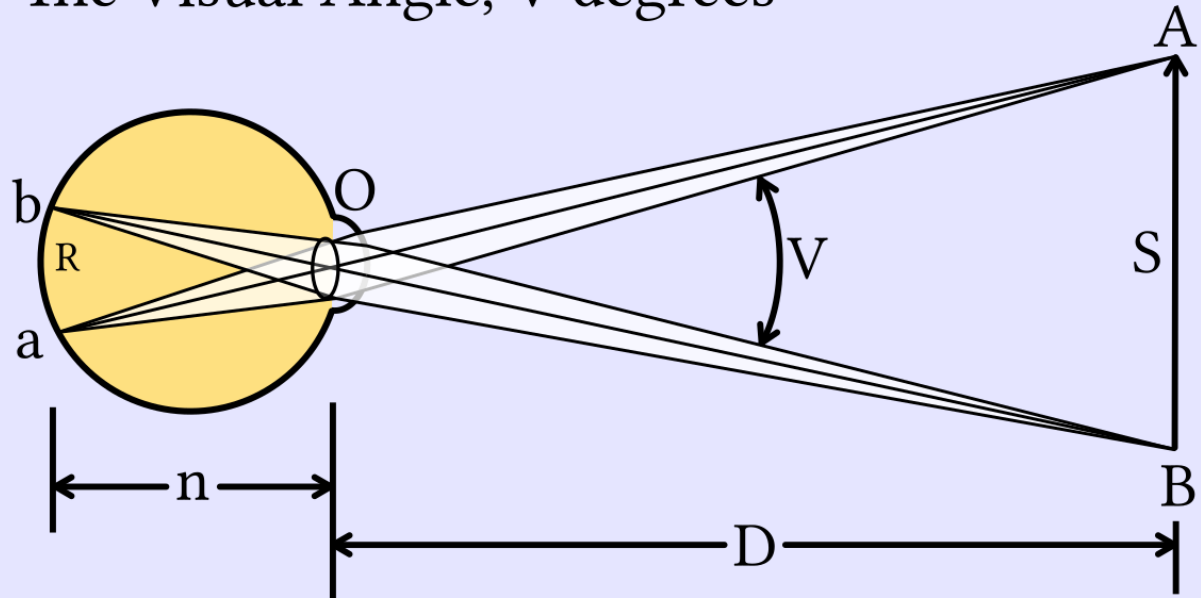


ΓΩΝΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ (visual angle/angle of vision)

Η γωνία υπό την οποία παρατηρείται το αντικείμενο

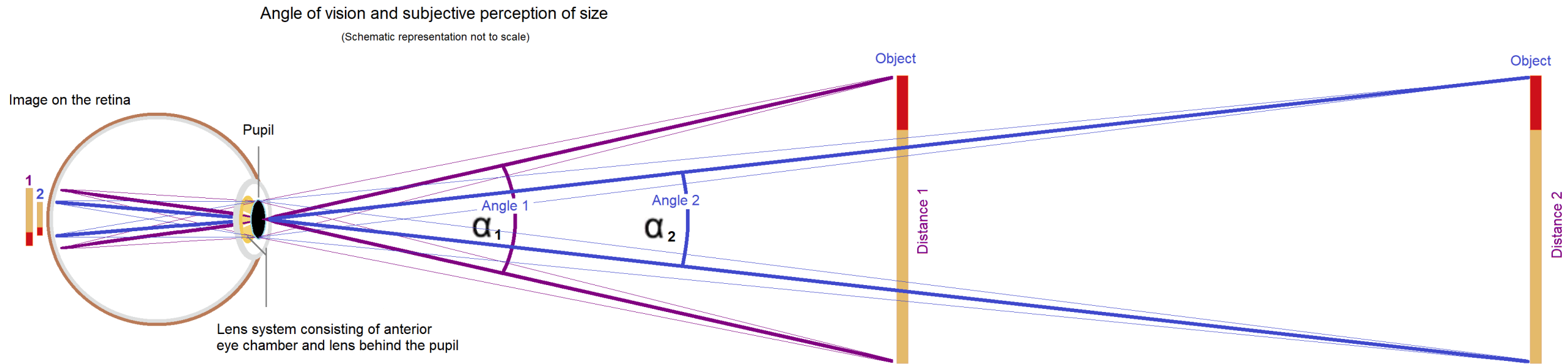
Εξαρτάται από : (i) διαστάσεις αντικειμένου (AB)
(ii) απόσταση (D)

The Visual Angle, V degrees



$$V = 2 \arctan(S/2D)$$

ΓΩΝΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ : «γωνιακό» μέγεθος ειδώλου



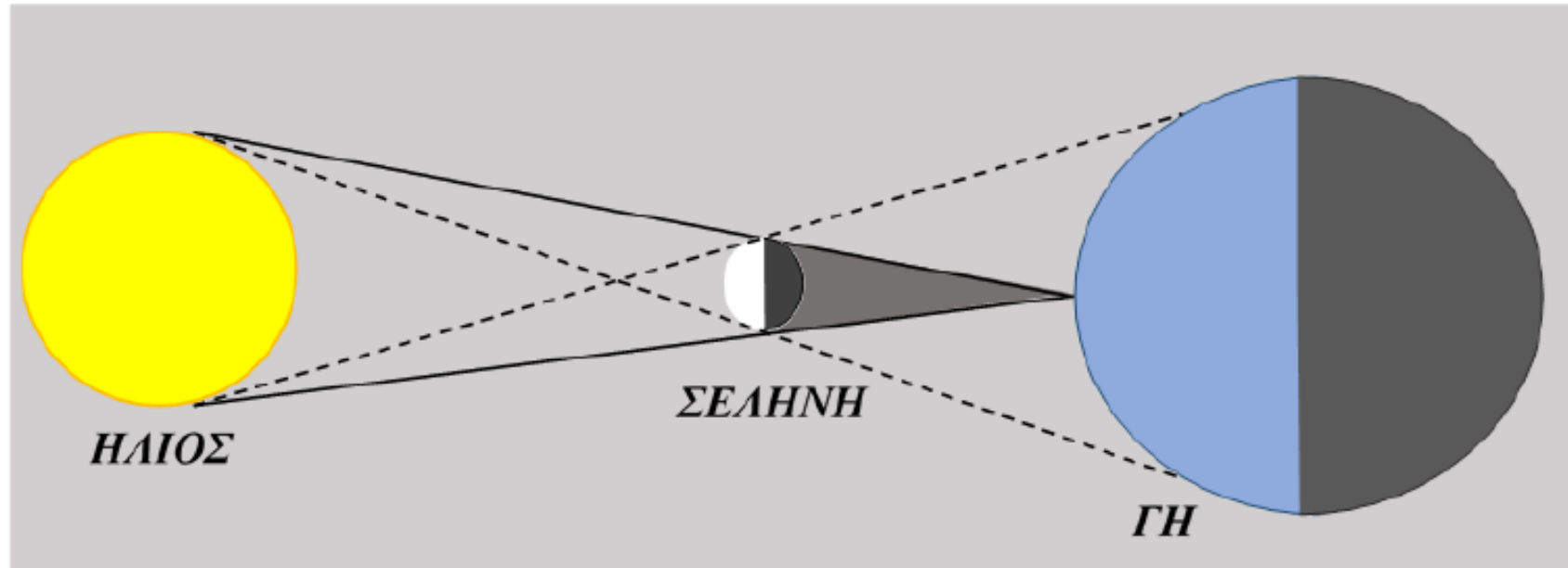
https://en.wikipedia.org/wiki/Visual_angle available under the [Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Ίδιο αντικείμενο σε διαφορετικές αποστάσεις → διαφορετική γωνία οράσεως

