

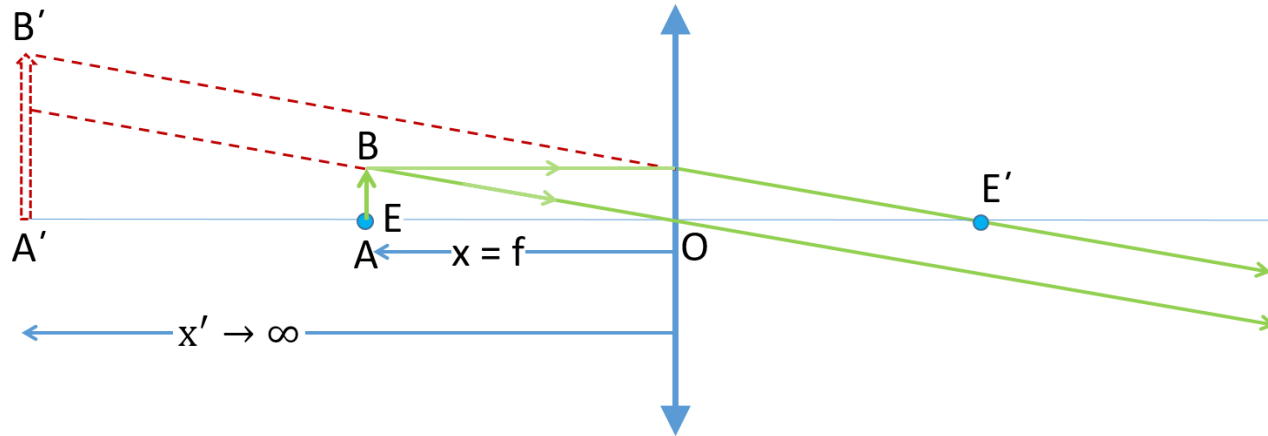
ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΙΑ

ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ



Μεγέθυνση που επιτυγχάνεται με Μεγεθυντικό Φακό : $M_{\gamma\omega\nu} = -\frac{\Delta}{x}$

(α) Αντικείμενο στην Εστία \rightarrow Είδωλο στο ∞



$$x = f \rightarrow M_{\gamma\omega\nu} = -\frac{\Delta}{f}$$

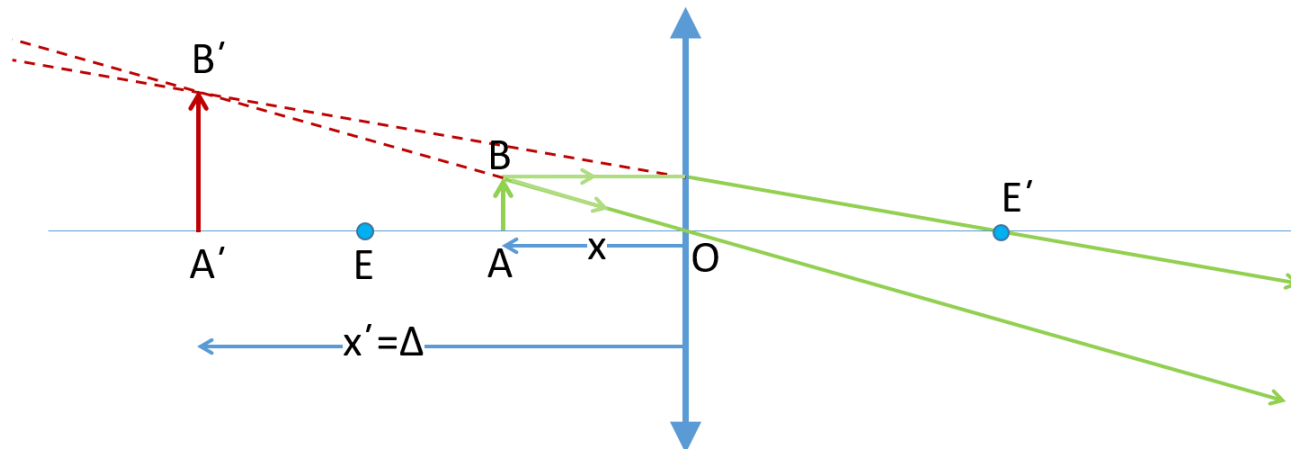
$$P = \frac{1}{f}$$

$$M_{\gamma\omega\nu} = -P \cdot \Delta$$

$$P \rightarrow \text{dpt} \ \& \ \Delta = -0.25\text{m}$$

(α)

(β) Αντικείμενο σε θέση για την οποία το Είδωλο στο Δ

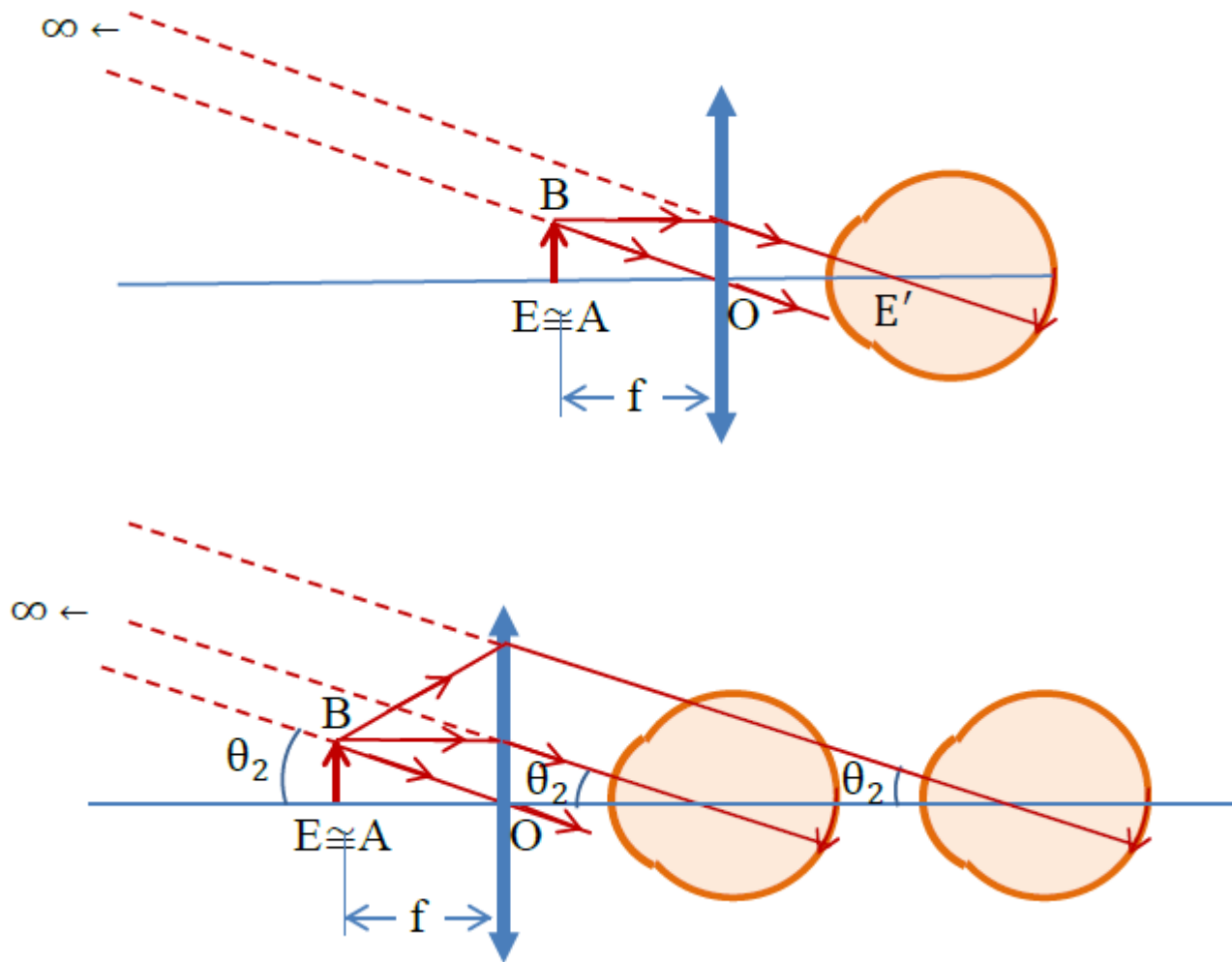


$$0 < x < f \rightarrow M_{\gamma\omega\nu} = 1 - \frac{\Delta}{f}$$

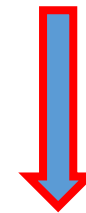
(β)

Οφθαλμός στην κύρια εστία του φακού

(α). Αντικείμενο στην κύρια εστία του φακού

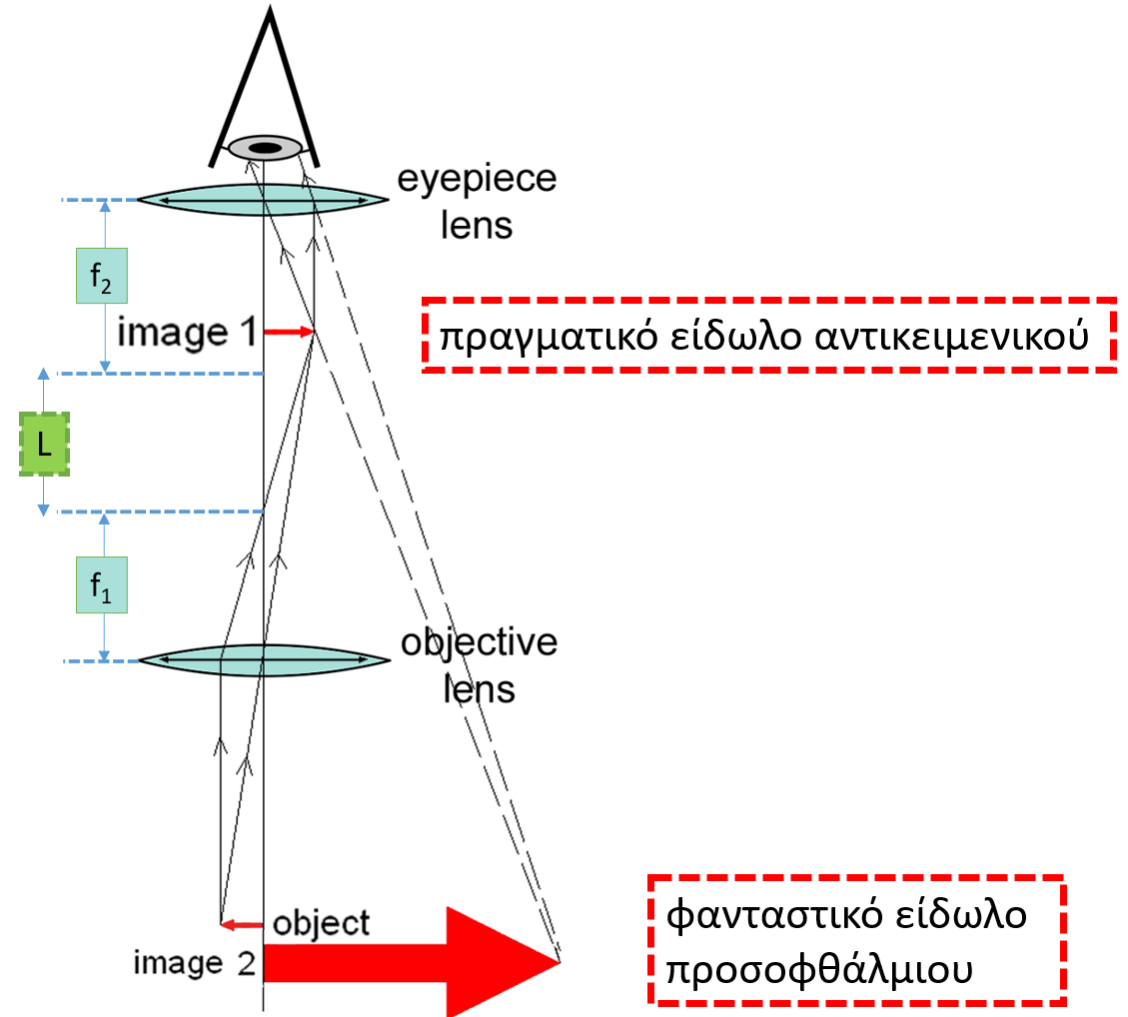


είδωλο στο άπειρο



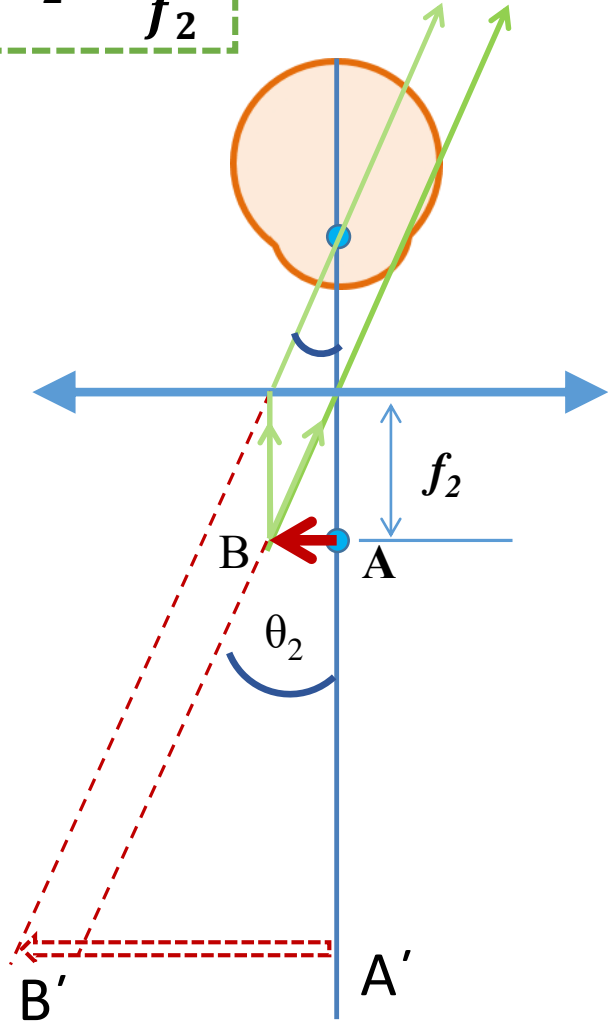
γωνία οράσεως
ανεξάρτητη της θέσης
του οφθαλμού

