

Φωτογραφικές Εφαρμογές στις Επιστήμες (Θ)

Φωτογραφική Μηχανή
Φωτογραφικός φακός

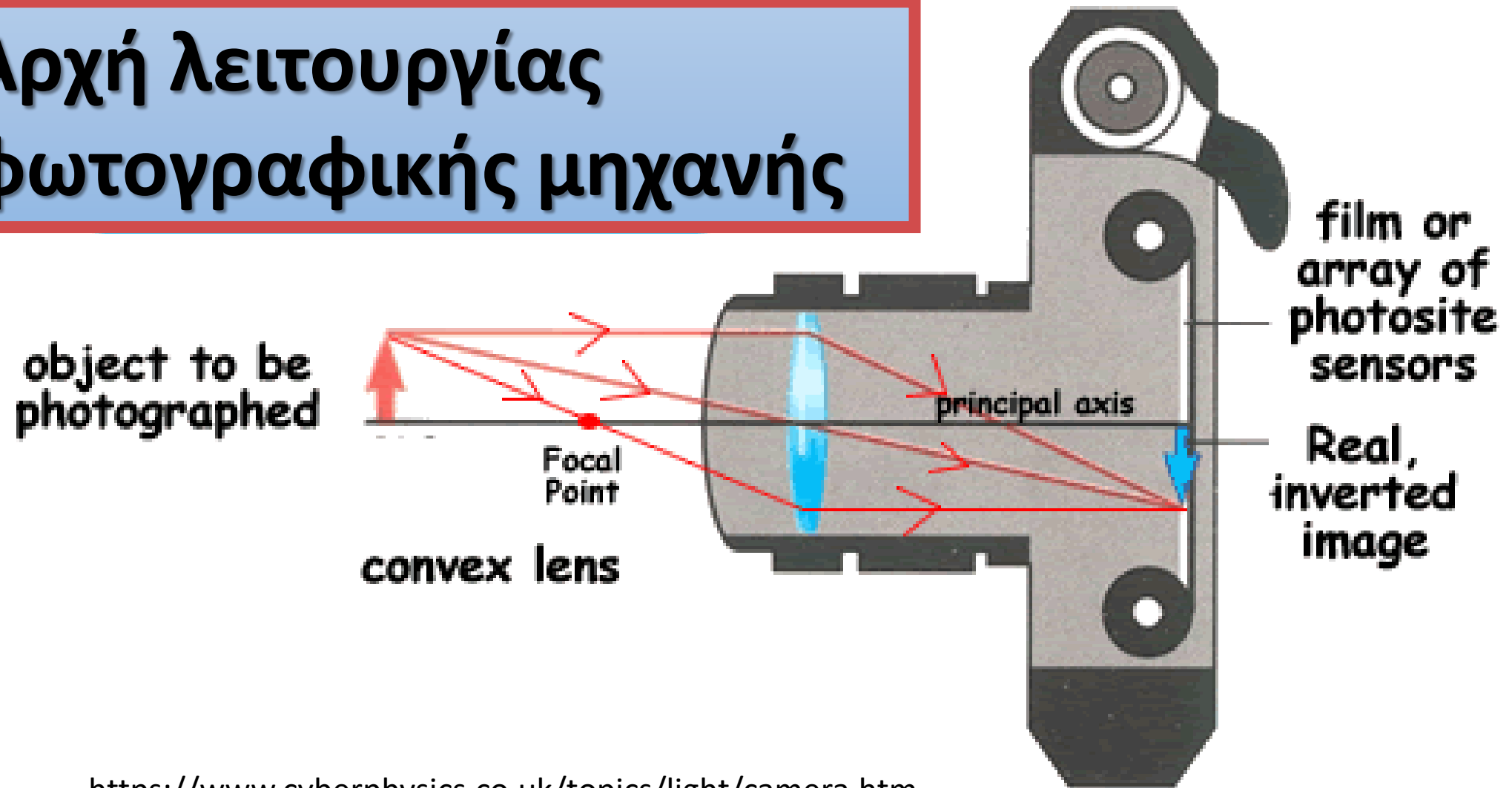
Φωτογραφική Μηχανή Made in Greece (1954)



filonohpontou.files.wordpress.com

Η RICCA είναι η μοναδική σύγχρονη φωτογραφική μηχανή που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα. Ο Δημήτρης Πικόπουλος έφτιαξε 400 περίπου τέτοιες μηχανές που κυκλοφόρησαν το 1954.

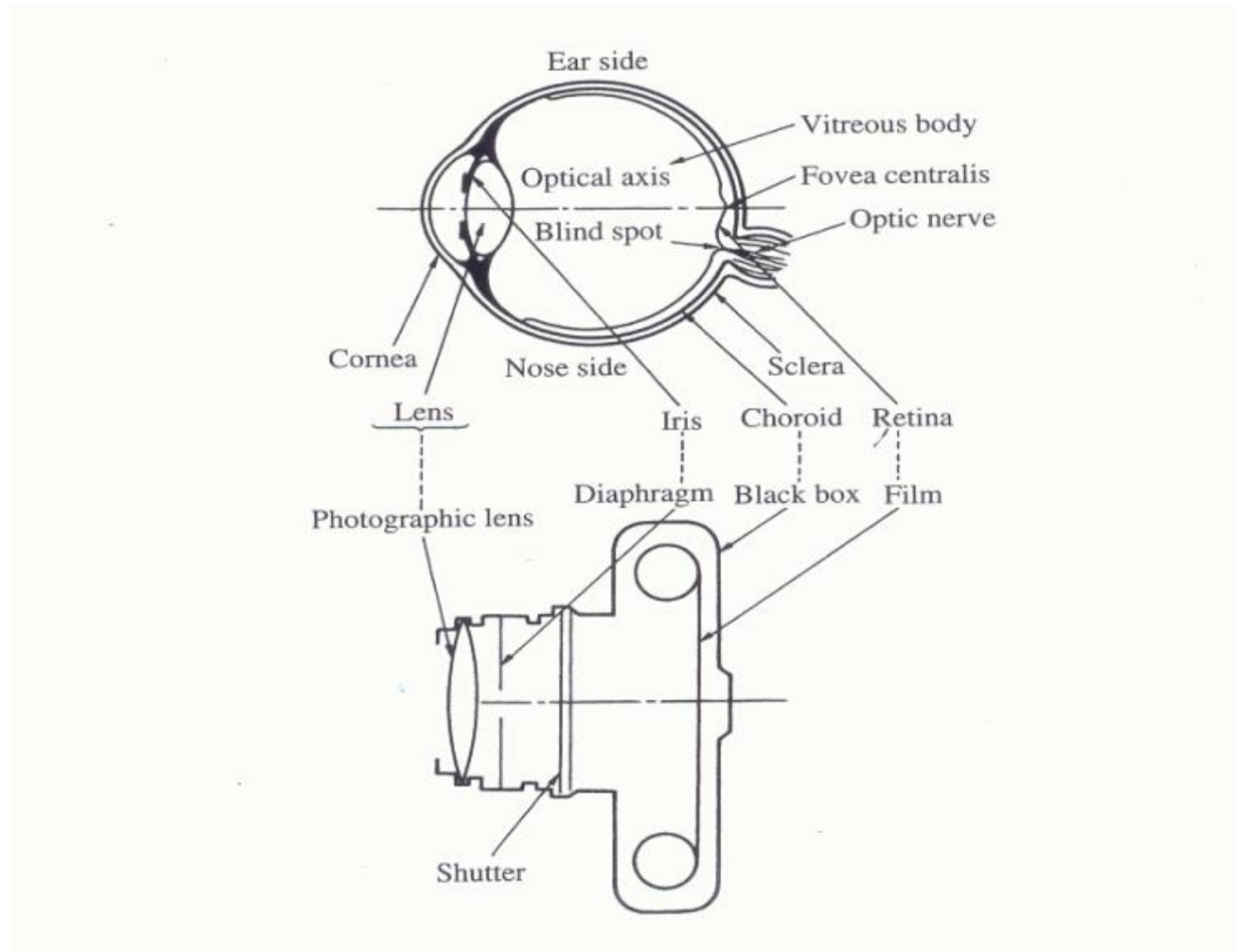
Αρχή λειτουργίας φωτογραφικής μηχανής



Αρχή λειτουργίας φωτογραφικής μηχανής

- Φωτογραφικός φακός
- Φωτοφράκτης (ή Κλείστρο)
- Διάφραγμα (ή Άνοιγμα)
- Φιλμ (Αναλογικό ή Ψηφιακό)

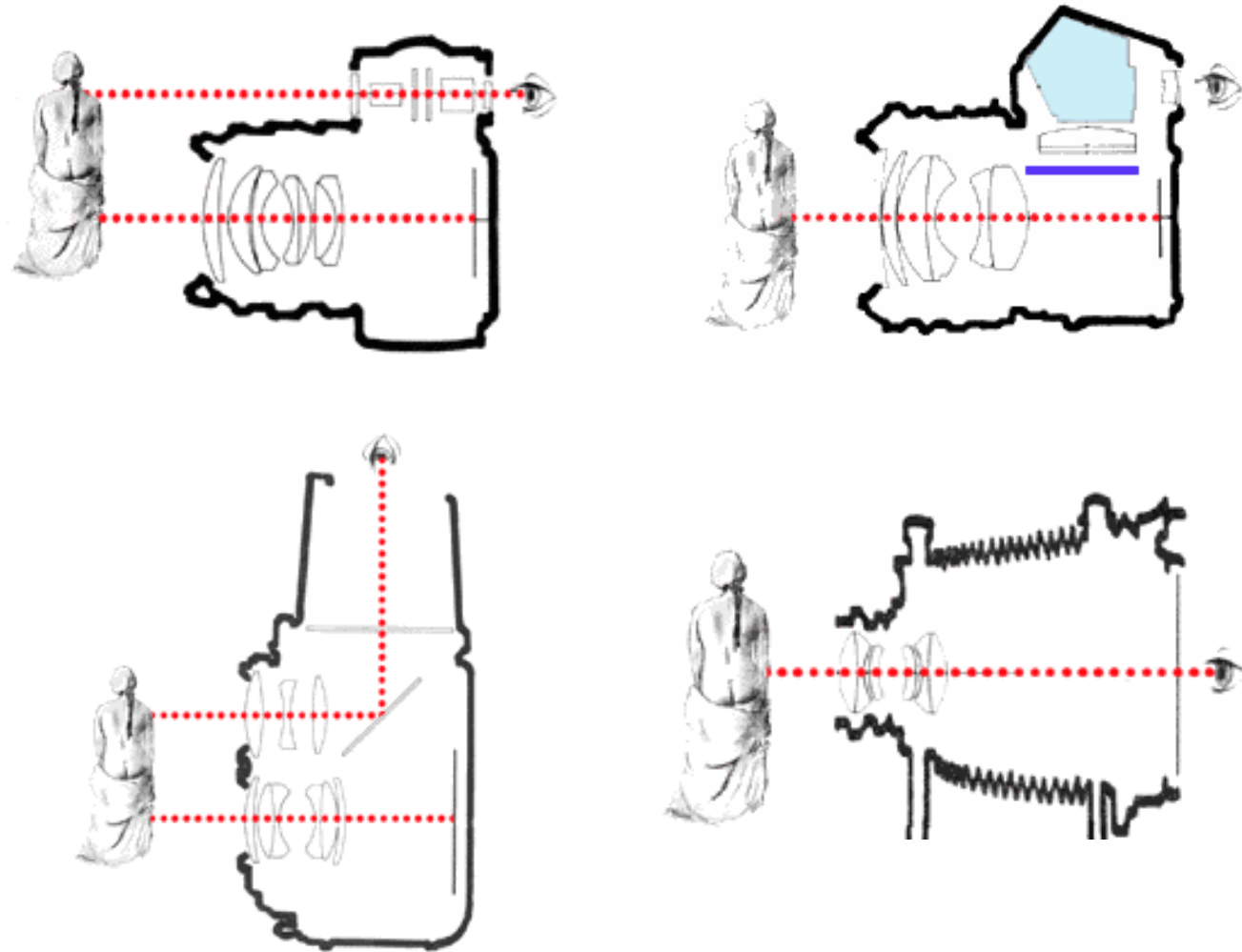
Ανθρώπινος Οφθαλμός - Κάμερα



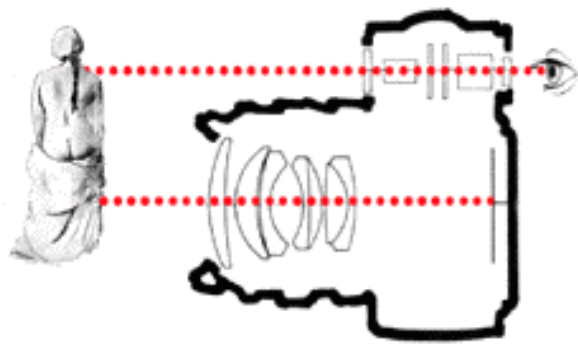
Κάμερα - Ανθρώπινος Οφθαλμός

- Κάμερα – φωτοευαίσθητο υλικό.
- Φωτογραφικός Φακός.
- Κλείστρο.
- Διάφραγμα.
- Φιλμ ή φωτοστοιχείο.
- Οφθαλμός – εγκέφαλος.
- Κερατοειδής – κρυσταλοειδής φακός.
- Βλέφαρο.
- Ίριδα.
- Αμφιβληστροειδής.

Οι 4 βασικές κατηγορίες Φωτογραφικών Μηχανών

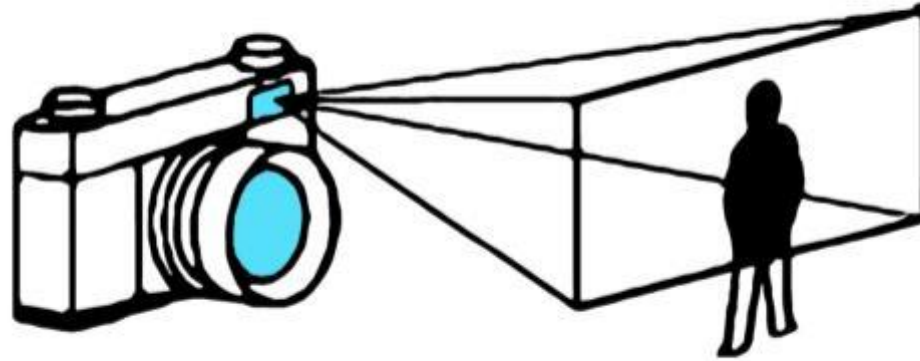


Κατ' ευθείαν οράσεως

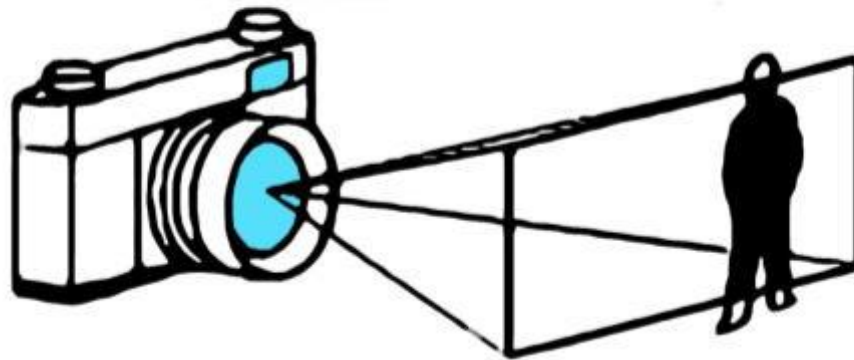


ted.photographer.org.uk

viewfinder image

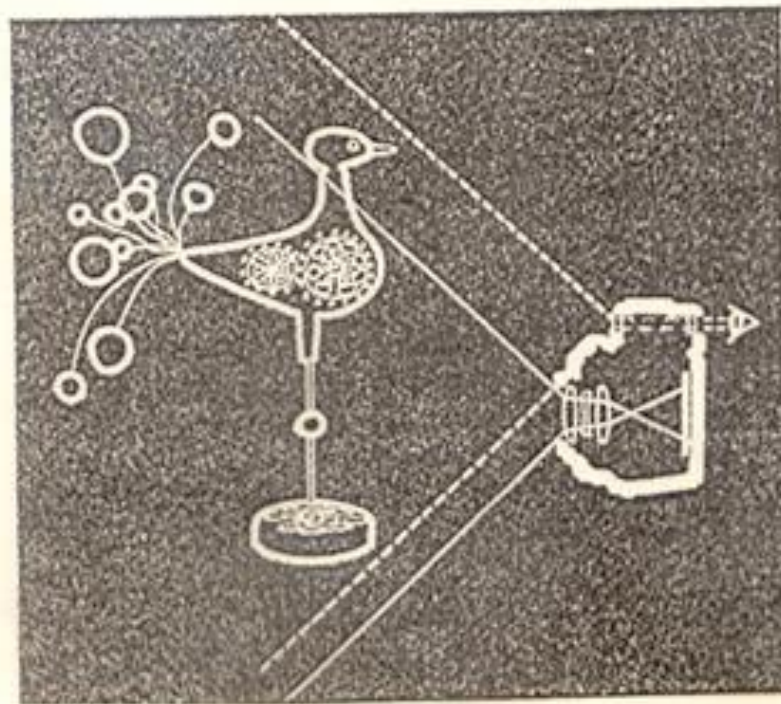
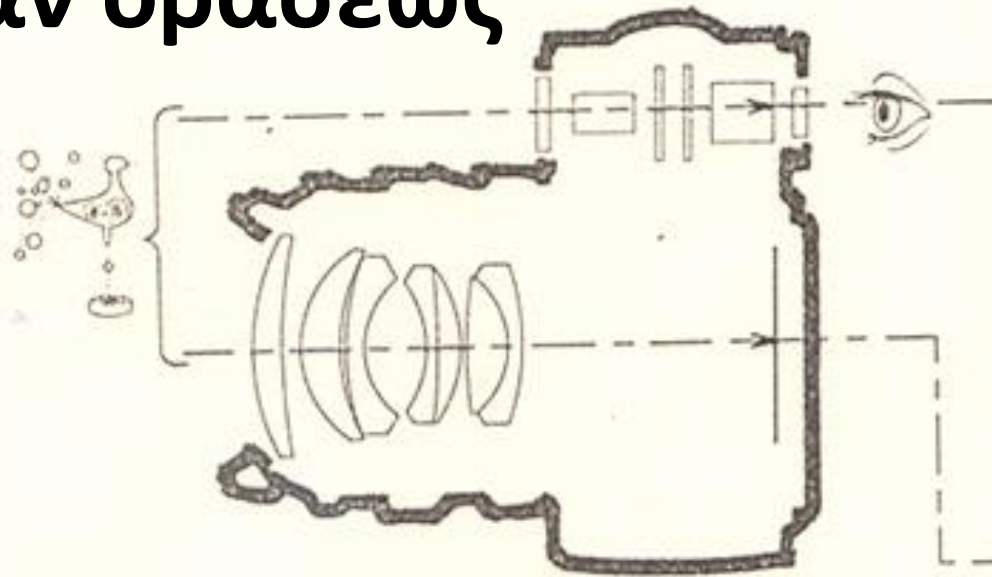


lens image



souworkshops.com

Κατ' ευθείαν οράσεως



In viewfinder cameras light from the subject goes through the viewfinder to the eye and through another lens to the film (cutaway, center). The difference between these two viewpoints creates parallax error. Even though the viewfinder covers the whole bird (broken lines in diagram at left), the lens does not (solid lines) and the bird's head will be cut off in the picture. Better viewfinder cameras correct for parallax to match the views (above), except for subjects very close to the camera.

Μονορεφλέξ

© Photokonnexion 2012

DSLR Camera

The user views the scene through the main lens. The sensor captures the same image.

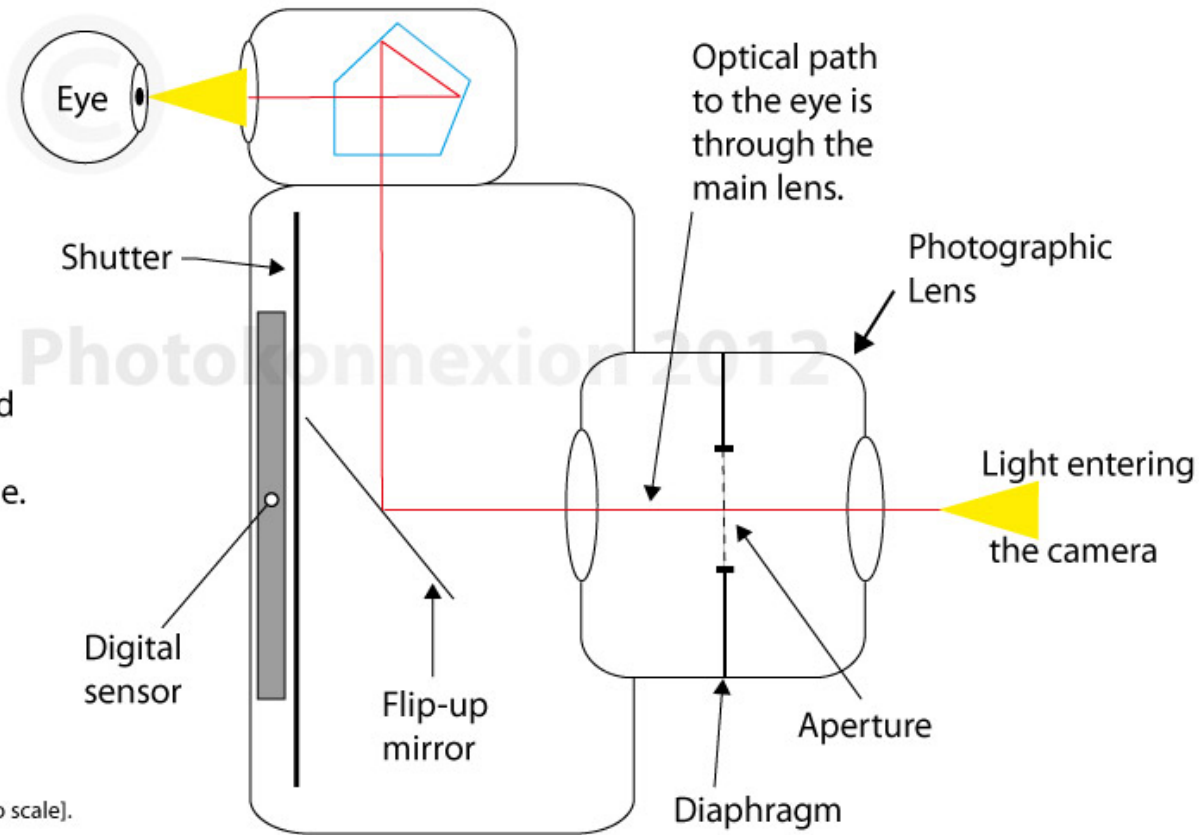
The mirror lifts out of the way of the sensor just before the shutter opens to take the shot.

When the mirror is up and the shutter is open the sensor captures the image.

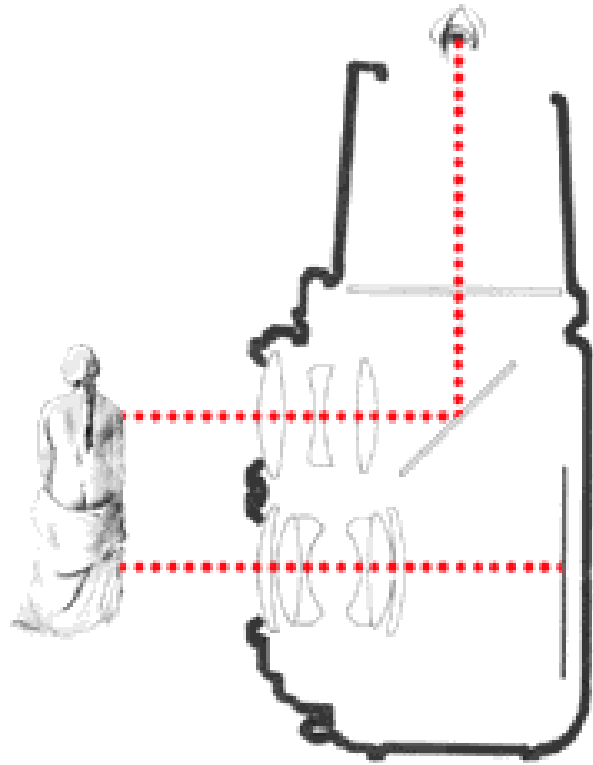
key:

- ▶ Light into eye
- Light path
- ◡ Pentaprism

[Camera shown from side view, not to scale].



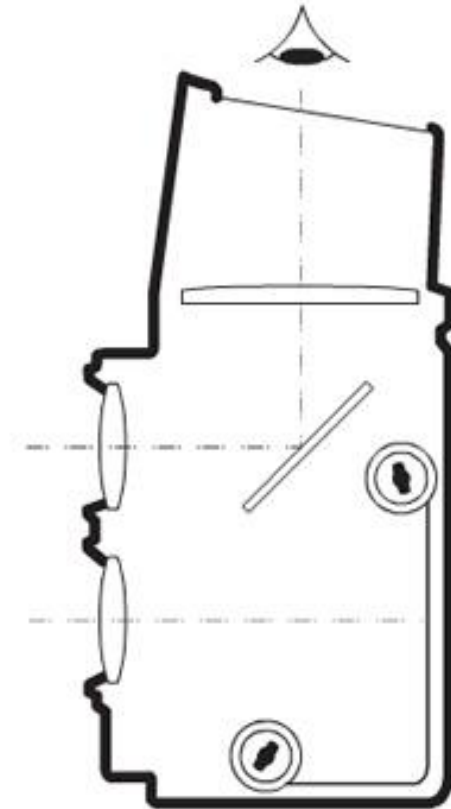
Διπλορεφλέξ



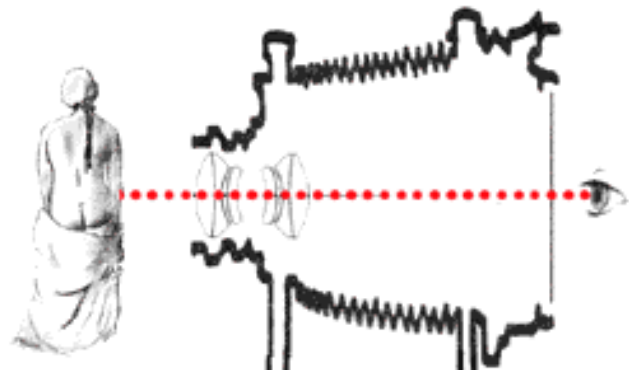
ted.photographer.org.uk



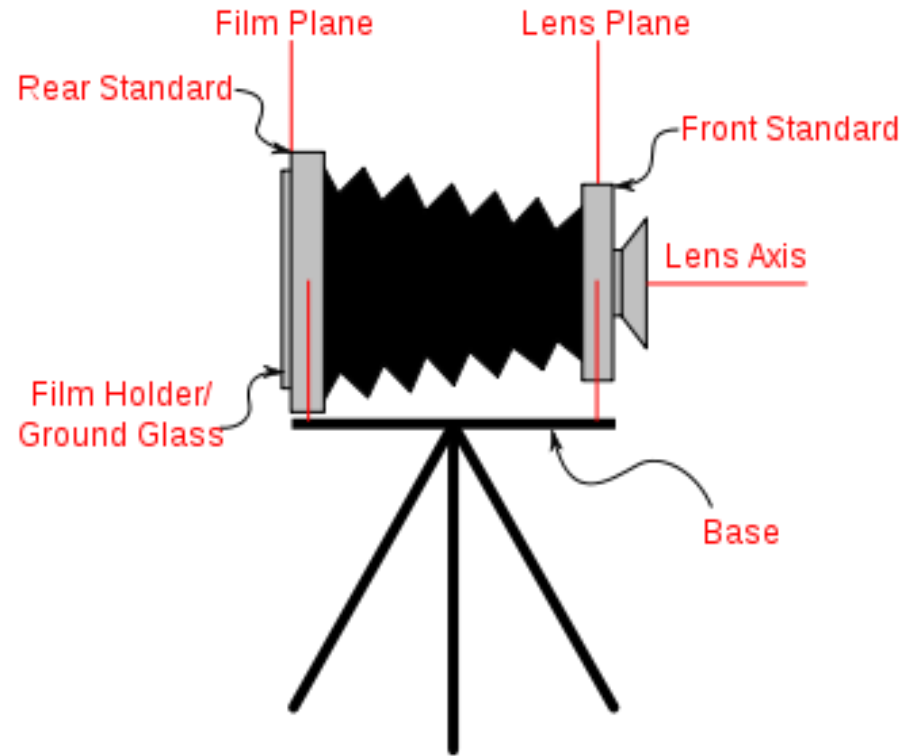
Στο graphicdesign.stackexchange.com
διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)



Μηχανή στούντιο



ted.photographer.org.uk



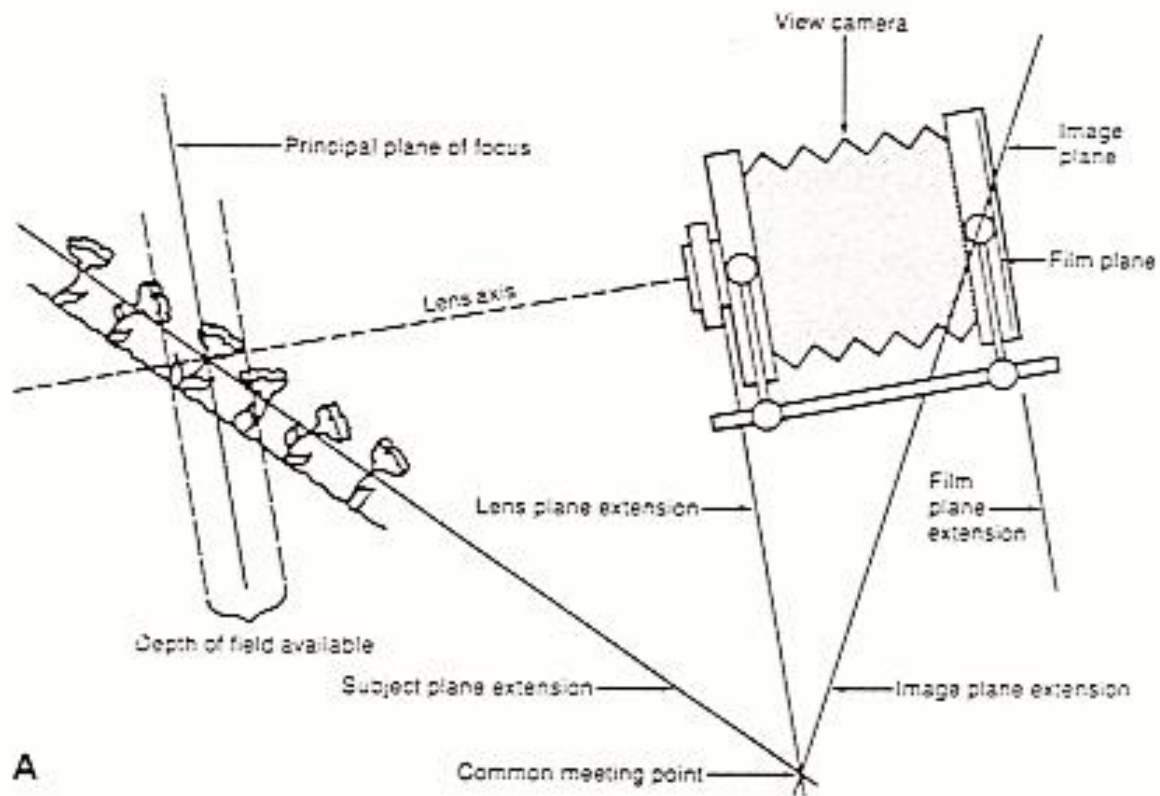
“View camera 2” από Malyszczk διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

