

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
(ΤΕΙ) ΑΘΗΝΑΣ

ΣΧΟΛΗ : ΓΡΑΦΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ & ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ : ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
(ΕΠΙΦΩΤ)
(Φωτοτυπίες διαφανειών)

Δρ. Α. ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ

Καθ. Φυσικής

ΤΕΙ Αθήνας

ΑΘΗΝΑ 2014

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΕΠΙΦΩΤ)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΟΡΑΣΗ (ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ, ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ, ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ)
2. ΣΤΕΡΕΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΑ, ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΖΕΥΓΗ)
3. ΟΠΤΙΚΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ (ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ, ΔΙΑΠΕΡΑΤΑ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΑ)
4. ΜΑΚΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ – ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΙΑ
5. ΑΣΤΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΟΥΡΑΝΙΟΣ ΘΟΛΟΣ, ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ)
6. ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
7. ΣΤΡΟΒΟΣΚΟΠΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ
8. UV – IR ΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ
9. ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ
10. ΗΛΕΚΤΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗ (ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ KIRLIAN)

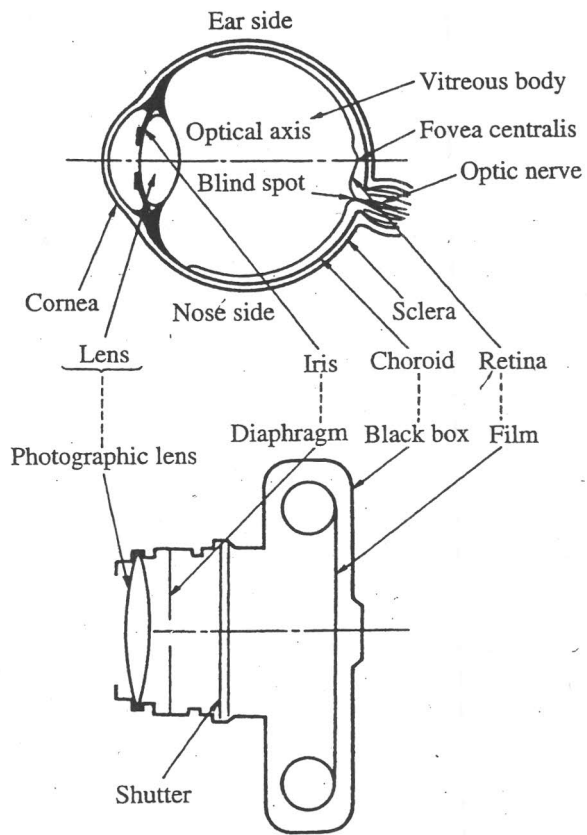
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. CAMERA TECHNOLOGY, Goldberg, Acad. Press, 1992
2. MANUAL OF PRACTICAL HOLOGRAPHY, G. Saxby, 1991
3. HOLOGRAPHY FOR PHOTOGRAPHERS, J. Iovine, 1997
4. THE WORD OF 3-D, J. G. Ferwerda, 1990
5. ASTROPHOTOGRAPHY FOR THE AMATEUR, M. Covington
6. PHOTOGRAPHY THROUGH THE MICROSCOPE, Kodak ed.
7. STEREOSCOPIC PHOTOGRAPHY, Arthur W. Judge, London 1950
8. SCIENTIFIC PHOTOGRAPHY AND APPLIED IMAGING, Sidney F Ray Focal Press, 1999
9. PHOTOGRAPHING IN 3 – D, P. Burder et al. 1992
10. STEREO PHOTOGRAPHY, F. G. Waack, 1985

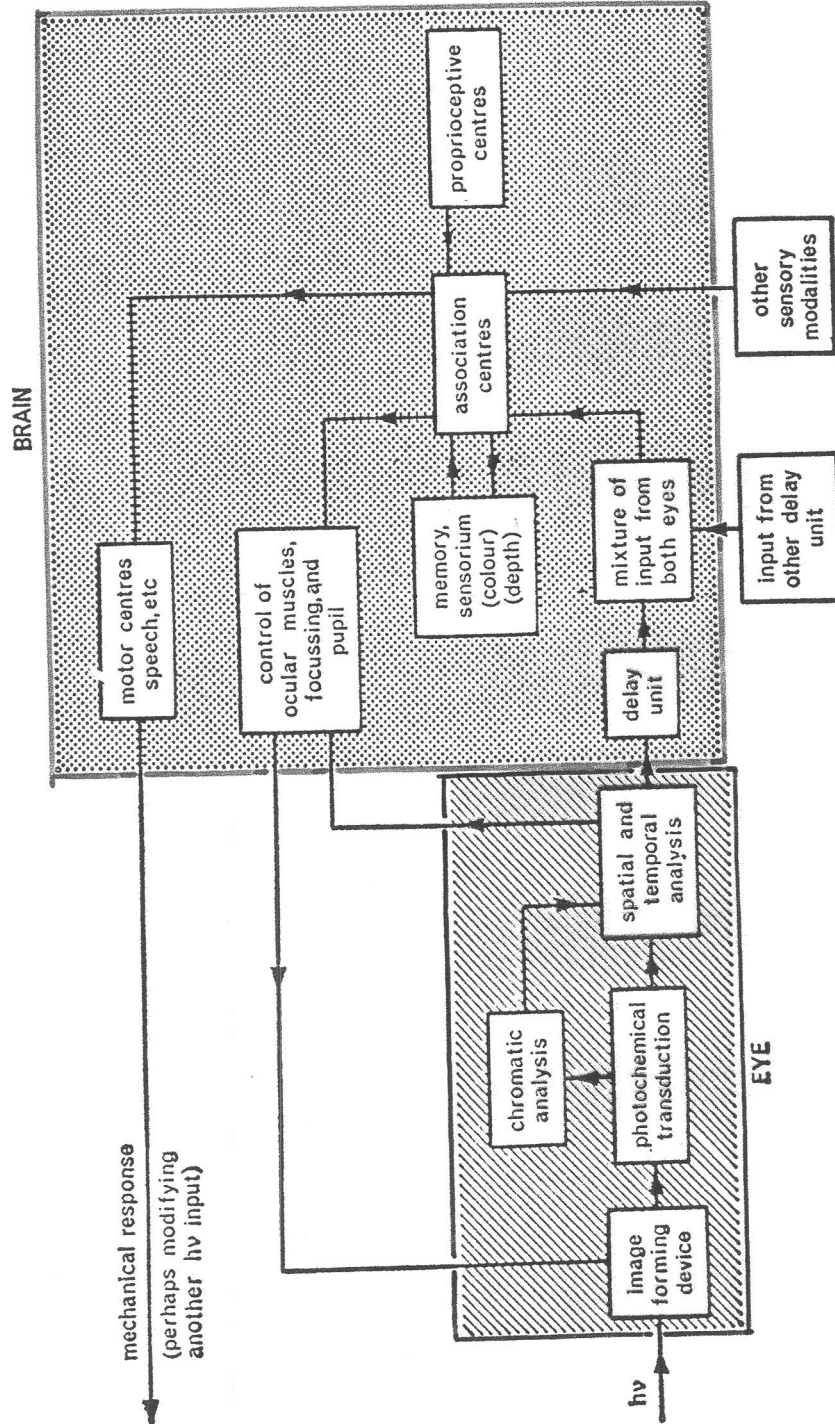
COMPARISON OF THE EYE/BRAIN AND CAMERA/FILM COMBINATIONS

Feature	Average eye/brain combination	Typical camera-film combination
Focal length	17mm or 60 dioptres	2 to 2000mm range
Aperture range	<i>f</i> 2 to <i>f</i> 8	In the range of <i>f</i> 0.5 to <i>f</i> 250
Angle of view	120° for horizontal binocular vision	Standard lens about 50°. Range of 1° to 220° used
Stereoscopic image	Normal condition of vision over range of 0.25 to 500m	Special camera or techniques required
Focusing range	Normal range of 0.25m to ∞	Most lenses have range 1m to ∞ but closer focus is common
Resolving power	Variable over the retina	Almost uniform over the image area. May be very high
Spectral sensitivity	Non uniform over visible spectrum 400 to 700nm	Reasonably uniform over a selected wavelength range. Ultra-violet and infra-red sensitivity is possible
Light sensitivity	Very high after dark adaptation occurs. No accumulative effect with time	Great range of film speeds possible. Light has an accumulative effect on film, i.e. 'integrates'
Colour recording	Normal condition by cone vision	Colour materials or elaborate optical arrangements to analyse image are needed
Aberrations	Adequately corrected for use	Correction of even simple aberrations is costly and complicated in lens design
Access time to image	Short, less than 0.1 sec.	Processing of sensitised material required. Video recording gives good access time
Permanence of image or record	Transient or stored in unreliable memory	Can be of archival quality and information is not lost with age
Environmental problems	Recording limited to human endurance	Few restrictions on conditions of use if correctly designed
Size	Human dimensions	Large range of sizes of cameras
Useful life	Long, but properties deteriorate with age	Shelf life of materials
Power source	Eye can fatigue rapidly under some conditions	Usual restrictions and limitations of battery power
Type of detector system	Detects light intensities, i.e. amplitude information	Detects light intensities but holography gives phase information also

Camera	Eye
Black box	Sclera and choroid
Lens	Cornea and lens
Shutter	Eyelid
Diaphragm	Iris
Film	Retina

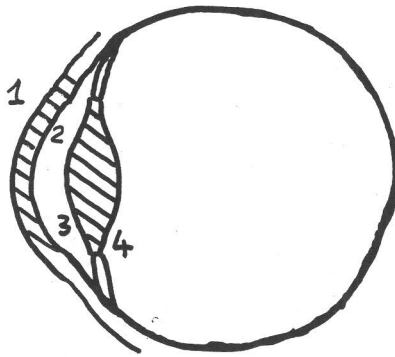


Structure of eye and camera



A block diagram illustrating some of the faculties of the eye and visual functions of the brain.

ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΣ



ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗΣ $\rightarrow R_1 = 7.7 \text{ mm}$
 $\rightarrow R_2 = 6.8 \text{ mm}$

$n \approx 1.38$

ΥΔΑΤΟΕΙΔΕΣ ΥΓΡΟ

$n \approx 1.34$

ΚΡΥΣΤΑΛΟΕΙΔΗΣ $\rightarrow R_3 \approx 10 \text{ mm}$
 $\rightarrow R_4 \approx -6 \text{ mm}$

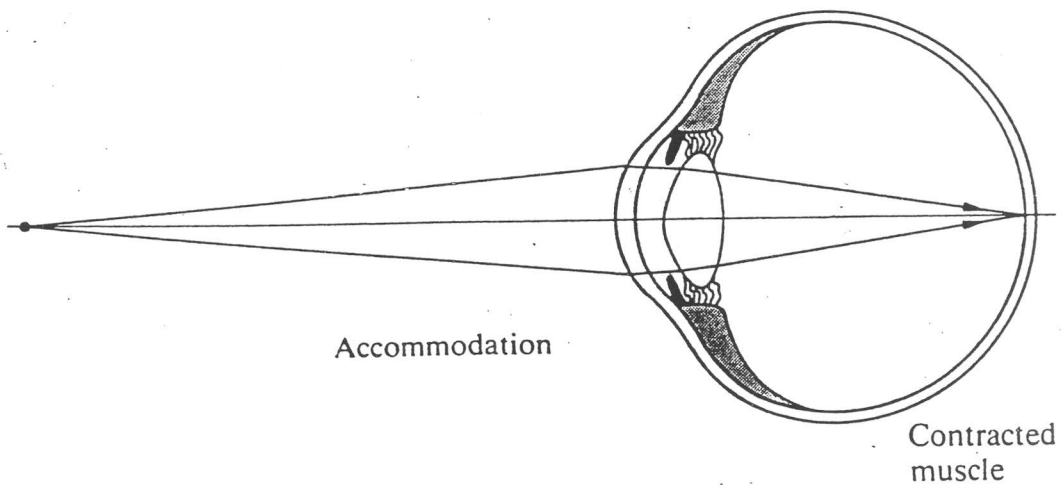
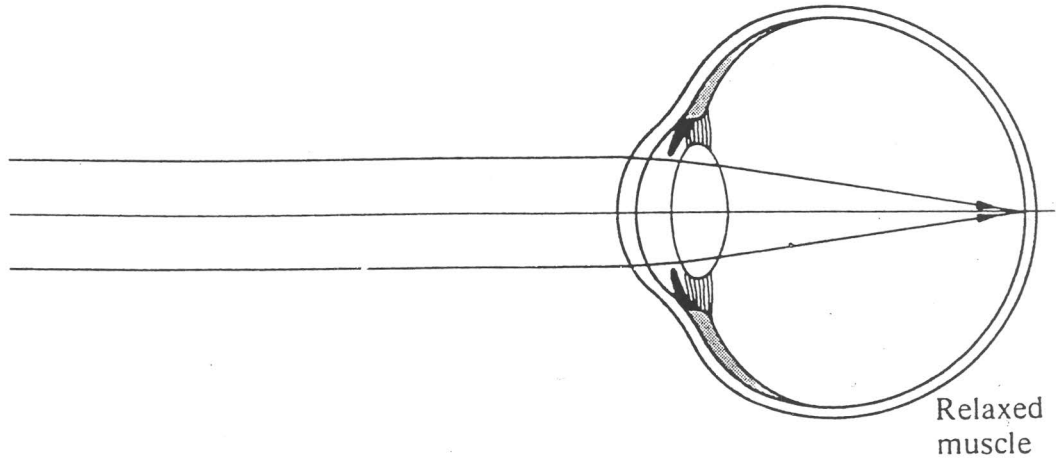
$n \approx 1.45$

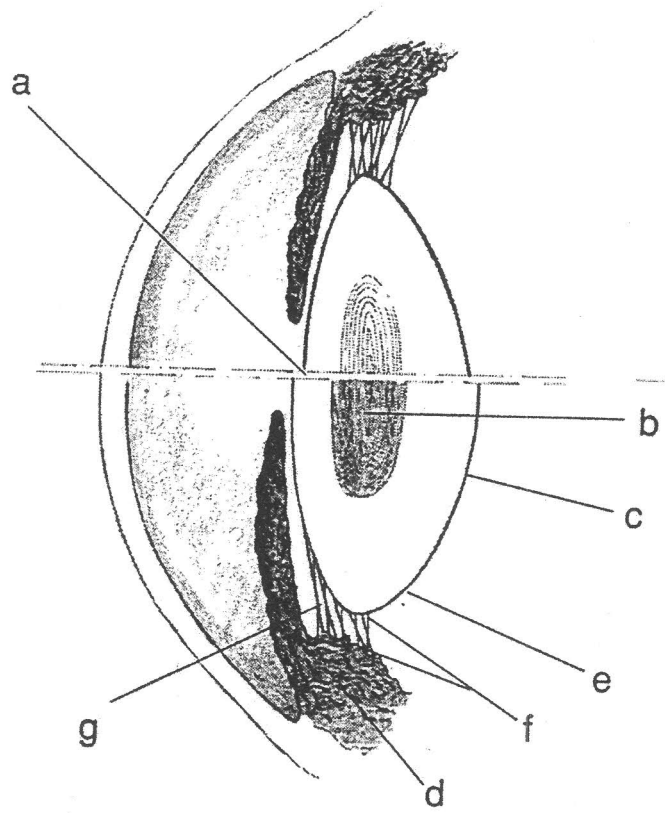
ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΗΣ \rightarrow FRONT SURFACE = $\frac{1.38 - 1.00}{+0.0077} \approx 49.4 \text{ D}$

BACK SURFACE = $\frac{1.34 - 1.38}{+0.0068} \approx -5.9 \text{ D}$

ΚΡΥΣΤΑΛΟΕΙΔΗΣ \rightarrow FRONT SURFACE = $\frac{1.45 - 1.34}{+0.01} \approx +11.0 \text{ D}$

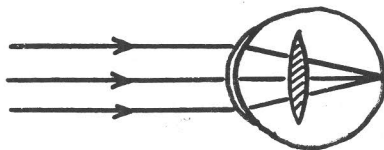
BACK SURFACE = $\frac{1.34 - 1.45}{-0.006} \approx +18.3 \text{ D}$