ΤΟ ΣΥΝΘΕΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ



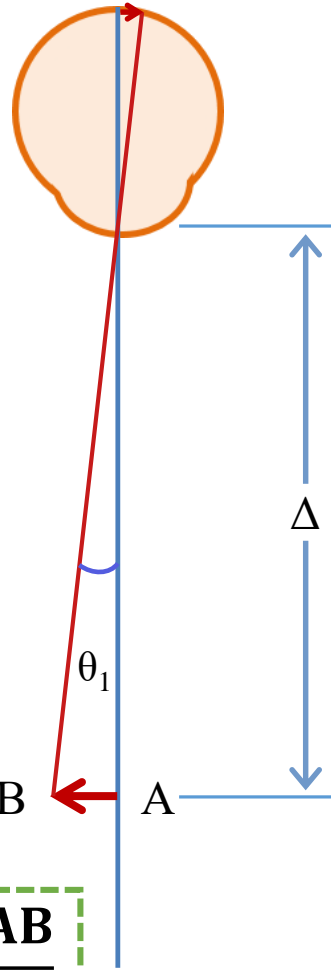
ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ

$$\theta_2 = \frac{AB}{f_2}$$



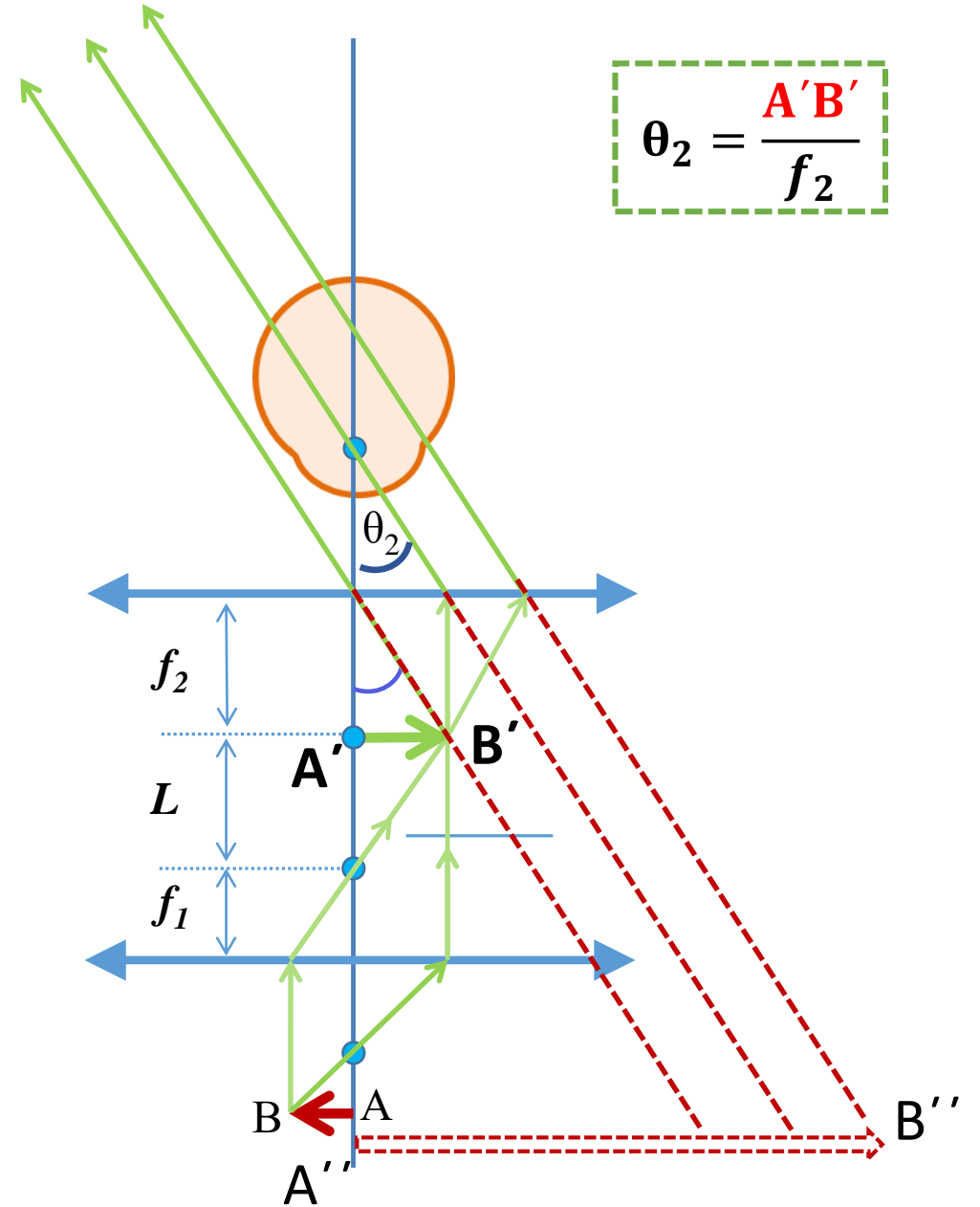
ΟΦΘΑΛΜΟΣ

$$\theta_1 = \frac{AB}{\Delta}$$



& ΣΥΝΘΕΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

$$\theta_2 = \frac{A'B'}{f_2}$$



ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ (γωνιακή) - είδωλο στο οπτικό άπειρο

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

- ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ: $M_{\gamma\omega\nu} = -\frac{\Delta}{f_2} = \frac{25\text{cm}}{f_2}$
- ΣΥΝΘΕΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

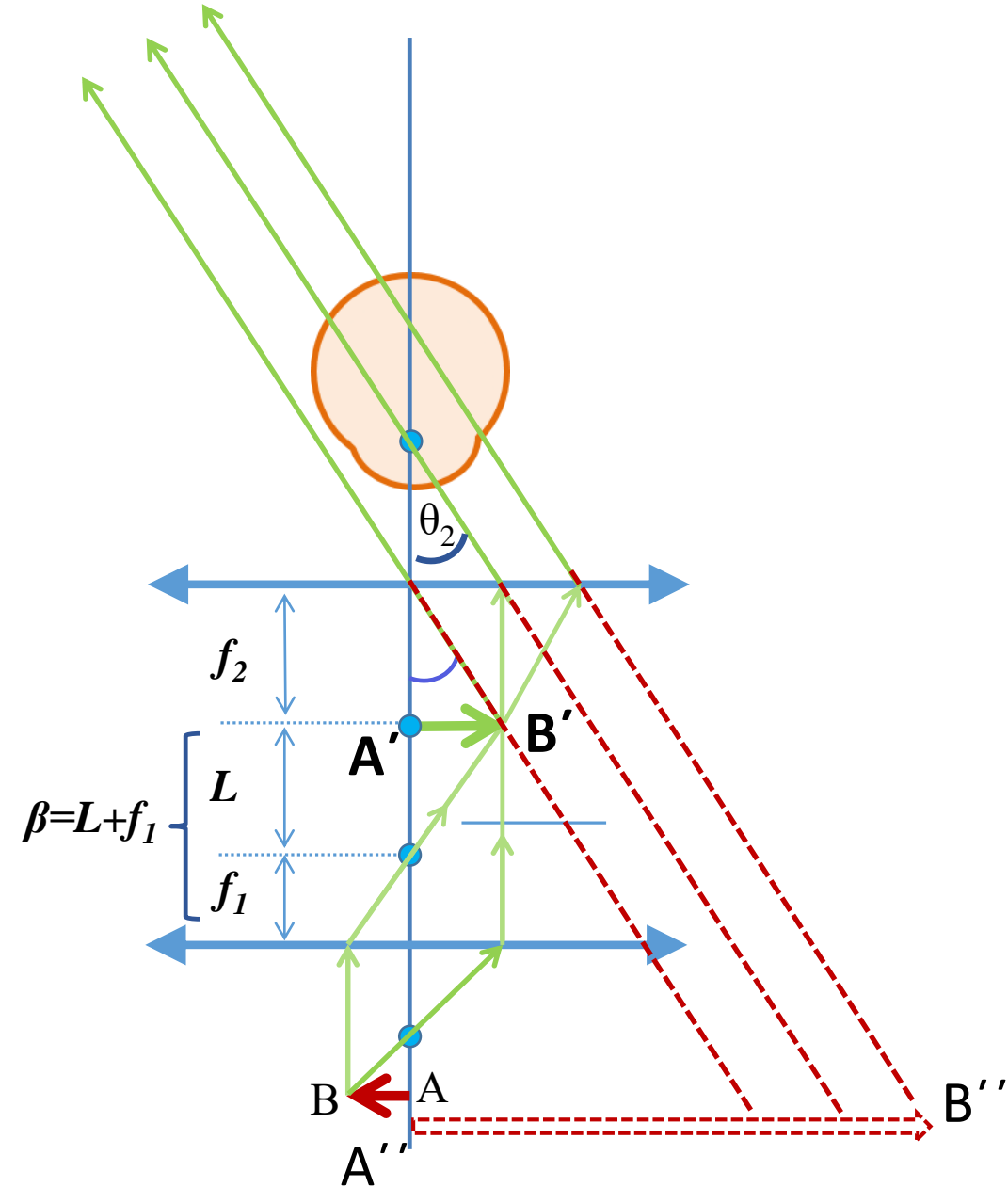
$$M_{\gamma\omega\nu} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\frac{A'B'}{f_2}}{\frac{AB}{\Delta}} = \frac{A'B'}{AB} \cdot \frac{\Delta}{f_2}$$

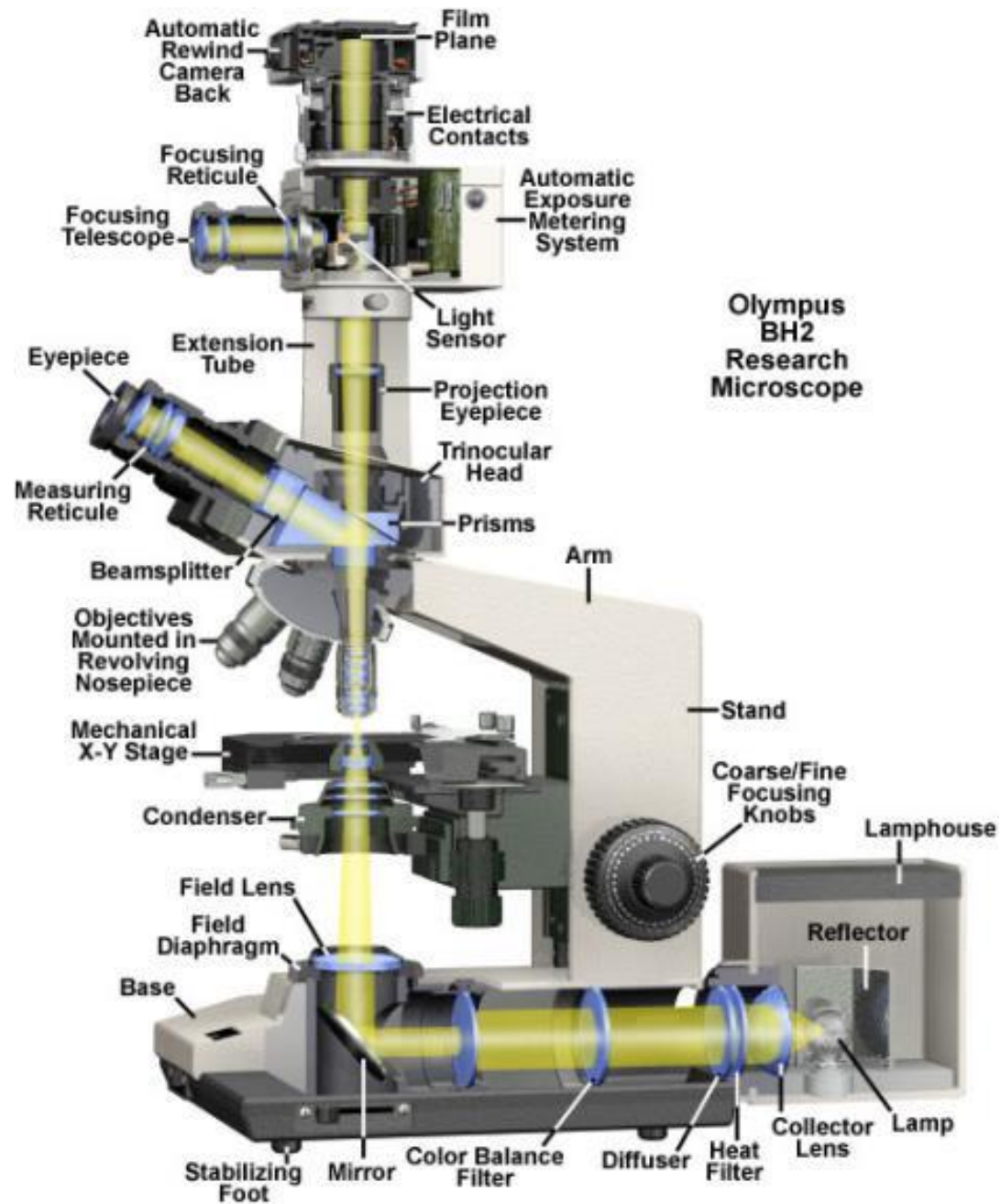
$$\frac{A'B'}{AB} = m_1 = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\beta}{f_1} - 1 = \frac{L}{f_1}$$