Μηχανές στούντιο

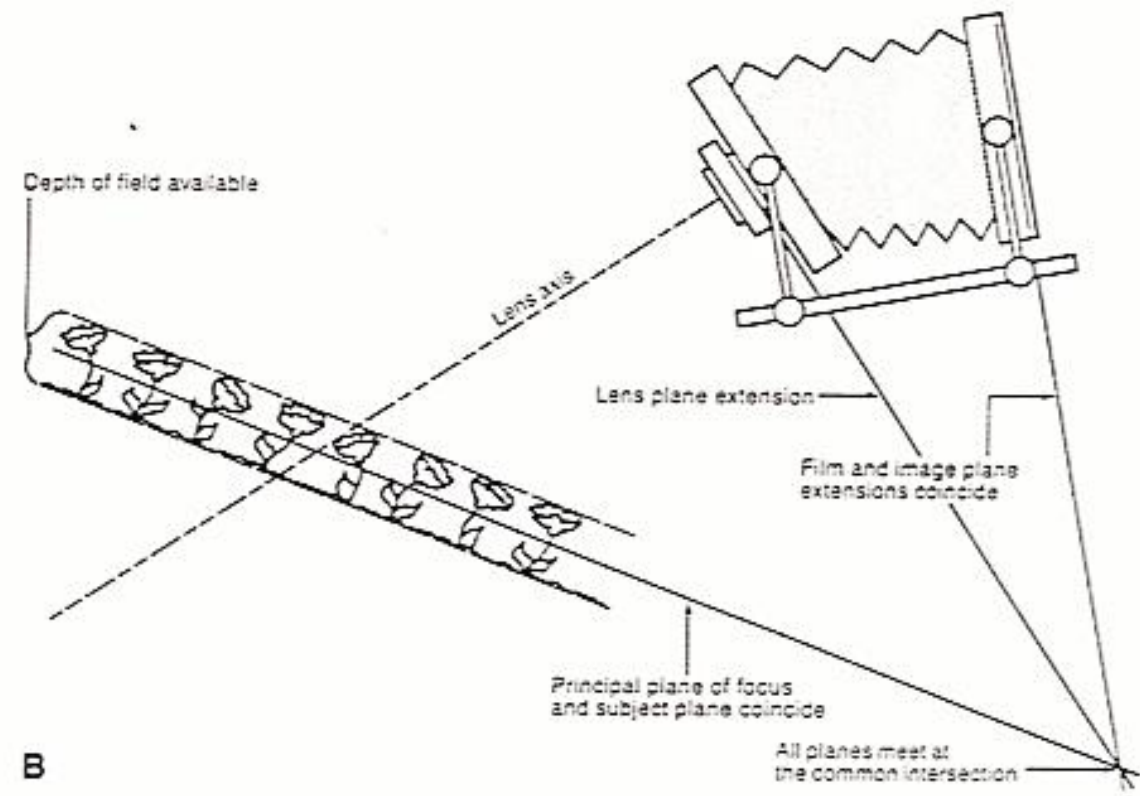


“Gowland Pocket View camera” από [Jacopo Werther](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY 2.0](#)

Αρχή του Scheimflug

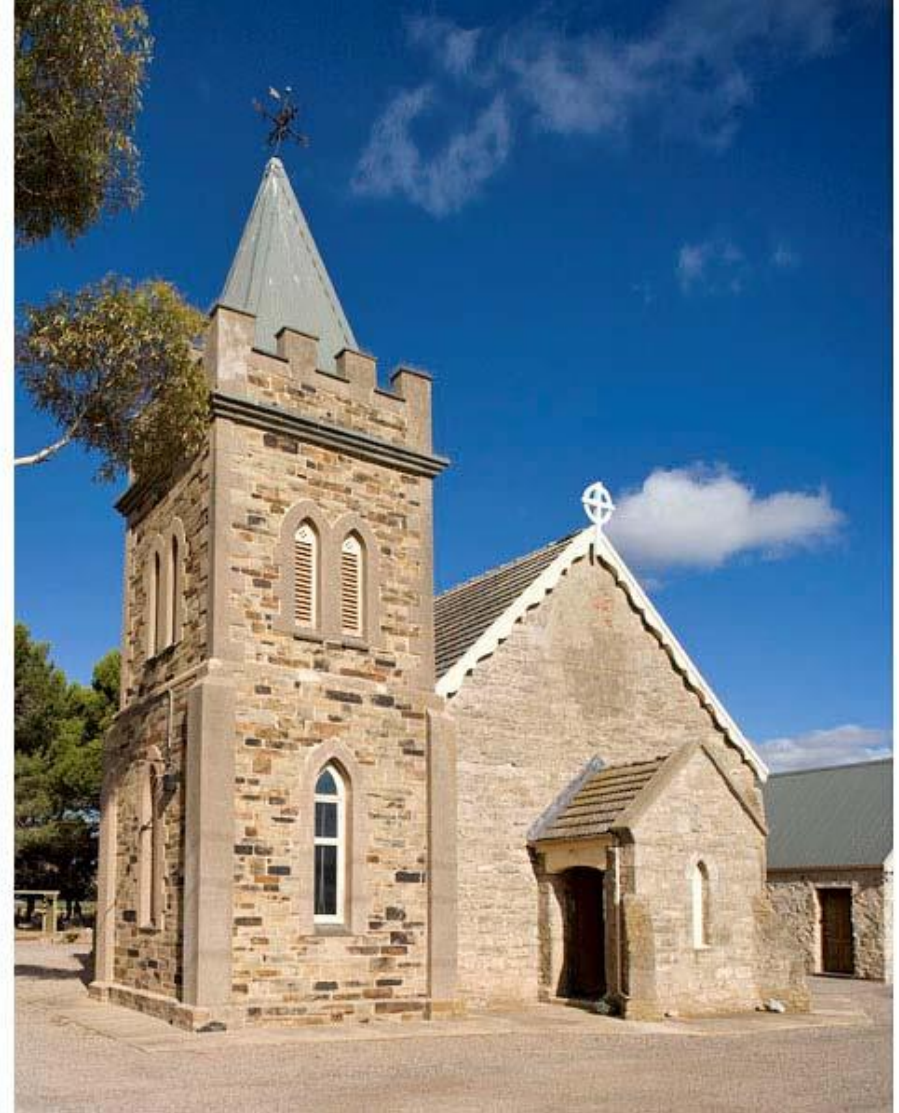
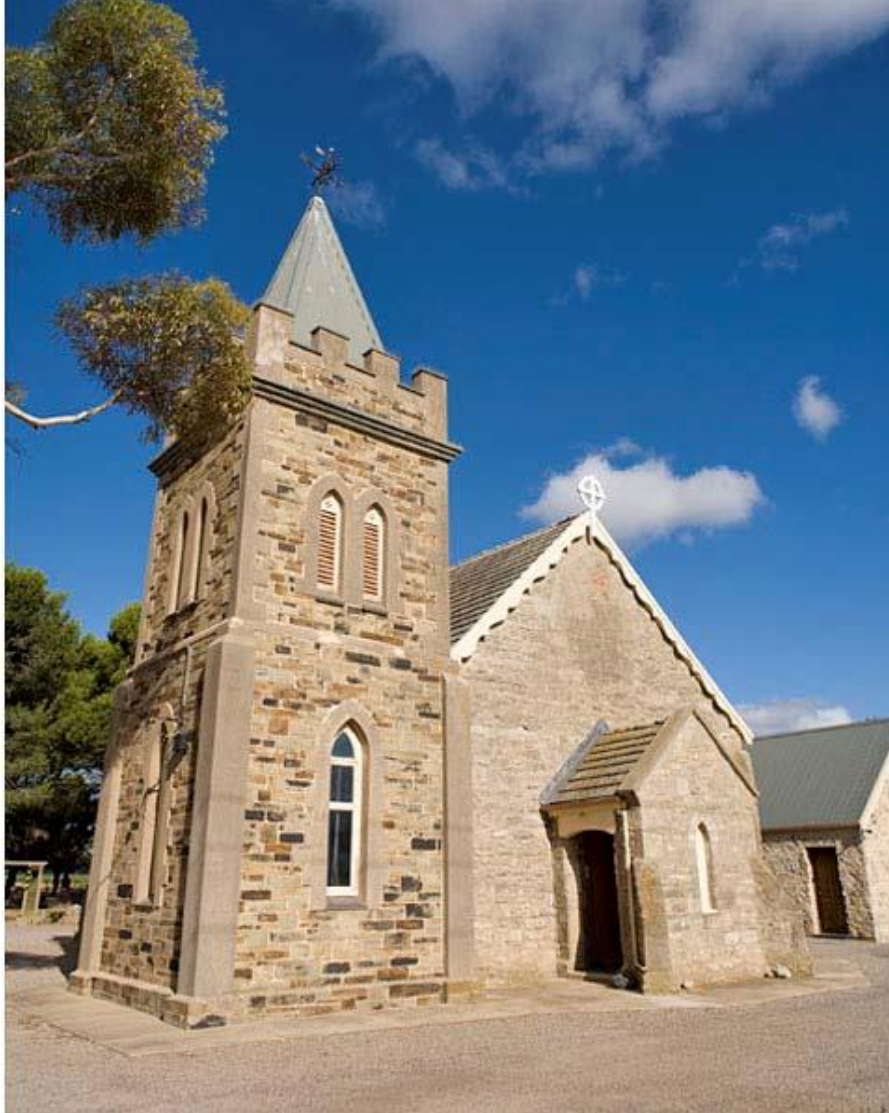


A

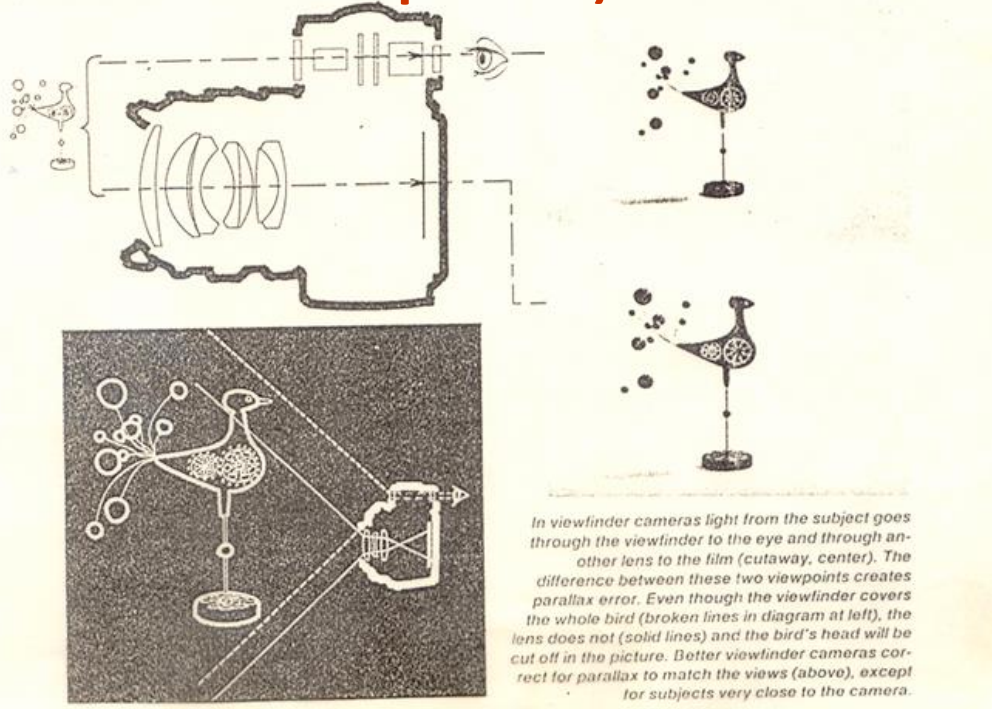


B

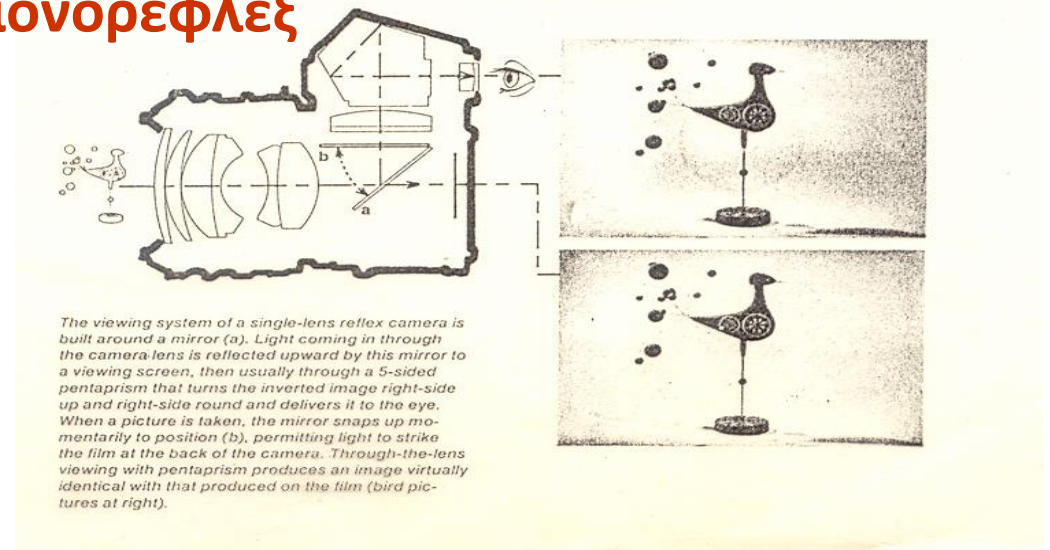
Αρχή του Scheimflug (παραμορφώσεις προοπτικής)



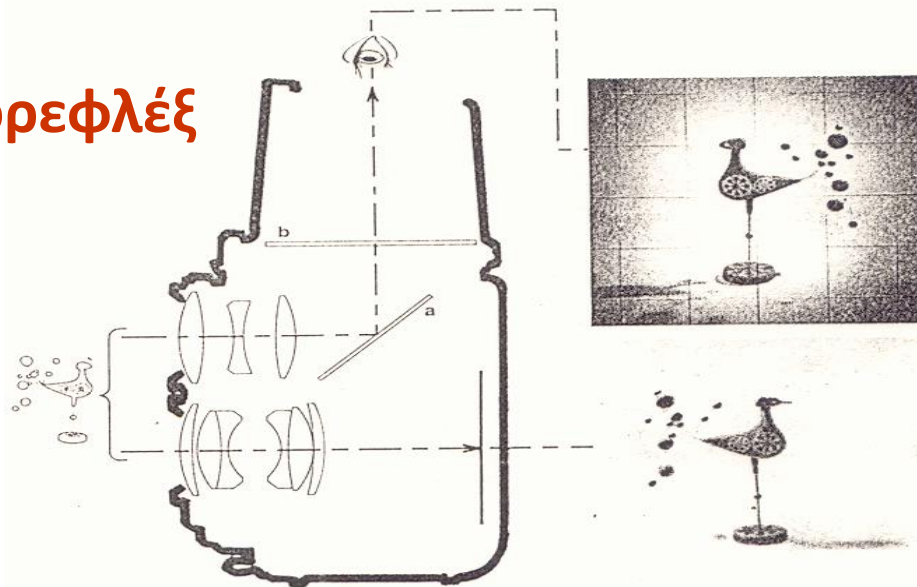
Κατ' ευθείαν οράσεως



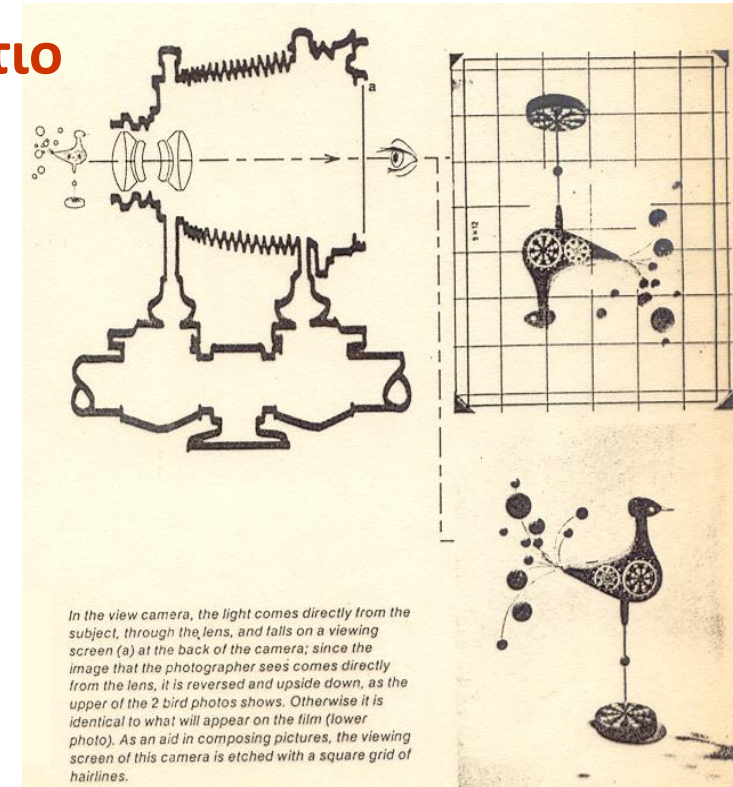
μονορεφλέξ



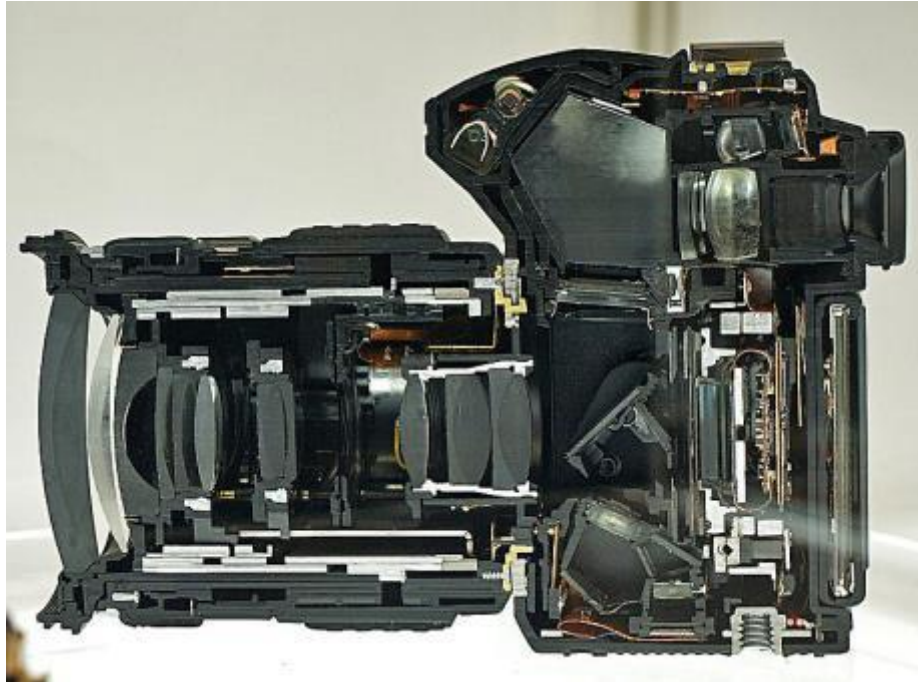
διπλορεφλέξ



ΣΤΟΥΝΤΙΟ



Φωτογραφικός Φακός



“E-30-Cutmodel” από [Hanabi123](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)



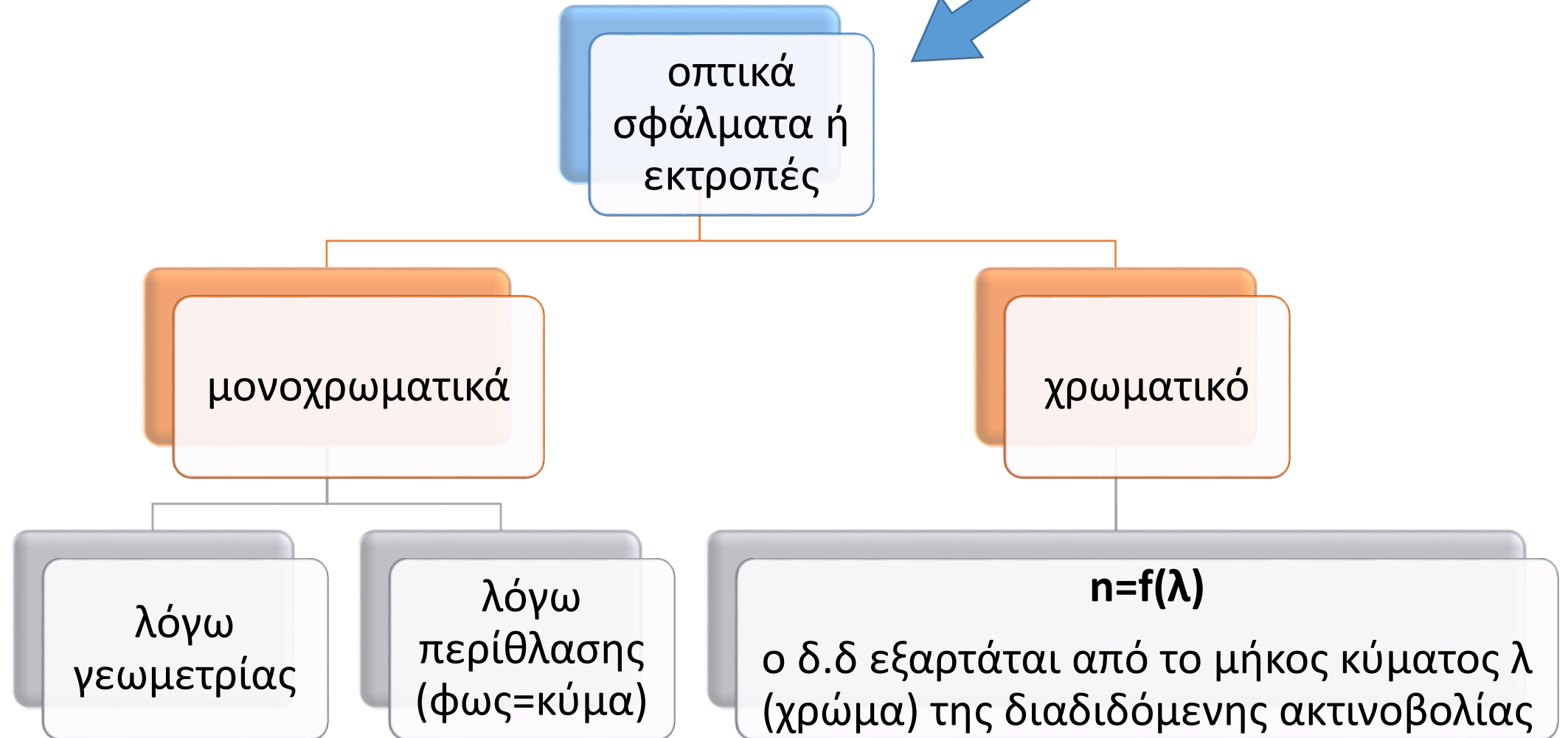
“Lenses” από [Bob Bekian](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 2.0](#)

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ

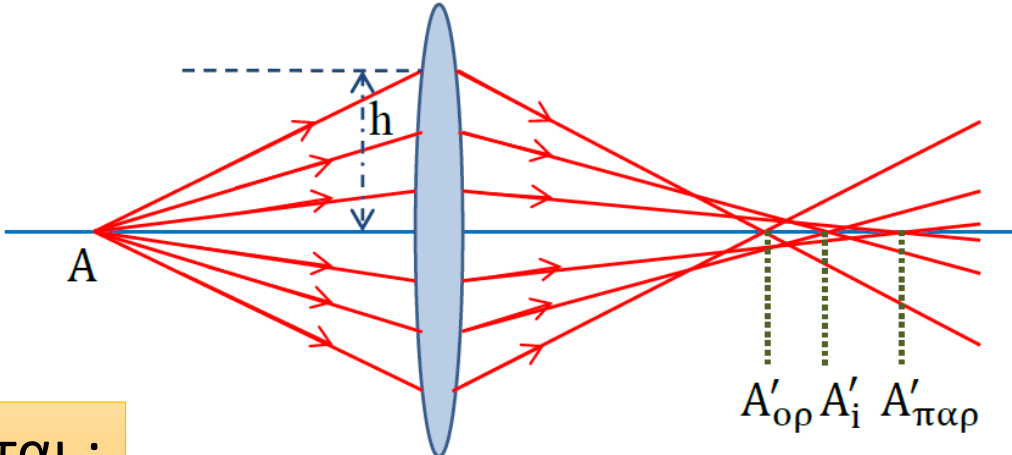
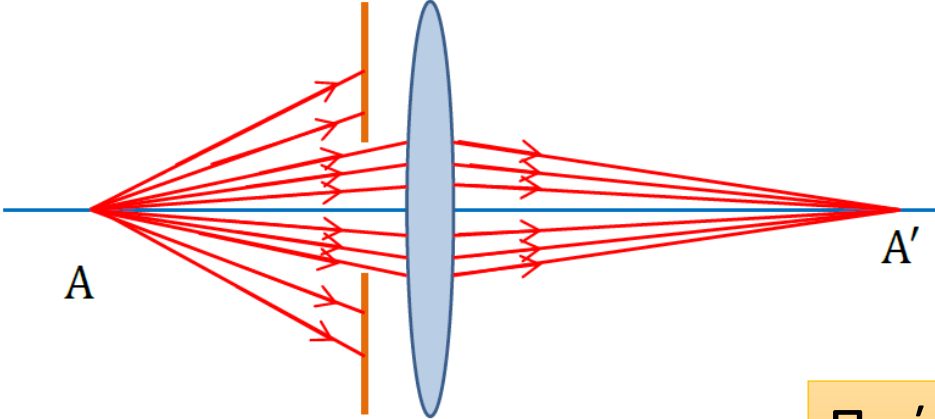
- Ικανότητα συλλογής φωτός
- Χρωματική Αξιοπιστία
- Ομοιόμορφα φωτισμένη εικόνα με ομοιόμορφη οξύτητα
- • Ελαχιστοποίηση σφαλμάτων – ανακλάσεων
- Ελαχιστοποίηση βάρους
- Μέγιστη Διακριτική Ικανότητα όχι μεγαλύτερη από εκείνη του αισθητήρα

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΦΑΚΩΝ

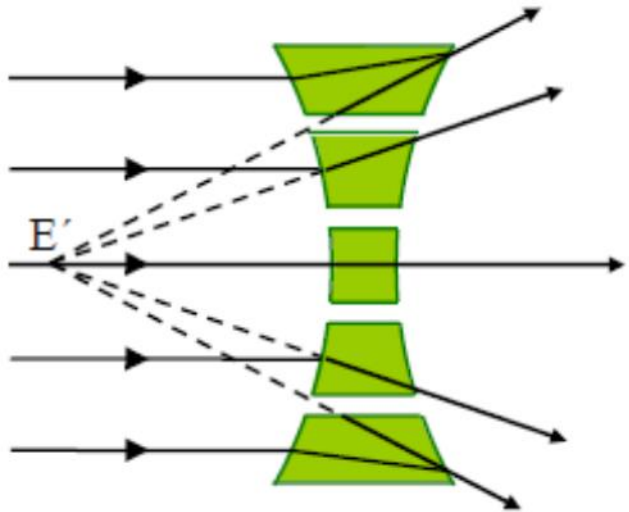
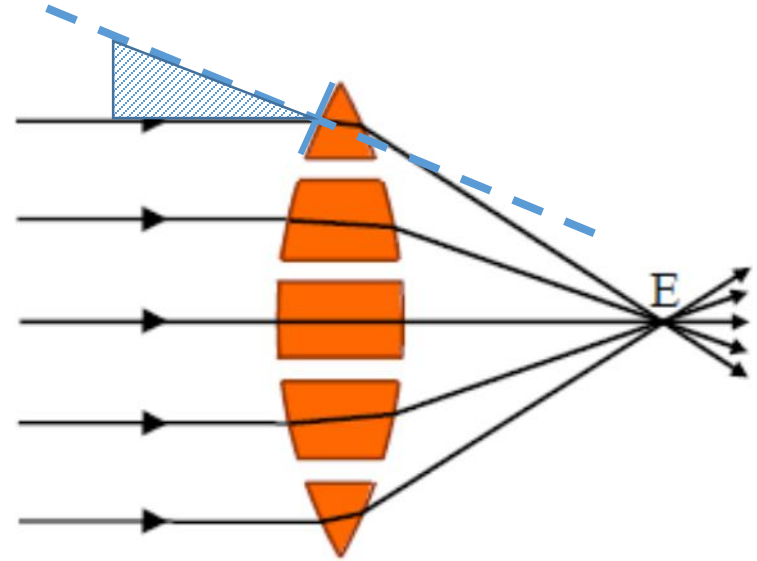
Πραγματικό οπτικό σύστημα = ~~ΙΔΑΝΙΚΟ~~ → θολό είδωλο



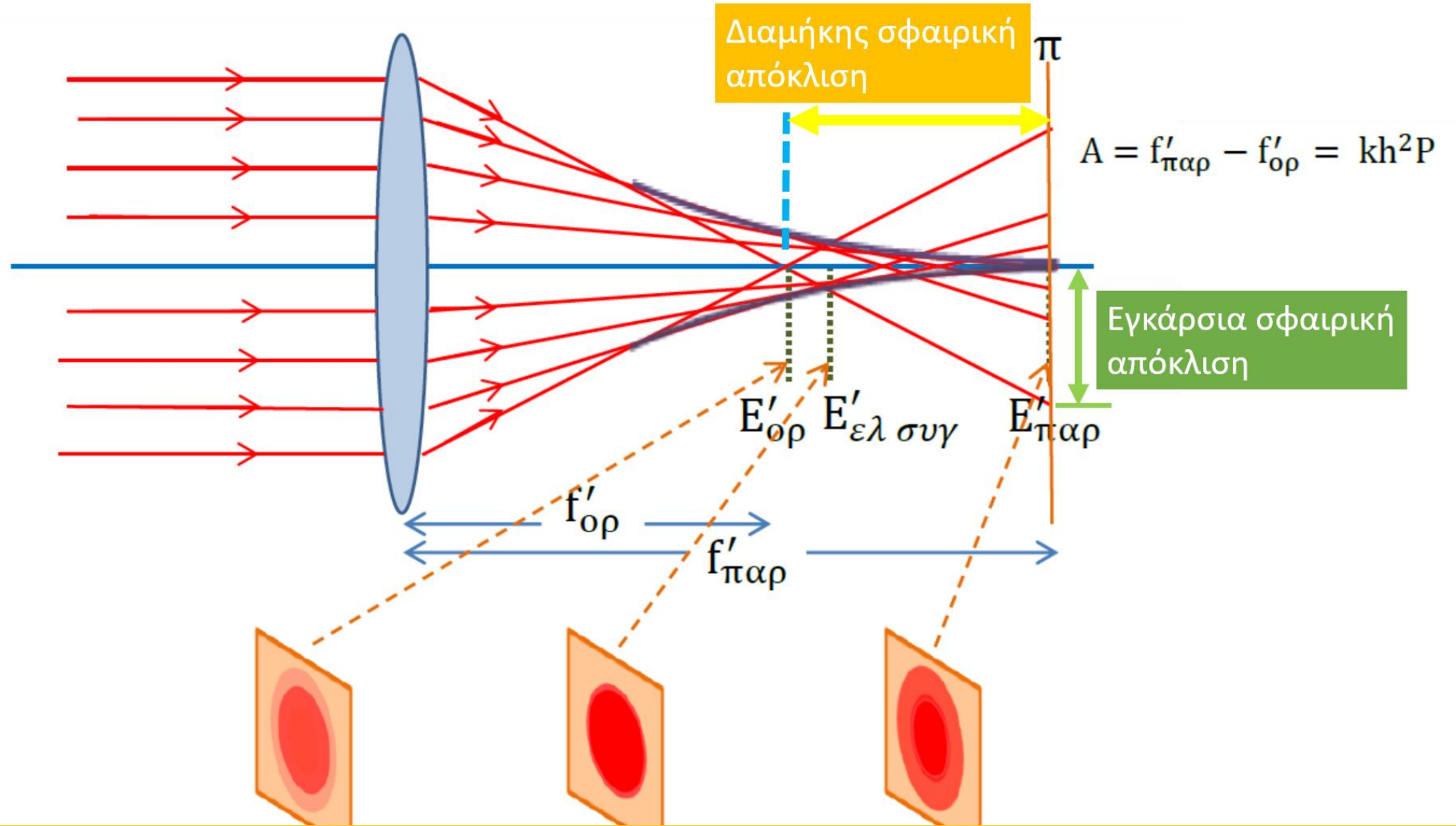
ΣΦΑΛΜΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ



Πού οφείλεται :