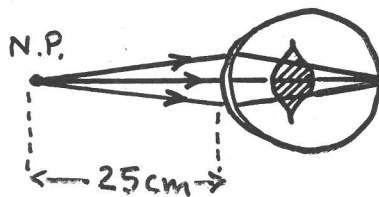
NORMAL EYE

OBJECT AT INFINITY



NO ACCOMMODATION

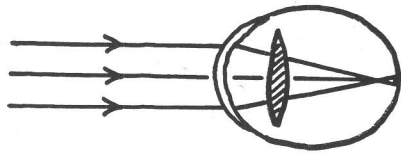
OBJECT AT NEAR POINT



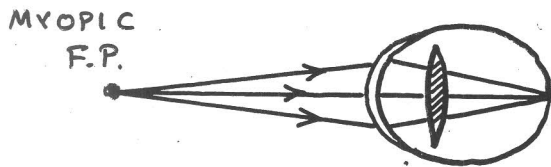
FULL ACCOMMODATION

MYOPIC EYE

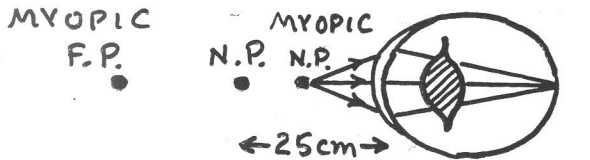
UNAIDED



NO ACCOMMODATION

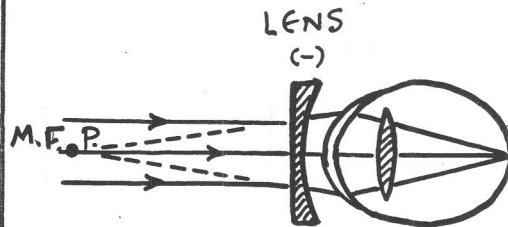


NO ACCOMMODATION



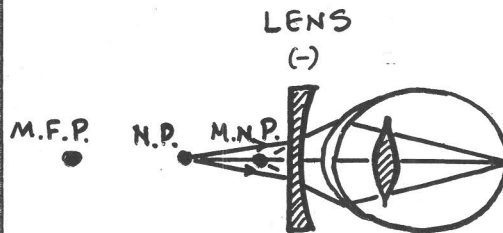
FULL ACCOMMODATION

CORRECTED



NO ACCOMMODATION

Το ∞ και το M.F.P. ΣΥΖΥΓΗ ΣΗΜΕΙΑ

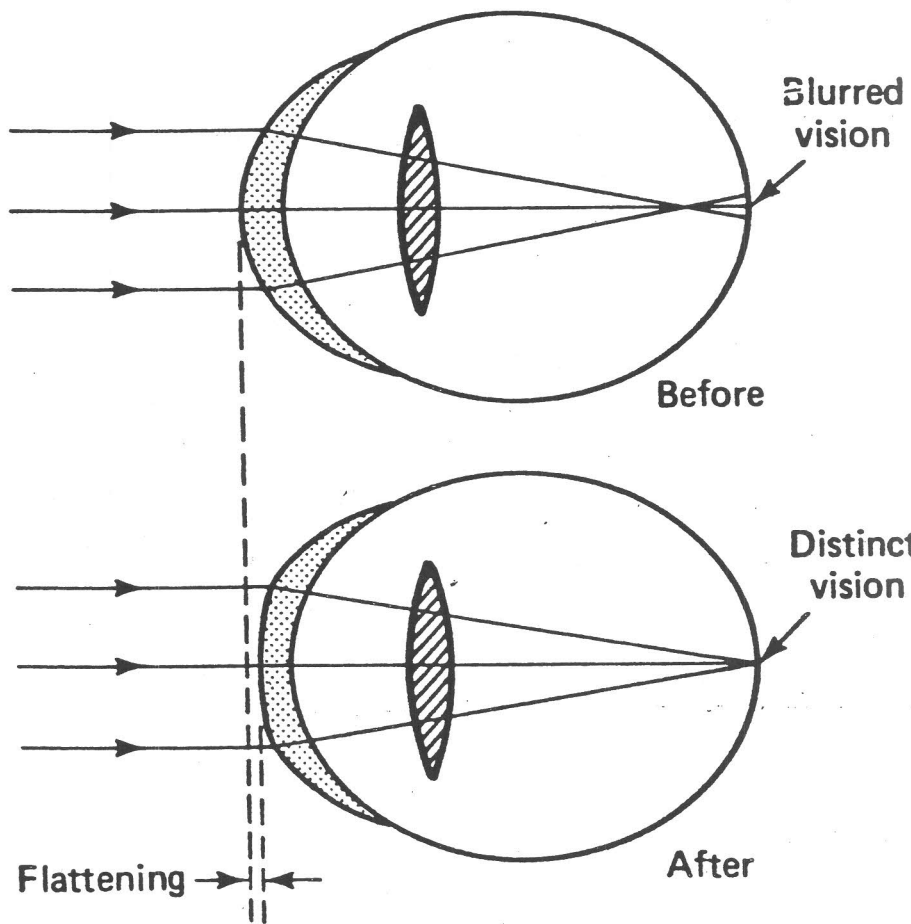


PARTIAL ACCOMMODATION

Τα N.P. και M.N.P. ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ
ΣΥΖΥΓΗ ΣΗΜΕΙΑ

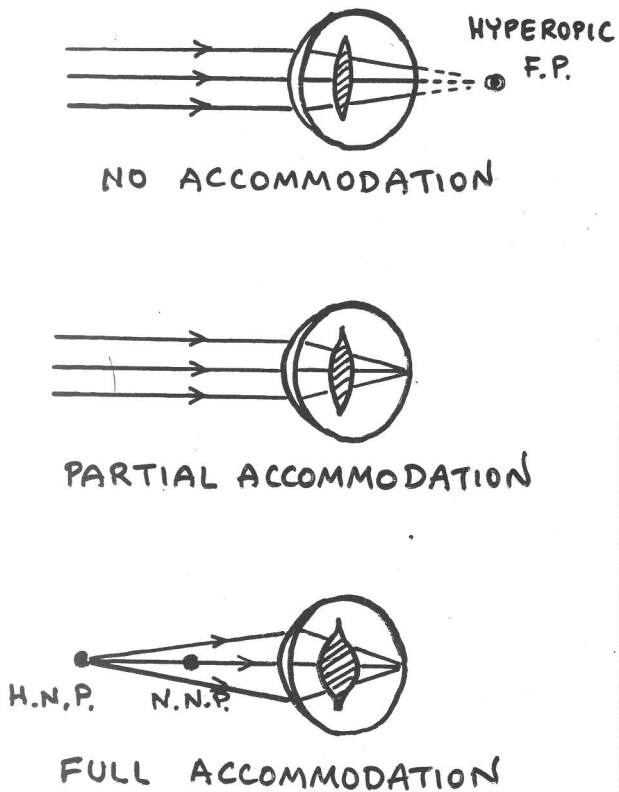
[το είδωλο αριστερά του M.N.P.]