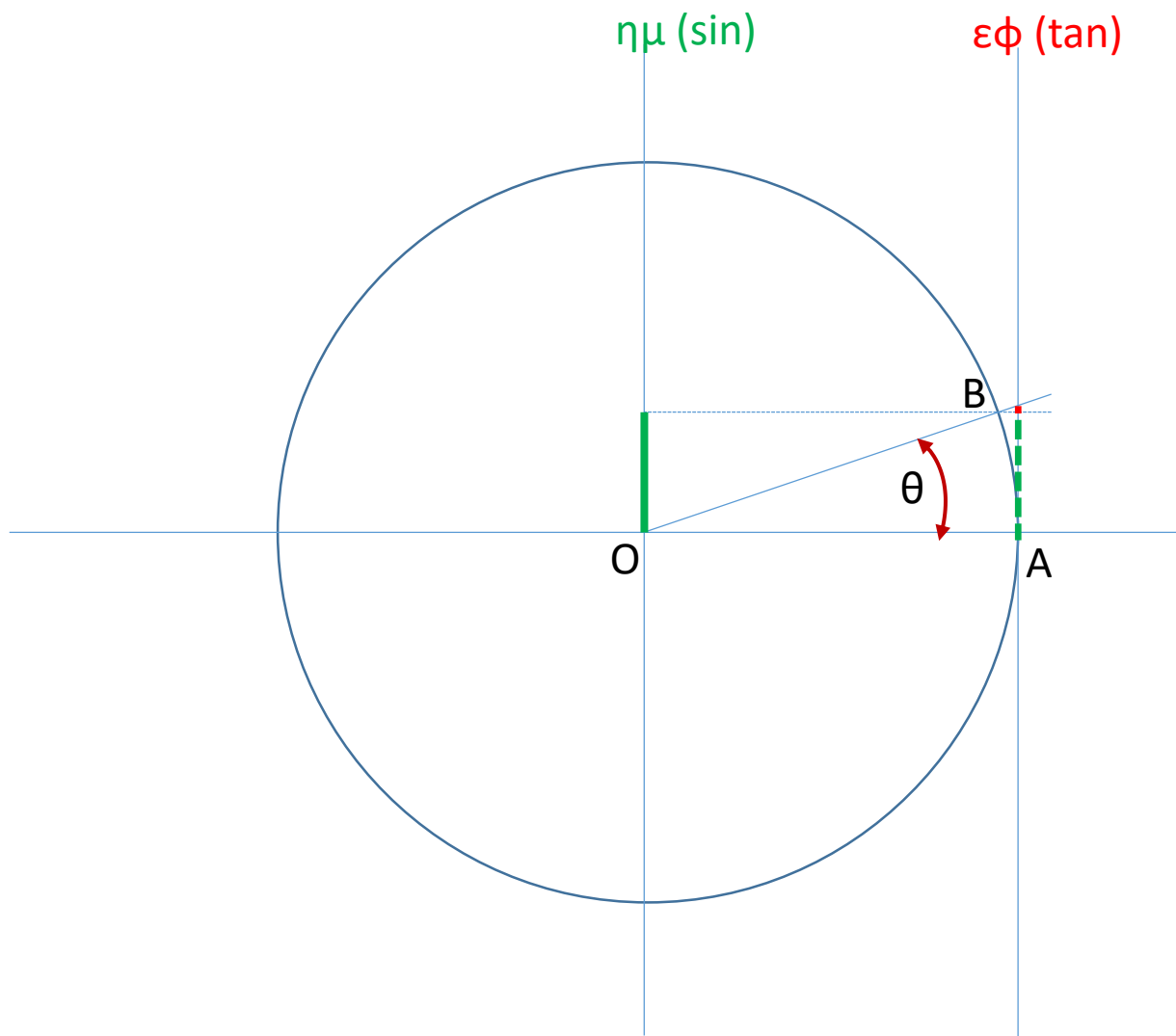


διαφορετικό μέγεθος ειδώλου στον αμφιβληστροειδή

Αλλά και διαφορετικά αντικείμενα με την ίδια γωνία οράσεως



	διάμετρος S (km)	απόσταση D από Γη (km)	S/D	γωνία οράσεως V (μοίρες)
ΣΕΛΗΝΗ	3474	384,400	0.009	0.5
ΗΛΙΟΣ	1,393,000	149,600,000	0.009	0.5



$$\eta\mu\theta \approx \epsilon\phi\theta \approx (AB) = \theta(\text{rad})$$

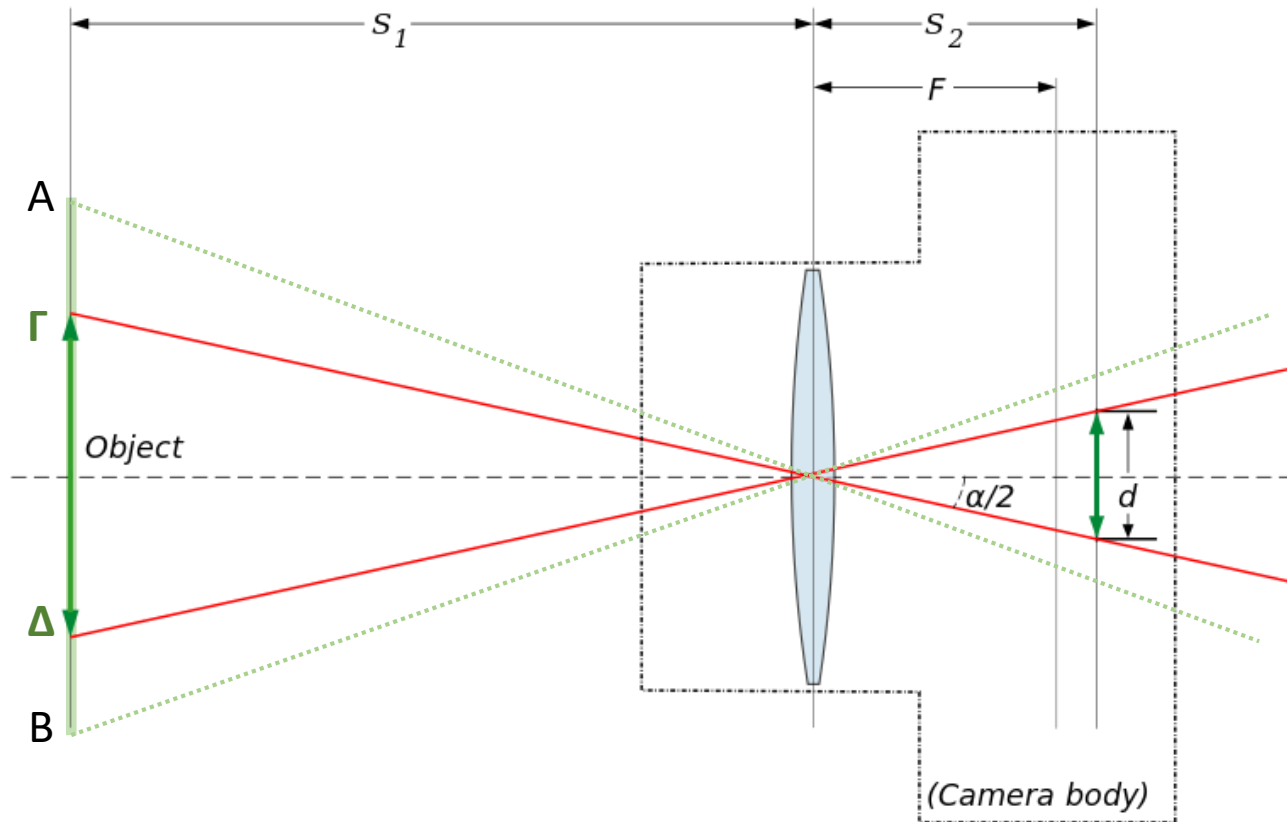
$$(AB) (\text{rad}) = \theta (\text{rad}) \cdot (OA)$$

1

ΟΠΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (FOV)

Η max γωνία που σχηματίζουν οι ακτίνες που χρησιμοποιούνται στο οπτικό σύστημα
Καθορίζει (περιορίζει ;;;) την έκταση του ορατού πεδίου

Εξαρτάται από : (i) διαστάσεις αισθητήρα (**d**) & (ii) εστιακή απόσταση φακού (**F**)



FOV

$$\alpha = 2 \arctan \left(\frac{d}{2F} \right)$$

Φακός εστιασμένος στο άπειρο ($s_1 \rightarrow \infty$) $\rightarrow s_2 \cong F$

ΟΠΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ : $\sim 210^\circ$ (διοπτική όραση $\sim 114^\circ$)

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ: $\sim 150^\circ$

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

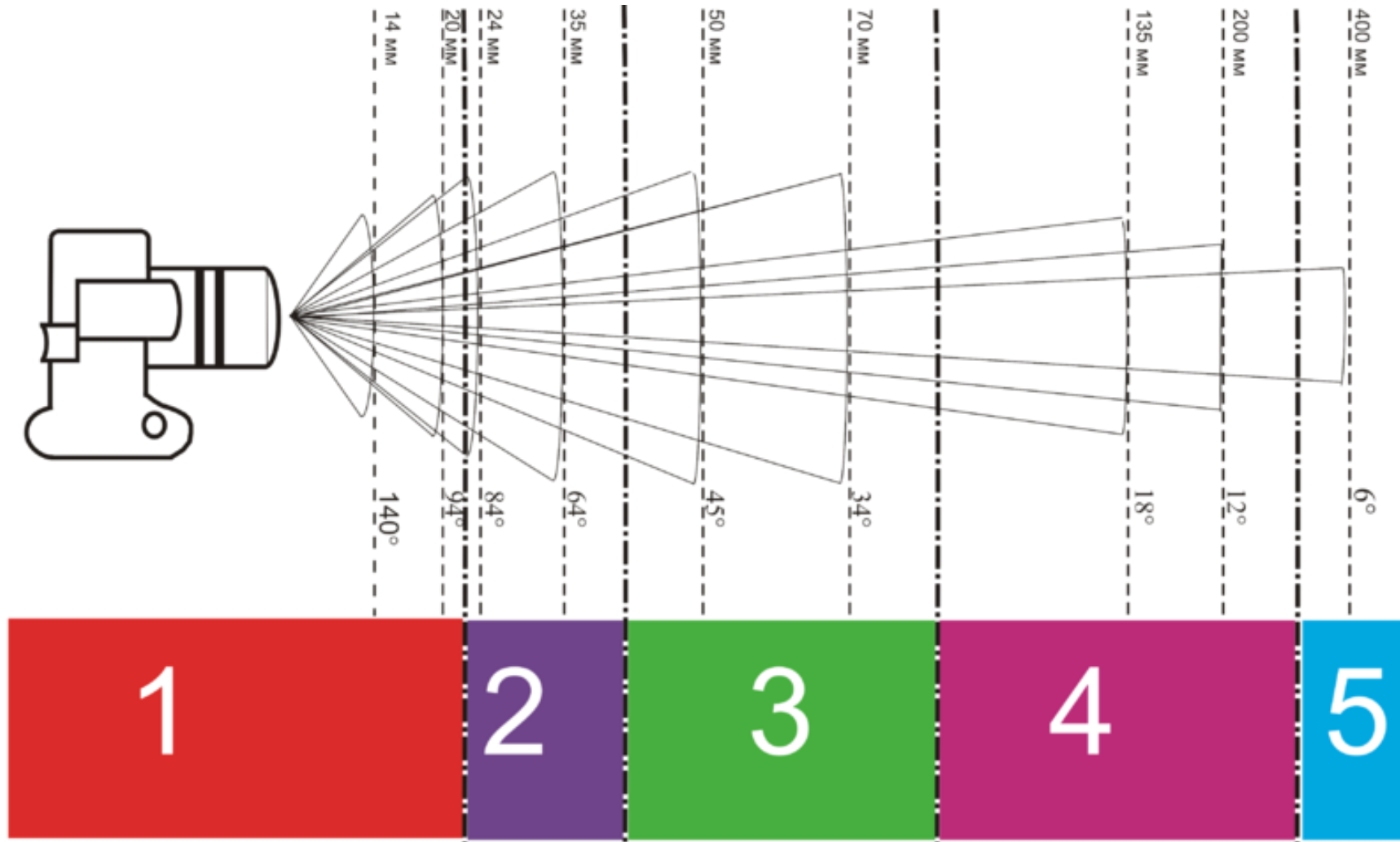
- «Κανονικός» φακός (normal lens): $FOV \sim 1\text{rad} \sim 57.3^\circ$
- Αισθητήρας αναφοράς : full-frame (35mm): $24\text{mm} \times 36\text{mm} \rightarrow d \sim 43\text{ mm}$
- Μικρότερος αισθητήρας : Crop Factor $CF = d_{35\text{mm}} / d_{\text{αισθ.}}$ $\rightarrow FOV = \frac{FOV_{35\text{mm}}}{CF}$



