



Ψηφιακή Φωτογραφία και Επεξεργασία Εικόνας

Σειρά σεμιναριακών διαλέξεων
σε συνεργασία με το  **IEEE Student Branch of Thrace**

Γεώργιος Π. Παυλίδης
Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Κύριος Ερευνητής
Ερευνητικό Κέντρο «Αθηνά



περίγραμμα της σειράς διαλέξεων . -

^ • Ψηφιακή φωτογραφία

- Εισαγωγή στην ψηφιακή εικόνα
 - φως και όραση
 - σχηματισμός της εικόνας – αντίληψη της εικόνας
 - ψηφιακή αποτύπωση και απεικόνιση εικόνας
- Εισαγωγή στην ψηφιακή φωτογραφία
 - ιστορία της φωτογραφίας
 - φωτογραφικές μηχανές & φωτογραφικός εξοπλισμός
 - βασικές αρχές φωτογράφισης
 - ο αριθμός φ και η χρυσή αναλογία στη φωτογραφία

3 δώρα
θεωρίας



3 δώρα
πρακτικής



• Επεξεργασία ψηφιακής φωτογραφίας/εικόνας

- βασικές παρεμβάσεις
- προχωρημένες παρεμβάσεις
- ψηφιακή σύνθεση

Εισαγωγή στην ψηφιακή φωτογραφία

“Ανεξάρτητα όμωσ από τις τεχνικές της εξελίξεις,
βασική αρχή της φωτογραφίας παραμένει πάντοτε η
αιχμαλωσία του φωτός.

Οι απεριόριστες δυνάμεις και δυνατότητες που
αναδύονται από αυτήν την αιχμαλωσία κάνουν το
φως να μοιάζει με το τζίνι των παραμυθιών. Ενώ
κι εκείνο φυλακίζεται σε ένα μπουκάλι, υπόσχεται
ότι, εάν απελευθερωθεί, θα θέσει στην υπηρεσία
του αφέντη του τις μαγικές του ικανότητες.”

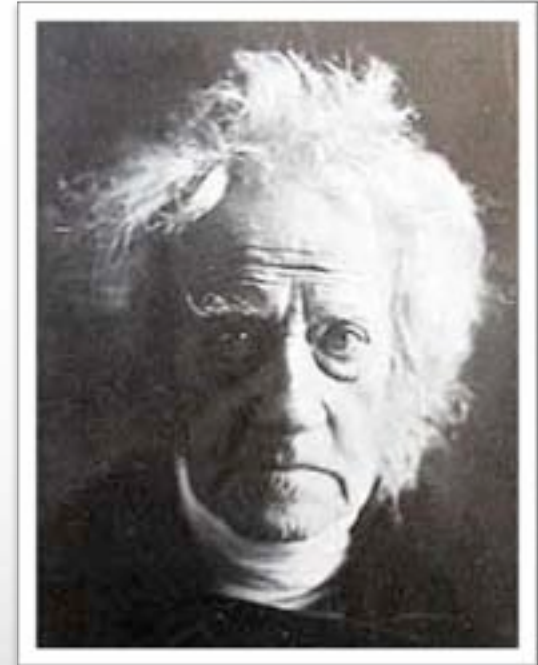
Γιώργος Γραμματικάκης

ιστορία της φωτογραφίας.-



ιστορία της φωτογραφίας. -

- Φωτογραφία = Φως + Γράφω
- Η σύγχρονη φωτογραφία ξεκινά στα **1820**
 - πρώτες **μόνιμες** φωτογραφικές αποτυπώσεις
- Εμφανίζεται ως συνδυασμός πολλών τεχνικών επινοήσεων
- Ο όρος αποδίδεται στο βρετανό αστρονόμο **Sir John William Herschel**
 - εισήγαγε τον όρο κατά το **1839**, όταν η φωτογραφική διαδικασία έγινε ευρέως γνωστή



σταθμοί στην ιστορία της φωτογραφίας.-

- **5ος-4ος αι. π.Χ.:** Μο Τί, Αριστοτέλης, Ευκλείδης
 - περιγραφή της κάμερας “καρφίτσας” (pinhole camera)
- **1000 μ.Χ.:** Ibn al-Haytham (Alhazen)
 - μελέτησε την camera obscura (λατινικά για το “σκοτεινός θάλαμος”) και την κάμερα καρφίτσας
- **1200:** Albertus Magnus
 - ανακάλυψη του νιτρικό άλατος του αργύρου
- **1500:** Georges Fabricius
 - ανακάλυψη του χλωριδίου του αργύρου

σταθμοί στην ιστορία της φωτογραφίας. -

- **1568: Daniel Barbaro**
 - περιγραφή του διαφράγματος
- **1694: Wilhelm Homberg**
 - περιγραφή του φωτοχημικού φαινομένου (μεταβολή χημικών στοιχείων υπό μεταβολή φωτισμού)
- **1760: Charles-François Tiphaigne de la Roche**
 - νουβέλα **Giphantie** (αναγραμματισμός του Tiphaigne)
 - “παράξενη” πρόβλεψη της διαδικασίας φωτογράφισης
 - δυνατή η αποτύπωση εικόνων της φύσης πάνω σε καμβά με ειδική κολλώδη επίστρωση που θα προκαλούσε μόνιμη αποτύπωση μετά από αποξήρανση στο σκοτάδι!!!

ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ.-

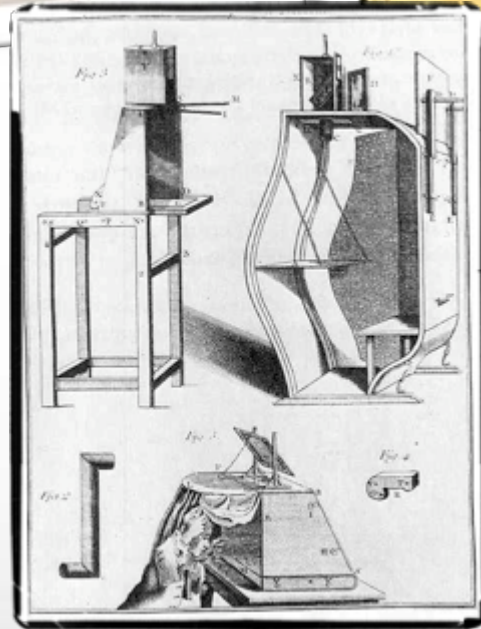
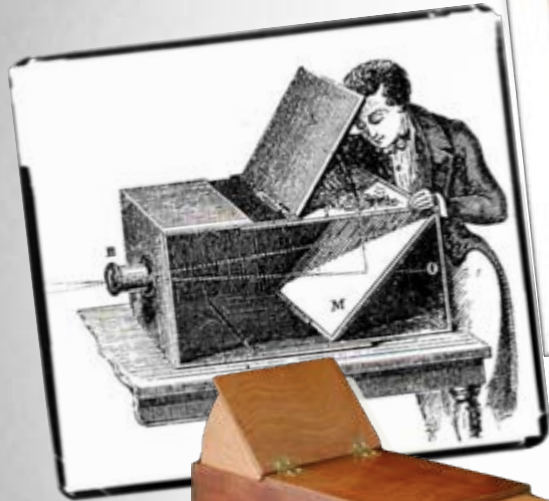
- Αρχικές τεχνικές προσεγγίσεις
 - Σκοτεινός θάλαμος (camera obscura)
 - Χημική αποτύπωση
- Σήμερα
 - Ψηφιακή φωτογραφία

ο “σκοτεινός θάλαμος” . -

- Σκοτεινό δωμάτιο ή κουτί με μια οπή
- Για συγκεκριμένη οπή, ένα αντεστραμμένο είδωλο εμφανίζεται στην απέναντι επιφάνεια
- Πρώτη περιγραφή **Hassan ibn Hassan, 10ος αιώνας**
- Αρχικές αναφορές χρήσης σε γραπτά του **Leonardo da Vinci (1452-1519)**
- Βενετός **Daniel Barbaro**
 - πρόταση της χρήσης για βοήθημα στη ζωγραφική



Ο "σκοτεινός θάλαμος". -



χημική αποτύπωση. -

- Στα **1600**, Robert Boyle
 - χλωρίδιο του αργύρου σκουραίνει με την έκθεση σε φως (αρχικά αέρας η αιτία)
- Αρχές **1600**, Angelo Sala
 - νιτρικό άλας αργύρου μαυρίζει στον ήλιο
- **1727**, Johann Heinrich Schulze
 - ανακάλυψη ότι συγκεκριμένα υγρά αλλάζουν χρώμα υπό έκθεση στο φως
- Αρχές **1800** Thomas Wedgwood
 - επιτυχής αποτύπωση αλλά όχι μόνιμη

χημική αποτύπωση. -

- Πρώτη επιτυχής αποτύπωση
 - Ιούνιος/Ιούλιος **1827** Joseph Nicéphore Niépce
 - χρήση υλικού που σκληραίνει κατά την έκθεση στο φως



χημική αποτύπωση. -



1827. Πρώτη φωτογραφία (μόνιμη αποτύπωση), οκτώ (8) ώρες έκθεσης

χημική αποτύπωση. -

- 4 Ιανουαρίου **1829**, **Niépce** και **Louis Daguerre** ξεκινούν συνεργασία
- 4 χρόνια αργότερο - ο **Niépce** πεθαίνει και η έρευνα συνεχίζεται από τον **Daguerre**
- ανακάλυψη εμφάνισης σε φωτογραφικές πλάκες
=> μείωση χρόνου έκθεσης **από 8 ώρες σε μισή ώρα**
- ανακάλυψη ότι **μπορεί** η εικόνα να γίνει **μόνιμη** μετά από **εμβάπτιση σε αλάτι**

χημική αποτύπωση. -

- **19 Αυγούστου 1839:** Επίσημη ανακοίνωση της μεθόδου και ονομασία από τον **Daguerre**
 - **Daguerreotype** - Θετική εικόνα σε μεταλλική πλάκα



daguerreotype . -



calotype . -

- Εφεύρεση του William Henry Fox Talbot
- Δημοσίευση **31.1.1839**
- “Φωτογενετική σχεδίαση”
- Δημιουργία αρνητικού →
Πολλαπλή αναπαραγωγή
- Καλός + Τύπος
(beautiful impression)



Αύγουστος 1835

calotype. -



μέθοδος υγρής πλάκας ή κολλοδίου.-

- **1851**, Frederick Scott Archer
 - νέα εποχή στη φωτογραφία
 - χρόνος έκθεσης **2-3** δευτερόλεπτα
 - υψηλή ανάλυση
 - δυνατότητα αναπαραγωγής
 - κολλόδιο: ιξώδες υγρό από βαμβάκι διαλυμένο σε αιθέρα και αλκοόλη

μέθοδος υγρής πλάκας ή κολλοδίου. -



μέθοδος στεγνής πλάκας.-

- **1871, Dr. Richard Maddox**
 - επινόηση τρόπου χρήσης της ζελατίνης αντί γυαλιού για την πλάκα
 - σημαντική καμπή
 - όχι υγρές πλάκες, όχι σκοτεινός θάλαμος, όχι πολλές ειδικές τεχνικές απαιτήσεις



νεότερες εξελίξεις.-

- **1862**, ανακάλυψη του celluloid (ως parkesine)
 - Εταιρεία Parkesine (Alexander Parkes)
 - Πρώτη κατασκευή πλαστικών
- **John Carbutt** προτείνει παραγωγή λεπτού φιλμ σαν υπόστρωμα για φωτοευαίσθητα υλικά
- **1884**, **George Eastman**, εύκαμπτο φιλμ και 4 χρόνια μετά box camera
- **Herman Vogel**, ευαισθησία σε πράσινο φως
- **Eadweard Muybridge**, φωτογραφία κινουμένων εικόνων

2^ο μισό του 19^{ου} αιώνα.-



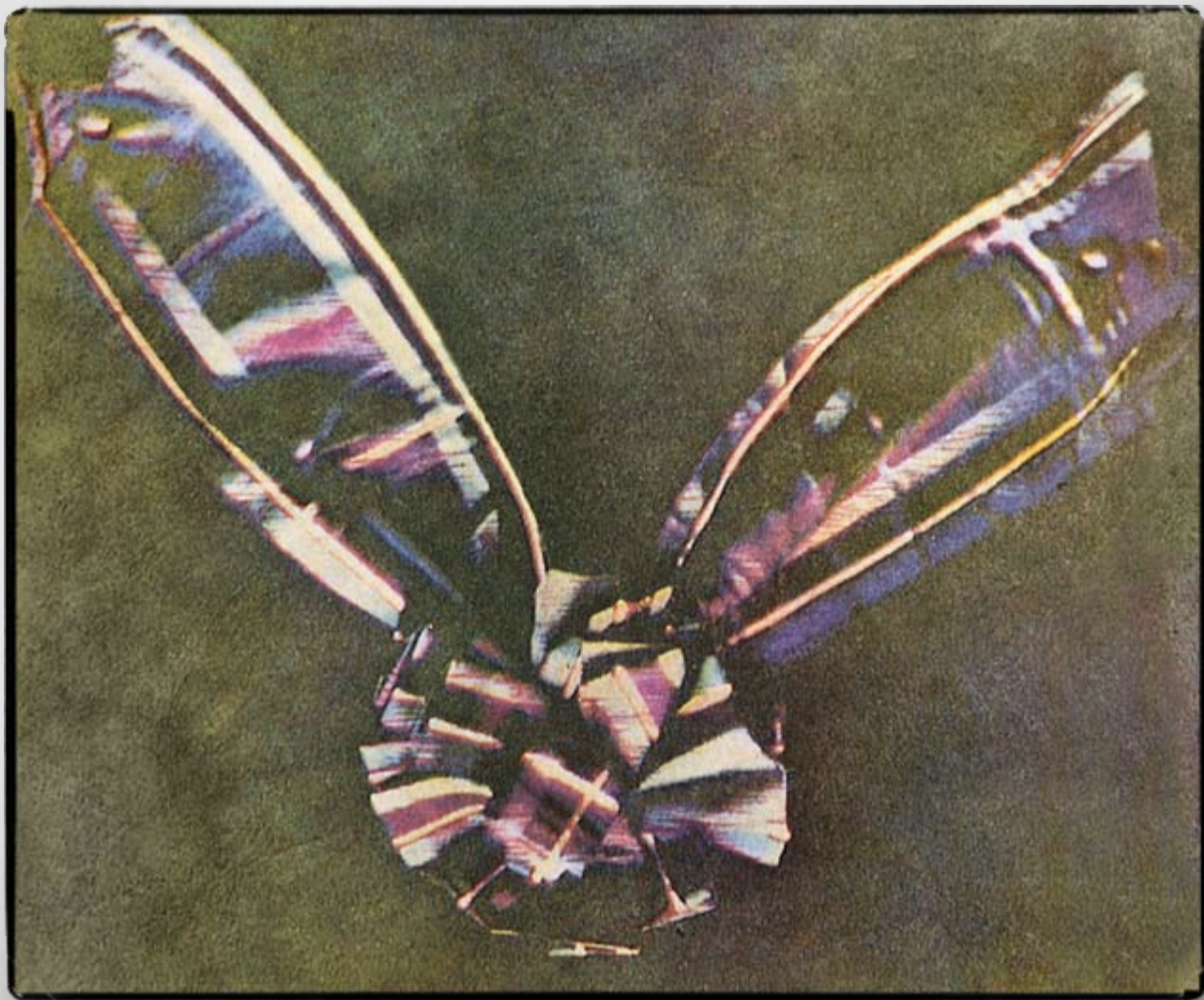
1855: ο βοηθός του Roger Fenton στο φωτογραφικό του όχημα



