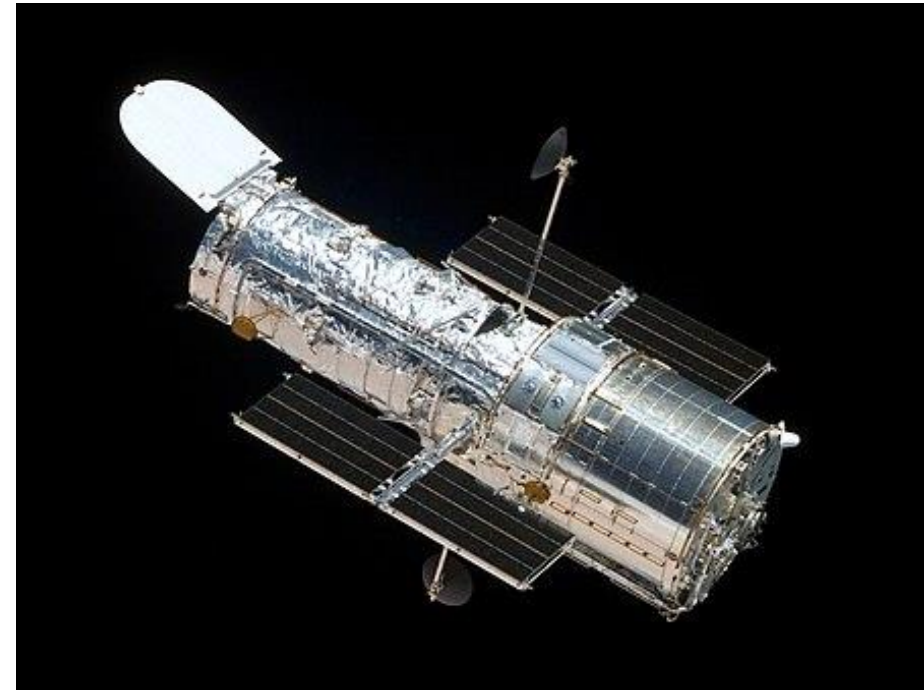
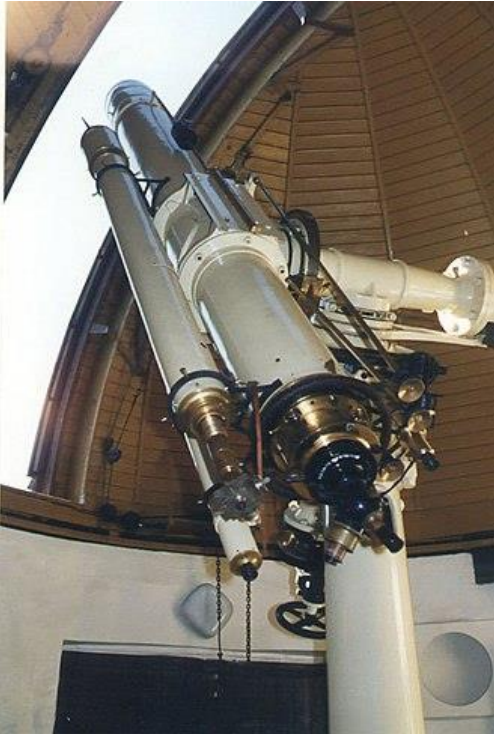


# ΟΠΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

## ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ – ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ



# ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

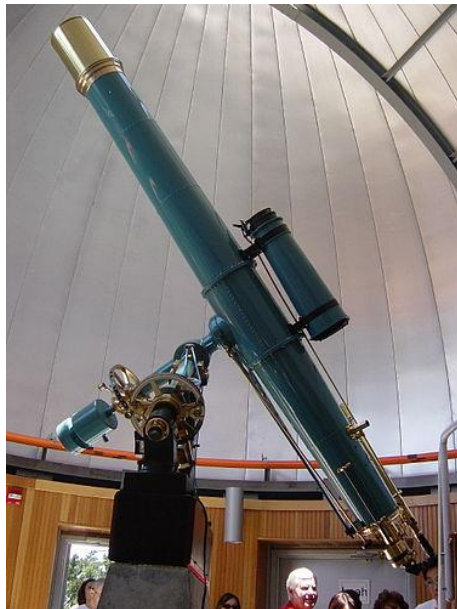
- 1608 Hans Lippershey: αίτημα διπλώματος ευρεσιτεχνίας για διοπτρικό τηλεσκόπιο
- 1609 Galileo Galilei: Κατασκευή τηλεσκοπίου (διοπτρικό)
- 1611 Johannes Kepler: Βελτίωση (αύξηση οπτικού πεδίου) τηλεσκοπίου
- 1661 James Gregory: Ανακάλυψη κατοπτρικού τηλεσκοπίου
- 1668 Isaak Newton: Κατασκευή κατοπτρικού τηλεσκοπίου
- 1672 Laurent Cassegrain: Κατασκευή κατοπτρικού τηλεσκοπίου μεγάλης  $f$  με μικρό μήκος σωλήνα
- 1814 W. F. Hamilton: Καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο
- 1899 Ludwig Schupmann: Medial and Brachymedial καταδιοπτρικό τηλεσκόπιο
- 1931 Bernhard Schmidt: Schmidt corrector plate – διόρθωση σφαιρικού σφάλματος →

→ ευρύ οπτικό πεδίο και ταυτόχρονα μεγάλη διάμετρος κατόπτρου

# ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΩΝ

## ΕΠΙΓΕΙΑ

- Μπορούν να ανιχνεύσουν μόνο ένα μέρος του Η/Μ φάσματος (ορατό – εγγύς υπέρυθρο – ραδιοκύματα)
- Παραμορφώσεις ειδώλων λόγω της ατμόσφαιρας: παρουσία νεφών, αναταράξεις, φωτορύπανση)



## ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ

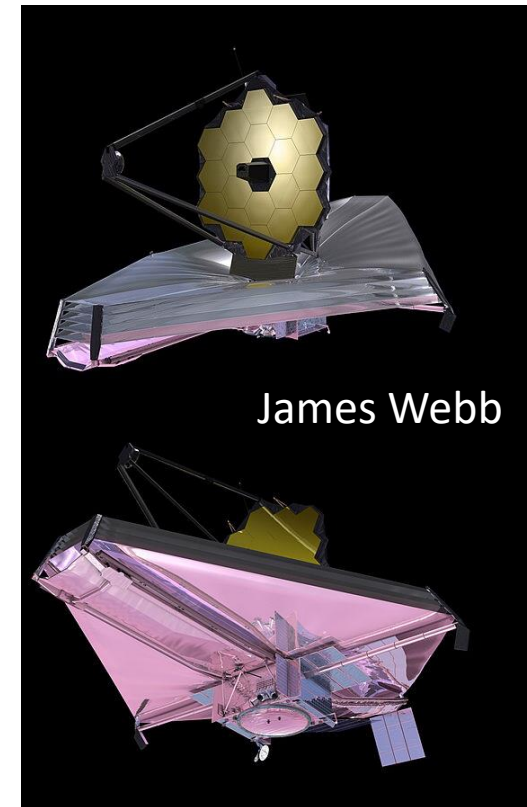
- Μεγάλο κόστος κατασκευής
- Εξαιρετικά δύσκολη συντήρηση - επισκευή



Kepler



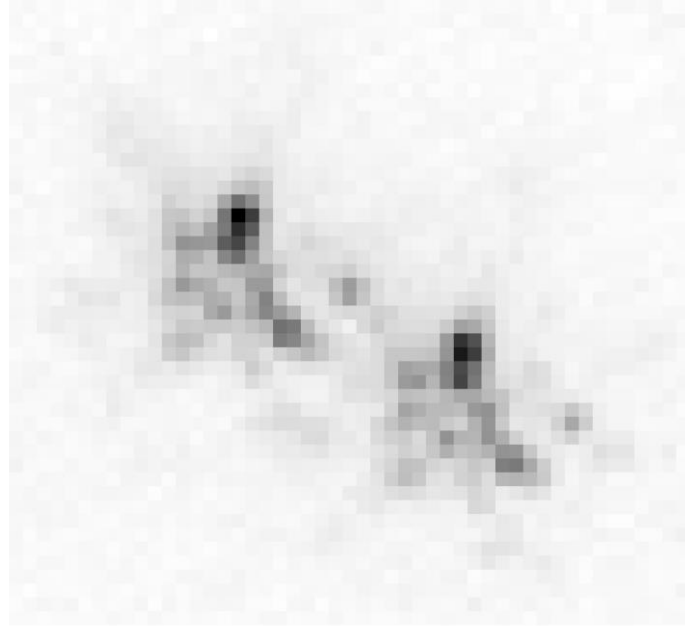
Spitzer



James Webb

## Επίδραση αναταράξεων (turbulence) της γήινης ατμόσφαιρας

Διπλό άστρο Zeta Boötis:  
Αντί των αναμενόμενων δίσκων του Airy  
(περίθλαση), η εικόνα «σπάει» σε κηλίδες



Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=112662>

# ΟΠΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

Σκοπός: παρατήρηση πολύ απομακρυσμένων αντικειμένων →

Αυξάνουν φαινόμενο γωνιακό μέγεθος & φαινόμενη λαμπρότητα

Αντικειμενικό σύστημα μεγάλης εστιακής απόστασης

Πραγματικό είδωλο

Προσοφθάλμιο σύστημα μικρής εστιακής απόστασης

Φανταστικό είδωλο του πραγματικού ειδώλου

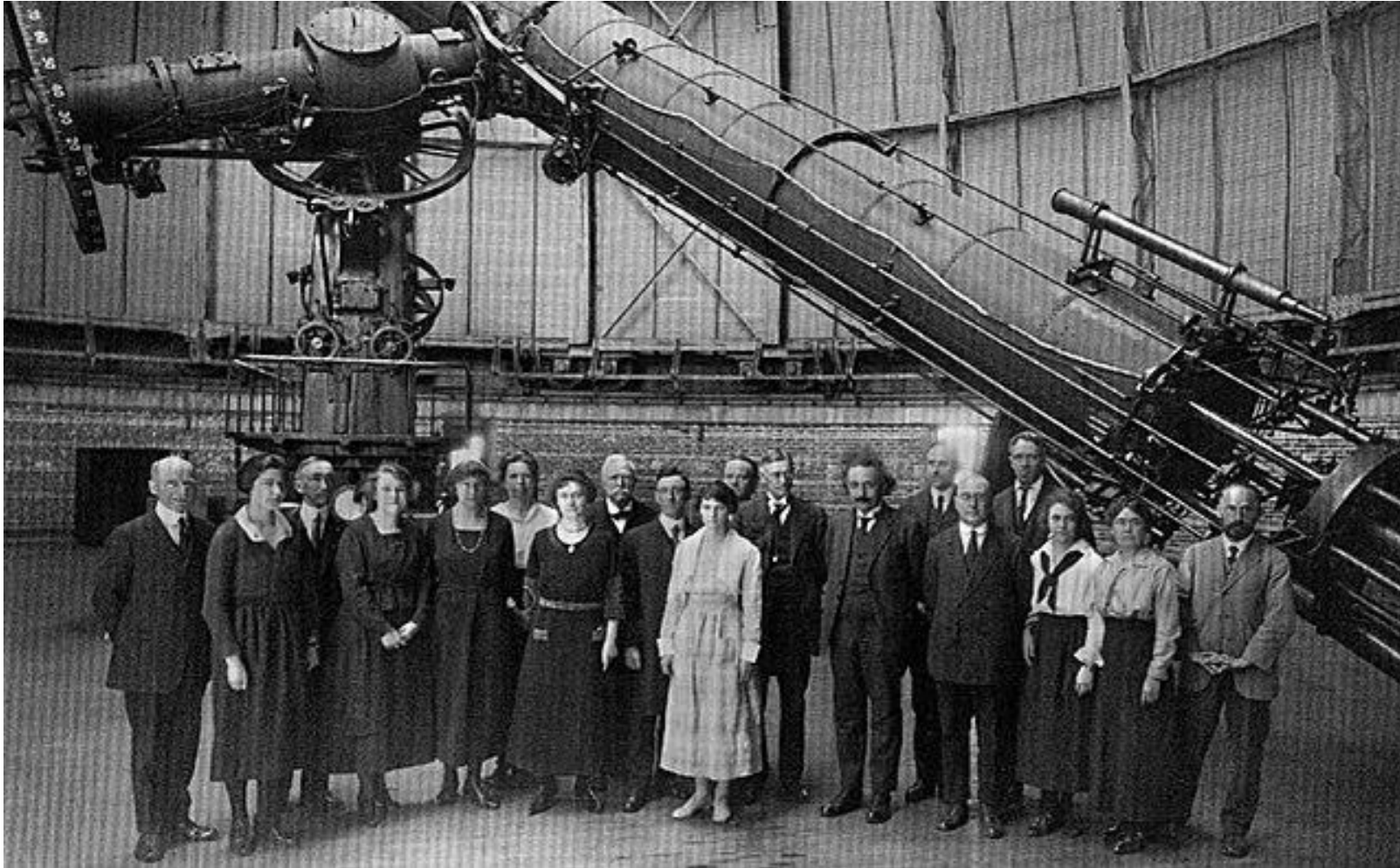
Εισερχόμενες στο τηλεσκόπιο παράλληλες δέσμες εξέρχονται από αυτό παράλληλες

## ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΩΝ

- ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΑ Ή ΔΙΟΠΤΡΙΚΑ: διαθλαστικό αντικειμενικό σύστημα (φακοί)
- ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΑ Ή ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ: αντικειμενικό σύστημα = κοίλο κάτοπτρο
- ΚΑΤΑΔΙΟΠΤΡΙΚΑ: συνδυασμός κατόπτρων και διαθλαστικών στοιχείων



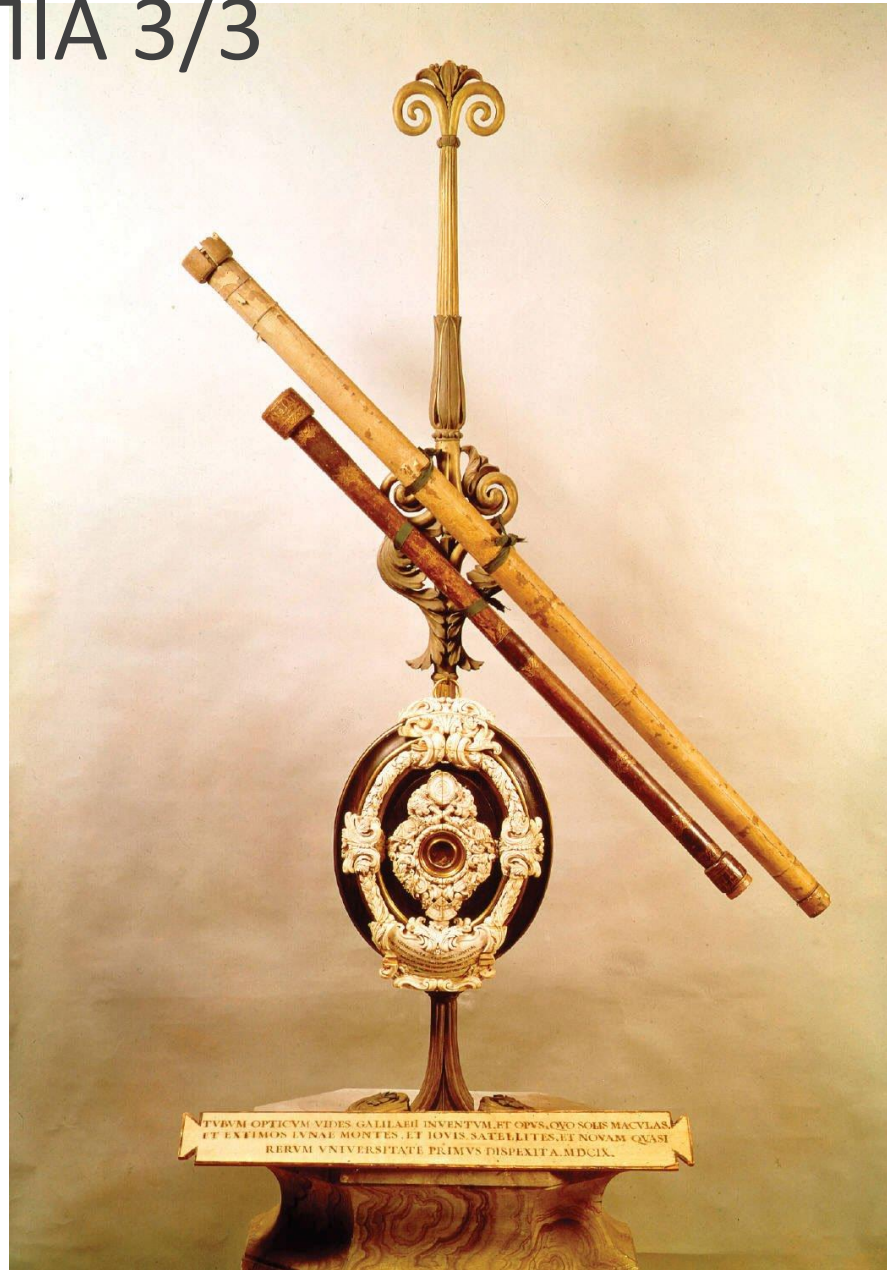
# ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ



Το μεγαλύτερο (104cm) αστρονομικό αχρωματικό διαθλαστικό τηλεσκόπιο (επίσκεψη του Einstein στο Yerkes Observatory, 6 Μαΐου 1921)

# ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ 3/3

τα τηλεσκόπια του Γαλιλαίου  
μουσείο Φλωρεντίας

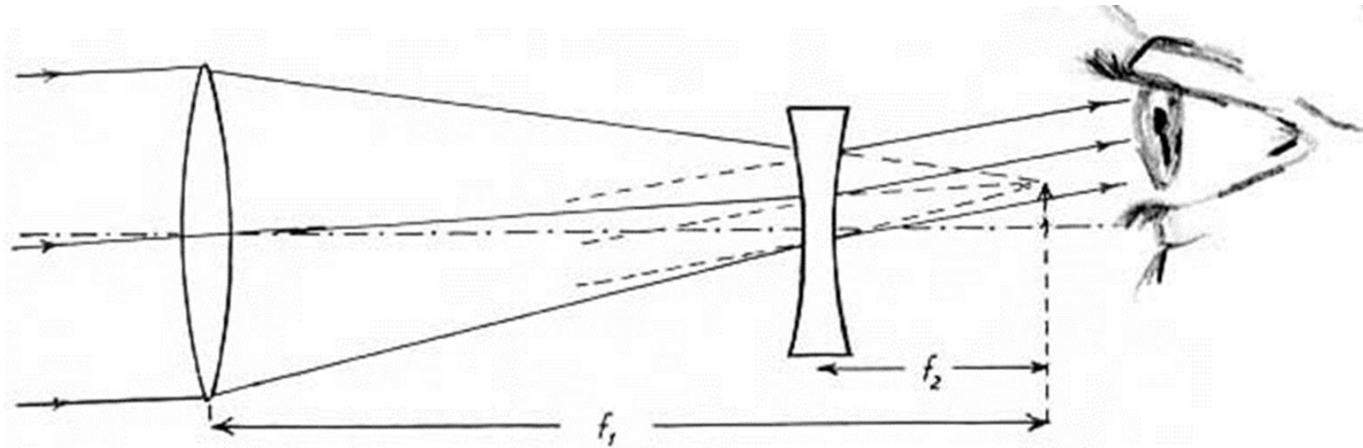


<https://www.lam-lab.com/kataskeyes-sxoleio-projects/gymnasio/g-gymnasioy-fysiki/sygklinontes-kai-apoklinontes-fakoi-galilaios/>



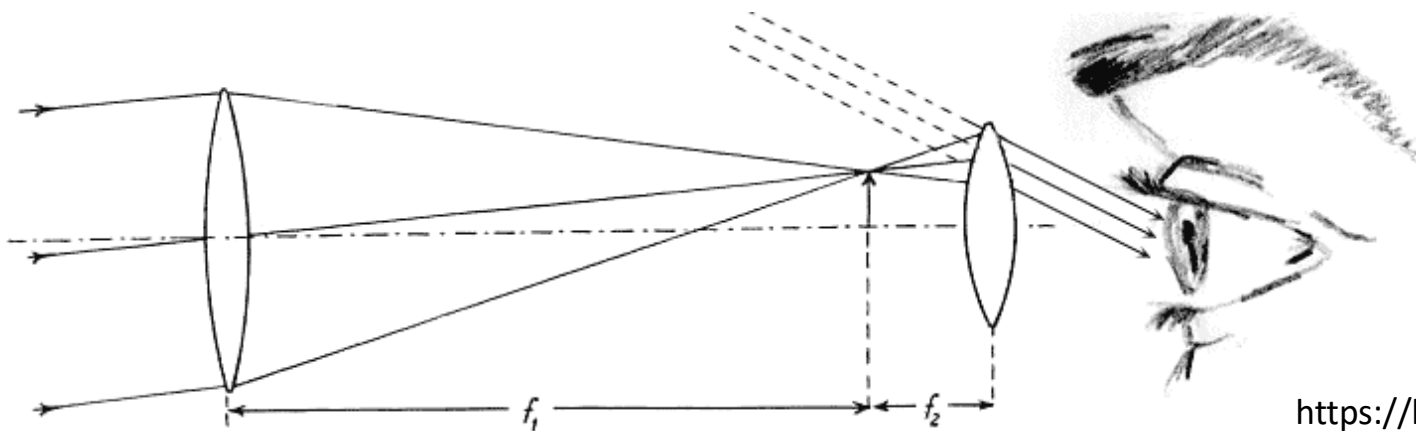
# ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ 1/3

τηλεσκόπιο του Γαλιλαίου



- μεγάλη φωτεινότητα
- μικρό μήκος
- είδωλο ορθό

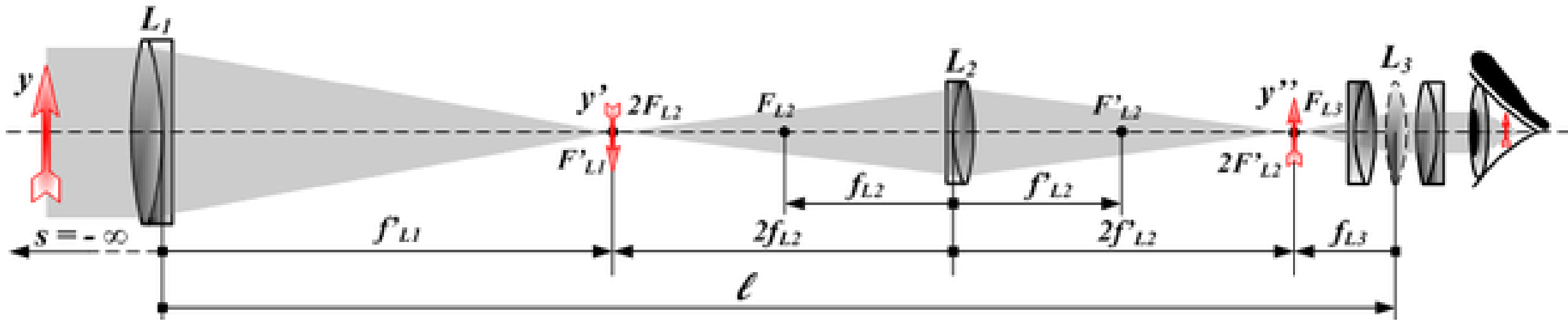
τηλεσκόπιο του Kepler



- μεγαλύτερο οπτικό πεδίο
- μεγαλύτερη μεγέθυνση
- είδωλο αντεστραμμένο

# ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ 2/3

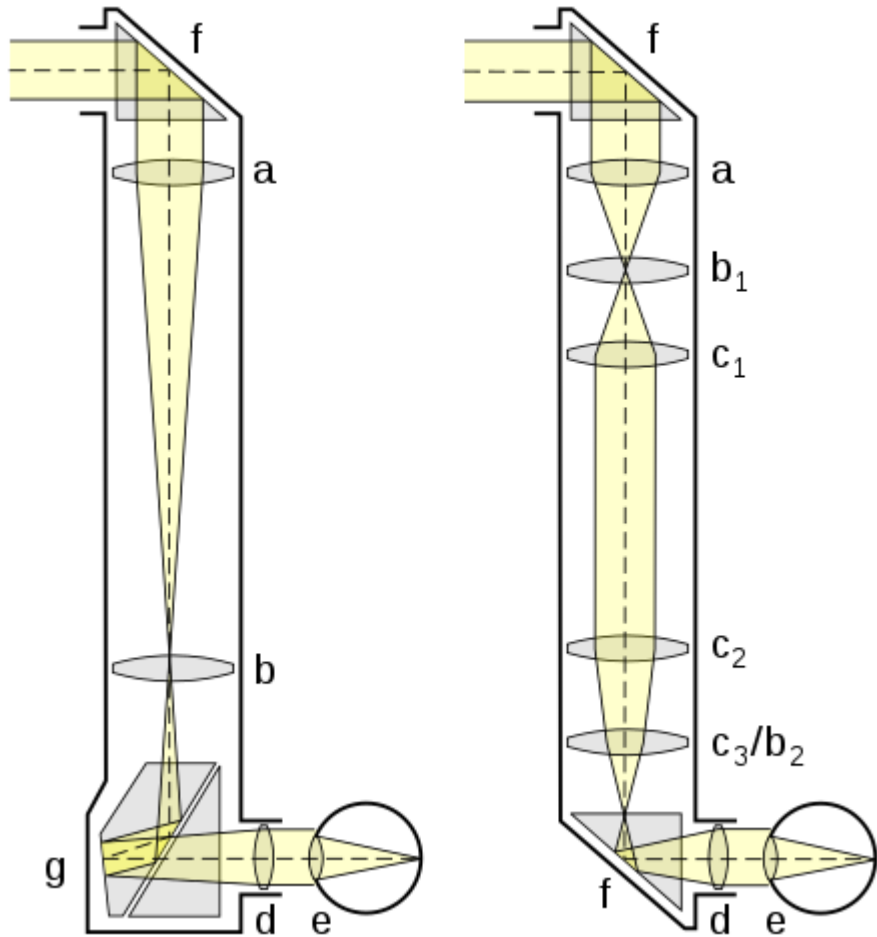
ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΤΩΝ ΕΠΙΓΕΙΩΝ (relay lenses) : διόρθωση αναστροφής εικόνας με παρεμβολή συγκλίνοντα ανορθωτικού φακού μεταξύ αντικειμενικού & προσοφθάλμιου