Ισοδύναμη εστιακή απόσταση (effective/equivalent focal length) EFL: $f_{\text{eff}} = CF \cdot f$:

Η εστιακή απόσταση που θα πρέπει να έχει φακός όταν χρησιμοποιηθεί με τον αισθητήρα αναφοράς (full-frame) ώστε να δίνει το ίδιο FOV.

Εστιακή απόσταση – FOV, φιλμ (24 x 36mm)



Wide-angle to telephoto

Understand the difference between focal lengths, from 10mm to 400mm

Your lens focal length affects the angle of view you can see through your camera's viewfinder. To really see the difference focal length can make to the angle of view, it's good to compare a sequence of shots of the same subject taken at different focal lengths. See our examples for how much or how little of the scene you can capture in your frame, depending on your effective focal length (EFL).



125mm (EFL: 200mm)



35mm (EFL: 55mm)



11mm (EFL: 18mm)

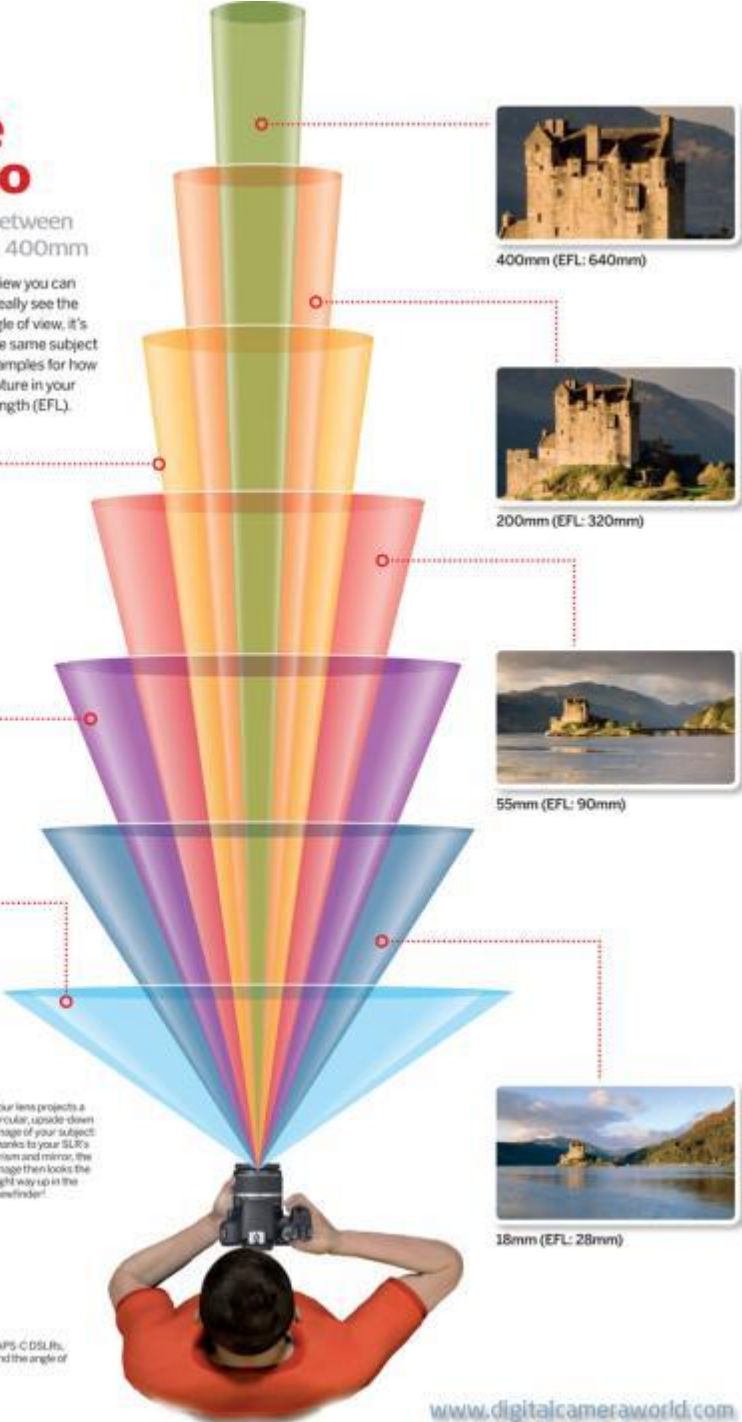
Effective Focal Length (EFL)



Your lens projects a circular, upside down image of your subject thanks to your SLR's prism and mirror, the image then bounces the right way up in the viewfinder!

The view on a full frame camera (sensor size: 36x24mm, same size as 35mm film).

The cropped view on APS-C DSLRs, the EFL is increased and the angle of view decreased.



400mm (EFL: 640mm)



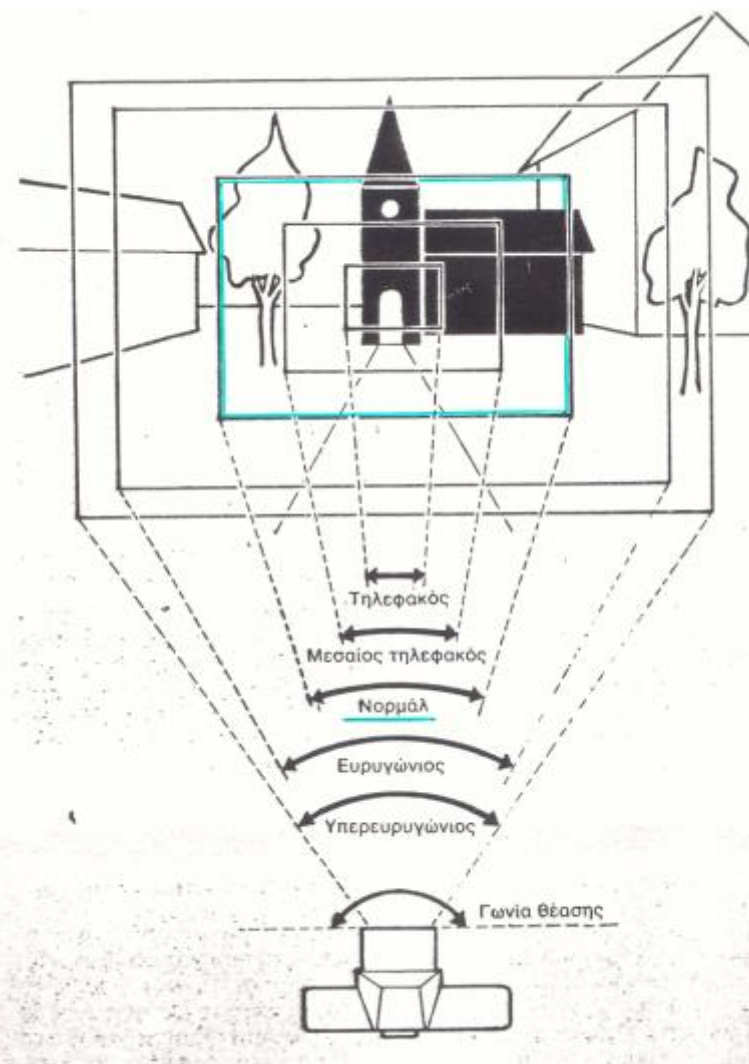
200mm (EFL: 320mm)



