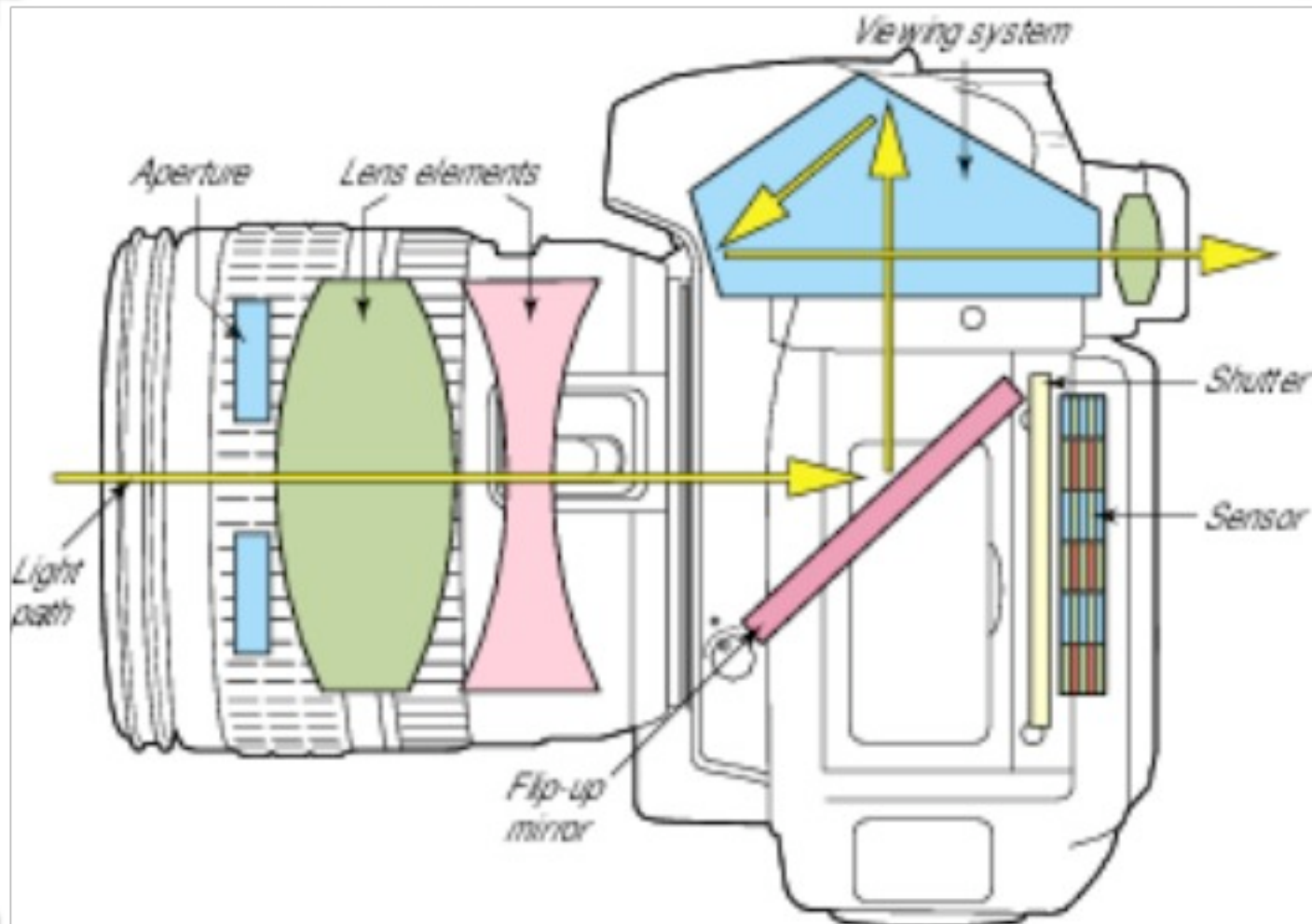


Ψηφιακή φωτογραφία

Ανατομία της φωτογραφικής μηχανής: ο φακός

Η φωτογραφική μηχανή



Η φωτογραφική μηχανή

- Σώμα της μηχανής
 - ένα σκοτεινό φωτοστεγανό κουτί (camera obscura)
- Πλάτη
 - μηχανισμός συγκράτησης φιλμ
 - ψηφιακός αισθητήρας
- Φωτοφράχτης ή κλείστρο
- Σύστημα φακού

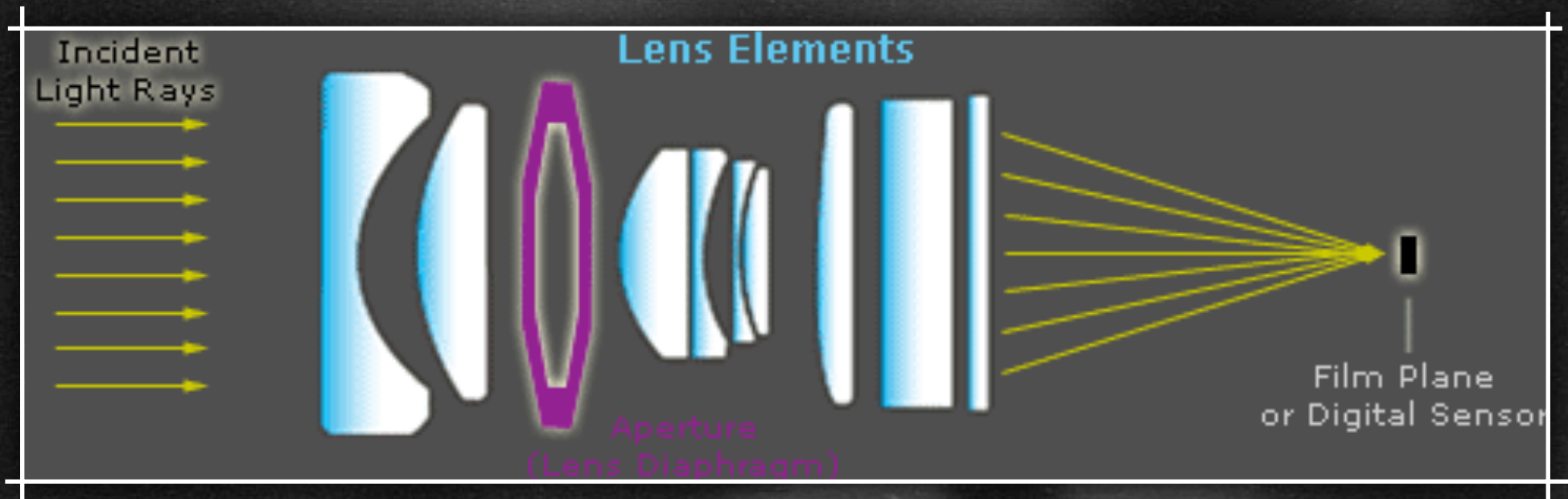
Φακός

- Κατανόηση της λειτουργίας των φακών
 - δημιουργικός έλεγχος στη φωτογραφία
- Επιλογή κατάλληλου φακού
 - στάθμιση μεταξύ κόστους, μεγέθους και βάρους, ταχύτητας και ποιότητας
- Σχετικές έννοιες: ποιότητα εικόνας, εστιακή απόσταση, προοπτική, zoom, διάφραγμα