Σφαιρική Εκτροπή: Διαμήκης & Εγκάρσια

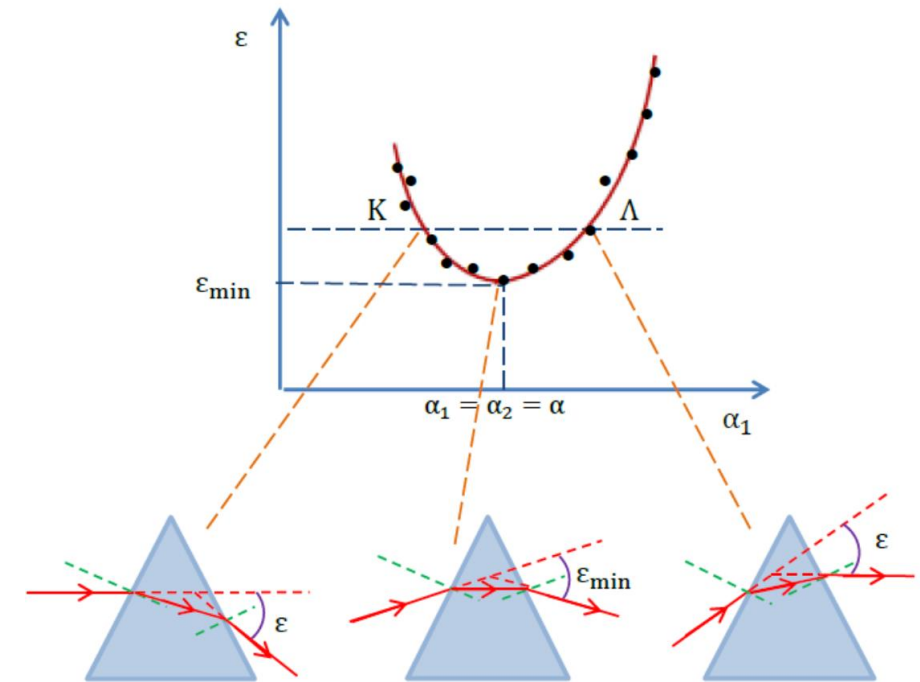
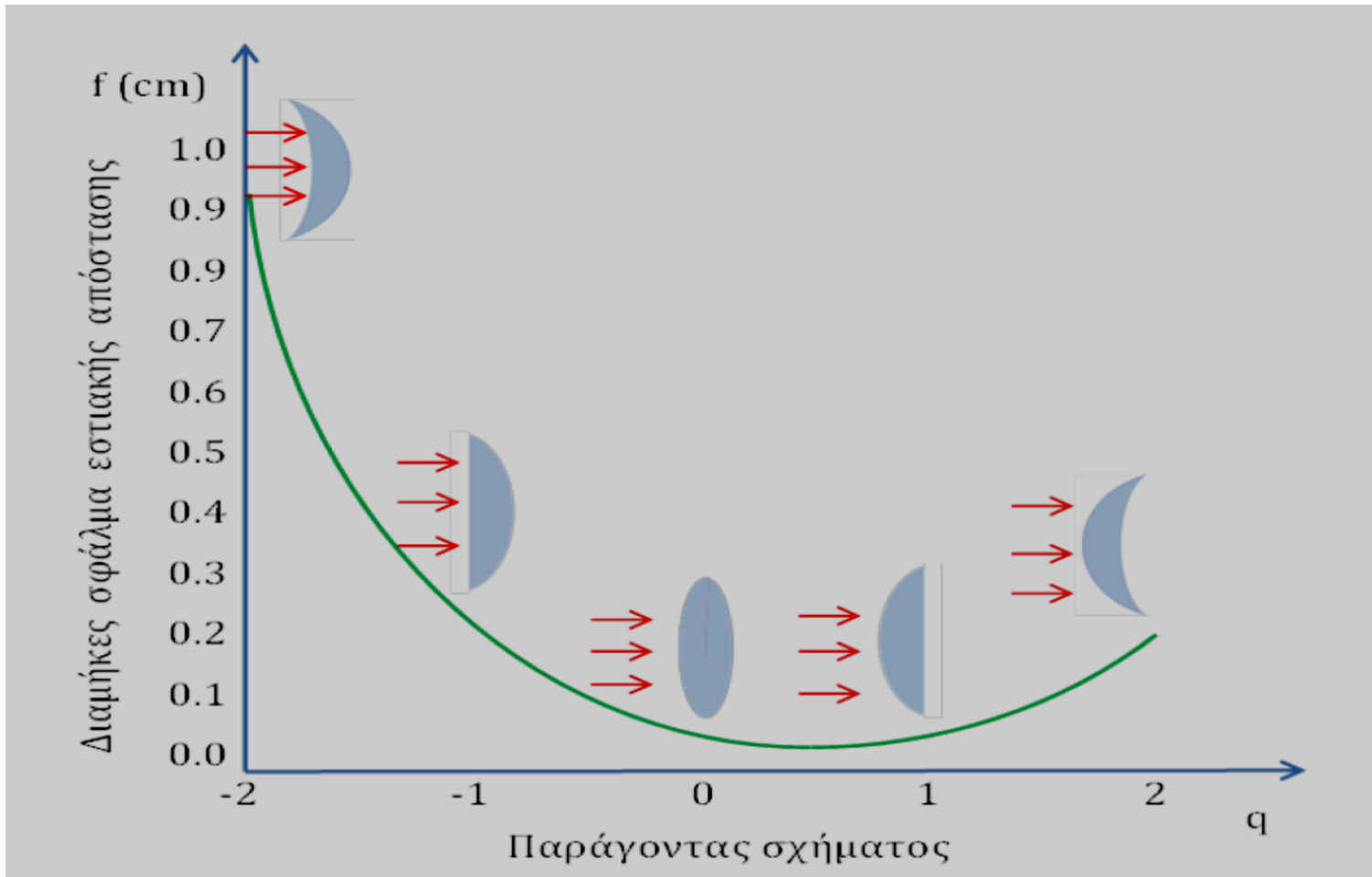


Για μια φωτεινή ακτίνα:

Διαμήκης σφαιρική απόκλιση: απόσταση του σημείου όπου η αναδυόμενη ακτίνα τέμνει τον οπτικό άξονα από $E'_{\text{παρ}}$

Εγκάρσια σφαιρική απόκλιση: ύψος πάνω από οπτικό άξονα όπου η αναδυόμενη ακτίνα τέμνει οθόνη τοποθετημένη στην $E'_{\text{παρ}}$

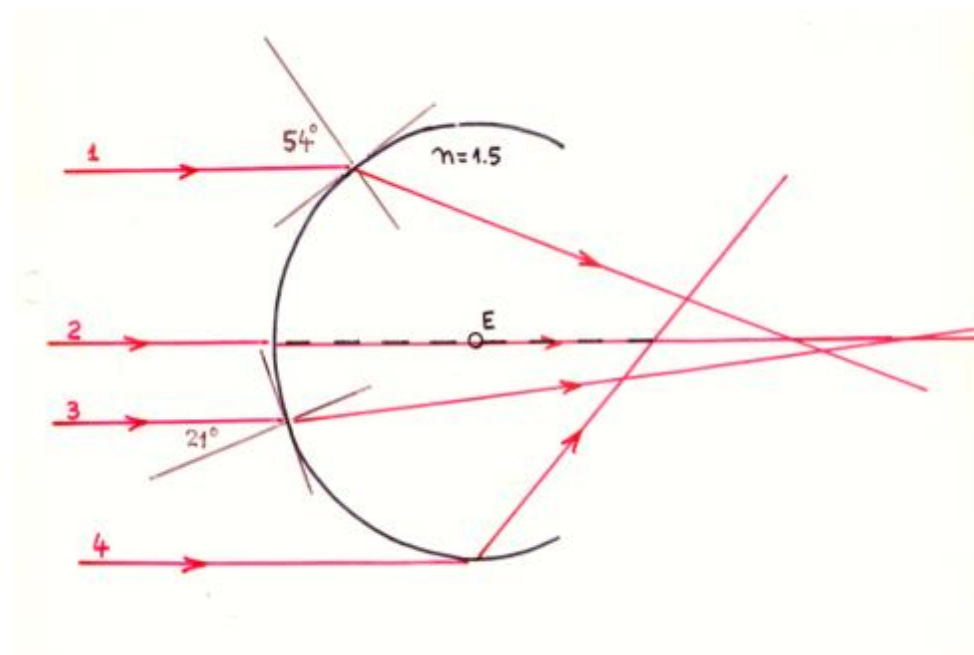
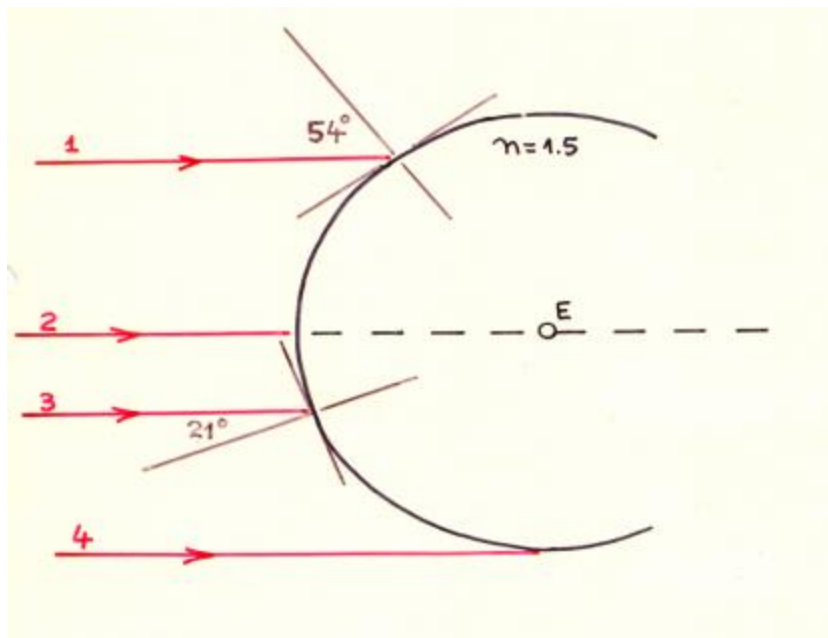
Σφαιρική Εκτροπή – Παράγοντας σχήματος



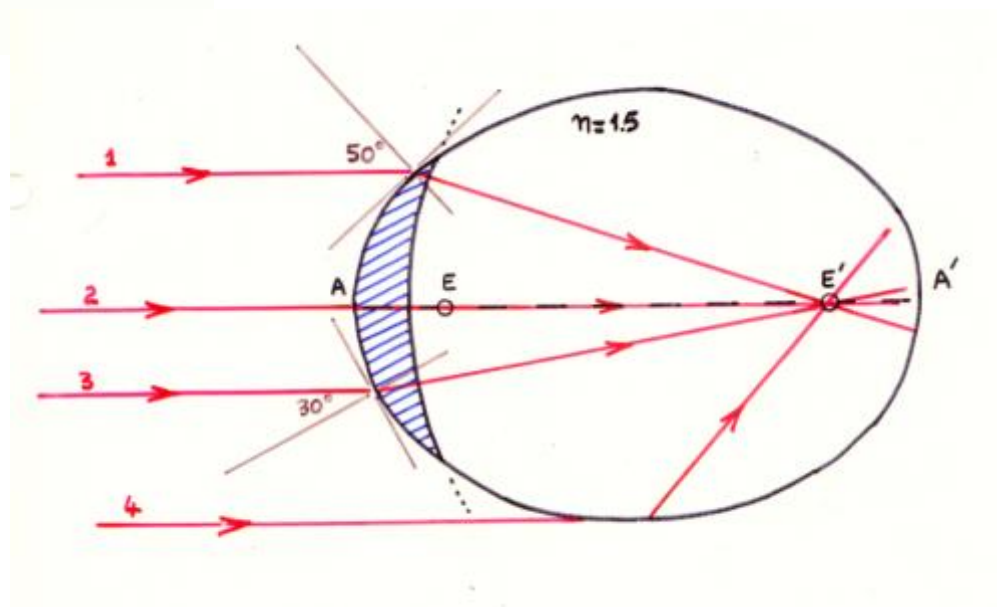
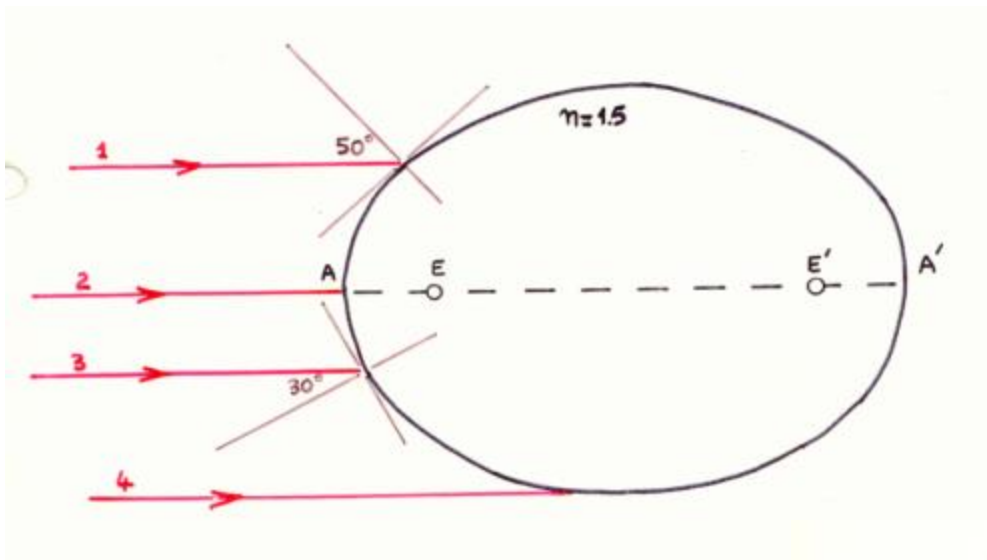
Σχήμα 2. Μεταβολή της γωνίας εκτροπής σε σχέση με την γωνία πρόσπτωσης α_1 .

Η σφαιρική εκτροπή μειώνεται όταν η γωνία πρόσπτωσης γίνει (περίπου) ίση με τη γωνία ανάδυσης

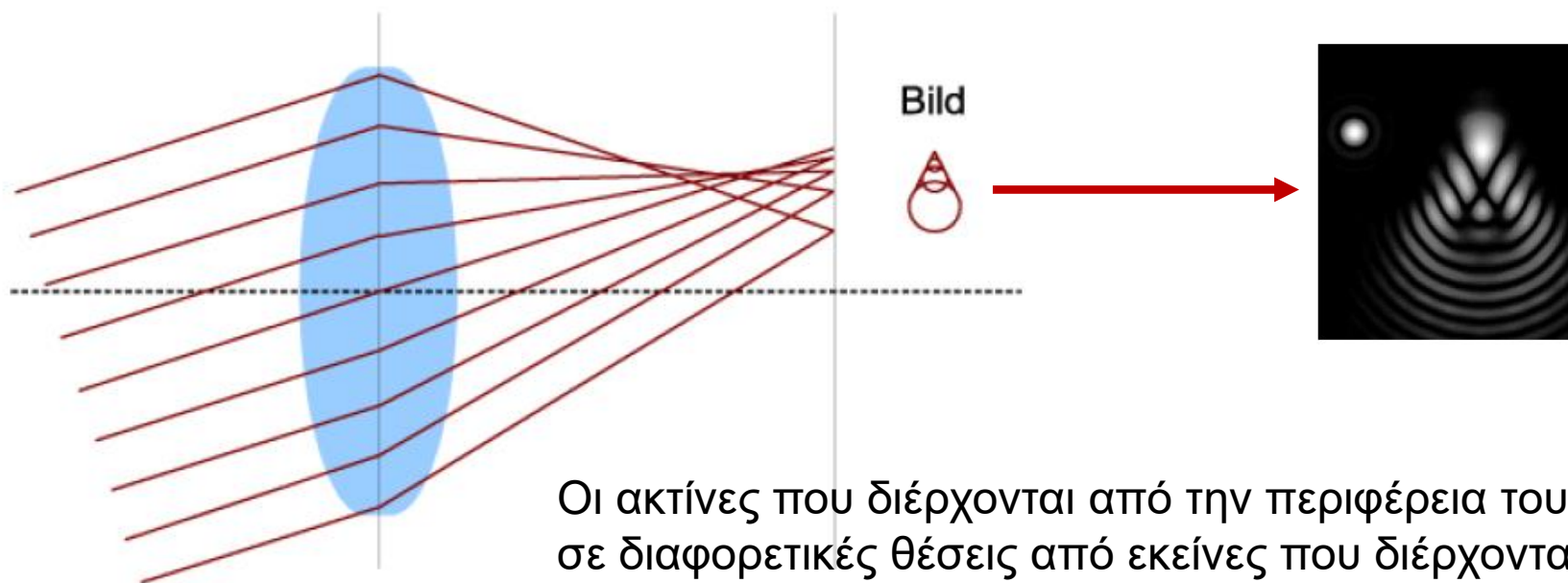
Εκτροπή Σφαιρικών Επιφανειών



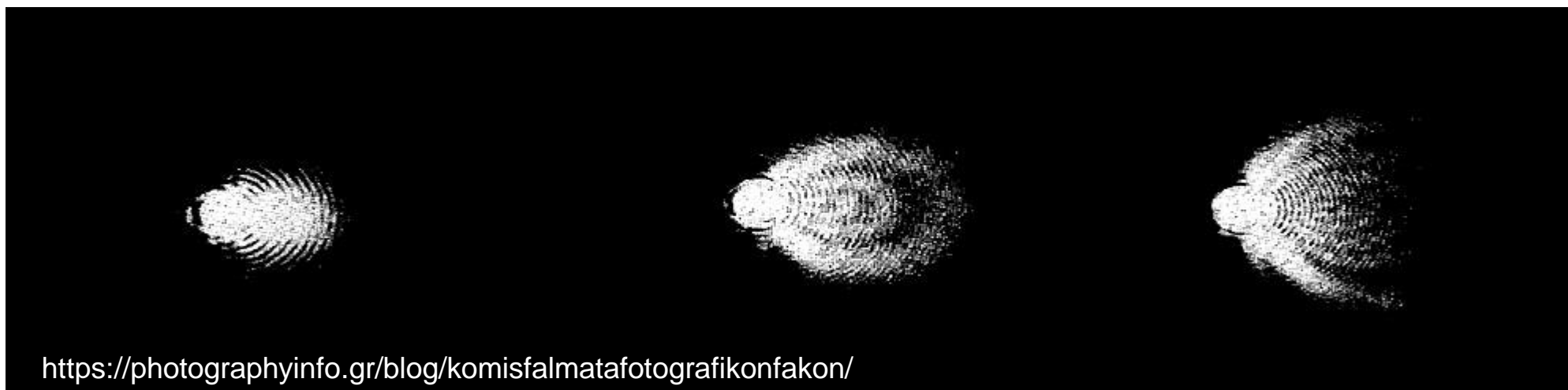
Ασφαιρικές Διαθλαστικές Επιφάνειες



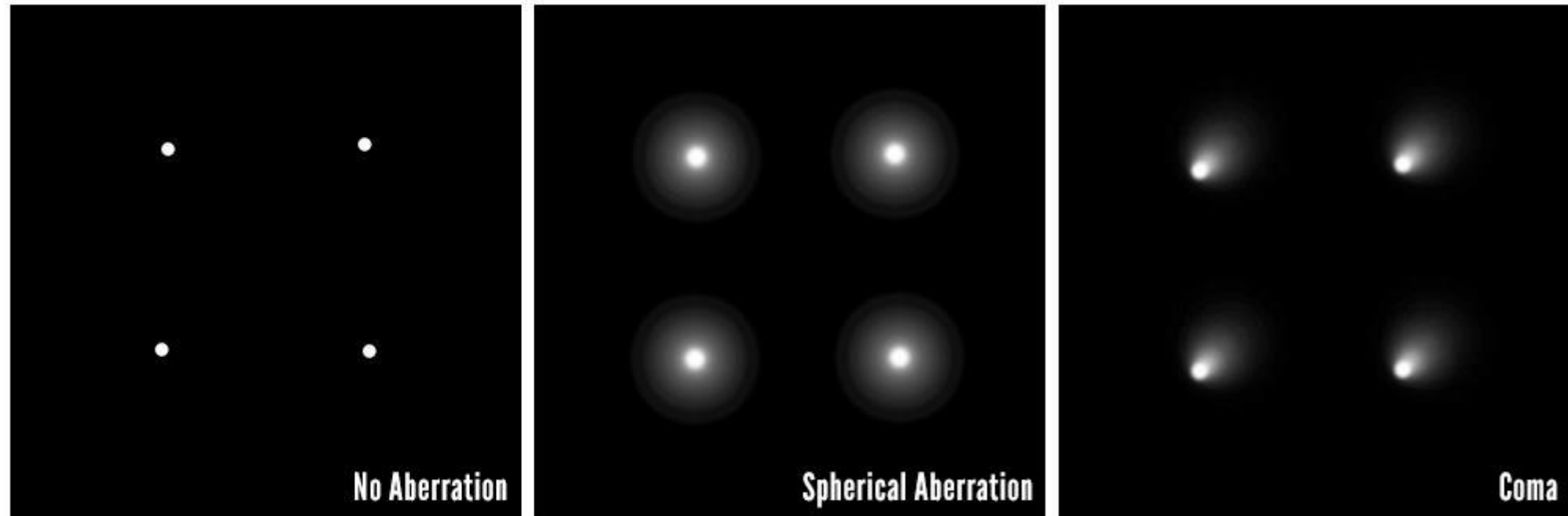
ΚΟΜΗ (σε διατάξεις μεγάλου γωνιακού ανοίγματος)



Οι ακτίνες που διέρχονται από την περιφέρεια του φακού τέμνονται σε διαφορετικές θέσεις από εκείνες που διέρχονται κοντά στο οπτικό κέντρο → άνιση κατανομή φωτισμού



ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ - ΚΟΜΗ



<https://www.lonelyspeck.com/a-practical-guide-to-lens-aberrations-and-the-lonely-speck-aberration-test/>

ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ – ΚΟΜΗ : ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ



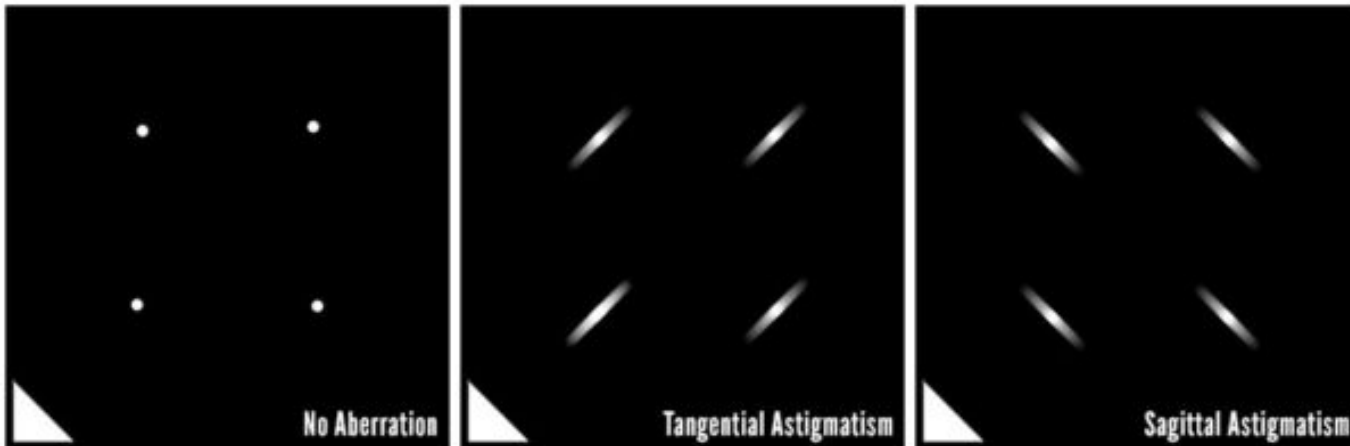
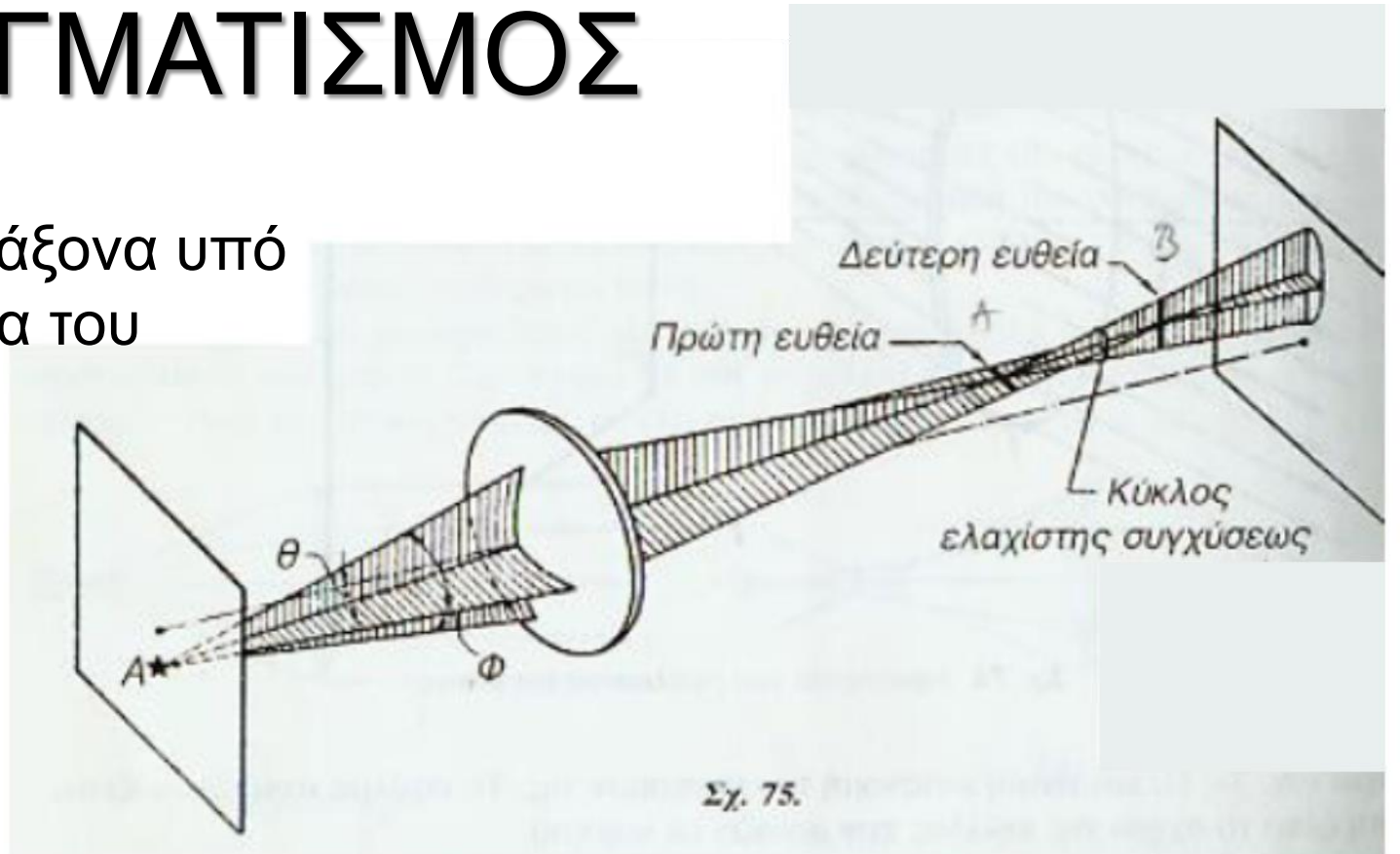
<https://www.lonelyspeck.com/a-practical-guide-to-lens-aberrations-and-the-lonely-speck-aberration-test/>

ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

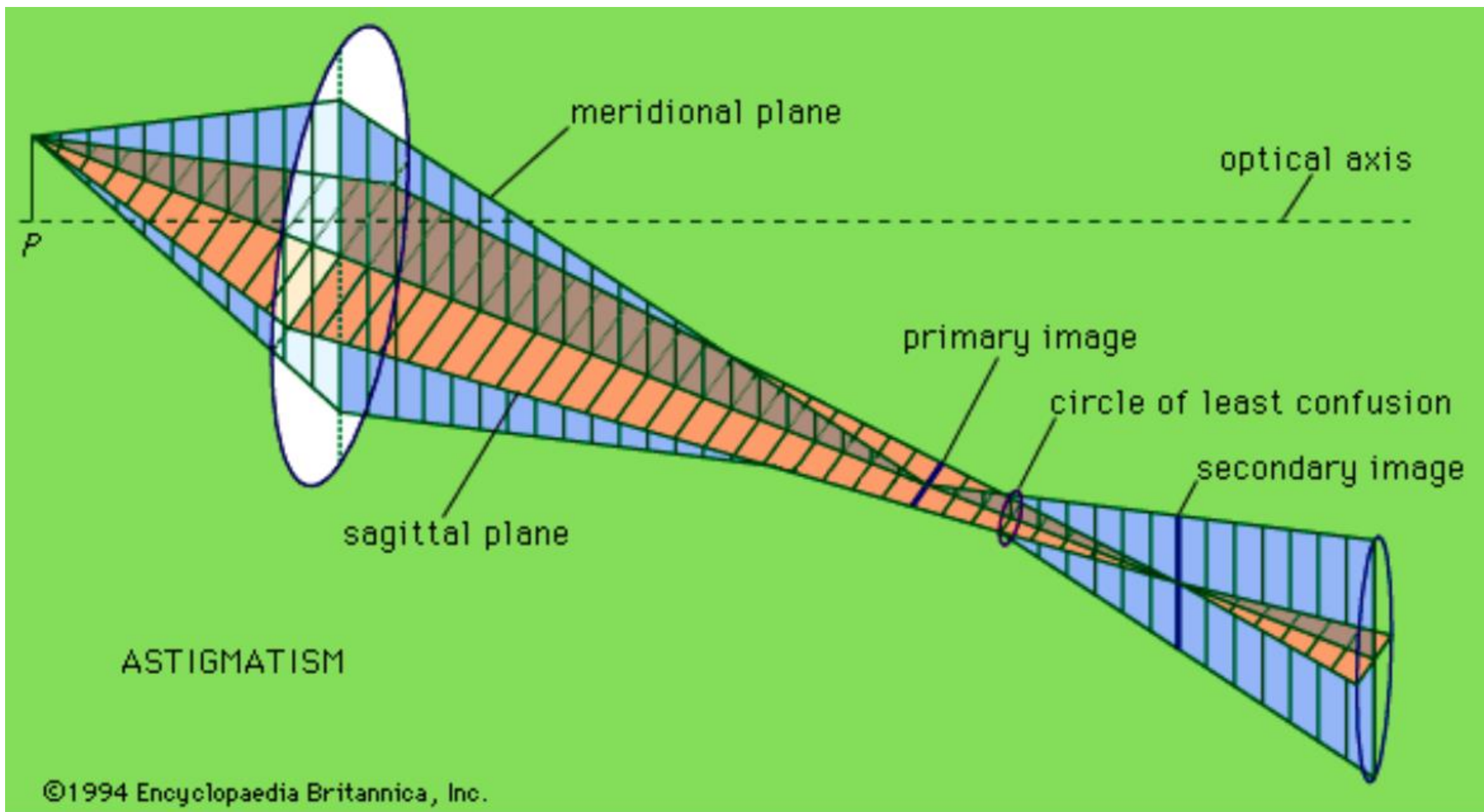
φωτεινό σημείο σε δευτερεύοντα άξονα υπό μεγάλη κλίση θ με τον κύριο άξονα του φακού



είδωλο σημειακής φωτεινής πηγής γραμμή αντί σημείου

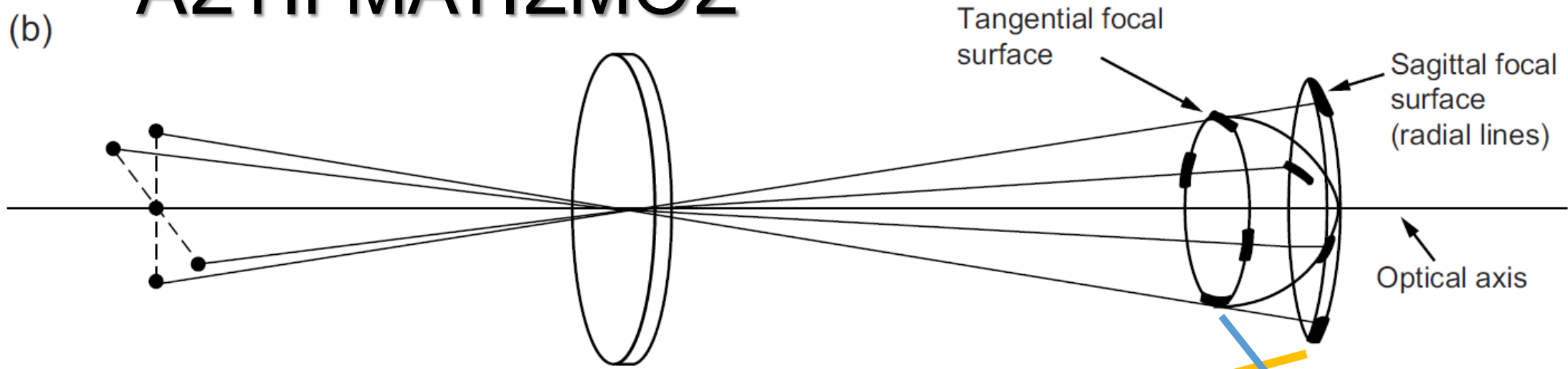


<https://www.lonelyspeck.com/a-practical-guide-to-lens-aberrations-and-the-lonely-speck-aberration-test/>