$$M_{\gamma\omega\nu} = \frac{L}{f_1} \cdot \frac{\Delta}{f_2}$$

$$M_{\gamma\omega\nu} = m_1 \cdot M_2$$

$\beta = L + f_1$



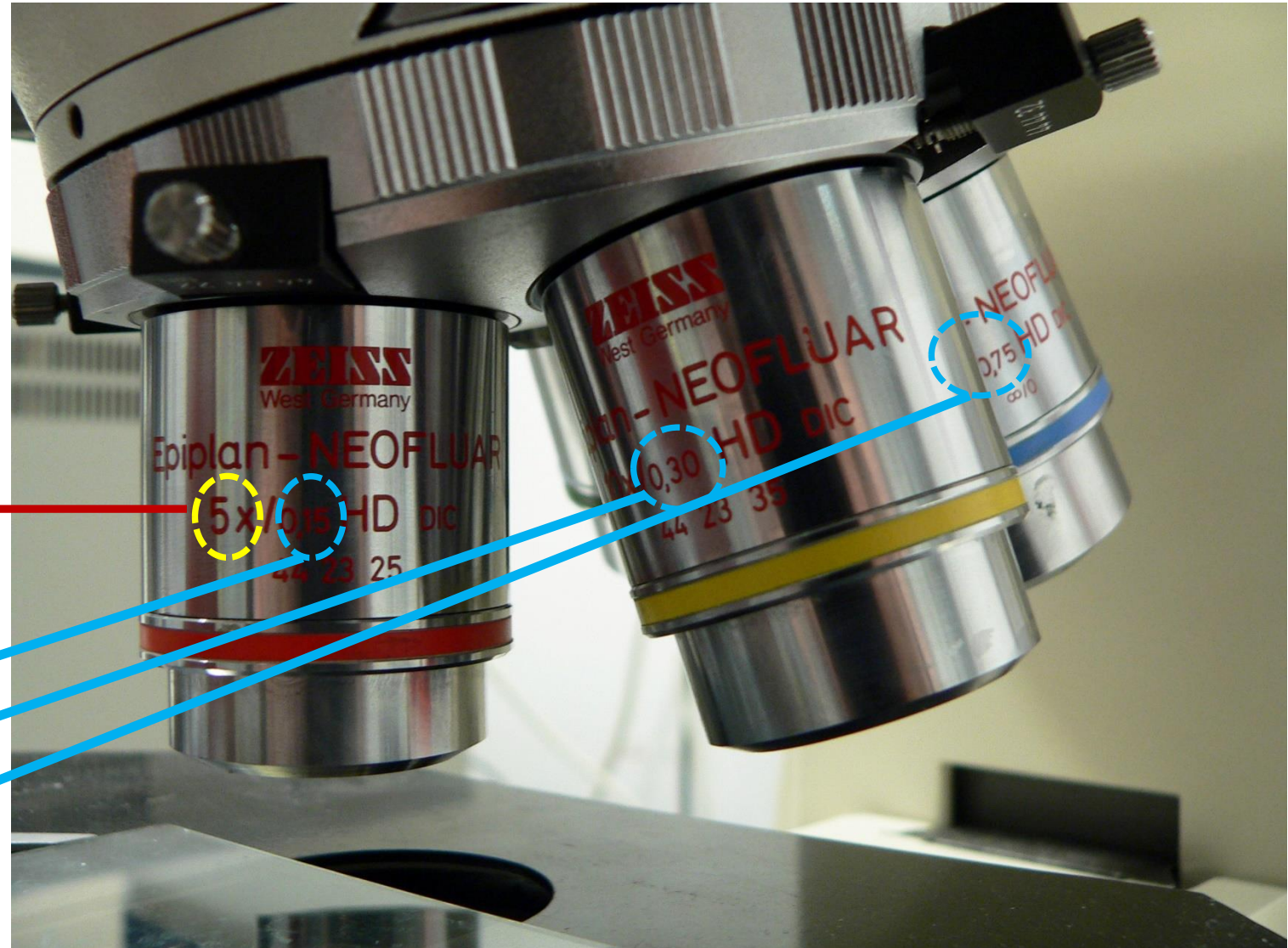


Αντικειμενικός φακός



Μεγέθυνση m_1

Αριθμητικό Άνοιγμα
N.A.



Αντικειμενικός φακός

Σκοπός: συλλογή φωτεινών ακτίνων από το αντικείμενο



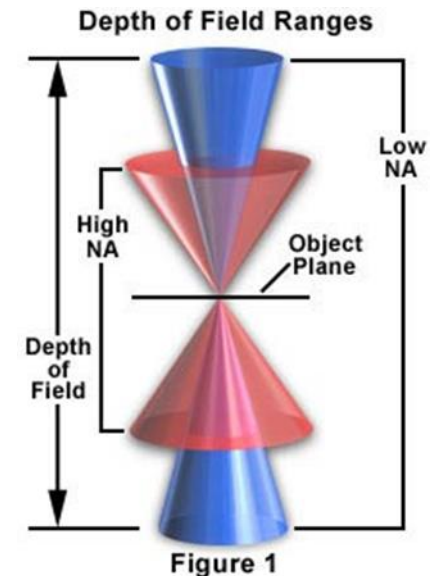
δημιουργία πραγματικού ειδώλου

μεγεθυμένου : $m_1 = \frac{L}{f_1}$ → μικρή f_1

απαλλαγμένου από σφάλματα

Χαρακτηριστικά αντικειμενικού φακού

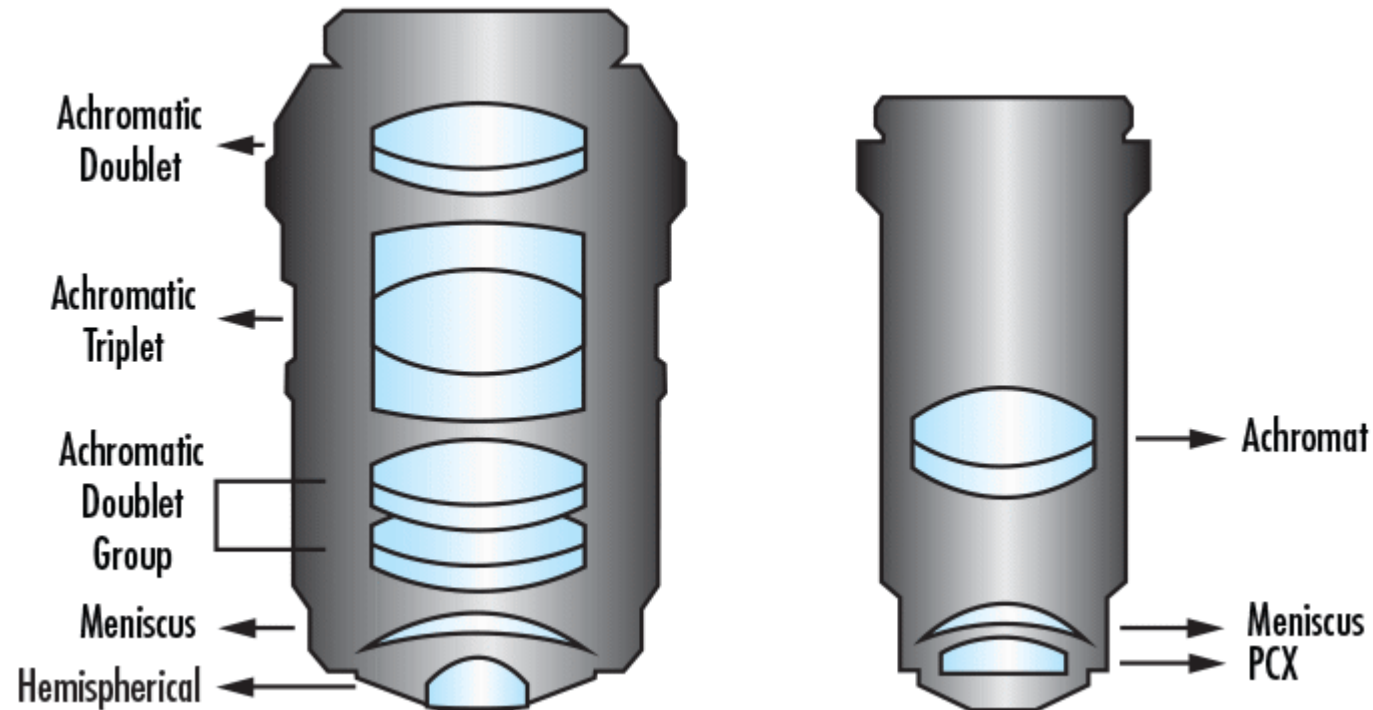
- Mx, τιμή μεγέθυνσης π.χ. 4x ή 20x → μεγάλη M → μικρή f_1
- N.A., αριθμητικό άνοιγμα π.χ. 0.8 → μεγάλο N.A. → μικρό Βάθος Πεδίου
- g (mm), μήκος οπτικού σωλήνα π.χ. 160mm ($g=f_1+L+f_2$)
- d (mm), πάχος καλυπτρίδας π.χ. 0.6mm



Διόρθωση χρωματικού σφάλματος

(ο δ.δ. n εξαρτάται από μήκος κύματος λ \rightarrow διαφορετική f για διαφορετικά χρώματα)

- **Αχρωστικοί** φακοί: άρση χρωματικού σφάλματος (σύμπτωση εστιών) για 3 μήκη κύματος
- **Αποχρωματικοί** φακοί: άρση χρωματικού σφάλματος (σύμπτωση εστιών) για 3 μήκη κύματος



Αντικειμενικός φακός

Απλανητικός:
απαλλαγμένος από
σφάλμα σφαιρικότητας
& κόμης
(flat-field correction)