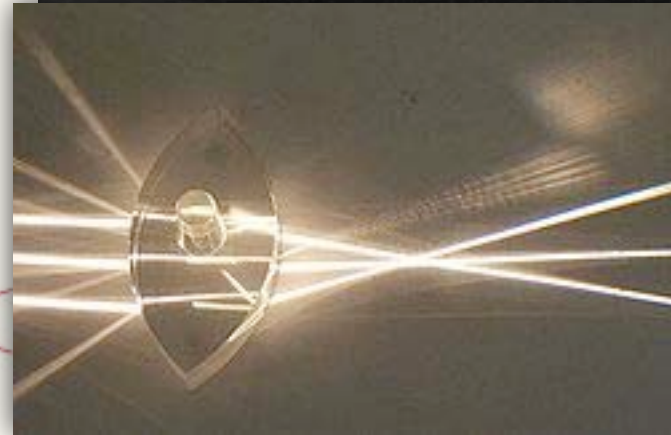
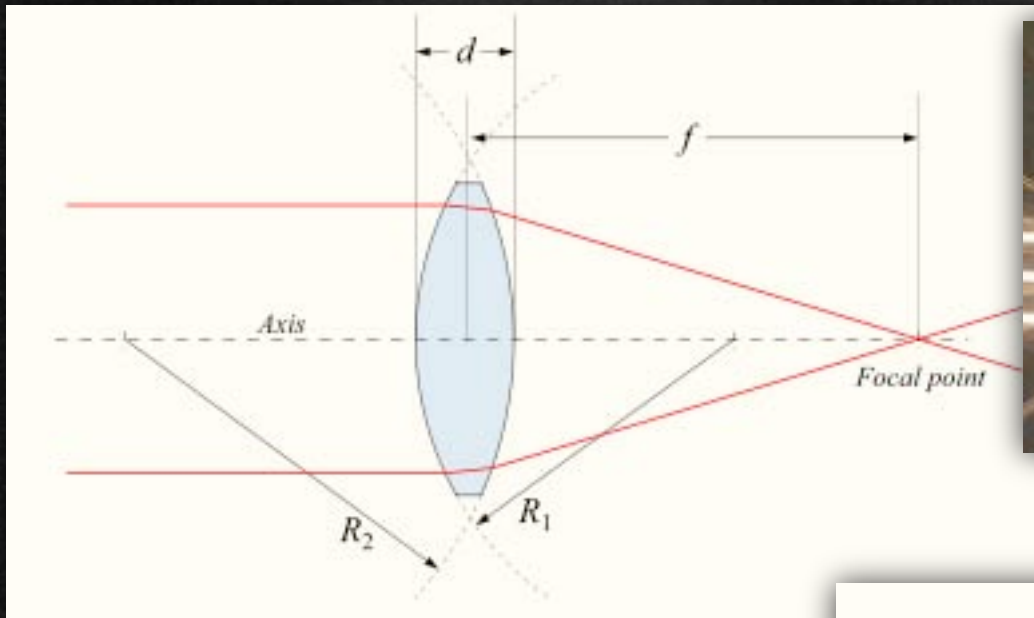
Στοιχεία του φακού

- Κάθε φακός αποτελείται από πολλά “στοιχεία”
 - Στοιχεία είναι οι απλοί επιμέρους φακοί
 - Στόχος η κατεύθυνση του φωτός ώστε να πραγματοποιείται ακριβής απεικόνιση στον αισθητήρα
 - Ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων με τα λιγότερα και χαμηλότερου κόστους στοιχεία

Στοιχεία του φακού

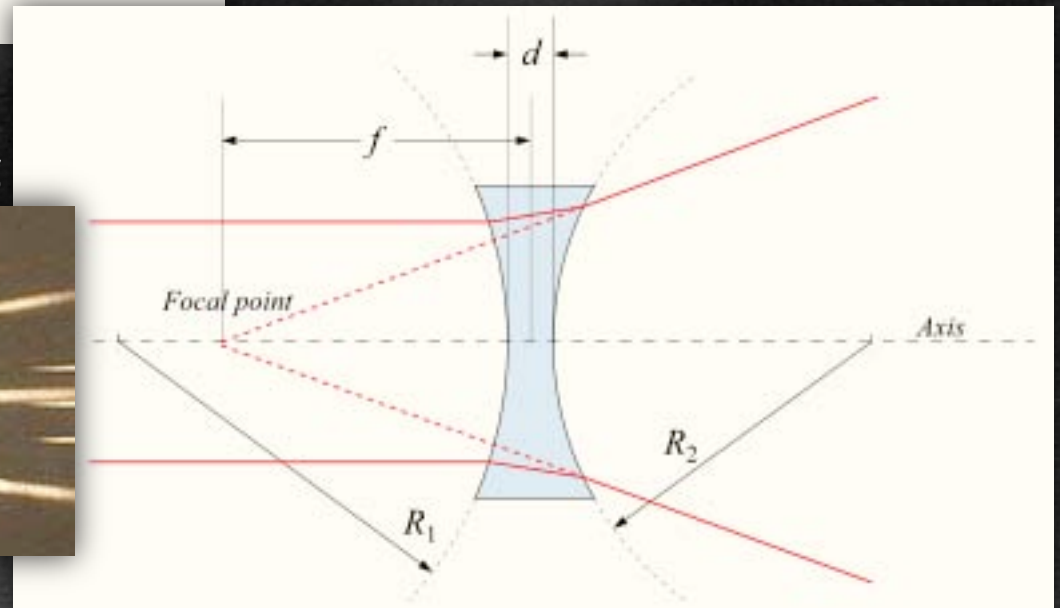
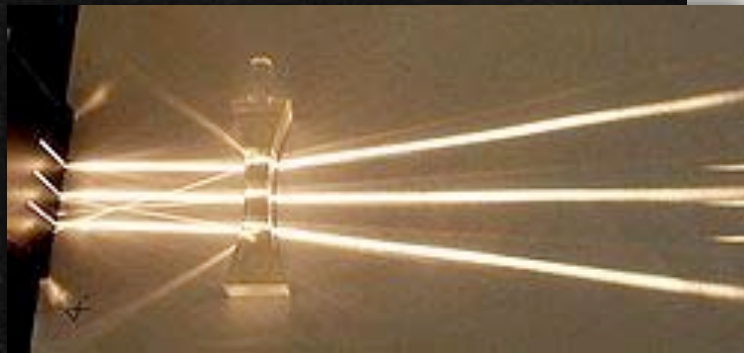


Είδη φακών

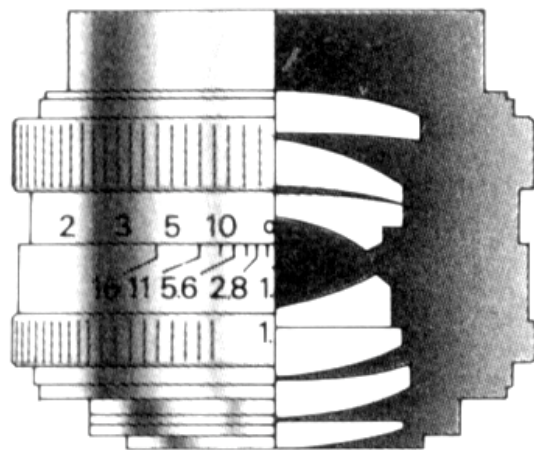


Αμφίκυρτος ή συγκεντρωτικός φακός

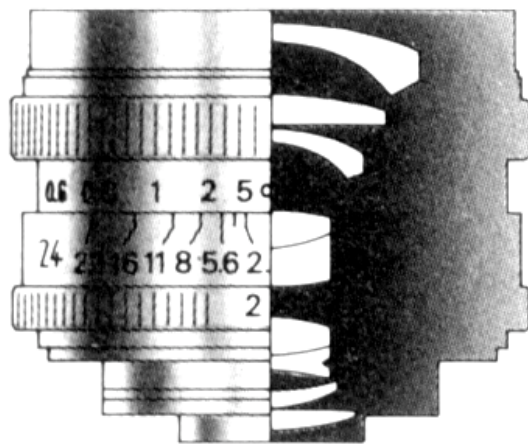
Αμφίκοιλος ή αποκεντρωτικός φακός



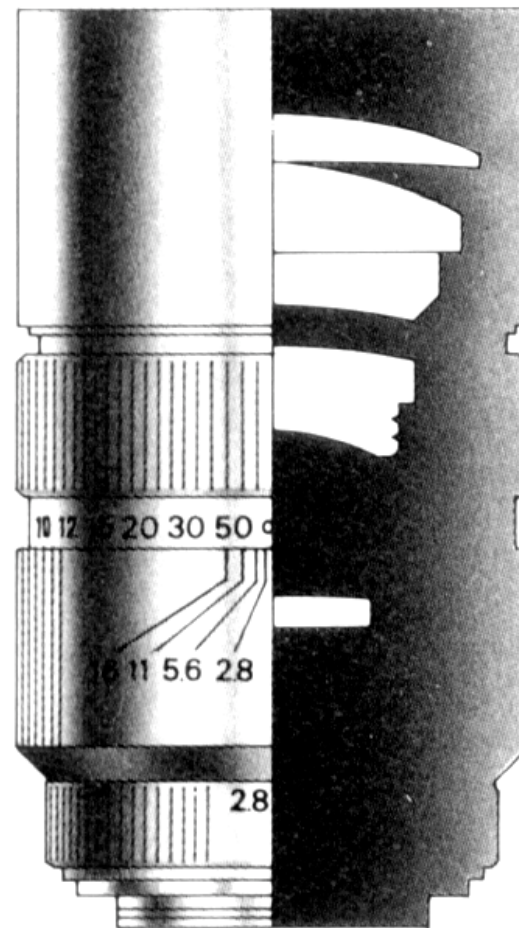
Είδη φακών



“Κανονικός” φακός
50mm



Ευρυγώνιος φακός



Τηλεφακός (tele)