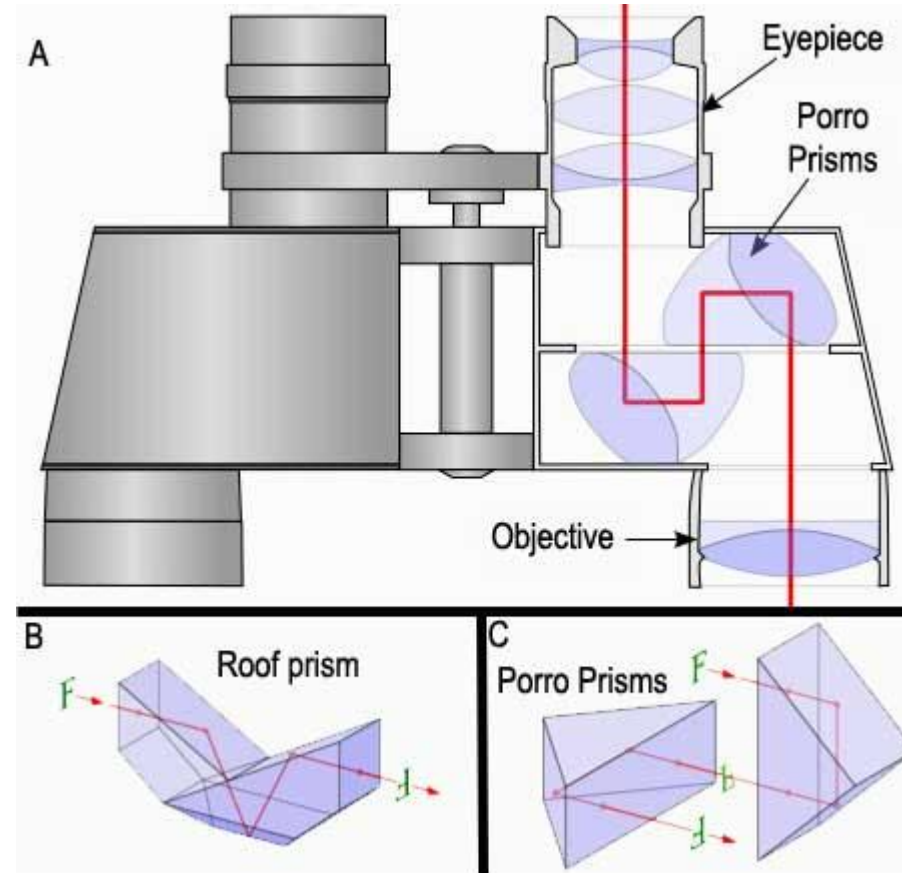
Μήκος τηλεσκοπίου:  $f_{L1} + 4f_{L2} + f_{L3}$

πολύ μεγάλο !!!

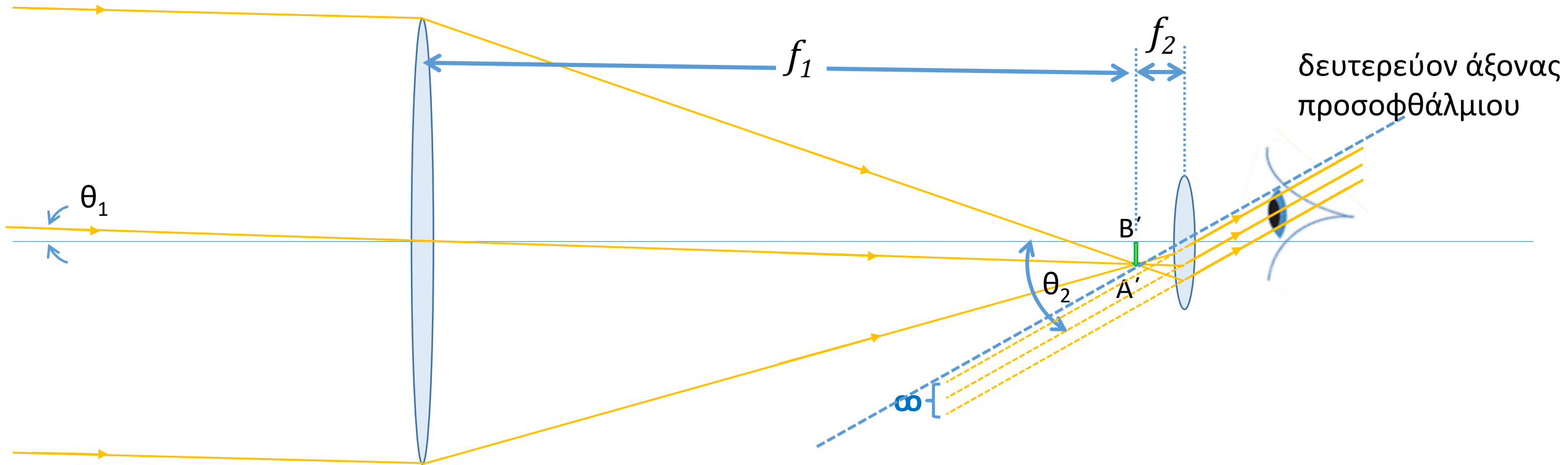
# ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΟ



# ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΗ ΔΙΟΠΤΡΑ (ΚΥΑΛΙΑ)

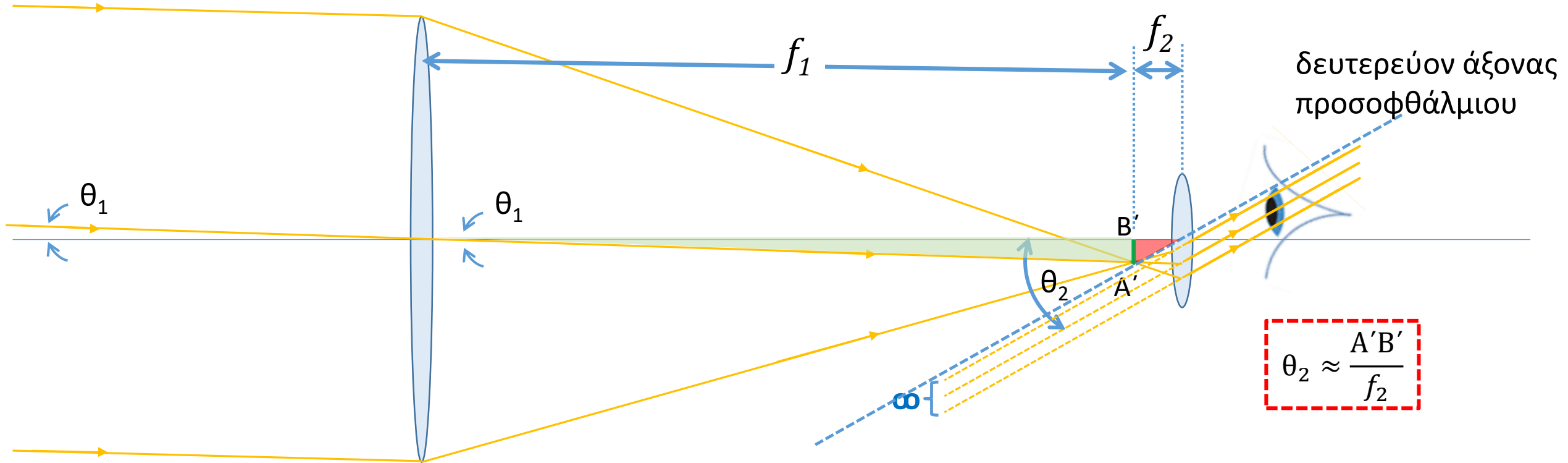


# ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ – ΠΟΡΕΙΕΣ ΑΚΤΙΝΩΝ



$$M_{\gamma\omega\nu} = \frac{\text{γωνία ορασεως δια του οργανου}}{\text{γωνία ορασεως δια γυμνού οφθαλμού}}$$

ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ – ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ  $M = \frac{\text{γωνία ορασεως δια του οργανου}}{\text{γωνία ορασεως δια γυμνού οφθαλμού}}$

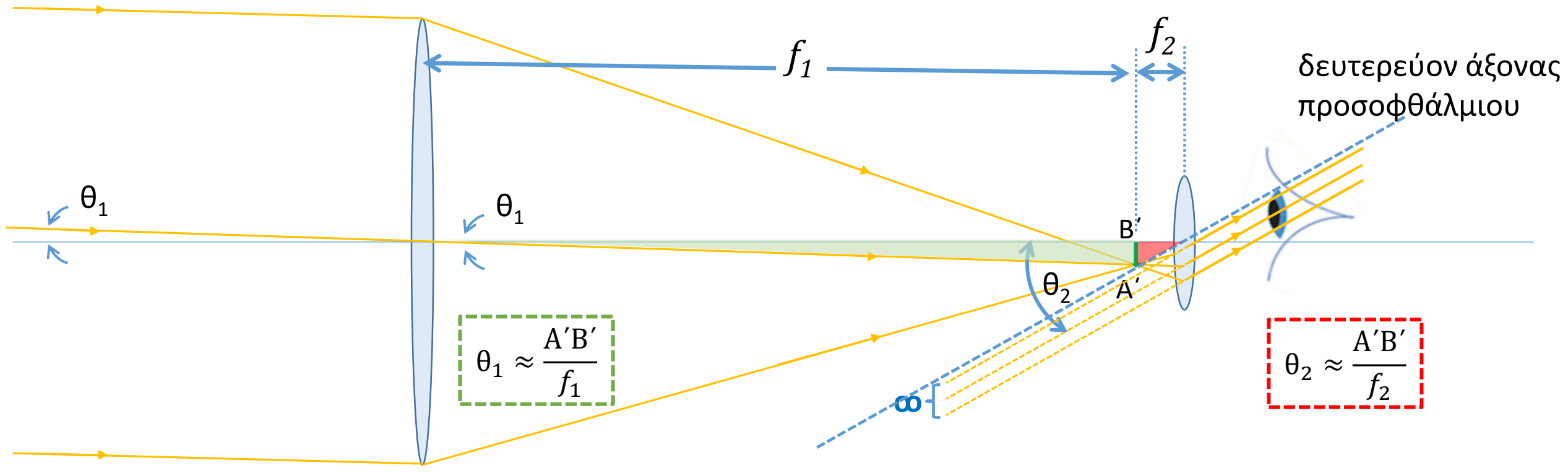


παρατηρούμενο αντικείμενο σε πολύ μεγάλη απόσταση  $\rightarrow$  γωνία οράσεως δια γυμνού οφθαλμού  $\approx \theta_1$