1893: φωτογράφος απεικονίζεται να φωτογραφίζει τον εαυτό του στο στούντιο

έγχρωμη χημική αποτύπωση. -

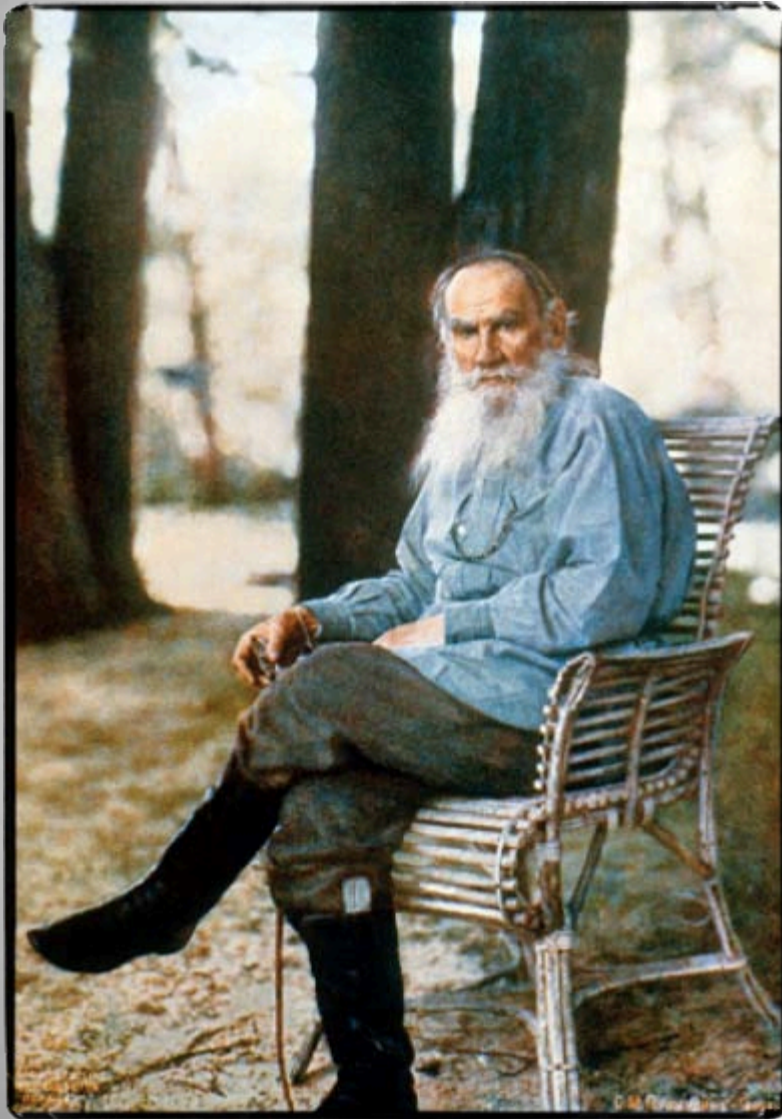
- Αρχικά **προσωρινή** προβολή χρώματος
 - μέχρι το 1870 όχι χημικά ευαίσθητα σε κόκκινο, πράσινο
- 1861 **πρώτη έγχρωμη** φωτογραφία James Clerk Maxwell
- **Διάφορες** μέθοδοι από το 1862 από τους Louis Ducos du Hauron και Charles Cros
- **Πρακτικές** μέθοδοι ευαισθητοποίησης στο πράσινο και πορτοκαλί φως, 1873 και 1884 από τον Hermann W. Vogel (πλήρης ευαισθησία στο κόκκινο επετεύχθει κατά τις αρχές του 20ου αι.)
- 1907, **Autochrome**, βασισμένο σε φίλτρα από βαμμένα στοιχεία άμυλου πατάτας
- Sergei Mikhailovich Prokudin-Gorskii, τρεις μονοχρωματικές **εκθέσεις με φίλτρα**



1861: πρώτη έγχρωμη φωτογραφία από τον Maxwell



Αρχές 20ου αι.: Η μέθοδος του Sergei Mikhailovich Prokudin-Gorskii



1908: Λιθογραφία του Leo Tolstoy από φωτογραφία
του Sergey Mikhaylovich Prokudin-Gorskii

ψηφιακή φωτογραφία. -

- **1969**, Willard Boyle και George E. Smith (AT&T Bell Labs), επινόηση της διάταξης συζευγμένου φορτίου (charge-coupled device, CCD)
- **1973**, Fairchild Semiconductor, πρώτο CCD μεγάλης εικόνας (100X100)
- **1975**, Bryce Bayer (Kodak) αναπτύσσει το μωσαϊκό Bayer για τα CCD
- **1986**, Στην Kodak αναπτύσσεται ο πρώτος αισθητήρας 1 megapixel

ψηφιακή φωτογραφία. -

- Πρώτη προσπάθεια κατασκευής ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής
 - **1975**, Steven Sasson (Eastman Kodak)
 - αισθητήρας **CCD** από την Fairchild Semiconductor
 - Μηχανή
 - 3.6 kg
 - ασπρόμαυρες φωτογραφίες
 - αποθήκευση σε κασέτα
 - **0.01 megapixels**
 - 23'' για την αποτύπωση



ψηφιακή φωτογραφία.-

- **1988**, Πρώτη πραγματικά ψηφιακή κάμερα: Fuji DS-1P of 1988, (16 MB)
- **1990**, Πρώτη εμπορικά διαθέσιμη ψηφιακή κάμερα: Dycam Model 1
- **1991**, Πρώτη DSLR, Kodak DCS-100, (1.3 megapixel) σε σώμα Nikon F3
- **1995**, Πρώτη κάμερα με οθόνη LCD Casio QV-10
- **1996**, Πρώτη κάμερα με CompactFlash, Kodak DC-25



ψηφιακή φωτογραφία. -

- **1988**, προτυποποίηση JPEG, MPEG
- **1995**, Πρώτη κάμερα με δυνατότητα εγγραφής βίντεο, **Ricoh RDC-1**
- **1997**, Πρώτες εμπορικά διαθέσιμες οικονομικές λύσεις για κάμερες **1 megapixel**
- **1999**, **Nikon D1**, **2.74 megapixel**
 - πρώτη εξ'ολοκλήρου κατασκευή ενός κατασκευαστή με τιμή κάτω των **\$6,000**
 - Συμβατότητα με υπάρχοντες φακούς **Nikon F**

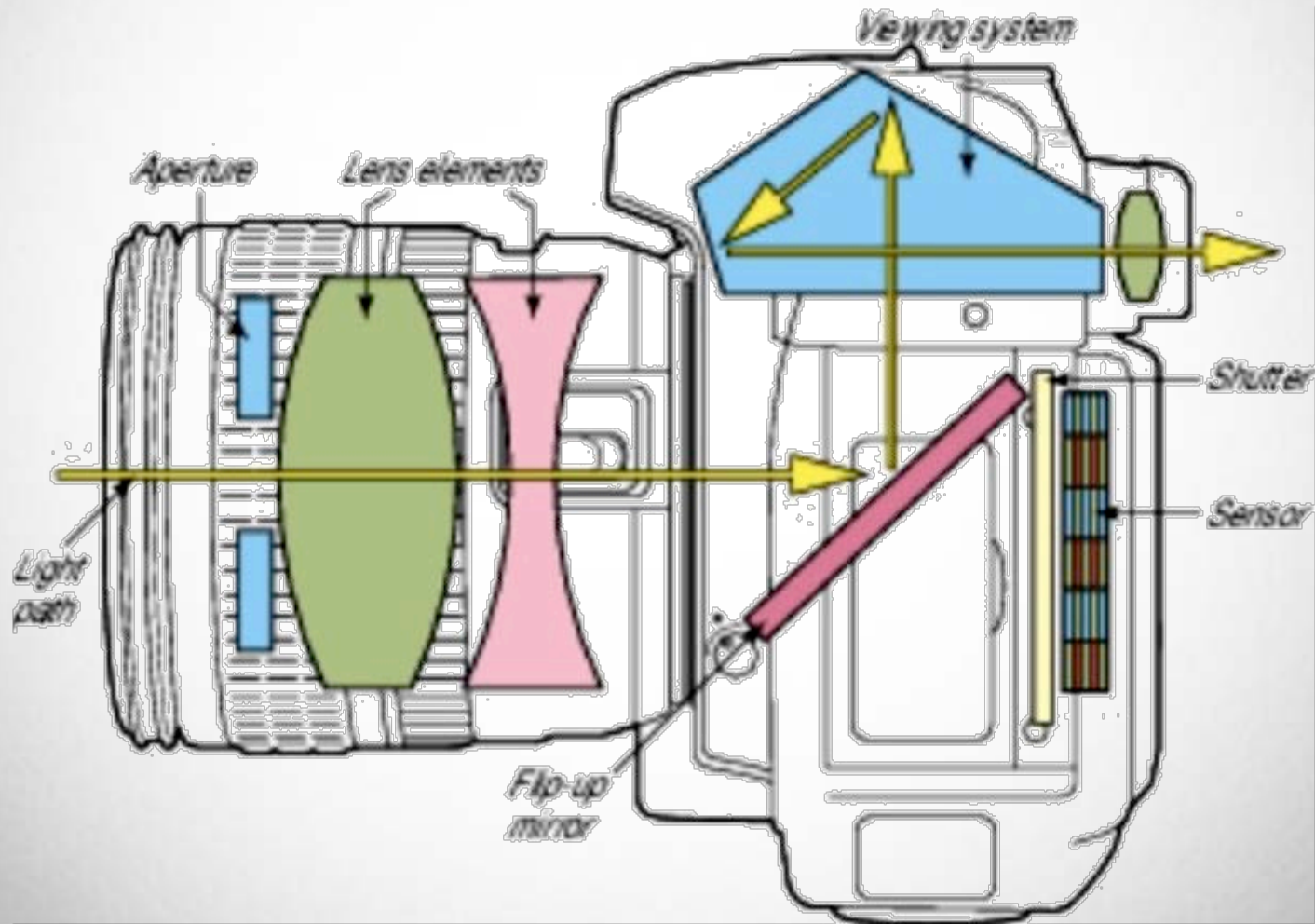
ψηφιακή φωτογραφία. -

- **2006**, Dalsa δημιουργεί CCD 111 megapixel
- **2008**, Polaroid, ανακοίνωση διακοπής παραγωγής όλων των φιλμ άμεσης εμφάνισης
- **2009**, Kodak ανακοινώνει τη διακοπή παραγωγής του Kodachrome φιλμ

ανατομία της φωτογραφικής μηχανής . -



ανατομία της φωτογραφικής μηχανής.-



η φωτογραφική μηχανή. -

- Σώμα της μηχανής
 - ένα σκοτεινό φωτοστεγανό κουτί (camera obscura)
- Σύστημα σκόπευσης
 - Θαμπόγυαλο (μηχανές στούντιο): στη θέση του φιλμ
 - Σκόπευτρο απευθείας σκόπευσης: σφάλμα παράλλαξης
 - Σκόπευτρο εξ' ανακλάσεως: εικόνα από το φακό μέσω καθρέπτη (reflex) και πενταπρίσματος
- Πλάτη
 - μηχανισμός συγκράτησης φιλμ
 - ψηφιακός αισθητήρας
 - Φωτοφράχτης ή κλείστρο
- Σύστημα φακού

φωτοφράκτης ή κλείστρο.-

- Κινούμενο **προστατευτικό φράγμα** μπροστά από την επιφάνεια του φιλμ ή του αισθητήρα
- Ανοίγει **με εντολή** του χρήστη/φωτογράφου και **για καθορισμένο χρόνο**
- Σημασία έχει ο χρόνος κατά τον οποίο το κλείστρο παραμένει ανοιχτό