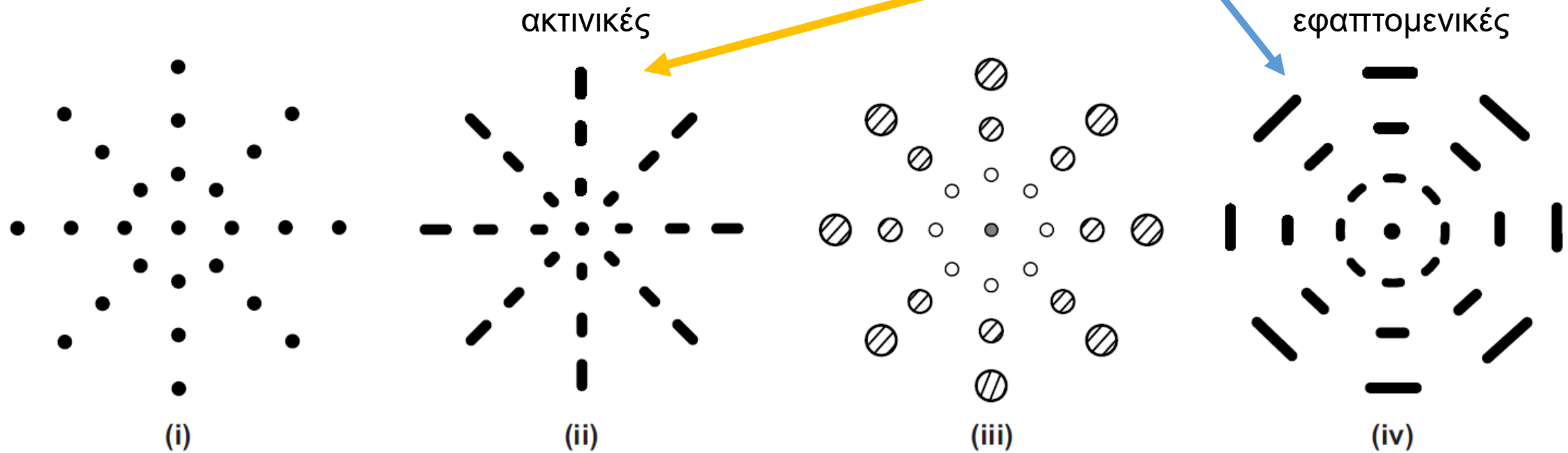


ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

(b)



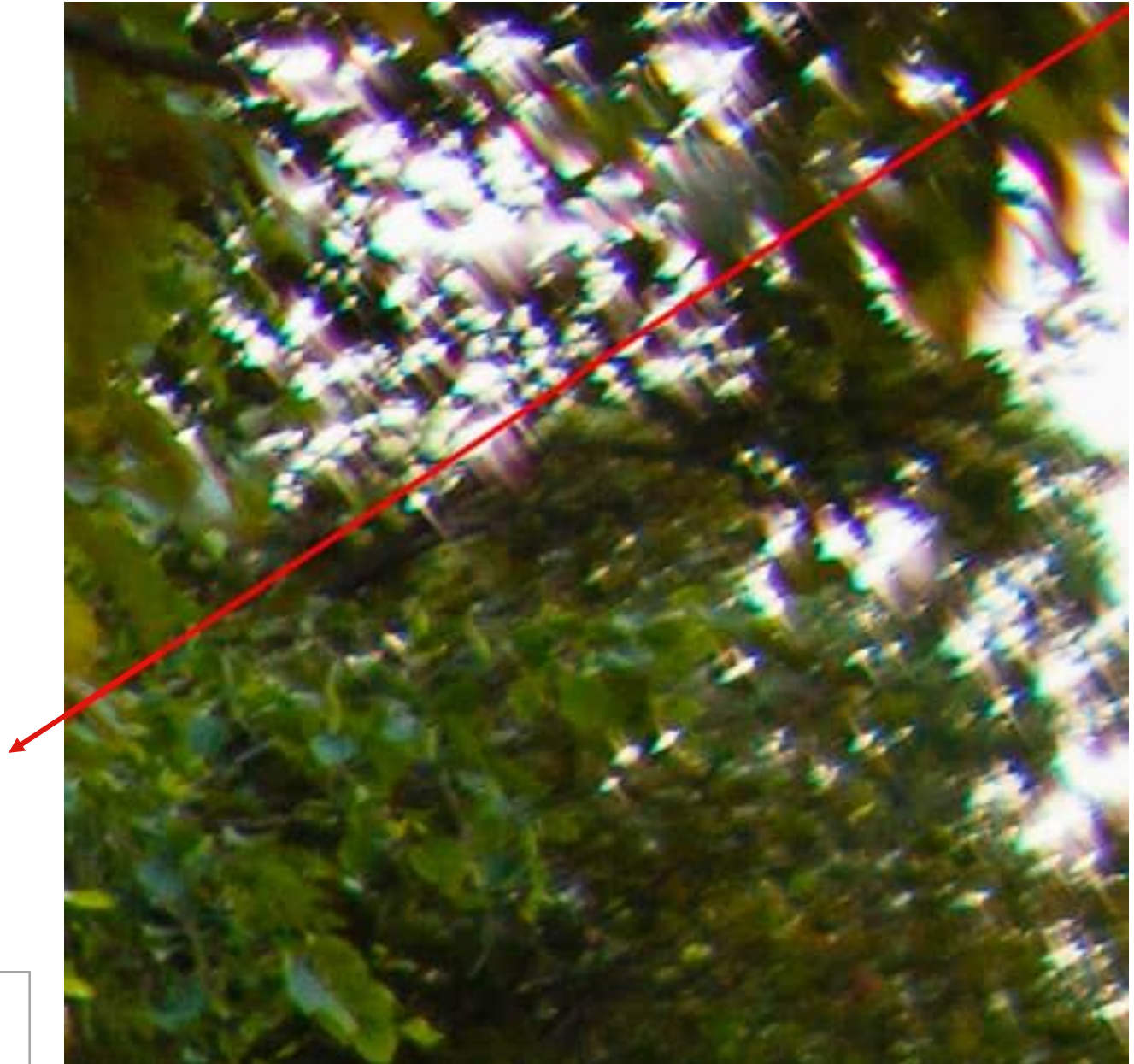
(c)



ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

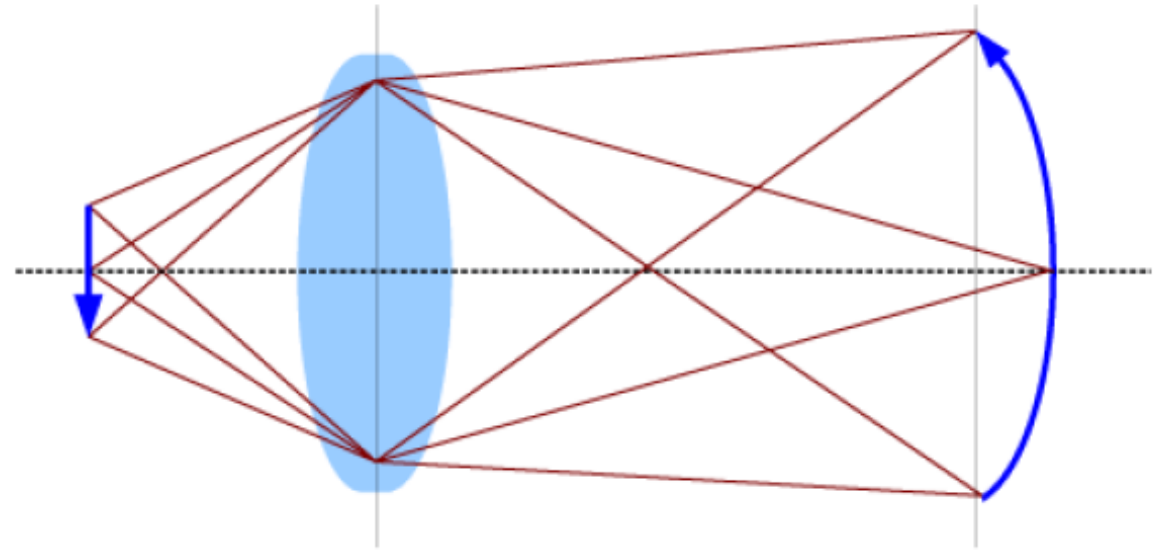
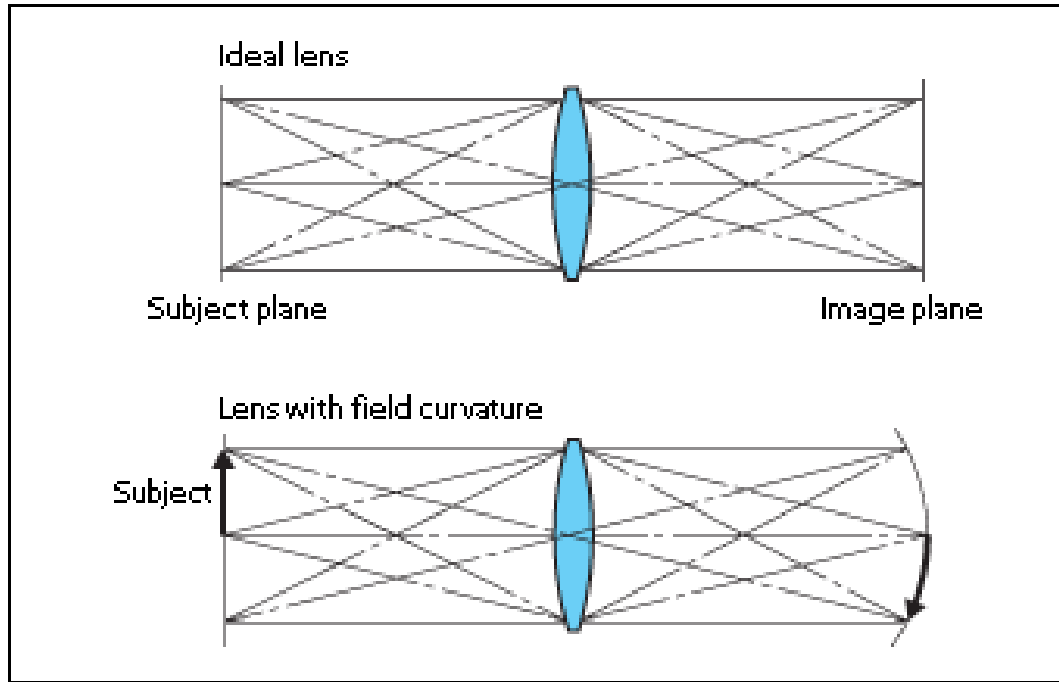
κηλίδωση (άλως) διαγώνια
γύρω από τις ανταύγειες
(κάθετα στον οπτικό άξονα):
ακτινικός αστιγματισμός

Οπτικό
κέντρο
φακού



<https://exposuretherapy.ca/photography-guide/lens-aberrations-and-distortion/>

Καμπύλωση Πεδίου (σε διατάξεις μεγάλου οπτικού πεδίου)



Φυσική Εικόνας & Ήχου II (Θ) - Ενότητα 3: Φωτογραφικός φακός
Αθανάσιος Αραβαντινός, Τμήμα Φωτογραφίας &
Οπτικοακουστικών

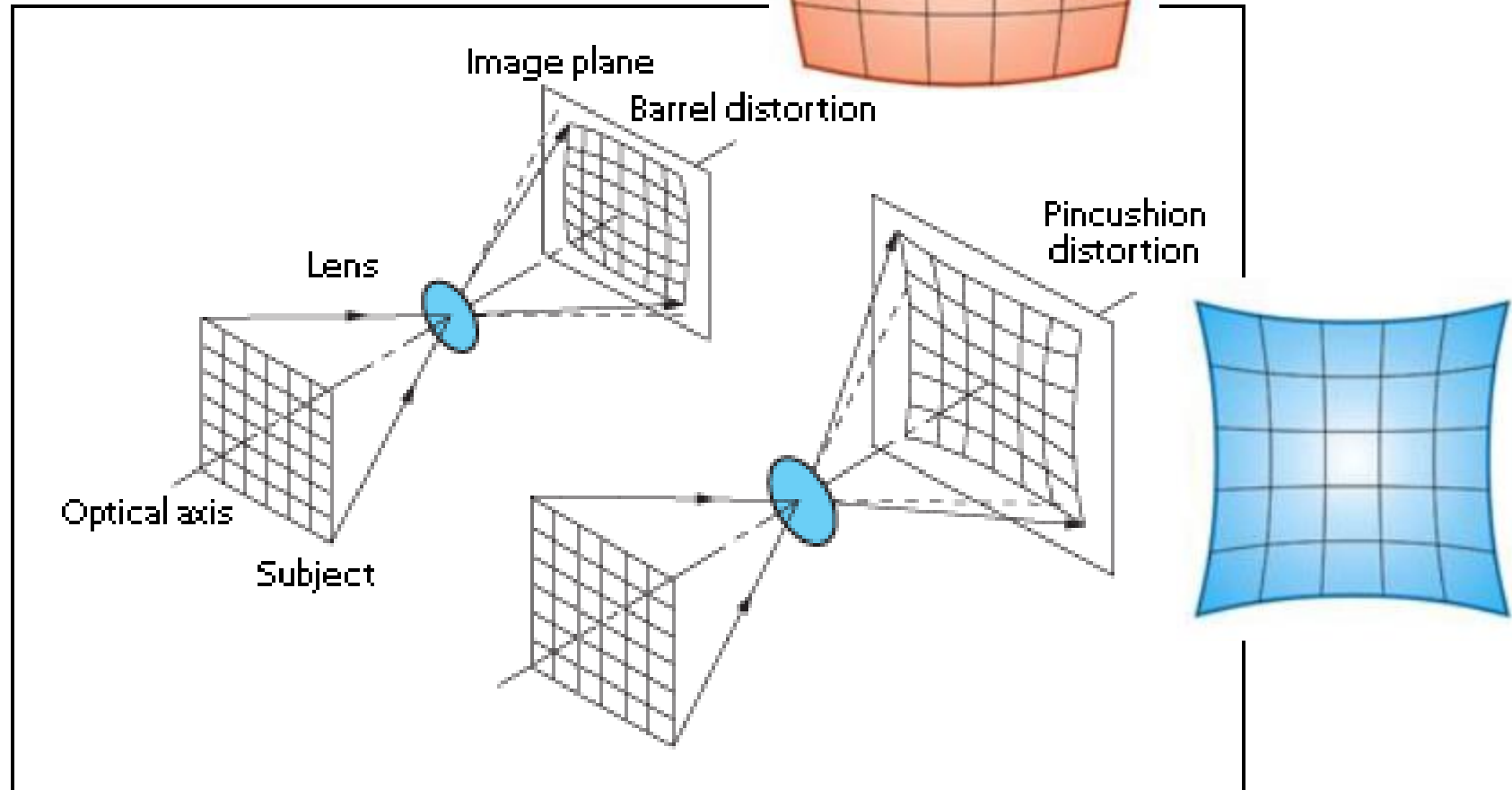
ΚΑΜΠΥΛΩΣΗ ΠΕΔΙΟΥ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ



<https://expertphotography.com/lens-aberrations-photography/>

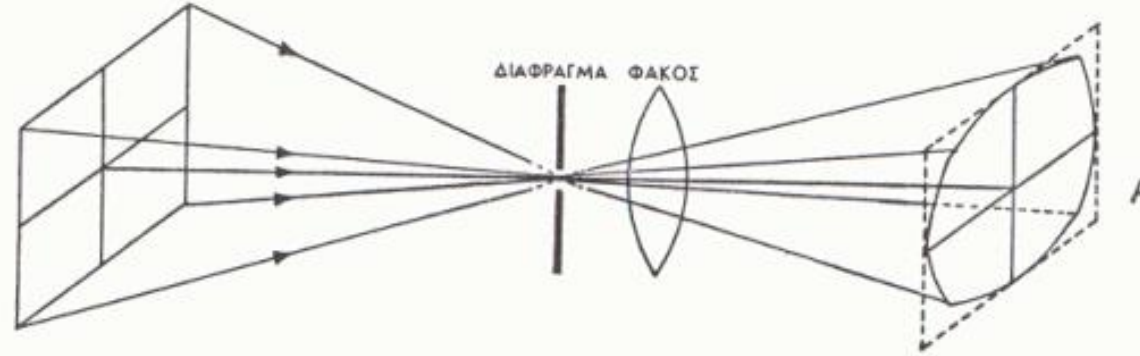
Παραμόρφωση Ειδώλου

Η εγκάρσια μεγέθυνση είναι διαφορετική για τμήματα του αντικειμένου σε διαφορετική απόσταση (πλησιέστερα ή πιο απομακρυσμένα) από τον κύριο άξονα του φακού



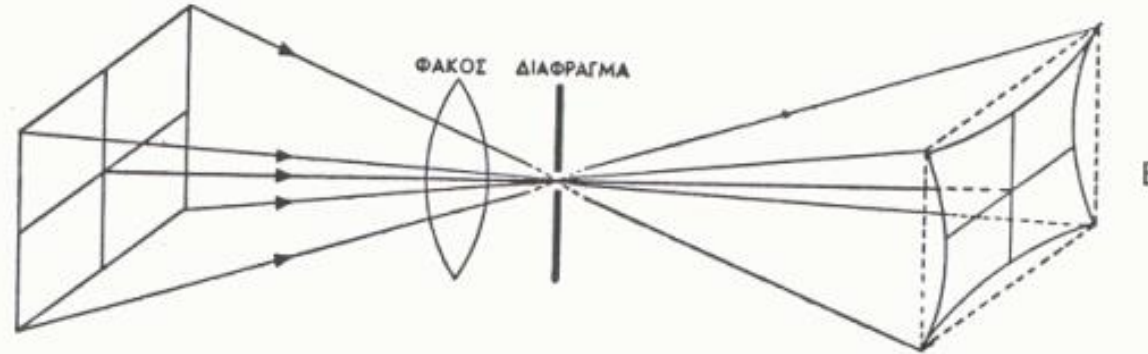
Πιθοειδής – Μηνοειδής Γραμμική παραμόρφωση

εγκάρσια μεγέθυνση
μεγαλύτερη κοντά
στον κύριο άξονα



πιθοειδής

εγκάρσια μεγέθυνση
μεγαλύτερη μακριά
από τον κύριο άξονα



μηνοειδής

διόρθωση
παραμόρφωσης
ειδώλου:



ορθοσκοπικό σύστημα

ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΙΔΩΛΟΥ - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ



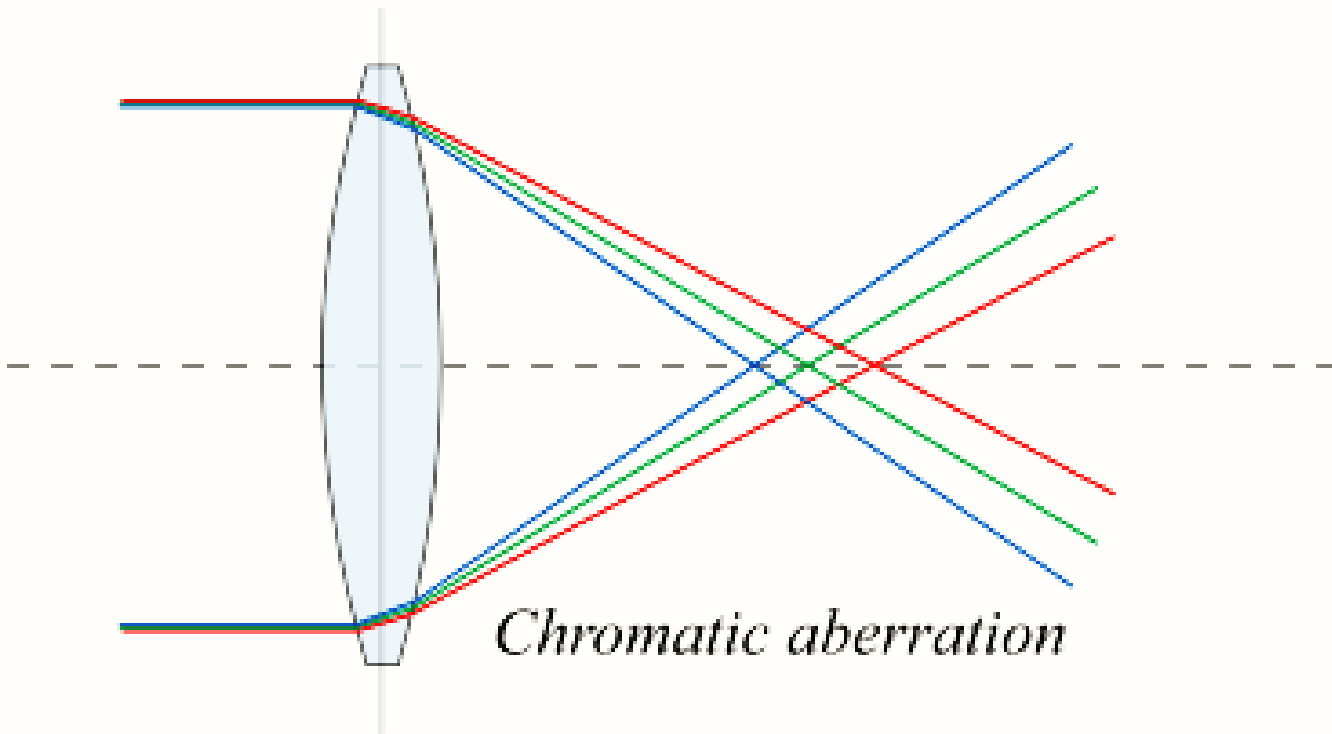
<https://focus-review.com/en/what-is-lens-distortion/>

Καλλιτεχνικές παραμορφώσεις: φακός fish-eye

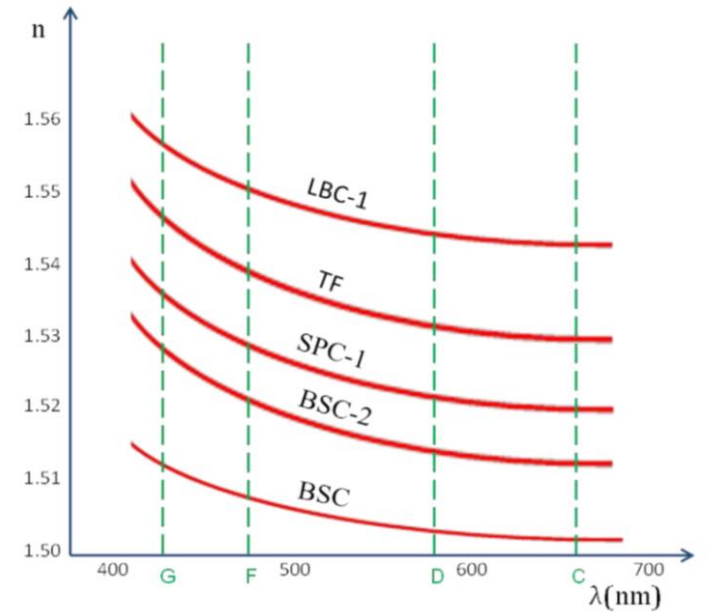


<https://expertphotography.com/lens-aberrations-photography/>

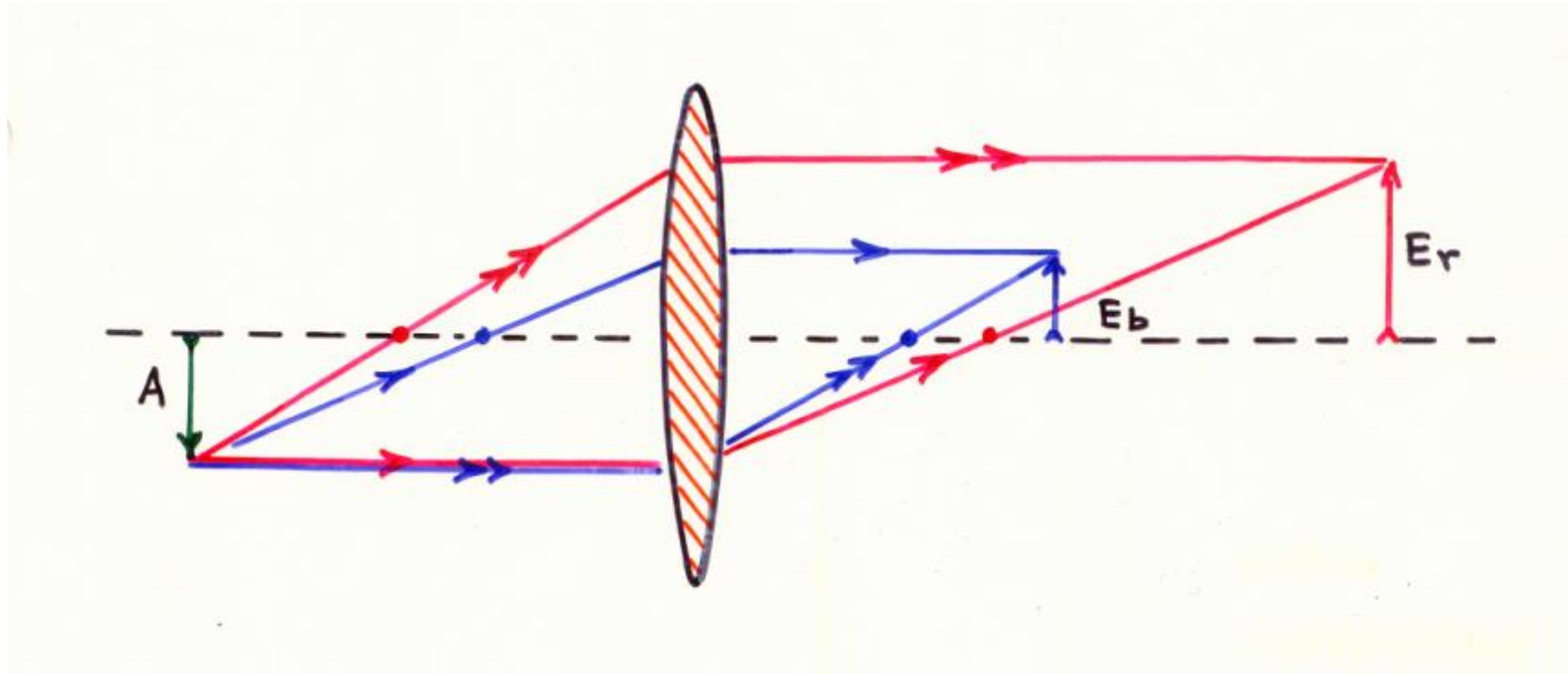
Διαμήκης Χρωματική Εκτροπή



“[Chromatic aberration lens diagram](#)” από [HDrBob](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)



Εγκάρσια Χρωματική Εκτροπή

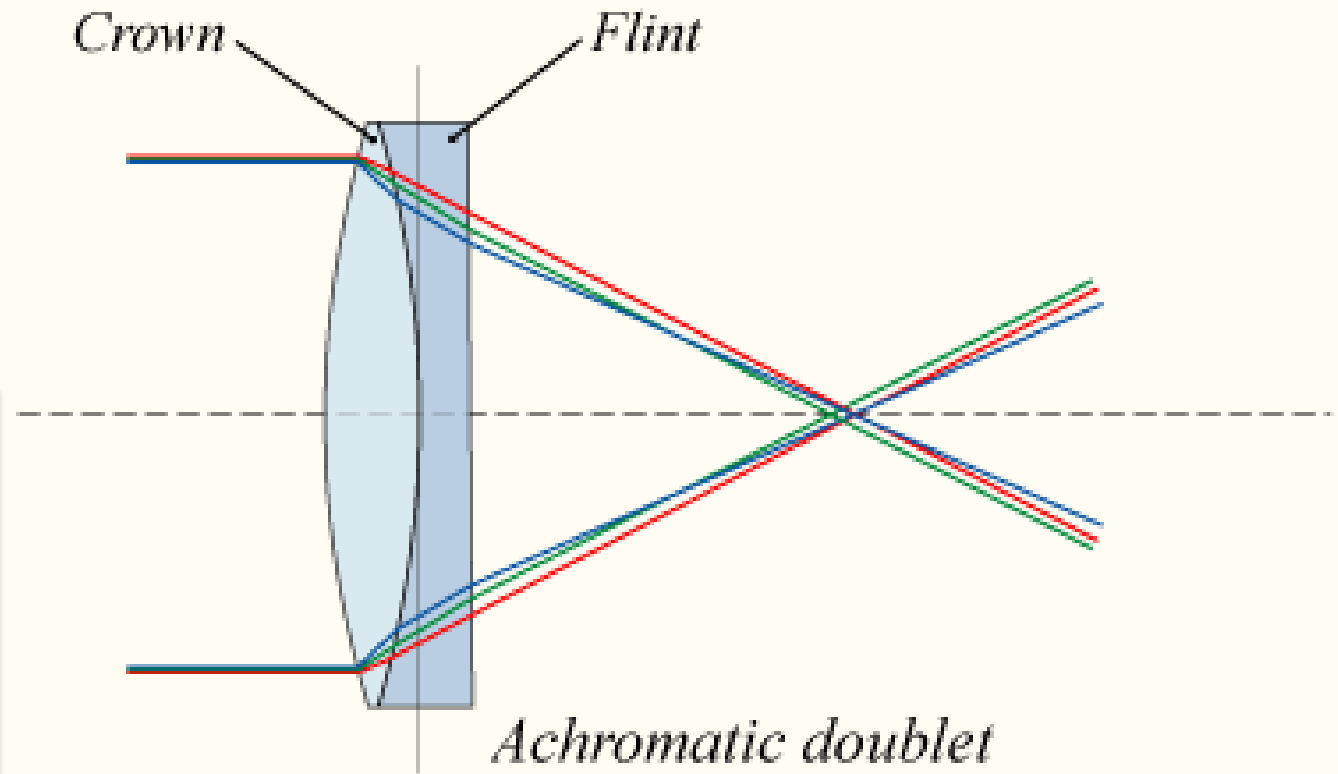


ΑΧΡΩΜΑΤΙΚΟ ΖΕΥΓΟΣ ΦΑΚΩΝ

εξουδετέρωση χρωματικής απόκλισης : $f_C^\Sigma = f_F^\Sigma$

$$f_D \cdot V + f_D' \cdot V' = 0$$

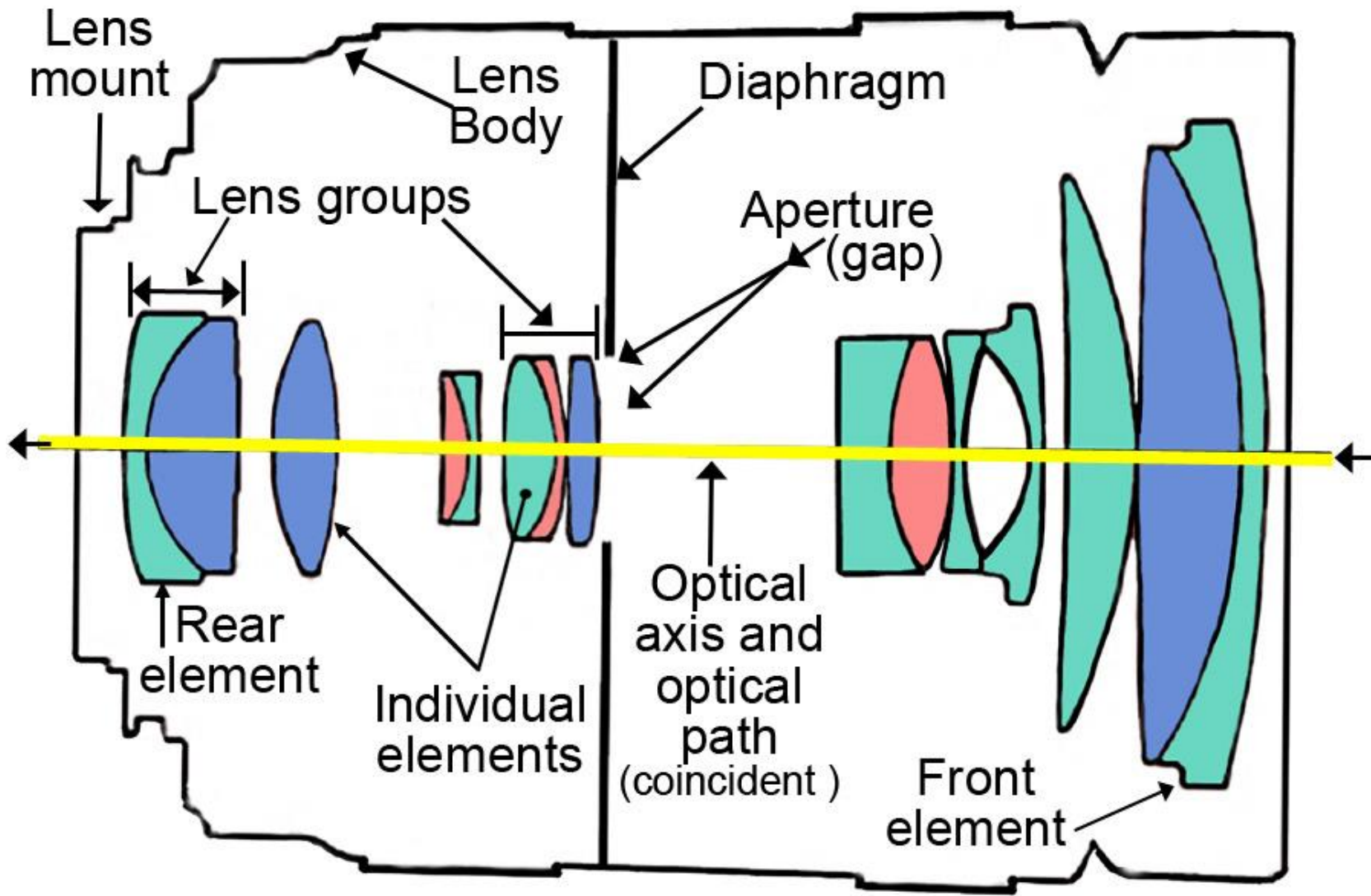
Οι f_D & f_D' έχουν
αντίθετο πρόσημο
[συγκλίνων (+) &
αποκλίνων (-)]



ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ



https://en.wikipedia.org/wiki/Chromatic_aberration

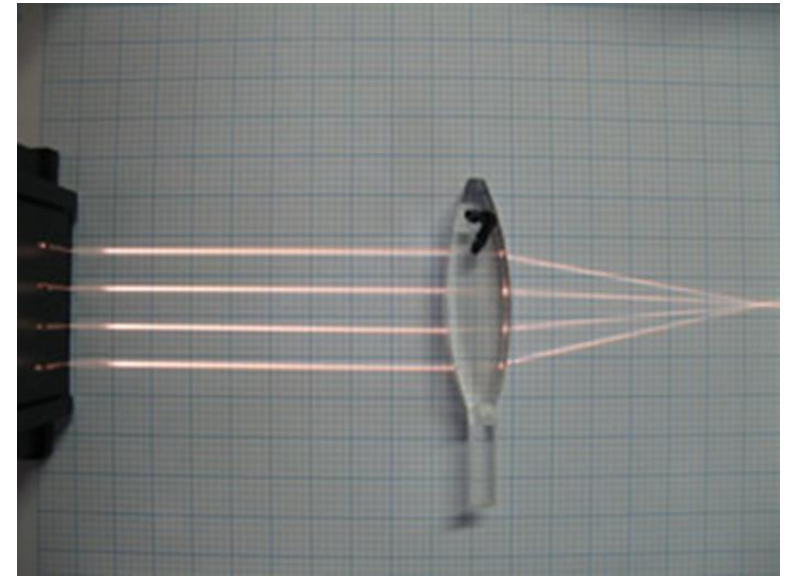
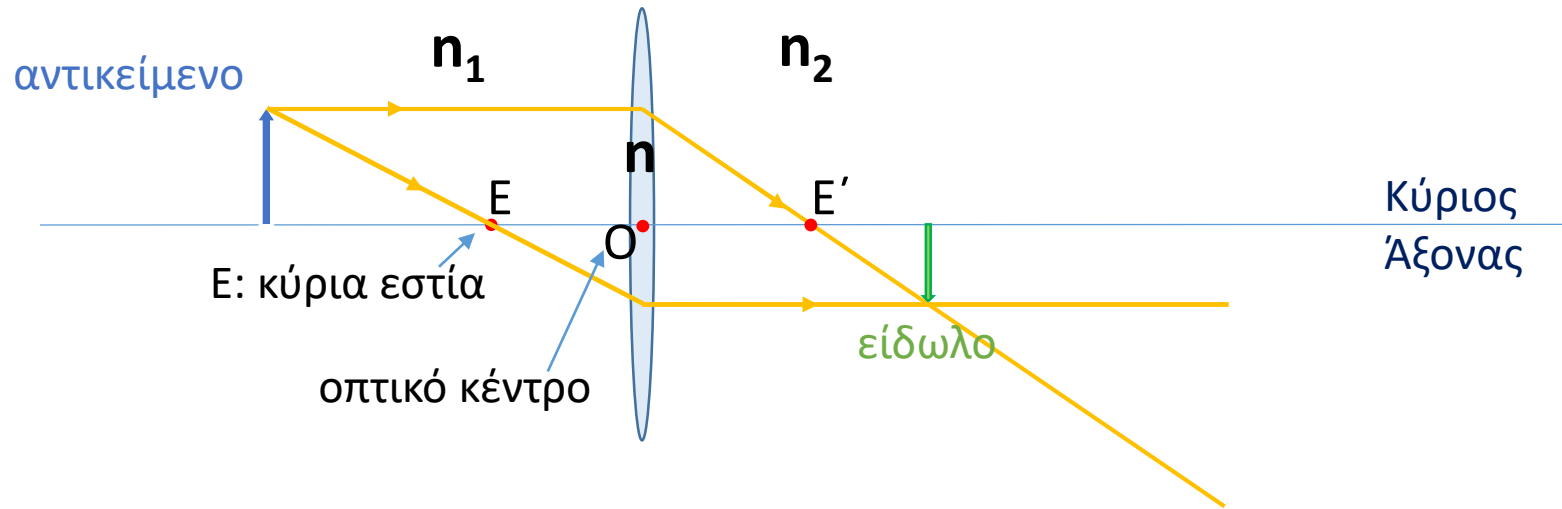


Generalised photographic lens

Φωτογραφικός Φακός

- **Σκοπός:** Η συλλογή του φωτός από το θέμα και η κατάλληλη εστίαση του σε φωτοευαίσθητη επιφάνεια.
- **Εστιακή απόσταση:** Η απόσταση που χωρίζει το εστιασμένο είδωλο ενός πολύ μακρινού αντικειμένου από τον φωτογραφικό φακό.
- Μεγάλη εστιακή απόσταση αντιστοιχεί σε μεγάλη μεγέθυνση.

ΛΕΠΤΟΙ ΦΑΚΟΙ

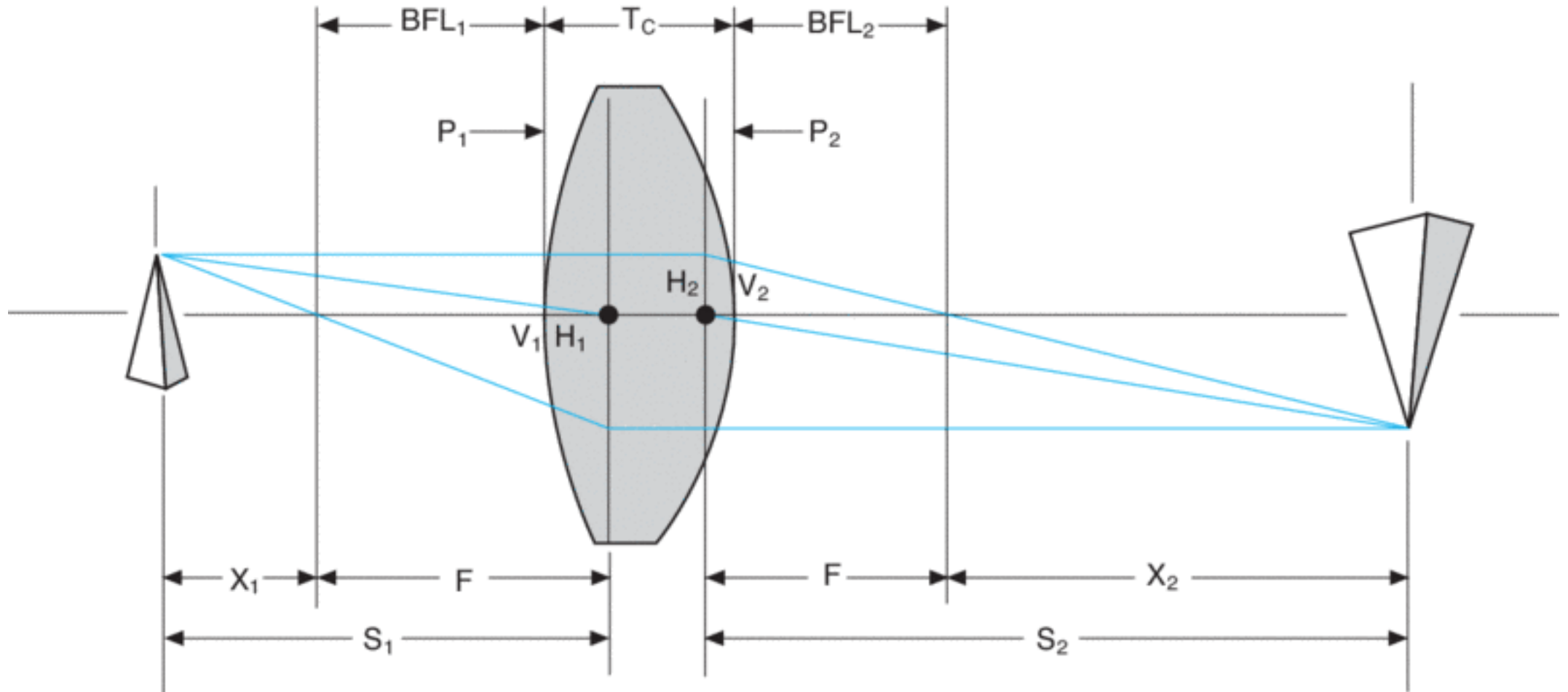


- Εστιακές αποστάσεις (Focal Lengths) : $OE=f$, $OE'=f'$

Αν $n_1=n_2$ \longrightarrow $OE = OE' = f$

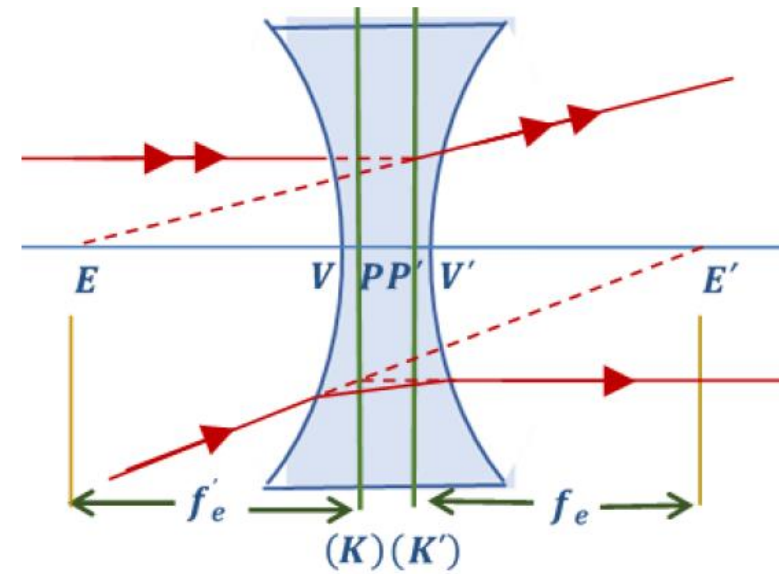
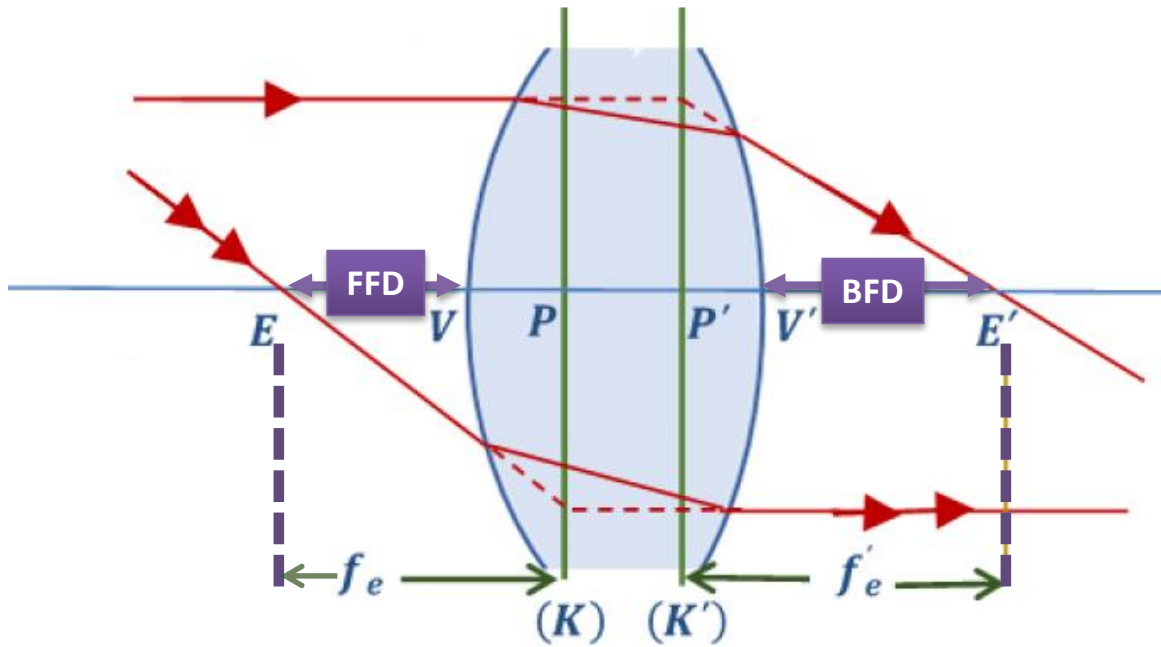
Οπτική Ισχύς: $P = \frac{n_1}{f}$ $\xrightarrow{\text{στον αερα } n_1=1}$ $P = \frac{1}{f} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

ΦΑΚΟΙ ΜΕ ΠΑΧΟΣ

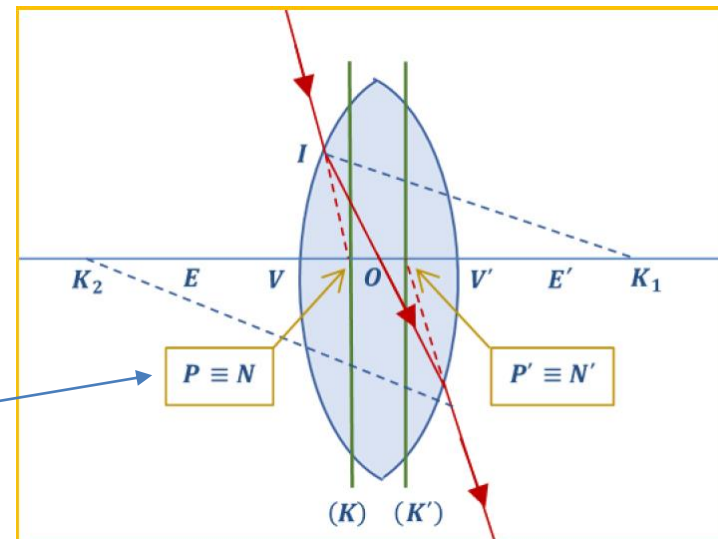


<https://www.newport.com/n/optics-formulas>

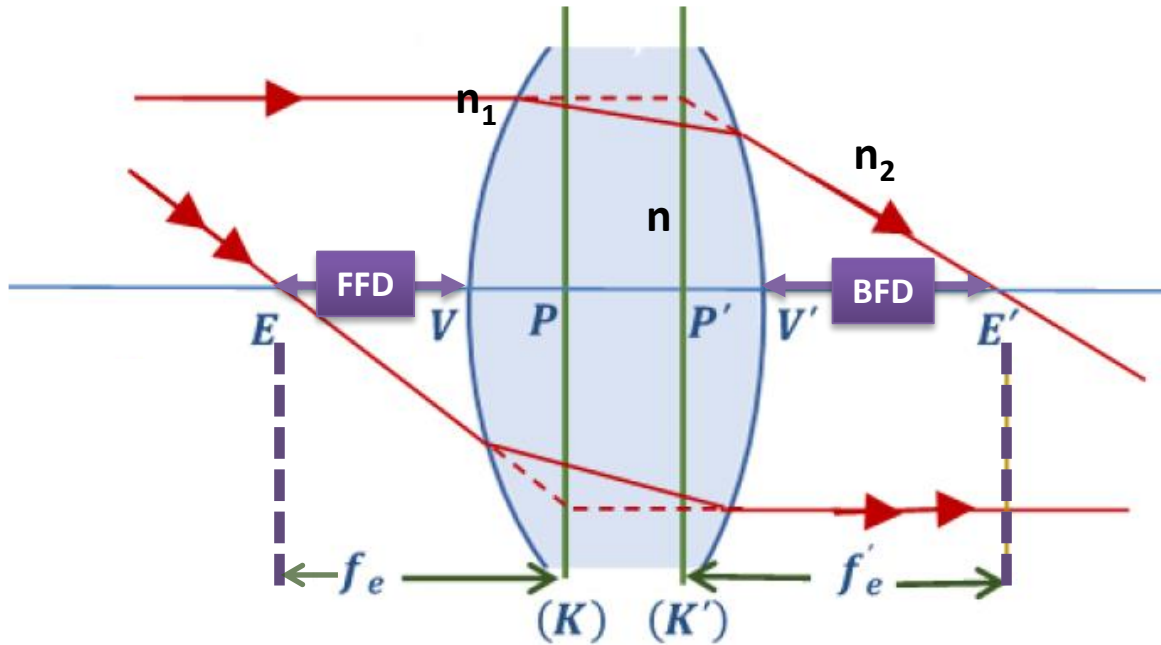
ΦΑΚΟΙ ΜΕ ΠΑΧΟΣ



- V, V' : κορυφές των διαθλαστικών επιφανειών
- E, E' : κύριες εστίες
- $(K), (K')$: κύρια επίπεδα
- P, P' : κύρια σημεία
- N, N' : δεσμικά (κομβικά) σημεία



ΦΑΚΟΙ ΜΕ ΠΑΧΟΣ



- Εστιακή απόσταση (Focal Length) : f_e, f'_e

Αν $n_1 = n_2 \Rightarrow f_e = f'_e$

Οπτική Ισχύς: $P_e = \frac{n_1}{f_e} \xrightarrow{\text{στον αερα } n_1=1} P_e = \frac{1}{f_e}$

- **Μετωπιαία** Εστιακή απόσταση

Πρόσθια (Front Focal Distance): VE

\neq

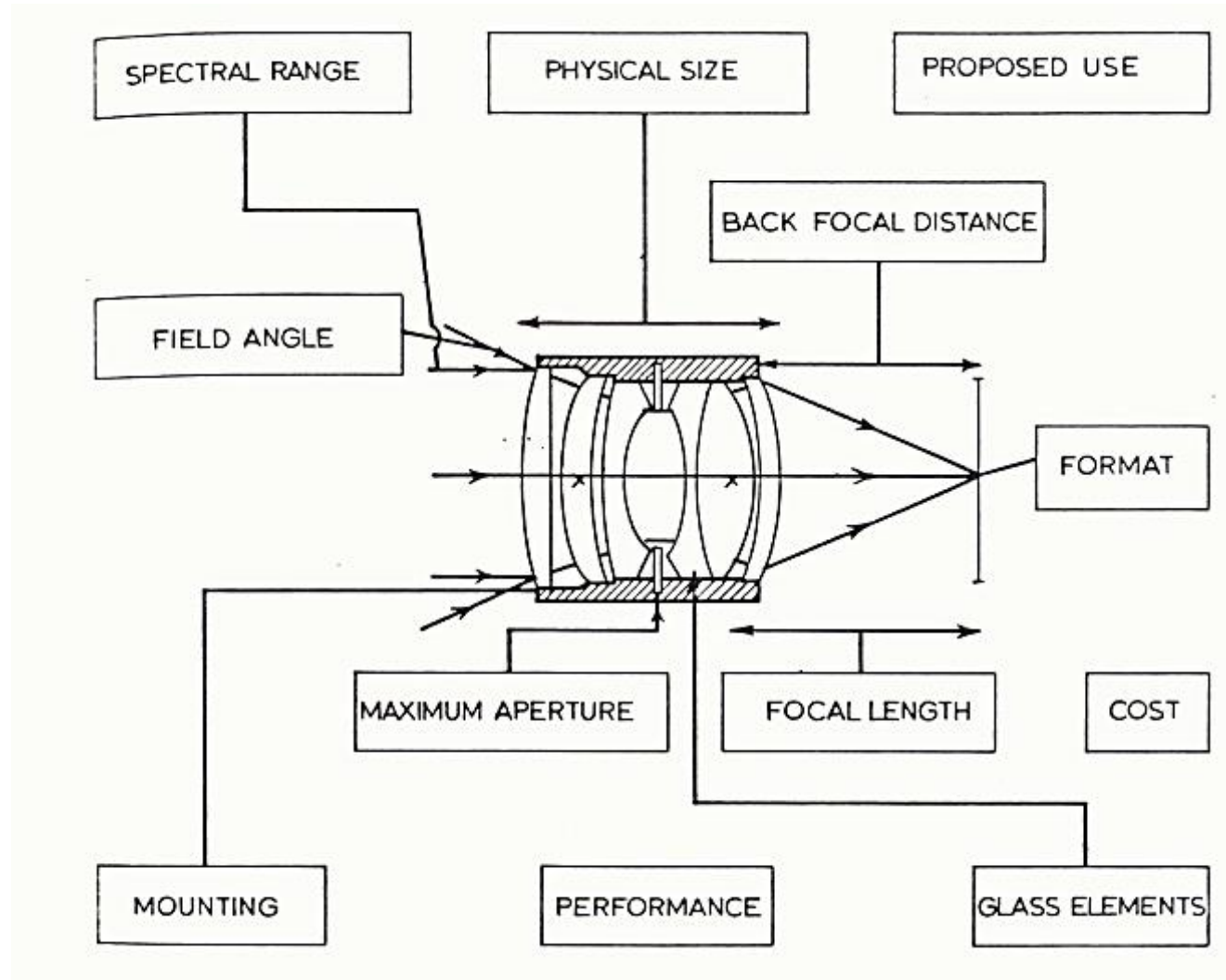
Πίσω (Back Focal Distance): $V'E'$

Φωτογραφικός Φακός

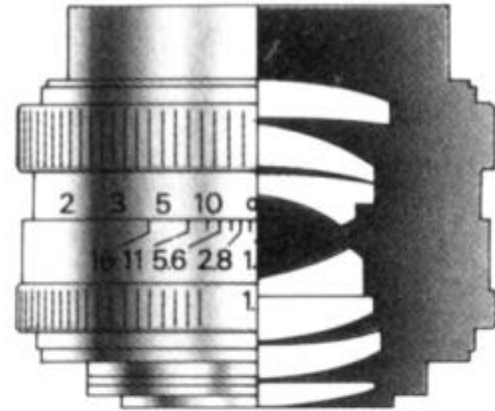
Τεχνικά Χαρακτηριστικά κατασκευής

- Φασματικό εύρος λειτουργίας (VIS, IR, UV)
- Γωνία Οράσεως
- Μέγιστο διάφραγμα
- Εστιακή απόσταση (σταθερή, ή όχι)
- Οπτικά στοιχεία – επιφάνειες
- Φυσικό μέγεθος, Βάρος, Εργονομία
- Τελικό κόστος αγοράς

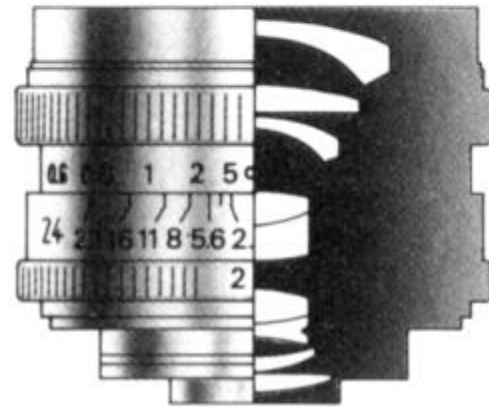
Φωτογραφικός Φακός - Σχεδίαση



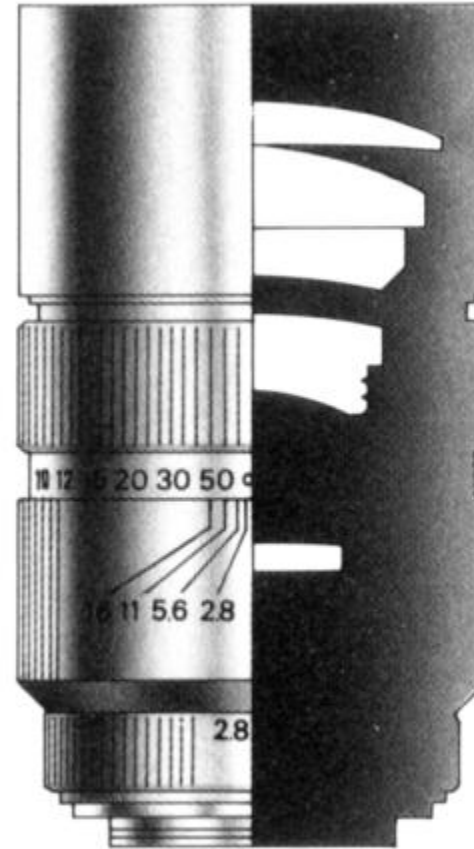
Εσωτερική δομή σύνθετων φωτογραφικών φακών



normal lens

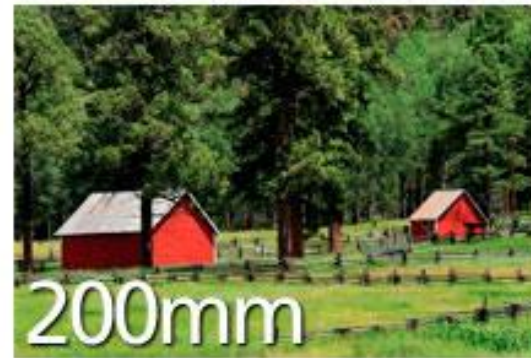


wide angle lens



telephoto lens

ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ : ΓΩΝΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ – ΜΕΓΕΘΥΝΣΗ



© Dave Black

<https://www.nikonusa.com/en/learn-and-explore/a/tips-and-techniques/understanding-focal-length.html#>

Εστιακή απόσταση – οπτικό πεδίο (FOV)



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)



400mm (EFL: 640mm)



200mm (EFL: 320mm)



55mm (EFL: 90mm)



18mm (EFL: 28mm)

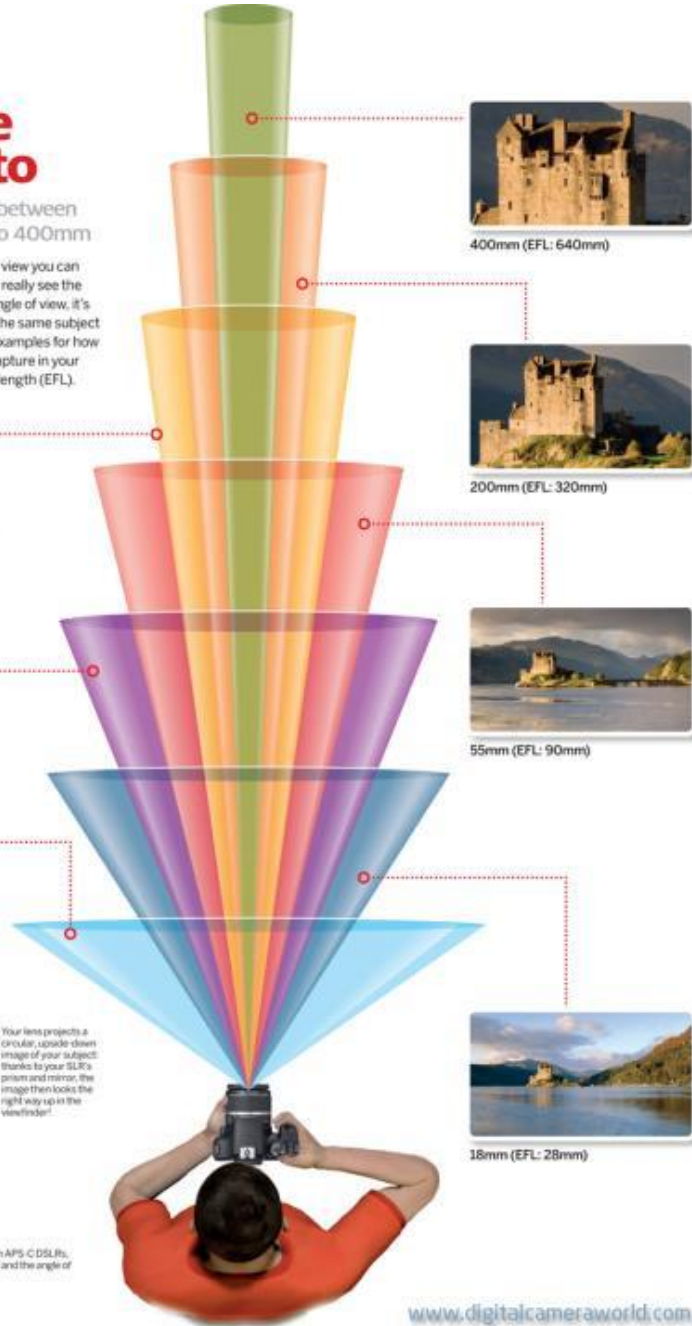
Effective Focal Length (EFL)



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

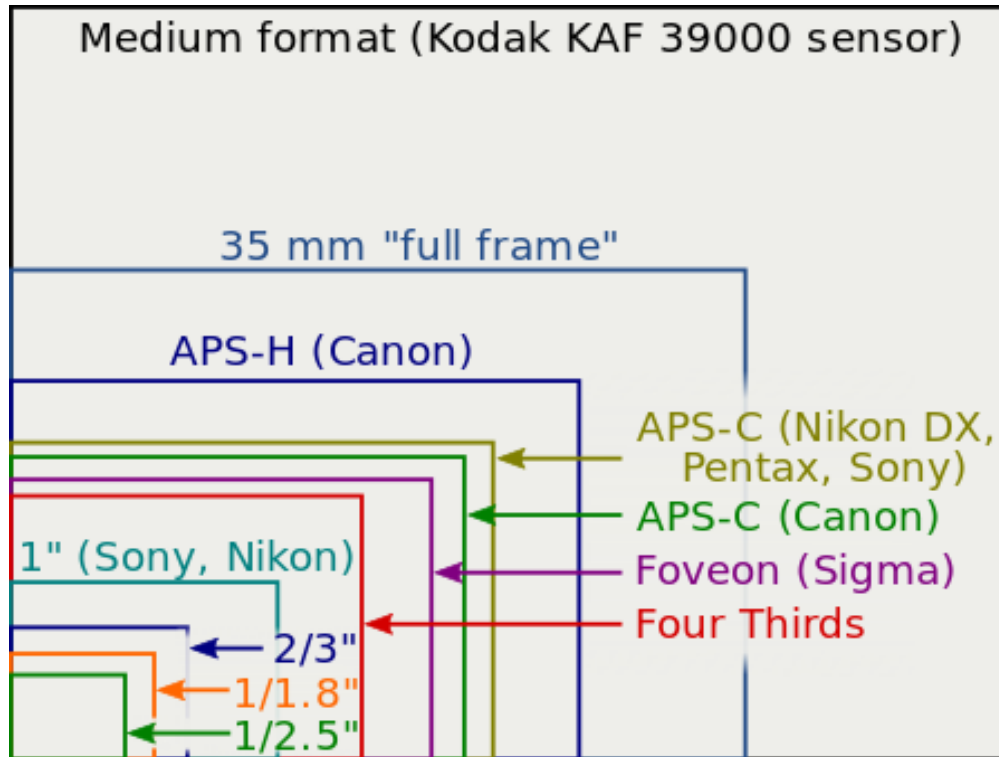
The view on a full-frame camera (sensor size: 36x24mm, same size as 35mm film).