Οπτικές παραμορφώσεις

- Παραμορφώσεις εμφανίζονται όταν
 - σημείο στην εικόνα μετατρέπεται σε πολλαπλά σημεία μετά το φακό
- Τυπικές οπτικές παραμορφώσεις
 - θόλωμα (blurring), ελαττωμένη αντίθεση, χρωματική απόκλιση (aberration), ακτινικά φθίνουσα φωτεινότητα (vignetting), γεωμετρική παραμόρφωση (distortion)
 - ενυπάρχουν σε διαφορετικό βαθμό σε κάθε φακό

Οπτικές παραμορφώσεις



ελαττωμένη αντίθεση



θόλωμα (blurring)



χρωματική απόκλιση
(aberration)



ακτινικά φθίνουσα φωτεινότητα
(vignetting)

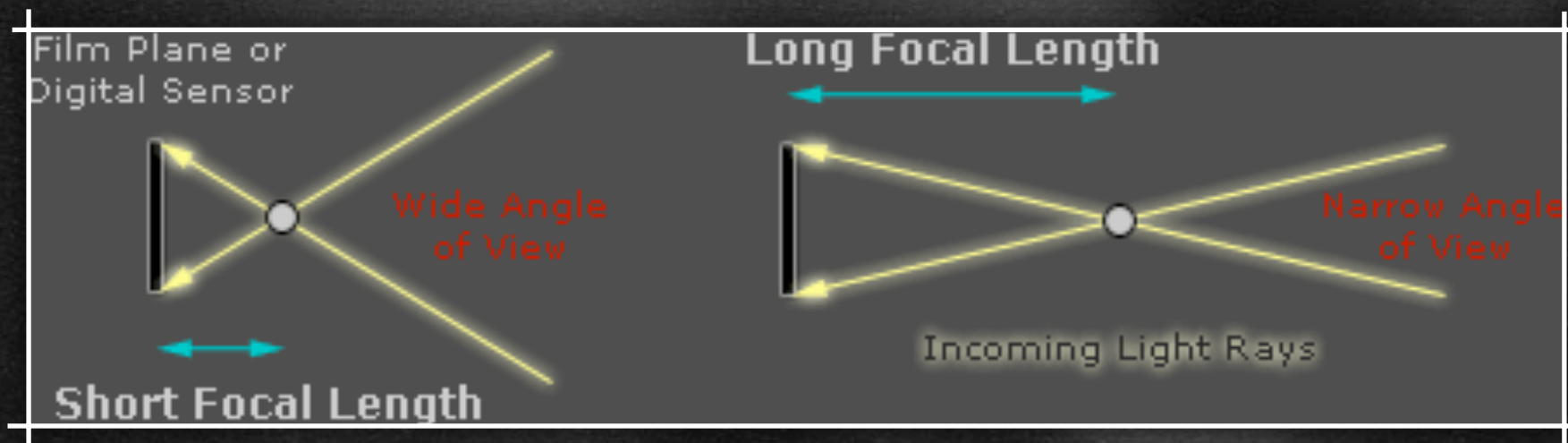


γεωμετρική παραμόρφωση
(distortion)

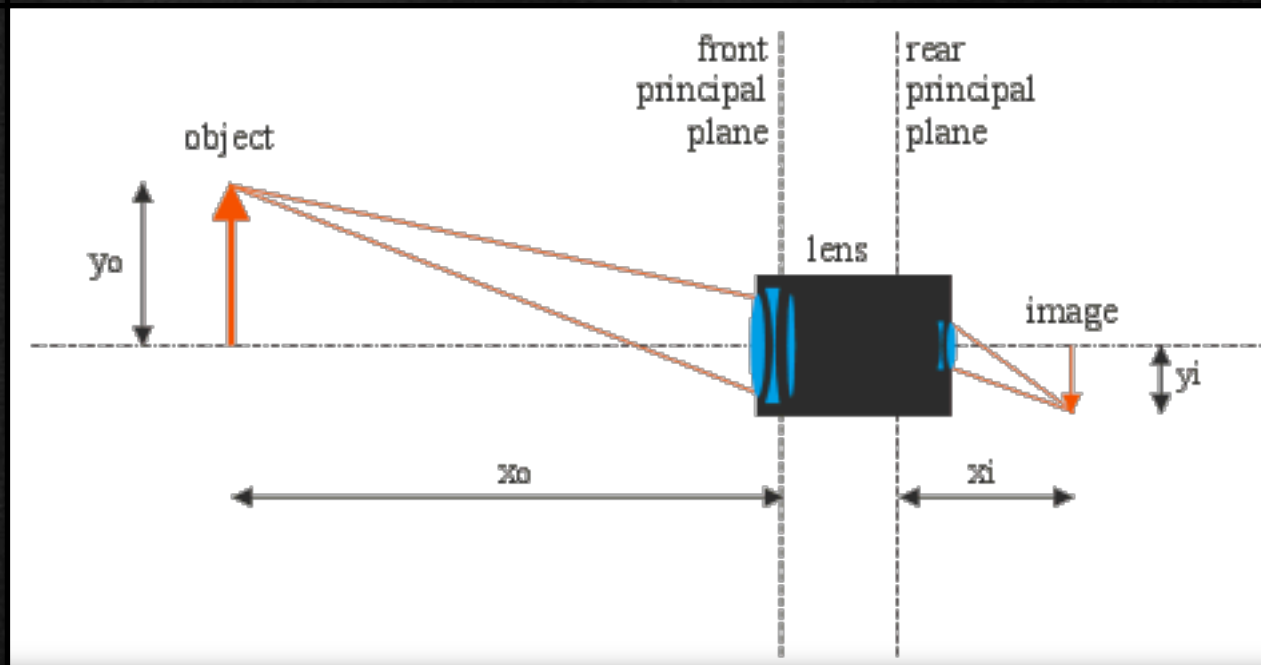
Εστιακή απόσταση

- Εστιακή απόσταση (focal length)
 - Καθορίζει τη γωνία θέασης και συνεπώς το πόση μεγέθυνση πραγματοποιείται
- Φακοί ευρείας γωνίας (wide angle lenses)
 - μικρή εστιακή απόσταση
- Φακοί μικρής γωνίας (telephoto lenses)
 - μεγάλη εστιακή απόσταση

Εστιακή απόσταση



Εστιακή απόσταση



$$\frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o} = \frac{1}{f}$$

$$M = \frac{x_i}{x_o} = \frac{x_i - f}{f} = \frac{f}{x_o - f}$$

$$\omega = 2 \cdot \arctg\left(\frac{y_i}{2f(M+1)}\right)$$

f : εστιακή απόσταση, M : μεγέθυνση, ω : γωνία θέασης

Προβολή:

$$x_i/x_o = y_i/y_o \Rightarrow x_i = x_o * y_i/y_o \Rightarrow f = (x_i * x_o)/(x_i + x_o) \Rightarrow f = x_o^2 * y_i/y_o / (x_o * y_i/y_o + x_o)$$

<http://www.giangrandi.ch/optics/lenses/focalcalc.html>

<http://www.compumodules.com/image-processing/focal-length-calculator.shtml>

<http://www.csgnetwork.com/foclenclcl.html>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lens_\(optics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lens_(optics))

Εστιακή απόσταση και προοπτική

- Προοπτική εικόνας
 - κατά κάποιους καθορίζει την προοπτική --> εσφαλμένη εκτίμηση γιατί η προοπτική σχετίζεται με τη θέση στο χώρο
 - Όταν φωτογραφίζεται ίδια σκηνή με ευρυγώνιο και τηλεφακό
 - αλλαγή προοπτικής λόγω αλλαγής θέσης
 - ο ευρυγώνιος ενισχύει την προοπτική

Εστιακή απόσταση και προοπτική



Κανονική εστιακή απόσταση



Μικρή εστιακή απόσταση
(ευρυγώνιος φακός)

Εστιακή απόσταση και φωτογράφιση

Εστιακή απόσταση*	Χαρακτηρισμός	Τυπική χρήση
Μικρότερη των 21 mm	Πολύ ευρυγώνιος φακός	Αρχιτεκτονική
21-35 mm	Ευρυγώνιος φακός	Τοπία
35-70 mm	Κανονικός φακός	Επίπεδο οδού
70-135 mm	Μεσαίος τηλεφακός	Πορτραίτα
135-300+ mm	Τηλεφακός	Σπορ, άγρια ζώα

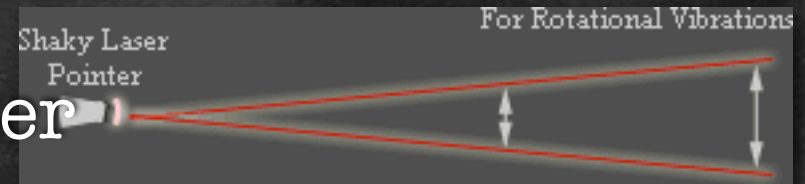
* Για κάμερα ισοδύναμη 35mm

Εστιακή απόσταση και φωτογράφιση

- Άλλοι παράγοντες που επηρεάζονται από την εστιακή απόσταση του φακού
- Τηλεφακοί: το “κούνημα” ενισχύεται λόγω zoom
- Ευρυγώνιοι Φακοί: καλύτερη απόκριση στην αντανάκλαση φωτός (flare)
- Μεσαίοι και τηλεφακοί: γενικά, μεγαλύτερος λόγος οπτικής ποιότητας/κόστος