- **Διαφραγματικό κλείστρο (leaf shutter)**
 - μέσα στο φακό
 - αποτελείται από λεπίδες που αλληλοκαλύπτονται (**compact** μηχανές, φακοί **μεσαίου/μεγάλου** φορμά)
 - αθόρυβη λειτουργία
 - συγχρονίζει **με** φλας σε οποιαδήποτε ταχύτητα
 - δεν **μπορούμε** να αλλάξουμε φακό αν έχουμε φιλμ στη **μηχανή**
 - αυξημένο κόστος φακών



είδη κλείστρου. -

- Κλείστρο **εστιακού επιπέδου ή κουρτίνα** (focal plane/curtain shutter)
 - μπροστά από το φιλμ ή αισθητήρα
 - δύο κουρτίνες, που κινούνται παράλληλα προς την ίδια κατεύθυνση
 - γρήγορες ταχύτητες
 - αλλαγή φακών
 - φακοί φτηνοί και ελαφριοί
 - δυσκολότερη χρήση φλας
 - παραμόρφωση του ειδώλου σε κίνηση



κλείστρο εστιακού επιπέδου.-

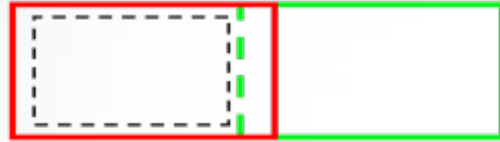


Fig. 1

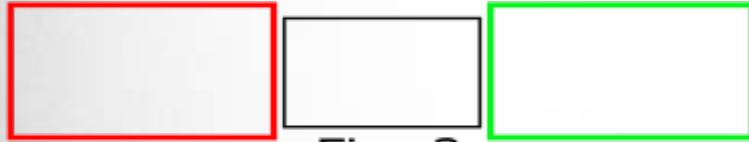


Fig. 2



Fig. 3

Χαμηλή ταχύτητα

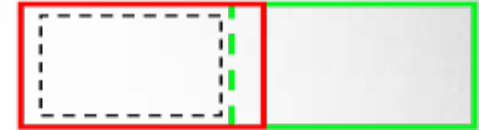


Fig. 1

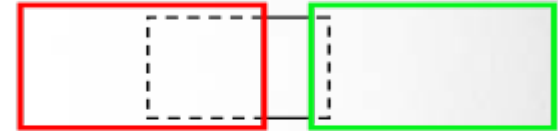


Fig. 2

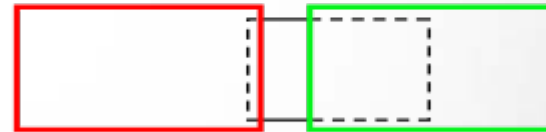


Fig. 3



Fig. 4

Υψηλή ταχύτητα

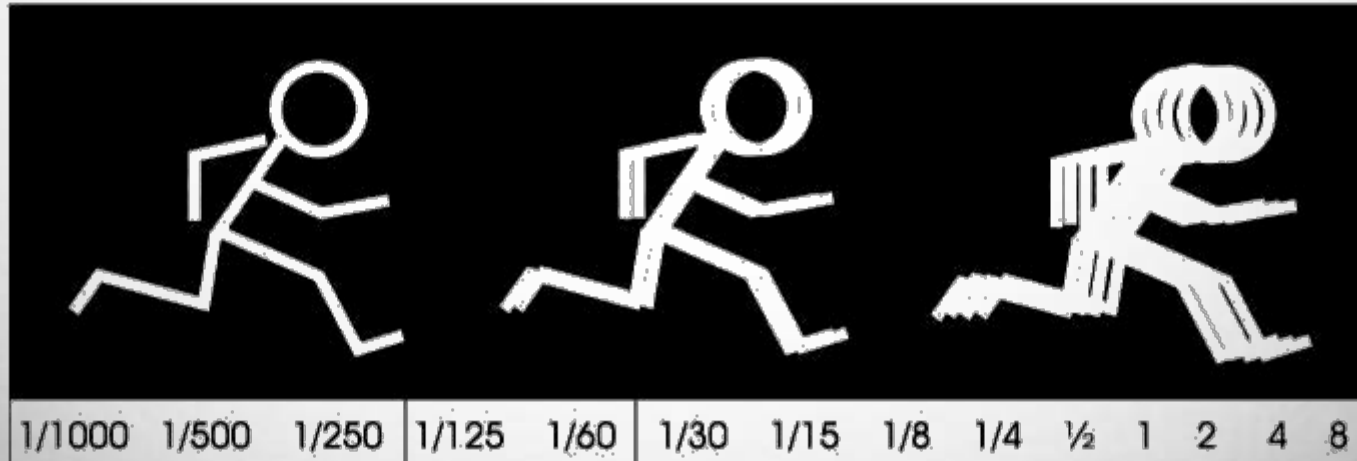
κλείστρο εστιακού επιπέδου.-



Τυπικό πρόβλημα παραμόρφωσης σε υψηλές ταχύτητες κλείστρου

ταχύτητα κλείστρου.-

- $1/8000$ sec έως και 30 sec
- ειδική περίπτωση B (Bulb)
- τυπική κλίμακα ταχυτήτων κλείστρου είναι $1/2000, 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, 1/2, 1'', 2'', 4'', 8''$
 - $1/125 \Rightarrow$ ρύθμιση ταχύτητας 125







Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



Belial



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



© Ed O'Keeffe

φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



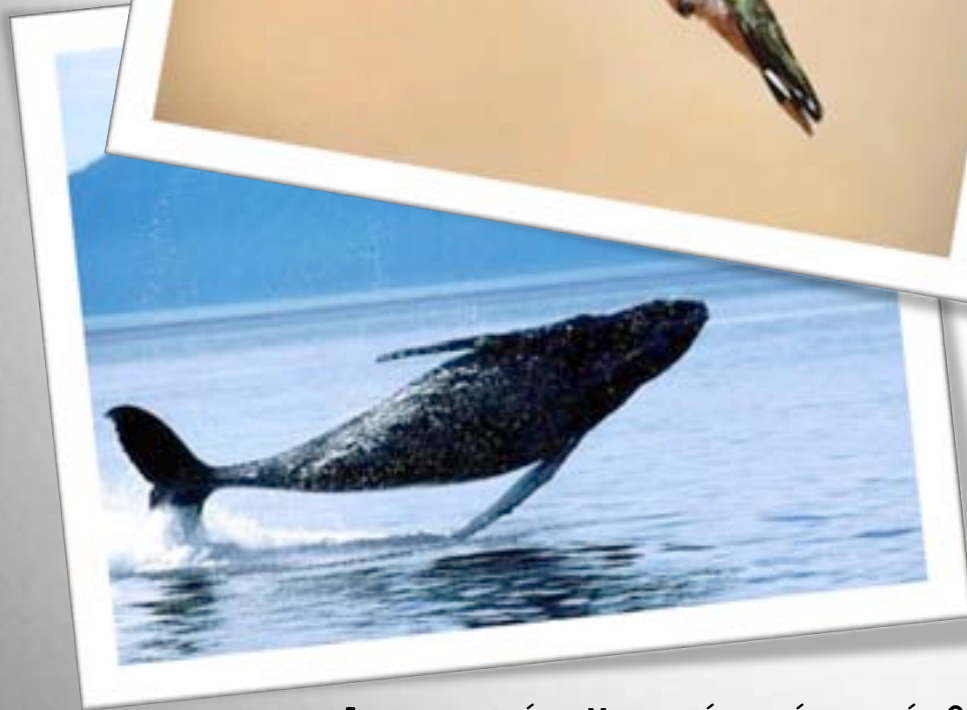
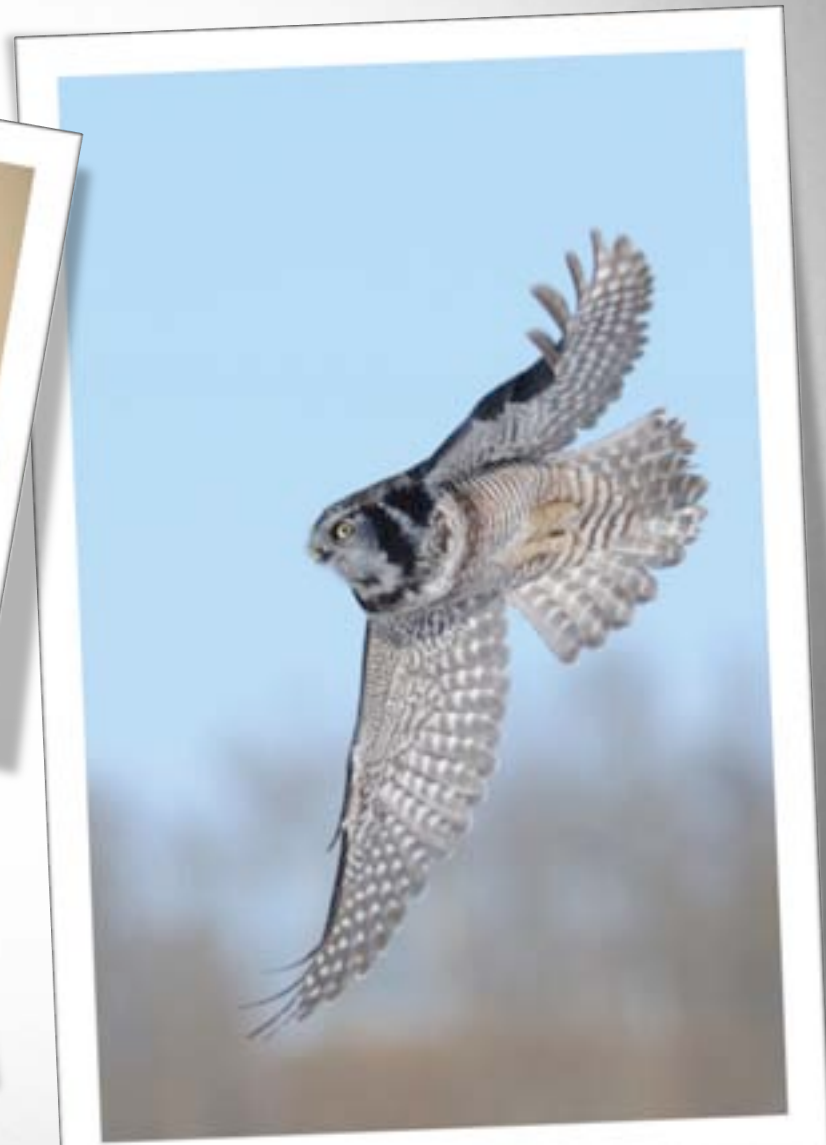
Φωτογραφία μικρού χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μικρού χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μικρού χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία Μικρού γρόνου έκθεσης

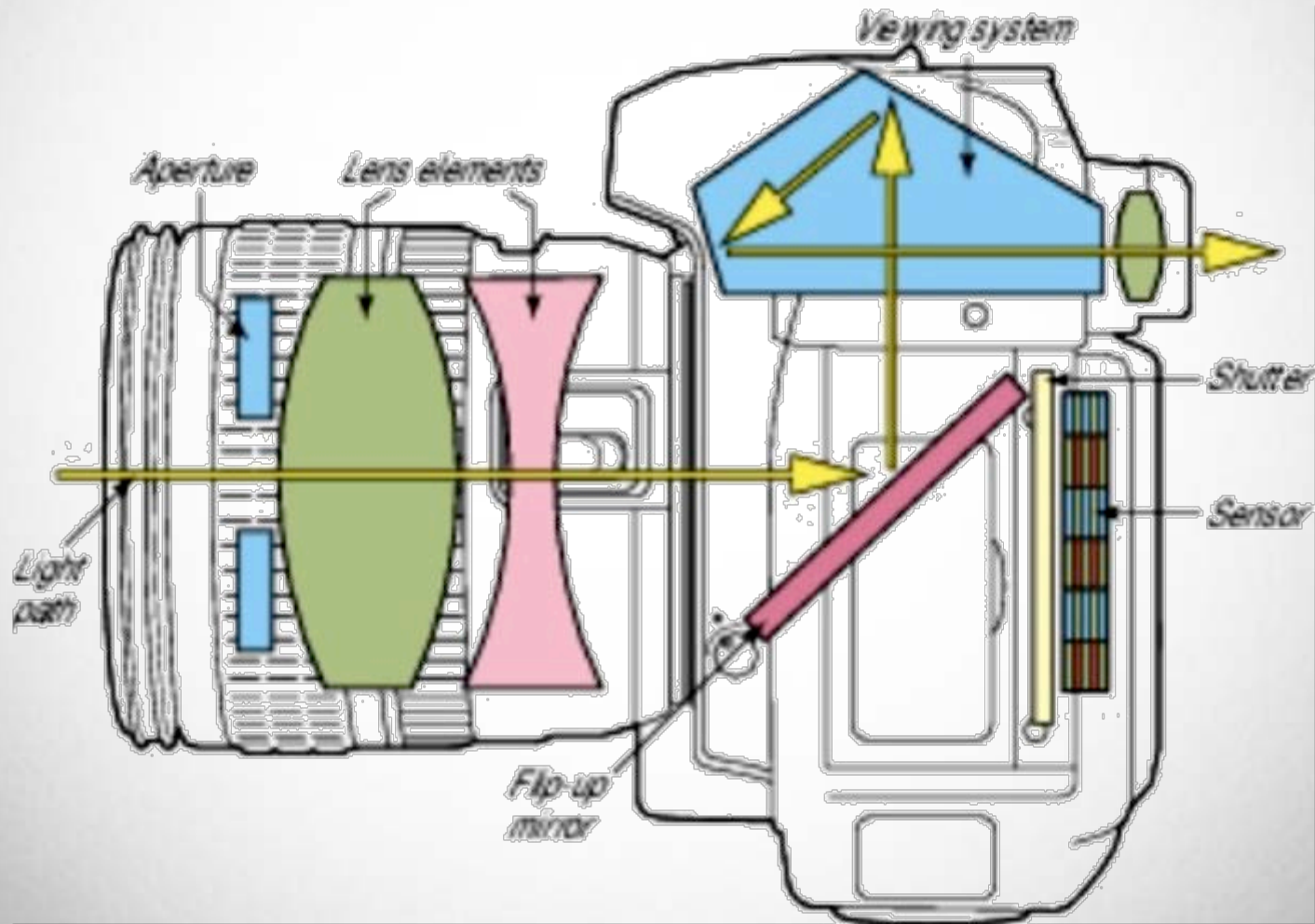


Φωτογραφία μικρού χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μικρού χρόνου έκθεσης