Myopic eye

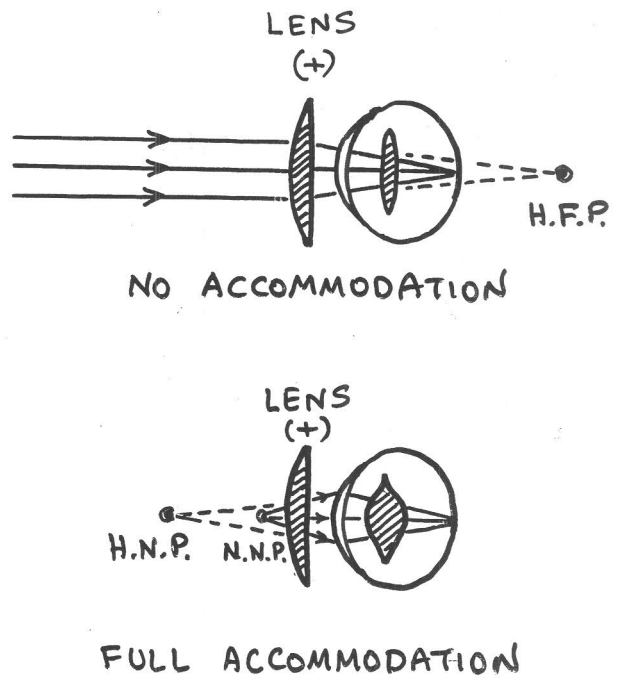


HYPEROPIC EYE

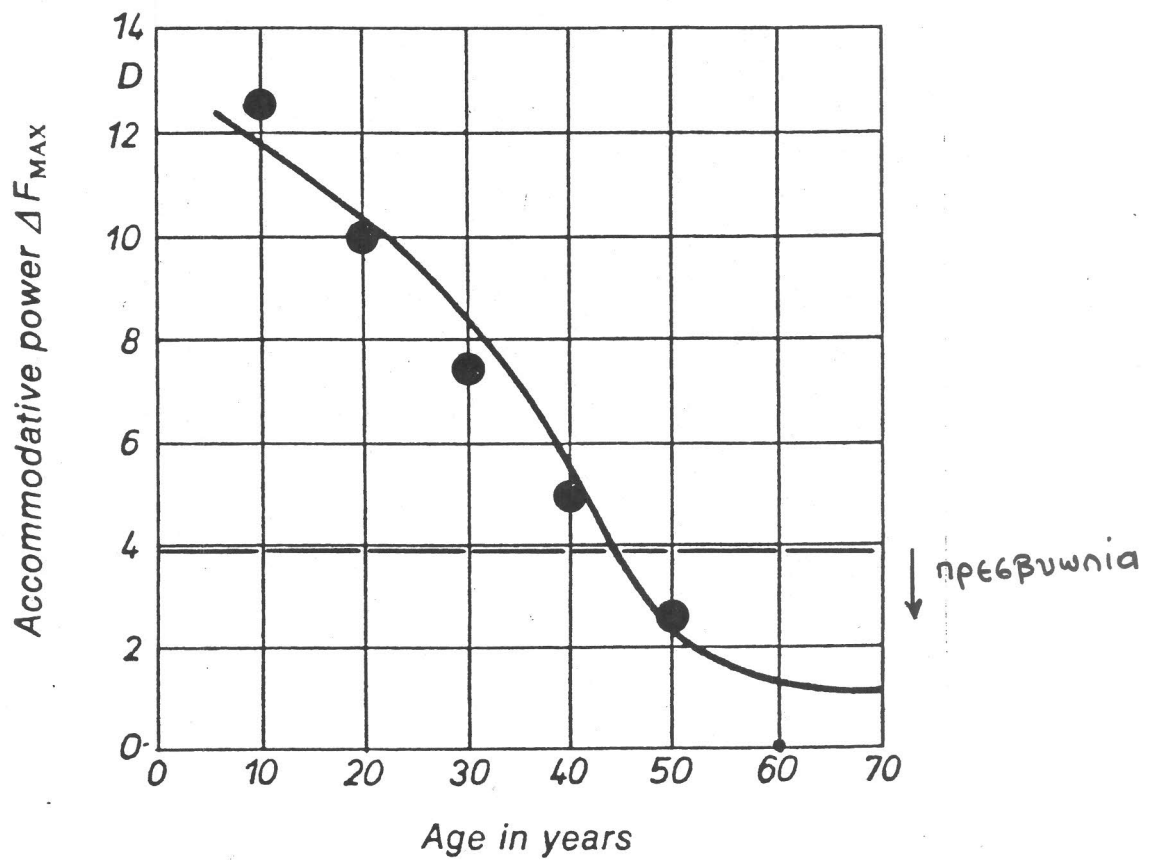
UNAIDED



CORRECTED

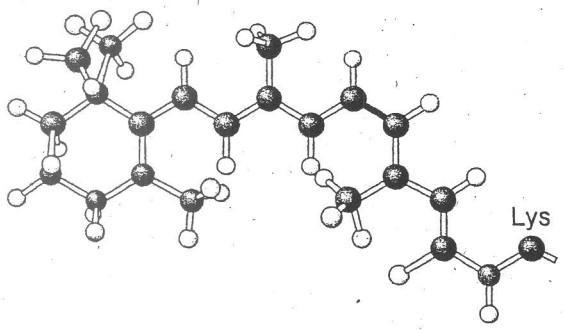
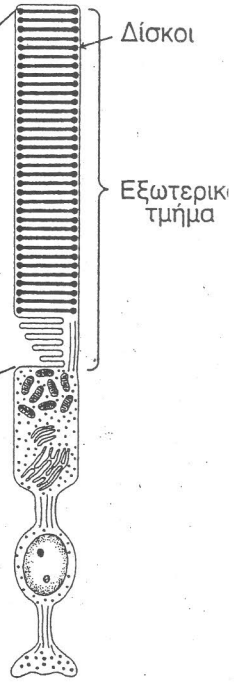
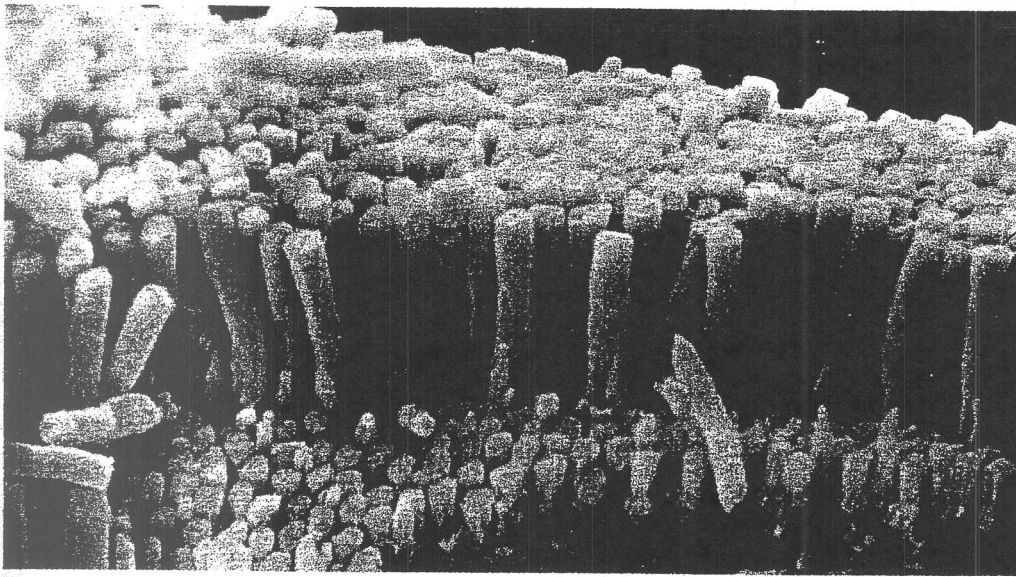


H.N.P. \equiv Hyperopic Near Point
 N.N.P. \equiv Normal Near Point
 H.F.P. \equiv Hyperopic Far Point



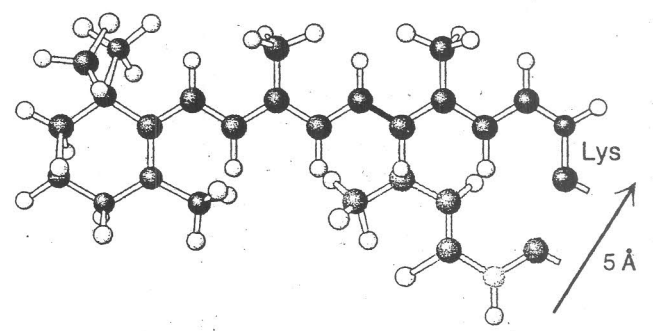
accommodation \sim προσαρμογή.

<p>ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΗ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ (Dpt)</p>	$= 15 - \frac{\text{Ηλικία (years)}}{4}$
---	--

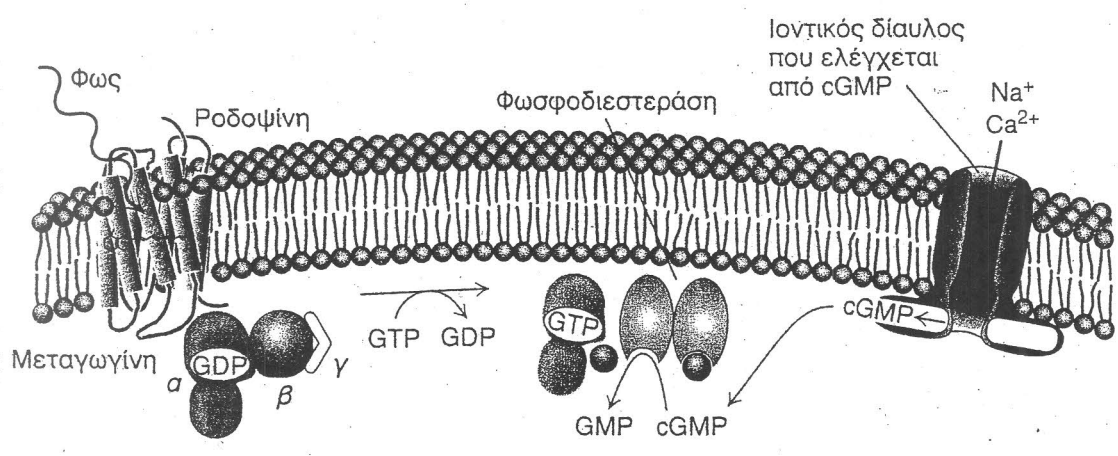


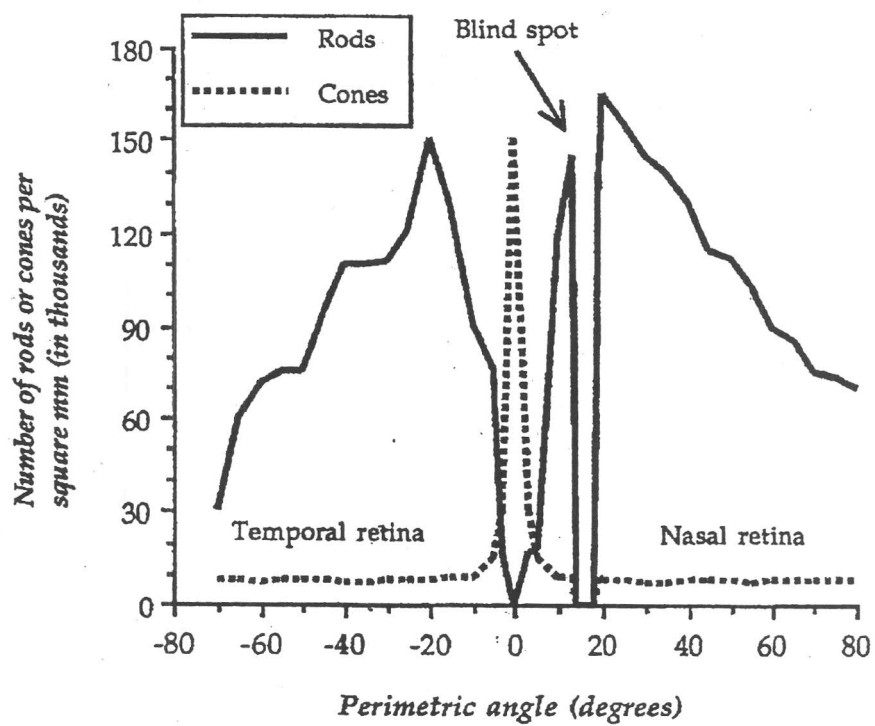
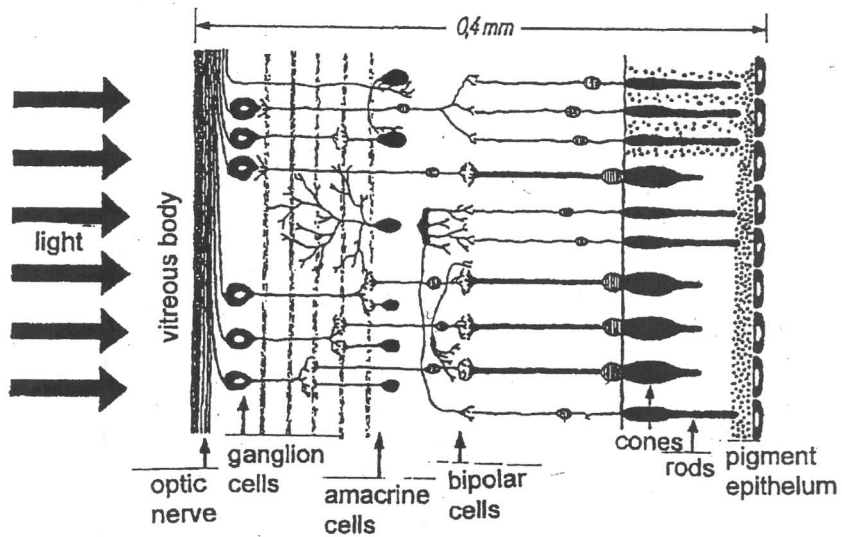
11-*cis*-ρετινάλη