Εστιακή απόσταση και φωτογράφιση

- Μεγαλύτερη εστιακή απόσταση
 - απαιτεί λιγότερο χρόνο έκθεσης για την ελαχιστοποίηση του “κουνήματος”
- παράδειγμα laser pointer
- πρακτικός κανόνας: χρόνος έκθεσης τουλάχιστον όσο η εστιακή απόσταση σε δευτερόλεπτα
 - 200 mm => ταχύτητα 1/200''



Φακοί zoom

- Ένας φακός zoom χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα μεταβολής της εστιακής απόστασης σε αντίθεση με τους φακούς σταθερής εστιακής απόστασης ("prime")



μέση εστιακή απόσταση

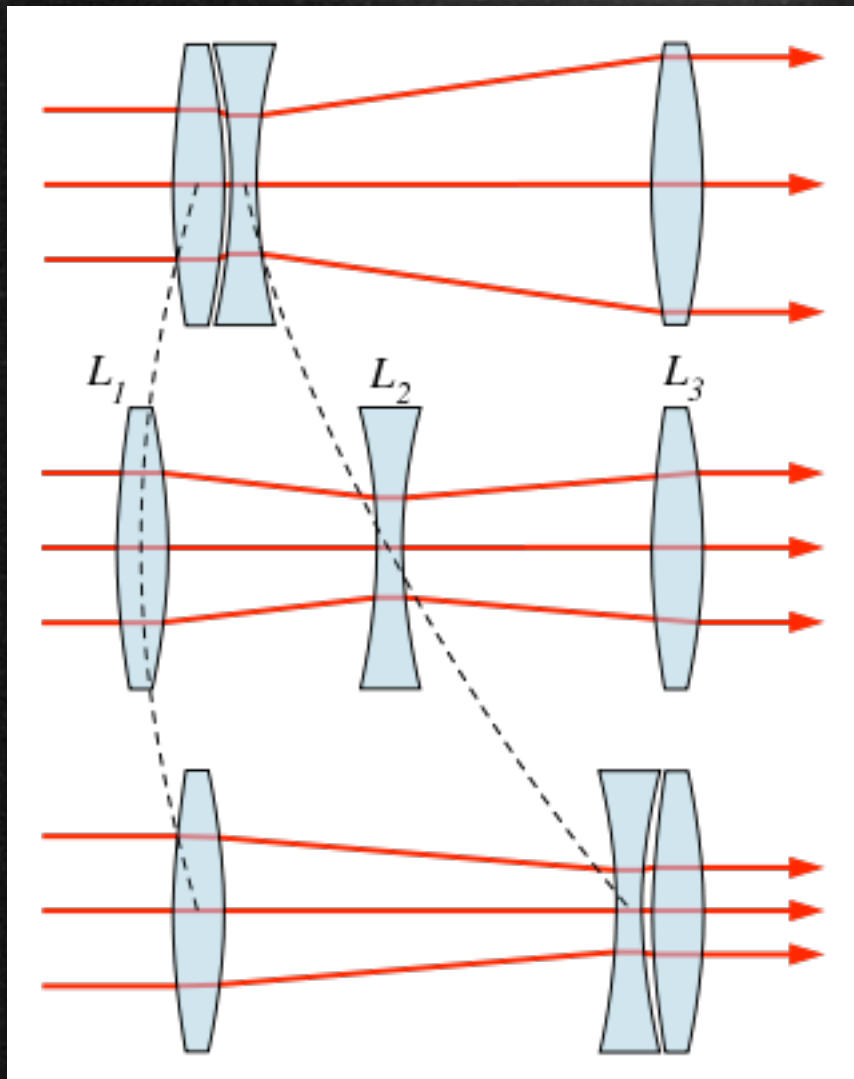


μικρή εστιακή απόσταση

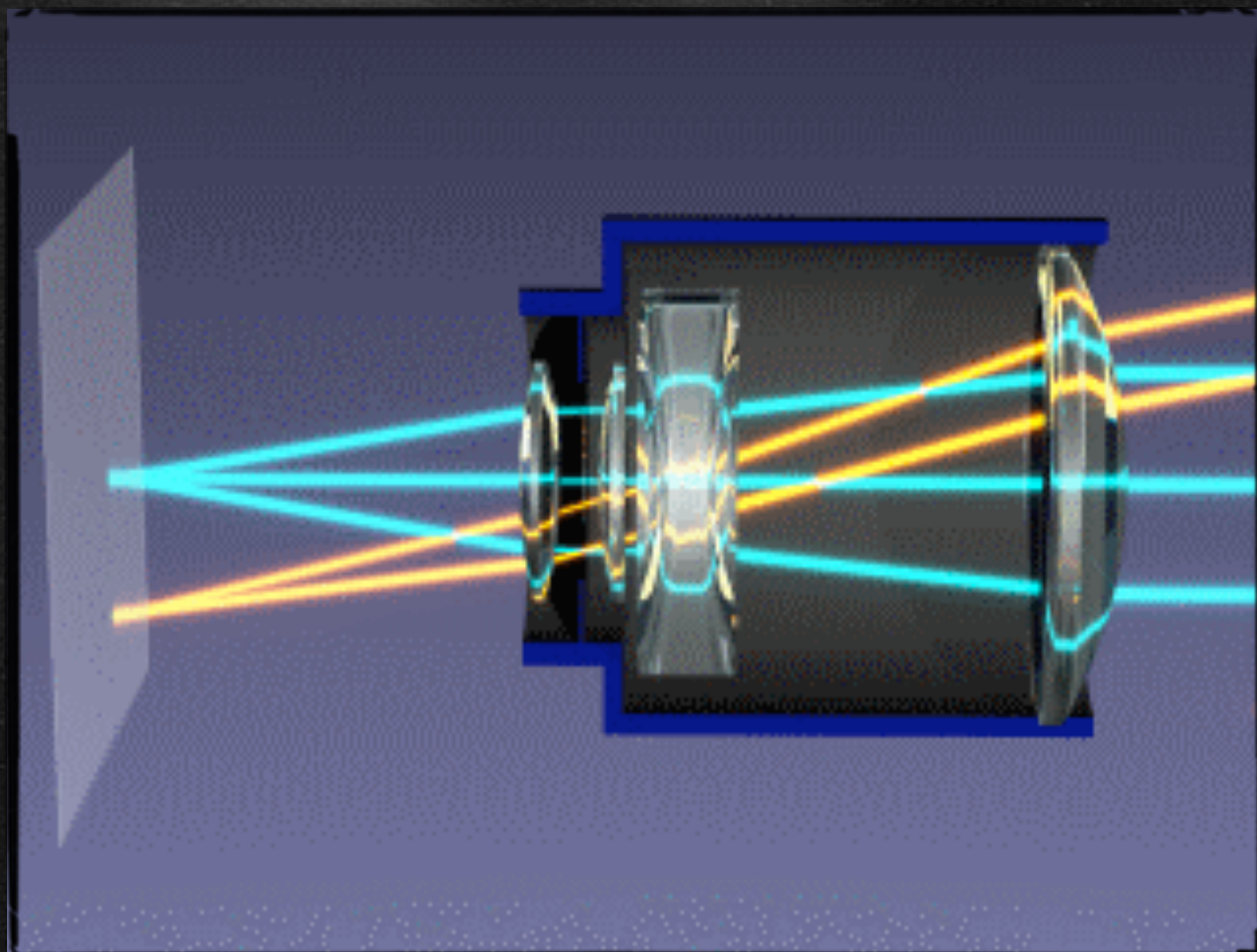


μεγάλη εστιακή απόσταση

Φακοί zoom



Φακοί zoom

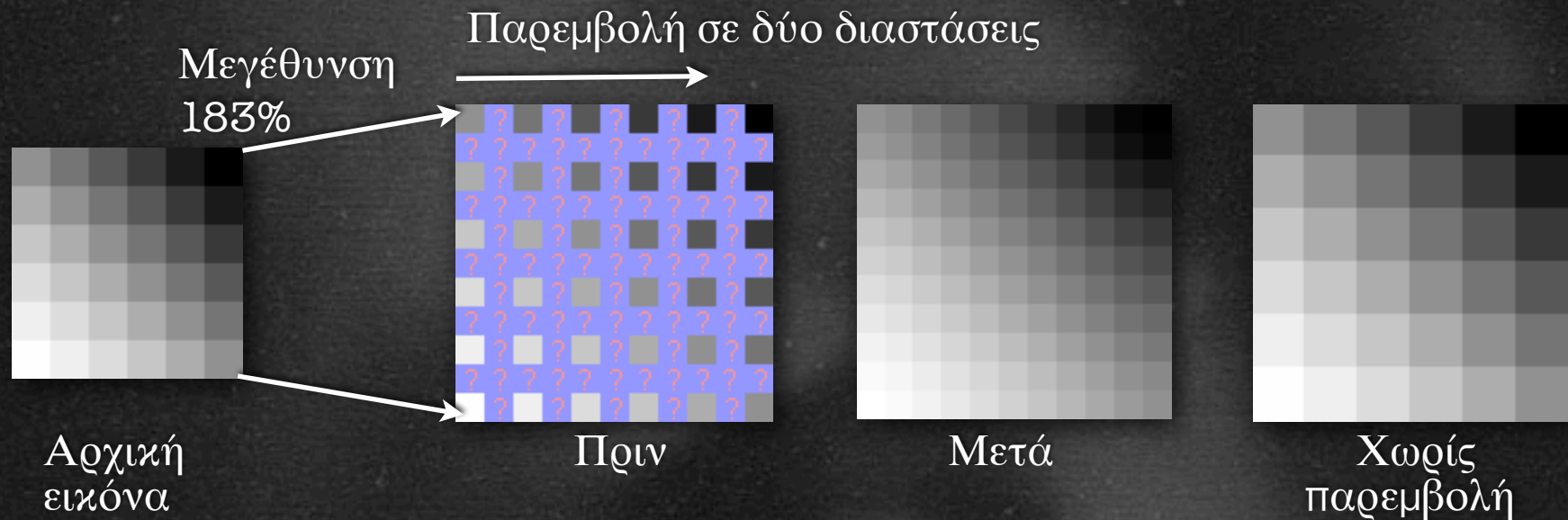


Φακοί zoom

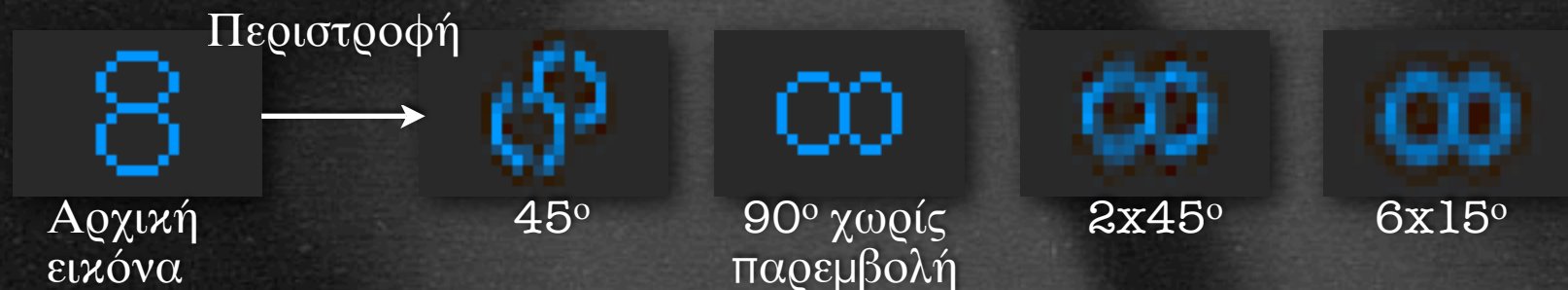
- Στις compact ψηφιακές μηχανές