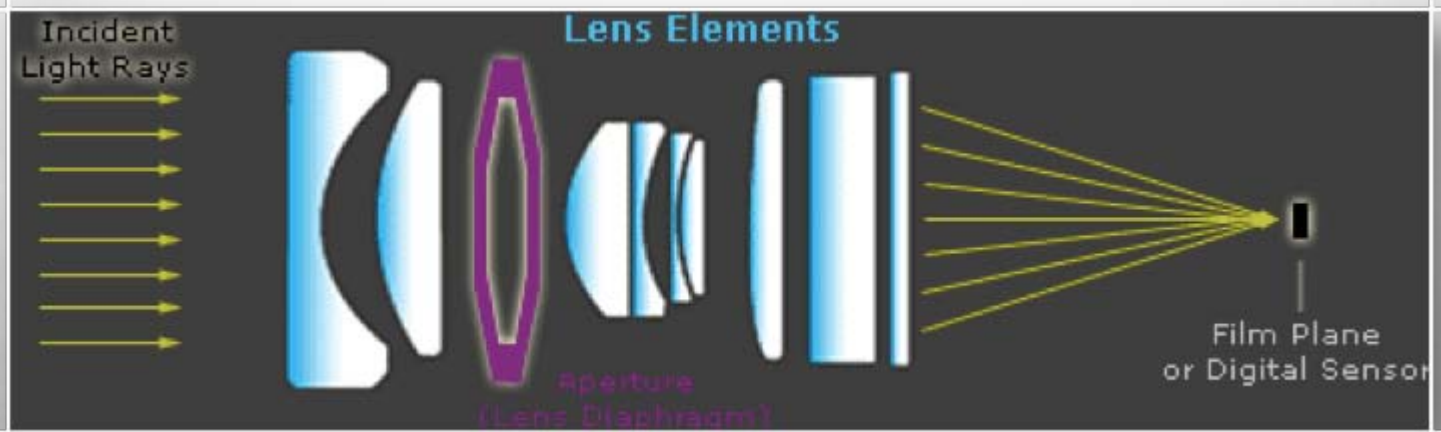
ο φακός . -



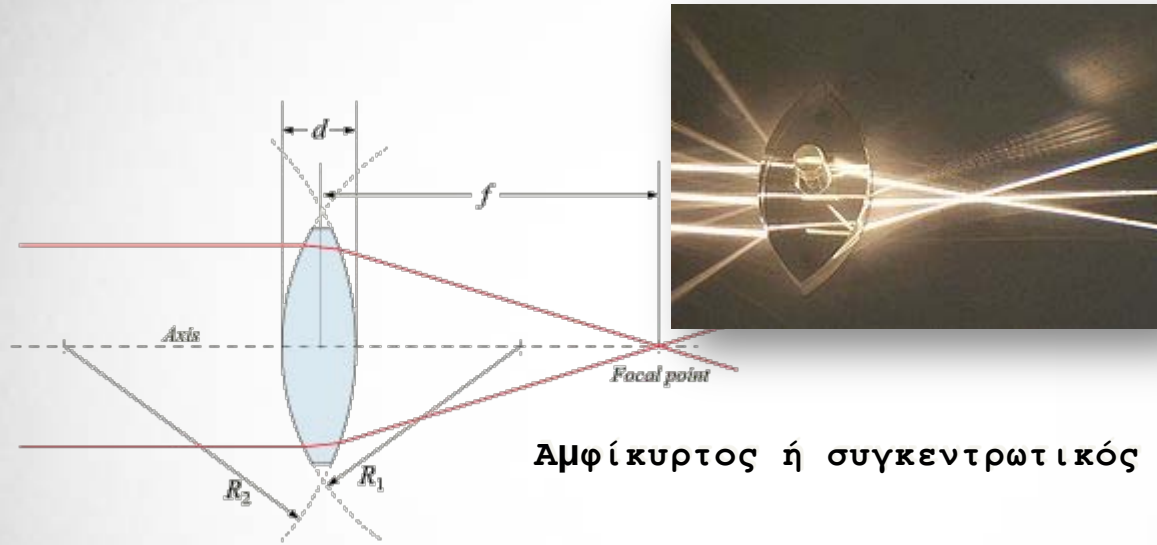
- Κατανόηση της λειτουργίας των φακών
 - δημιουργικός έλεγχος στη φωτογραφία
- Επιλογή κατάλληλου φακού
 - στάθμιση μεταξύ κόστους, μεγέθους και βάρους, ταχύτητας και ποιότητας
- Σχετικές έννοιες: ποιότητα εικόνας, εστιακή απόσταση, προοπτική, **zoom**, διάφραγμα

στοιχεία του φακού. -

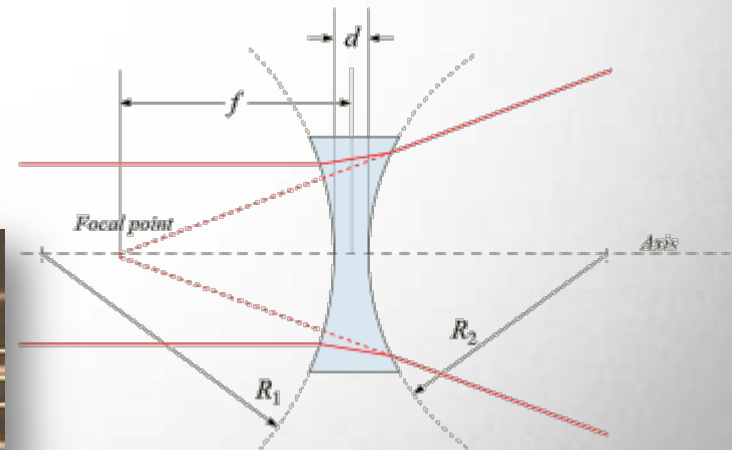
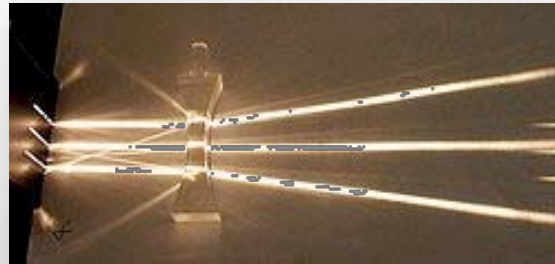
- Κάθε φακός αποτελείται από πολλά “στοιχεία”
 - Στοιχεία είναι οι απλοί επιμέρους φακοί
 - Στόχος η κατεύθυνση του φωτός ώστε να πραγματοποιείται ακριβής απεικόνιση στον αισθητήρα
 - **R&D:** Ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων με τα λιγότερα και χαμηλότερου κόστους στοιχεία



είδη φακών . -

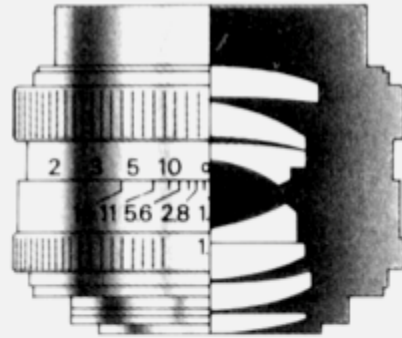


Αμφίκυρτος ή συγκεντρωτικός φακός

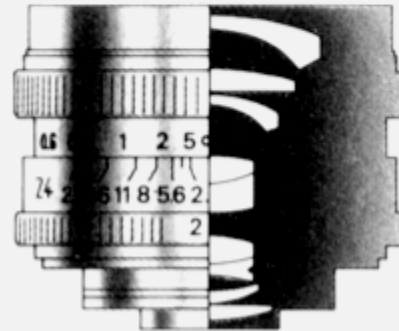


Αμφίκοιλος ή αποκεντρωτικός φακός

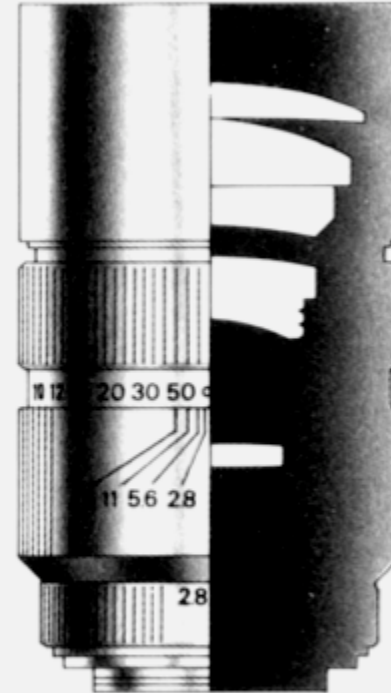
είδη φακών . -



"Κανονικός" φακός
50mm



Ευρυγώνιος φακός



Τηλεφακός (tele)

προβλήματα των φακών . -

- Τυπικές οπτικές παραμορφώσεις
 - θόλωμα (blurring)
 - ελαττωμένη αντίθεση
 - χρωματική απόκλιση (aberration)
 - ακτινικά φθίνουσα φωτεινότητα (vignetting)
 - γεωμετρική παραμόρφωση (distortion)
 - ενυπάρχουν σε διαφορετικό βαθμό σε κάθε φακό

προβλήματα των φακών . -



ελαττωμένη αντίθεση



θόλωμα (blurring)



χρωματική απόκλιση
(aberration)



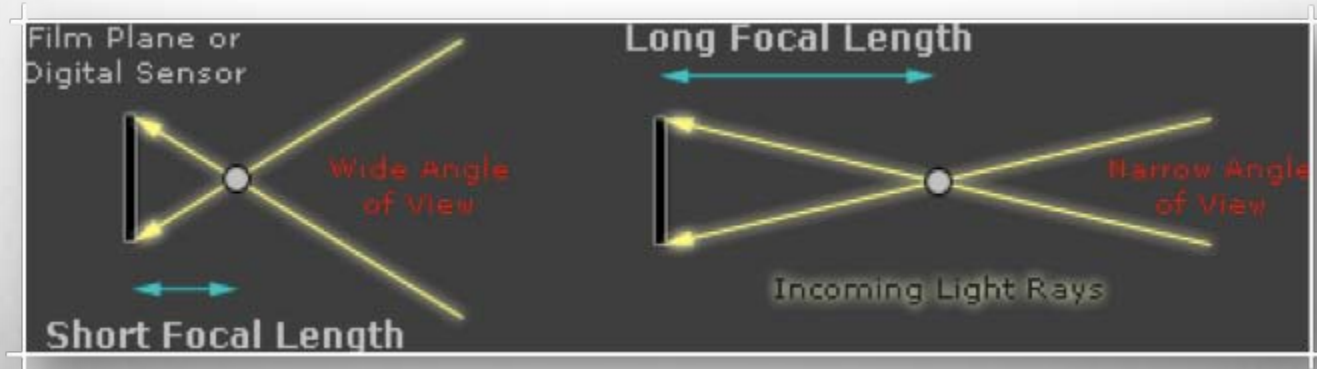
ακτινικά φθίνουσα φωτεινότητα
(vignetting)



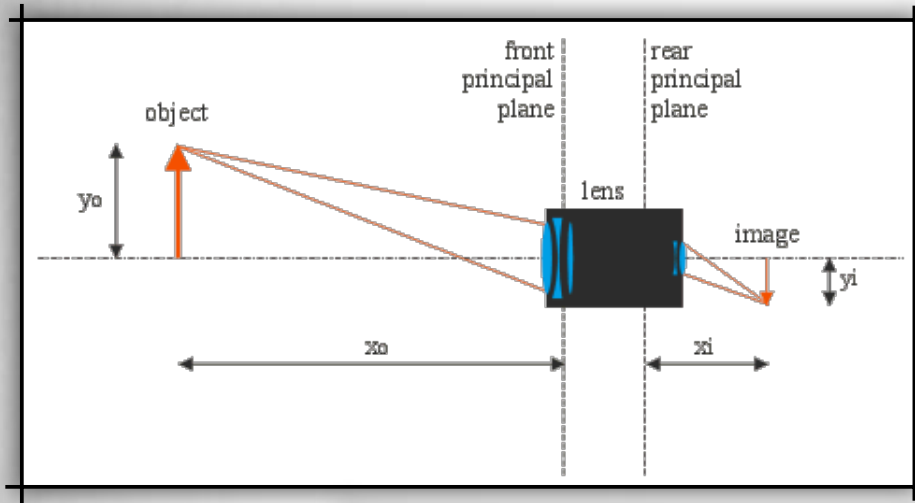
γεωμετρική παραμόρφωση
(distortion)

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. -



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

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

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

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

Προβολή:

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

<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



Κανονική εστιακή απόσταση



Μικρή εστιακή απόσταση
(ευρυγώνιος φακός)

εστιακή απόσταση και φωτογράφιση. -

ε'

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	Πορträίτα
135-300+ mm	Τηλεφακός	Σπορ, άγρια ζώα

