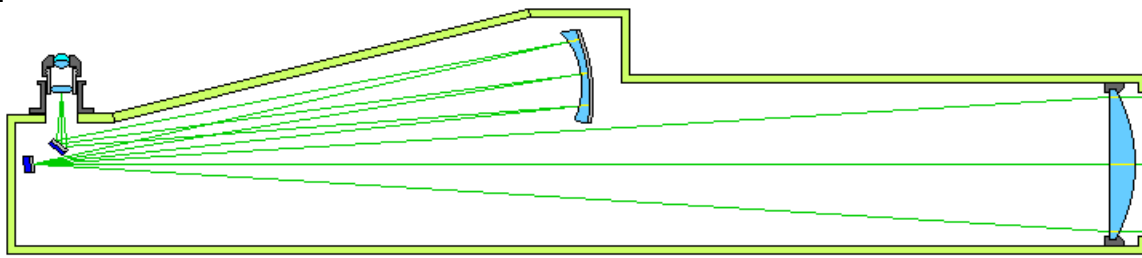
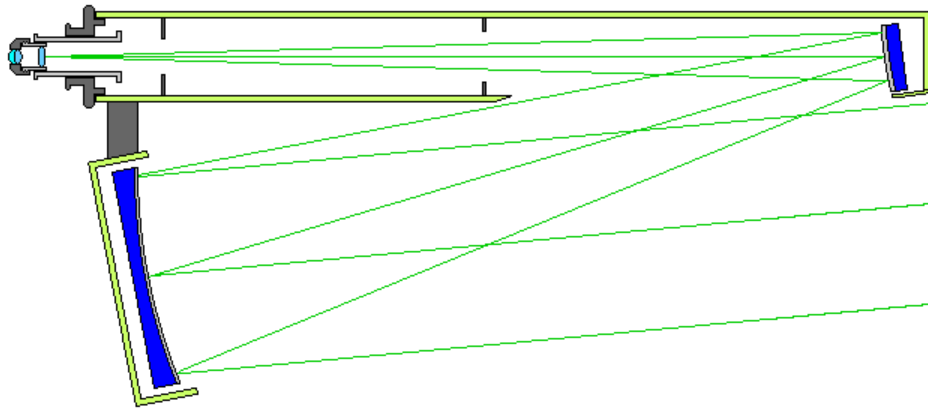
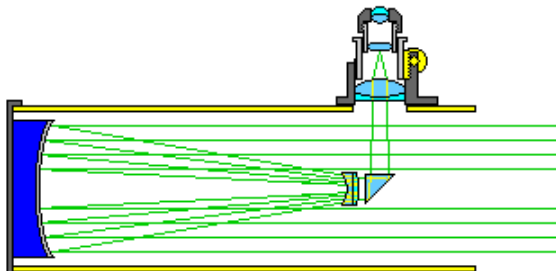
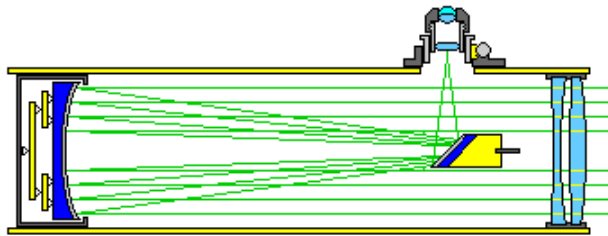
διορθωτικός μηνίσκος Maksutov  
κυρτό σφαιρικό  
κίλο σφαιρικό

Schmidt-Cassegrain

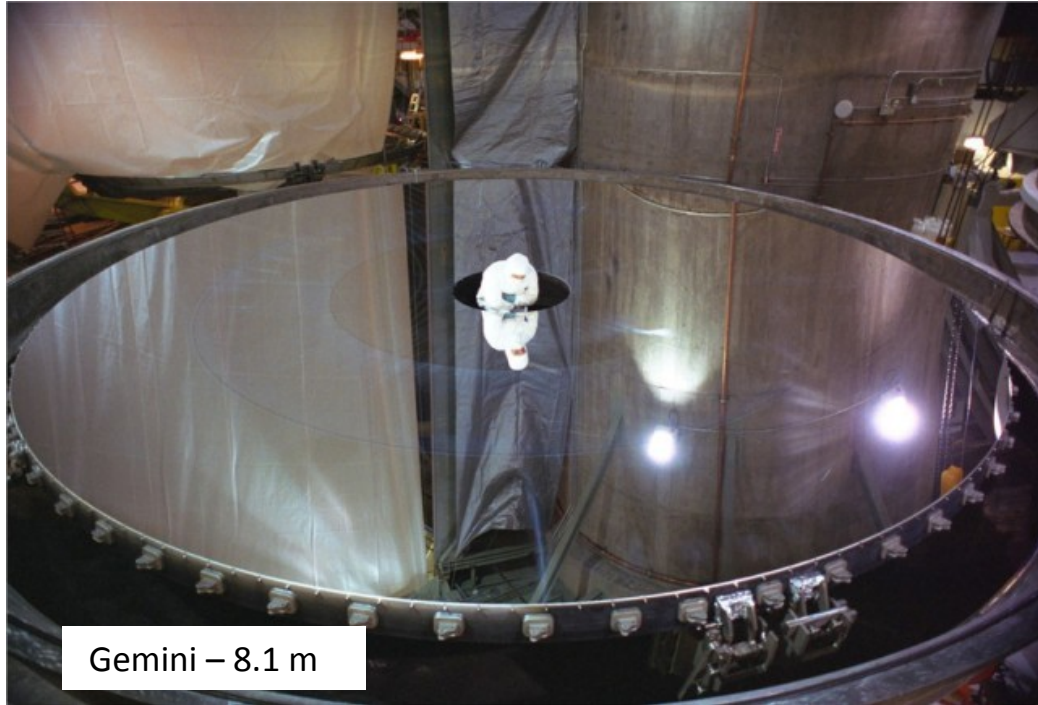


διορθωτικός φακός Schmidt  
κυρτό σφαιρικό  
κίλο σφαιρικό

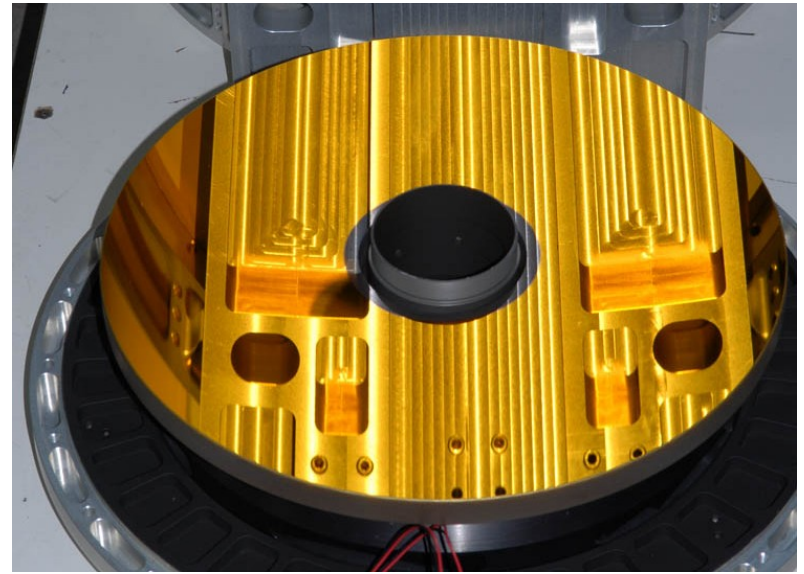
• Ιδιάζουσες περιπτώσεις



- Τεχνολογία τηλεσκοπίων



Gemini – 8.1 m



LBT – 8.4m





Το μεγαλύτερο κάτοπτρο τηλεσκοπίου μέχρι το 2012 (HET και SALT). Οι διαστάσεις του είναι 11 x 9.8m.

# Συγκριτικά μεγέθη οπτικών τηλεσκοπίων

Γεροσταθοπούλειο  
Πανεπιστημιακό Αστεροσκοπείο  
0.4 m



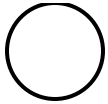
Αστρονομικός Σταθμός  
Κρυονερίου Κορινθίας  
1.2 m



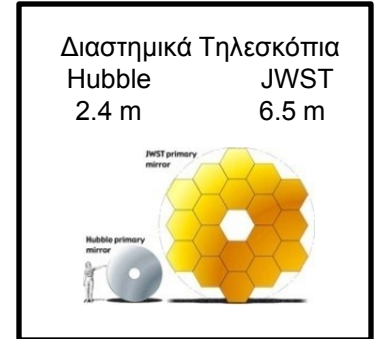
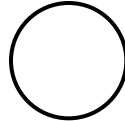
Αστεροσκοπείο Χελμού  
Αρίσταρχος  
2.3 m