55mm (EFL: 90mm)



18mm (EFL: 28mm)



Εστιακή απόσταση – FOV

$$\text{FOV: } \alpha = 2 \arctan\left(\frac{d}{2f}\right)$$

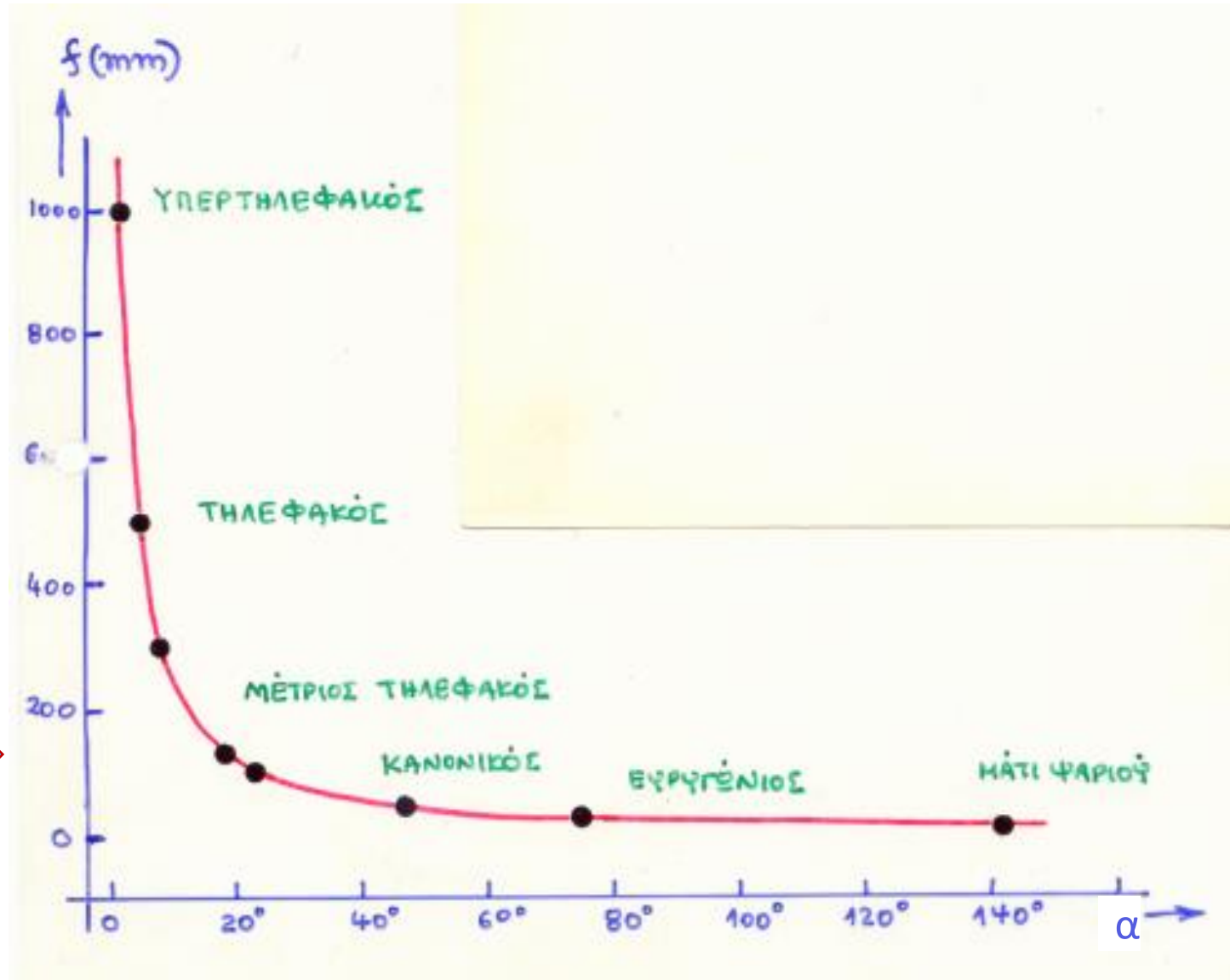
$$\text{Άρα: } \frac{d}{2f} = \tan\frac{\alpha}{2}$$

Για φωτοευαίσθητη επιφάνεια με διάσταση
(24x36)mm είναι:

$$d \sim 43 \text{ mm} \rightarrow d/2 = 21.6 \text{ mm}$$

$$\text{Άρα } \tan\frac{\alpha}{2} = \frac{21.6}{f} \Rightarrow f = \frac{21.6}{\tan\frac{\alpha}{2}}$$

όπου f : εστιακή απόσταση (σε mm).



Γωνιακό Άνοιγμα 2θ

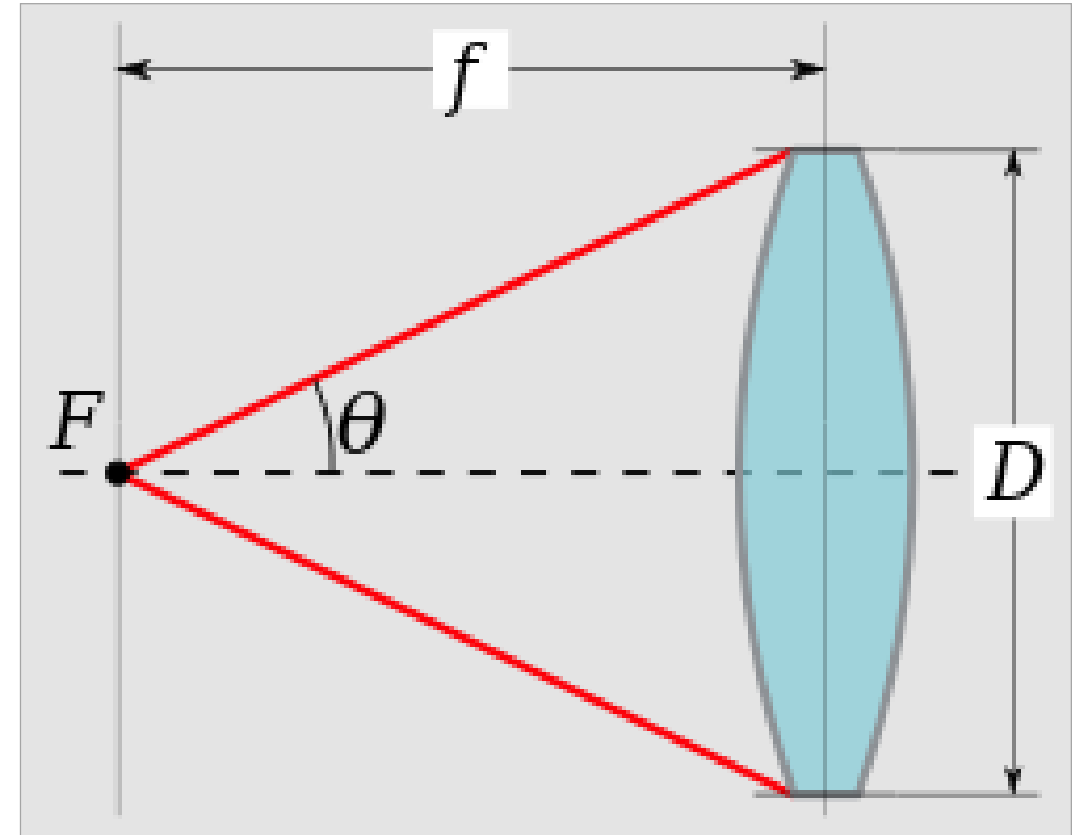
Η max γωνία που σχηματίζουν οι ακτίνες από ένα φωτεινό σημείο (F) που εισέρχονται στο οπτικό σύστημα και συντελούν στο σχηματισμό ειδώλου.

- Καθορίζει τη **φωτεινή ροή** που εισέρχεται στη διάταξη (**φωτεινότητα ειδώλου**)
- Εξαρτάται από τη **διάμετρο της οπής (διάφραγμα)**