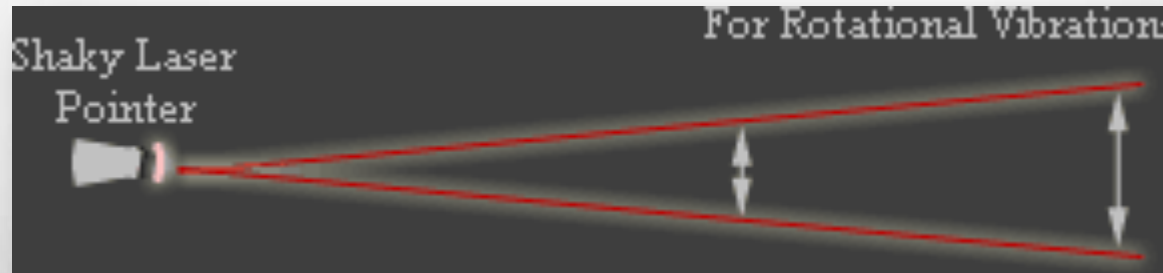
* Για κάμερα ισοδύναμη 35mm

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

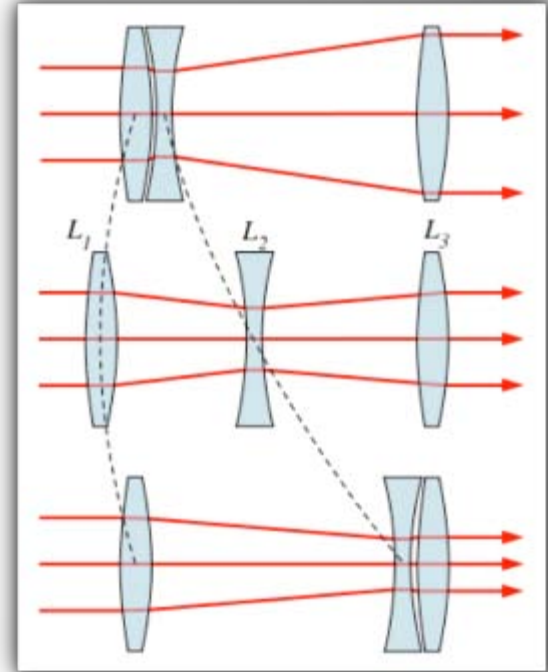


μεγάλη εστιακή απόσταση

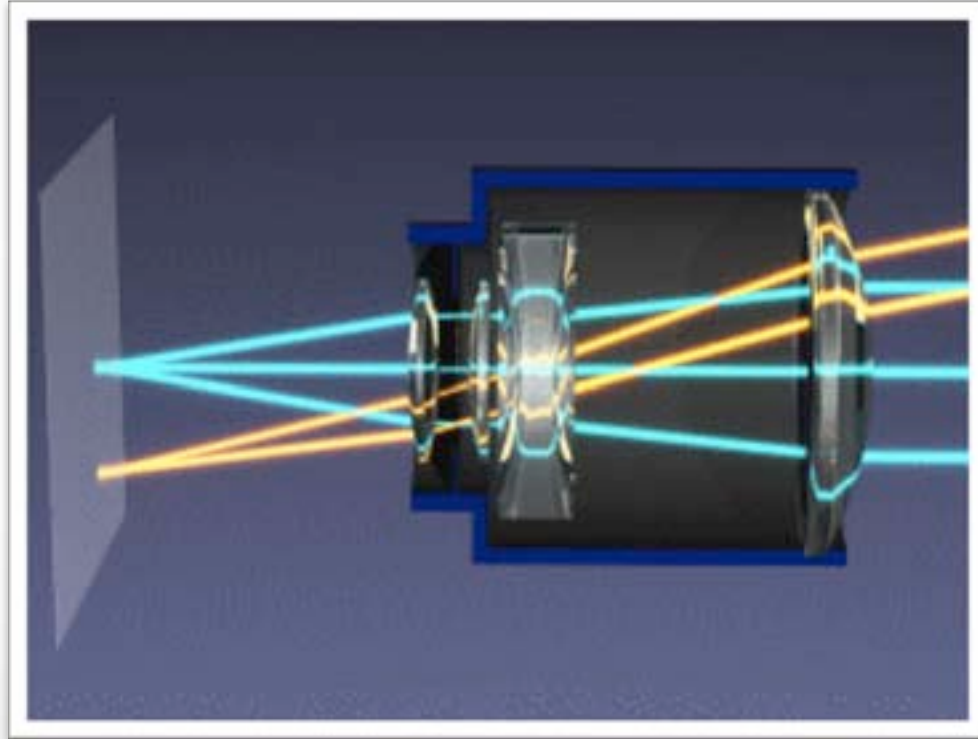


μικρή εστιακή απόσταση

φακοί zoom. -



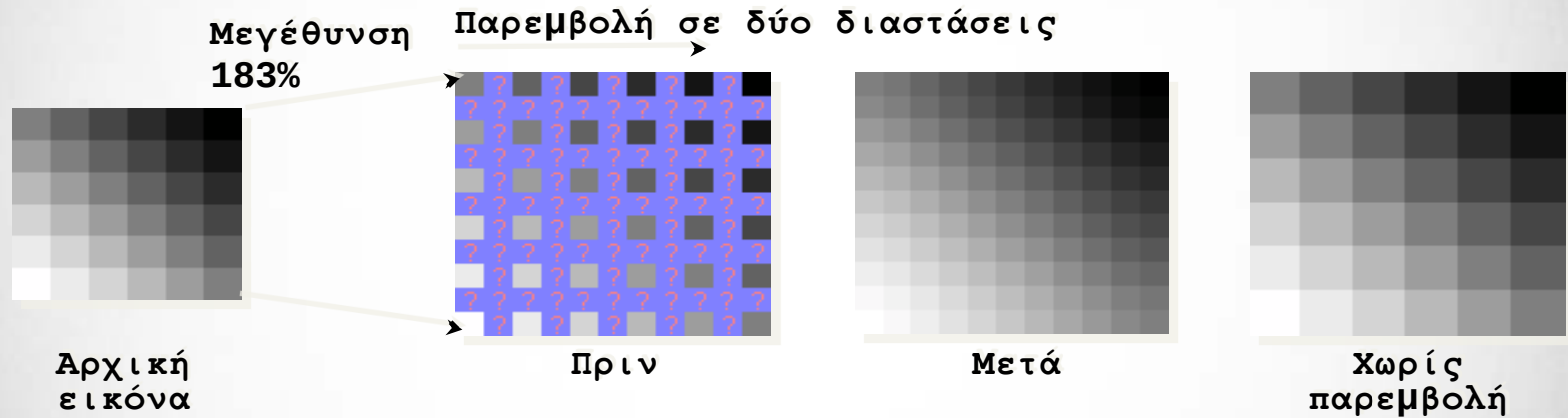
φακοί zoom. -



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

ψηφιακή μεταβολή γεωμετρίας.-

- Ψηφιακή μεγέθυνση (παρεμβολή-interpolation)

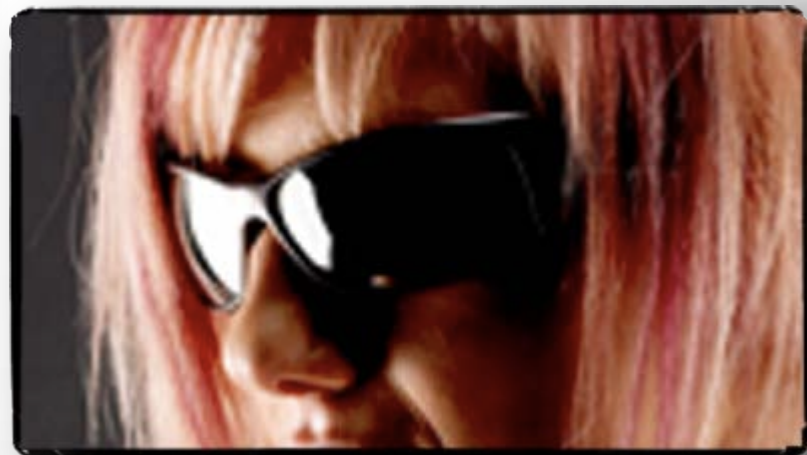


- Ψηφιακή περιστροφή με παρεμβολή





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 (f-number)
 - λόγος εστιακής απόστασης προς τη διάμετρο του διαφράγματος
 - $f/2.8$ ή $1:2.8$

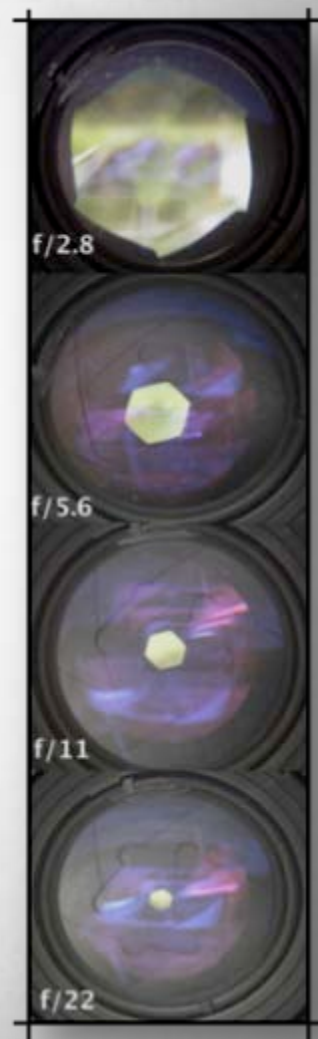
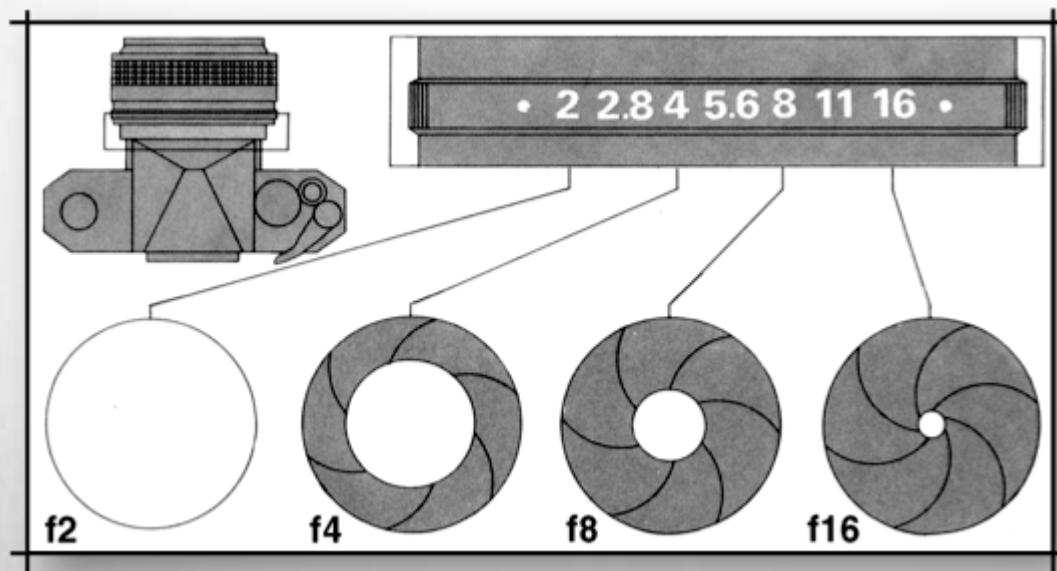