Φως

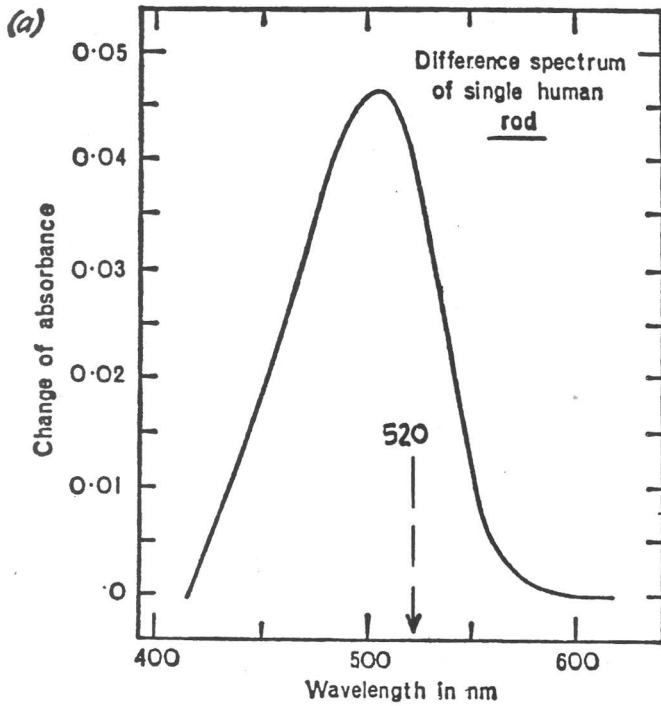


Όλο-*trans*-ρετινάλη





Distribution of rods and cones within the retina.



ΡΑΒΔΙΑ

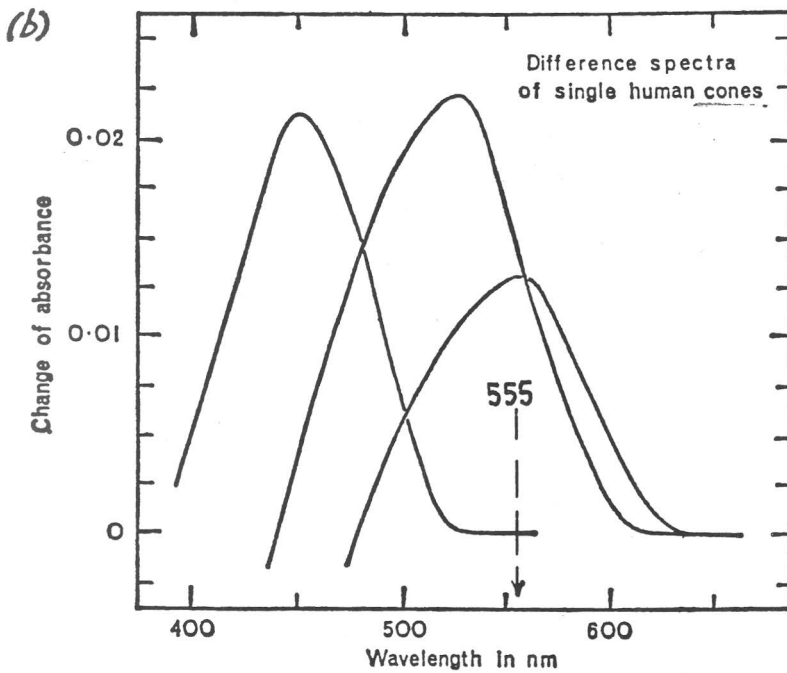
πλήθος : 1.2×10^8

Ελάχιστη

ένταση

ερεθισμού : 0.05 cd/m^2

λευκόφως



ΚΟΝΙΑ

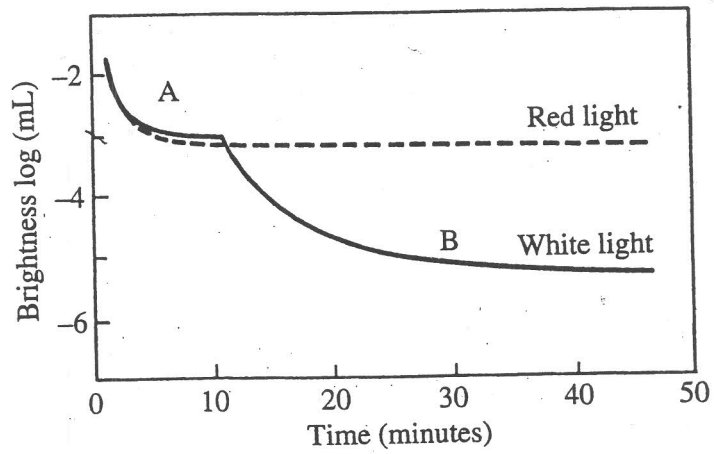
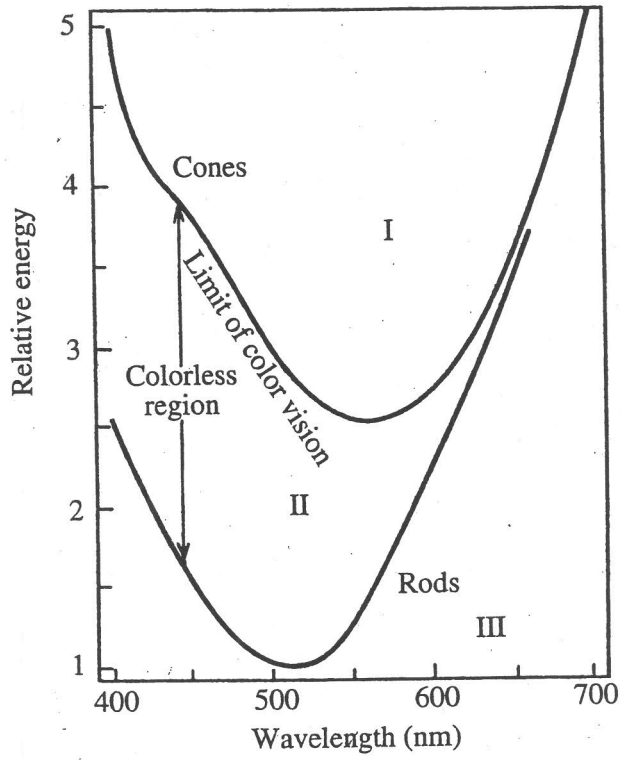
πλήθος : 6×10^6

Ελάχιστη

ένταση

ερεθισμού : 3 cd/m^2

φως-χρώματα



Progress of dark adaptation

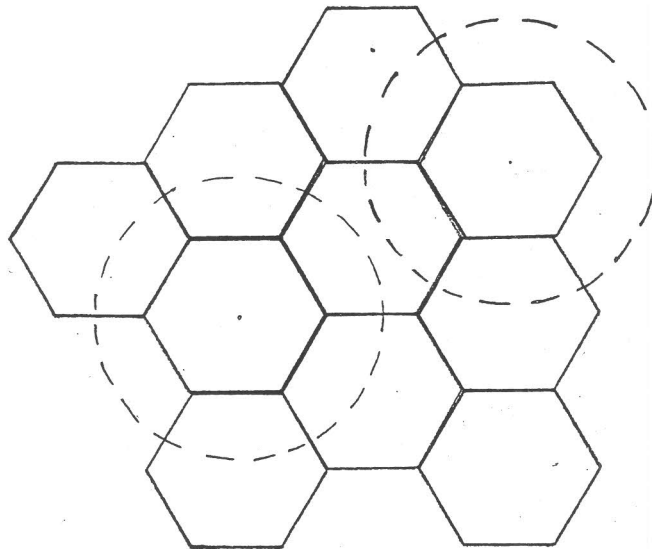
ΟΞΥΤΗΤΑ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Διάμετρος κωνίων κοντά στην ωχρά κηλίδα : 2.5 μm

Διάμετρος δίσκου του Airy (φαινόμενο περίθλασης) : 4.0 μm

(άνοιγμα οφθαλμικής κόρης : 2.5 mm
μέσο μήκος κύματος φωτός : 550 nm
διάσταση κοιλότητας βολβού : 15 mm)

Για να γίνουν οριακά αντιληπτά δυο διακριτές φωτεινές σημειακές πηγές θα πρέπει ανάμεσα στους αντίστοιχους δίσκους Airy να παρεμβάλεται τουλάχιστον ένα κωνίο.