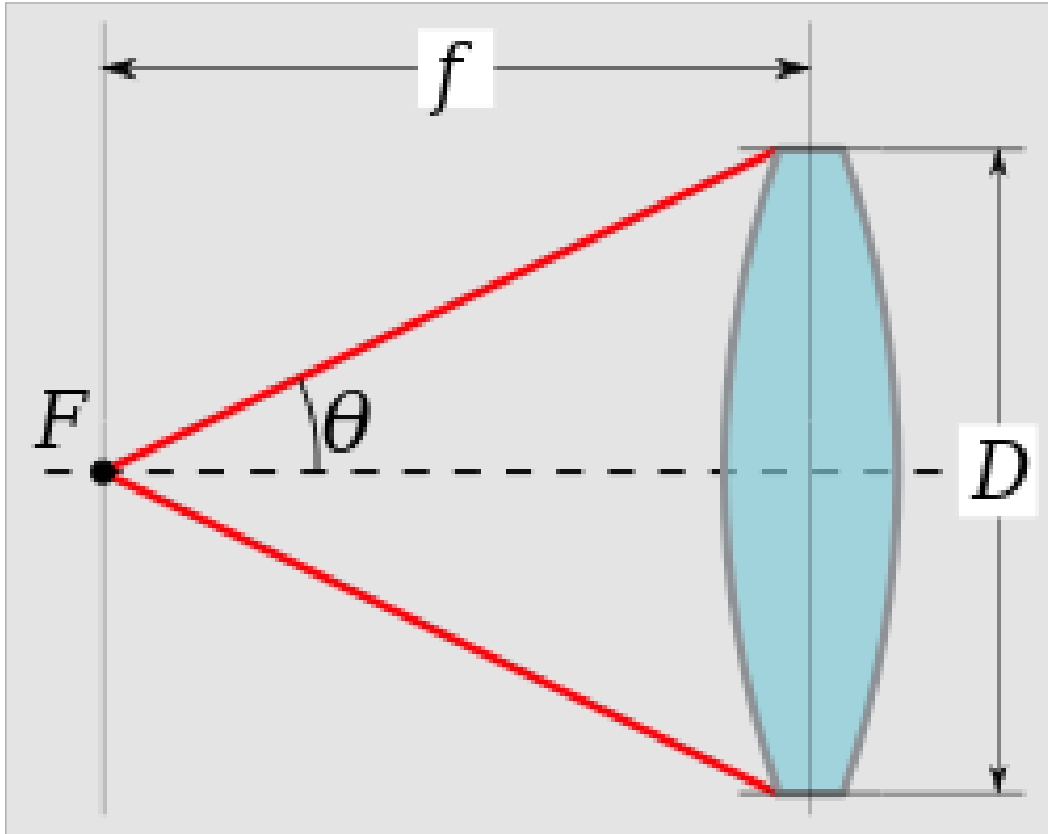
$$2\theta = 2 \cdot \arctan\left(\frac{D}{2f}\right)$$

Για μικρή γωνία θ :

$$\tan\left(\frac{D}{2f}\right) \approx \left(\frac{D}{2f}\right) \Rightarrow 2\theta = \frac{D}{f} = \frac{1}{f/\neq}$$



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



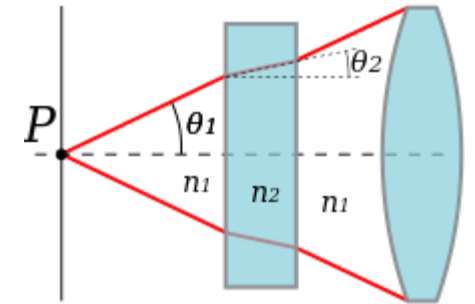
By Moxfyre at English Wikipedia - Transferred from en.wikipedia to Commons by Moxfyre., Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6545240>

- **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

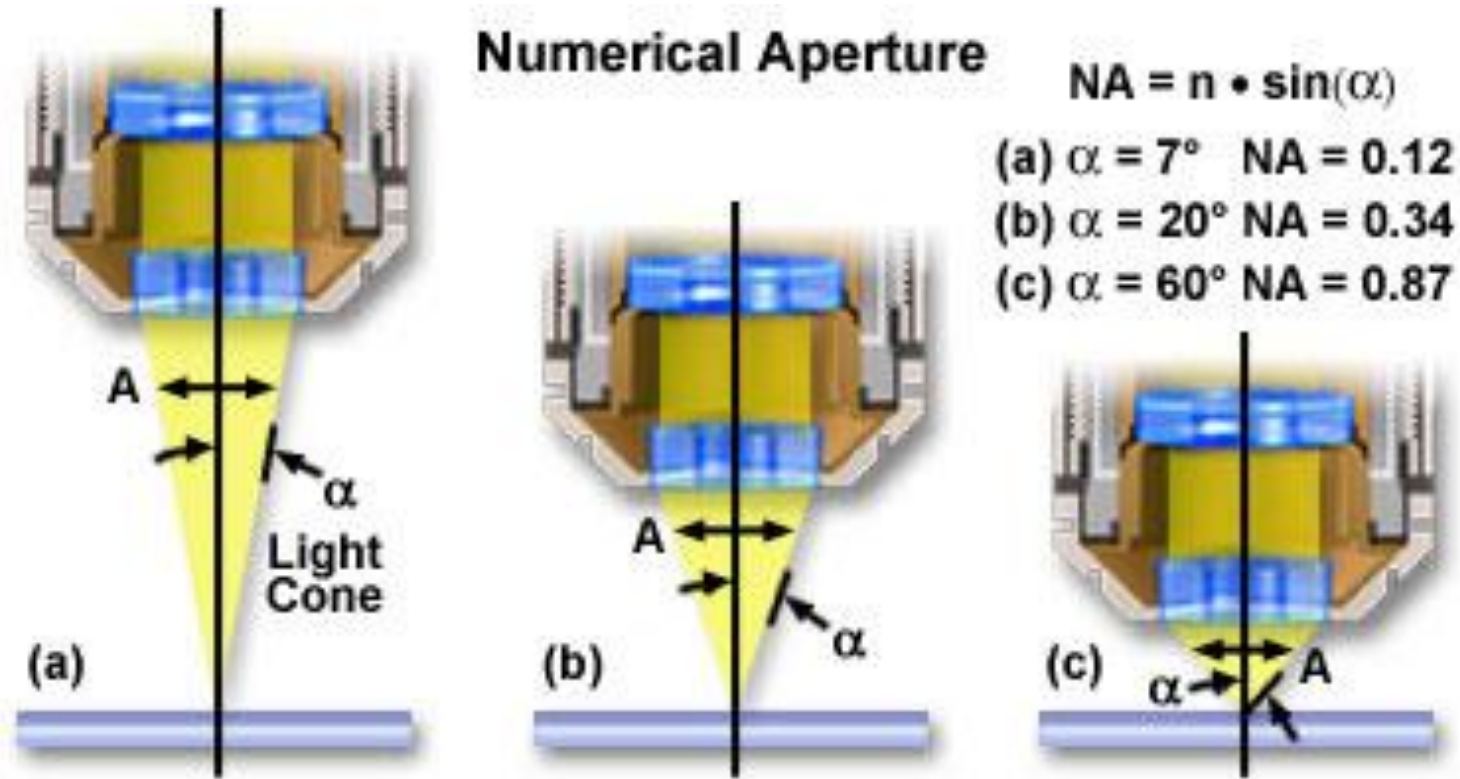
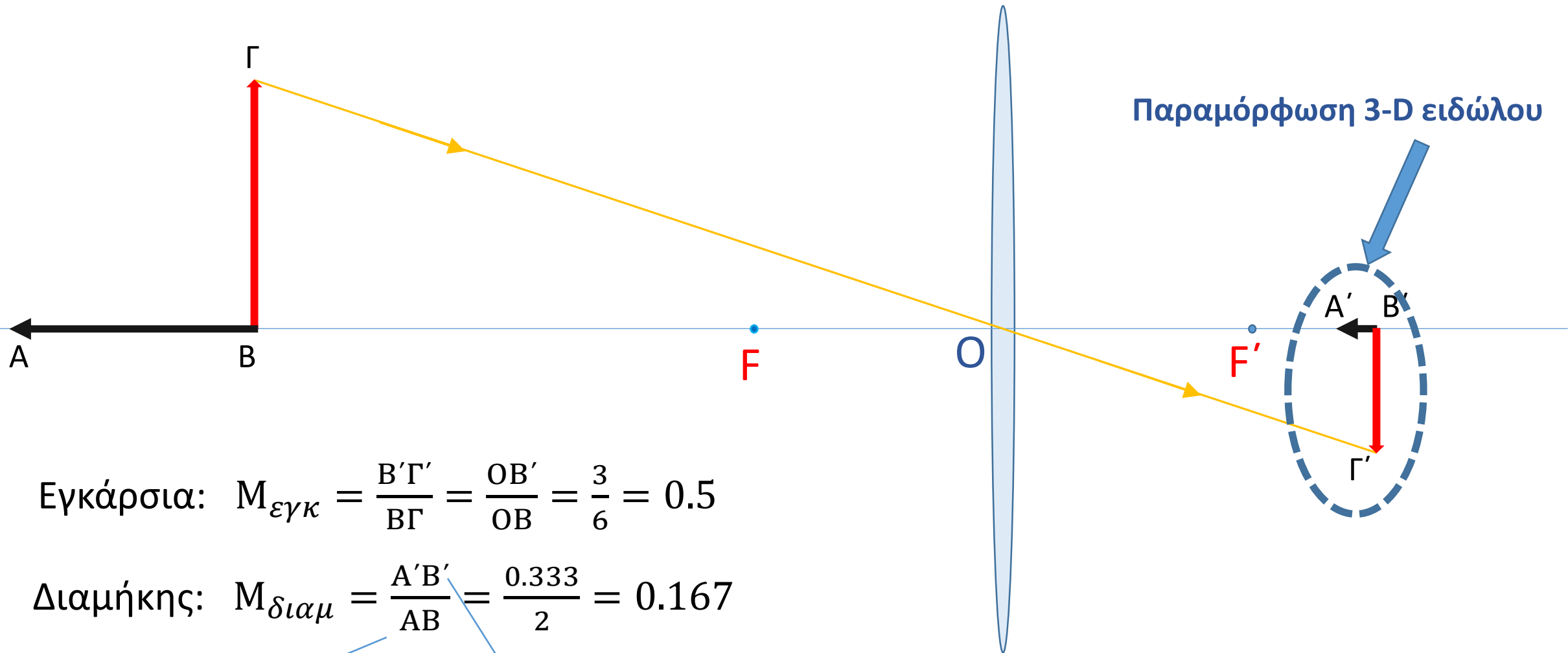