 - αναφέρονται φακοί zoom 3X, 4X, κοκ. (ο πολλαπλασιαστής αναφέρεται στο λόγο μεταξύ μεγαλύτερης προς μικρότερη εστιακή απόσταση - προσοχή είναι σχετικό και όχι απόλυτο)
 - Οπτικό / Ψηφιακό zoom
 - Προσοχή το ψηφιακό απλά μεγεθύνει την εικόνα ψηφιακά

Φακοί zoom και μεγέθυνση

● Ψηφιακή μεγέθυνση (παρεμβολή-interpolation)



● Ψηφιακή περιστροφή με παρεμβολή





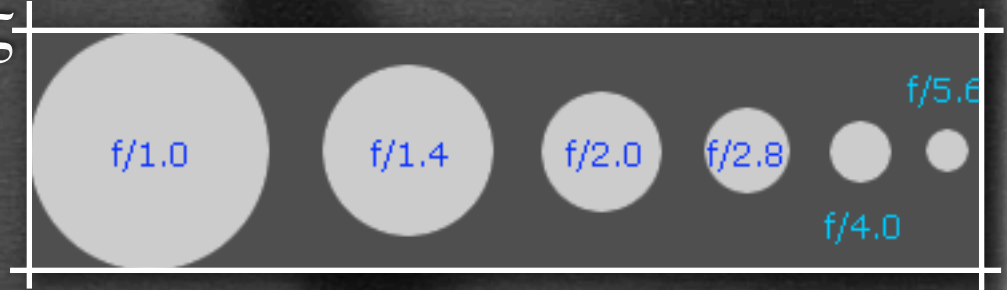
οπτικό zoom



ψηφιακό zoom

Διάφραγμα (αριθμός-f)

- Μηχανισμός περιορισμού του φωτός που εισέρχεται μέσω του φακού
- Εύρος τιμών του αναφέρεται στο πόσο ανοίγει ή κλείνει το διάφραγμα.
- Συνήθως αναφέρεται ως αριθμός-f
 - λόγος εστιακής απόστασης προς τη διάμετρο του διαφράγματος
 - $f/2.8$ ή $1:2.8$



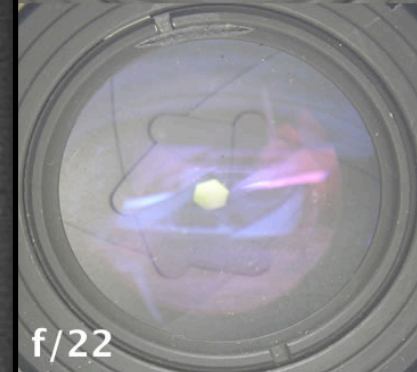
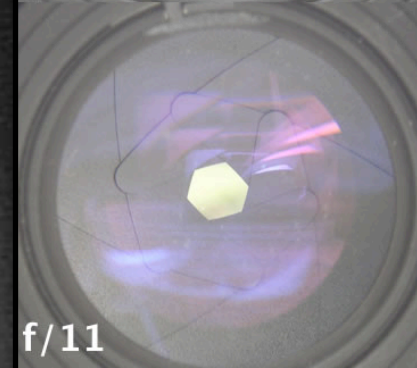
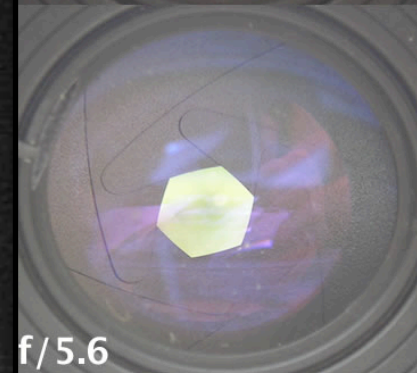
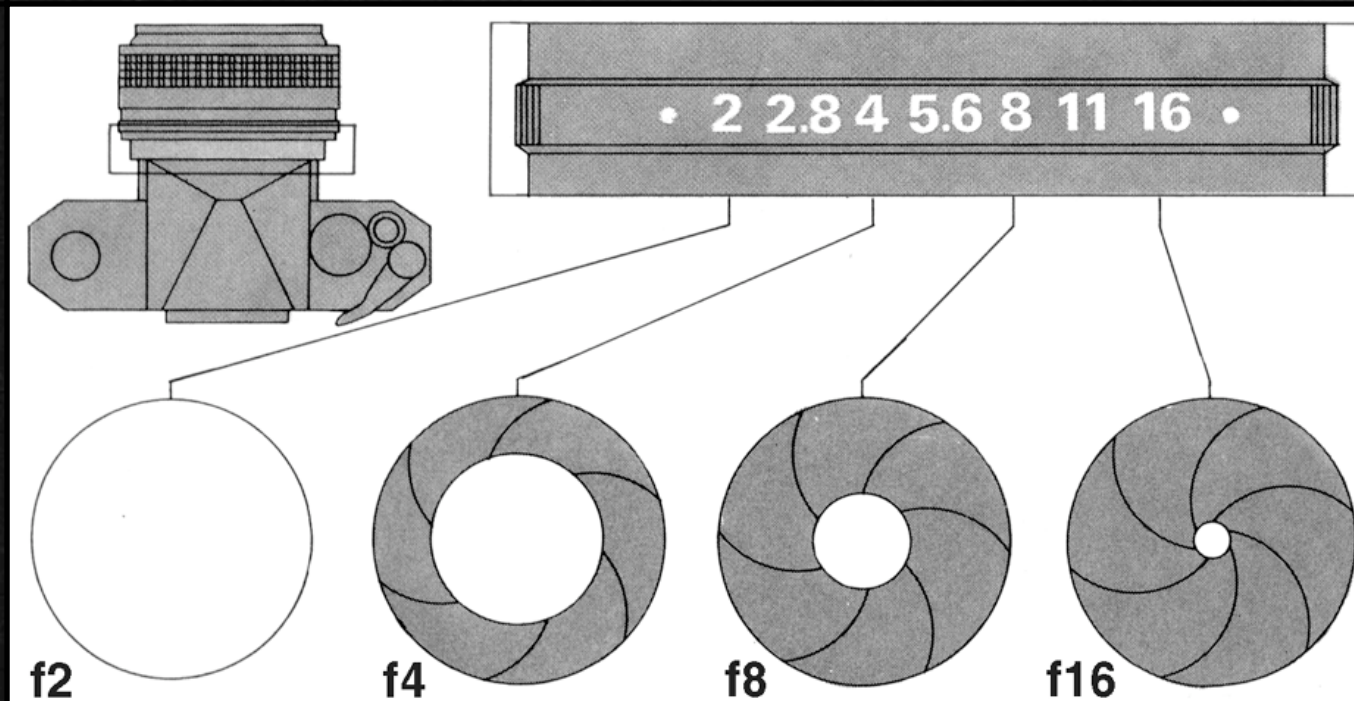
Διάφραγμα