Palomar  
5 m



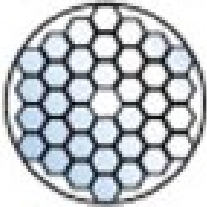
BTA (Caucasus)  
6 m



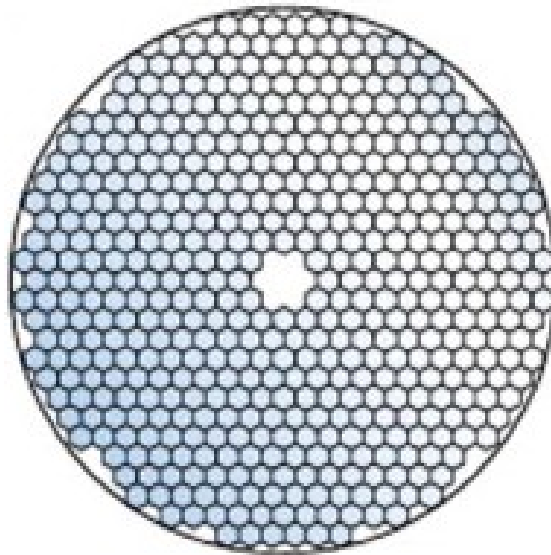
VLT - 8.4 m



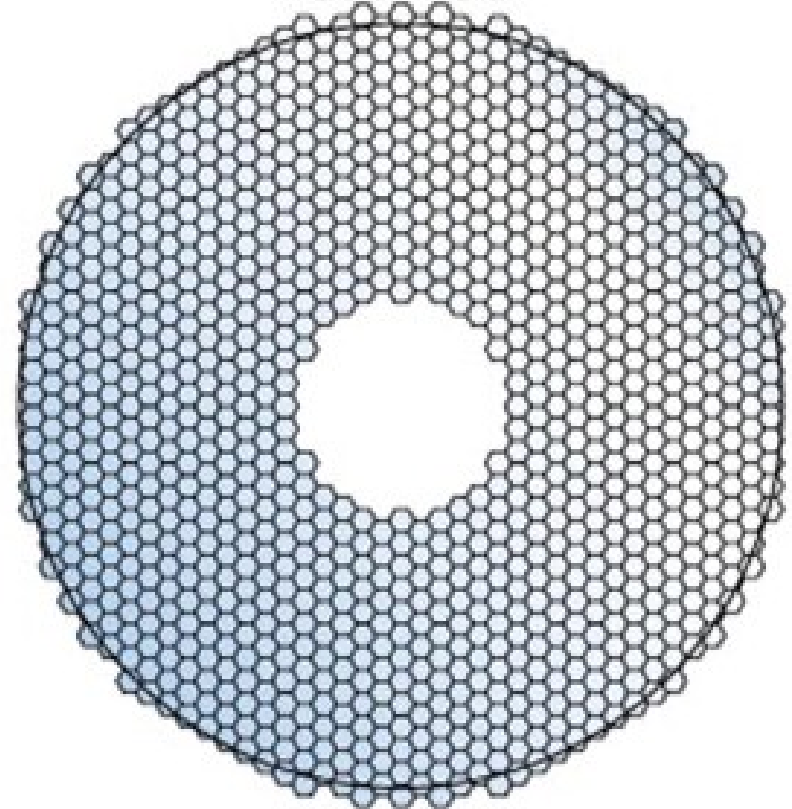
Keck - 10m

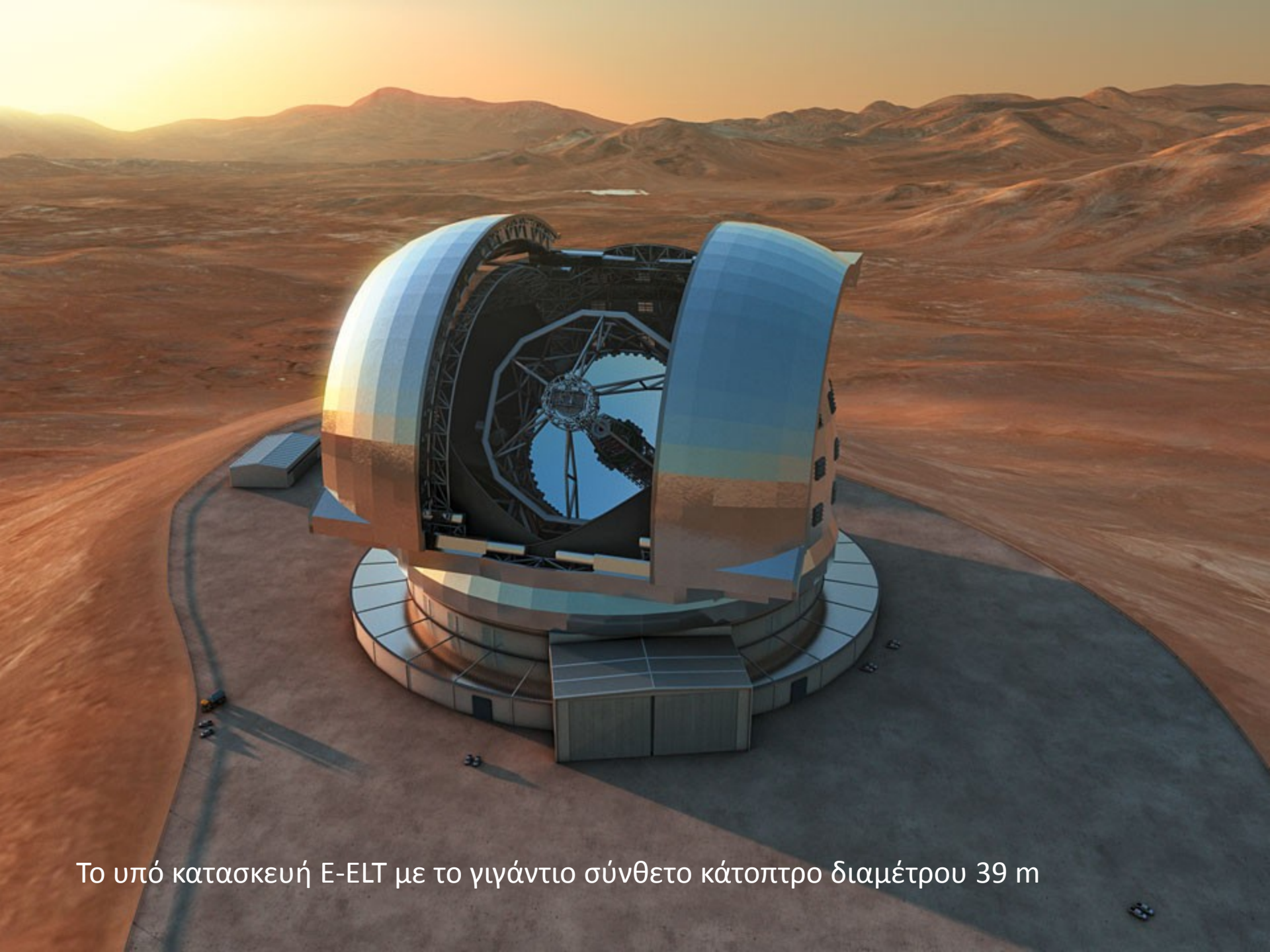


TMT - 30 m



E-ELT - 42 m

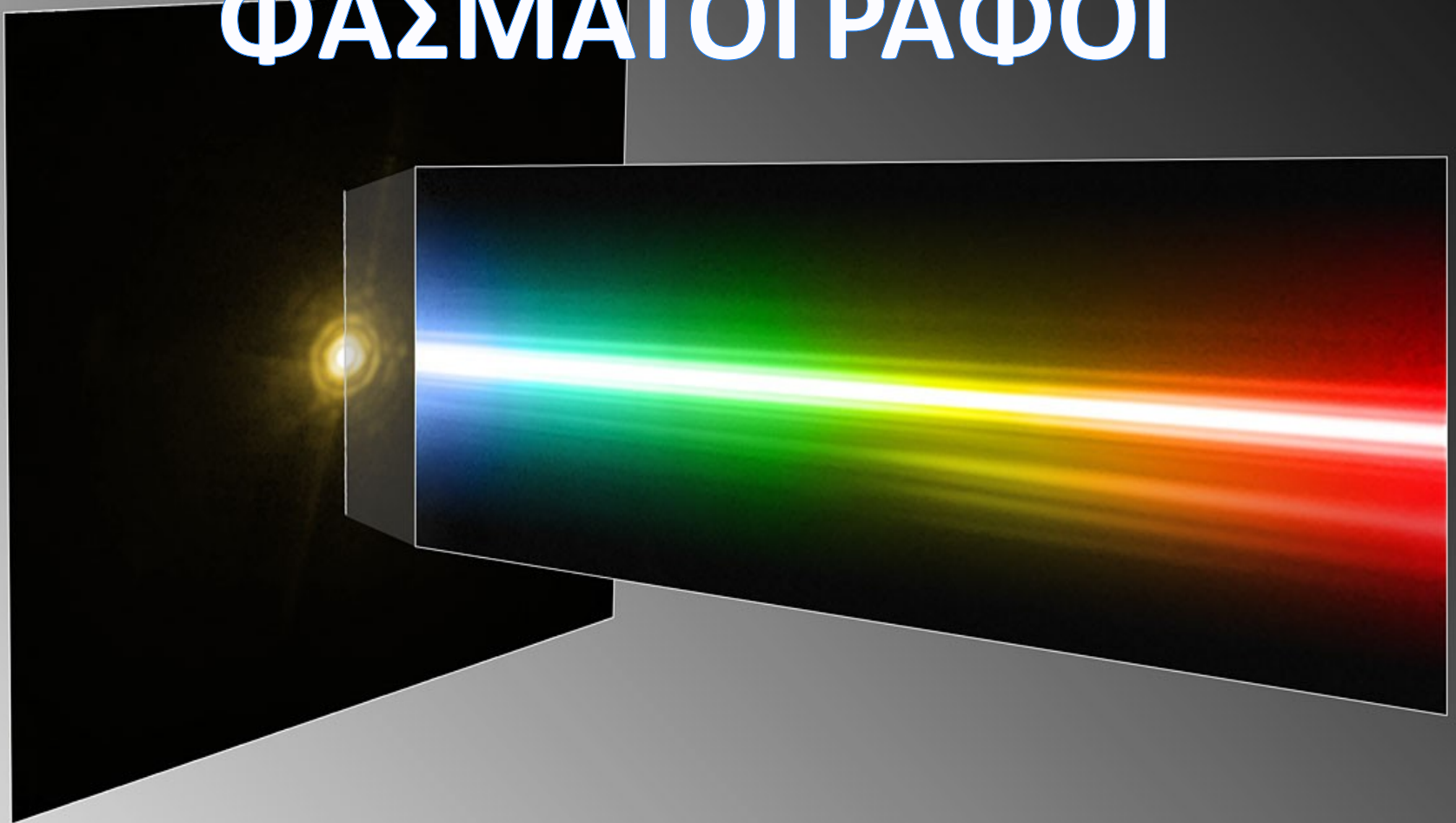




Το υπό κατασκευή E-ELT με το γιγάντιο σύνθετο κάτοπτρο διαμέτρου 39 m



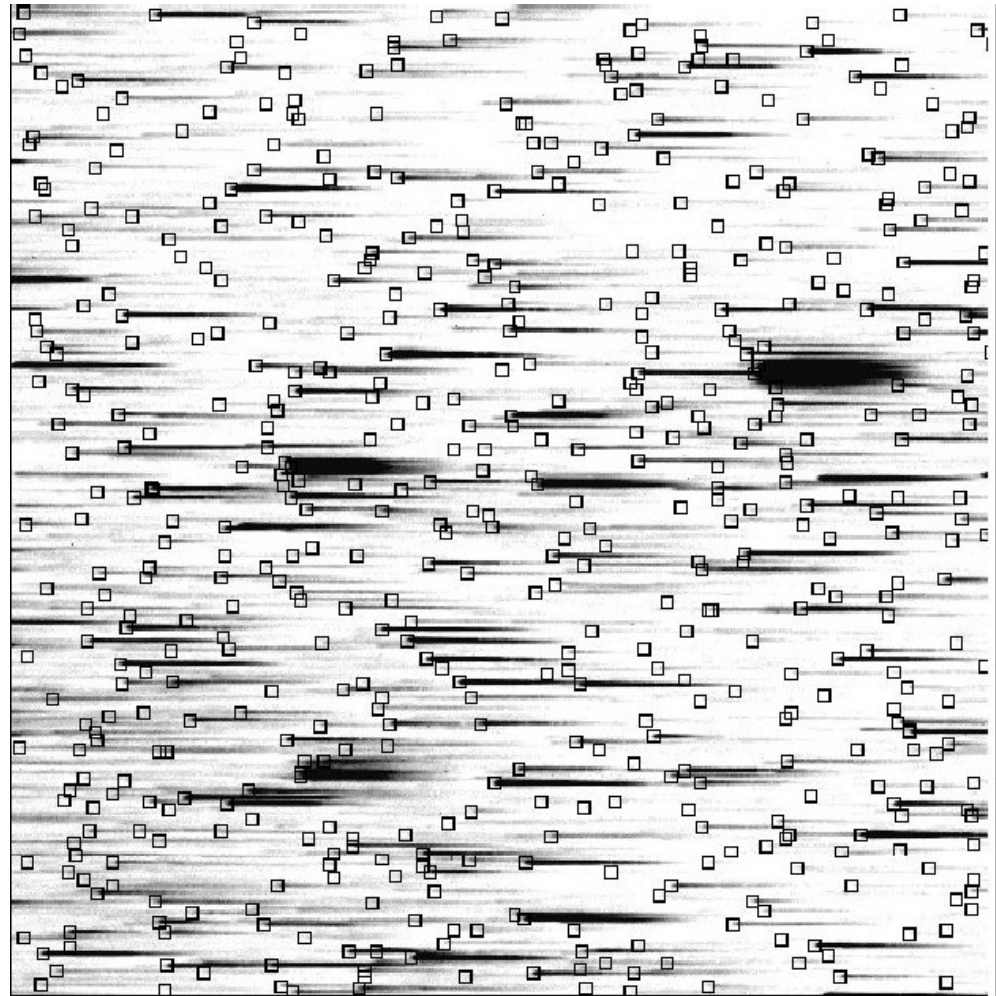
# ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΙ

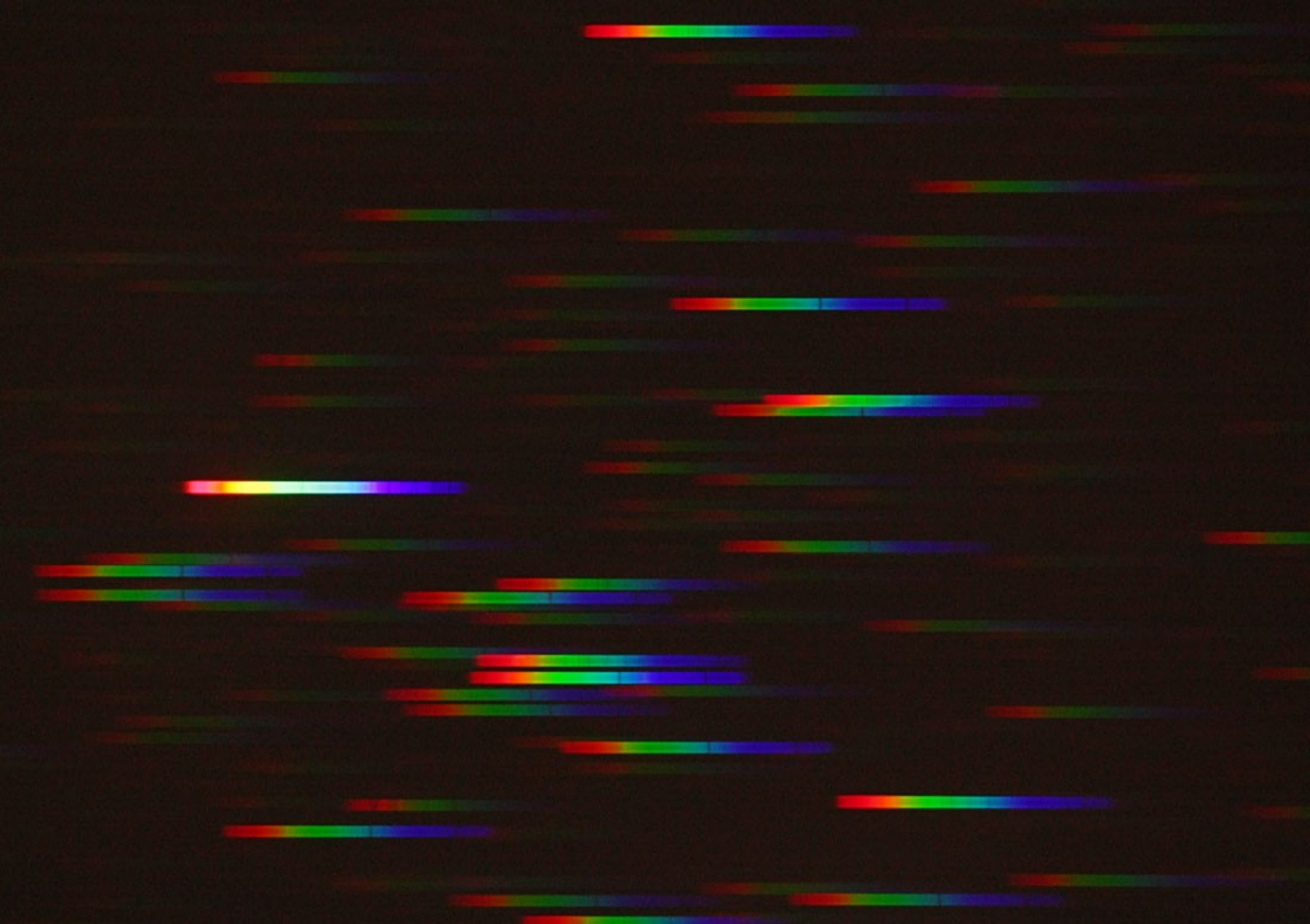


Κοσμάς Γαζέας  
Αθήνα 2016

# Κατηγορίες αστρονομικών φασματογράφων

- Αντικειμενικό πρίσμα
- Αντικειμενικό φράγμα





φάσμα με αντικειμενικό πρίσμα

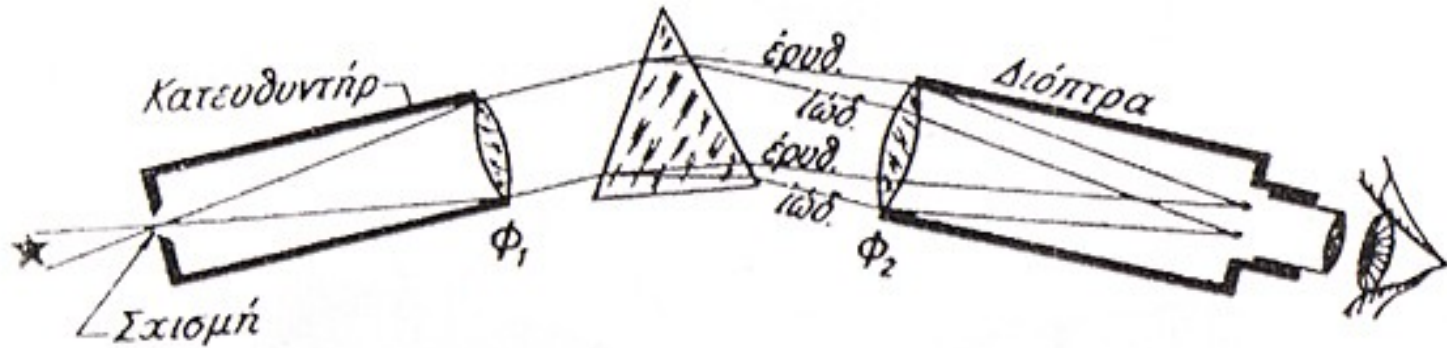
# Κατηγορίες αστρονομικών φασματογράφων

- Φασματογράφος με σχισμή  
χωρίς σχισμή  
με πρίσμα (ανάκλασης ή διέλευσης, απλό ή ευθυσκοπίας)  
με φράγμα (καμπύλο ή επίπεδο, ανάκλασης ή διέλευσης)
- Φασματογράφος σαρωτής (μονοχρωμάτορας)
- Φασματογράφος απεικονιστικός
- Φασματογράφος με κατοπτρικά στοιχεία
- Φασματογράφος με διοπτρικά στοιχεία
- Συμβολομετρικός φασματογράφος (Fabry-Perot)  
(υπερ-υψηλής ανάλυσης)

# Σχεδιασμός φασματογράφων

- 1) Littrow ή Ebert
- 2) Czerny – Turner (με κοίλα κάτοπτρα)
- 3) Eschelle
- 4) Πρίσμα ευθυσκοπίας (Treator, Amici (μεγάλη απορρόφηση)...) )
- 5) Rowland circle (Paschen-Runge (ογκώδης), Eagle (αστιγματισμός)...) )
- 6) Wadsworth (παραβολοειδής εστιακή επιφάνεια  $\Rightarrow$  σφαιρικό σφάλμα και κόμη)

## Φασματοσκόπιο πρίσματος

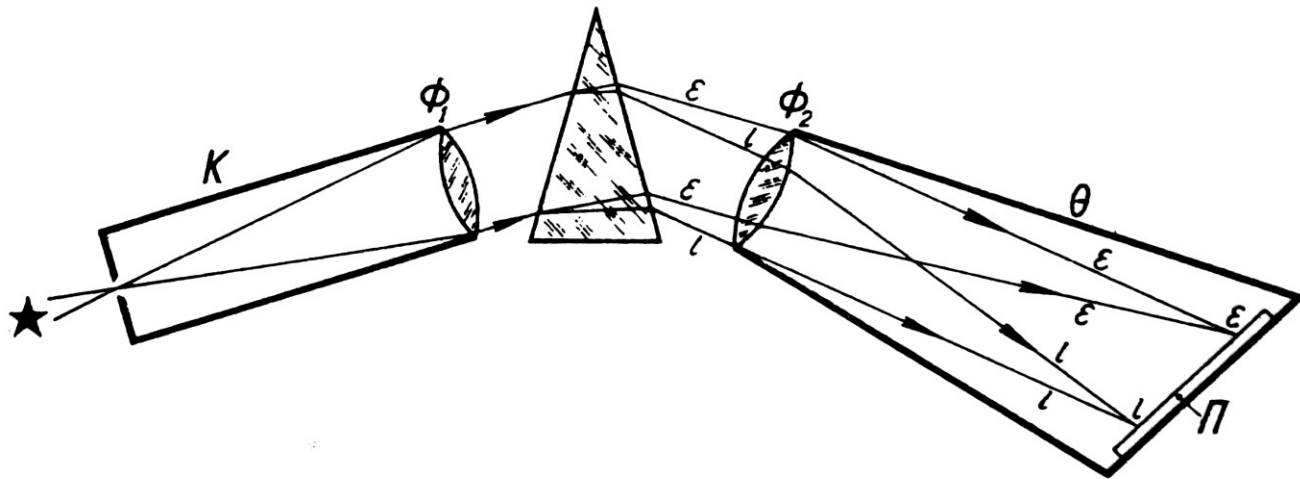


Ο τύπος του γυαλιού από το οποίο είναι κατασκευασμένο το πρίσμα και οι φακοί καθορίζει την περιοχή μηκών κύματος στην οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο φασματογράφος.

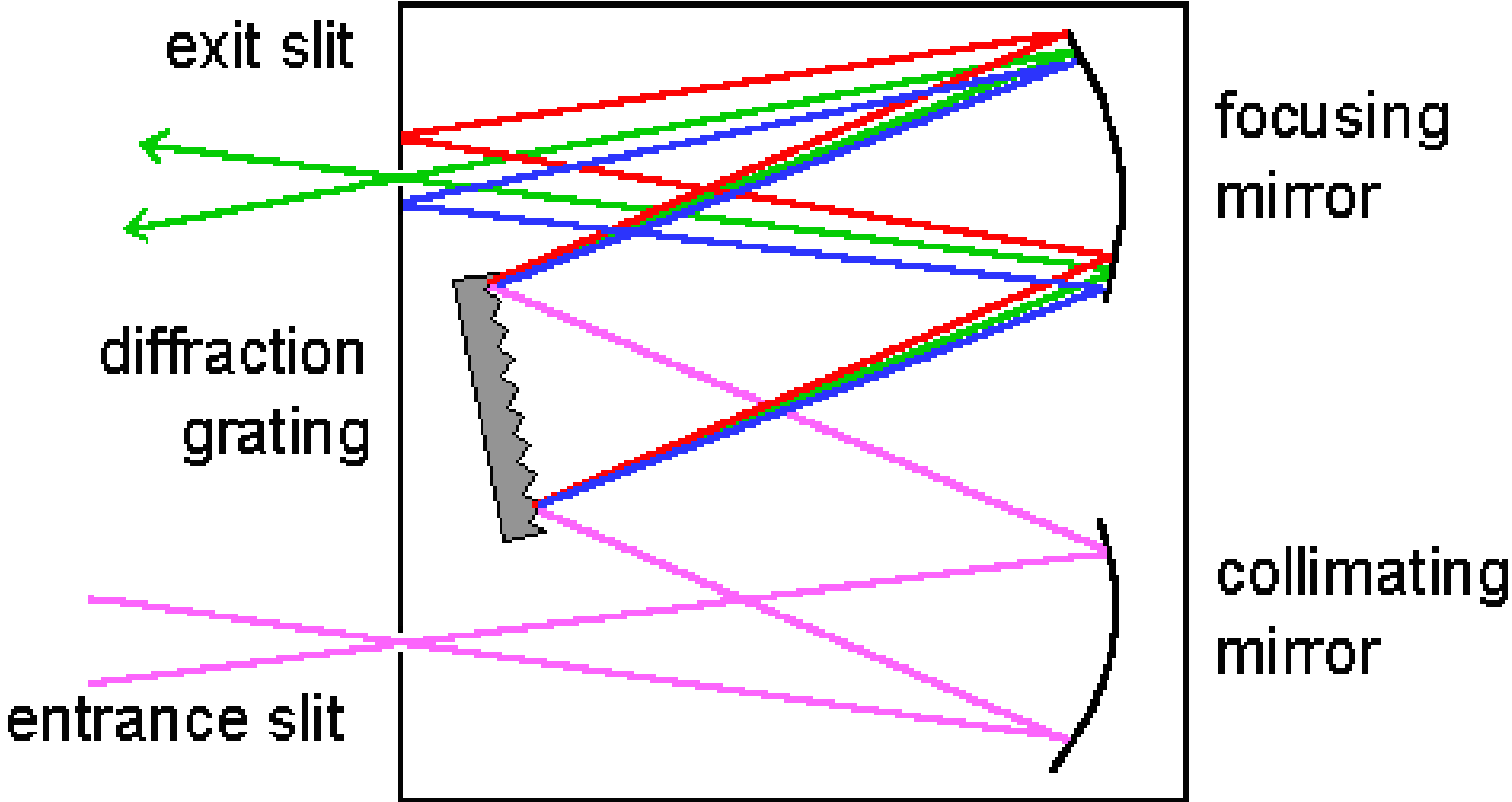
Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο φασματογράφος π.χ. στο υπεριώδες, χρειάζονται πρίσματα π.χ. από χαλαζία ( $\text{SiO}_2$ ) ή από  $\text{CaF}_2$ .