διάφραγμα . -

- 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

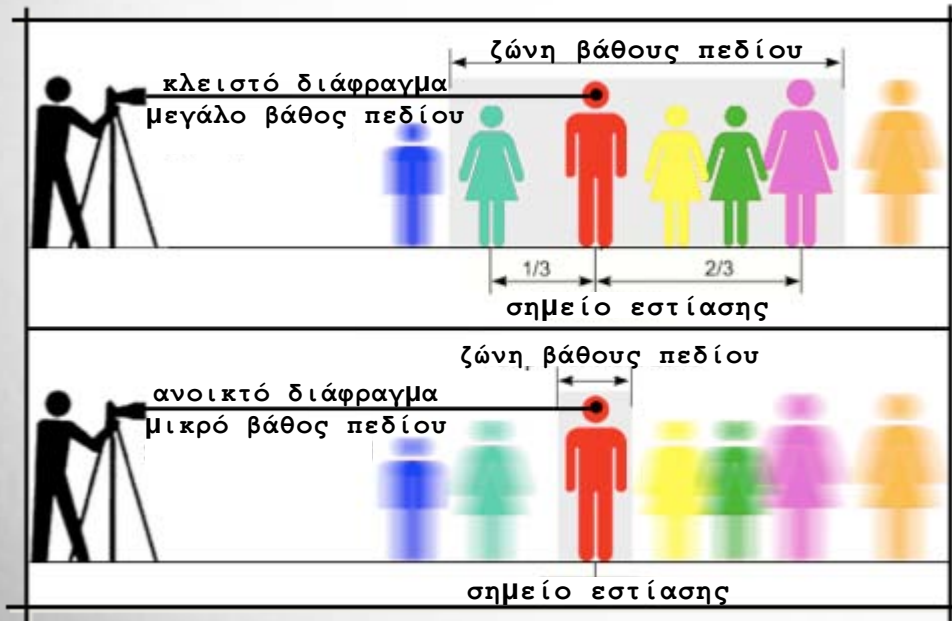


διάφραγμα και βάθος πεδίου.-

Βάθος πεδίου = ζώνη εστίασης

Κλειστό διάφραγμα = μεγάλο βάθος πεδίου

- σταδιακή μεταβολή σε θολή εικόνα



διάφραγμα και βάθος πεδίου.-

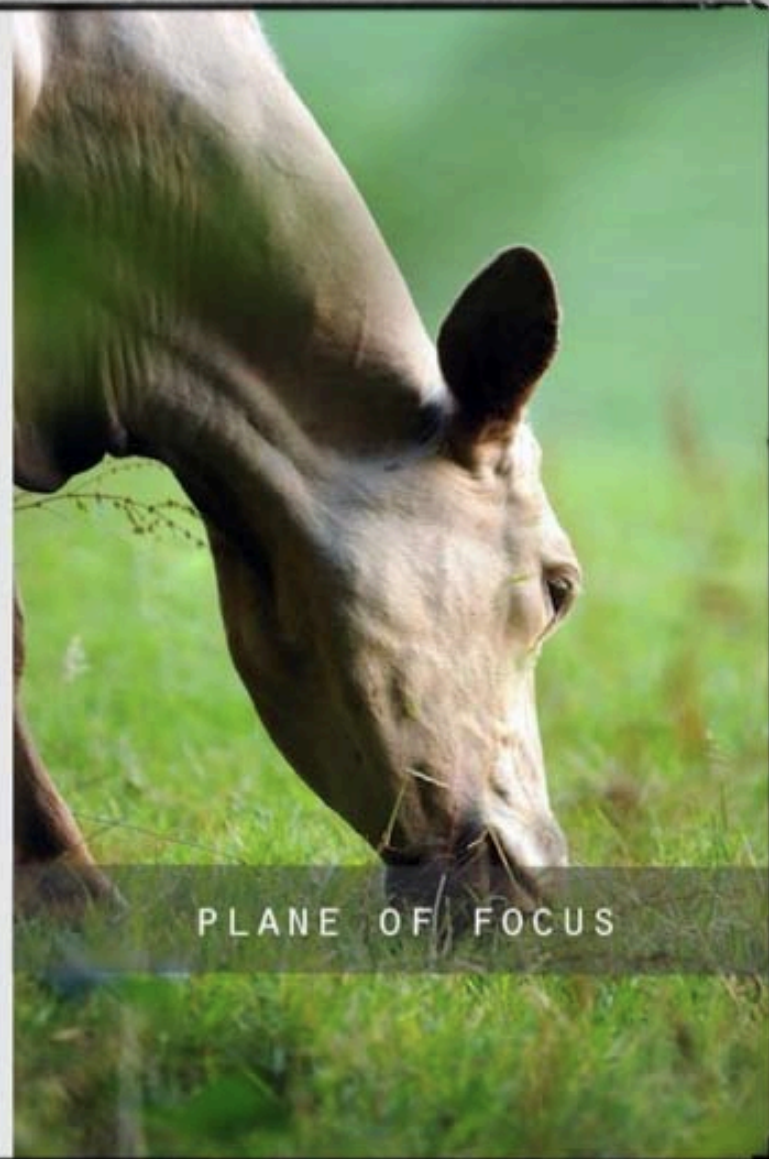


βάθος πεδίου. -

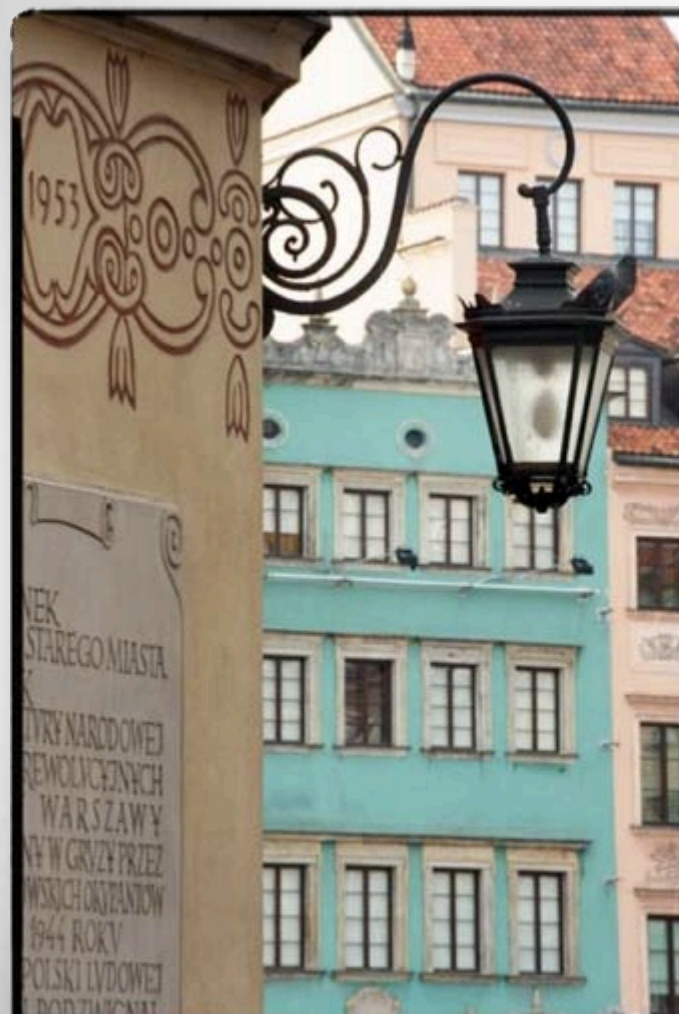
Σ:

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



F 16



F 2.8







Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα

διαφράγμα και ρυθμίσεις.-

Σ!

Επίπτωση επιλογής διαφράγματος

αριθμός - f

Μέγεθος
διαφράγματος

Απαιτούμενη
ταχύτητα
κλείστου

Βάθος πεδίου

Αντίθεση και
χρώμα

μεγαλύτερος

μικρότερο

αργή

ευρύ

εντονότερο

μικρότερος

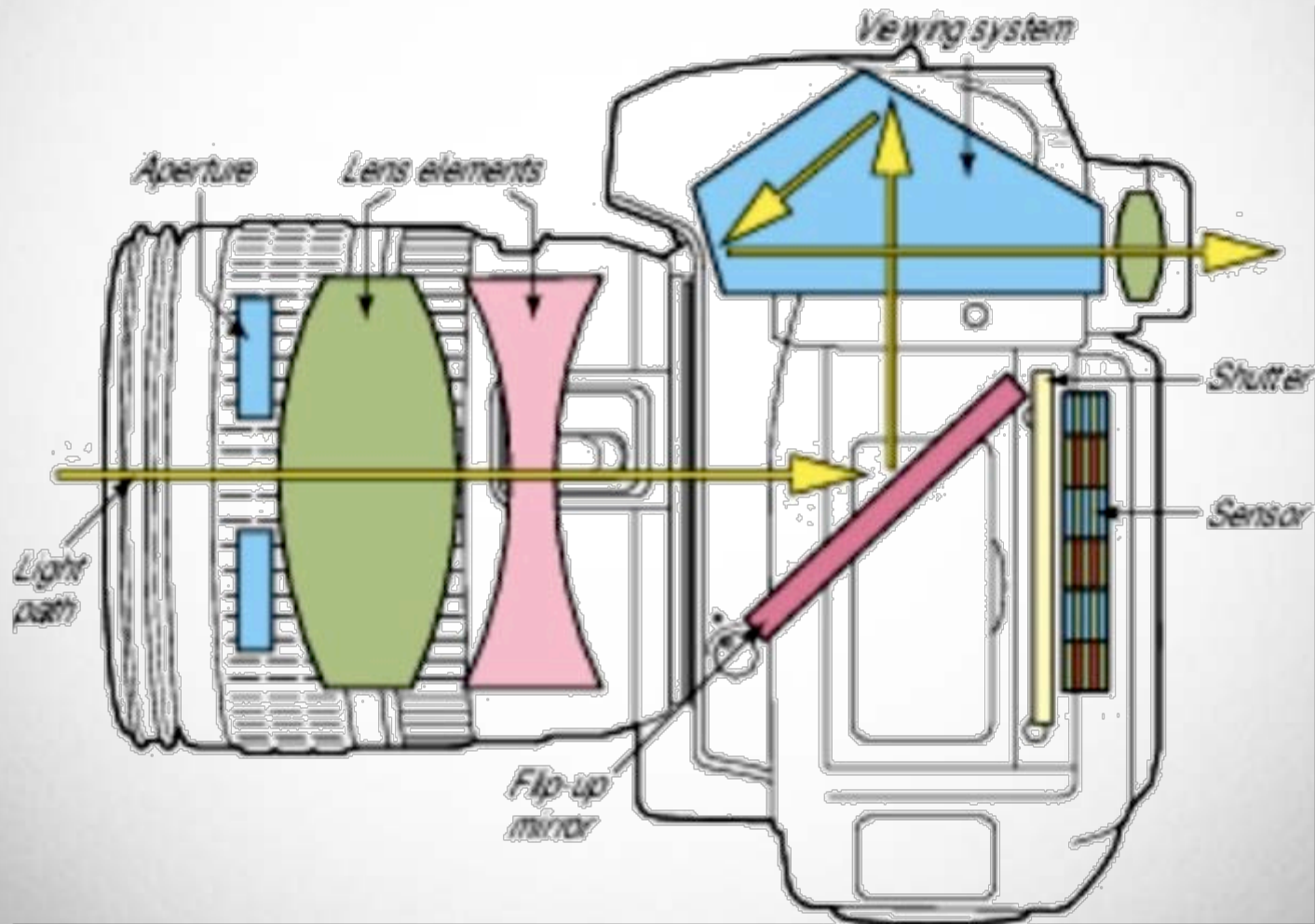
μεγαλύτερο

γρήγορη

στενό

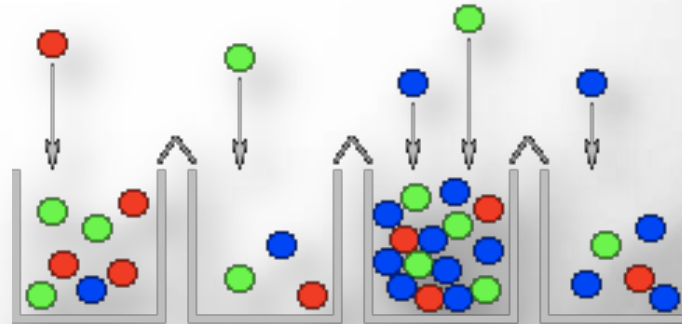
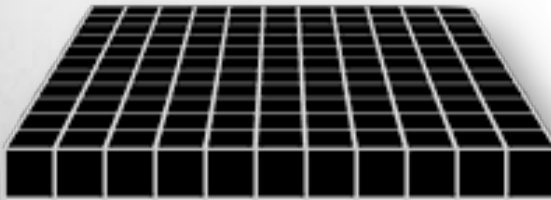
λιγότερο
έντονο

ψηφιακός αισθητήρας, ISO, φωτομέτρηση. -



ο αισθητήρας . -

- Πίνακας από φωτοευαίσθητα εικονοστοιχεία σαν “κοιλότητες” για την υποδοχή φωτονίων
 - Έκθεση => συλλογή φωτονίων
 - Τέλος => εκτίμηση της σχετικής ποσότητας φωτονίων σε κάθε “κοιλότητα” και απόδοση τιμής
 - 0...255 [2^8 ή 8 bpp] για JPEG
 - 0...4096 [2^{12} ή 12 bpp] για RAW

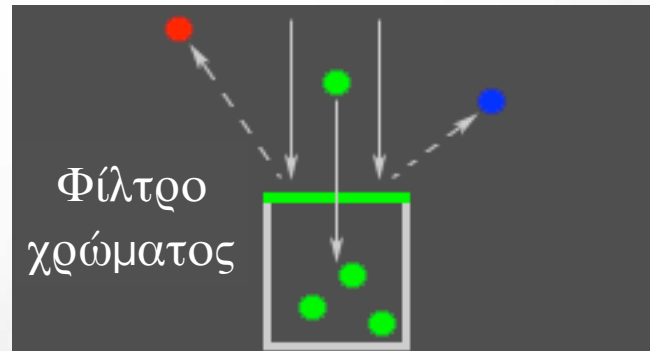
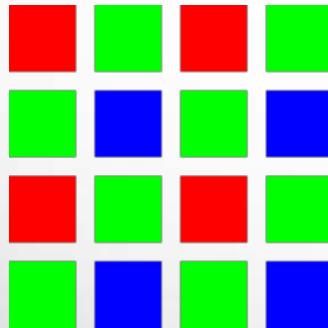


ο αισθητήρας . -

- Οι κοιλότητες **δεν αναγνωρίζουν χρώμα**
 - παράγουν εικόνες γκριζών τόνων
- Κάθε κοιλότητα **καλύπτεται από ειδικό φίλτρο** που επιτρέπει τη διέλευση ενός μόνο χρώματος
 - κάθε κοιλότητα συλλαμβάνει ένα από τα τρία βασικά χρώματα απορρίπτοντας τα **2/3** του εισερχόμενου φωτός
 - για κάθε εικονοστοιχείο (**pixel**), η μηχανή υπολογίζει την ποσότητα από τα άλλα δύο βασικά χρώματα στη γύρω περιοχή

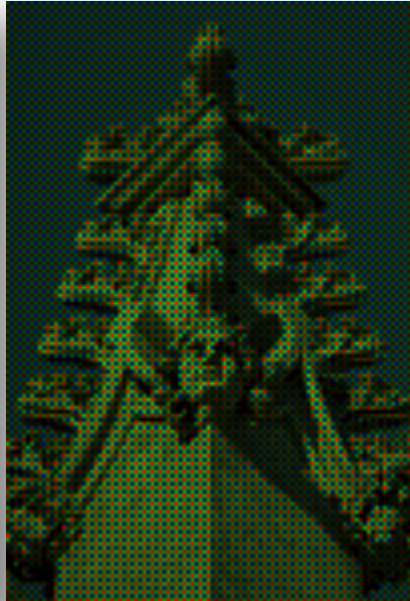
ο αισθητήρας και το φίλτρο Bayer.-

- Το πιο κοινό φίλτρο είναι αυτό που ονομάζεται **φίλτρο ή διάταξη Bayer**
 - αποτελείται από εναλλασσόμενες σειρές κόκκινων-πράσινων και πράσινων-μπλε φίλτρων
 - αποτελείται από διπλάσιο αριθμό πράσινων λόγω μεγαλύτερης ευαισθησίας του ματιού στο πράσινο (ψυχο-οπτική)
 - => λιγότερος θόρυβος στο πράσινο χρωματικό κανάλι