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

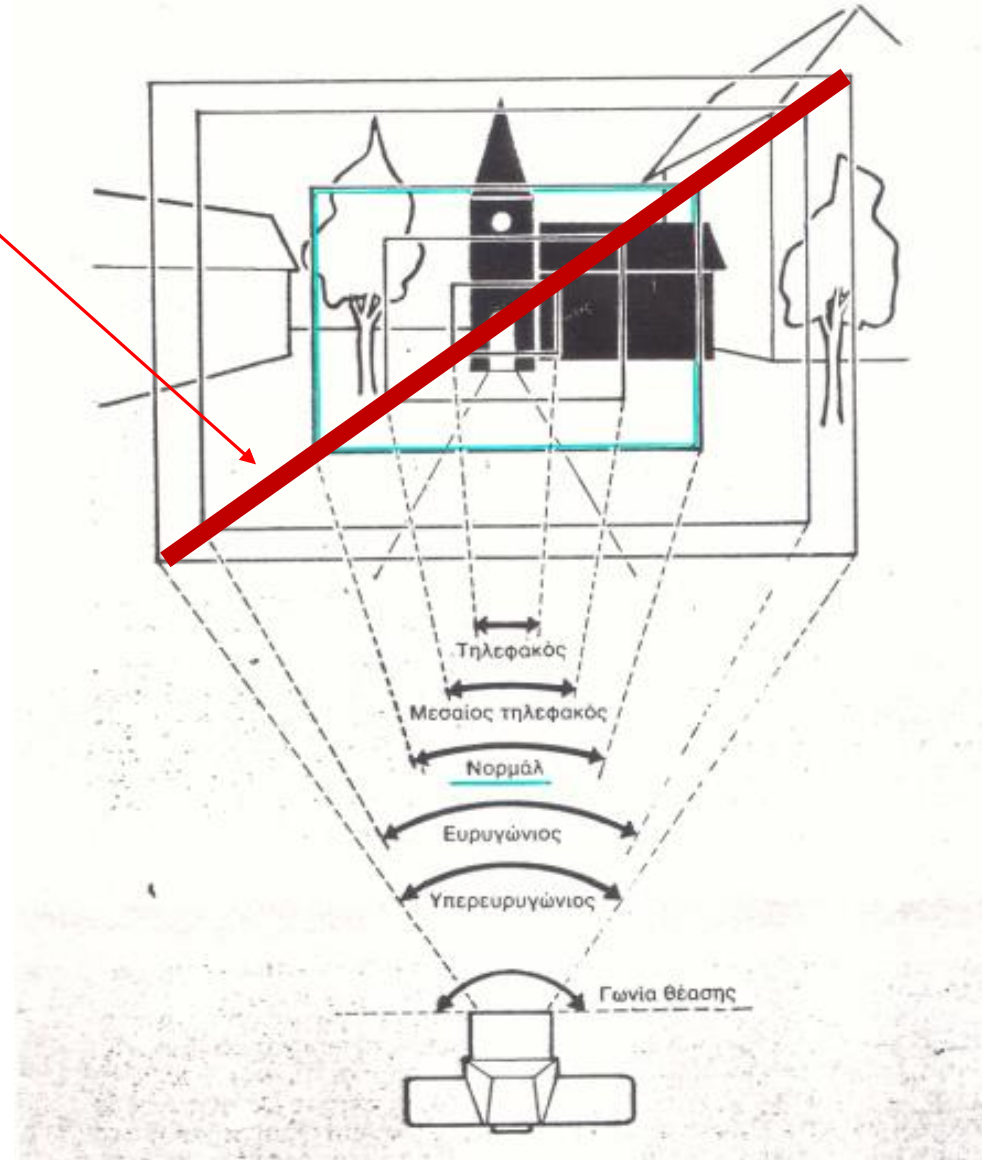


Εστιακή απόσταση – FOV

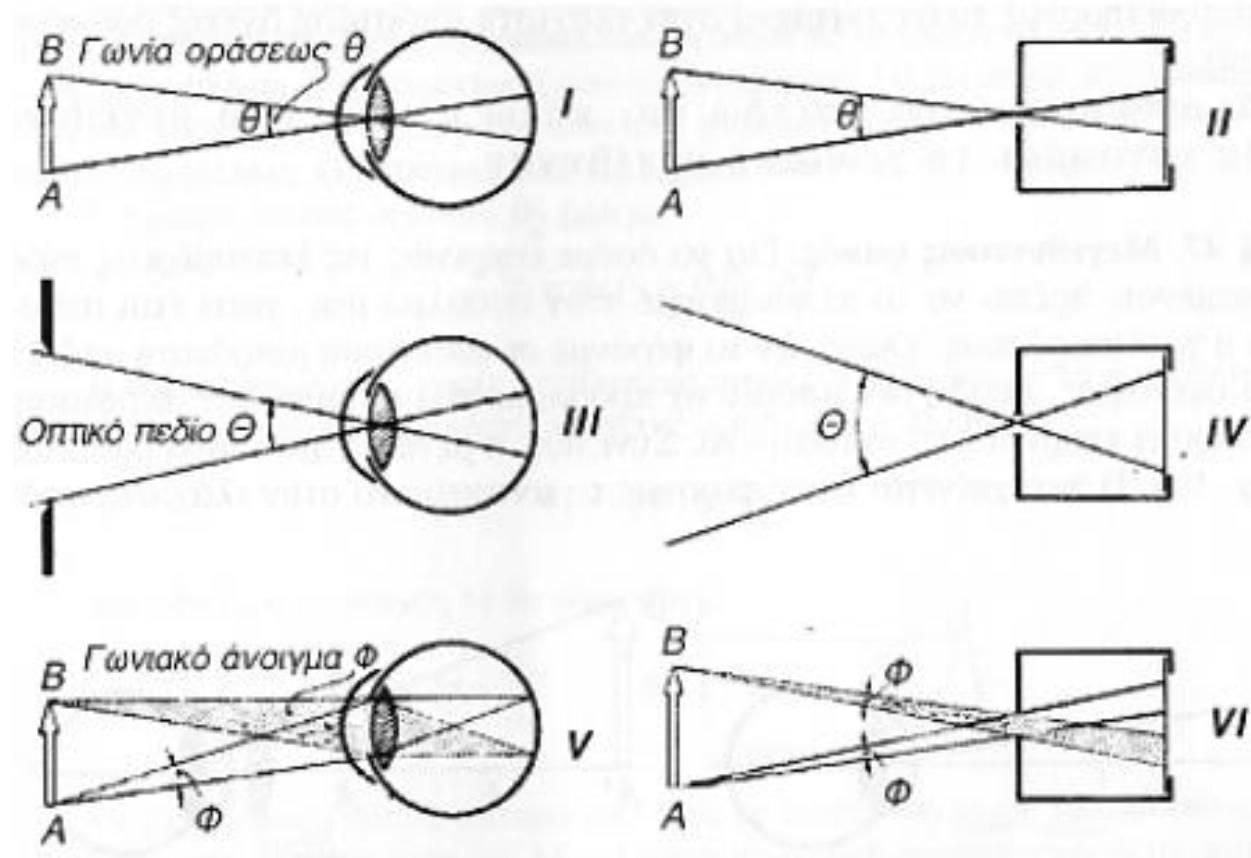
$$\text{FOV: } \alpha = 2 \text{ τοξεφ} \left(\frac{d}{2f} \right)$$



By Sensor_sizes_overlaid.svg: Moxfyrederivative work: Autopilot (talk) - Sensor_sizes_overlaid.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6897985>



ΓΩΝΙΑ ΟΡΑΣΕΩΣ – ΟΠΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ – ΓΩΝΙΑΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ

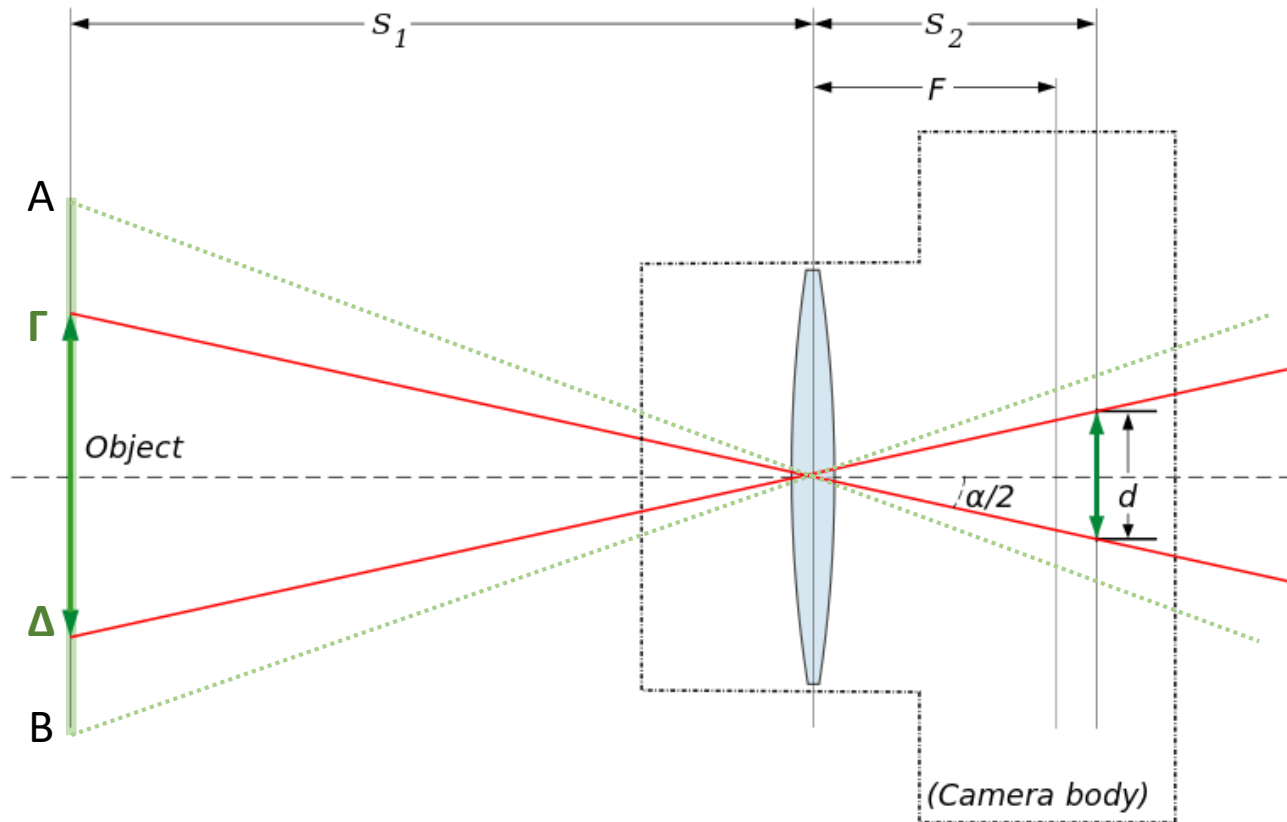


Σχ. 104. Σχήμα για τον ορισμό της γωνίας οράσεως, του οπτικού πεδίου και του γωνιακού ανοίγματος.

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**)

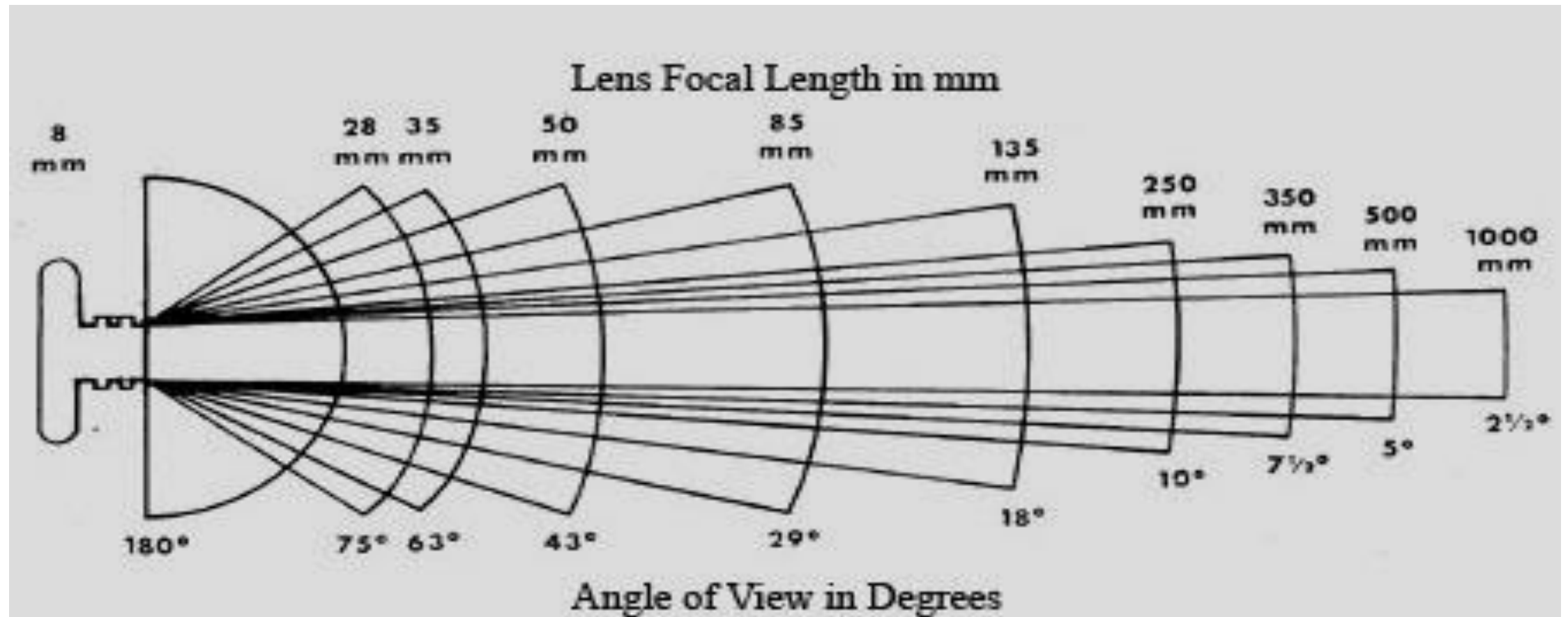


FOV

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

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

Εστιακή απόσταση – Γωνία οράσεως, φιλμ (24 x 36mm)



Angle of Coverage: The angle of coverage of a lens depends upon its focal length - the longer the focal length, the smaller the angle of coverage. For example, a 28mm lens has a 75 degree angle of coverage . . . a 500 mm lens has a 5 degree angle of coverage.

Εστιακή απόσταση – FOV

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

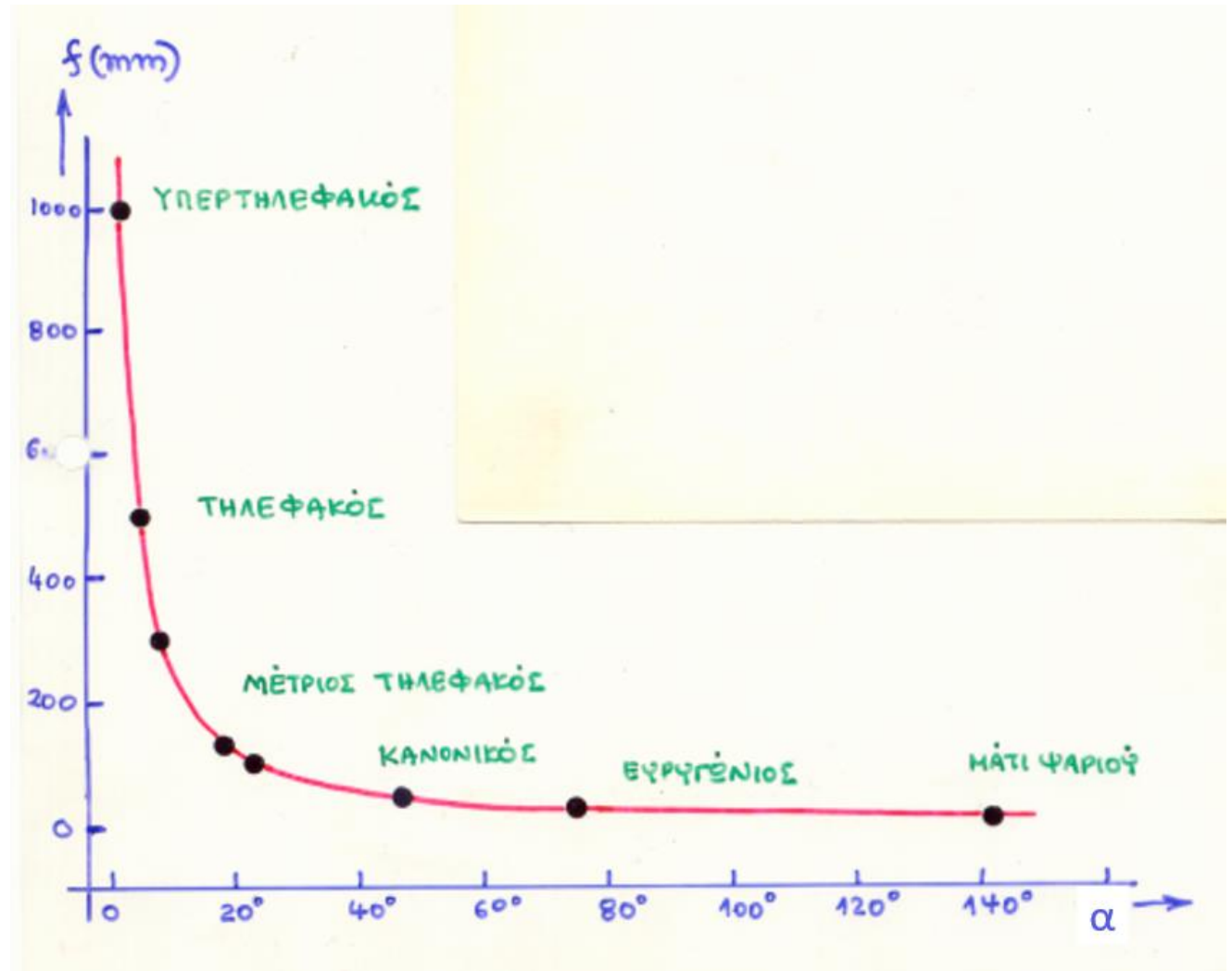
$$\text{Άρα: } \frac{d}{2f} = \varepsilon\varphi \frac{\alpha}{2}$$

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

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

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

όπου f : εστιακή απόσταση (σε mm).



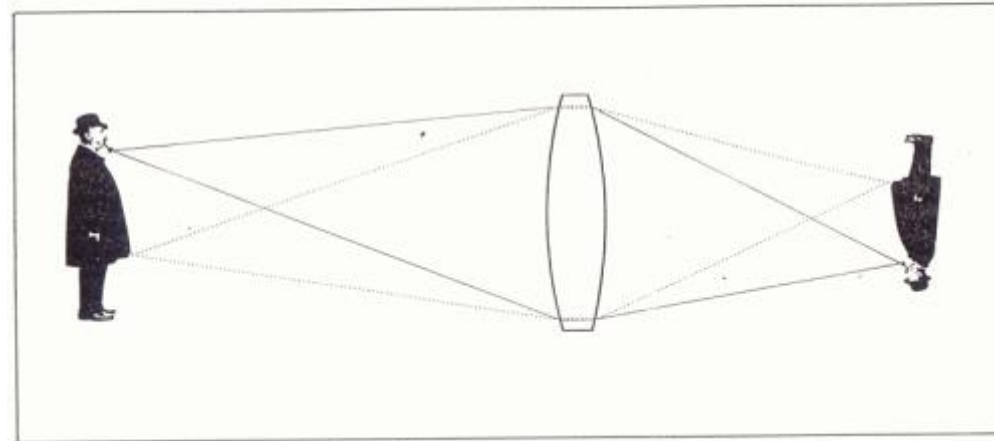
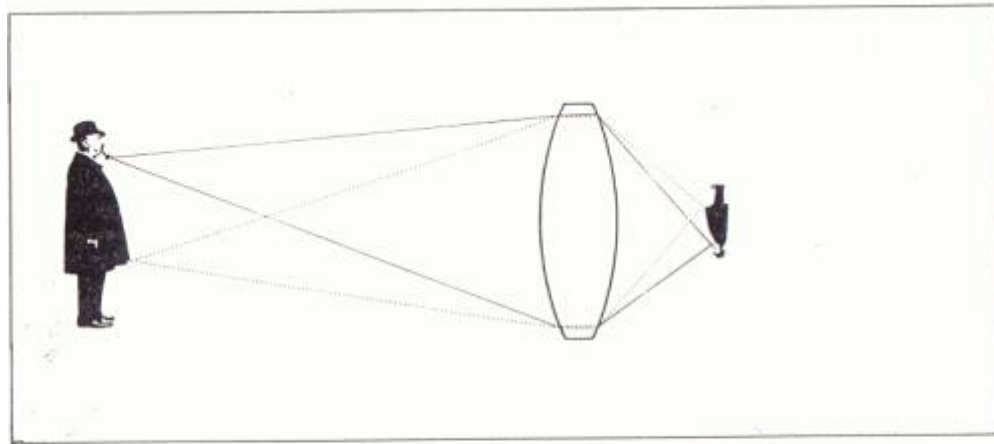
Φωτογραφικοί φακοί διαφορετικών εστιακών αποστάσεων

- Φωτογράφιση ίδιας θεματολογίας με φωτογραφικούς φακούς της εταιρείας Hugo Meyer διαφορετικών εστιακών αποστάσεων

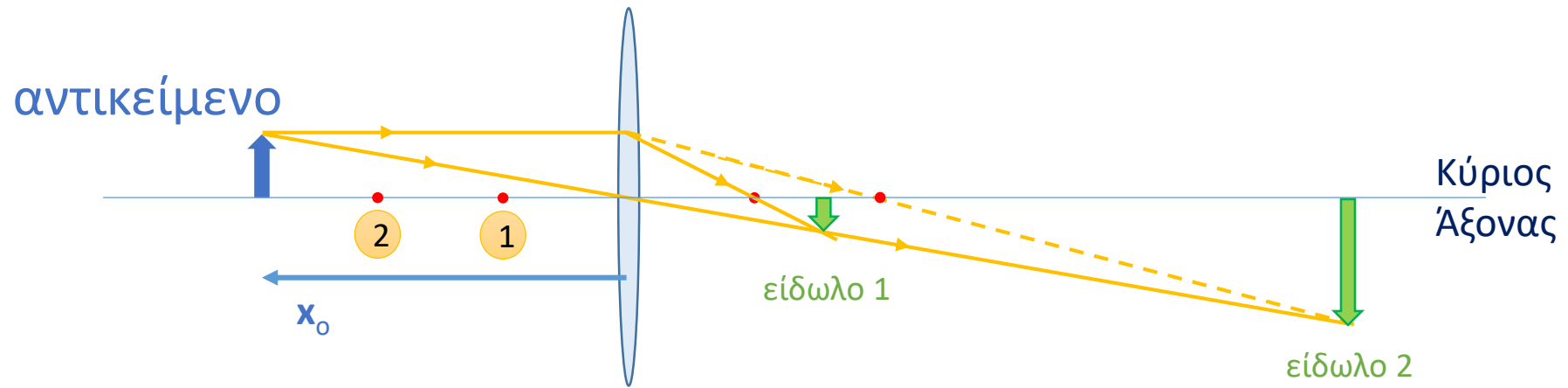


Μεταβολή μεγέθους ειδώλου με f

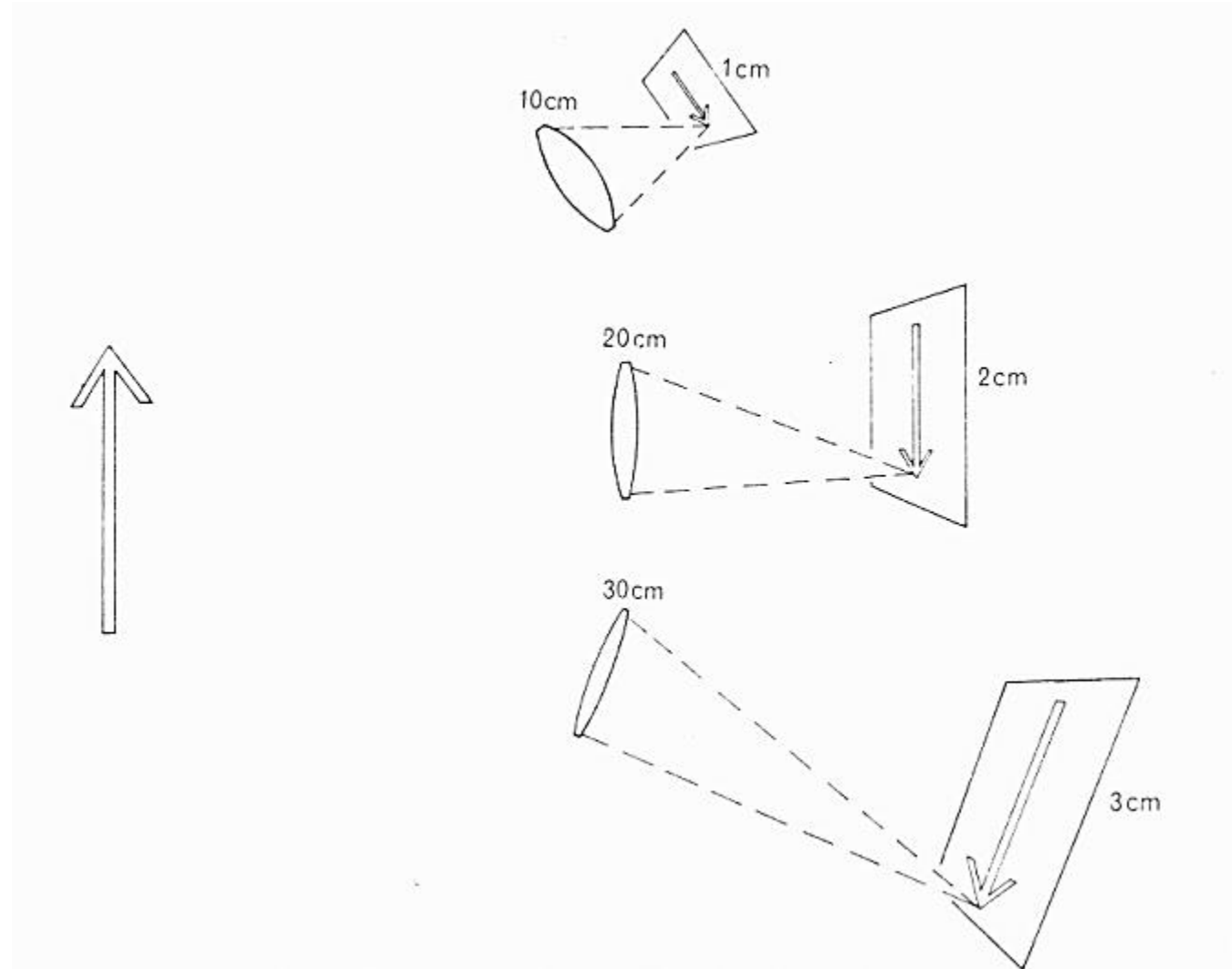
- Φωτογραφικός φακός με μικρή εστιακή απόσταση δημιουργεί μικρό είδωλο.
- Φωτογραφικός φακός με μεγάλη εστιακή απόσταση δημιουργεί μεγάλο είδωλο.



Μεταβολή μεγέθους ειδώλου με f



Είδωλο μακρινού αντικειμένου για φακούς με διαφορετικό f



Μέγεθος Ε Φωτογραφιζόμενου Ειδώλου

$$E = A / (1 - \alpha / f)$$

Όπου

E : Μέγεθος Ειδώλου

A : Μέγεθος Αντικειμένου

α : Απόσταση φωτογράφισης

f : Εστιακή Απόσταση φακού

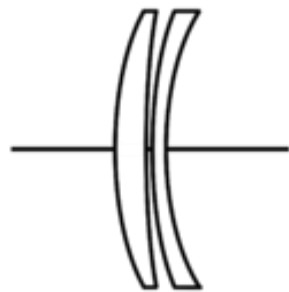
Εστιακή απόσταση – μέγεθος φωτογραφιζόμενων αντικειμένων

Παραμόρφωση Προοπτικής:
Η φωτογράφιση με φακούς διαφορετικής εστιακής απόστασης δεν επηρεάζει όλα τα απεικονιζόμενα μέγεθη στον ίδιο βαθμό.

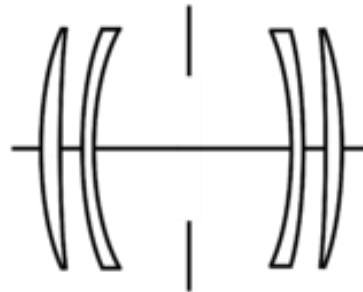


Κατηγορίες φωτογραφικών φακών

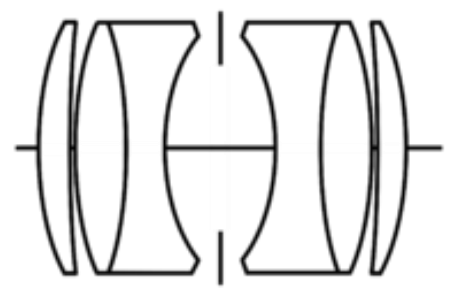
Development of the Double Gauss lens.



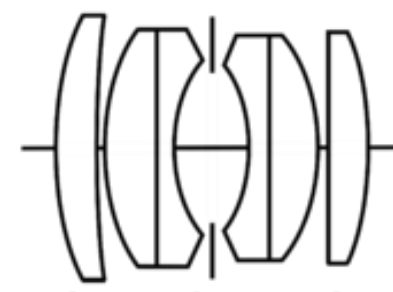
Gauss objective
1817



Clark Double Gauss (f/8)
1888



Zeiss Planar (f/4.5)
1896

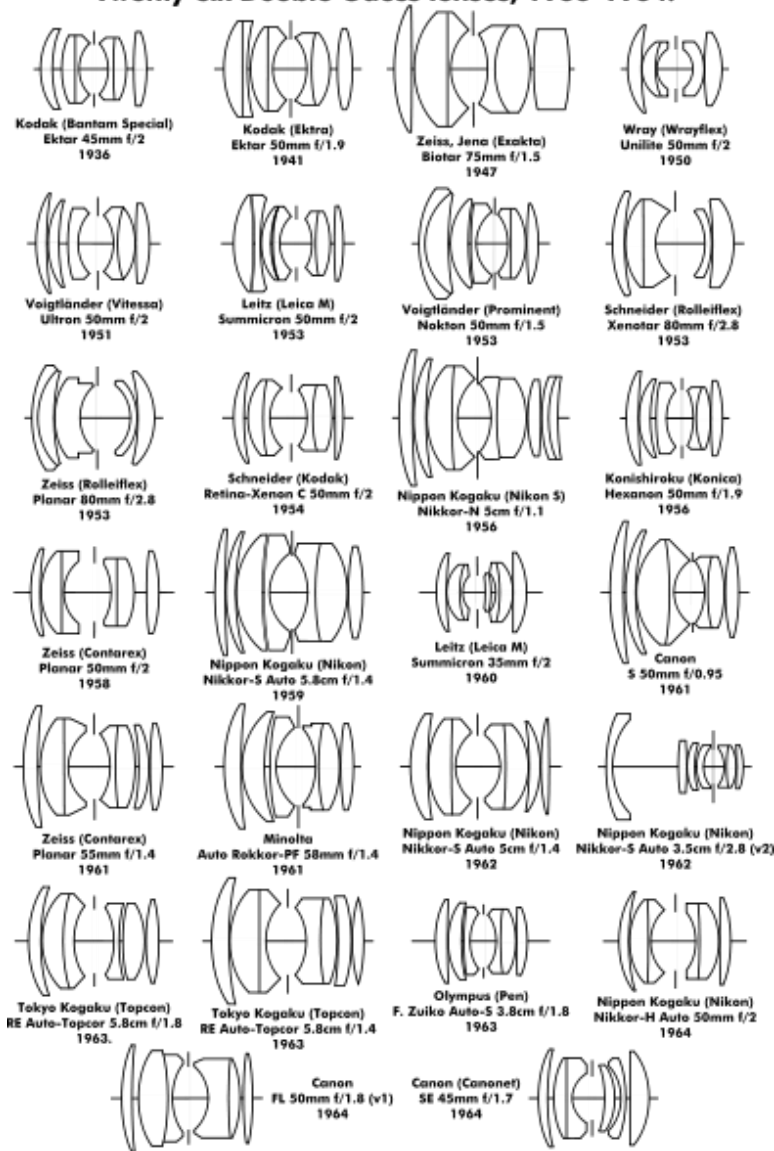


Taylor, Taylor & Hobson
Series 0 (Opic) (f/2)
1920

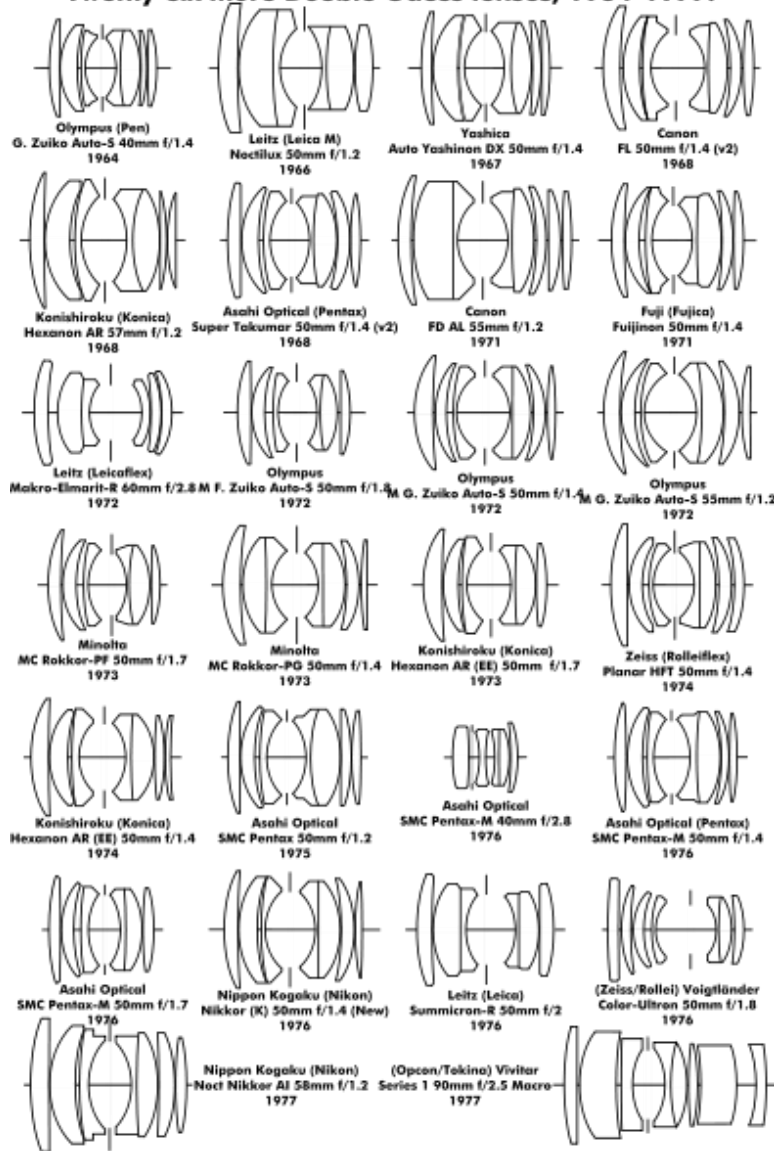
“DoubleGauss horizontal” από [Soerfm](#)
διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

Κατηγορίες φωτογραφικών φακών

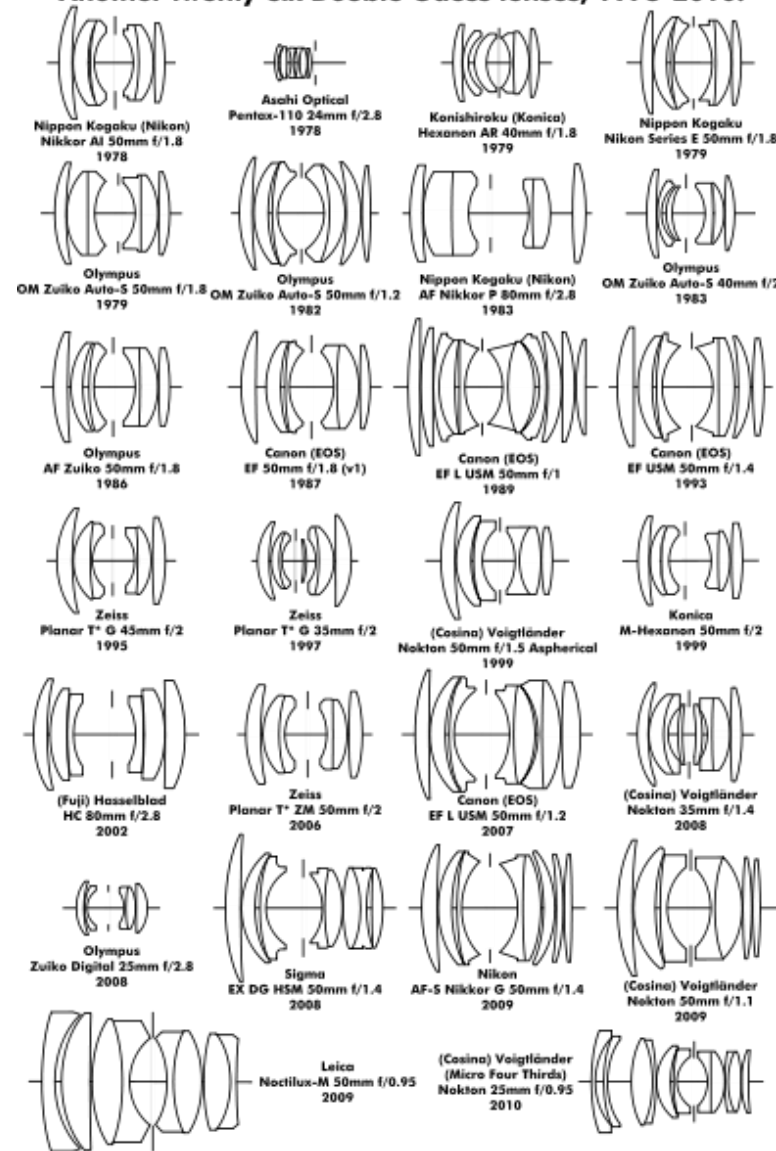
Twenty-six Double Gauss lenses, 1936-1964.