Για το υπέρυθρο, χρησιμοποιούνται πρίσματα από  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$  και  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

# Η διάταξη του απλού φασματογράφου

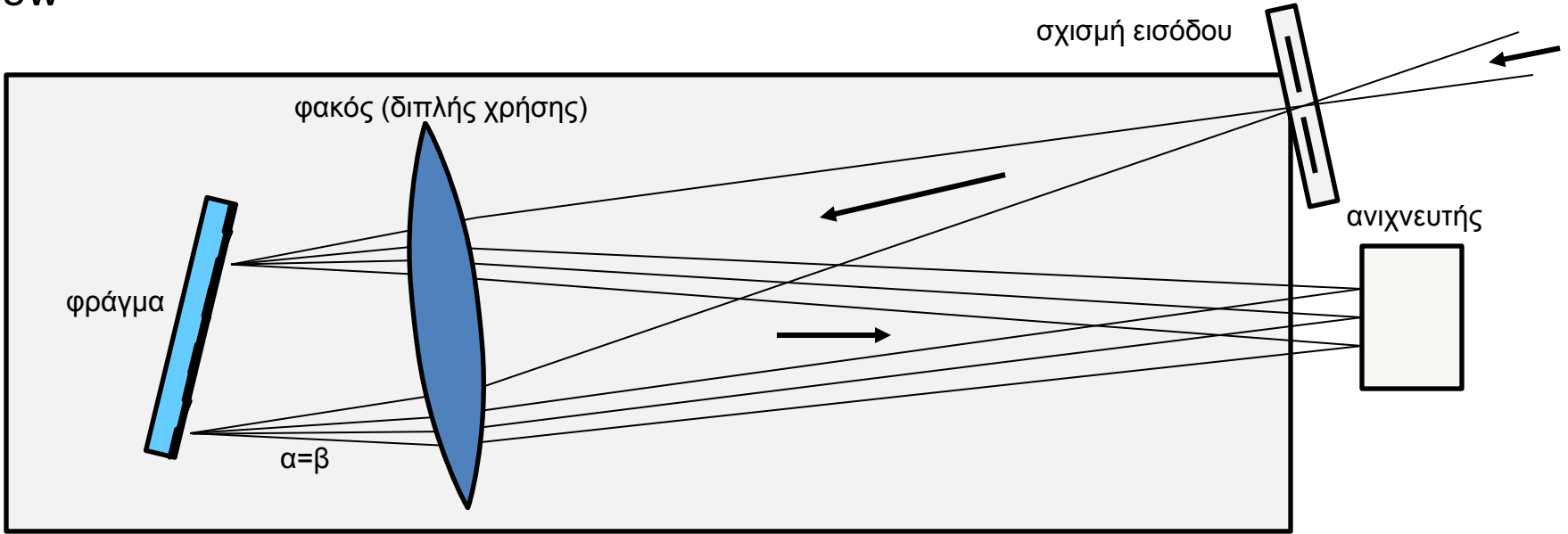


Czerny-Turner

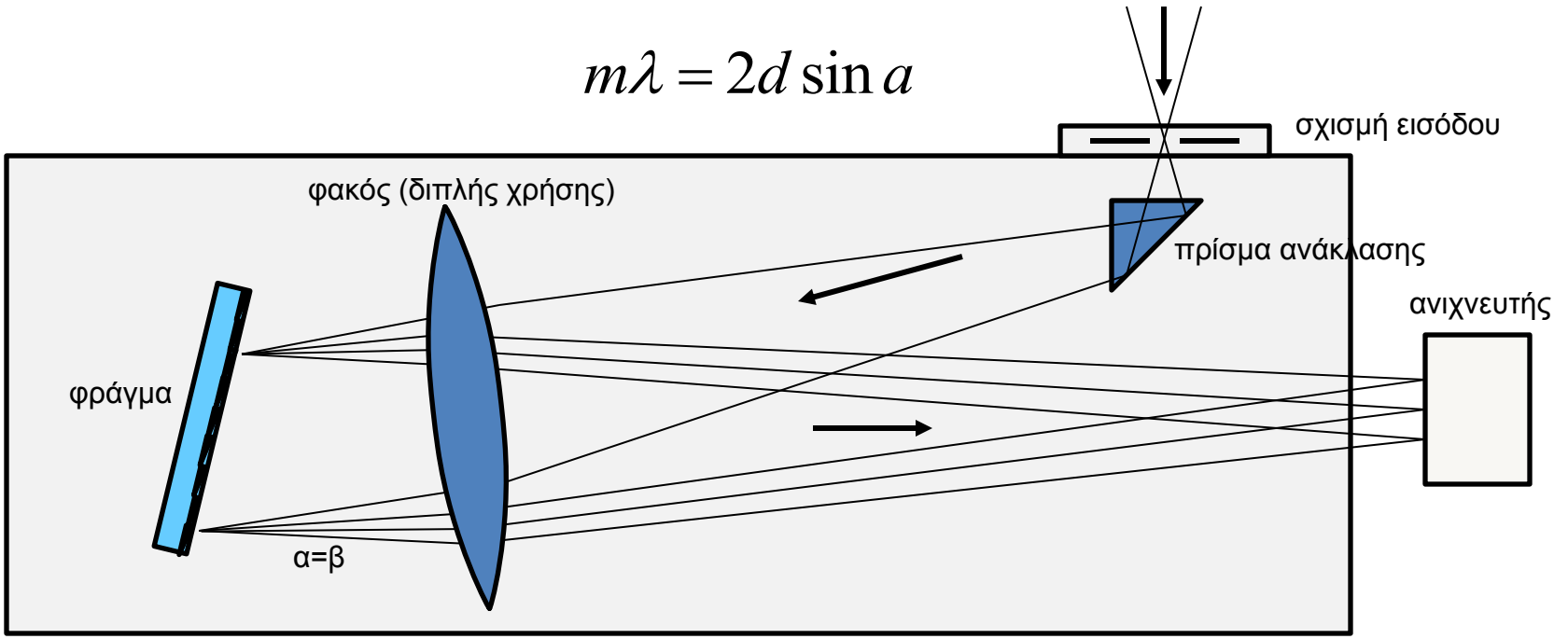




# Littrow

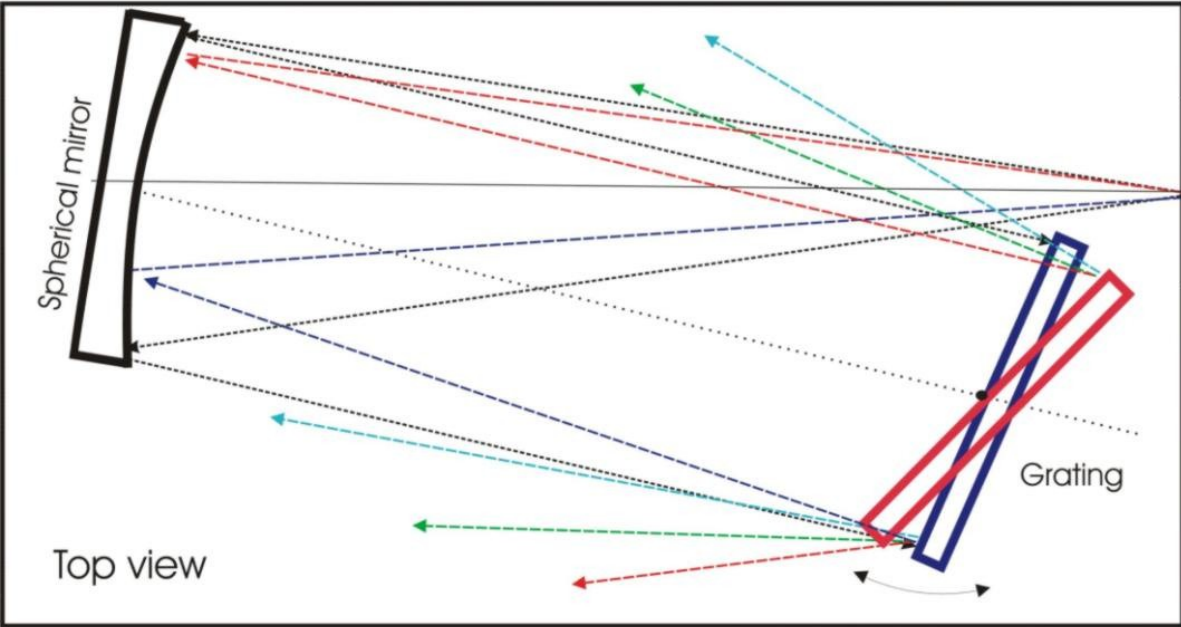


$$m\lambda = 2d \sin a$$

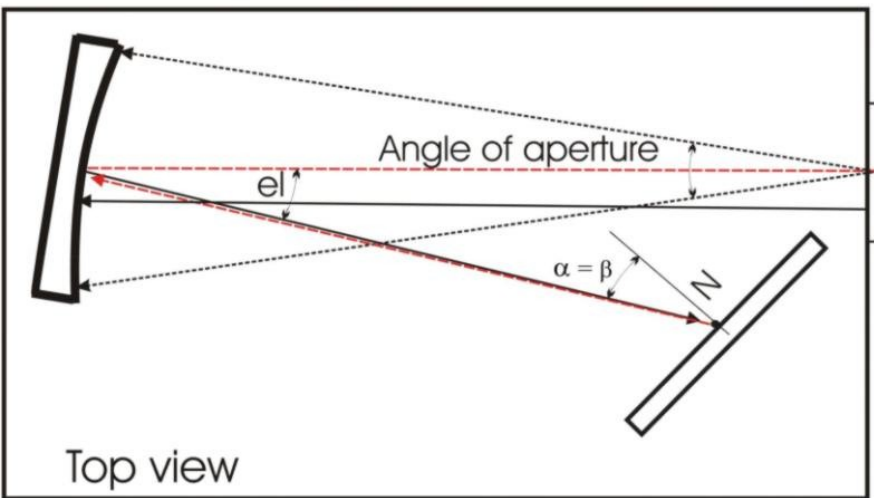
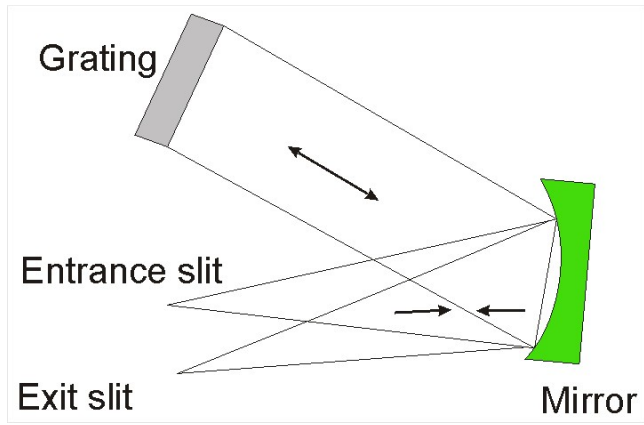