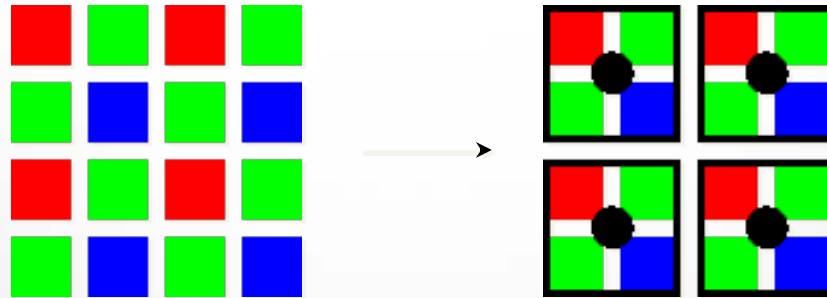
ο αισθητήρας και το φίλτρο Bayer.-

- Δε χρησιμοποιείται σε όλες τις ψηφιακές μηχανές
 - Ο αισθητήρας **Foveon (Sigma)** συλλαμβάνει και τα τρία χρώματα σε κάθε σημείο
 - Μηχανές **Sony** συλλαμβάνουν τέσσερα χρώματα με παρόμοιο μοτίβο (κόκκινο, πράσινο, μπλε και “σμαραγδί”)



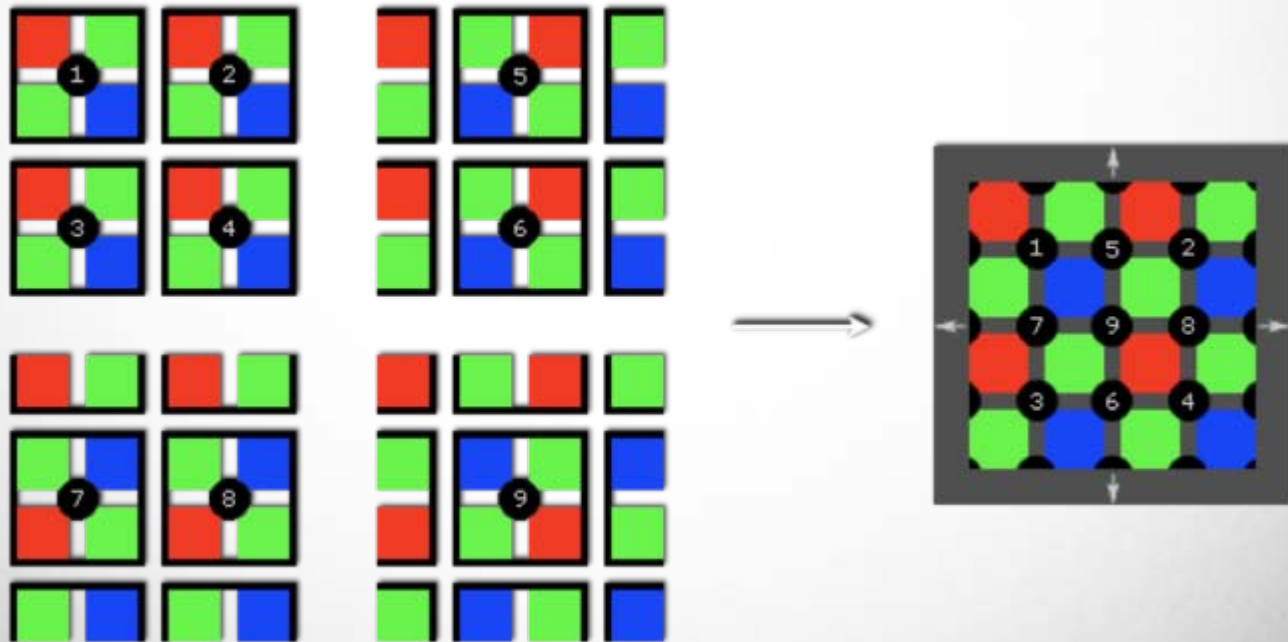
ο αισθητήρας και το φίλτρο Bayer.-

- Αποκωδικοποίηση του μωσαϊκού Bayer
 - Κάθε 2x2 περιοχή “κοιλοτήτων” αποτελεί μία οντότητα
 - => υποδιαίρεση ανάλυσης
 - συνδυασμός γειτονικών περιοχών με επικαλύψεις



ο αισθητήρας και το φίλτρο Bayer.-

- Συνδυασμός περιοχών με επικαλύψεις για συμπλήρωση της χρωματικής πληροφορίας
- Διάφορες μέθοδοι



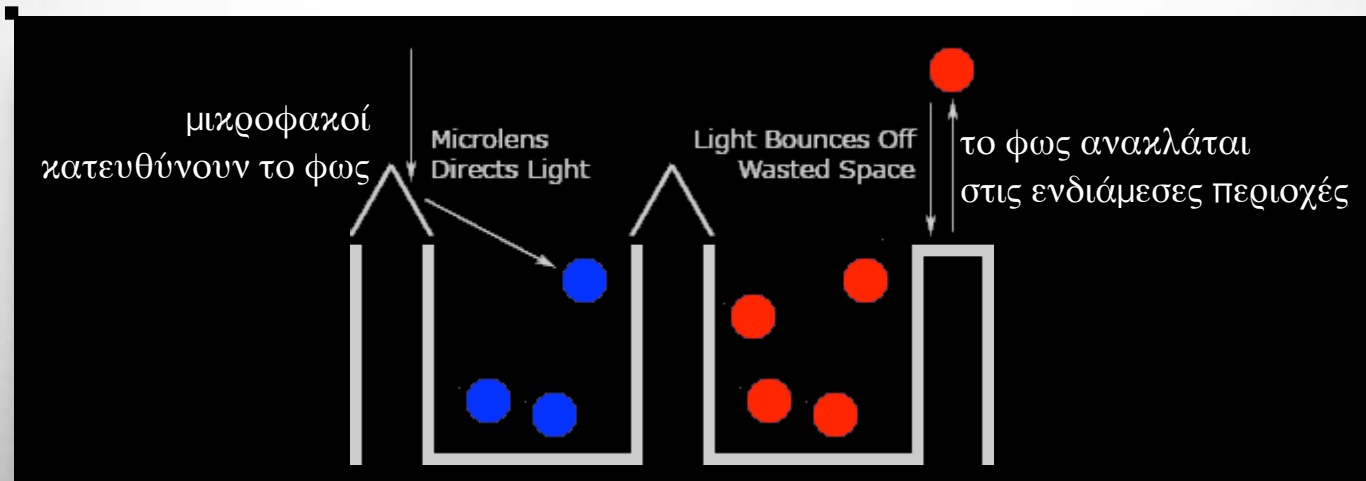
ο αισθητήρας . -

- Προβλήματα κατά την αποκωδικοποίηση
- Μικρές λεπτομέρειες -> μη φυσικό αποτέλεσμα
- Το πιο κοινό πρόβλημα: **moiré**
(επαναλαμβανόμενο μοτίβο, προβλήματα στο χρώμα ή εικονοστοιχεία σε διάταξη)



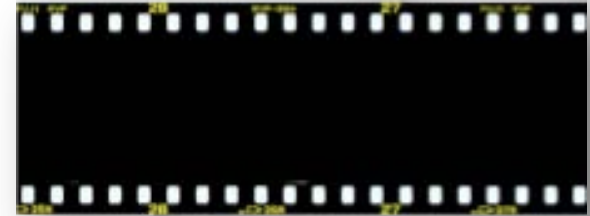
ο αισθητήρας . -

- Διατάξεις **μικρο-φακών**
- Στην πραγματικότητα υπάρχει **διάκενο** μεταξύ των “κοιλοτήτων” του αισθητήρα
- Τοποθετούνται **μικρο-φακοί** για να κατευθύνουν τα φωτόνια



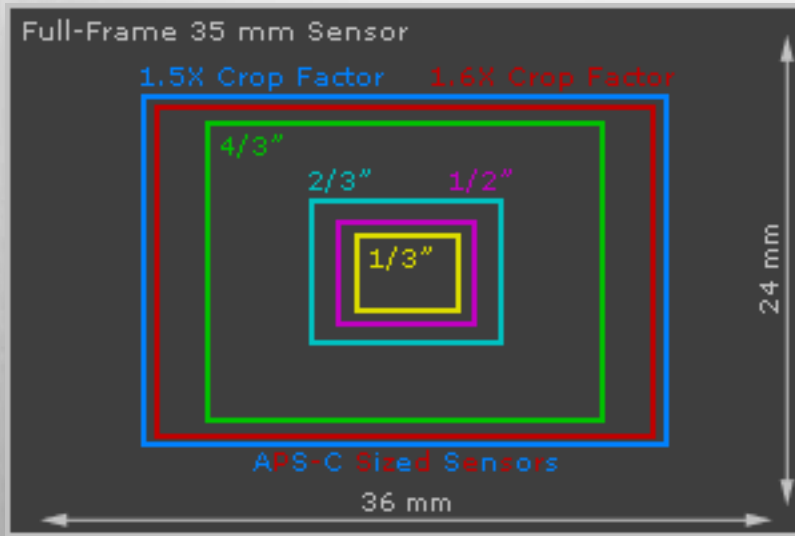
το μέγεθος του αισθητήρα.-

- Πώς επηρεάζει το μέγεθος του αισθητήρα διαφορετικά είδη φωτογράφισης;
- Αναλογία μεγεθών με φωτογραφικές μηχανές φιλμ 35 mm, μεσαίου και μεγάλου format
 - 25 MP --> 100MP --> 500 MP



το μέγεθος του αισθητήρα.-

- Παράγοντας αποκοπής (crop factor)
 - λόγος της διαγωνίου προς την πρότυπη διαγώνιο του αισθητήρα πλήρους πλαισίου (35 mm).

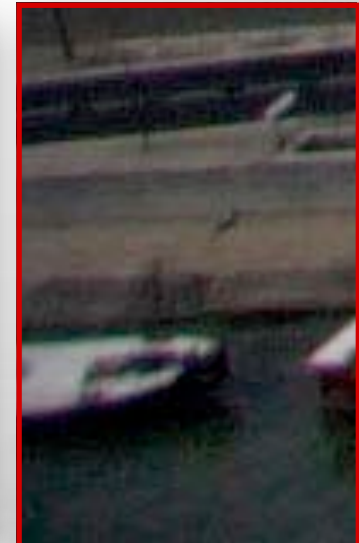
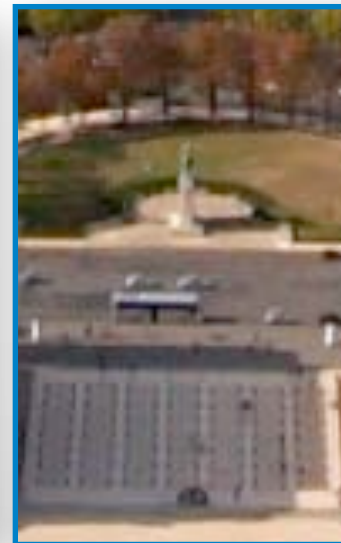


το μέγεθος του αισθητήρα.-

- Πλήρες πλαίσιο (full frame)
 - Nikon D3X (FX), Canon 5D MK II, Sony Alpha A900
- Πλαίσιο 1.3x
 - Canon 1D series
- Πλαίσιο 1.5x
 - Nikon D7000/D3100/D300s/D3000/D40 (DX series)
- Πλαίσιο 1.6x
 - Canon 300D/350D/10D/20D
- Πλαίσια 1/4" - 2/3"
 - Τηλέφωνα και compact

το μέγεθος του αισθητήρα.-

- Η επιλογή περικοπής του πλαισίου βασίζεται
 - Στο κέντρο της εικόνας η καλύτερη εστίαση και ποιότητα (φακοί χαμηλού κόστους)
- Απαιτείται πιο ευρυγώνιος φακός για την κάλυψη του ίδιου θέματος
 - Σε 1.6X -> 50 mm ισοδυναμεί με 80 mm full frame



το μέγεθος του αισθητήρα.-

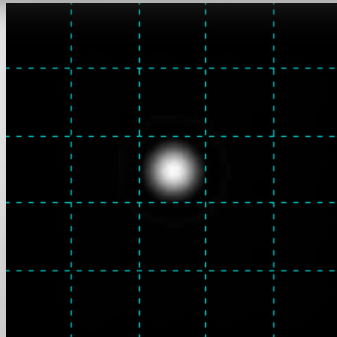
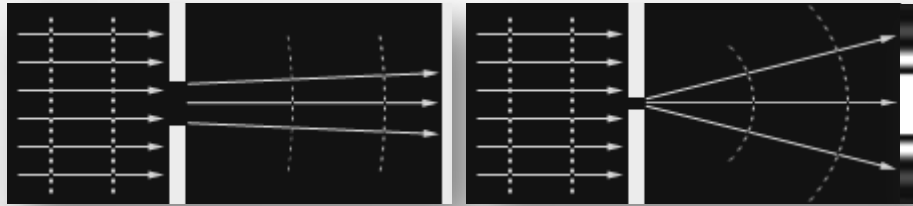
- Μέγεθος αισθητήρα και απαιτήσεις σε φακό
 - Μικρότεροι αισθητήρες χρησιμοποιούν
 - πιο ευρυγώνιους φακούς
 - ελαφρύτερους φακούς
 - μικρότερους φακούς
 - φθηνότερους φακούς