- Μεγαλύτερο άνοιγμα στο διάφραγμα
 - μικρότερος αριθμός-f
- Φακοί με μεγαλύτερο διάφραγμα
 - θεωρούνται “γρήγοροι” - για την ίδια ευαισθησία => λιγότερος χρόνος έκθεσης
- Μικρότερο διάφραγμα => μεγαλύτερο εύρος αποστάσεων σε εστίαση --> βάθος πεδίου

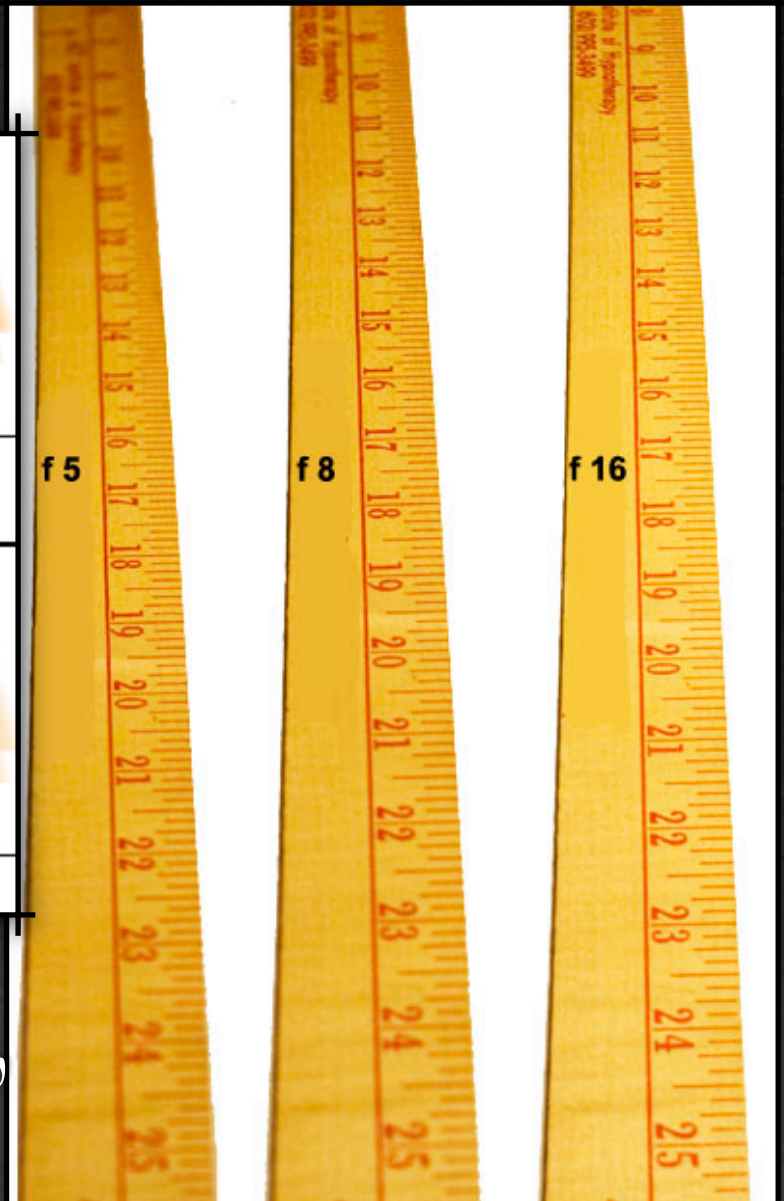
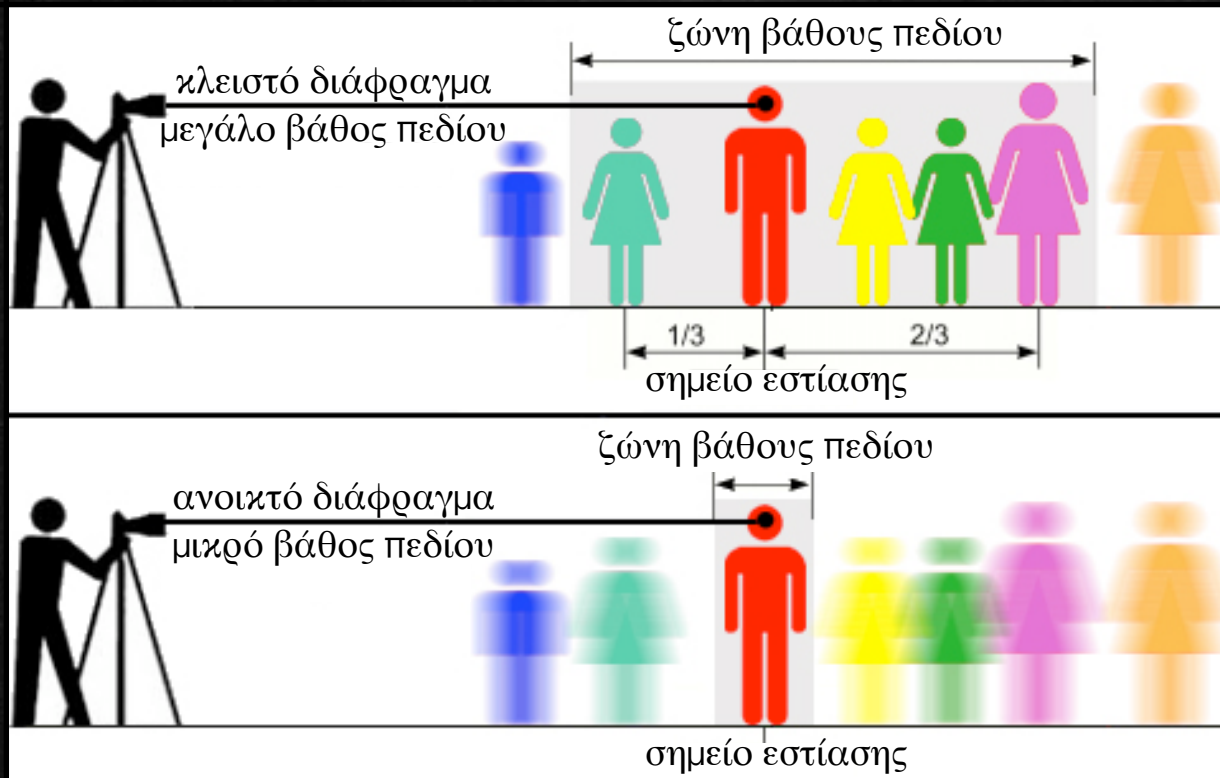


Διάφραγμα

- Προσοχή: Οι φακοί zoom αλλάζουν εστιακή απόσταση με το “zoom” => μεταβάλλεται το μέγιστο διάφραγμα