Έτσι, το γωνιακό διακριτικό όριο δ_0 για τον ανθρώπινο οφθαλμό είναι :

$$\delta_0 = (2 \times 2.5 \mu\text{m}) / 15 \text{ mm} = 0.3 \text{ mrad} = 0.017^\circ = 1' \text{ μοίρας}$$

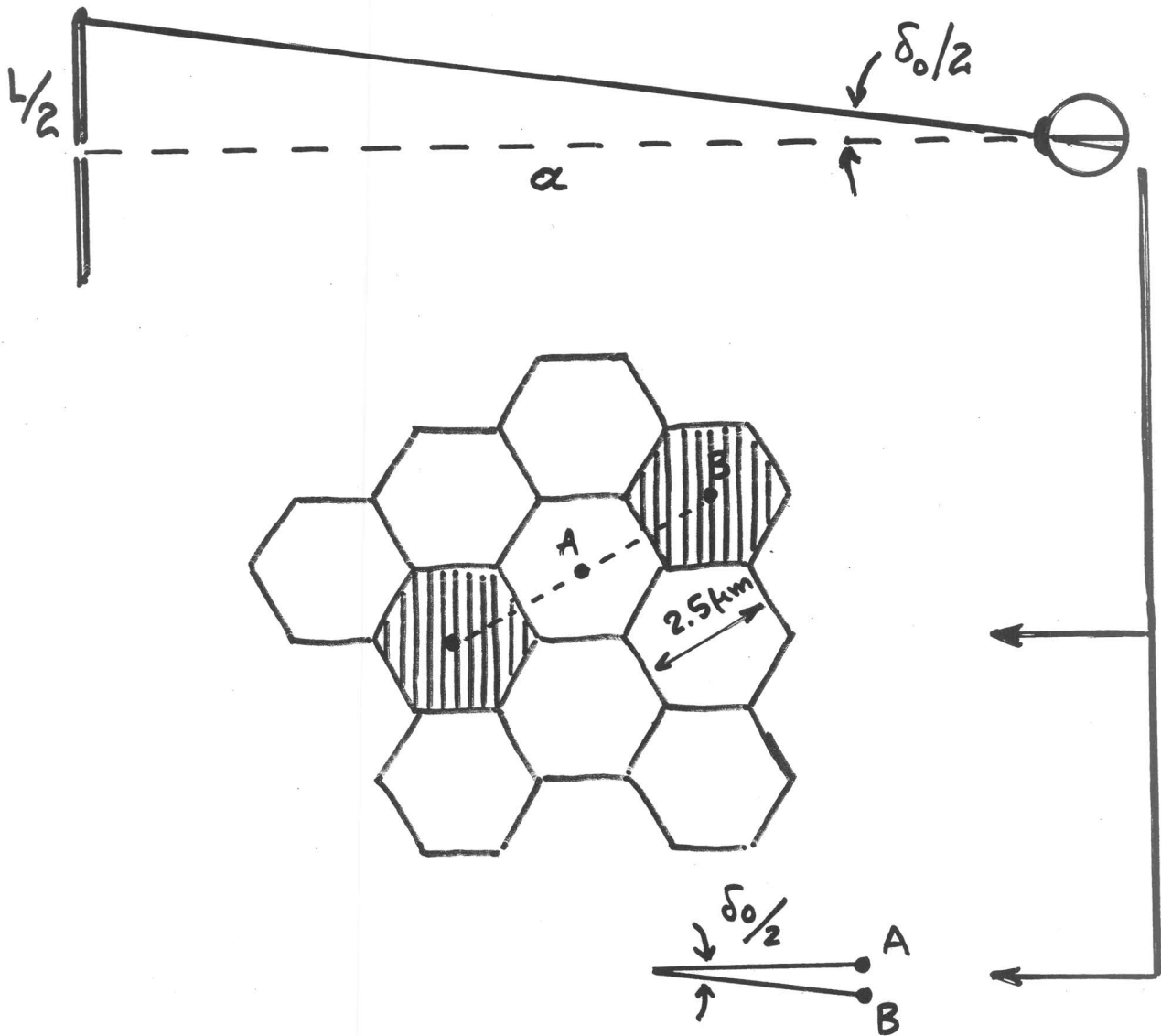
πρακτικά δηλαδή, καλή οπτική οξύτητα σημαίνει ότι :

Το μέγεθος του οριακά παρατηρούμενου αντικειμένου σε κάποια απόσταση είναι το 1 / 3000 αυτής της απόστασης.

Παραδείγματα : Σύρμα πάχους 1mm σε απόσταση 3 m.

Μπάλα (ποδοσφαίρου) διαμέτρου 25cm σε απόσταση 750 m.

Άνθρωπος ύψους 1.60 m σε απόσταση 4800 m.



ΟΠΤΙΚΗ ΟΞΥΤΗΤΑ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

$$\epsilon \phi \frac{\delta_0}{2} = \frac{(AB)}{15 \text{mm}} = \frac{2.5 \times 10^{-6} \text{m}}{15 \times 10^{-3} \text{m}} \approx \delta_0 = \frac{5 \times 10^{-6}}{15 \times 10^{-3}} \approx \frac{1}{3000}$$

Δηλαδή :

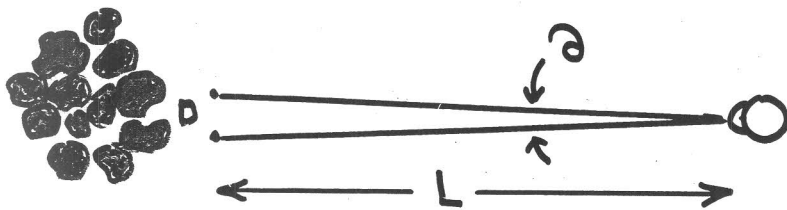
$$\frac{L}{\alpha} = \frac{1}{3000}$$

L: μέγεθος αντικείμενου
 α: απόσταση —||—

Πουαντιχισμός : Ζωγραφικός πίνακας που αποτελείται από χρωματικές μπουκίδες.

Georges Seurat (1859-1929)

Εστω η μέση απόσταση των μπουκίδων $D \approx 2,0 \text{ mm}$ και η διάμετρος της κόρης του οφθαλμού $d \approx 1,5 \text{ mm}$. Πόση είναι η απόσταση παρατήρησης πέρα από την οποία δεν μπορούν να ξεχωριστούν οι διακριτές μπουκίδες του πίνακα;



φαινόμενο περίθλασης : $\theta_R = 1,22 \frac{\lambda}{d}$ }

η γωνία παρατήρησης : $\theta \approx \frac{D}{L}$

εάν $\theta > \theta_R$ ξεχωριστές μπουκίδες

εάν $\theta < \theta_R$ όχι ξεχωριστές

στο όριο ίσχύει : $\theta = \theta_R \Rightarrow L = \frac{D \cdot d}{1,22 \lambda}$

}	$\lambda_{\text{blue}} \rightarrow L = 6,1 \text{ m}$
	$\lambda_{\text{yellow}} L = 4,5 \text{ m}$
	$\lambda_{\text{red}} \rightarrow L = 3,5 \text{ m}$

ΕΥΚΡΙΝΕΙΑ ή ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ ΕΙΚΟΝΑΣ (SHARPNESS)

Η ευκρίνεια εξαρτάται από :

- ΟΞΥΤΗΤΑ ΕΙΚΟΝΑΣ (ή ΑΝΤΙΘΕΣΗ) και
- ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

π.χ. σε φωτογραφική συστήματος γραμμών

η ΟΞΥΤΗΤΑ σχετίζεται με την ΠΟΙΟΤΗΤΑ
των απεικονιζόμενων γραμμών,

η ΑΝΑΛΥΣΗ με το ΠΛΗΘΟΣ των
απεικονιζόμενων γραμμών.

ΟΞΥΤΗΤΑ ΕΙΚΟΝΑΣ (ή ΑΝΤΙΘΕΣΗ)

- Πρόκειται για την ταχύτητα με την οποία εναλλάσσεται η πληροφορία της εικόνας σε μια ακμή. Δηλαδή χαρακτηρίζει το πόσο διακριτά είναι τα περιγράμματα στις εικόνες.
- Η οξύτητα καθορίζεται από την ποιότητα του φωτογραφικού φακού, τον αριθμό των pixels καθώς και τον τύπο της επεξεργασίας.
- Χρειάζονται απλά - μαδαρά περιγράμματα τα οποία όμως να είναι και πραγματικά διαφορετικά (σε περίπτωση ασύμια μεγάλης αντίθεσης) θα δημιουργηθεί εικόνα με ψεύτικη οξύτητα (=μαυή εικόνα).

ACUTENESS ή CONTRAST

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

- Πρόκειται για την ικανότητα διάκρισης πολύ κοντινών στοιχείων (π.χ. γραμμών ή γραμμών).
- Η ανάλυση καθορίζεται από την διάσταση των pixels στον αισθητήρα.
- Η ανάλυση συσχετίζεται με την απόσταση παρατήρησης: όσο πιο μακριά παρατηρείται μια εικόνα τόσο μικρότερη ανάλυση απαιτείται για να θεωρηθεί ικανοποιητική.