60x Plan Apochromat Objective

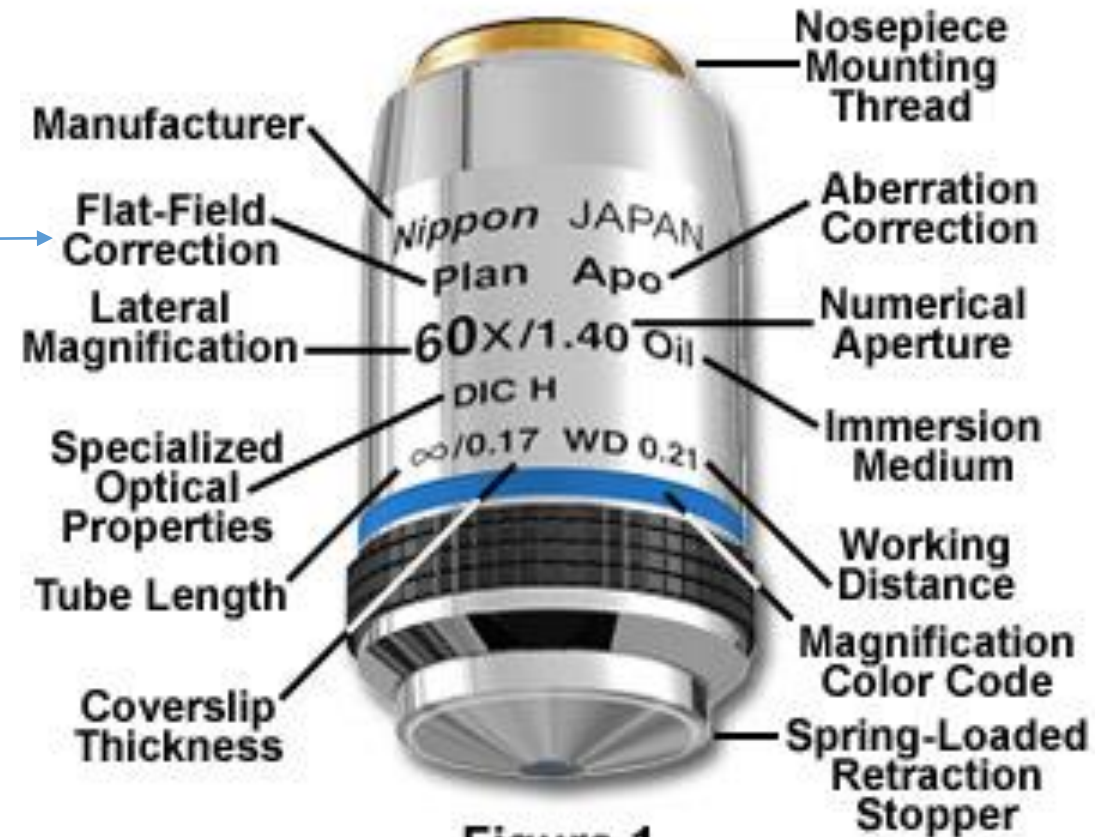
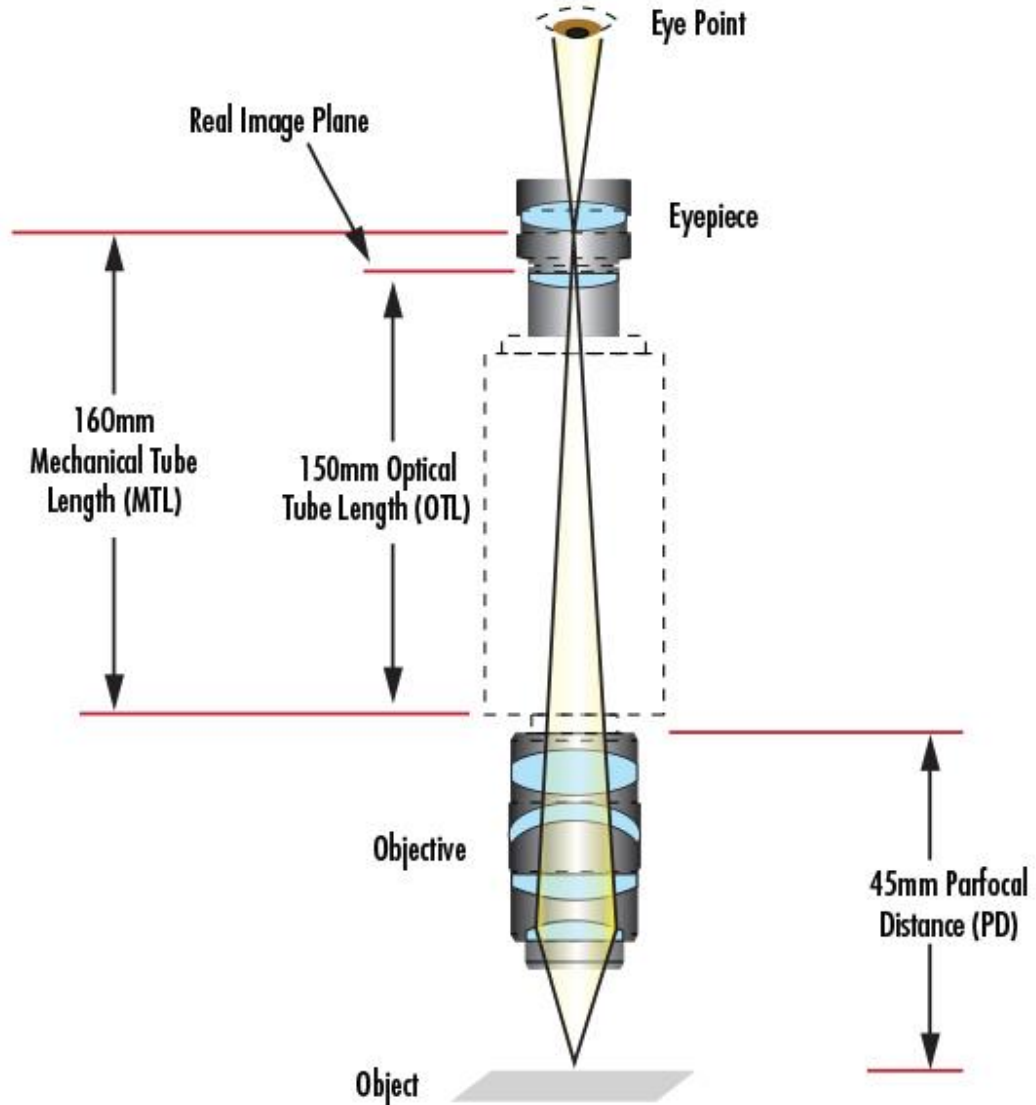


Figure 1

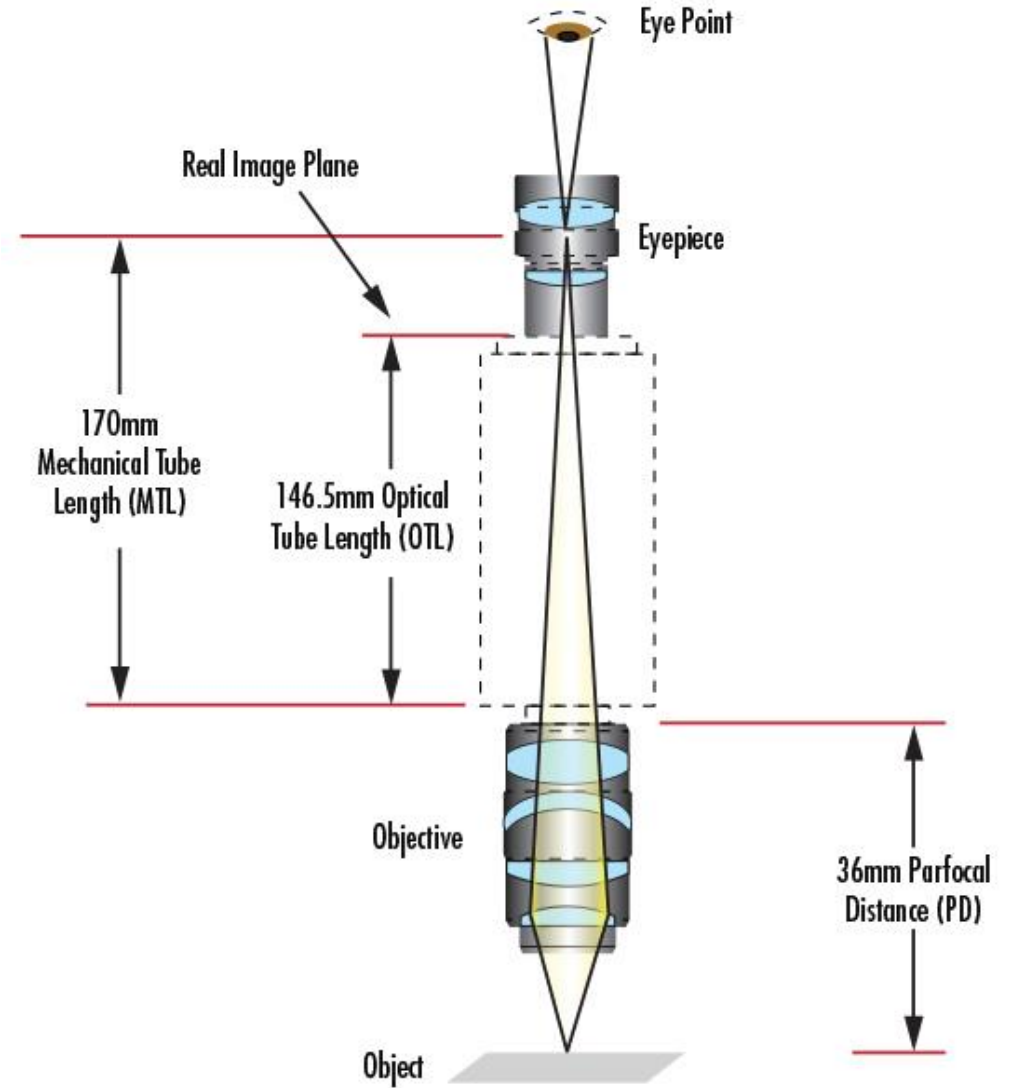
olympusmicro.com

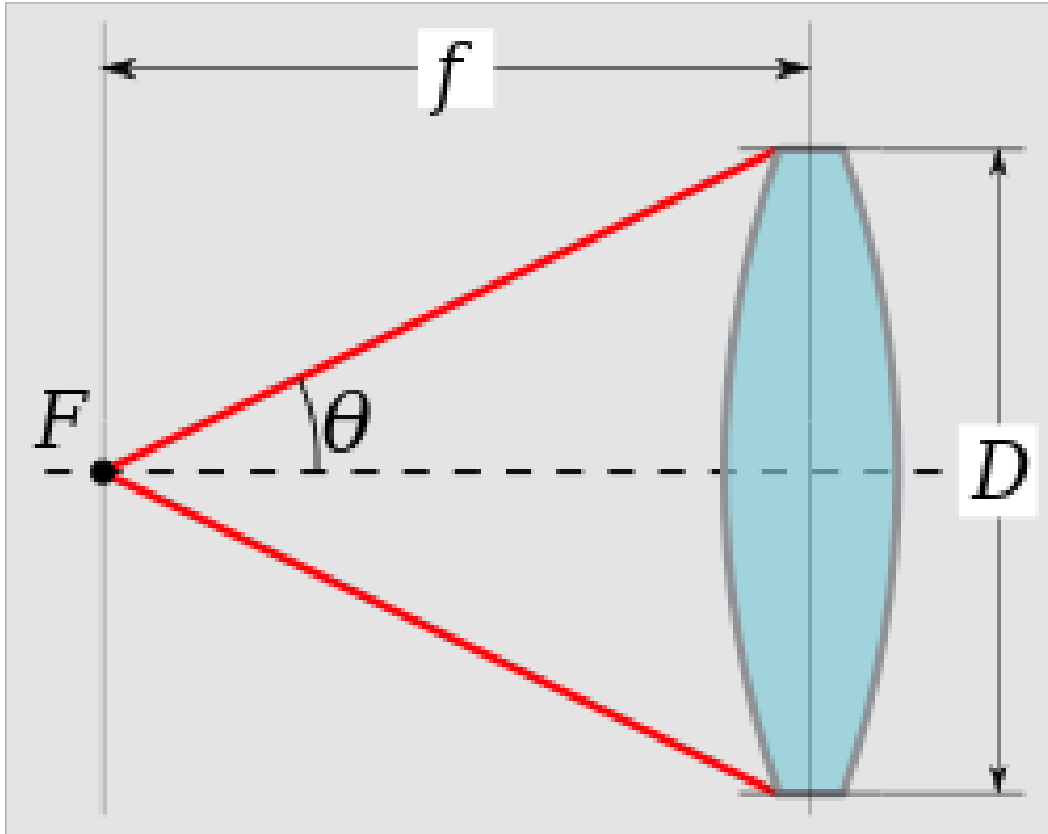
Magnification	1X	2X	3X	4X	10X	20X	40X	60X	100X
Color Code	Black	Gray	Red	Yellow	Green	Light Blue	Light Blue	Dark Blue	White

DIN standard



JIS standard





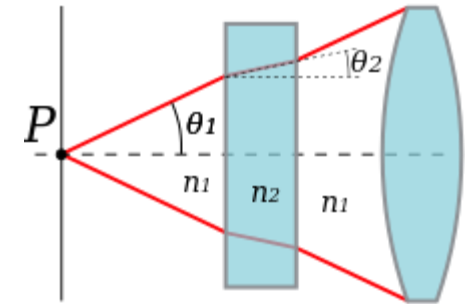
By Moxfyre at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons by Moxfyre., Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6545240>

- **γωνιακό άνοιγμα 2θ**

$$2\theta = 2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{2f}\right)$$

- **αριθμητικό άνοιγμα N.A.**

$$N.A. = n \cdot \sin\theta$$



$$N.A. = n \cdot \sin\left(\arctan\left(\frac{D}{2f}\right)\right) \cong n \cdot \frac{D}{2f}$$