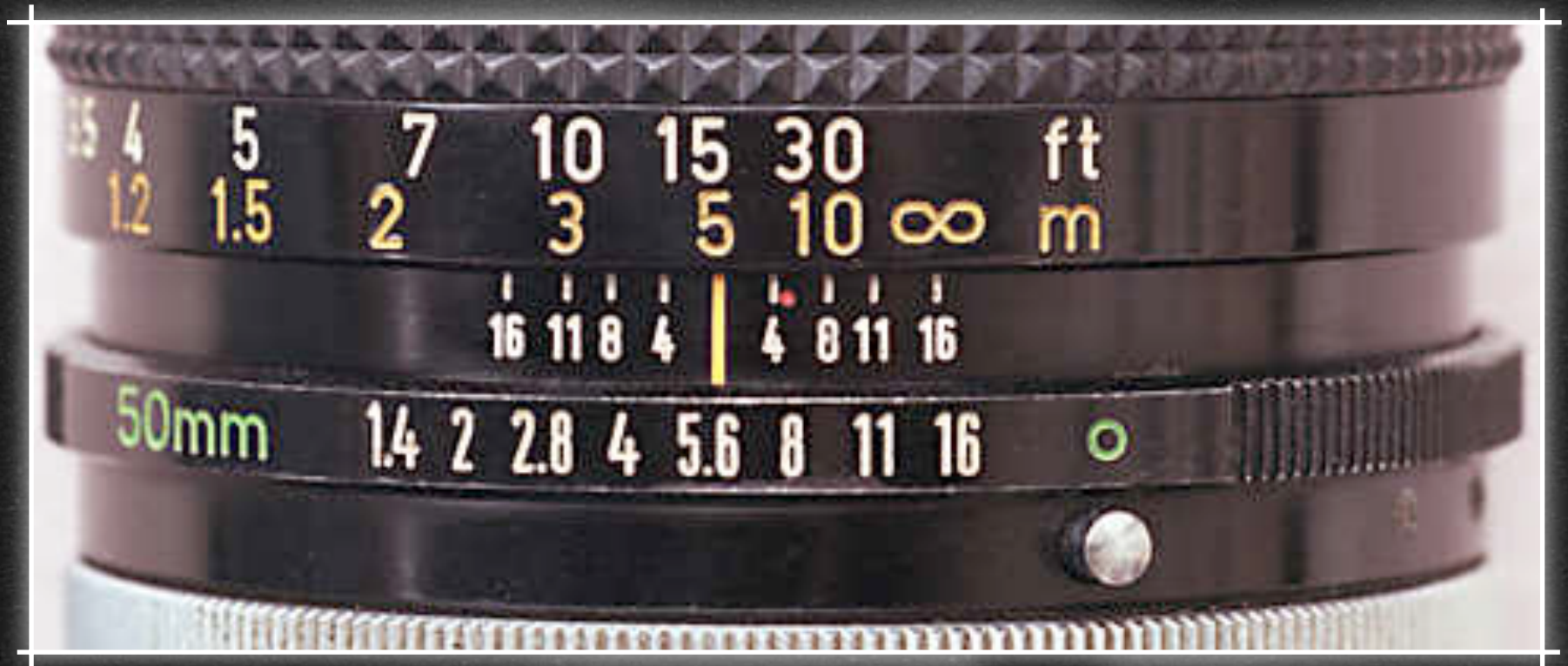


Διάφραγμα και βάθος πεδίου



Βάθος πεδίου = ζώνη εστίασης
Κλειστό διάφραγμα = μεγάλο βάθος πεδίου
- σταδιακή μεταβολή σε θολή εικόνα

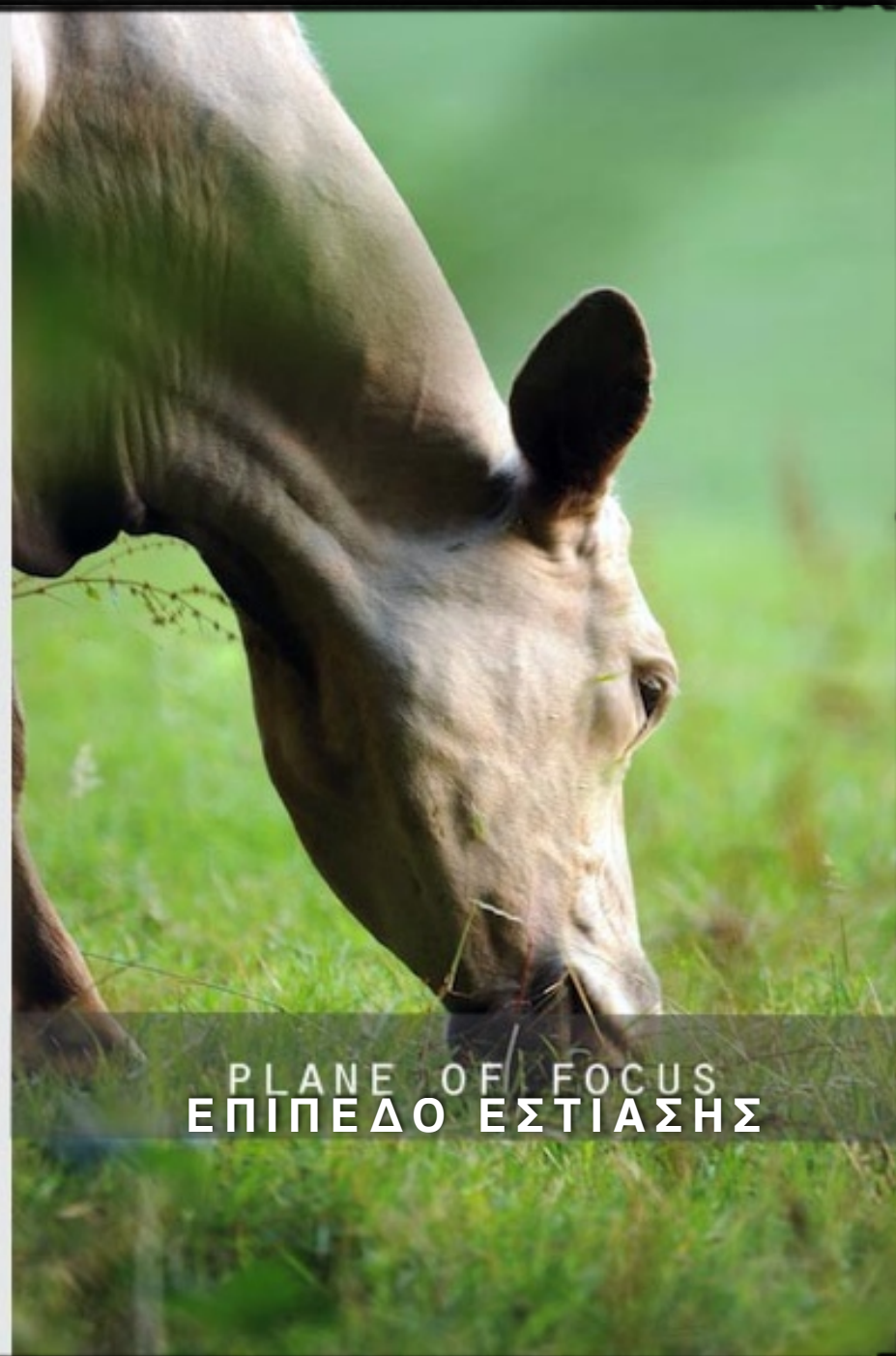
Διάφραγμα και βάθος πεδίου



Βάθος πεδίου

Εστιακή απόσταση (mm)	Απόσταση εστίασης (m)	Βάθος πεδίου (m)	Κατανομή πεδίου	
			Εμπρός	Πίσω
10	0,5	0,482	29,8%	70,2%
20	1	0,421	39,9%	60,1%
50	2,5	0,406	46,0%	54,0%
100	5	0,404	48,0%	52,0%
200	10	0,404	49,0%	51,0%
400	20	0,404	49,5%	50,5%

Σημείωση: Μετρήσεις για διάφραγμα στο f/4.0 σε ψηφιακή SLR (συντελεστή 1.6X)