# Littrow

## The Littrow Configuration



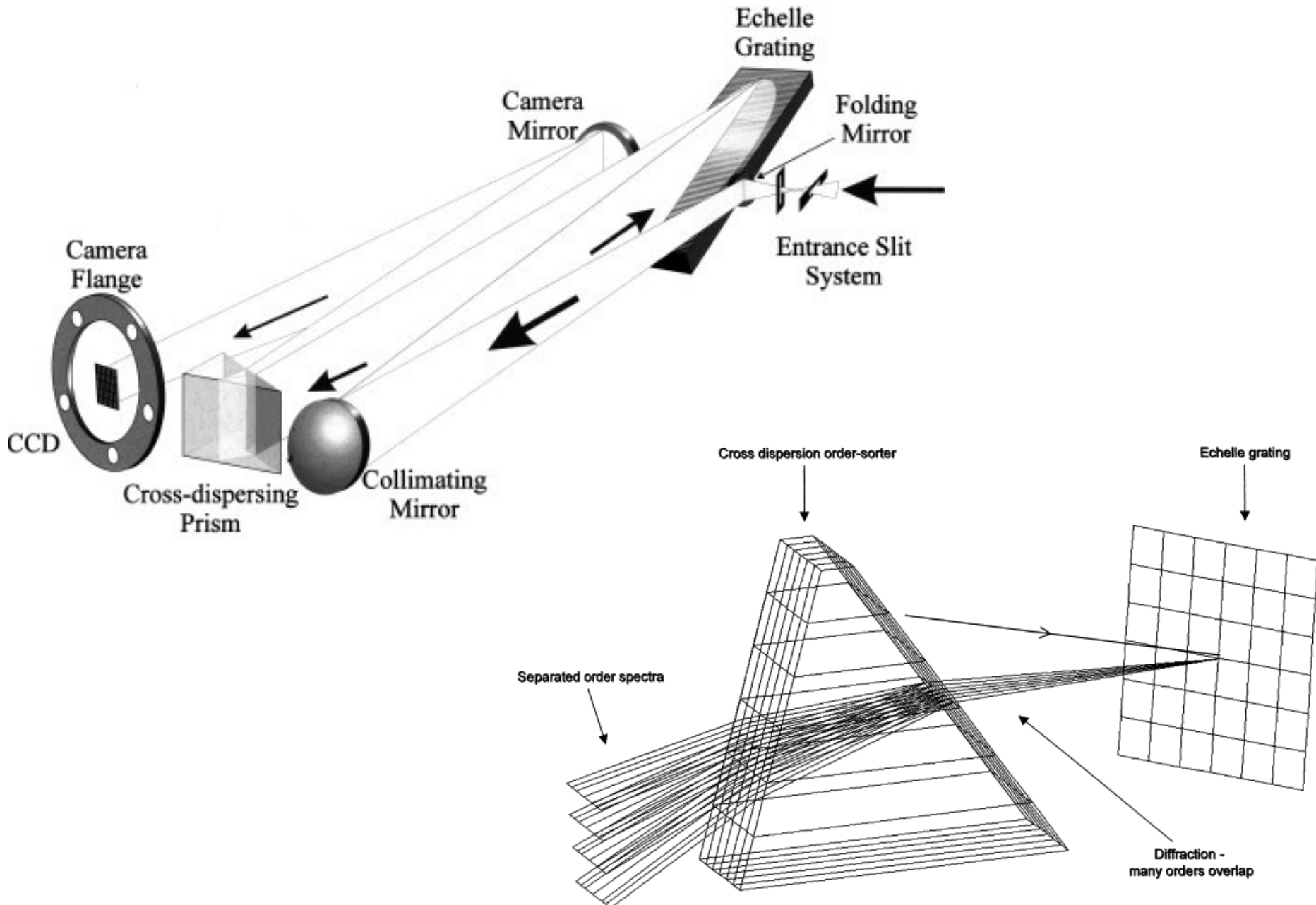
Entrance & Exit  
 Centre of the Lightpath