$$f / \neq = \frac{f}{D} = n \cdot \frac{1}{2 \cdot N.A.}$$

Αριθμητικό άνοιγμα αντικειμενικού φακού

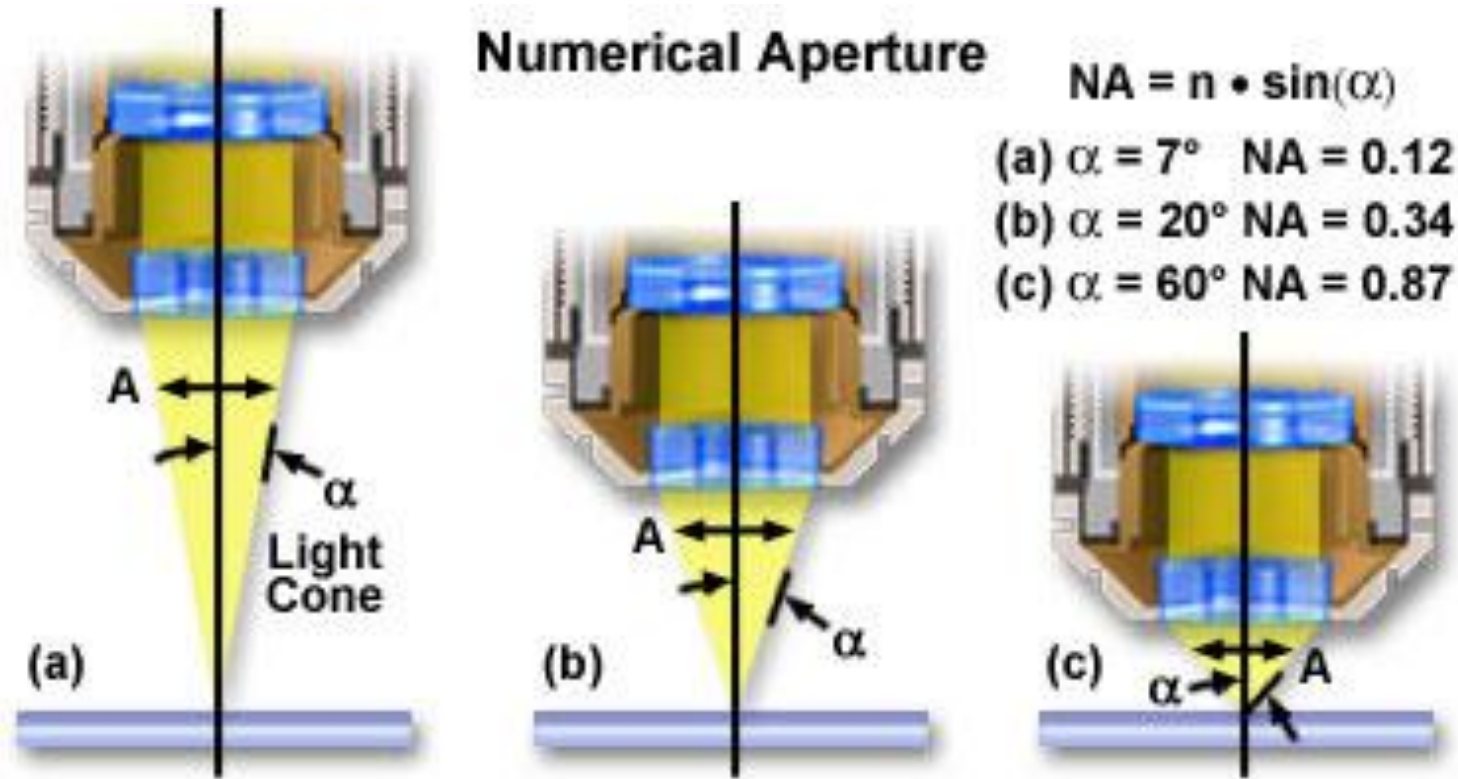
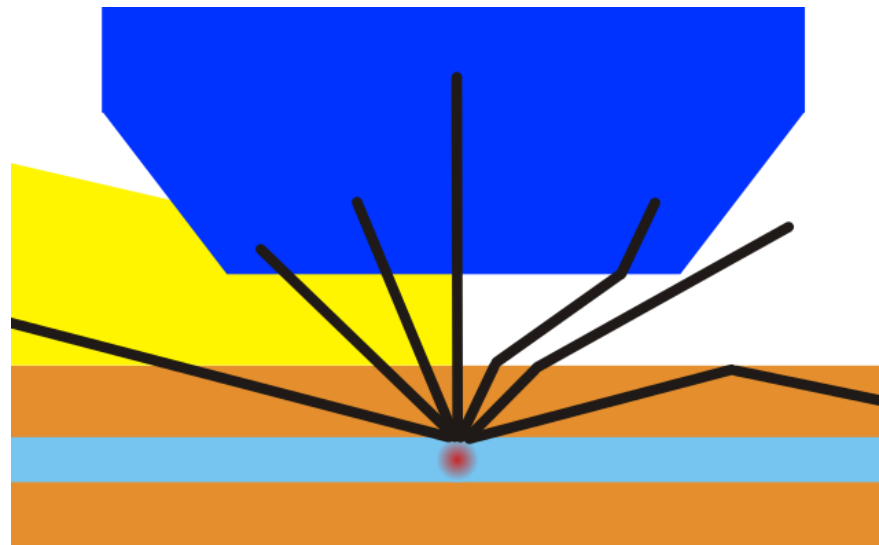


Figure 1

Αριθμητικό άνοιγμα N.A.

- Ικανότητα συλλογής φωτός

καταδυτικοί φακοί $n \approx 1.5$



Διακριτικό όριο - Διακριτική ικανότητα

- Η απόσταση δ μεταξύ δυο γειτονικών φωτεινών σημείων που οριακά διακρίνονται ξεχωριστά ονομάζεται διακριτικό όριο.
Το διακριτικό όριο έχει μονάδες μήκους.
- Η διακριτική ικανότητα είναι το αντίστροφο του διακριτικού ορίου δ , πρόκειται δηλαδή για το πηλίκο $1/\delta$.

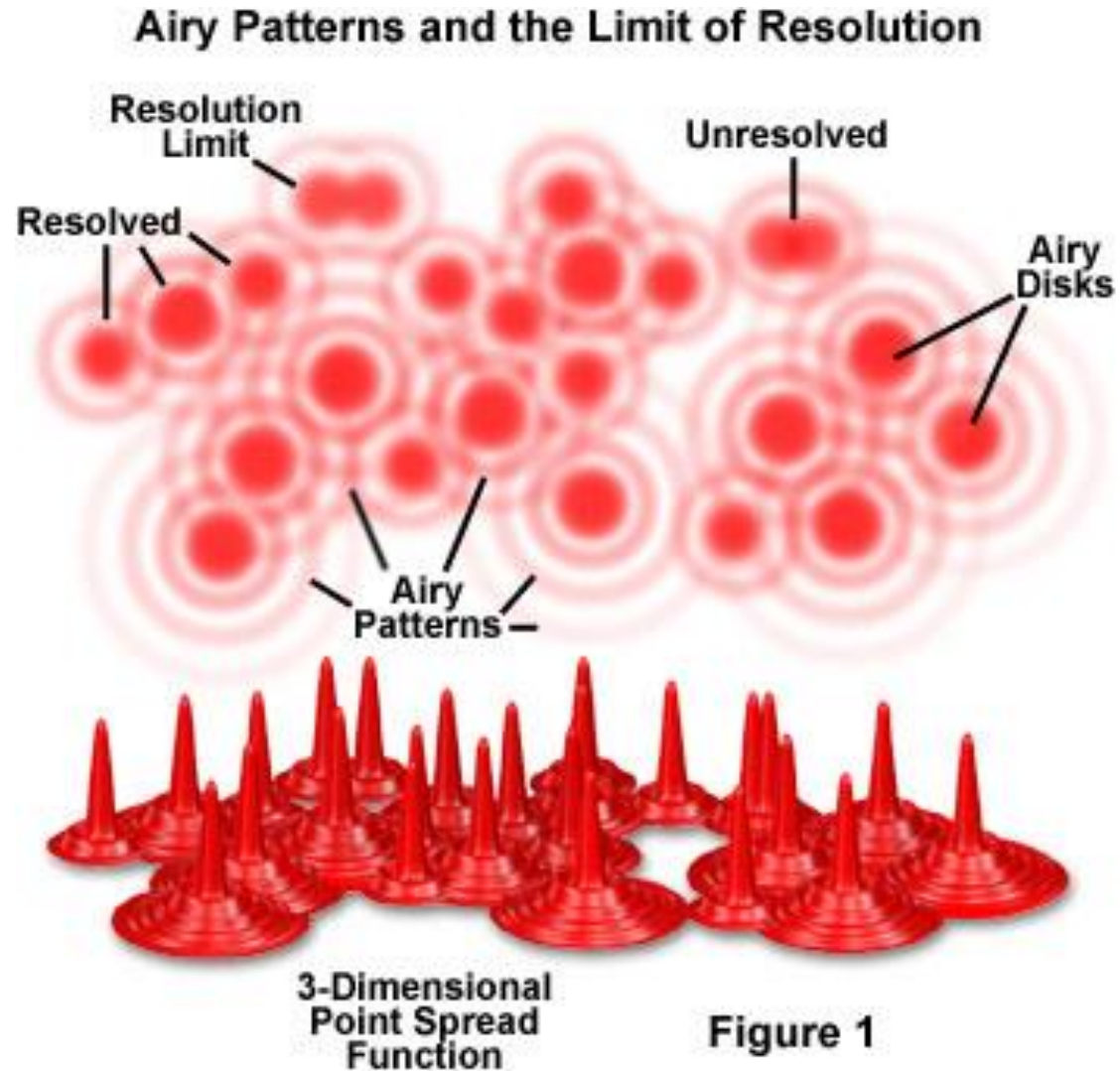
Διακριτικό όριο αντικειμενικού φακού

Το διακριτικό όριο αντικειμενικού φακού δίνεται από την σχέση:

$$\delta = \lambda / 2 (\text{N.A.})$$

Όπου λ : το μήκος κύματος του φωτός (550nm) και
N.A. : το αριθμητικό άνοιγμα του φακού.

Δίσκοι Airy, Διακριτικό όριο

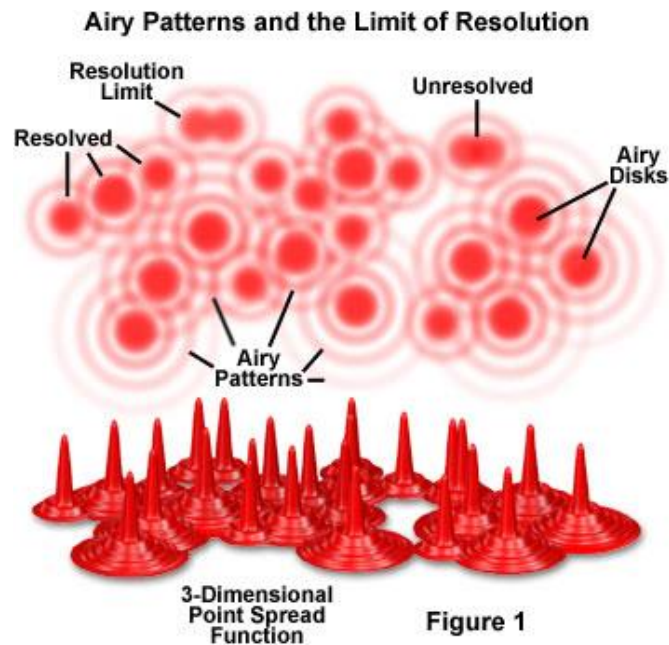


$$\delta = 0.61 \cdot \frac{\lambda}{N.A.}$$

Αριθμητικό άνοιγμα N.A.