PLANE OF FOCUS
ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΣΤΙΑΣΗΣ



F 16



F 2 . 8



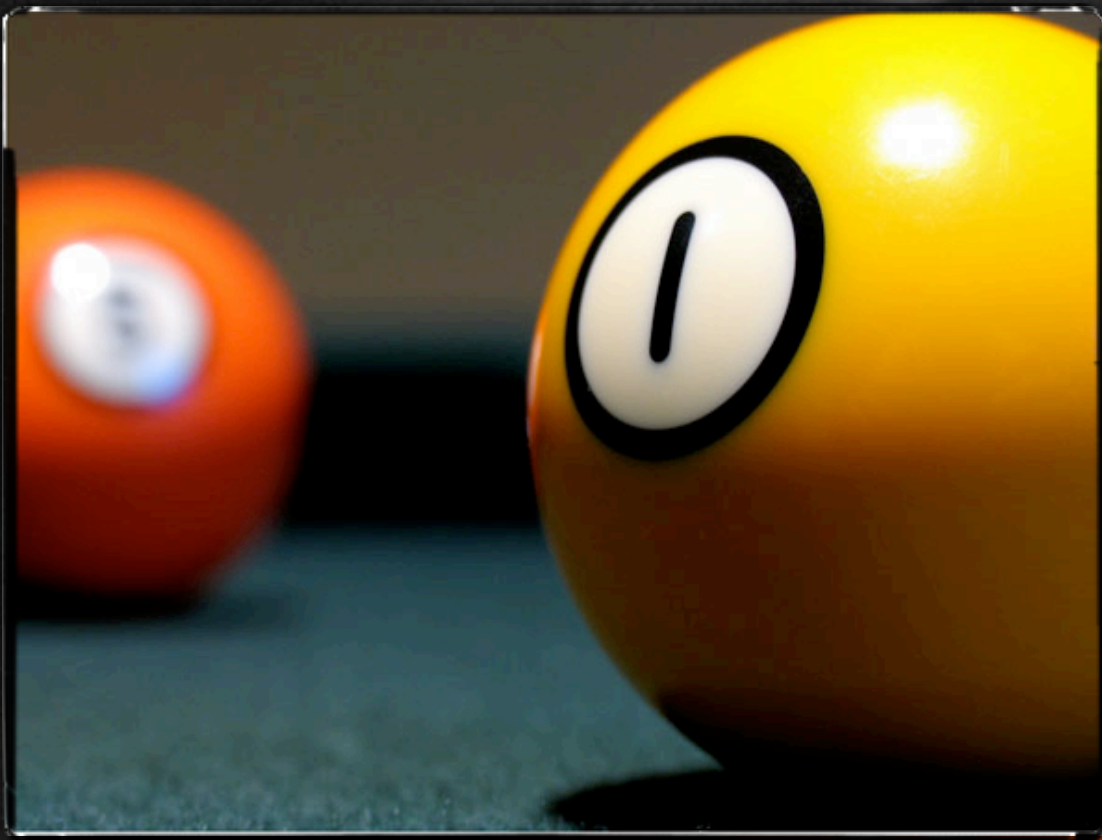




Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



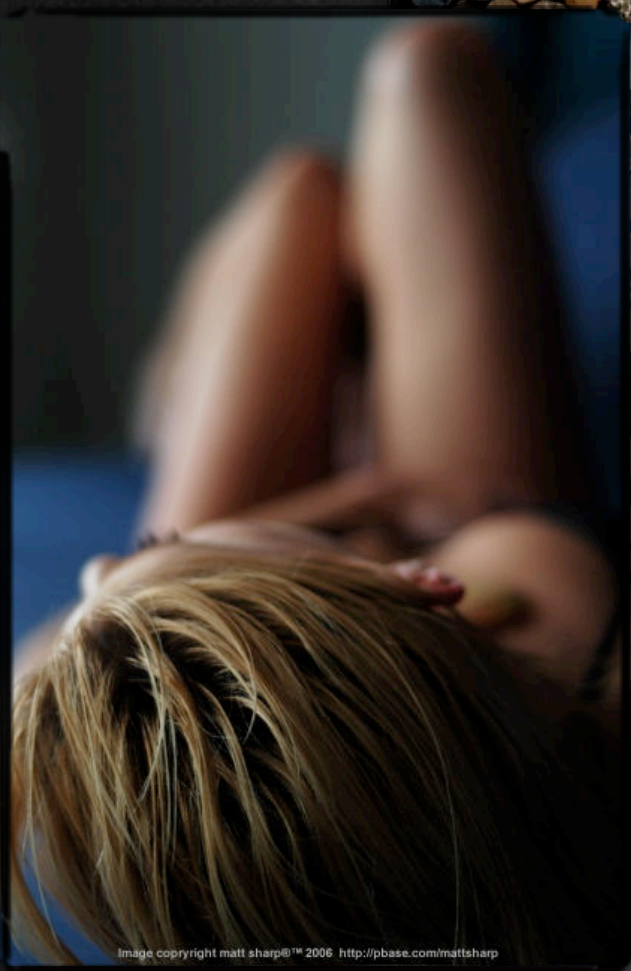


Image copyright matt sharp™ 2006 <http://pbase.com/mattsharp>



Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



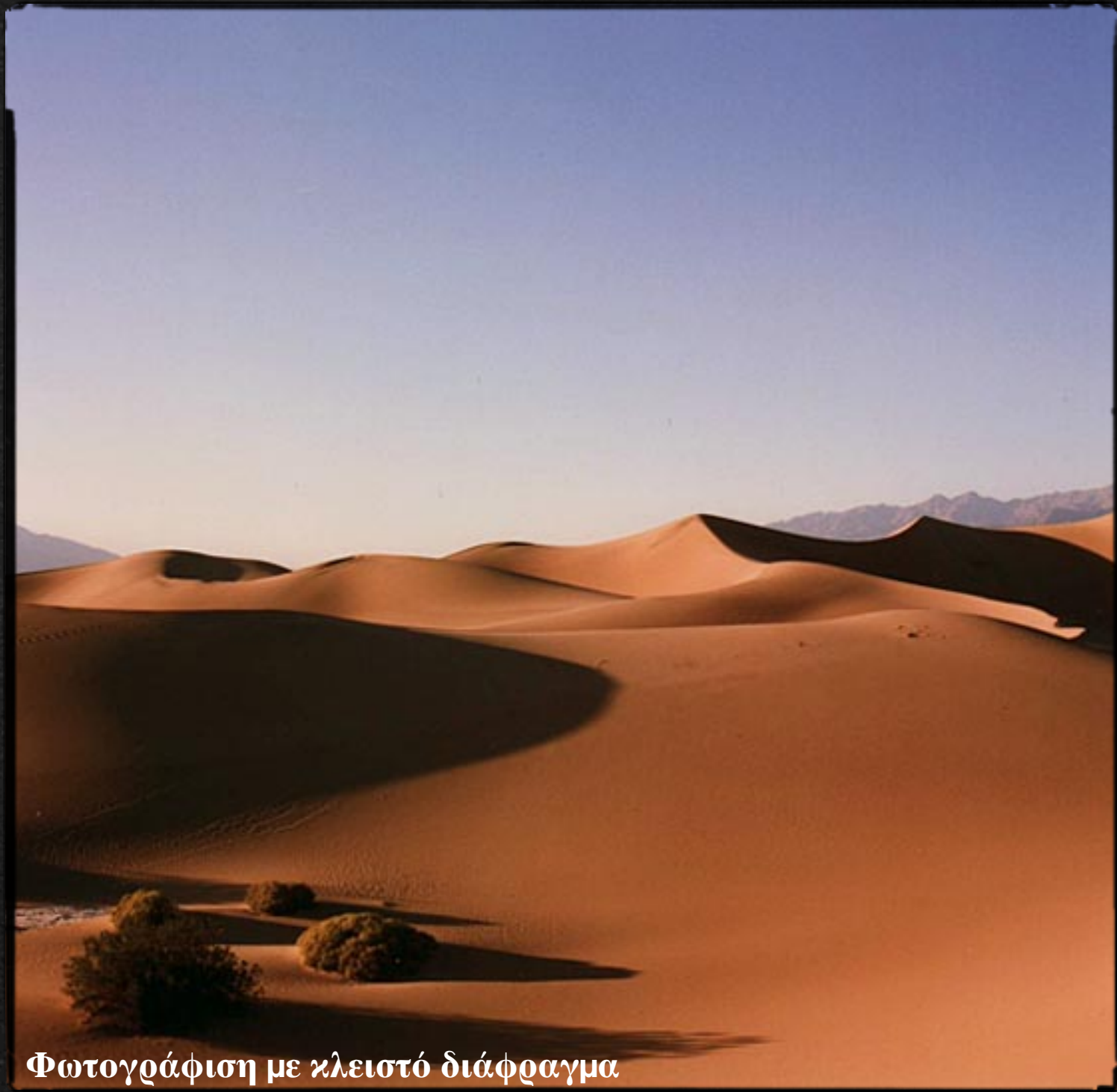
Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα



Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα



Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα

Διάφραγμα και ρυθμίσεις

αριθμός - f	Επίπτωση επιλογής διαφράγματος			
	Μέγεθος διαφράγματος	Απαιτούμενη ταχύτητα κλείστου	Βάθος πεδίου	Αντίθεση και χρώμα
μεγαλύτερος	μικρότερο	αργή	ευρύ	εντονότερο
μικρότερος	μεγαλύτερο	γρήγορη	στενό	λιγότερο έντονο