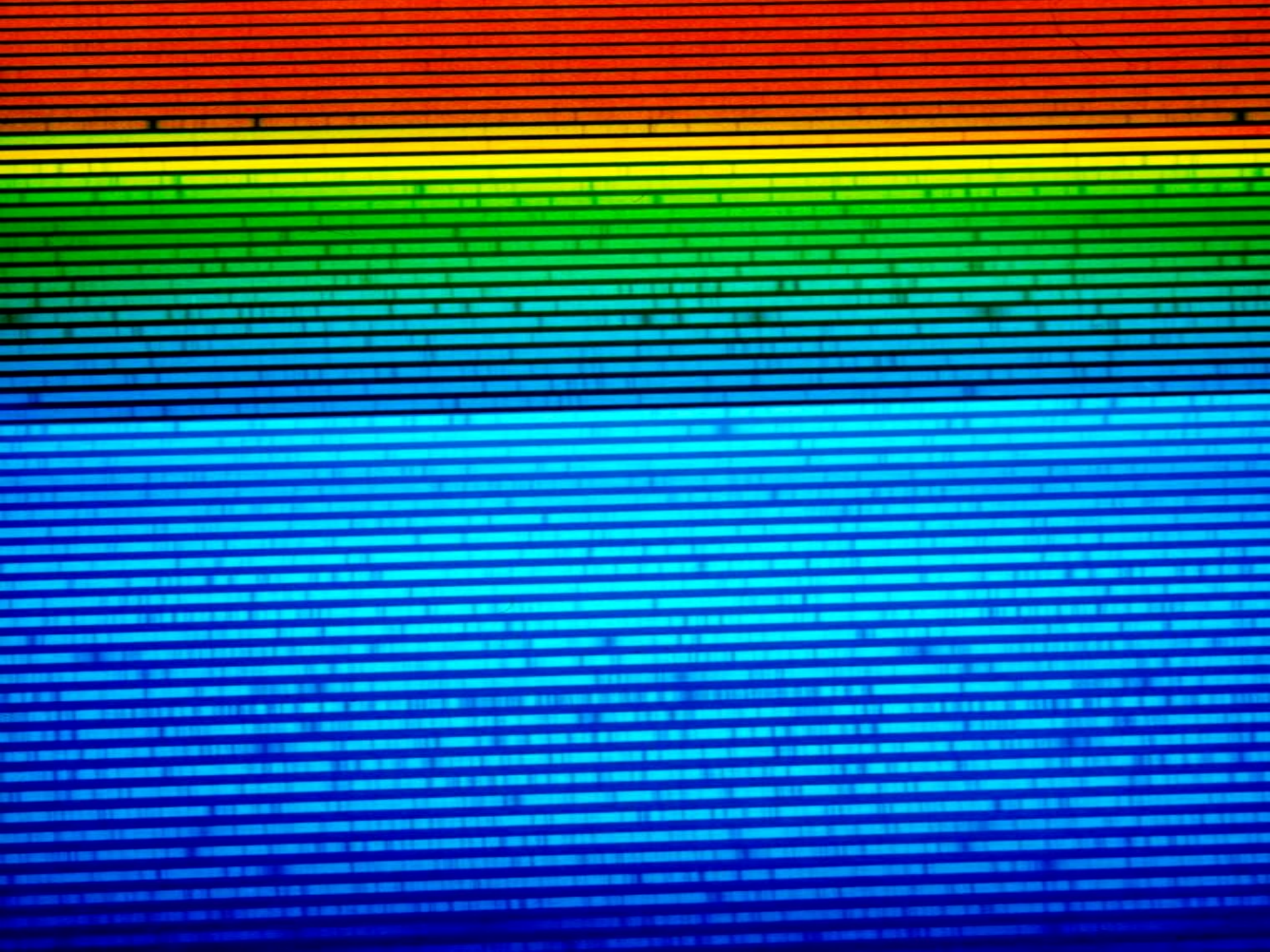


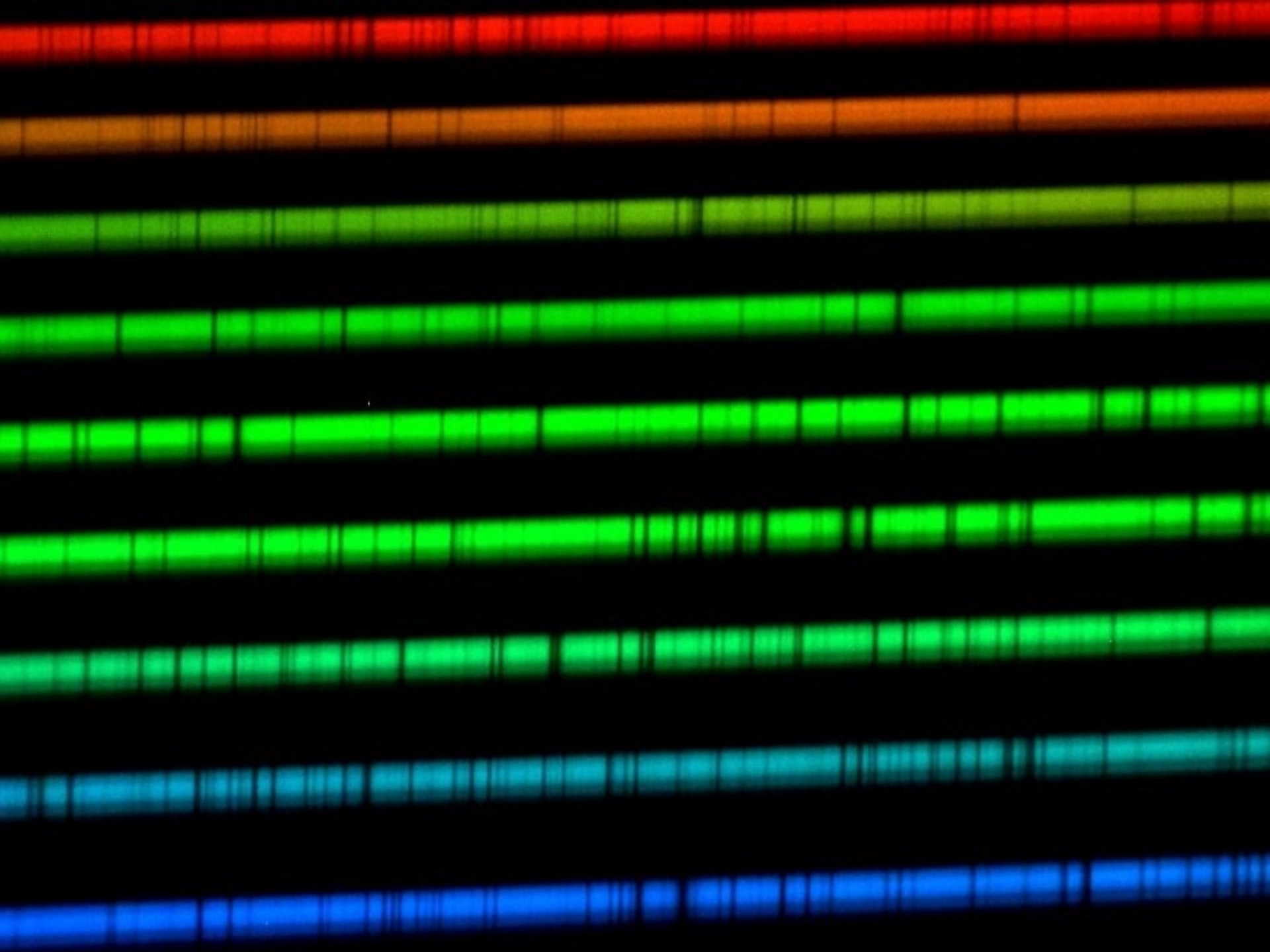
Angles at the Littrow

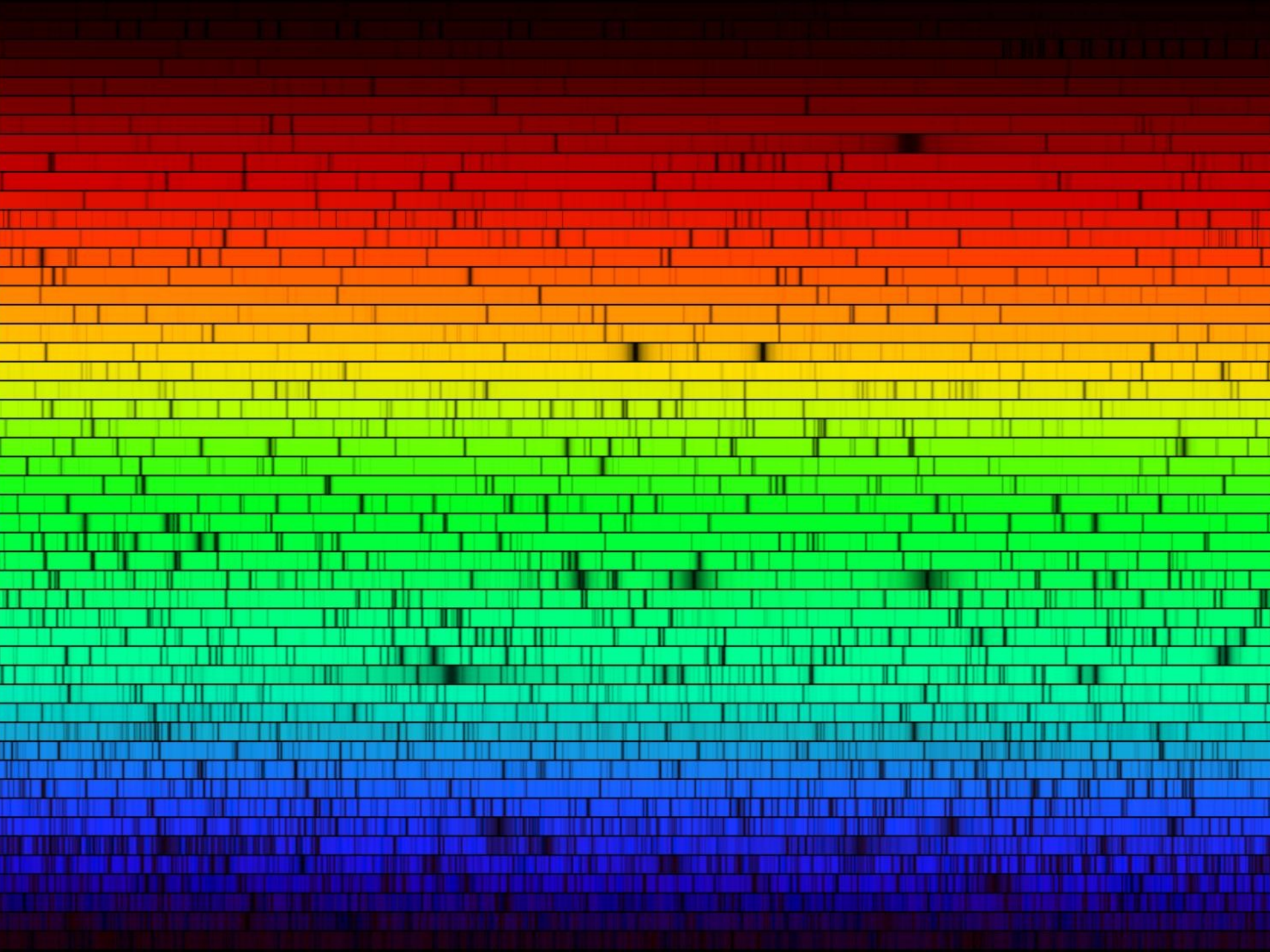
$$m\lambda = 2d \sin a$$

# Eschelle

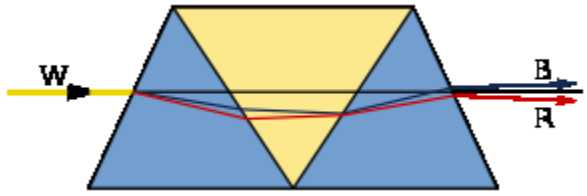
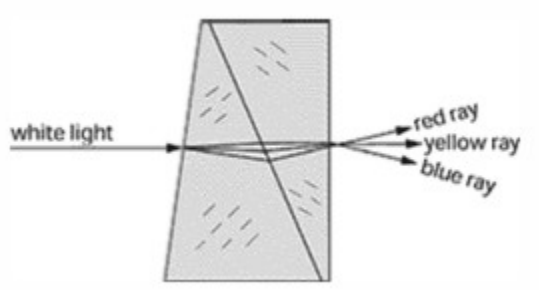




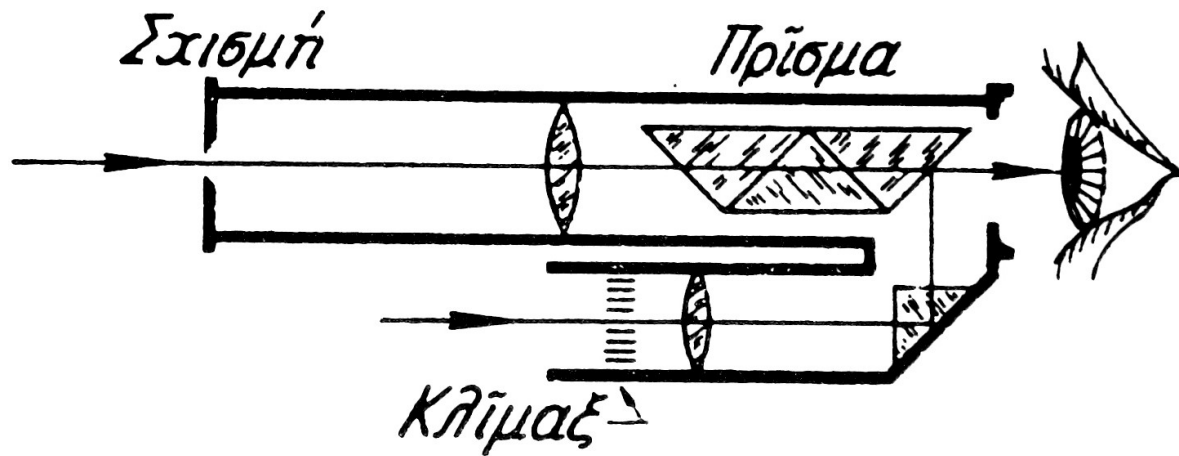




# Ευθυσκοπίας



Φορητό φασματοσκόπιο ευθυσκοπίας





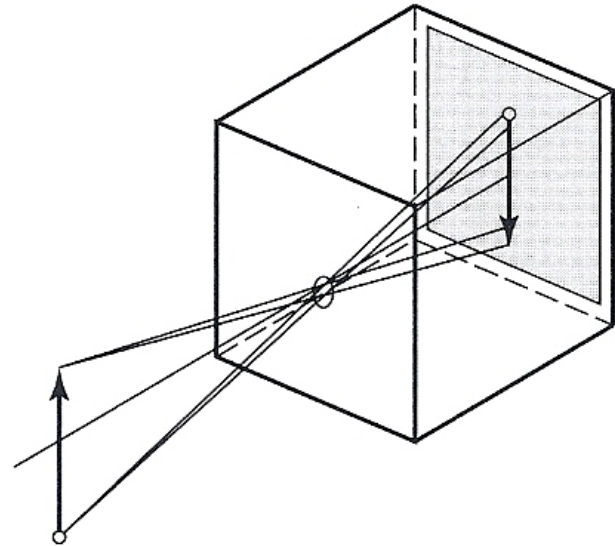
# ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ



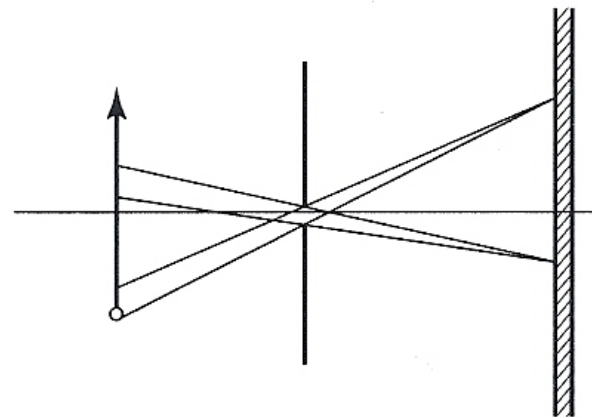
Κοσμάς Γαζέας  
Αθήνα 2016

# Pinhole camera

- Δεν υπάρχει οπτικό στοιχείο.
- Η συζυγία αντικειμένου ειδώλου εξασφαλίζεται από το πολύ μικρό μέγεθος της οπής.
- Όσο μικρότερη η οπή τόσο καθαρότερη η εικόνα (μέχρι να γίνει τόσο μικρή ώστε να έχουμε σημαντικά φαινόμενα περίθλασης, οπότε μικραίνοντας την οπή χειροτερεύουμε το είδωλο).
- Επειδή δεν υπάρχει φακός, δεν υπάρχει «βάθος πεδίου» δηλ. τόσο τα κοντινά όσο και τα μακρινά αντικείμενα είναι εστιασμένα.
- Η απόσταση του φιλμ από την οπή καθορίζει το οπτικό πεδίο (Field of View - FoV): μικρότερη απόσταση σημαίνει μεγαλύτερο FoV, μικρότερα μεγέθη των ειδώλων της οπής από διαφορετικά σημεία του αντικειμένου, άρα καθαρότερη εικόνα.
- Βασικό μειονέκτημα: μικρή φωτεινότητα, μεγάλες εκθέσεις, όχι κατάλληλη για κινούμενα αντικείμενα.