$$\theta_1 \approx \frac{A'B'}{f_1}$$



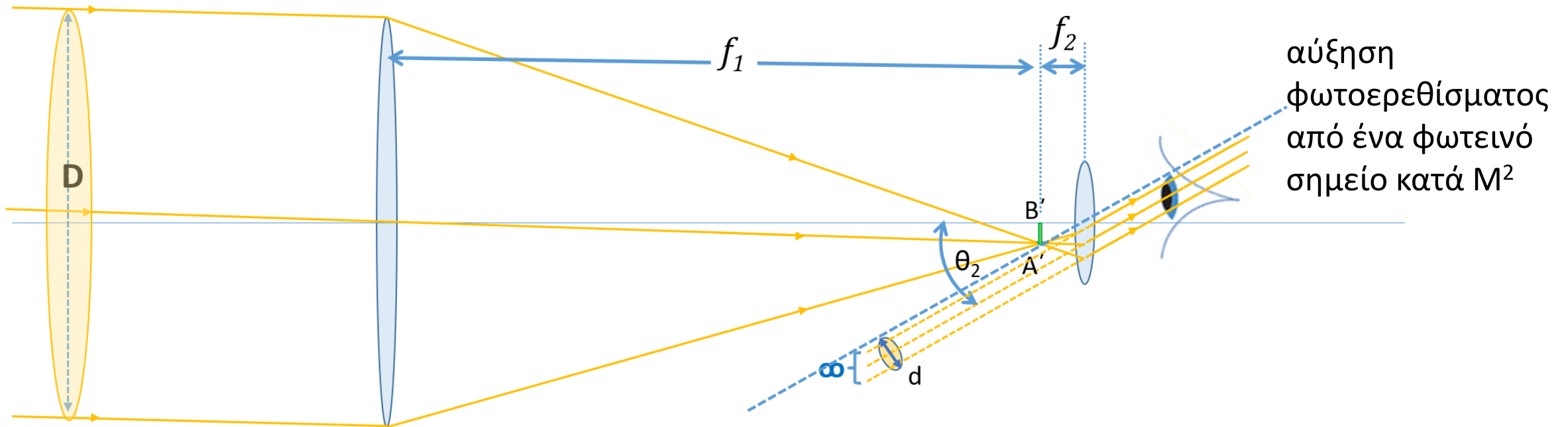
# ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ – ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ Μ



$$M = \frac{\text{γωνια ορασεως δια του οργανου}}{\text{γωνια ορασεως δια γυμνού οφθαλμού}} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\frac{A'B'}{f_2}}{\frac{A'B'}{f_1}} = \frac{f_1}{f_2} \quad \Rightarrow \quad \boxed{M = \frac{f_1}{f_2}}$$

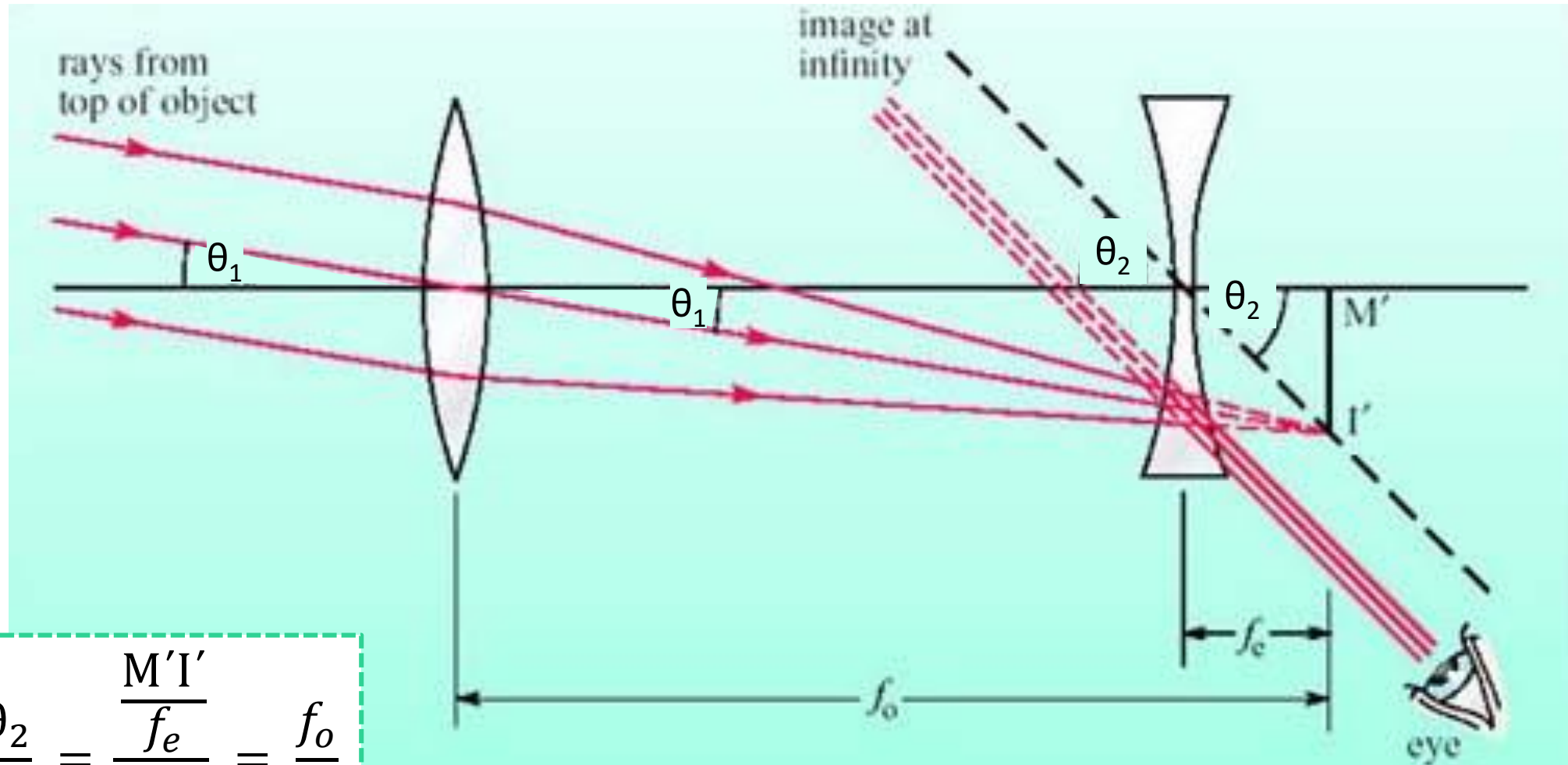
# ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ – ΑΥΞΗΣΗ ΦΩΤΟΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ

ΦΩΤΟΕΡΕΘΙΣΜΑ ΑΠΟ ΣΗΜΕΙΑΚΗ ΠΗΓΗ ~ ΕΝΤΑΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ  $I = \frac{\text{φωτεινη ροη}}{\text{εμβαδο δεσμης}}$



$$\frac{D(\text{προσπιπτουσας δεσμης})}{d(\text{εξερχομενης δεσμης})} = \frac{f_1}{f_2} = M \rightarrow \frac{\text{εμβαδο προσπιπτουσας δεσμης}}{\text{εμβαδο εξερχομενης δεσμης}} = M^2$$

# ΤΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΤΟΥ ΓΑΛΛΙΛΑΙΟΥ – ΠΟΡΕΙΕΣ ΑΚΤΙΝΩΝ



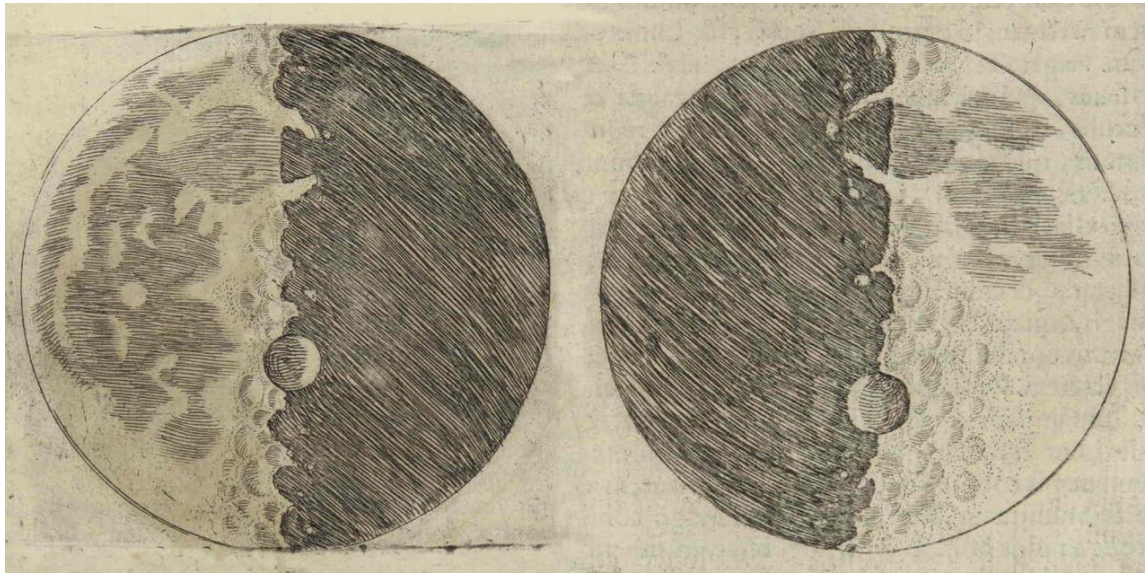
$$M = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\frac{M'I'}{f_e}}{\frac{M'I'}{f_o}} = \frac{f_o}{f_e}$$



# ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ (1/3)

- Κρατήρες στην επιφάνεια της Σελήνης

σκίτσα του Γαλιλαίου



<https://www.instyle.gr/lifestyle/art/galilaios-sti-geitonia-ton-asterion-t/>



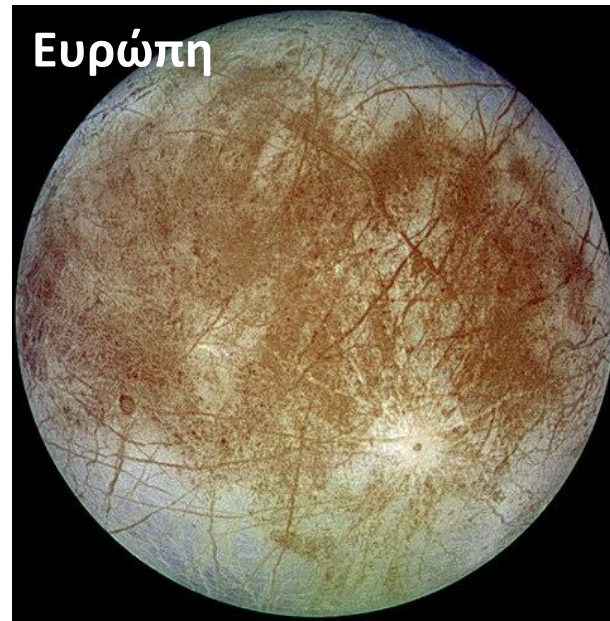
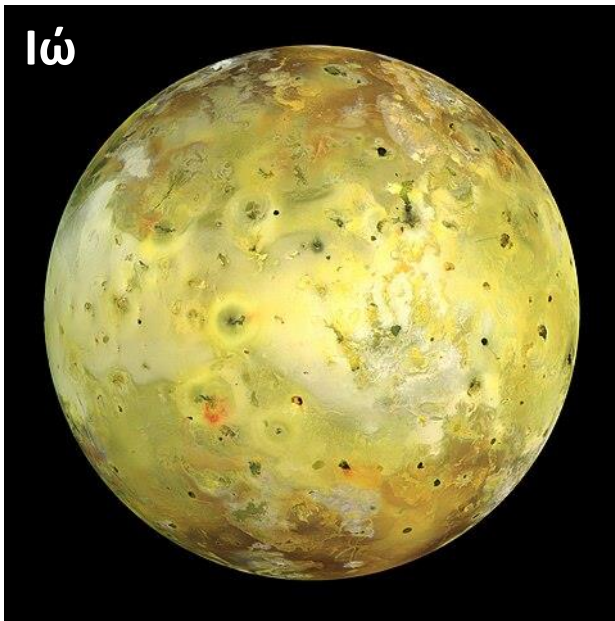
νεότερες εικόνες

<https://physicsgg.me/2011/04/17/%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B5%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CF%81%CF%84%CF%85%CF%81%CE%BF%CF%8D%CE%BD-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CF%83/>



# ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ (2/3)

- 4 μεγαλύτερους (από τους 80 επιβεβαιωμένους) δορυφόρους του Δία:





# ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ (3/3)

- Οι Φάσεις της Αφροδίτης



Από Stasis Kalyvas - VT-2004 programme, Attribution,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5135302>

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ

- $M = \frac{f_{\text{αντικειμενικου}}}{f_{\text{προσοφθαλμιου}}}$
- Μεγάλη μεγέθυνση :            μεγάλη **εστιακή απόσταση ( $f_1$ )** αντικειμενικού →  
→ μεγάλο μήκος σωλήνα τηλεσκοπίου
- Μεγάλη διακριτική ικανότητα:  $\Delta.I. = 1/\delta$  &  $\delta = 1.22 \cdot \frac{\alpha \cdot \lambda}{D}$  } μεγάλη **διάμετρος D**  
αντικειμενικού
- Μεγάλη φωτεινότητα ειδώλου → μεγάλη συλλεκτική ισχύς ( $\sim D^2$ ) }
- Εστιακός λόγος:  $N = \frac{f}{D}$  {  $N < f/6$  → “γρήγορο” - απαιτητικός σχεδιασμός, σφάλματα  
 $N > f/12$  → “αργό” - λιγότερα σφάλματα

ΠΡΟΣΟΧΗ

ΟΠΩΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

Μεγάλη μεγέθυνση : { μειώνει επιφανειακή λαμπρότητα & ποιότητα του ειδώλου  
περιορίζει το οπτικό πεδίο



**Ωφέλιμη Μεγέθυνση:**

η μεγεθυμένη λεπτομέρεια πρέπει να ταιριάζει με το διακριτικό όριο του οφθαλμού

## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΩΝ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΩΝ

- Σφάλμα χρωματικής & σφαιρικής εκτροπής –ιδιαίτερα έντονο σε μικρούς εστιακούς λόγους  $N=f/D$
- Απαίτηση για μεγάλη διάμετρο αντικειμενικού → παραμόρφωση γυαλιού λόγω βαρύτητας
- Ποιότητα γυαλιού, ατέλειες (π.χ. εγκλωβισμένες φυσαλίδες αέρα)
- Το γυαλί είναι αδιαφανές σε ορισμένα μήκη κύματος
- Η ορατή ακτινοβολία εξασθενεί λόγω ανάκλασης στις επιφάνειες του φακού & απορρόφησης κατά τη διέλευσή της μέσα από το γυαλί

# ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

Gregorian telescope



By Sage Ross - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8618254>

Newtonian telescope (replica)



By The Science Museum UK - [1], CC BY 4.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=133516675>



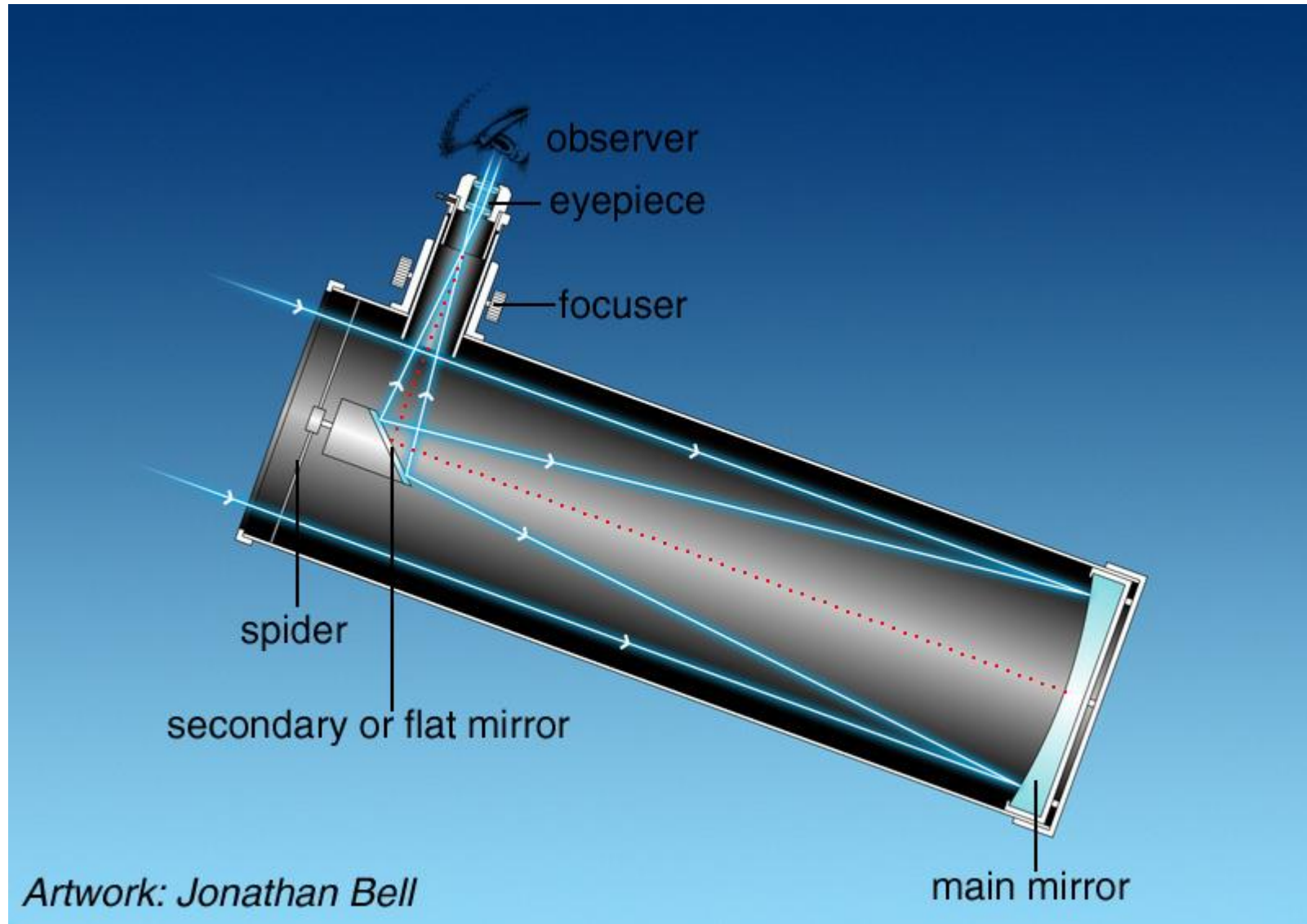
# ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ

Harlan J. Smith,  
McDonald Observatory, Texas



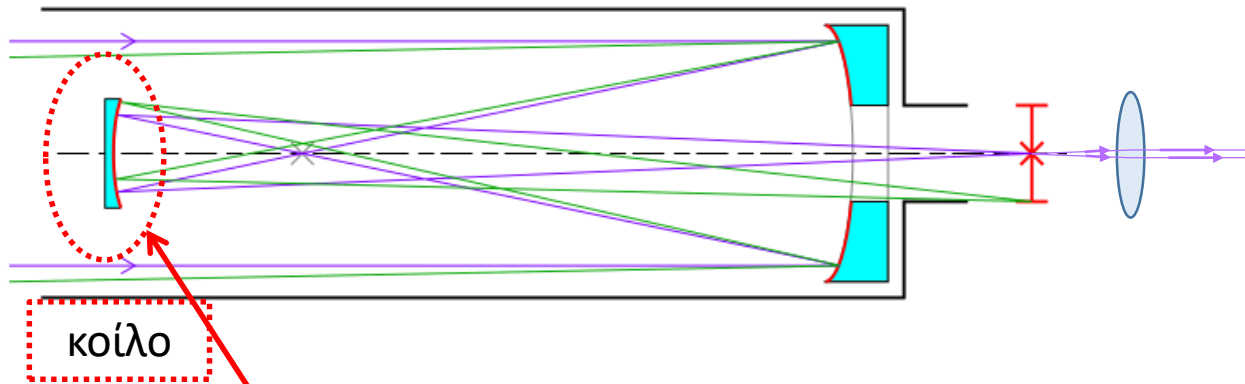
By Daniel Schwen - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=92529>

# Ανακλαστικό τηλεσκόπιο

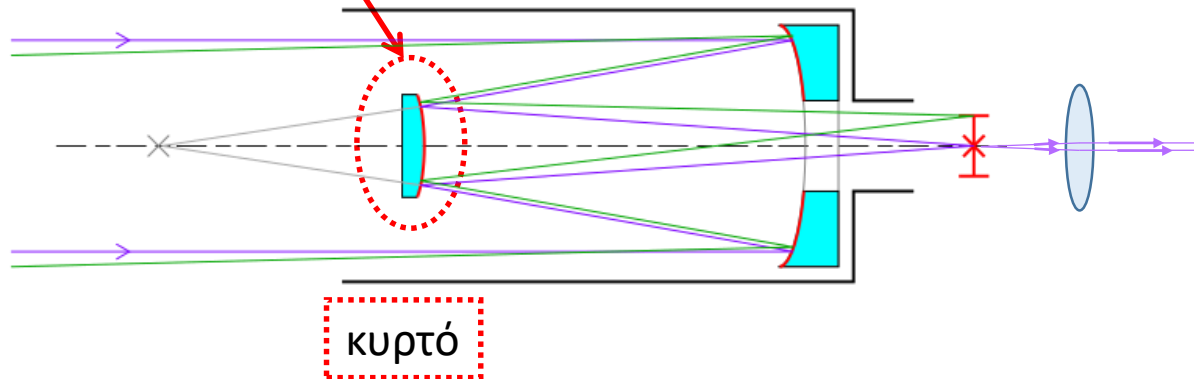


# ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ – ΠΟΡΕΙΕΣ ΑΚΤΙΝΩΝ

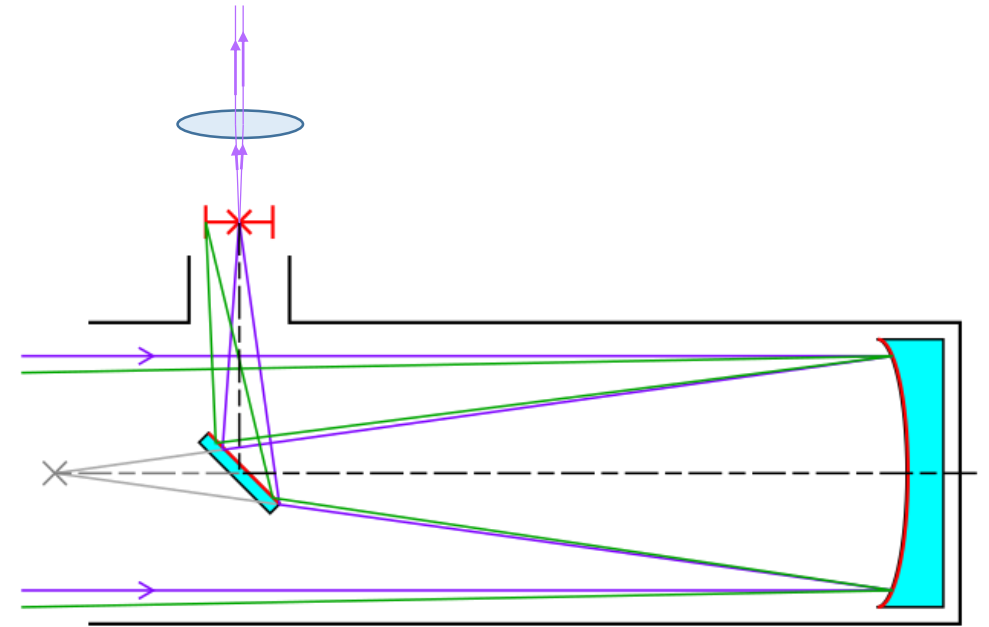
- Γρηγοριανό



- Κασεγκραίν

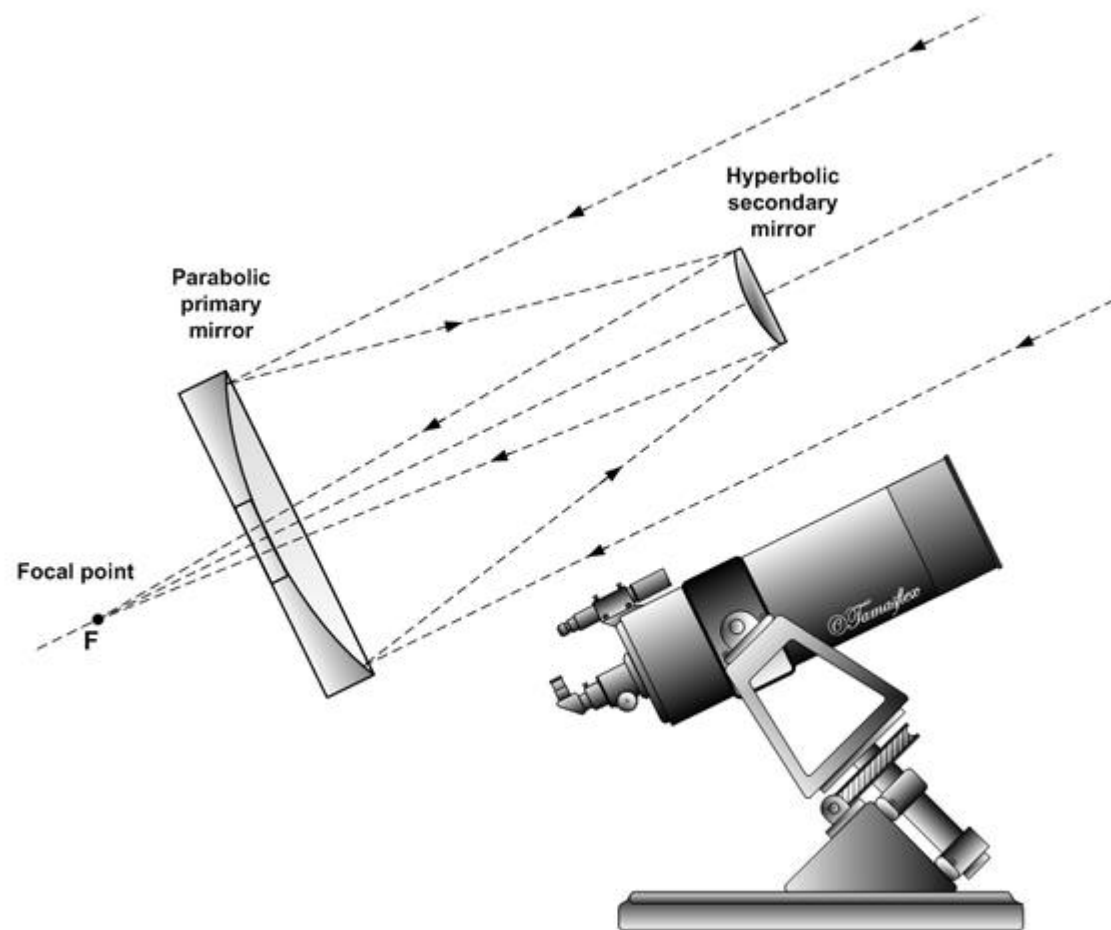


- Νευτώνειο



 Εστιακό επίπεδο προσοφθάλμιου

# Ανακλαστικό τηλεσκόπιο Cassegrain – πορείες ακτίνων



By Szócs Tamás Tamasflex - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=129301399>

# ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

$$\text{μεγέθυνση } M = \frac{f_{\text{κατοπτρου}}}{f_{\text{προσοφθαλμιου}}}$$

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (έναντι των διαθλαστικών)

- Μεγαλύτερο φασματικό εύρος
- Στα κάτοπτρα μόνο η ανακλαστική επιφάνεια χρειάζεται να είναι στιλπνή
- Στα κάτοπτρα δεν υπάρχει σφάλμα χρωματικής εκτροπής χαμηλότερο κόστος κατασκευής
- Επιτρέπουν αντικειμενικό σύστημα μεγαλύτερης διαμέτρου χωρίς βαρυτική παραμόρφωση λόγω δυνατότητας πλήρους στήριξης του κατόπτρου

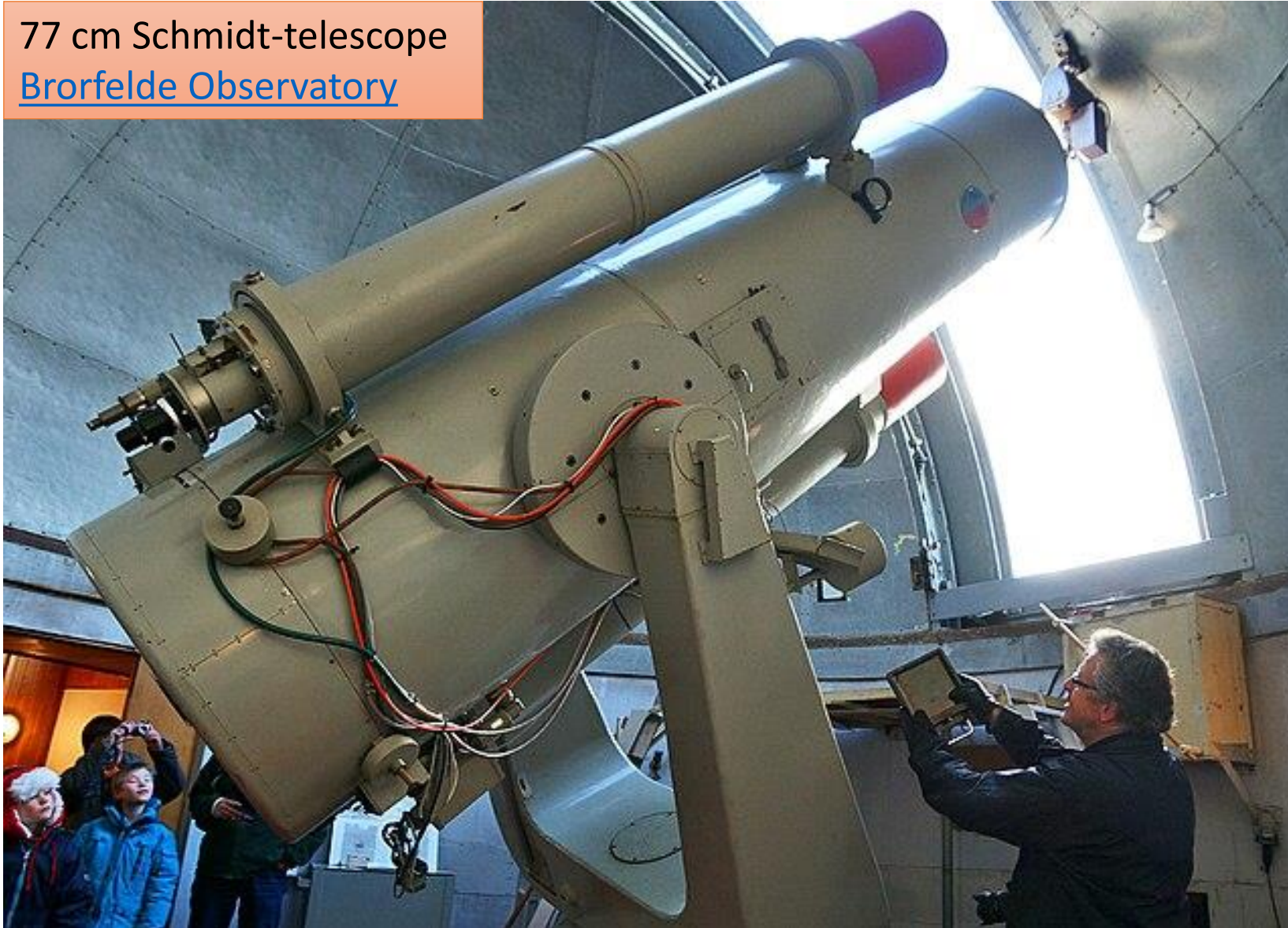
## ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Παρουσία δευτερεύοντος κατόπτρου ή αισθητήρα στην εστία μειώνει τη φωτεινή ροή που συλλέγεται με συνέπεια και μείωση της αντίθεσης (contrast) και εμφάνιση κηλίδων στο είδωλο λόγω περίθλασης.
- Μονοχρωματικά οπτικά σφάλματα: σφαιρικότητας, κόμη, αστιγματισμού, παραμόρφωσης πεδίου



# ΚΑΤΑΔΙΟΠΤΡΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ

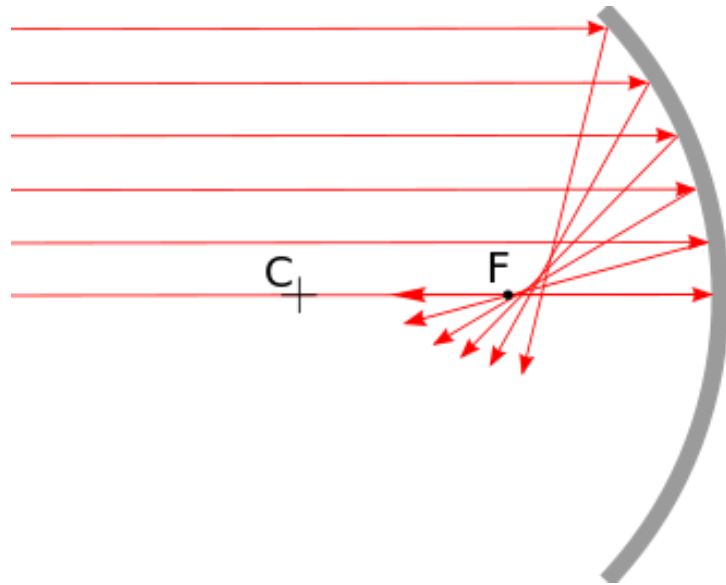
77 cm Schmidt-telescope  
[Brorfelde Observatory](#)



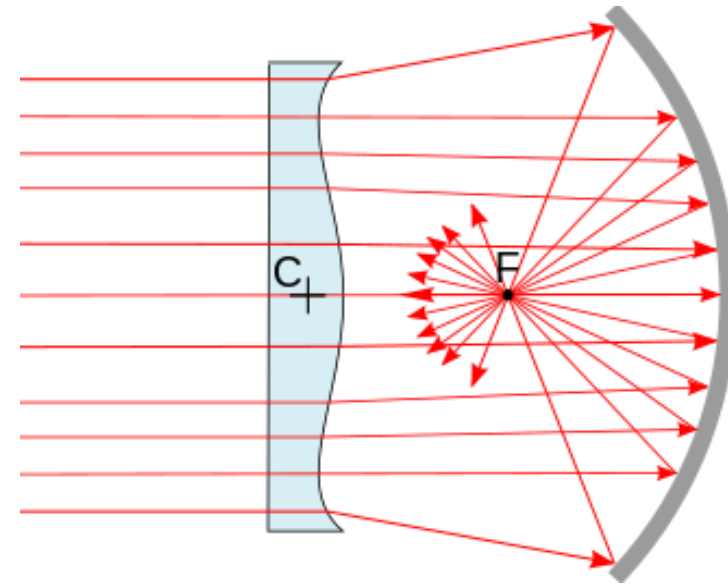
By Mogens Englund - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23181277>

# Αρχή λειτουργίας του οπτικού συστήματος Schmidt – διόρθωση σφαιρικής εκτροπής

Πορείες ακτίνων σε κοίλο κάτοπτρο



Παρεμβολή διορθωτικού φακού



By Jean-Jacques MILAN 17:15, 5 June 2008 (UTC) - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4169054>