Twenty-six more Double Gauss lenses, 1964-1977.



Another twenty-six Double Gauss lenses, 1978-2010.



Τύποι φακών

Ευρυγώνιος



“Canon EF 16-35mm F2.8L USM ultra wide angle lens” από Jacopo Werther διαθέσιμο με άδεια CC BY 2.0

ZOOM



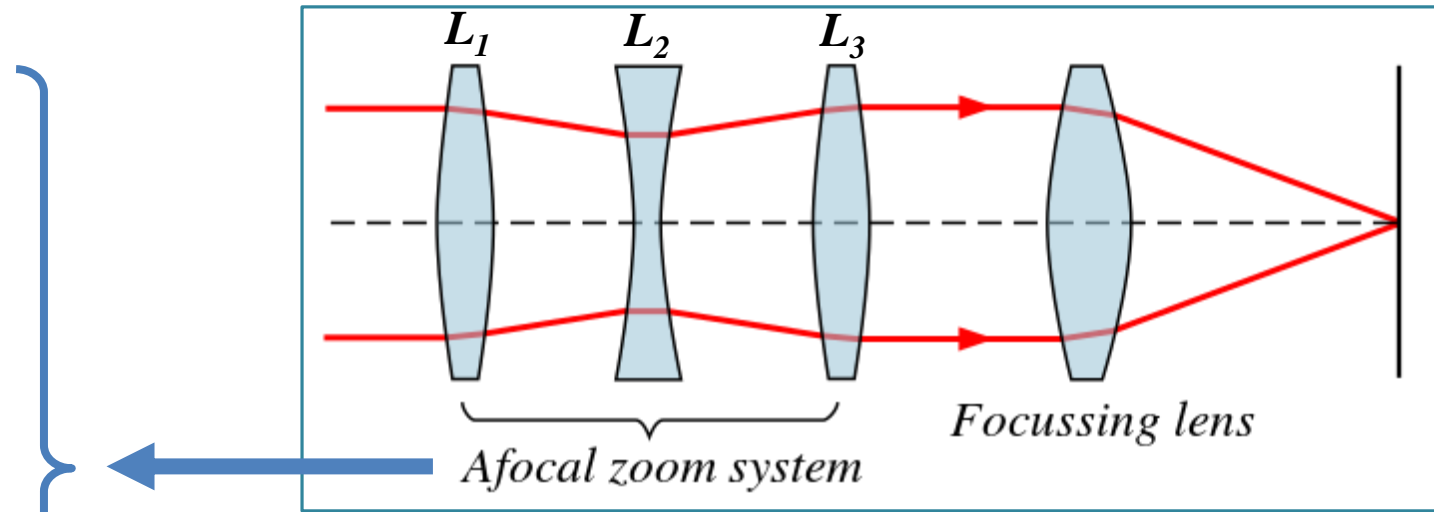
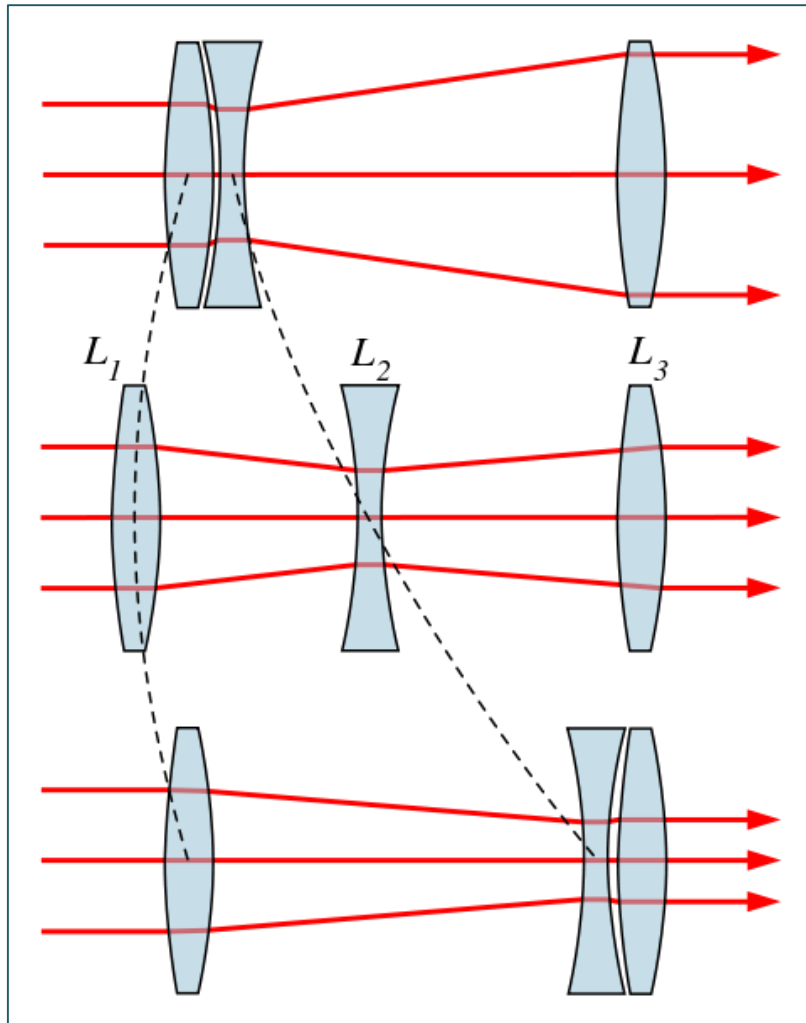
“Canon Zoom Lens EF 35-70mm 1to3.5-4.5” από Tobias "ToMar" Maier διαθέσιμο με άδεια CC BY-SA 3.0

Τηλεφακός



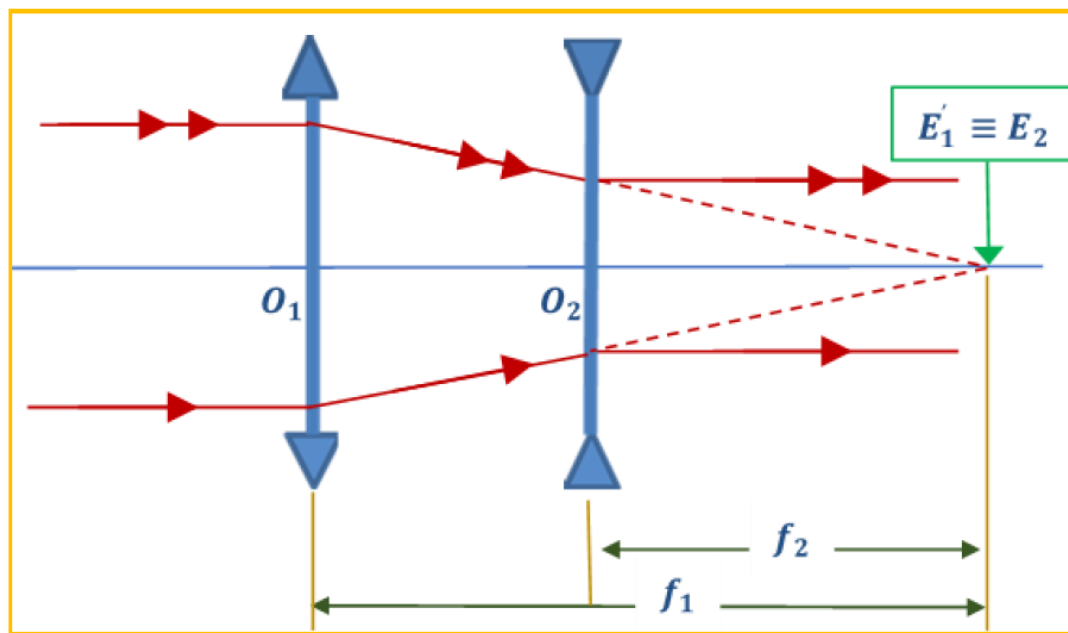
<https://www.photo.gr/know-how/tilefakoi-katagogi-schediasi-efarmoges/>

φακοί zoom – αρχή λειτουργίας

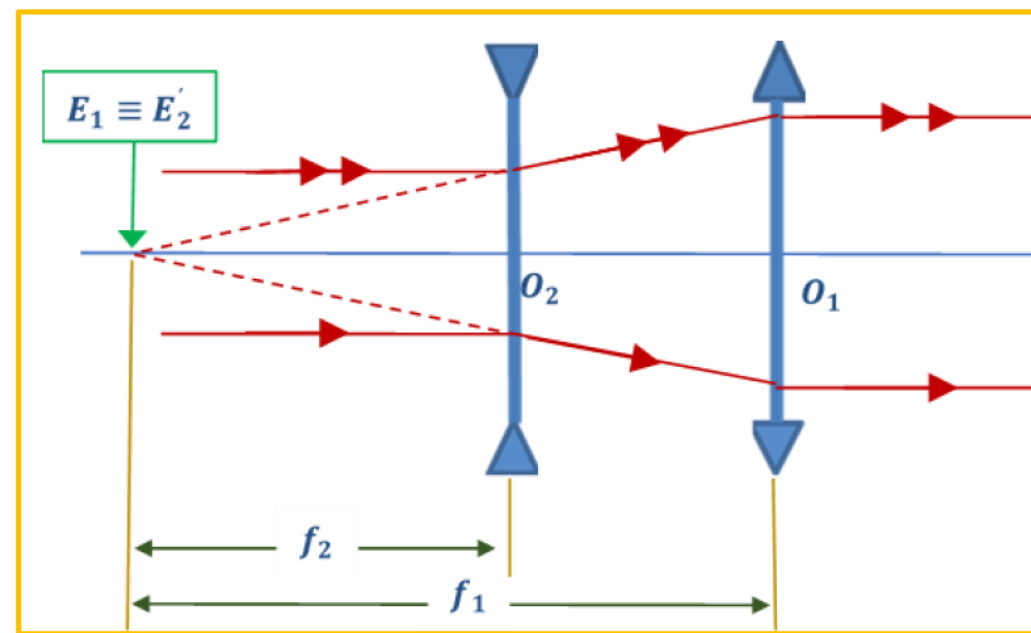


Ανεστιακά Συστήματα : $P_{o\lambda} = 0$

- περιορισμός της διατομής φωτεινής δέσμης

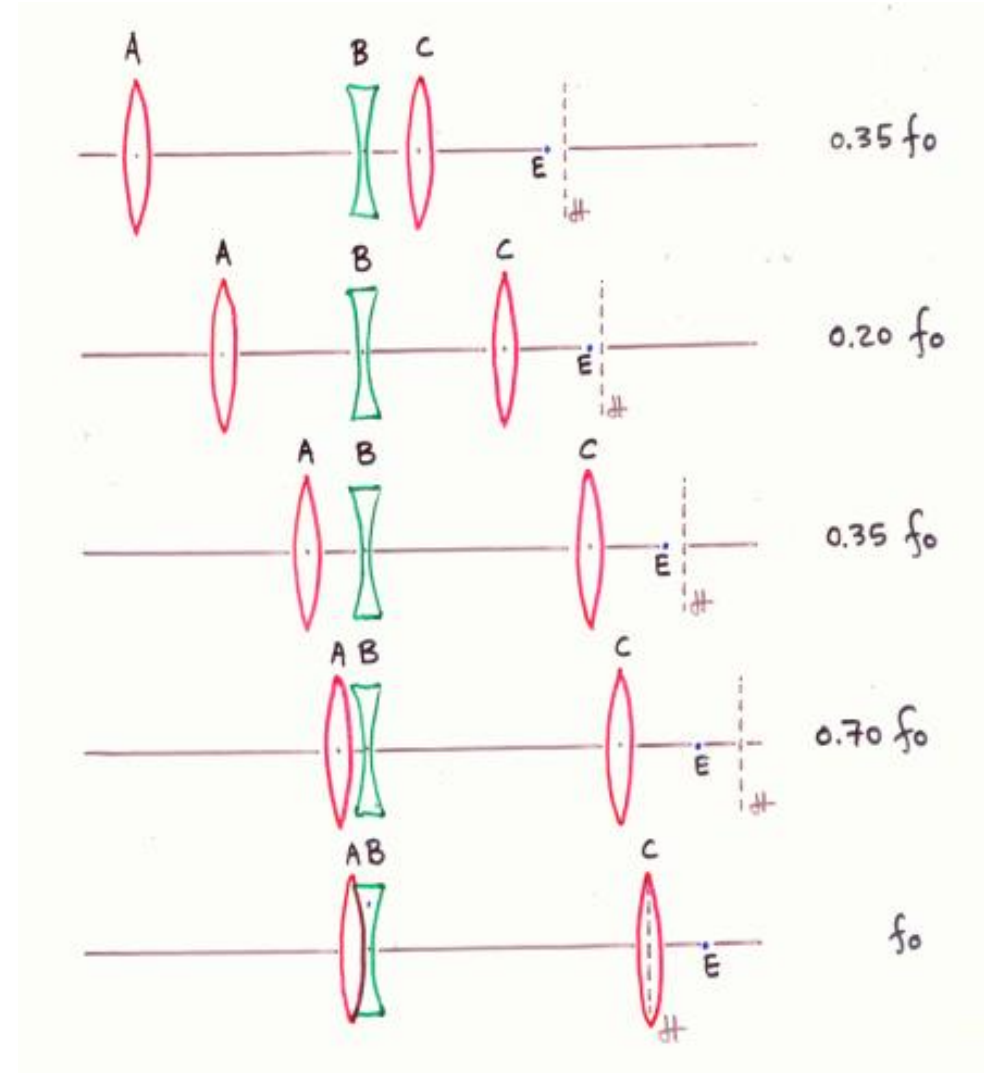
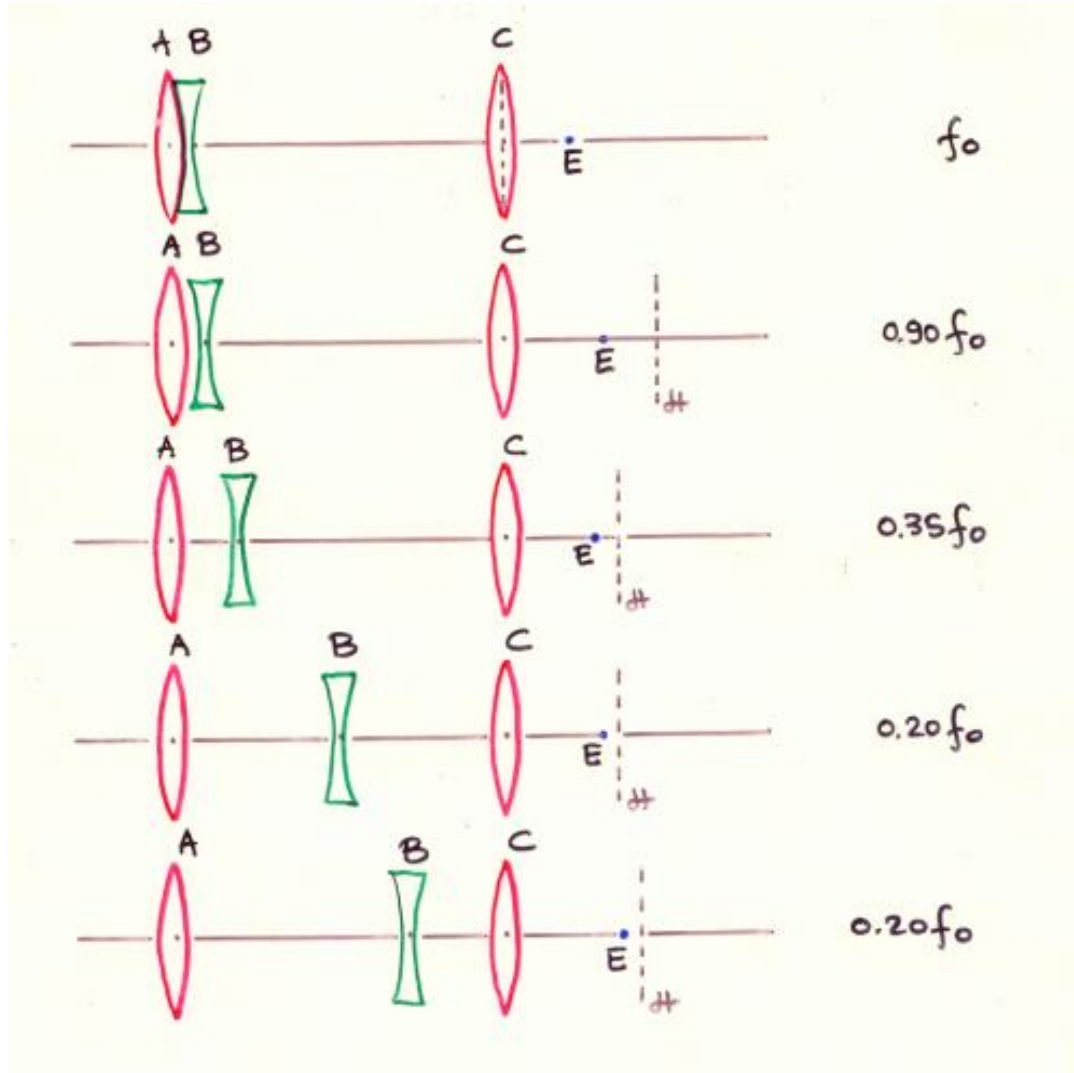


- αύξηση της διατομής φωτεινής δέσμης



Φακοί ZOOM

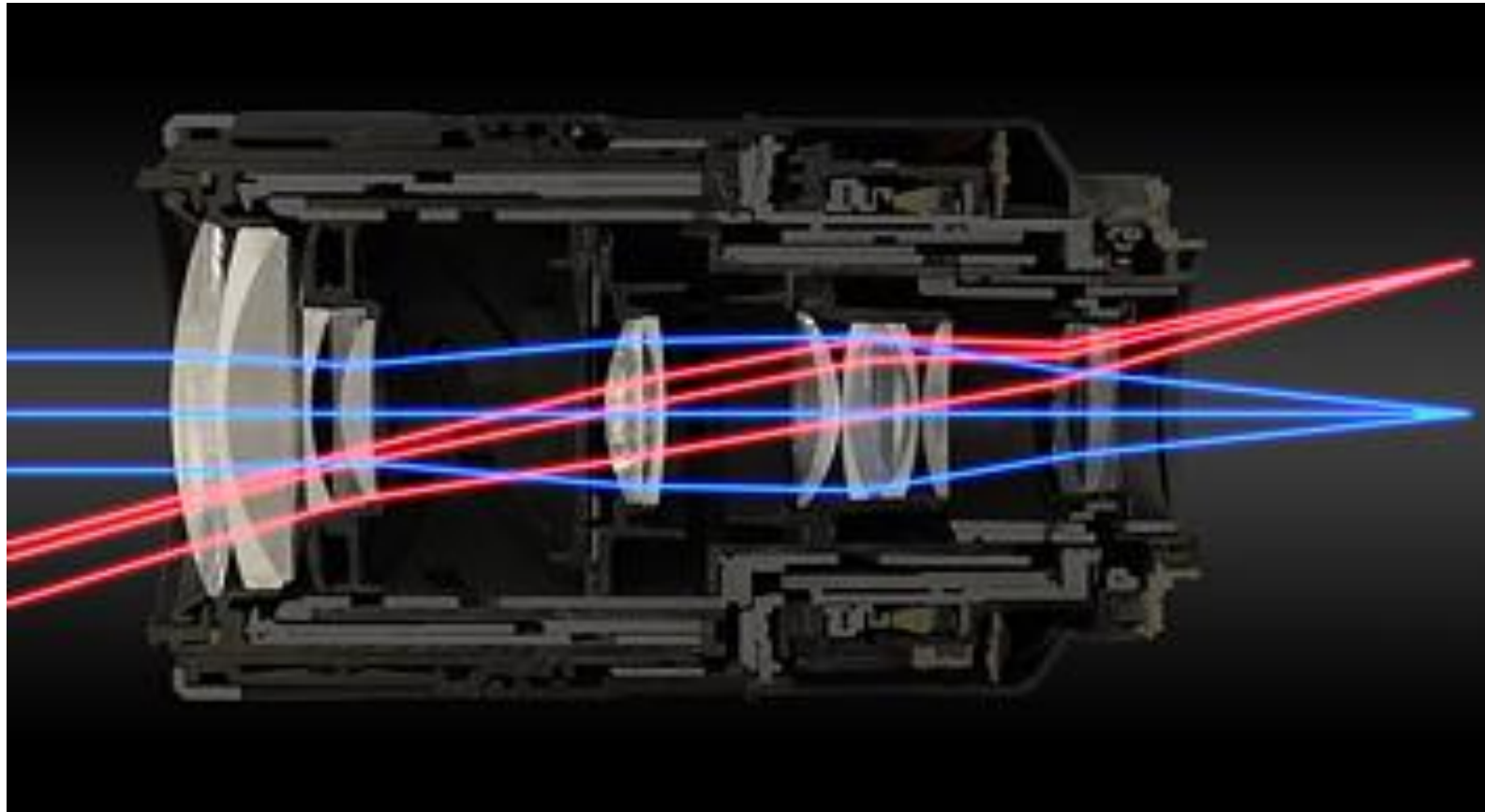
Mechanical – Optical Compensation



G - photographic lenses



G - photographic lenses



G - photographic lenses

- Πρόκειται για πρόσφατη δημιουργία της Sony. Συνδυάζει μικρές τιμές εστιακής απόστασης (π.χ. 28mm) με αρκετά μεγάλα ανοίγματα (π.χ. 2.8).
- Με τους G φακούς πραγματοποιείται optical zooming (π.χ. x20) χωρίς να ελαττωθεί η ποιότητα απεικόνισης.

Τύποι φακών

Τηλεφακός Υπερτηλεφακός



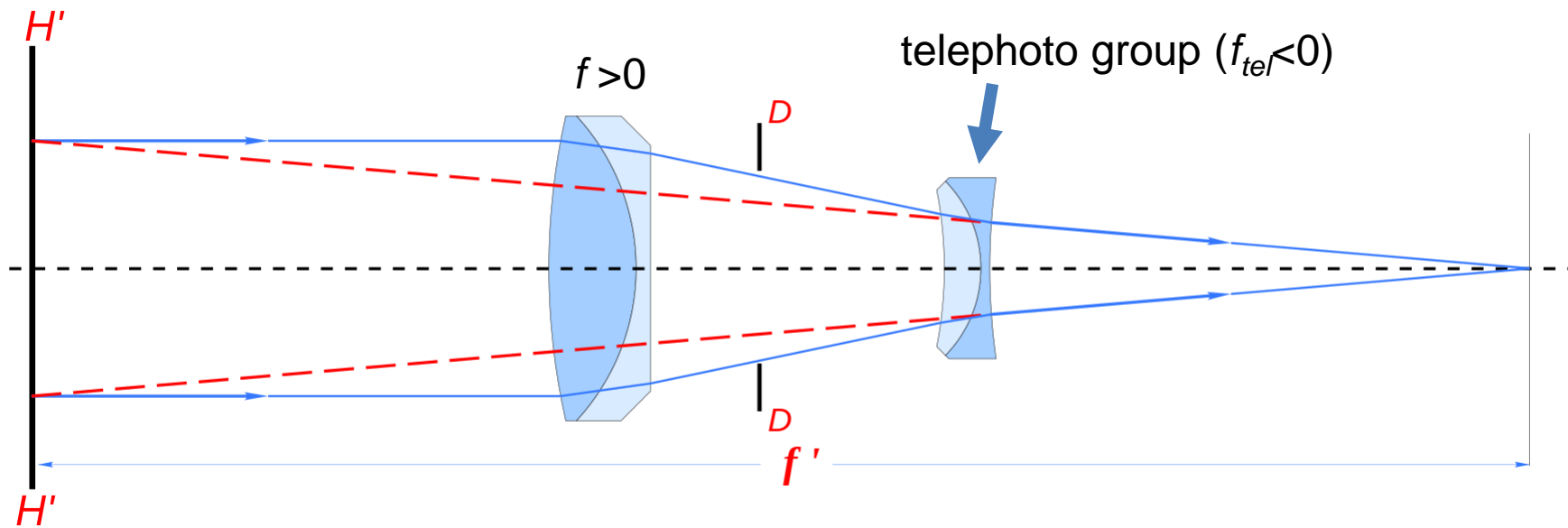
“Sigma 150-500 APO HSM” από Yerpo Maier
διαθέσιμο με άδεια CC BY-SA 3.0

“Photographer with telephoto lens on
football game” από Ximeg Maier διαθέσιμο
με άδεια CC BY-SA 3.0



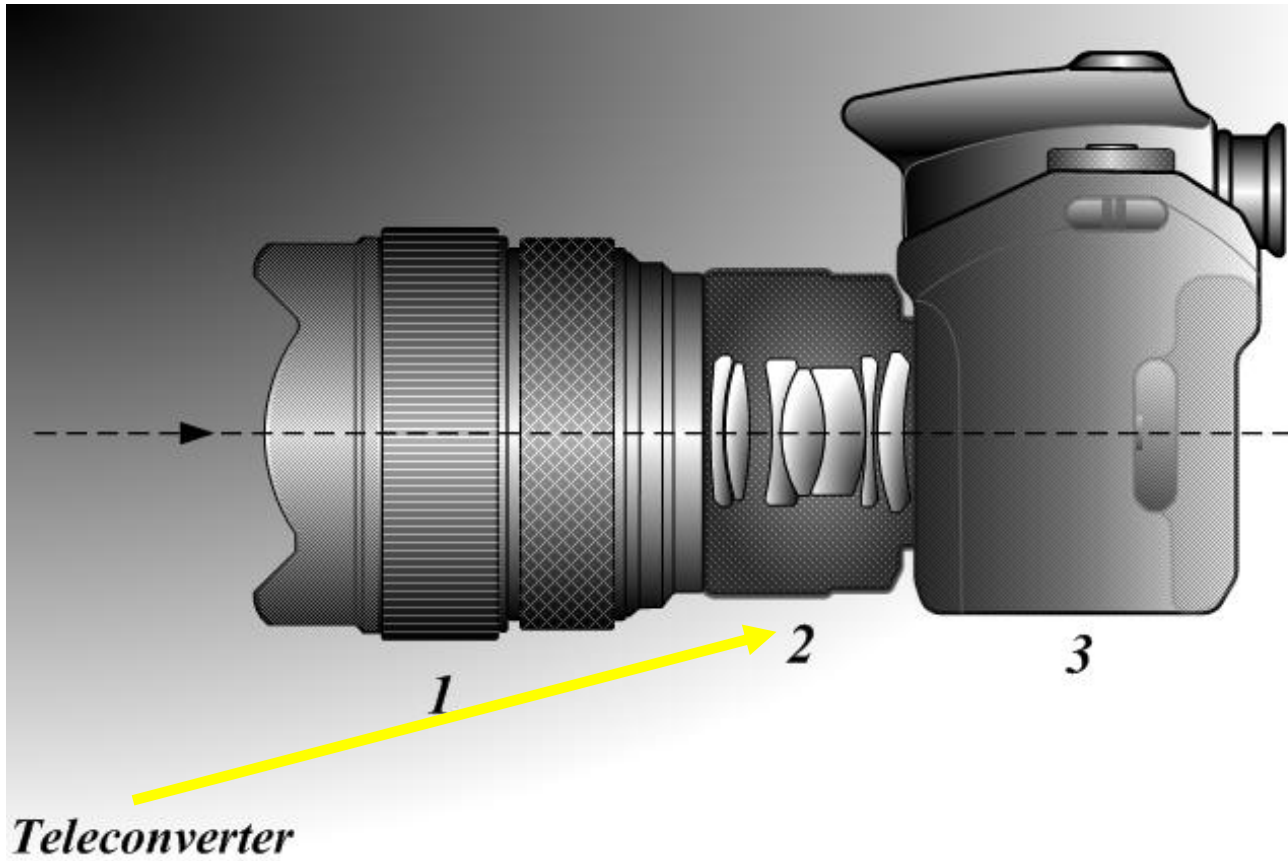
Telephoto lens

Φυσικό μήκος τηλεφακού < εστιακή απόσταση συστήματος φακών

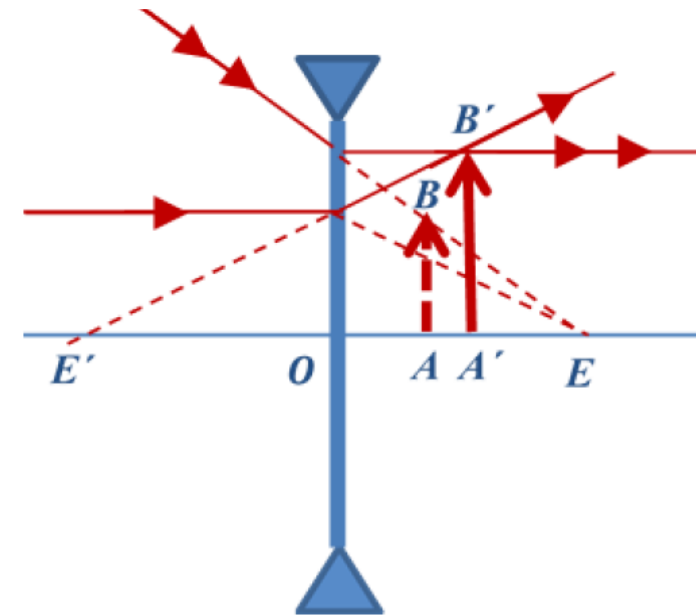


By Panther - Own work, CC BY-SA 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1403003>

Teleconverter lens ($f_{tele-c} < 0$)



By Tamasflex - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11881080>



Φωτοφράκτης (ή Κλείστρο) 1/2

- **Σκοπός:** «Προστατεύει» την φωτοευαίσθητη επιφάνεια από το εισερχόμενο φως, καθορίζει τον χρόνο έκθεσης.
- Πρόκειται για Φωτοφράκτη ή κλείστρο (εστιακού επιπέδου ή διαφραγματικός).
- Αναφέρεται και σαν «ταχύτητα» φωτογράφισης, η τιμή της αντιστοιχεί σε αντίστροφα του δευτερολέπτου (π.χ. ταχύτητα 125 σημαίνει ότι ο χρόνος έκθεσης έχει διάρκεια : $1/125$ sec).