Figure 1

ΕΓΚΑΡΣΙΑ & ΓΩΝΙΑΚΗ ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ



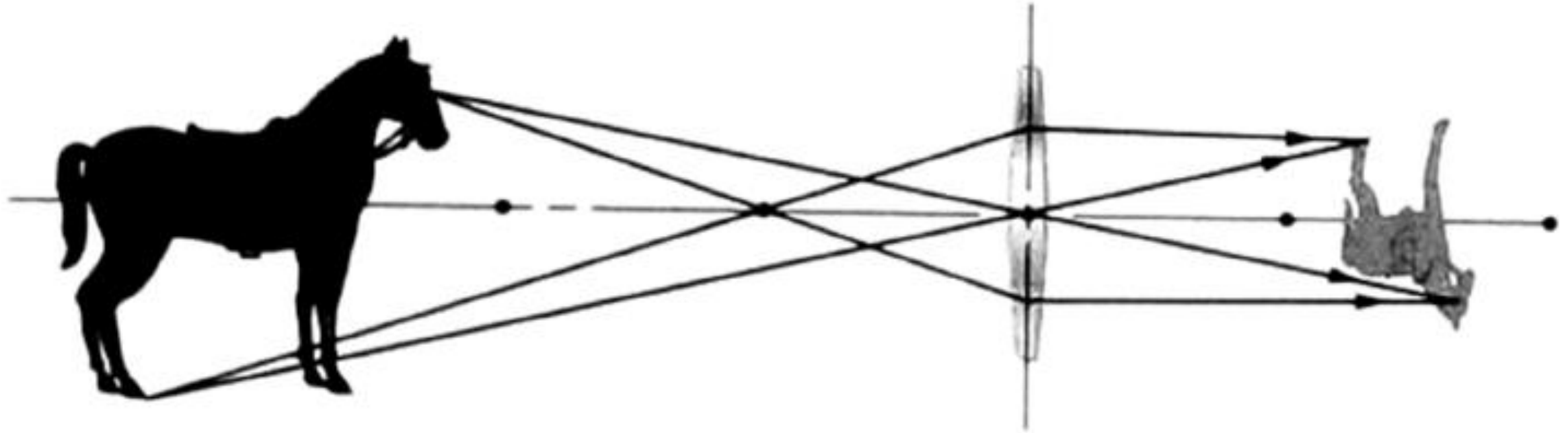
Εγκάρσια: $M_{εγκ} = \frac{B'\Gamma'}{B\Gamma} = \frac{OB'}{OB} = \frac{3}{6} = 0.5$

Διαμήκης: $M_{διαμ} = \frac{A'B'}{AB} = \frac{0.333}{2} = 0.167$

$AB = x_A - x_B = 2mm$

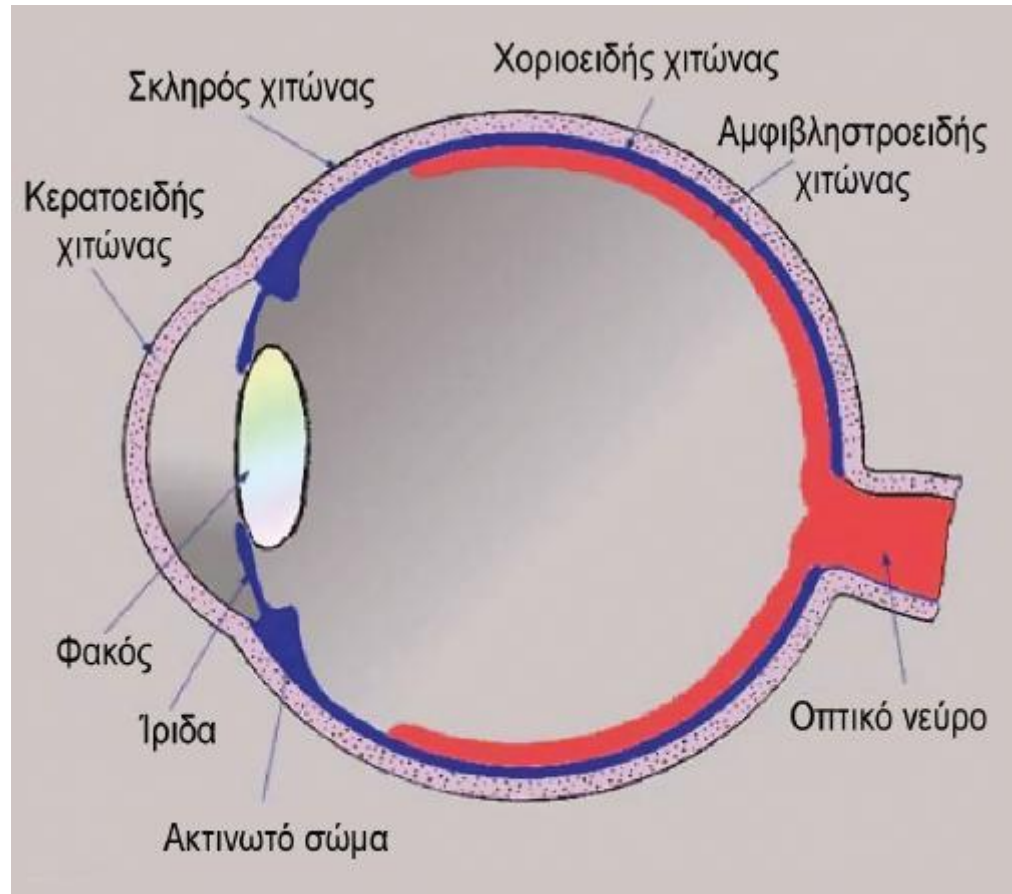
$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \rightarrow \left[\begin{array}{l} x_{A'} = 2.7mm \\ x_{B'} = 3mm \end{array} \right] \rightarrow A'B' = x_{B'} - x_{A'} = 0.3mm$

Εγκάρσια & Γωνιακή Μεγέθυνση: - Παραμόρφωση 3-D ειδώλου



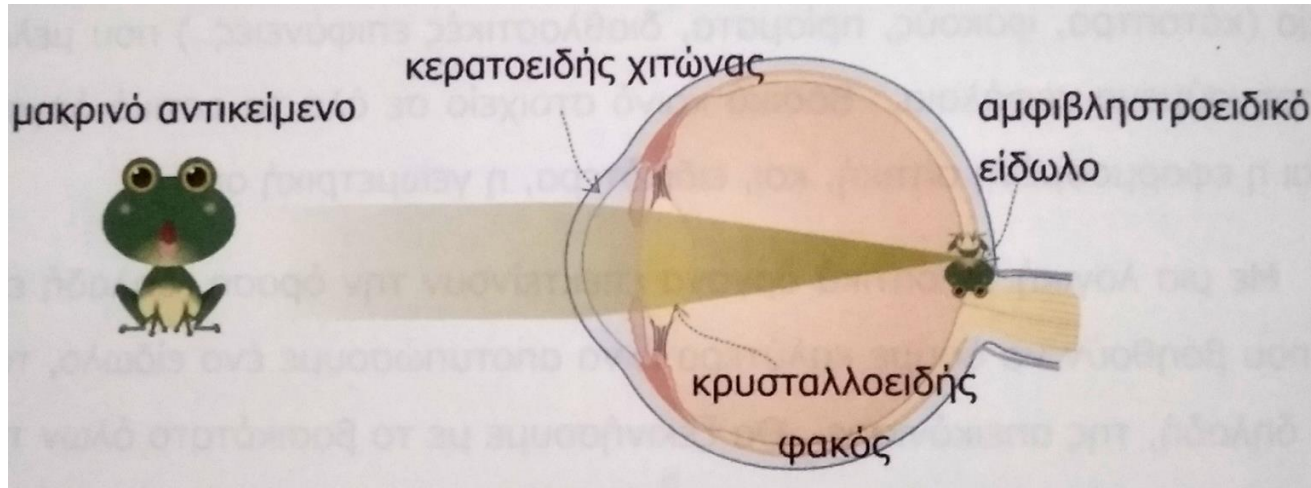
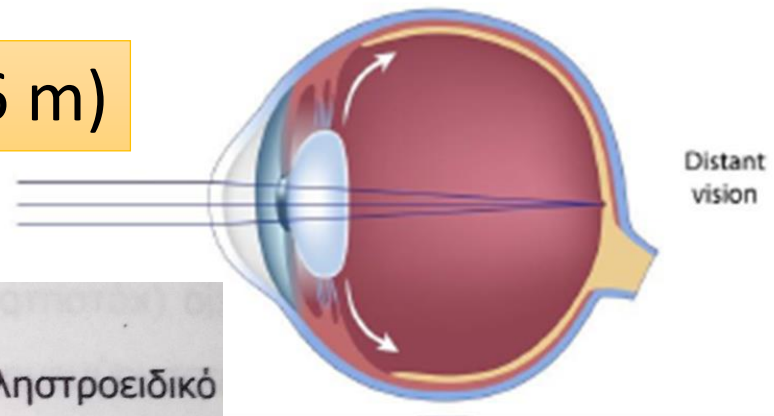
ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ



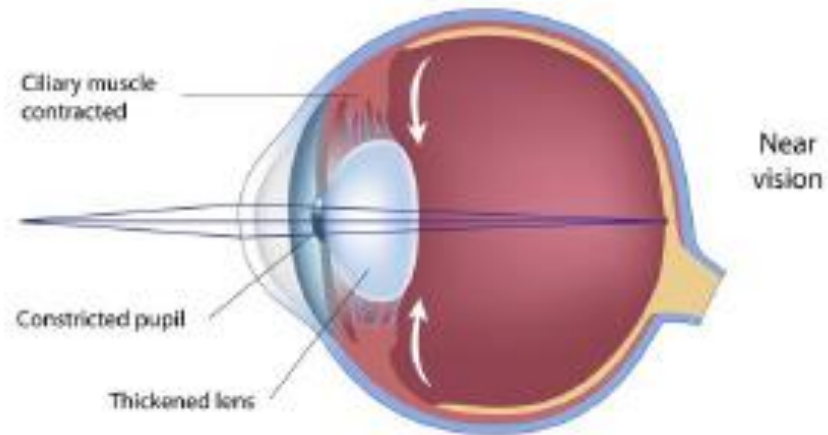


Μακρινή όραση

(> 6 m)



Κοντινή όραση

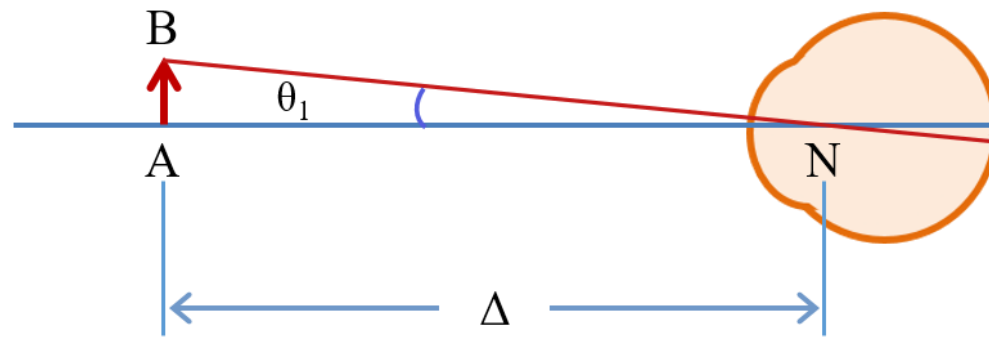


ελάχιστη απόσταση ευκρινούς οράσεως Δ (25 cm)

Στην Ελάχιστη Απόσταση Ευκρινούς οράσεως Δ (25 cm) :

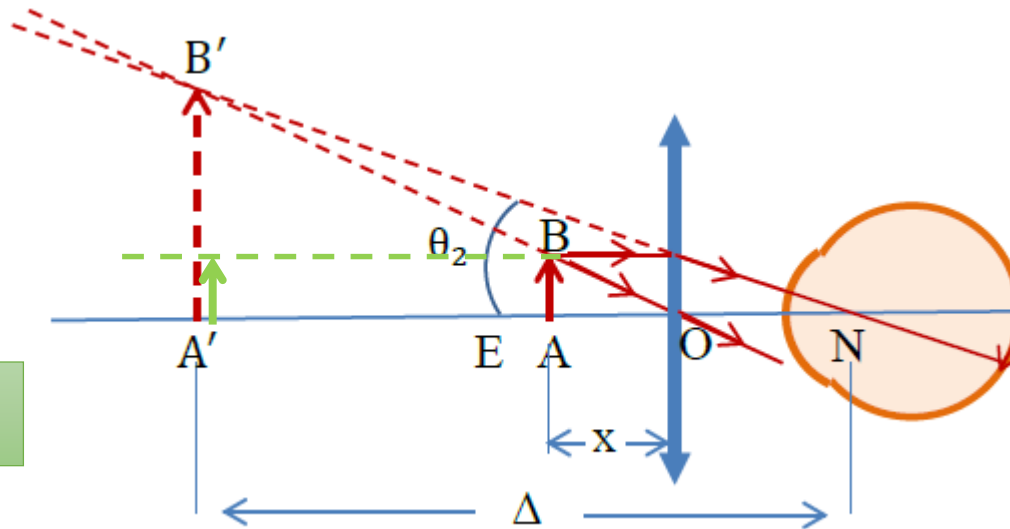
1. Παρατήρηση με γυμνό οφθαλμό

↓
Γωνία οράσεως θ_1



2. Παρατήρηση μέσω μεγεθυντικού φακού

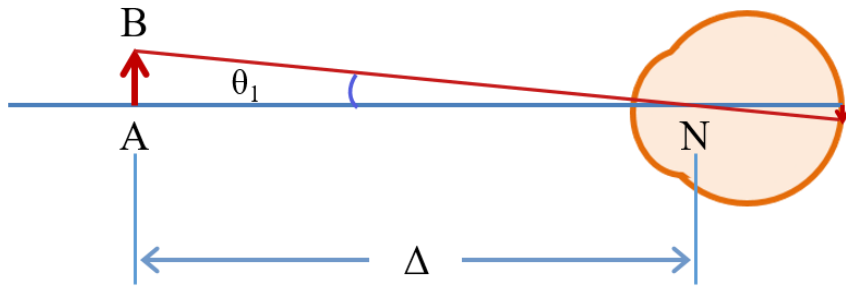
↓
Γωνία οράσεως θ_2



Γωνιακή Μεγέθυνση

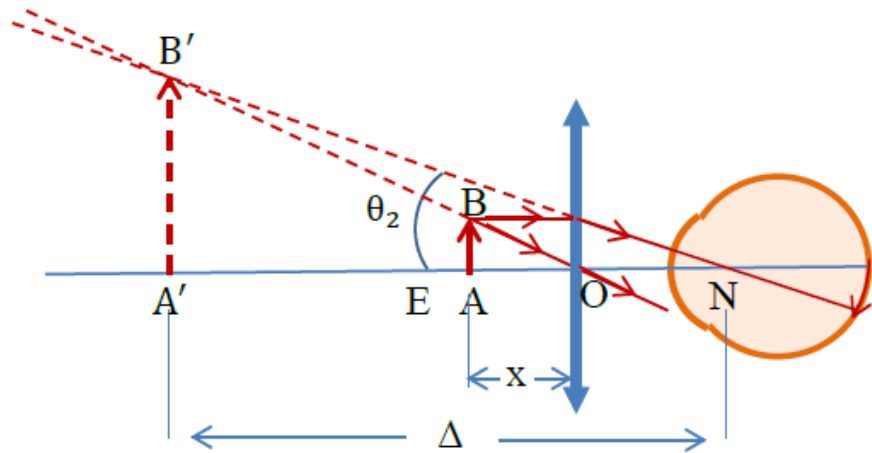
$$M_{\gamma\omega\nu} = \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

Γωνιακή Μεγέθυνση στην Ελάχιστη Απόσταση Ευκρινούς οράσεως Δ (25 cm) :



1. Παρατήρηση με γυμνό οφθαλμό

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



2. Παρατήρηση μέσω μεγεθυντικού φακού

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

Γωνιακή Μεγέθυνση

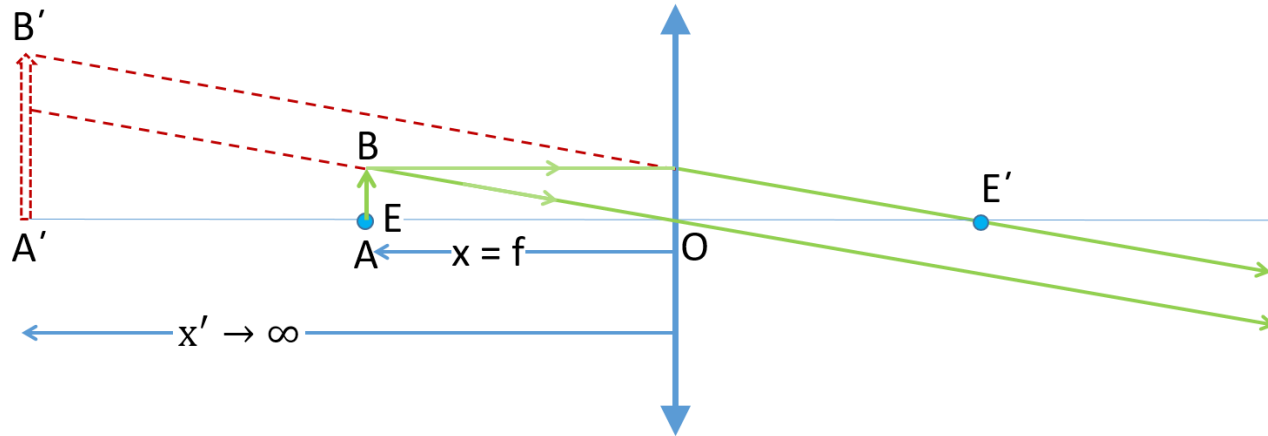
$$M_{\gamma\omega\nu} = -\frac{\Delta}{x}$$

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

$\Delta = -25\text{cm}$!!