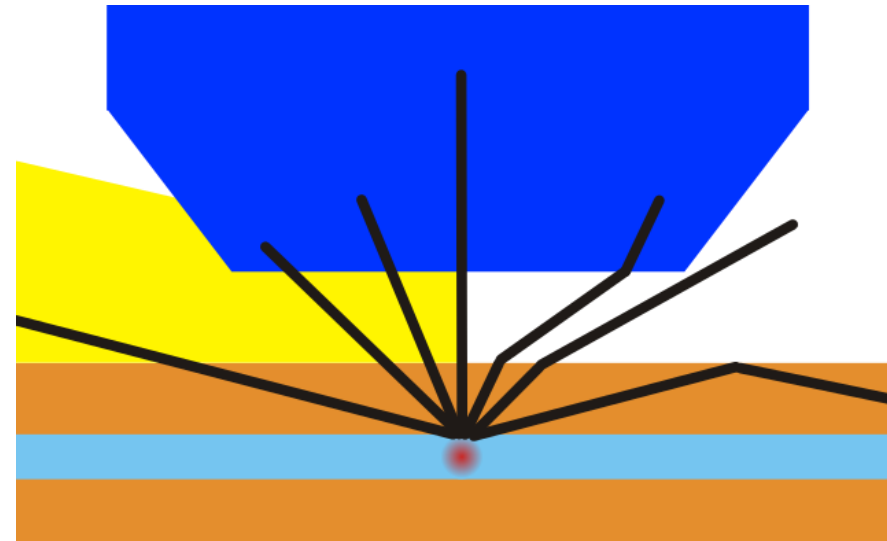
- Διακριτική Ικανότητα

$$\delta = \frac{\lambda}{2 \cdot (\text{N.A.})}$$



- Ικανότητα συλλογής φωτός

καταδυτικοί φακοί $n \approx 1.5$

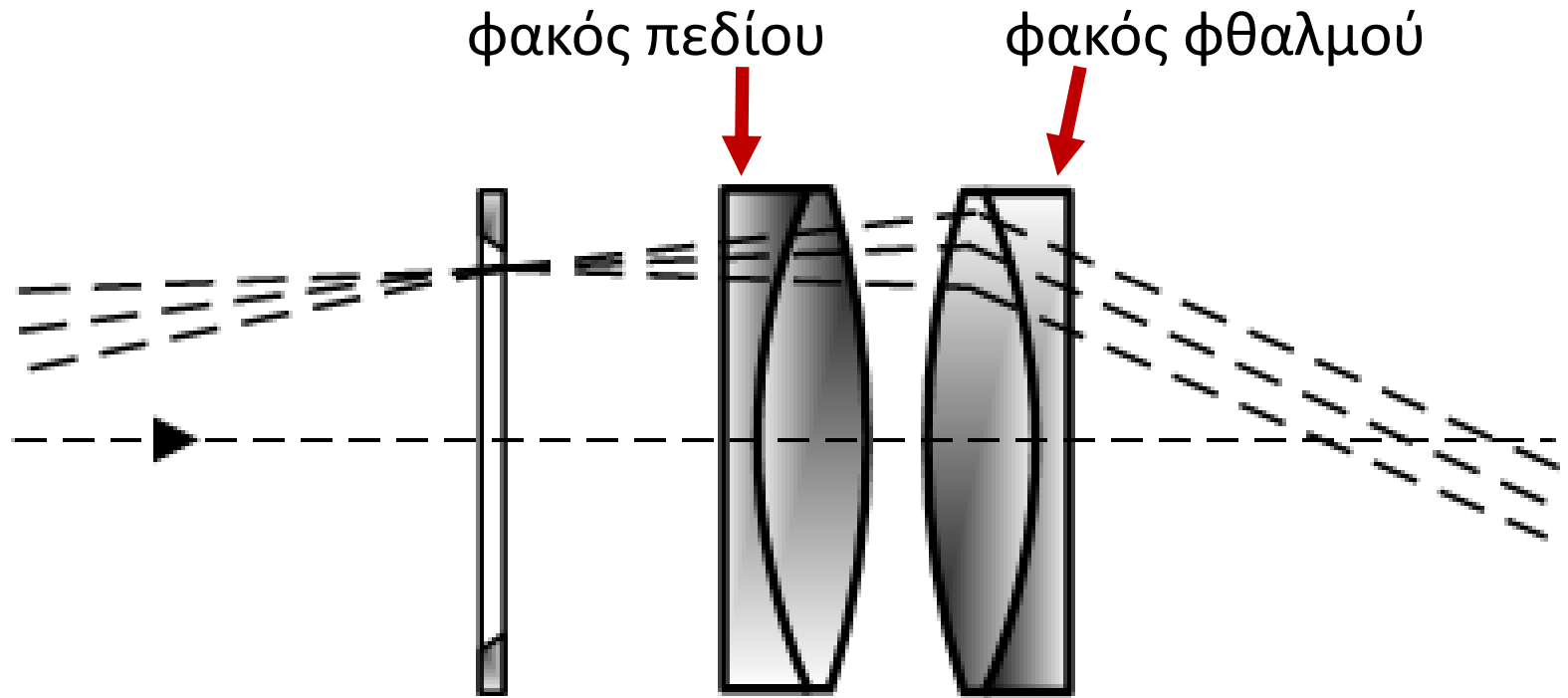


Προσοφθάλμιοι φακοί

Μεγέθυνση: 1X → 30X



Προσοφθάλμιοι φακοί

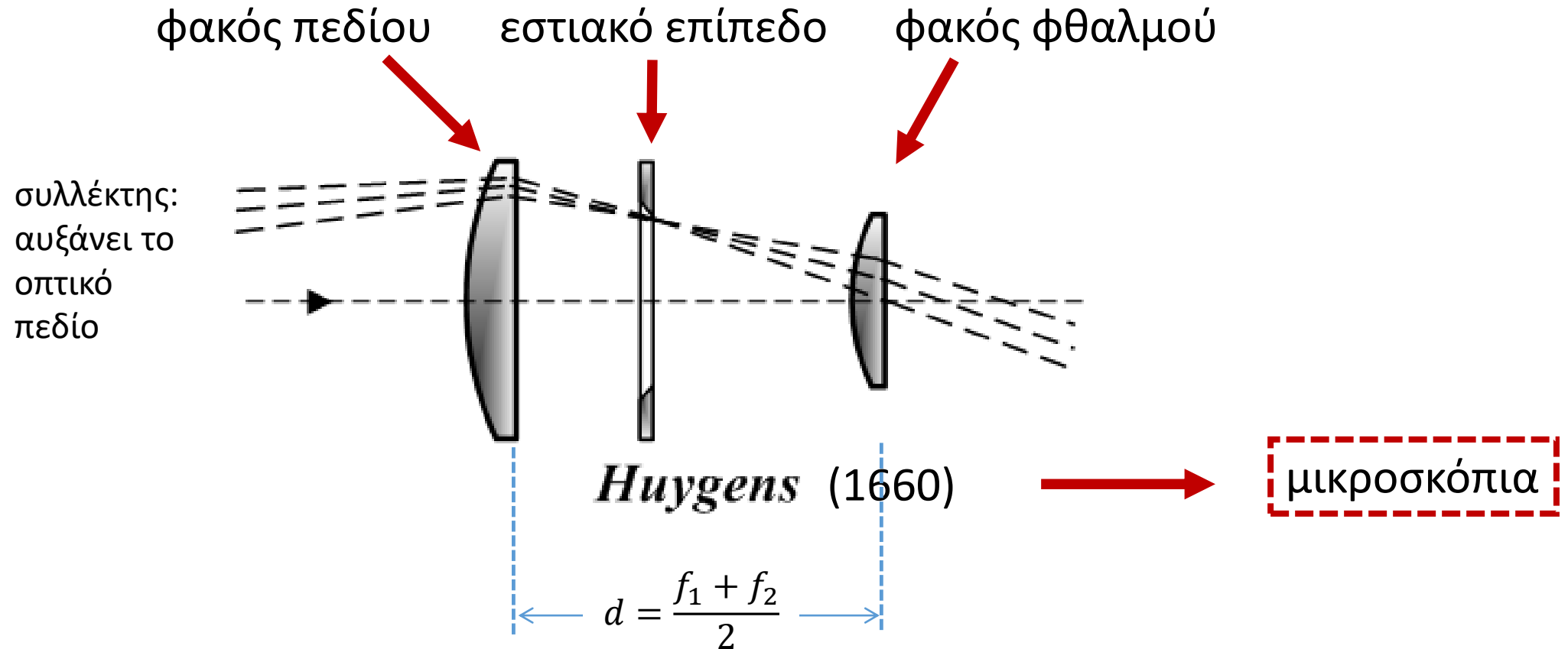


Plössl

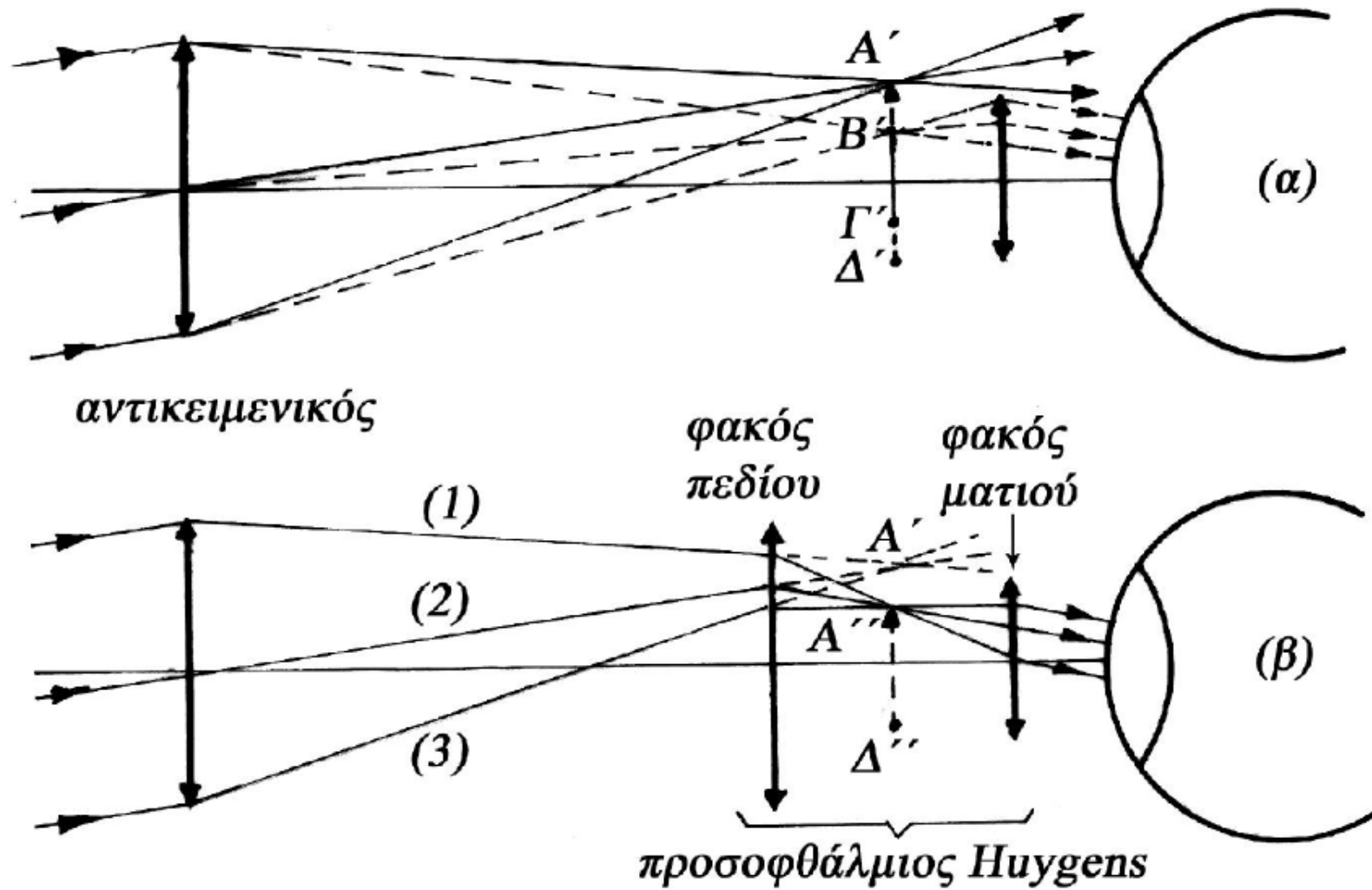
By Jastrow - Own work, CC BY 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2783865>

By Tamasflex - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9839275>

Προσοφθάλμιοι φακοί

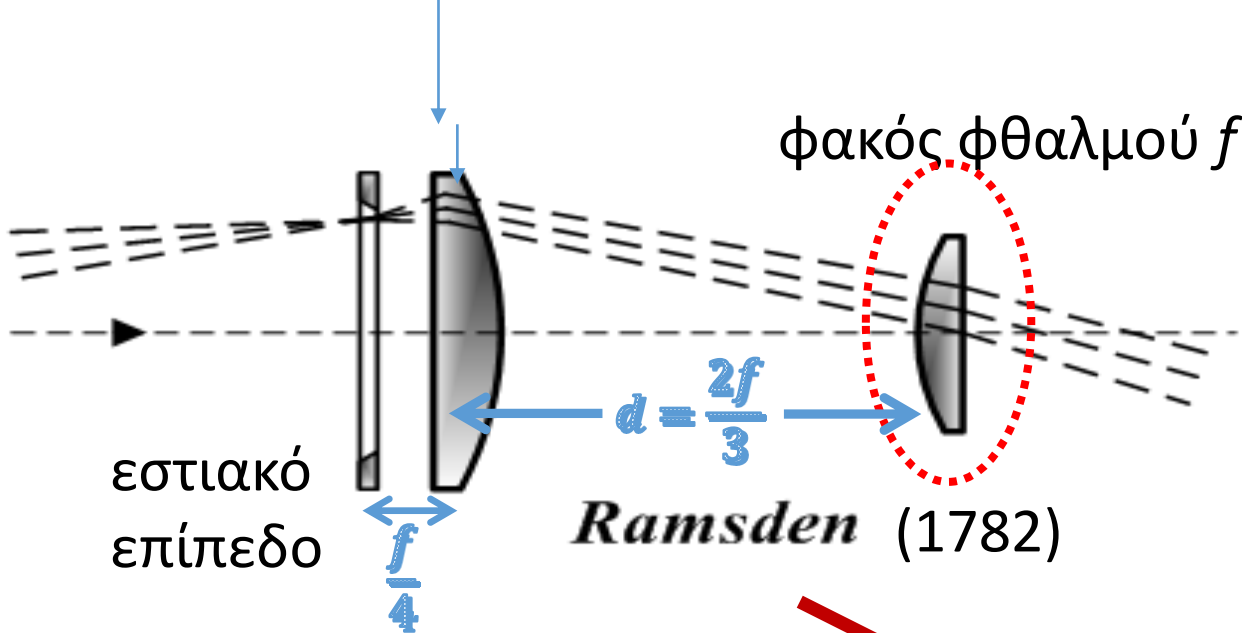


προσοφθάλμιος Huygens



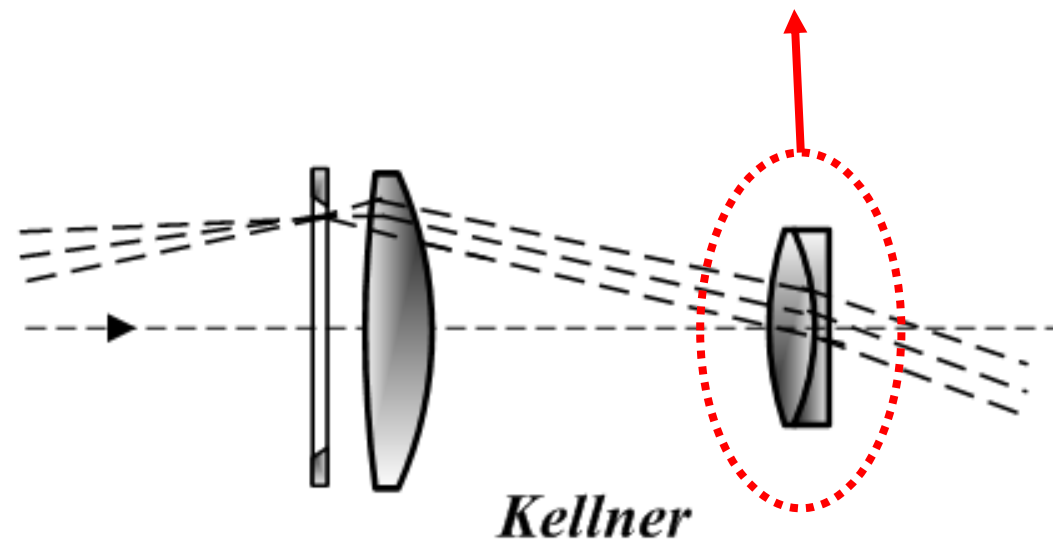
Προσοφθάλμιοι φακοί

φακός πεδίου f : αυξάνει το οπτικό πεδίο



διόρθωση σφάλματος
χρωματικής εκτροπής

αχρωματικός



τηλεσκόπια

- **ΠΡΟΣΟΦΘΑΛΜΙΟΣ ΦΑΚΟΣ:** Μεγεθυντικός φακός: δημιουργία φανταστικού ειδώλου

Γωνιακή Μεγέθυνση $M_2 = \frac{\theta}{\theta_{\text{γυμν.οφθ.}}}$

Συνολική Μεγέθυνση Μικροσκοπίου

$$M = m_1 \cdot M_2 = \frac{L \cdot \Delta}{f_1 \cdot f_2}$$

$\Delta = 25\text{cm}$

διακριτικό όριο οφθαλμού: 1'