RESOLUTION ή RESOLVING POWER

ΕΝΤΡΟΠΙΑ ή ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΤΑΞΙΑΣ

Πρόκειται για τη φυσική τάση μεταβίβασης των πραγμάτων τα οποία από μια οργανωμένη μορφή τείνουν προς την αταξία.

Έτσι, η πληροφορία κατά την διαδικασία σχηματισμού μιας εικόνας μπορεί ΜΟΝΟ να μειωθεί.

Στη φωτογραφία η αύξηση της ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ σημαίνει απώλεια της αντίθεσης και μείωση της διαχωριστικής ικανότητας του συστήματος.

π.χ. ΓΕΝΙΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

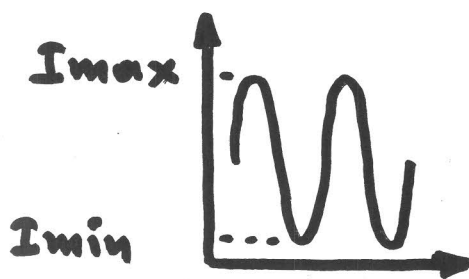
- Ψηφιακή εικόνα στη μηχανή
ή αρνητικό στο αναλογικό φιλμ : Εικόνα 1^{ης} γενιάς
- Εντυπωμένη φωτογραφία : Εικόνα 2^{ης} γενιάς
- Φωτογράφιση φωτογραφίας : Εικόνα 3^{ης} γενιάς
- Νέα εντύπωση της
προηγούμενης προσπάθειας : Εικόνα 4^{ης} γενιάς

Λόγω της ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ η κάθε νέα γενιά
εικόνων θα είναι με μειωμένη ποιότητα
σε σχέση με την αντίστοιχη προηγούμενη.

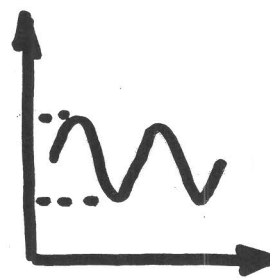
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

CONTRAST MODULATION

$$\gamma = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100\%$$



αντικείμενο -
- στόχος



φωτογραφικό -
- είδωλο

Συμπερασματικά $\gamma \geq 80\%$ \rightarrow υψηλής αντίθεσης

Συμπερασματικά $\gamma \leq 20\%$ \rightarrow χαμηλής αντίθεσης

ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΑΚΟΥ

ΤΟΠΙΑ : Ξυρνώνιος φακός ομοιόμορφα οξύς σε ολόκληρο το οπτικό πεδίο όταν ο φακός είναι κλειστός (μεγάλο Β.Π.).

ΠΟΡΤΡΑΙΤΟ Τηλεφακός (μεβαίος) με μεγάλη οξύτητα κυρίως στη κεντρική περιοχή. Το διάγραμμα ανοικτό (θολό ζόντο).

ΔΡΑΣΗ ή ΡΕΠΟΡΤΑΖ ΔΡΟΜΟΥ Φακός zoom με οξύτητα σε όλη του την ένταση (πρόκειται για μεγάλο Β.Π.).

ΦΨΗ : Φακός μεγάλης εστιακής απόστασης με οξύτητα όταν είναι ανοικτός (θολό ζόντο) για να τονιστεί το κεντρικό θέμα.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΦΩΤ. ΦΑΚΟΥ =

ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΧΡΗΣΗΣ x ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ .

> Συνάρτηση μεταφοράς διαμόρφωσης

Modulation Transfer Function (MTF)

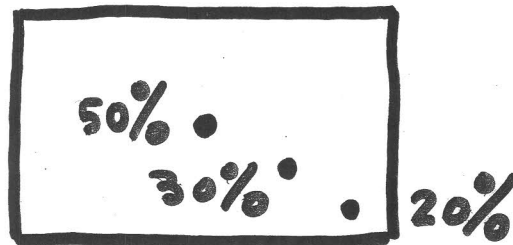
> Συνάρτηση οπτικής διαμόρφωσης

Optical Transfer Function (OTF)

> Υποκειμενικός Παράγοντας Ποιότητας

Subjective Quality Factor (SQF)

Αναφορά SQF σε ολόκληρη την φωτογραφία



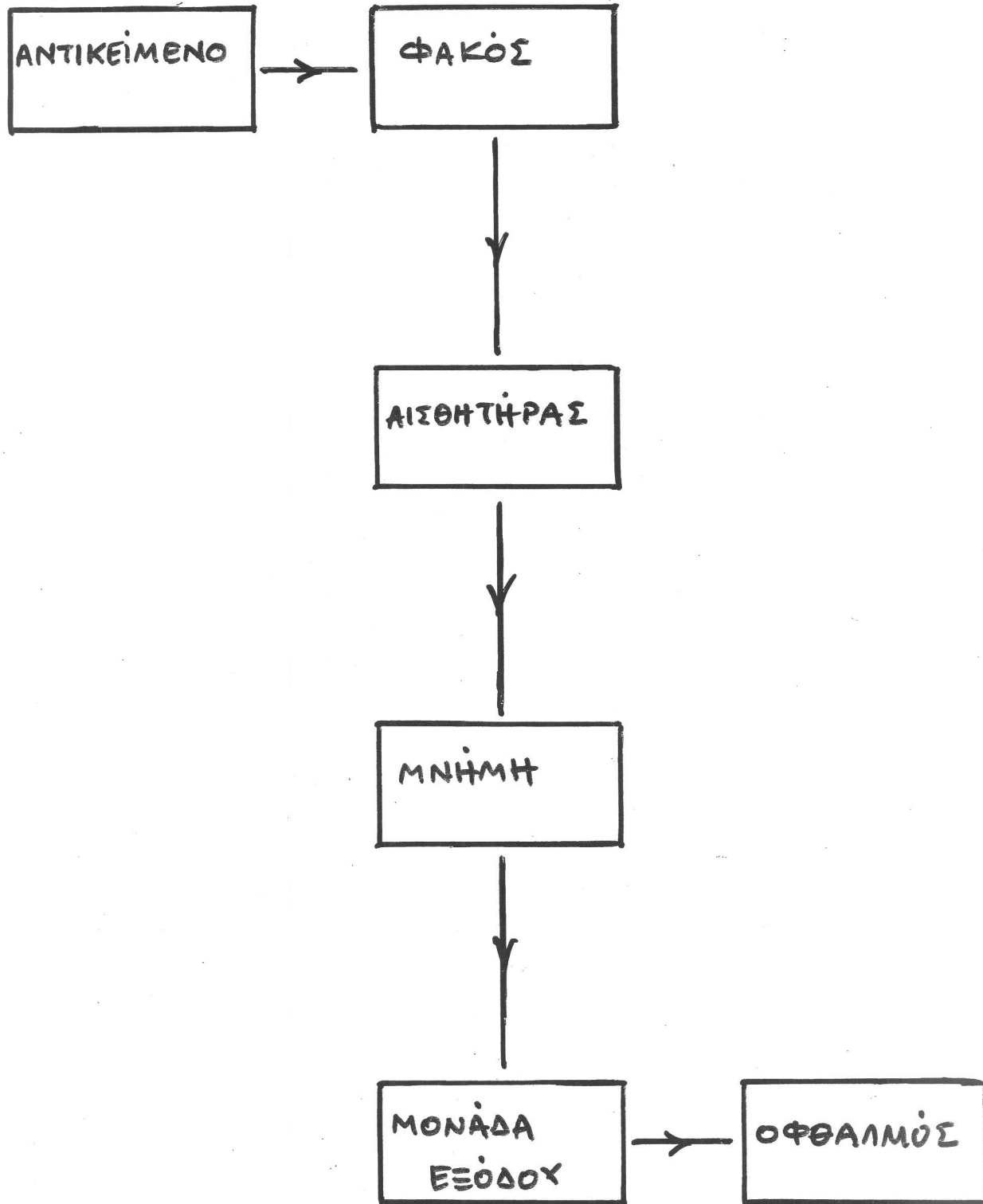
Photos 1 (90, 80, 60)

$$SQF_{total} = 90 \times 0.5 + 80 \times 0.3 + 60 \times 0.2 = 81$$

Photos 2 (100, 90, 15)

$$SQF_{total} = 100 \times 0.5 + 90 \times 0.3 + 15 \times 0.2 = 81$$

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ : ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ



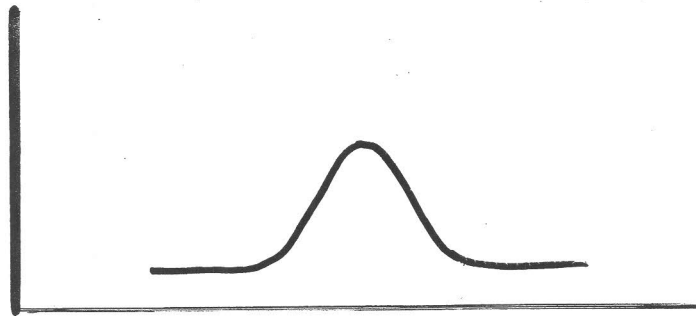
ΦΟΤΟΓΡΑΦΙΣΗ: ΠΗΓΕΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

- Σφάλμα κατά την διαδικασία της **ΕΚΘΕΣΗΣ** (τυχαίοτητα στα γωνία που προσπίπτει στη φωτοαίσθητη επιφάνεια).
- Σφάλμα κατά την διαδικασία της **ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ** (τυχαίοτητα λόγω της δομής του αρνητικού, υοικωδης).
- Σφάλμα κατά την **ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ** του φωτός σε ηλεκτρικό ρεύμα (φωτοηλεκτρικός θόρυβος).
- Σφάλμα κατά την **ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ** του ηλεκτρονικού βήματος (ηλεκτρονικός θόρυβος).
- Σφάλμα κατά την **ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ** από αναλογική σε ψηφιακή μορφή (θόρυβος ψηφιοποίησης).