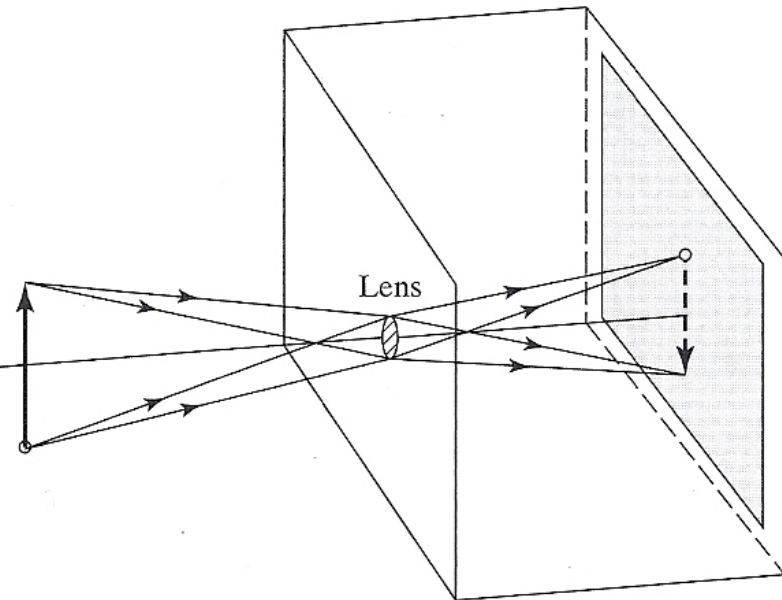
(a)



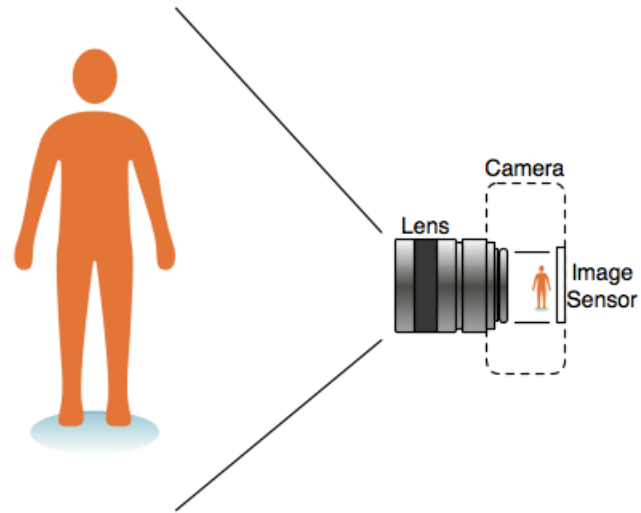
(b)

# Φωτογραφική μηχανή

- Τοποθετούμε ένα συγκεντρωτικό φακό στη θέση της οπής
- Αύξηση της φωτεινότητας (λόγω εστίασης).
- Αύξηση καθαρότητας (λόγω εστίασης).
- Η απόσταση φακού–φίλμ (ή CCD) είναι κρίσιμη:
- Για μακρινά αντικείμενα η εικόνα σχηματίζεται στο εστιακό επίπεδο του φακού – φίλμ.
- Για κοντινά αντικείμενα, η θέση όπου σχηματίζεται το είδωλο εξαρτάται από την απόσταση του αντικειμένου ( $s$ ). Επειδή δεν μπορούμε να αλλάξουμε τη θέση του φίλμ (ή της CCD) αλλάζουμε την θέση του φακού. (Οι ακρότατες θέσεις του φακού προσδιορίζουν τις αποστάσεις των αντικειμένων που μπορούμε να φωτογραφίσουμε επιτυχώς).
- Το μέγεθος του ειδώλου είναι ανάλογο της εστιακής απόστασης  $f$ .
- Επίσης το  $f$  καθορίζει το οπτικό πεδίο (FoV). Το οπτικό πεδίο είναι αντιστρόφως ανάλογο της εστιακής απόστασης.
  - Ευρυγώνιος φακός: μικρή εστιακή απόσταση
  - Τηλεφακός: μεγάλη εστιακή απόσταση

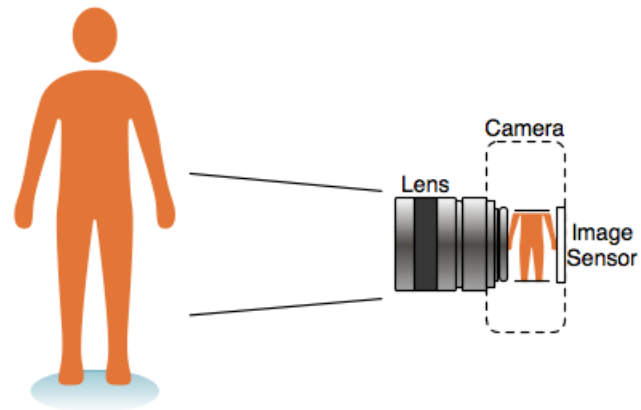


Ευρυγώνιος φακός



Wide-Angle Lens

Τηλεφακός



Telephoto Lens

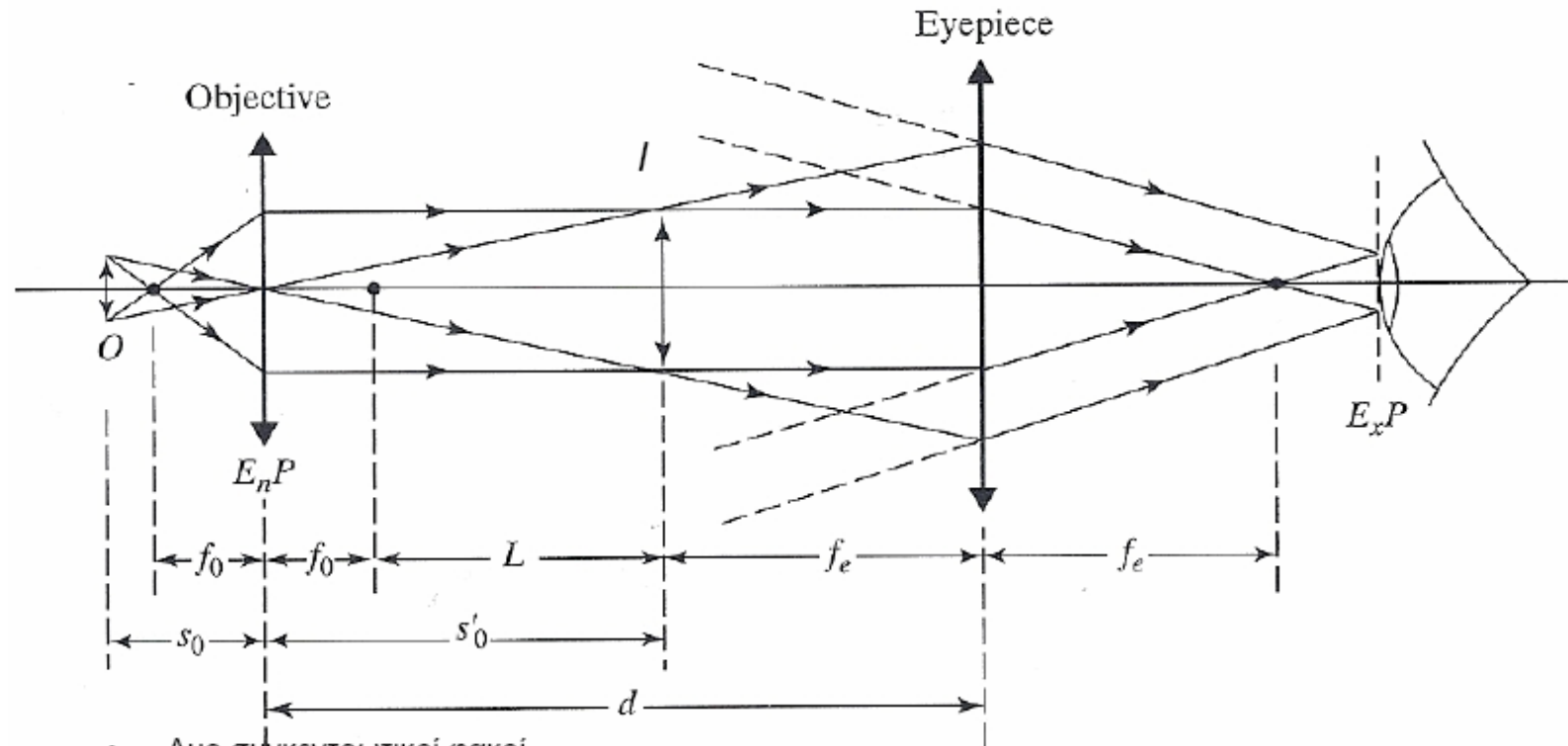
# ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ



Κοσμάς Γαζέας

Αθήνα 2016

# Μικροσκόπιο



- Διο συγκεντρωτικοί φακοί
  - ο αντικειμενικός με μικρή εστιακή απόσταση  $f_0$
  - ο μεγεθυντικός που είναι και ο προσοφθάλμιος με εστιακή απόσταση  $f_e$
- Πραγματικό είδωλο σχηματίζεται από τον Α.Φ. στο  $I$  μέσα στον σωλήνα του μικροσκοπίου (σε απόσταση από τον Π.Φ. ίση με  $f_e$ )
- Ο ΑΦ δρα σαν aperture stop
- Το μάτι, στο  $E_xP$ , βλέπει ένα αντεστραμμένο μεγεθυμένο φανταστικό είδωλο
- Στη θέση του ενδιάμεσου ειδώλου τοποθετείται κατάλληλο field stop. Το μάτι βλέπει και το αντικείμενο και το ΦΣ εστιασμένα με καλά ορισμένα όρια της εικόνας.
- Αν χρησιμοποιήσουμε κάμερα, χρειαζόμαστε πραγματικό τελικό είδωλο, Το  $I$  πρέπει να είναι έξω από το  $f_e$

Η συνολική μεγέθυνση είναι

$$M = \frac{25}{f_{\text{eff}}}$$

όπου

$$\frac{1}{f_{\text{eff}}} = \frac{1}{f_o} + \frac{1}{f_e} - \frac{d}{f_o f_e}$$

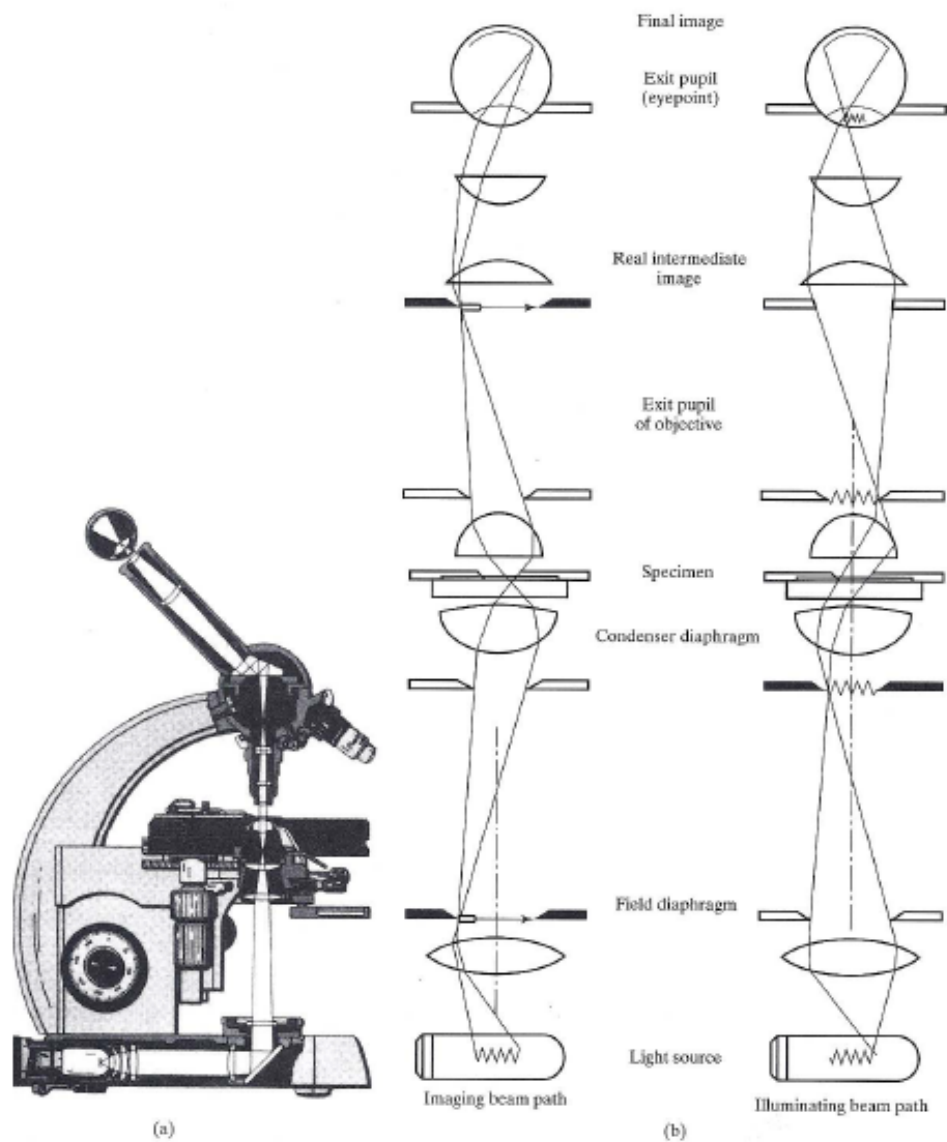
$$M = \frac{25(f_e + f_o - d)}{f_o f_e}$$