$$M_{\omega\phi\epsilon\lambda.} \approx 200 \cdot (\text{N. A.})$$

Φωτισμός παρασκευάσματος 1/3

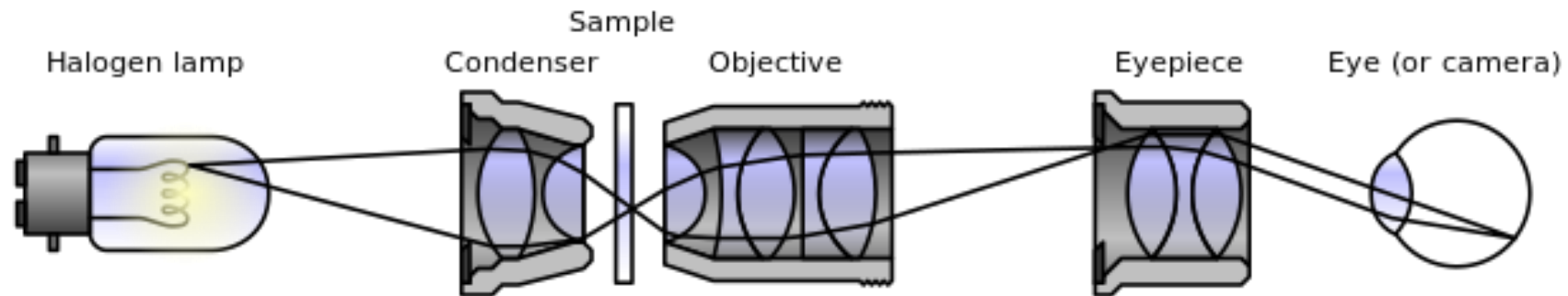
Το φως που προέρχεται από την επιφάνεια του δείγματος κατανέμεται στην πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια του ειδώλου. Έτσι, είναι πάντα απαραίτητος ο ισχυρός φωτισμός του αντικειμένου.

- Σωστή ευθυγράμμιση οπτικών στοιχείων.
- Ο κώνος του φωτός να υπερκαλύπτει το άνοιγμα του αντικειμενικού φακού.

Φωτισμός παρασκευάσματος 2/3

Κατηγορίες φωτισμού στη μικροσκοπία

1. **Φωτισμός Nelson:** Η εστίαση επιτυγχάνεται απ' ευθείας στο επίπεδο του δείγματος.



By Zephyris - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12243077>

- Δεν επιτυγχάνεται ομοιόμορφος φωτισμός του δείγματος
- Ορατό το είδωλο της φωτεινής πηγής (πχ. νήμα λαμπτήρα)

Φωτισμός παρασκευάσματος 3/3

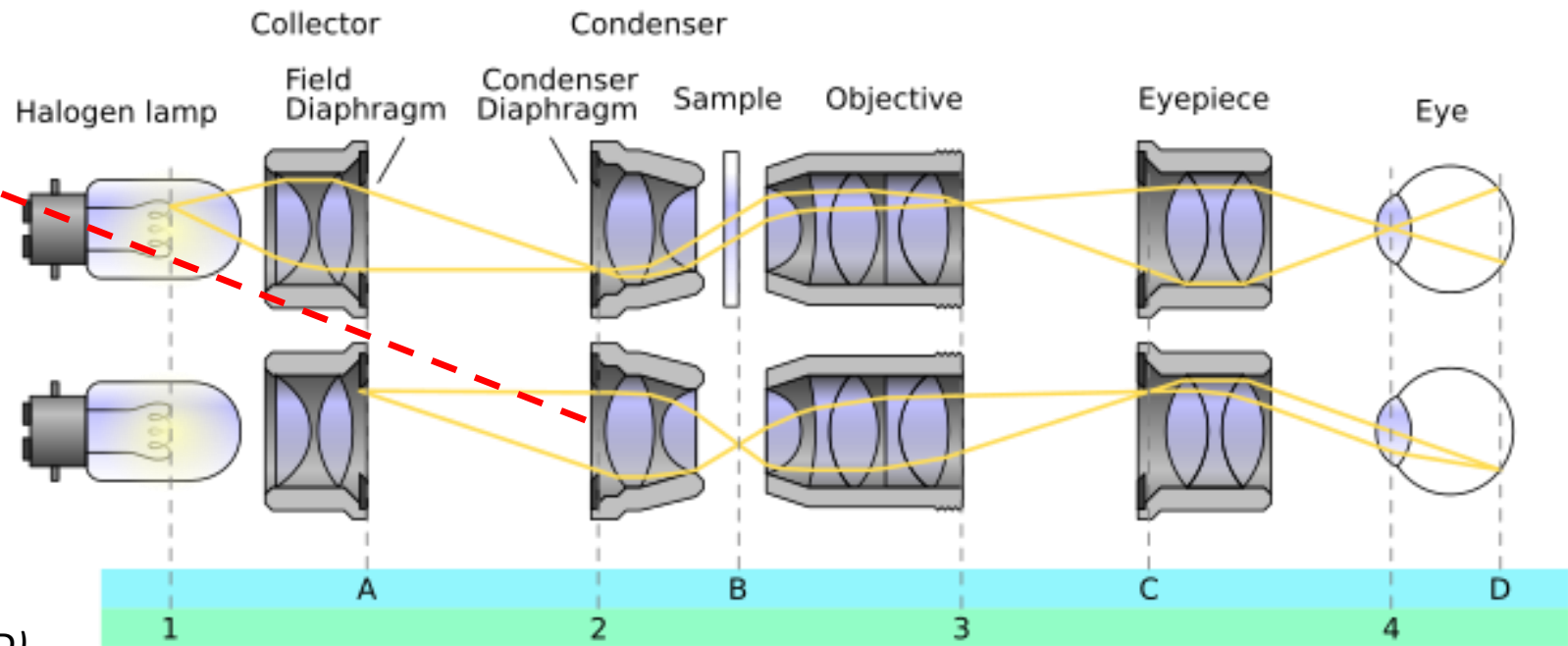
Κατηγορίες φωτισμού στη μικροσκοπία

2. Φωτισμός Kohler: Η εστίαση επιτυγχάνεται στο διάφραγμα του συμπυκνωτή, το διάφραγμα εστιάζεται στο επίπεδο του δείγματος.

Το διάφραγμα ρυθμίζεται ώστε η επιφάνειά του μόλις να καλύπτει την εξεταζόμενη περιοχή του δείγματος

έλεγχος της φωτεινής ροής χωρίς αλλοίωση της φασματικής κατανομής

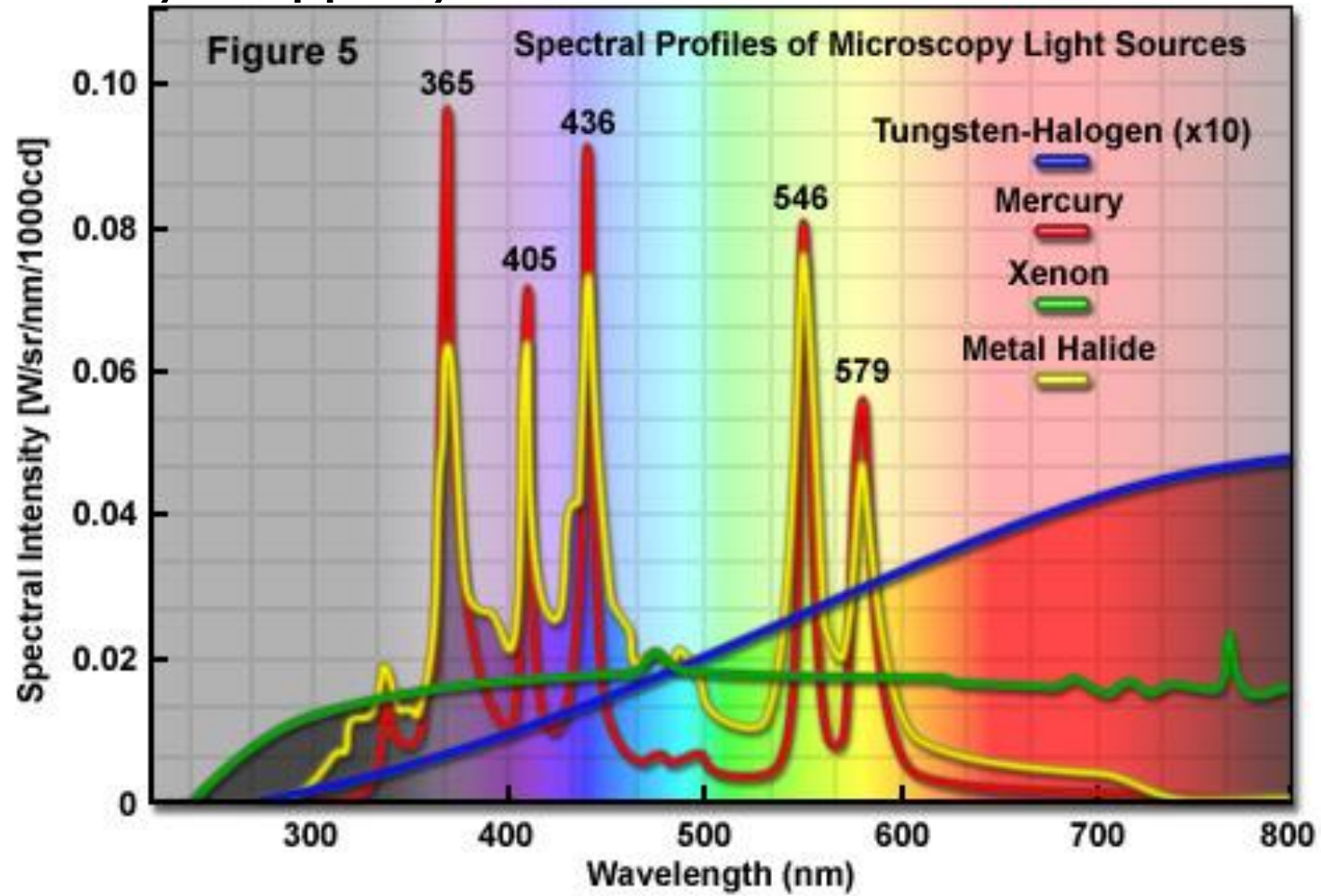
ρύθμιση Β.Π. (μεταβολή Ν.Α. λόγω μεταβολής D)



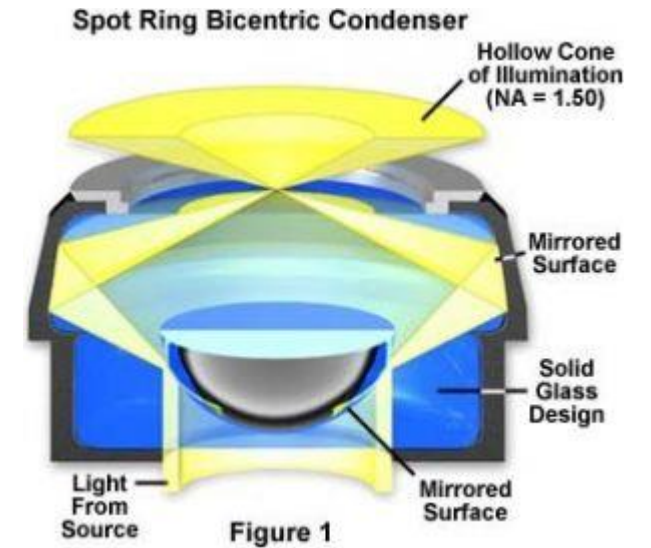
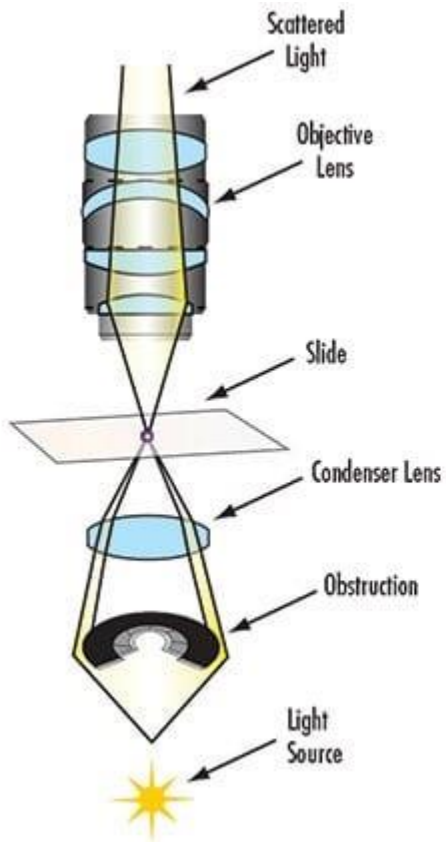
Φωτιστικές πηγές 1/2

- Λαμπτήρας πυρακτώσεως (νήμα βολφραμίου).
- Λαμπτήρας αλογόνου (π.χ. ιωδίου).
- Πηγή βολταϊκού τόξου.
- Ατμοί υδρογόνου (μονοχρωματικό για ασπρόμαυρη απεικόνιση).
- Φωτεινή πηγή Ξένου (film daylight).
- Φωτεινή πηγή Ζirkονίου.
- Φως από πηγή laser.