Φωτοφράκτης (ή Κλείστρο) 2/2

Ισχύουν:

- Διπλάσια η τιμή ταχύτητας \sim μισή η ποσότητα του φωτός που αξιοποιείται.
- Μισή η τιμή ταχύτητας \sim διπλάσια η ποσότητα του φωτός.

Φωτογραφικές Επιπτώσεις:

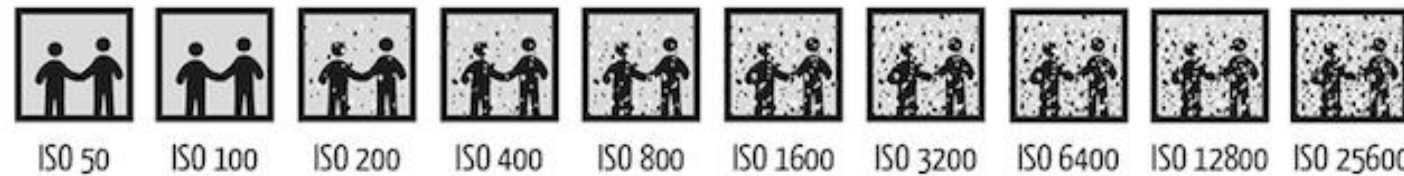
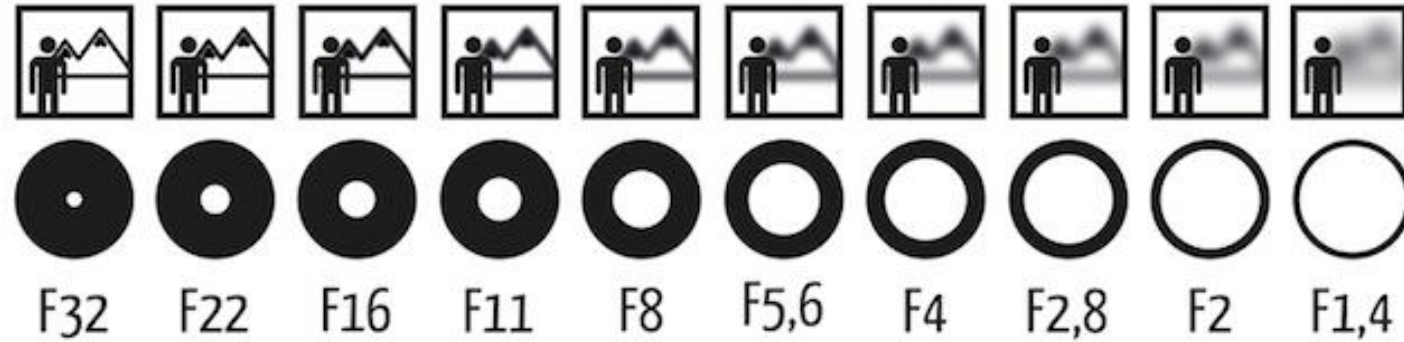
- Μικρές Ταχύτητες \sim «κουνημένη» απεικόνιση.

(μεγάλος χρόνος έκθεσης)

- Μεγάλες Ταχύτητες \sim «παγωμένη» η κίνηση.

(μικρός χρόνος έκθεσης)

Ταχύτες φωτοφράκτες και Κίνηση, εντύπωση σκόπιμης «θαμπάδας»



ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ (ή ΑΝΟΙΓΜΑ ΦΑΚΟΥ ή ΣΤΟΠ)

- **Σκοπός :** Πρόκειται για άνοιγμα κυκλικού σχήματος πολύ κοντά στον φωτογραφικό φακό. Καθορίζει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στη φωτογραφική μηχανή.
 - Αναφέρεται σαν αριθμός f και είναι το πηλίκο (εστιακή απόσταση προς την διάμετρο του ανοίγματος δηλαδή f / D).
- Έτσι, μεγάλο f number σημαίνει μικρό άνοιγμα.

Διάφραγμα (ή Άνοιγμα φακού ή Στοπ)

- Ισχύουν :
Αύξηση κατά 1 στοπ
($\times 1.414$) \sim μισή ποσότητα φωτός
Ελάττωση κατά 1 στοπ
($: 1.414$) \sim διπλάσια ποσότητα φωτός
- Φωτογραφικές Επιπτώσεις :
Μεγάλο f number (π.χ. 11 ή και 16) \sim Μεγάλο βάθος πεδίου.
Μικρό f number (π.χ. 2 ή 2.8) \sim Μικρό βάθος πεδίου.

Κλίμακες Διαφραγμάτων

f/1.4



f/2



f2.8



f/4



f/5.6



f/8



f/11



f/16



Τιμές Διαφράγματος (Κλίμακα)

- Η καθιερωμένη σειρά διαφραγμάτων είναι:
1, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11, 16, 22, 32, ...
- Πρόκειται για σειρά αριθμών που αποτελούν γεωμετρική πρόοδο με λόγο την ρίζα του αριθμού 2 (= 1.414).
- Διάφραγμα (π.χ. 8) σημαίνει ότι για ΚΑΘΕ φακό η στερεά γωνία εισόδου είναι η ΙΔΙΑ.

Μεταβολή Φωτεινότητας Ειδώλου

f / D	Φωτεινότητα Ειδώλου
1	E
1.4	$E/2$
2	$E/4$
2.8	$E/8$
4	$E/16$
5.6	$E/32$
8	$E/64$
11	$E/128$
16	$E/256$

Διάφραγμα φωτογραφικού φακού



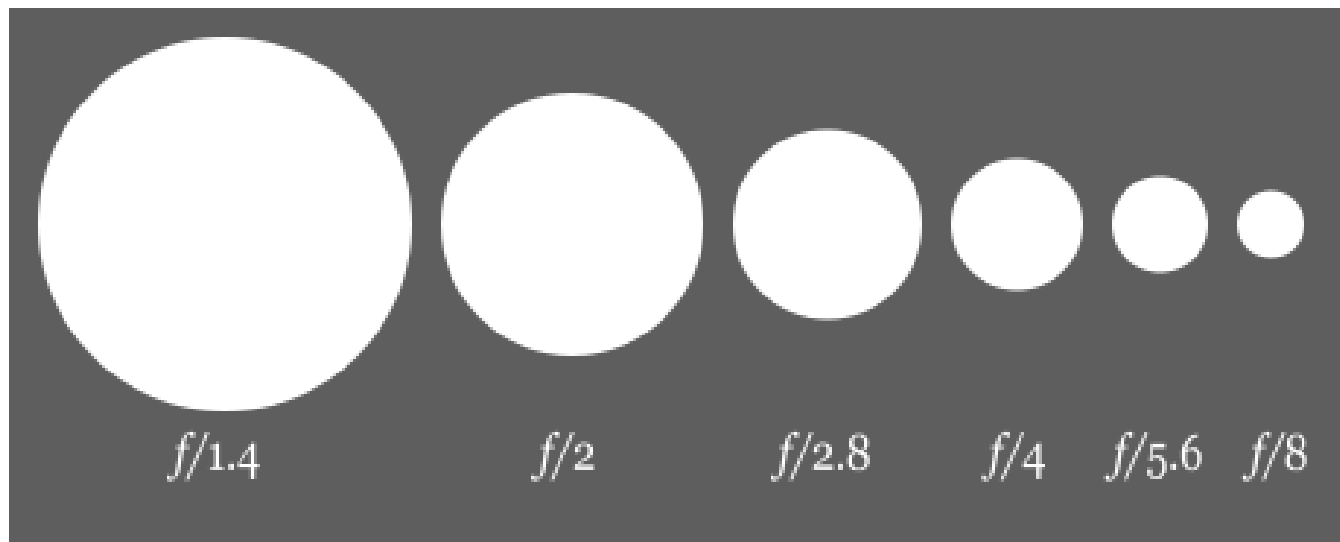
“16 minolta 50mm” από [Leonrw](#) διαθέσιμο
με άδεια [CC BY 3.0](#)

Κλίμακες Διαφραγμάτων



“[Lens aperture side](#)” από MarkSweep
διαθέσιμο ως κοινό κτήμα

Κλίμακες Διαφραγμάτων



“Aperture diagram” από [Selket](#) διαθέσιμο με
άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

f/2.8



f/16



“Apertures” από [Nagualdesign](#)
διαθέσιμο με άδεια [CC BY-SA 3.0](#)

Βάθος πεδίου

- Πρόκειται για την περιοχή των αποστάσεων από την φωτογραφική μηχανή για την οποία όλα τα αντικείμενα εμφανίζονται στην φωτογραφία καλά εστιασμένα.



"Free Delicious Raindrops on Rainscreen
Depth of Field creative commons" από
LasPo rocks διαθέσιμο με άδεια CC BY 2.0

"Three Rings" από Ian D. Keating
διαθέσιμο με άδεια CC BY 2.0

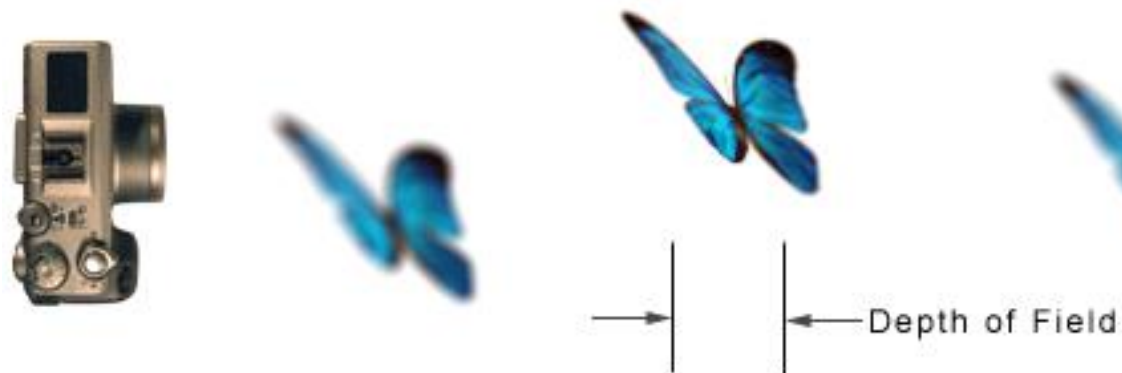


Βάθος πεδίου

Φωτογραφικά παραδείγματα



"Focus stacking Tachinid fly" από Muhammad Mahdi Karim διαθέσιμο με άδεια CC BY-SA 3.0



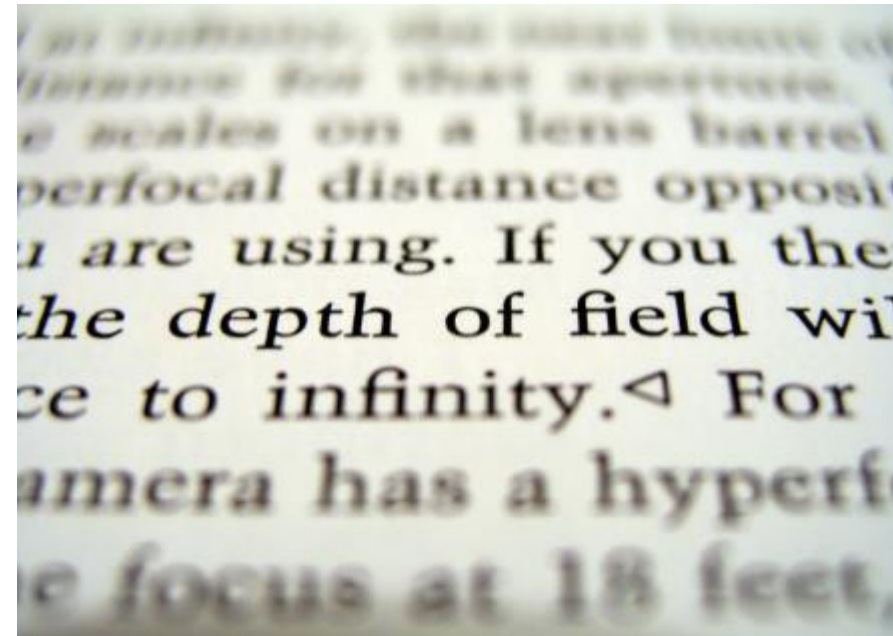
"Depth of field diagram" από BenFrantzDale~commonswiki διαθέσιμο με άδεια CC BY-SA 3.0

Βάθος πεδίου

Φωτογραφικά παραδείγματα



“Jonquil flowers at f32” και “Jonquil flowers at f5”
από Fir0002 διαθέσιμο με άδεια CC BY-NC

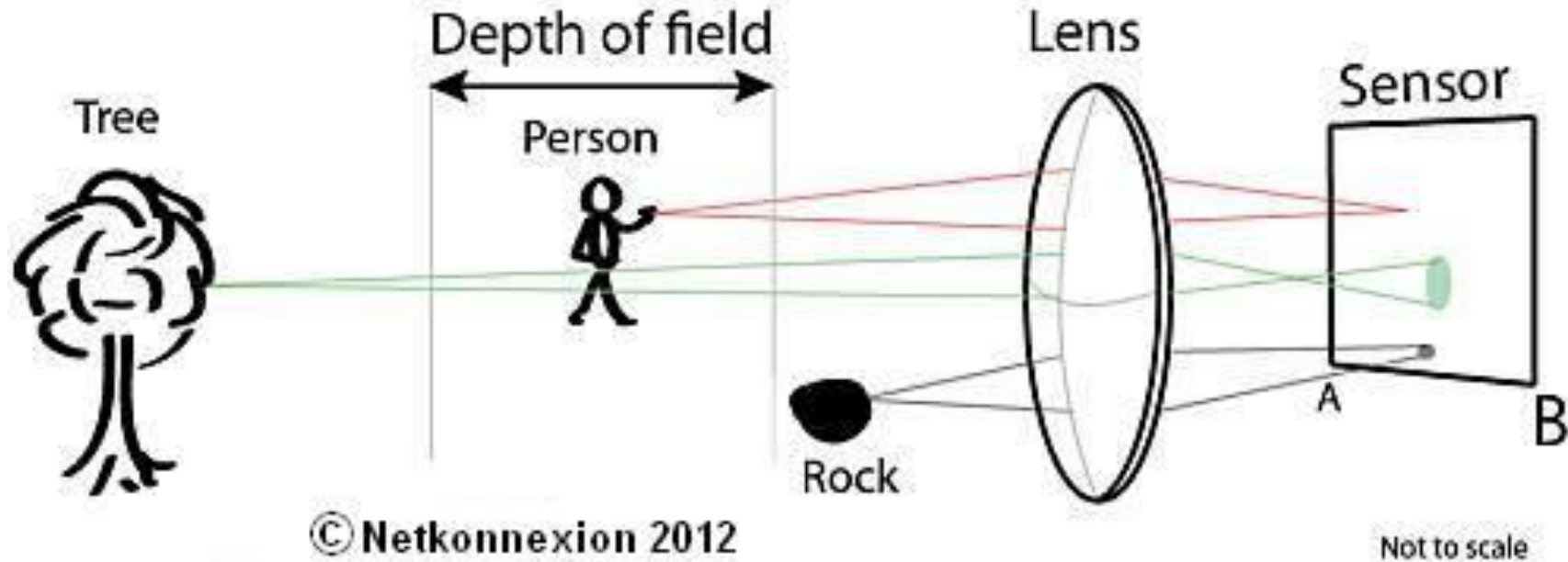


“DOF-ShallowDepthofField” από Ligar~commonswiki
διαθέσιμο με άδεια CC BY-SA 3.0

Βάθος πεδίου

- Πρόκειται για την περιοχή των αποστάσεων από την φωτογραφική μηχανή για την οποία όλα τα αντικείμενα εμφανίζονται στην φωτογραφία καλά εστιασμένα.
- Το βάθος πεδίου ερμηνεύεται με την θεωρία των κύκλων σύγχυσης.

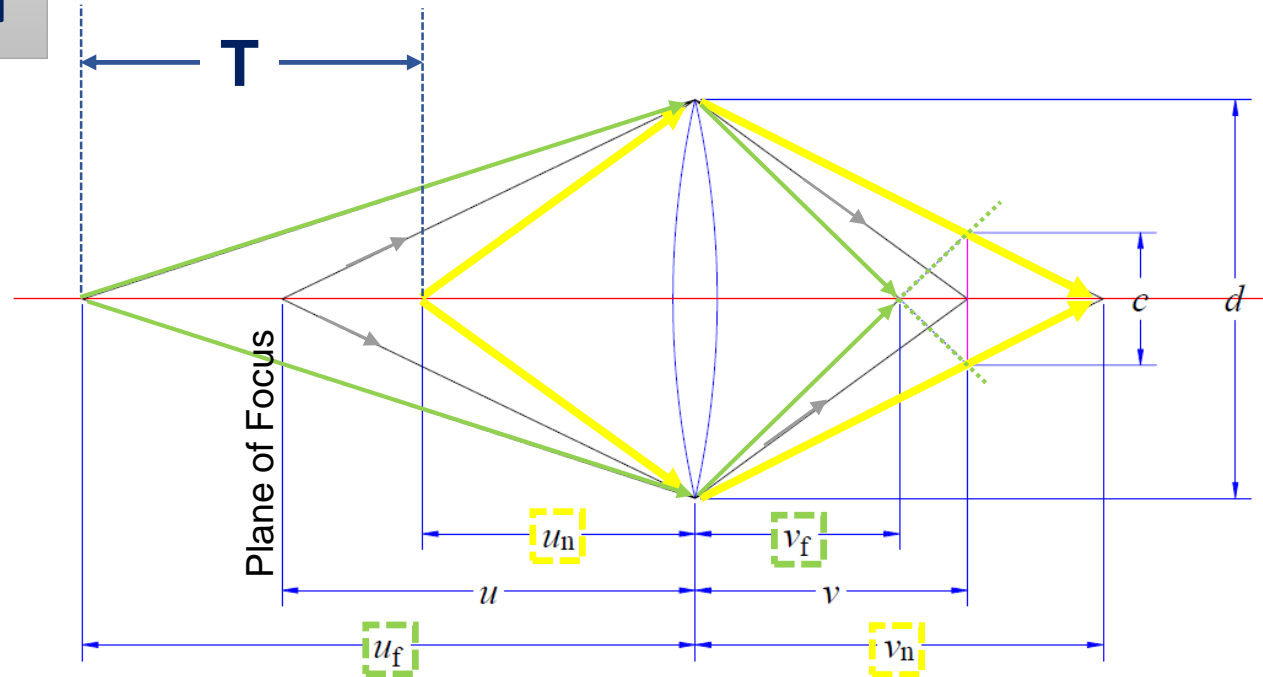
ΚΥΚΛΟΙ ΣΥΓΧΥΣΗΣ (CoC)



<https://www.photokonnexion.com/circle-of-confusion-definition/>

Size is the critical factor. An 'acceptably sharp' CoC is defined as one that appears sharp to the eye on an 203×254 mm (8 x 10 inch) print viewed from 305 mm (12 inches) away. In practice this works out to about 0.25 mm (1/100th of an inch) on that print size. Of course a different standard size would apply to different print sizes. In the modern digital camera the individual pixel on the sensor makes a convenient focus-point definition. If an individual point of light creates a circle of confusion bigger than the size of one pixel, it will start to affect the surrounding pixels and the sharpness will be lost.

ΒΑΘΟΣ ΠΕΔΙΟΥ T



By Jeff Conrad for the Large Format Page

$$u_n = \frac{u}{1 + \frac{N \cdot c}{f \cdot m}}$$

$$u_f = \frac{u}{1 - \frac{N \cdot c}{f \cdot m}}$$

$$T = u_f - u_n \cong \frac{2u^2 \cdot N \cdot c}{f^2}$$

Για $u_f \rightarrow \infty \Rightarrow u = \text{υπερεστιακή απόσταση} = u_h \cong \frac{f^2}{N \cdot c}$

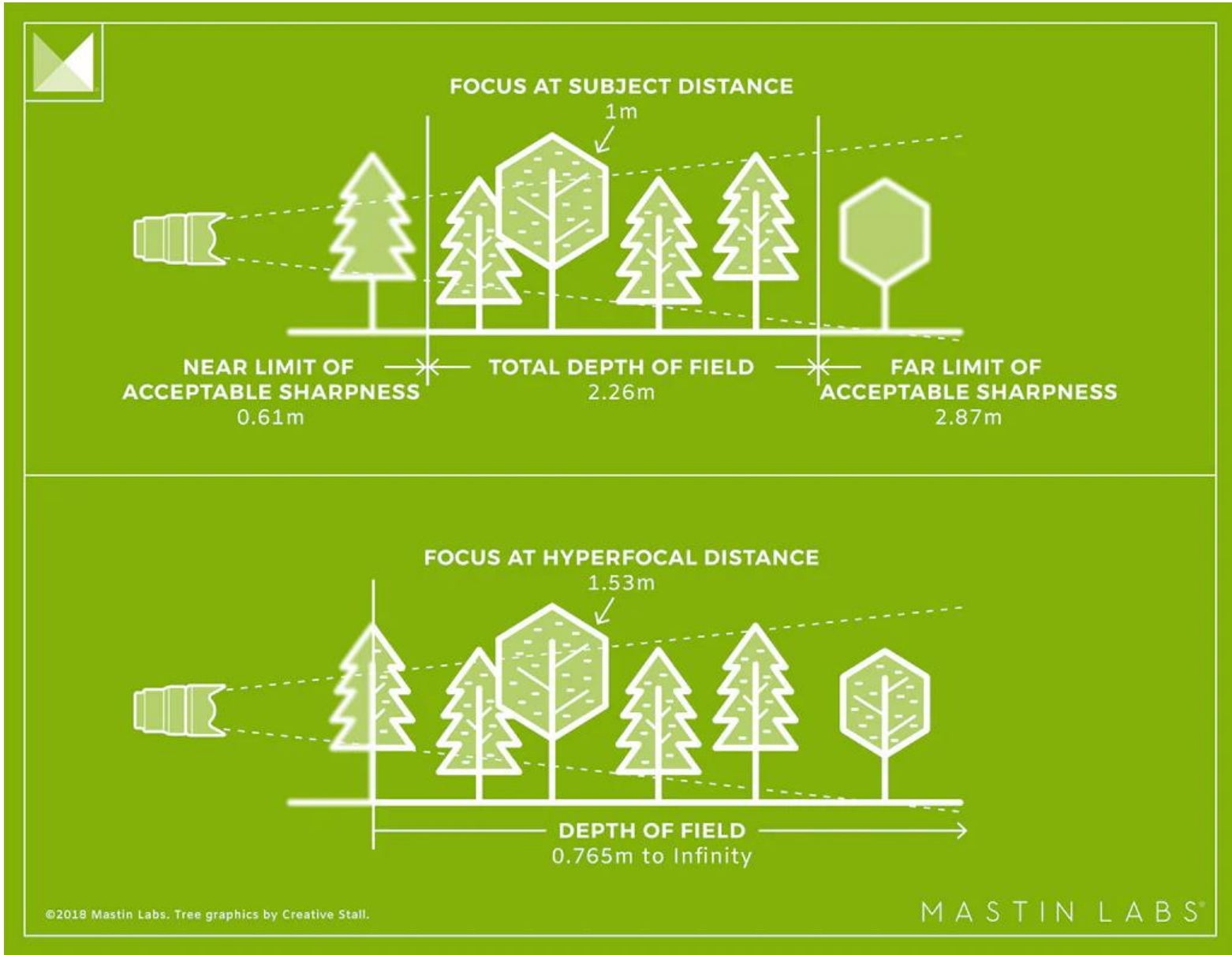
$m = \frac{v}{u}$: εγκάρσια μεγέθυνση

ΒΑΘΟΣ ΠΕΔΙΟΥ Τ - ΥΠΕΡΕΣΤΙΑΚΟ ΣΗΜΕΙΟ

- **Υπερεστιακό σημείο:** Το κοντινότερο σημείο του χώρου που απεικονίζεται με ευκρίνεια όταν ο φωτογραφικός φακός είναι εστιασμένος στο άπειρο.
- **Υπερεστιακή απόσταση u_h :** η απόσταση εστίασης u (απόσταση του επιπέδου εστίασης PoF από το φακό) για την οποία το βάθος πεδίου εκτείνεται στο άπειρο ($u_f \rightarrow \infty$).

Για $u_f \rightarrow \infty \Rightarrow u = \text{υπερεστιακή απόσταση} = u_h \cong \frac{f^2}{N \cdot c}$

Η υπερεστιακή απόσταση για τον μέσο ανθρώπινο οφθαλμό: **2 m**.



<https://mastinlabs.com/blogs/photoism/understanding-depth-of-field>

Βάθος πεδίου

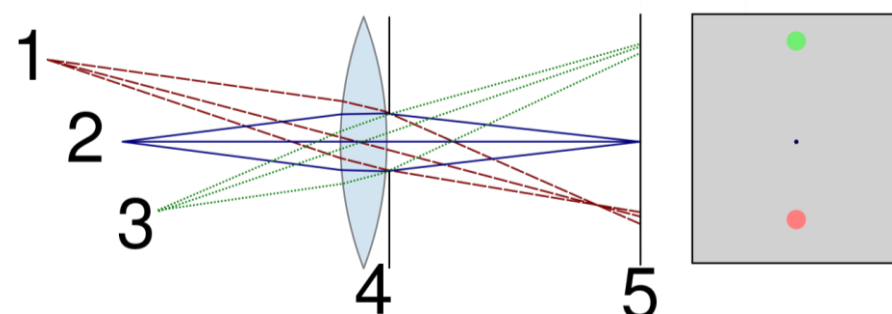
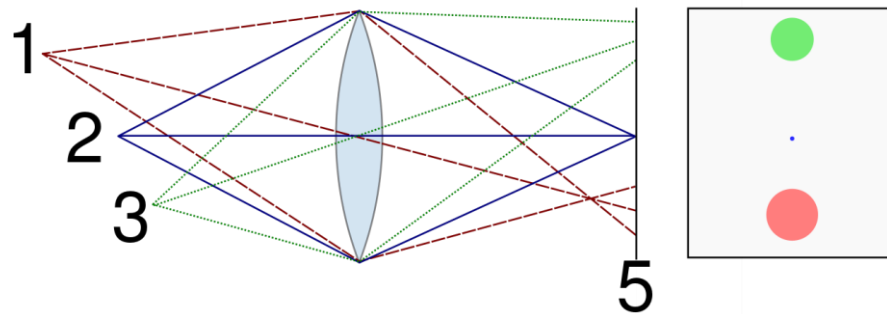
Το βάθος πεδίου εξαρτάται από:

- Το διάφραγμα (f number)
- Απόσταση από το θέμα
- Εστιακή απόσταση φακού

ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΚΑΙ ΒΑΘΟΣ ΠΕΔΙΟΥ



By NightWolf1223 - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=118009180>



By Diaphragm.svgderivative work: BenFrantzDale - Diaphragm.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11606603>

ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΦΑΚΟΥ - ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ & ΒΑΘΟΣ ΠΕΔΙΟΥ



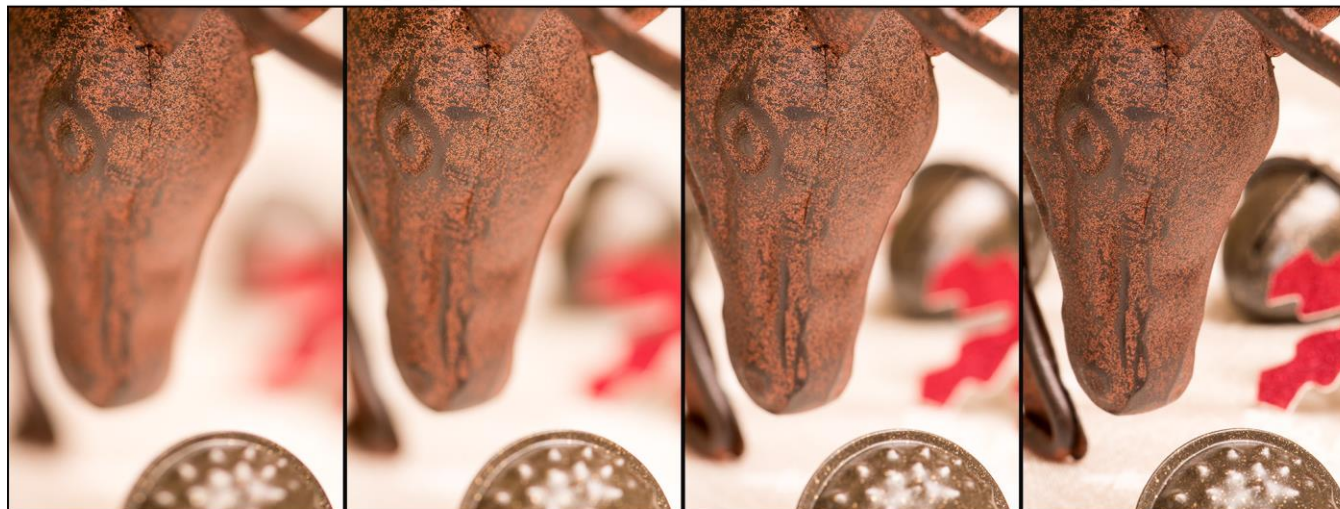
f/3.2, dof = 0.024m

f/5.6, dof = 0.043m

f/11, dof = 0.086m

f/22, dof = 0.172m

Focal length 105mm, Focus Distance 1.5m



f/3.2, dof = 0.002m

f/5.6, dof = 0.004m

f/11, dof = 0.007m

f/22, dof = 0.014m

Focal Length 105mm, Focus Distance 0.47m

ΕΣΤΙΑΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ & ΒΑΘΟΣ ΠΕΔΙΟΥ

F = 28, 50, 70, 210 mm



Φιλμ (Αναλογικό ή Ψηφιακό) 1/2

- **Σκοπός :** Η ανίχνευση φωτός, φωτόνια προσπίπτουν στην επιφάνεια και προκαλούν χημική ή άλλη διαδικασία (π.χ. φωτοηλεκτρικό φαινόμενο).
- Ευαισθησία (ή Ταχύτητα) φιλμ : Εκφράζεται σε ASA.
- Μεγάλη τιμή ASA σημαίνει γρήγορο φιλμ δηλαδή λειτουργεί και σε πολύ «χαμηλά» επίπεδα φωτισμού.

Φωτογραφικός φακός

Ερωτήσεις

- Ο τηλεφακός δημιουργεί μεγαλύτερο ή μικρότερο είδωλο από το είδωλο του κανονικού φακού ;
- Τι ακριβώς σημαίνει «ρύθμιση απείρου» για ένα φωτογραφικό φακό ;
- Το πεντάπρισμα σε ποια κατηγορία φωτογραφικών μηχανών χρησιμοποιείται. Ποιο φαινόμενο αξιοποιεί ;

Φωτογραφικός φακός

Ερωτήσεις

- Πως προσδιορίζεται η «ταχύτητα» ενός φωτογραφικού φακού; Από τι εξαρτάται ;
- Πως προέκυψε η ανάγκη δημιουργίας των ασφαιρικών φωτογραφικών φακών ;
- Κανονικός (normal) είναι ο φακός με τιμή εστιακής απόστασης πάντοτε τα 50mm ή όχι ; Τι ακριβώς συμβαίνει ;

Φωτογραφικός φακός

Ερωτήσεις

- Ποιες ακριβώς είναι οι συντρέχουσες ευθείες στη φωτογράφιση με μηχανή στούντιο σύμφωνα με την αρχή του Scheimflug ;
- Που οφείλεται το χρωματικό σφάλμα στους φωτογραφικούς φακούς ; Πως μπορεί να αντιμετωπιστεί ;