Για λεπτούς φακούς ισχύει

$$\frac{s'_o}{s_o} = \frac{d - f_e - f_o}{f_o}$$

$$M = - \frac{25s'_o}{f_e s_o}$$

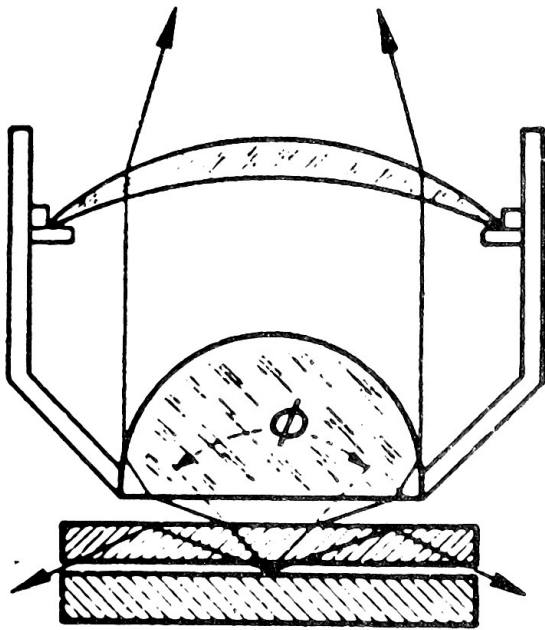
Δηλ. η συνολική μεγέθυνση ισούται με το γινόμενο της γραμμικής μεγέθυνσης του αντικειμενικού επί την γωνιακή μεγέθυνση του προσοφθαλμίου.



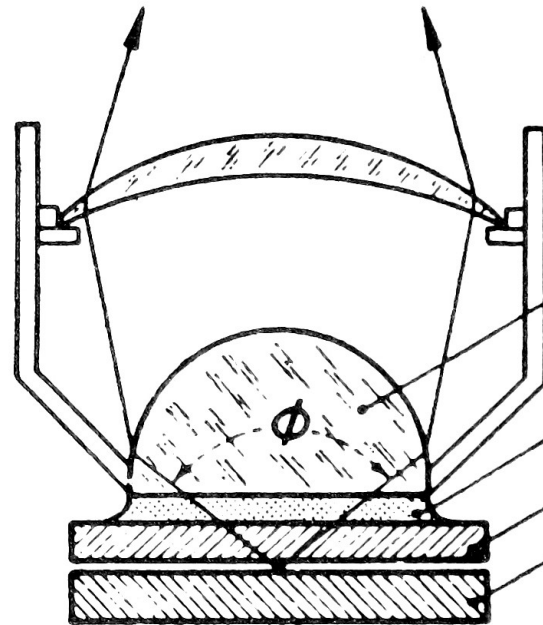
**Figure 3-30** (a) Standard microscope illustrating Koehler illumination. (b) Schematic showing detailed ray traces through the instrument both for object illumination and image formation. (Courtesy Carl Zeiss, Inc., Thornwood, N.Y.)



Ξηρός (I) και καταδυτικός (II) φακός μικροσκοπίου



I



II

Καταδυτικός  
φακός

Κεδρέλαιον

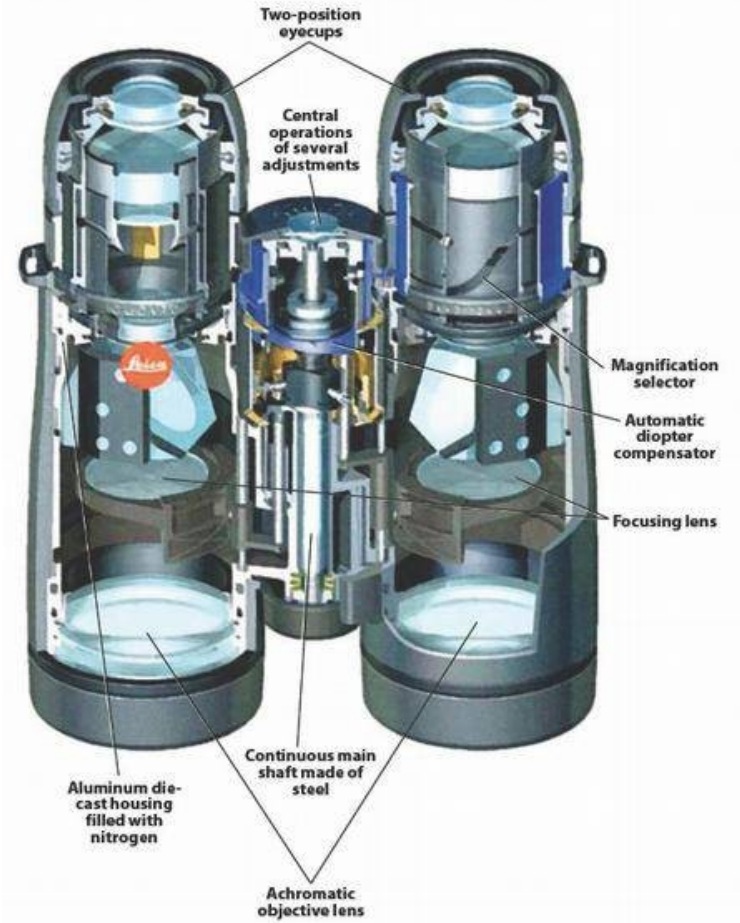
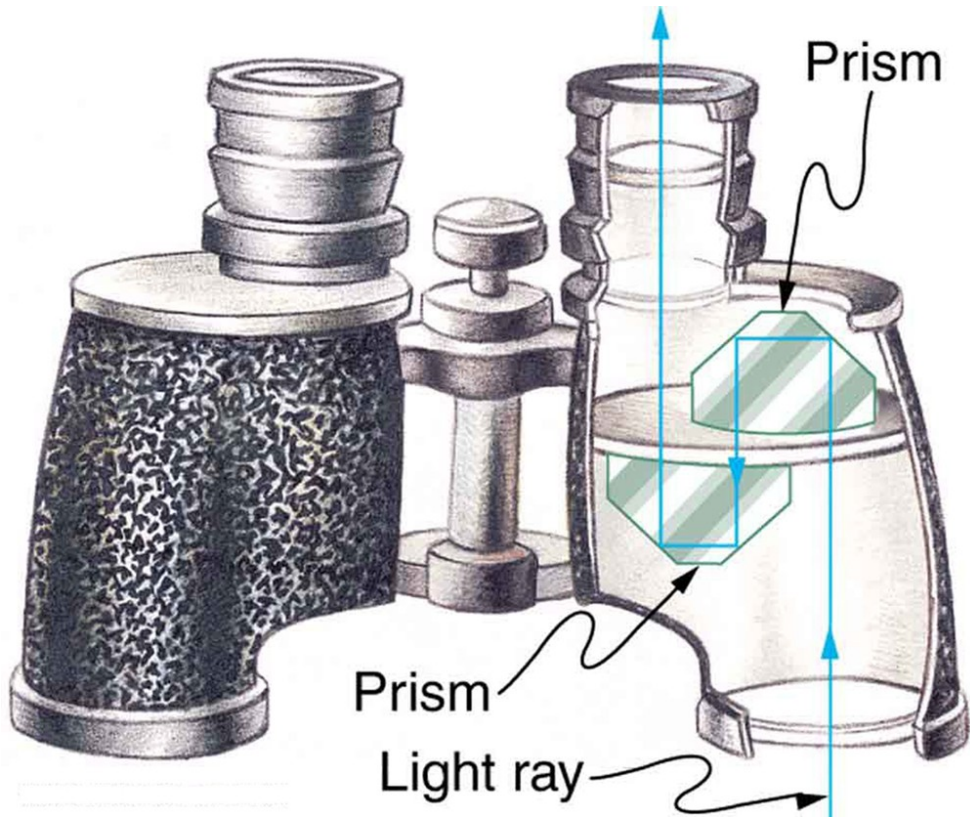
Καλυπτρίς

Ἀντικειμενοφόρος  
πλάξη

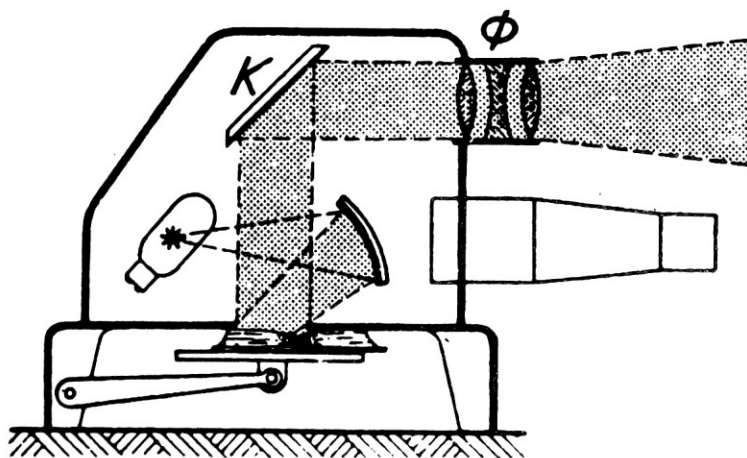
KIAΛΙΑ



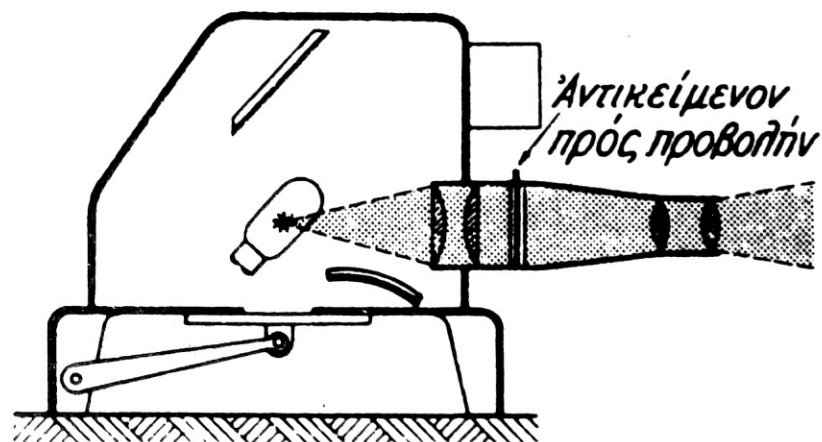
# Κιάλια



Επισκοπική (I) και διασκοπική (II) προβολή



I



II

# Διαθλασίμετρο Abbe