Φωτιστικές πηγές 2/2



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΕΠΙ ΣΚΟΤΕΙΝΟΥ ΠΕΔΙΟΥ (DARKFIELD MICROSCOPY)



<https://www.microscopeclub.com/dark-field-microscopy/>

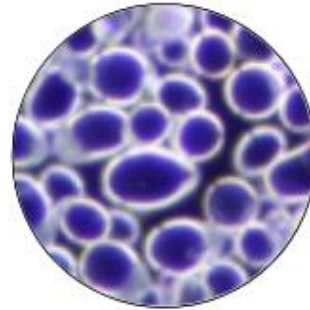
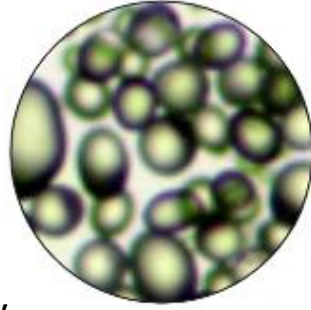
<https://www.olympus-lifescience.com/en/discovery/what-is-darkfield-microscopy/>

μεγάλη αντίθεση, ευκρίνεια, Δ.Ι.

ορατες λεπτομέρειες που καλύπτονται από σκιές στη τεχνική φωτεινού πεδίου (bright field microscopy)

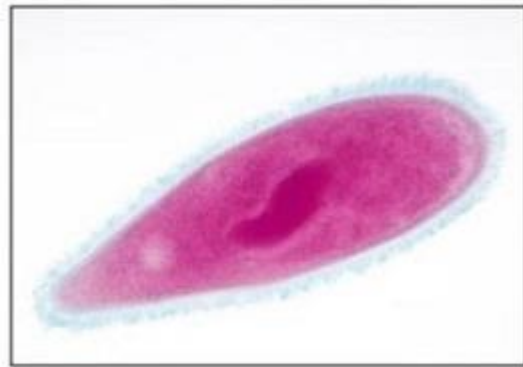
Brightfield

Darkfield



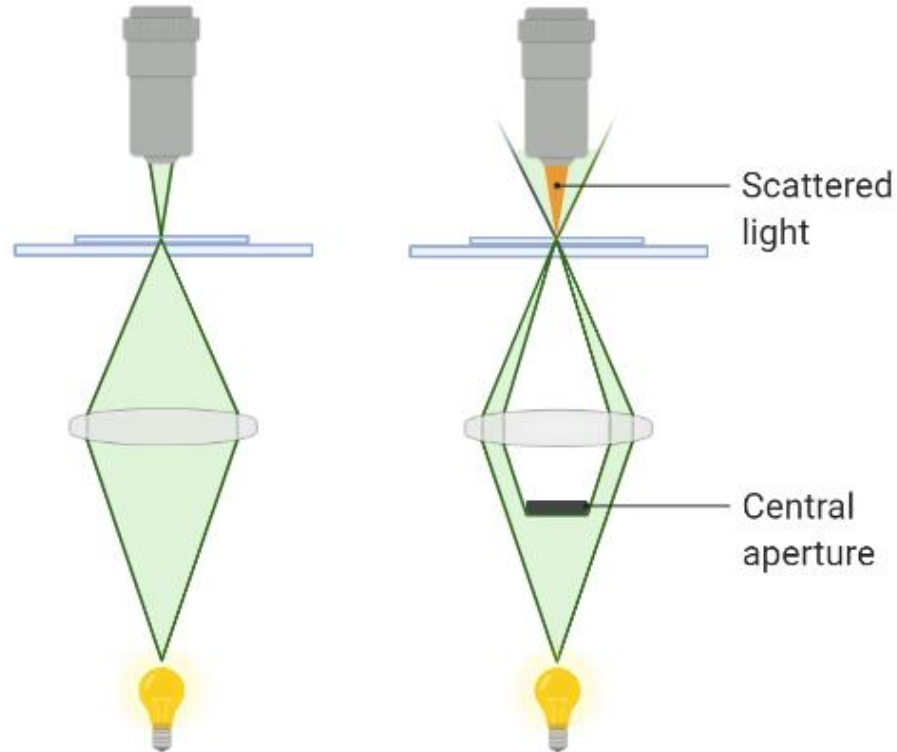
σκοτεινή εικόνα σε φωτεινό πεδίο

φωτεινή εικόνα σε σκοτεινό πεδίο



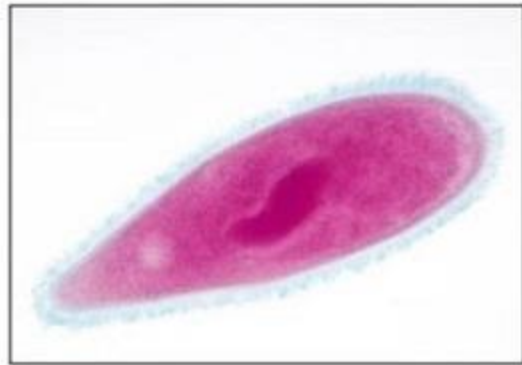
Brightfield

Darkfield



https://www.cn-microscope.com/zh_cn/biological-microscope2/what-is-bright-field-phase-contrast-dark-field-dic-microscope.html

Διαφορετικές τεχνικές φωτομικρογραφίας



Brightfield



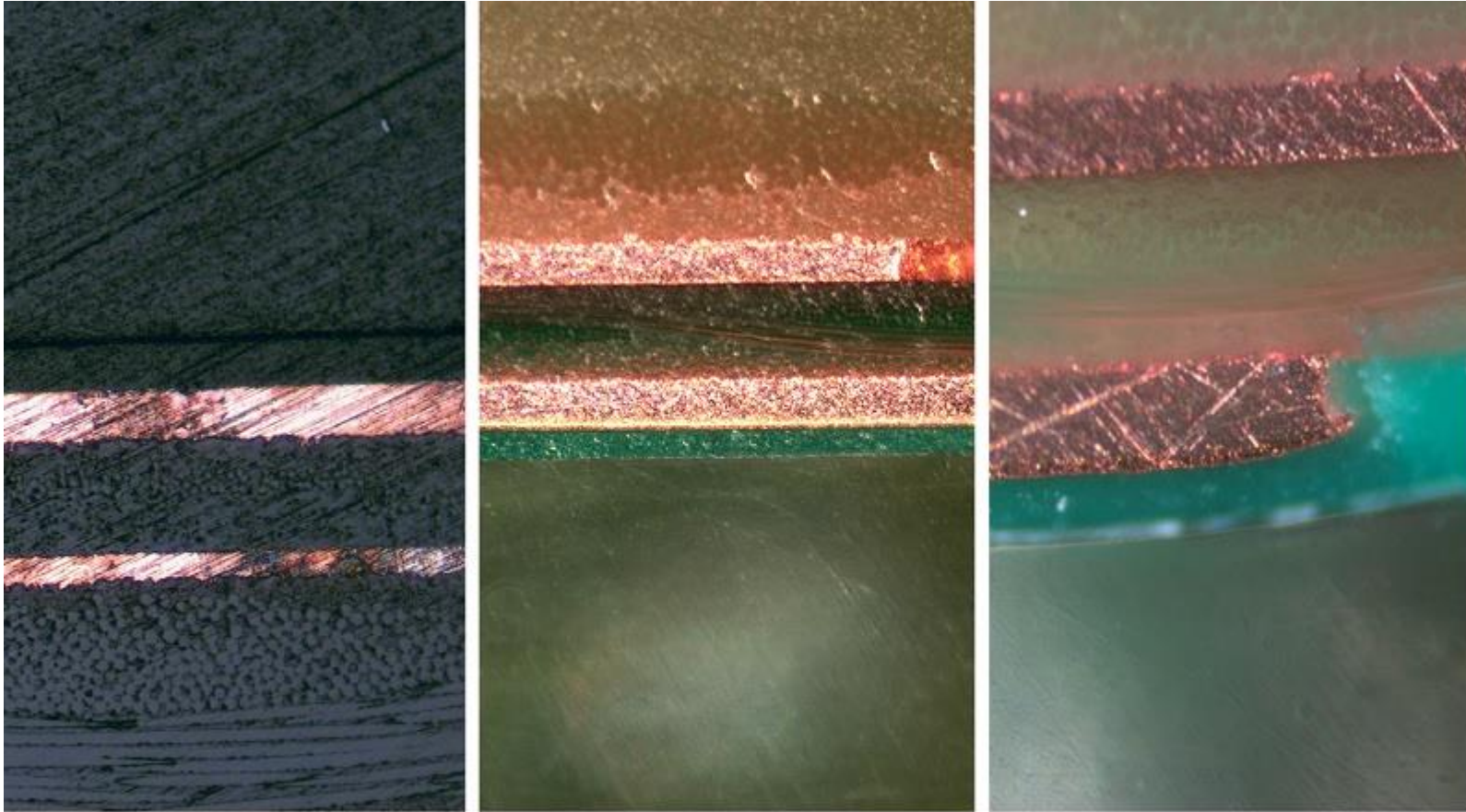
Darkfield



Phase-contrast

https://www.cn-microscope.com/zh_cn/biological-microscope2/what-is-bright-field-phase-contrast-dark-field-dic-microscope.html

Διαφορετικές τεχνικές φωτομικρογραφίας

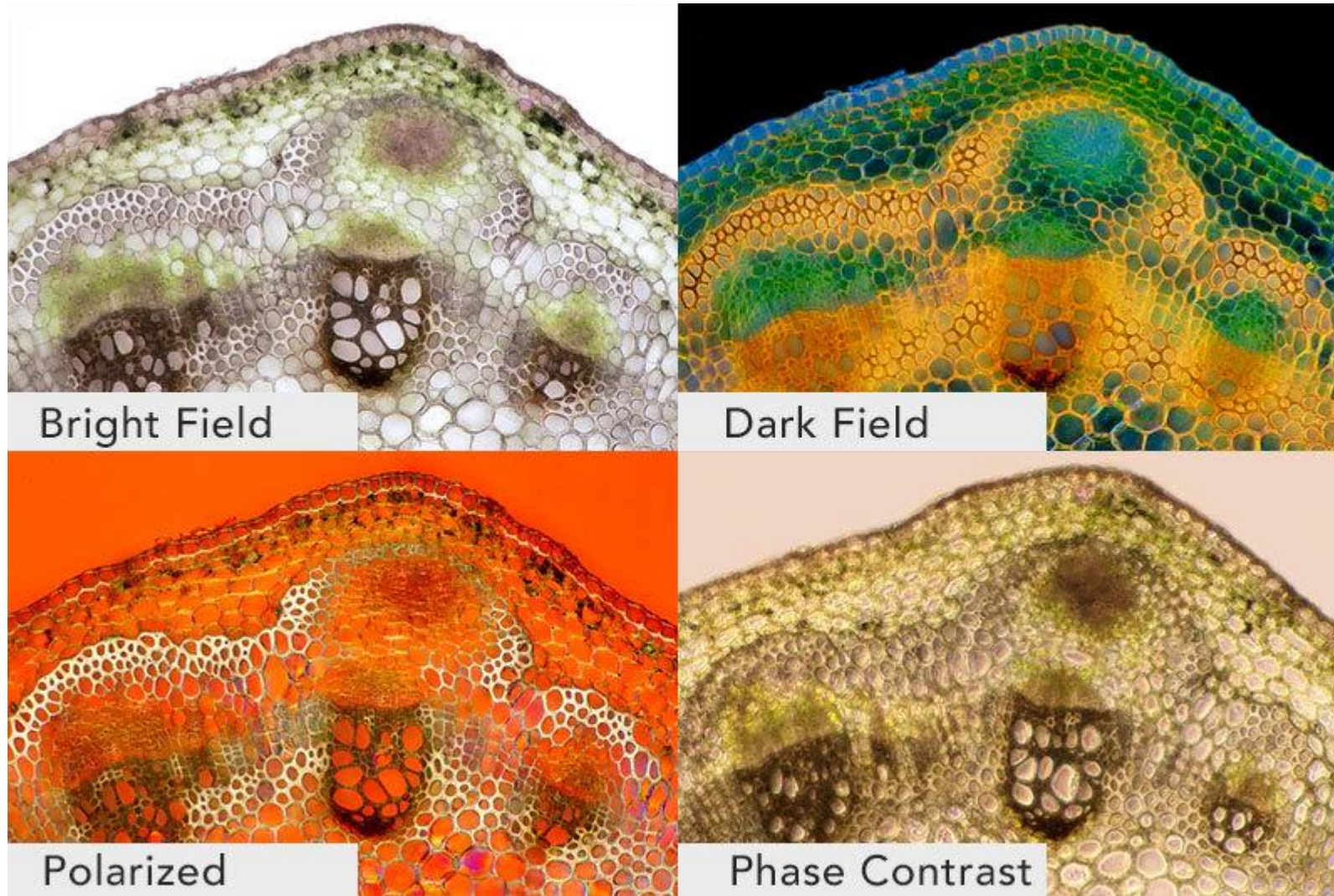


Brightfield

Darkfield

Polarizing

Διαφορετικές τεχνικές φωτομικρογραφίας



Πολωτικό μικροσκόπιο

Polarized Light Microscope Configuration