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

(α) Αντικείμενο στην Εστία \rightarrow Είδωλο στο ∞



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

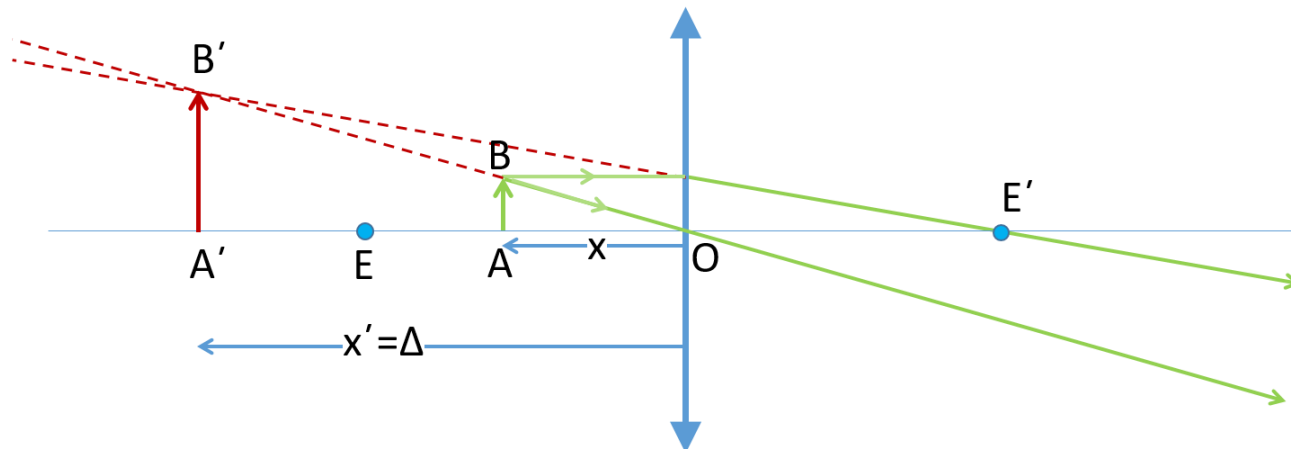
$$P = \frac{1}{f}$$

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

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

(α)

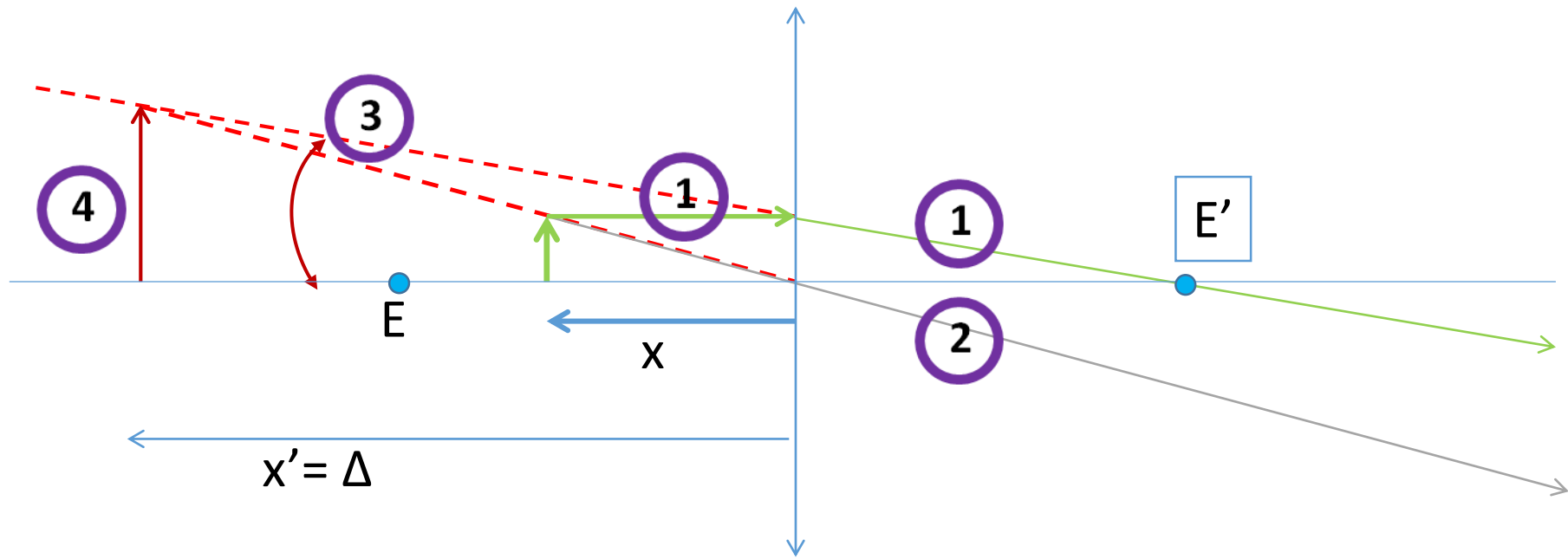
(β) Αντικείμενο σε θέση για την οποία το Είδωλο στο Δ



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

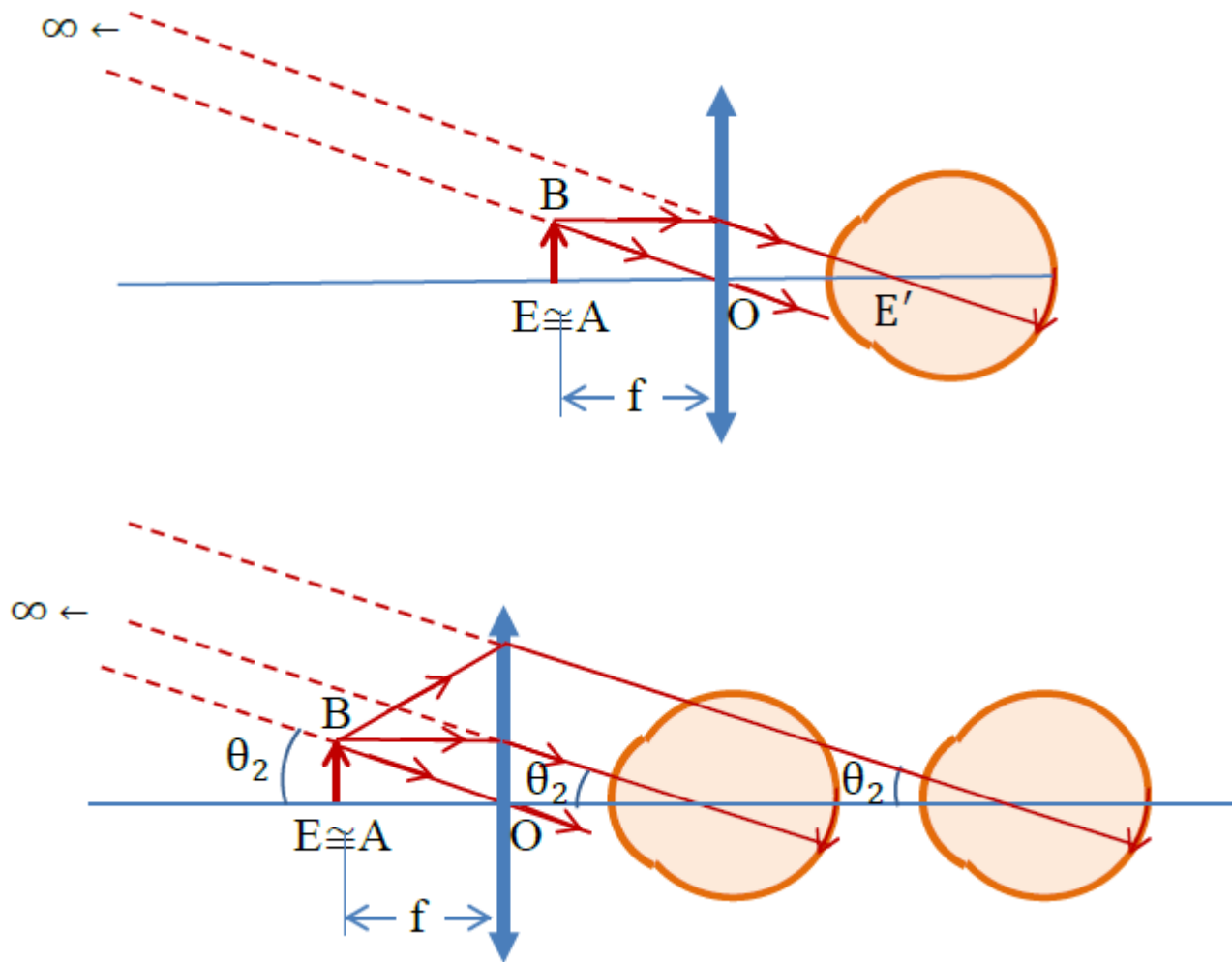
(β)

Πώς σχεδιάζουμε τις πορείες των ακτίνων για να σχηματίσουμε το είδωλο

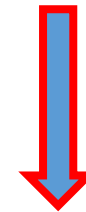


Οφθαλμός στην κύρια εστία του φακού

(α). Αντικείμενο στην κύρια εστία του φακού



είδωλο στο άπειρο



γωνία οράσεως
ανεξάρτητη της θέσης
του οφθαλμού