το μέγεθος του αισθητήρα.-

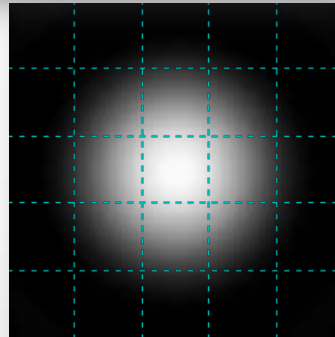
- Μέγεθος του αισθητήρα και **βάθος πεδίου**
 - Για το ίδιο διάφραγμα
 - το βάθος πεδίου **μικραίνει** καθώς **μεγαλώνει** ο αισθητήρας (για το ίδιο θέμα και την ίδια απόσταση)
 - **μεγαλύτεροι** αισθητήρες απαιτούν **μεγαλύτερη** εστιακή απόσταση ή προσέγγιση του θέματος
 - Για το ίδιο βάθος πεδίου και προοπτική, αν σε μηχανή **full frame** με **80 mm** έχουμε **f/1.4**
 - τότε σε μηχανή **1.6X crop factor** με **50 mm** απαιτείται **f/0.9**
 - ρύθμιση που δε διατίθεται σε τυπικούς “ερασιτεχνικούς” φακούς

το μέγεθος του αισθητήρα.-

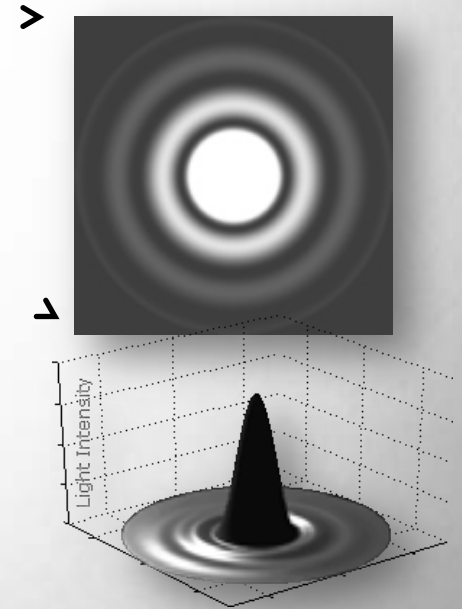
- Η επίδραση της **διάθλασης**
 - Μεγαλύτεροι αισθητήρες **μπορούν να χρησιμοποιούν μικρότερα διαφράγματα** πριν ο “δίσκος διάθλασης” γίνει **μεγαλύτερος** από τον τυπικό “κύκλο σύγχυσης” λόγω **μεγέθυνσης**



f5.6



f22



η επίπτωση της διάθλασης . -

f/8



f/11



f/16



f/22



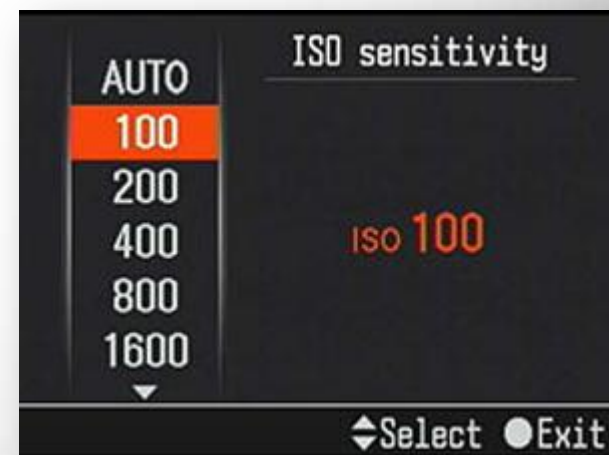
Canon EOS 20D

- ρύθμιση/ταχύτητα/ευαισθησία **ISO**
 - πρότυπο που περιγράφει την ευαισθησία στο φως
 - συνήθως περιγράφονται ως κλίμακα διπλασιασμού
 - **ISO 50, ISO 100, ISO 200, ...**
 - υψηλότερη τιμή => μεγαλύτερη ευαισθησία
 - σε αναλογία με την ταχύτητα του φιλμ **ASA**
 - κλίμακα τιμών προκύπτει με ενίσχυση του σήματος μαζί με το θόρυβο :- (

iso. -

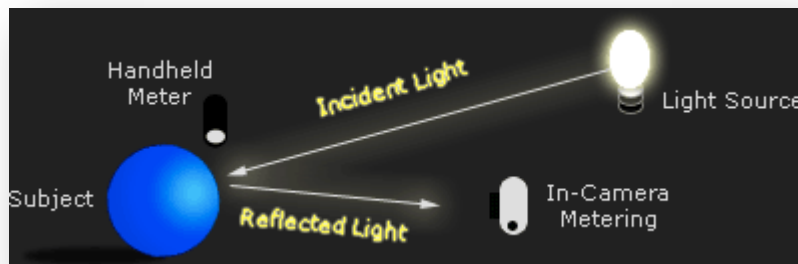


- Καλύτερη **ποιότητα** -> χαμηλότερη ευαισθησία
 - Υψηλότερες τιμές ενισχύουν το θόρυβο και απαιτείται επεξεργασία
- Αλλαγή **ISO μόνο όταν δεν αρκεί** η ρύθμιση ταχύτητας, διαφράγματος
- Προσοχή στη ρύθμιση **"Auto ISO"**
- Υψηλότερες τιμές για
 - παρουσίαση σε οθόνη
 - μικρού μεγέθους εκτυπώσεις



φωτομέτρηση και έκθεση.-

- Όλα τα συστήματα φωτομέτρησης μέσα στη μηχανή έχουν ένα θεμελιώδες πρόβλημα
 - μετρούν ανακλώμενο φως



- Η φωτομέτρηση τυποποιείται βάσει της φωτεινότητας ανακλώμενου φωτός που εμφανίζεται ως **μέσο γκρι χρώμα (18% γκρι)**



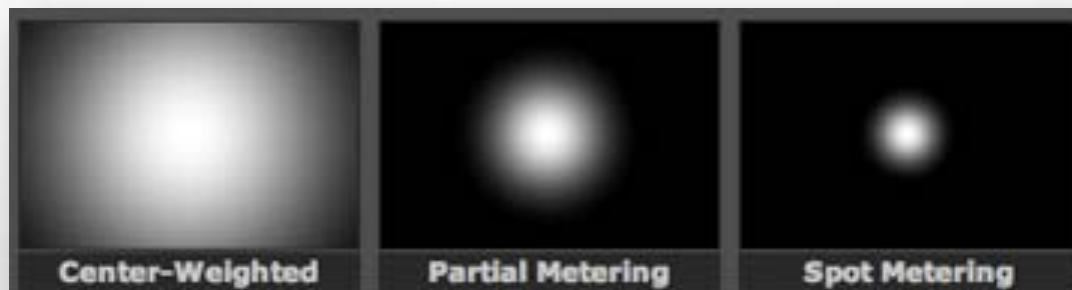
φωτομέτρηση και έκθεση.-

- Η φωτομέτρηση
 - πετυχαίνει όταν υπάρχουν διαβαθμίσεις φωτεινότητας σε όλη την γκάμα (μεγάλη διασπορά στο ιστόγραμμα)
 - δεν πετυχαίνει όταν υπάρχει συγκεντρωμένο ιστόγραμμα



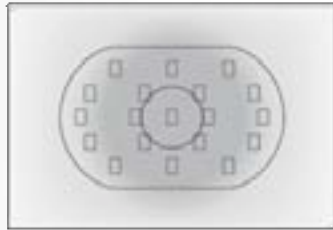
φωτομέτρηση και έκθεση.-

- Μέθοδοι φωτομέτρησης
 - Center-weighted (κεντροβαρής)
 - Partial metering (μερική)
 - Spot metering (σημείου)
 - Σύνθετες: Evaluative, zone, matrix
 - Περιοχές, σχετική θέση, φωτεινότητα, χρώμα, εστίαση

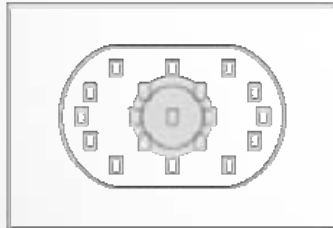


φωτομέτρηση και έκθεση.-

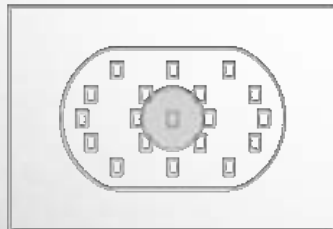
- Συμβολισμοί και λειτουργίες



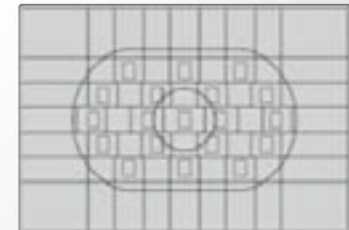
 **Center-weighted Average Metering**



 **Partial Metering**



 **Spot Metering**



 **Evaluative Metering**

φωτομέτρηση και έκθεση.-

- **Κεντροβαρής** φωτομέτρηση (**center-weighted**)
 - Κάποτε «το σύνηθες» λόγω καλής απόδοσης σε τοπία με φωτεινό ουρανό
 - Αντικαθίσταται από τις πιο σύγχρονες μεθόδους (**evaluative, matrix**)
 - τα αποτελέσματα είναι προβλεπόμενα σε σχέση με τις νεότερες μεθόδους



φωτομέτρηση και έκθεση.-

- Μέτρηση **μερική (partial)** και **σημείου (spot)**
 - Μεγαλύτερος έλεγχος στην έκθεση
 - όταν υπάρχει **μικρό αντικείμενο** ενδιαφέροντος στη σκηνή που πρέπει να αποτυπωθεί ορθά
 - όταν υπάρχει **σημείο** που παρέχει το “**μεσαίο**” γκρι

 **Partial Metering**

 **Spot Metering**

φωτομέτρηση και έκθεση.-

- **Μερική** φωτομέτρηση (partial)
 - πορτραίτο με ύπαρξη οπίσθιου φωτισμού
 - πιθανώς λανθασμένη ισορροπία λευκού
- Φωτομέτρηση **σημείου** (spot)
 - πολύ μικρή περιοχή εκτίμησης
 - σε ειδικές συνθήκες
 - όταν υπάρχει στόχος αναφοράς
 - όταν είναι «στυλ»



 Partial Metering

 Spot Metering

φωτομέτρηση και έκθεση.-

- **Μερική και σημείου**

- καλλιτεχνική φωτογράφιση
- σε συνθήκες ασυνήθιστου φωτισμού



 Partial Metering

 Spot Metering

φωτομέτρηση και έκθεση.-

- Χειροκίνητη διόρθωση έκθεσης
(**exposure compensation - EC**)
 - Σε κάθε μέθοδο φωτομέτρησης - Η μέτρηση εξακολουθεί να λειτουργεί
 - Διόρθωση κατ'εκτίμηση του φωτογράφου (συνήθως 2 θέσεις-**stop**) - κάθε θέση υπο/διπλασιάζει το φως
 - Φωτογράφιση **RAW** σε δύσκολο φωτισμό
 - αρνητική διόρθωση
 - Θετική διόρθωση μπορεί να οδηγήσει σε υπερέκθεση χωρίς δυνατότητα διόρθωσης



η συνολική εικόνα. -

Ε'

	Πορτραίτα	Τοπία	Εσωτερικός χώρος	Χαμηλός φωτισμός
ISO	... 200	... 200	200 ... 800	800 ...
Διάφραγμα	... f/4.5	f/11 ... f/ 32	... f/5.6	f/2.8 ...
Ταχύτητα	1/200 ...	1/200 ...	... 1/90	B ...
Φακός	80 ...	50 ...	28 ... 80	28 ... 300
Αποτελέσματα και προβλήματα	Καθαρή εστίαση Όχι έντονο χρώμα Μικρό βάθος πεδίου	Καθαρή εστίαση Έντονο χρώμα Μεγάλο βάθος πεδίου	Μέτρια εστίαση Θόρυβος Κούνημα Μικρό βάθος πεδίου	Μέτρια εστίαση Θόρυβος Κούνημα Μικρό βάθος πεδίου

συγκεντρωτικά στοιχεία.-

Σ'

	Μικρό	Μεσαίο	Μεγάλο
ISO	Χαμηλή ευαισθησία Φωτογράφιση σε συνθήκες δυνατού φωτός	Τυπική ευαισθησία Φωτογράφιση σε “κανονικές συνθήκες”	Υψηλή ευαισθησία Φωτογράφιση σε συνθήκες αμυδρού φωτός
Διάφραγμα	Σημαντικός περιορισμός φωτός Μεγάλο βάθος πεδίου	Τυπικός περιορισμός φωτός Τυπικό βάθος πεδίου	Μικρός περιορισμός φωτός Μικρό βάθος πεδίου
Ταχύτητα	Μεγάλος χρόνος έκθεσης Δεν αποτυπώνεται κίνηση Πιθανό “κούνημα”	Τυπικός χρόνος έκθεσης Μέτρια αποτύπωση κίνησης	Μικρός χρόνος έκθεσης Αποτύπωση κίνησης Αποφυγή “κουνήματος”
Φακός	Ευρυγώνια φωτογράφιση Μικρή αύξηση αντίθεσης και χρωμάτων Παραμόρφωση γεωμετρίας Μεγαλύτερο βάθος πεδίου	Τυπική φωτογράφιση	Τηλεφωτογράφιση Ελαφρή μείωση αντίθεσης και έντασης χρωμάτων Μικρότερο βάθος πεδίου
Αισθητήρας	Μικρό τμήμα της σκηνής Απαιτείται ευρυγώνιος φακός Κακή ανάλυση/ποιότητα	Έως ολόκληρη σκηνή Καλή ανάλυση/ποιότητα	Μεσαίο/μεγάλο σχήμα Πολύ καλή ανάλυση και ποιότητα

Μέρος του εποπτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της παρούσας διάλεξης προέρχεται από διαδικτυακές πηγές και ενδέχεται να υπόκειται σε περιορισμένα δικαιώματα χρήσης.

Η χρήση του εν λόγω υλικού, στην παρούσα διάλεξη, γίνεται μόνο για λόγους εκπαιδευτικούς.