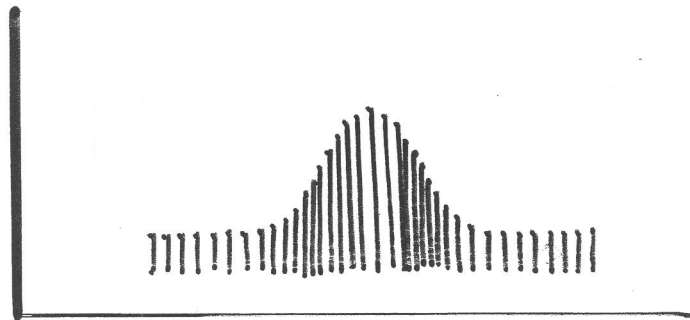
Συνολικό σφάλμα: $S_{tot.}^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2$ ή

$$S_{tot.} = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2}$$

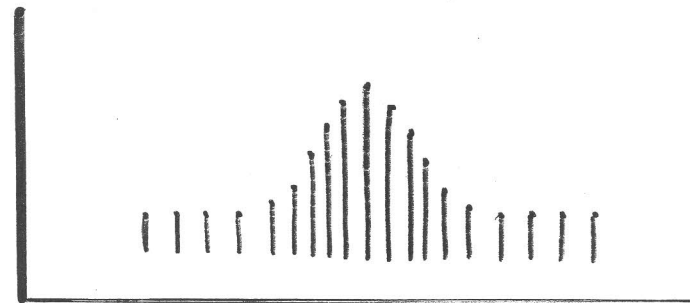
ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΗΜΑΤΟΣ



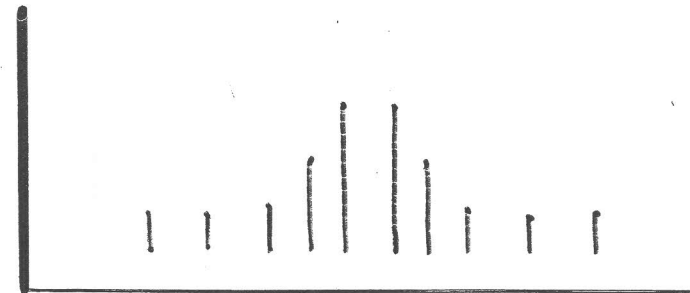
$N = \infty$



$N = 37$



$N = 19$



$N = 10$

Καθαρότητα εικόνας: οι παράγοντες που την επηρεάζουν λειτουργούν με ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ

> Σύστημα 1 :

Φωτογραφικός φακός διακρίνει $50 \text{ lines/mm} \rightarrow 20 \mu\text{m}$ }
Φιλμ (ή αισθητήρας) -||- $25 \text{ lines/mm} \rightarrow 40 \mu\text{m}$ }

συνολικά: $\sqrt{(20)^2 + (40)^2} = \sqrt{2000} = 44 \mu\text{m}$

δηλαδή το σύστημα φακός-φιλμ διακρίνει: $23 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$

· Έστω τώρα ότι αλλάξει ΜΟΝΟ ο φακός

> Σύστημα 2 :

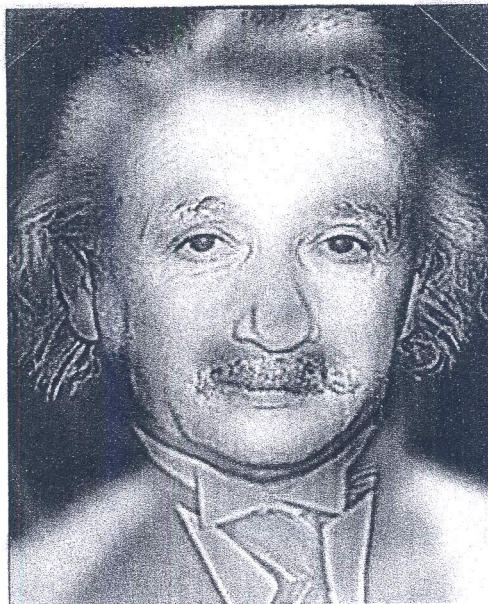
Φωτογραφικός φακός διακρίνει $100 \text{ lines/mm} \rightarrow 10 \mu\text{m}$ }
Φιλμ (ή αισθητήρας) -||- $25 \text{ lines/mm} \rightarrow 40 \mu\text{m}$ }

συνολικά: $\sqrt{(10)^2 + (40)^2} = \sqrt{1700} = 41 \mu\text{m}$

δηλαδή το νέο σύστημα φακός-φιλμ διακρίνει: $24 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$

Πρόκειται για μια πολύ μικρή βελτίωση:

από $23 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$ σε $24 \frac{\text{lines}}{\text{mm}}$



Η διαφορετικότητα στην εμφάνιση της εικόνας (κοντά : Einstein, μακριά : Monroe) οφείλεται στο ότι η «σύνθετη» αυτή φωτογραφία περιέχει δυο κατάλληλα συνδυασμένες φωτογραφίες πορτραίτων με χαμηλές αλλά και υψηλές χωρικές συχνότητες. Συγκεκριμένα

Η φωτογραφία της Monroe χαρακτηρίζεται από χαμηλές τιμές χωρικής συχνότητας (αραιή πυκνότητα γραμμώσεων) και αντιστοιχεί στα «αδρά» χαρακτηριστικά της εικόνας όπως π.χ. μπορεί να είναι η συνολική φωτεινότητα της. Ενώ,

Η φωτογραφία του Einstein χαρακτηρίζεται από υψηλές τιμές χωρικής συχνότητας (πυκνή κατανομή ραβδώσεων) και αντιστοιχεί στα λεπτομερή χαρακτηριστικά της εικόνας όπως είναι π.χ. οι σχετικές μεταβολές της φωτεινότητας.

Ο ανθρώπινος οφθαλμός σε μικρή σχετικά απόσταση παρατήρησης έχει καλή οπτική οξύτητα (ή διακριτική ικανότητα). Μπορεί λοιπόν εύκολα να διακρίνει λεπτομέρειες όπως καμπύλες, γραμμές και περιγράμματα που αφορούν την σύνθετη εικόνα και έτσι διακρίνει κυρίως την φωτογραφία του Einstein. Αυξάνοντας τώρα την απόσταση παρατήρησης η οξύτητα (ή διακριτική ικανότητα) του οφθαλμού μειώνεται δραστικά με αποτέλεσμα να μην μπορεί πλέον να ξεχωρίσει τις προηγούμενες λεπτομέρειες και έτσι να διαγράφεται απεικονιστικά το πρόσωπο της Monroe σε χαμηλή όμως ανάλυση.

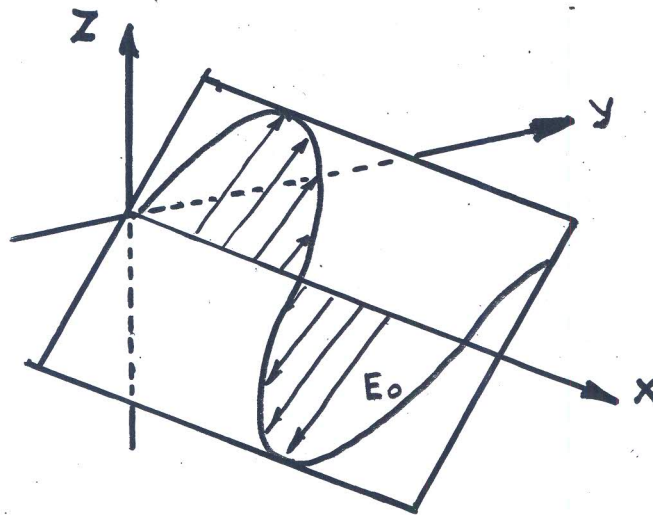
Αξίζει να σημειωθεί ότι η ελάττωση της οξύτητας του οφθαλμού που παρατηρεί μπορεί εναλλακτικά να προέλθει και από την σχετική μείωση της διαμέτρου της κόρης. Έτσι εάν παρατηρήσουμε από κοντά την φωτογραφία θα δούμε τον Einstein ενώ εάν κλείσουμε οριακά τα μάτια μας (από την ίδια πάντα κοντινή απόσταση) θα εμφανιστεί μπροστά μας το περίγραμμα του προσώπου της Monroe. Δηλαδή όσο μεγαλώνει η διάσταση της κόρης τόσο αυξάνεται η διακριτική ικανότητα παρατήρησης και έτσι αποκαλύπτονται υψηλότερες χωρικές συχνότητες (καταγραφή των σχετικών λεπτομερειών).

ΠΟΛΩΣΗ ΦΩΤΟΣ

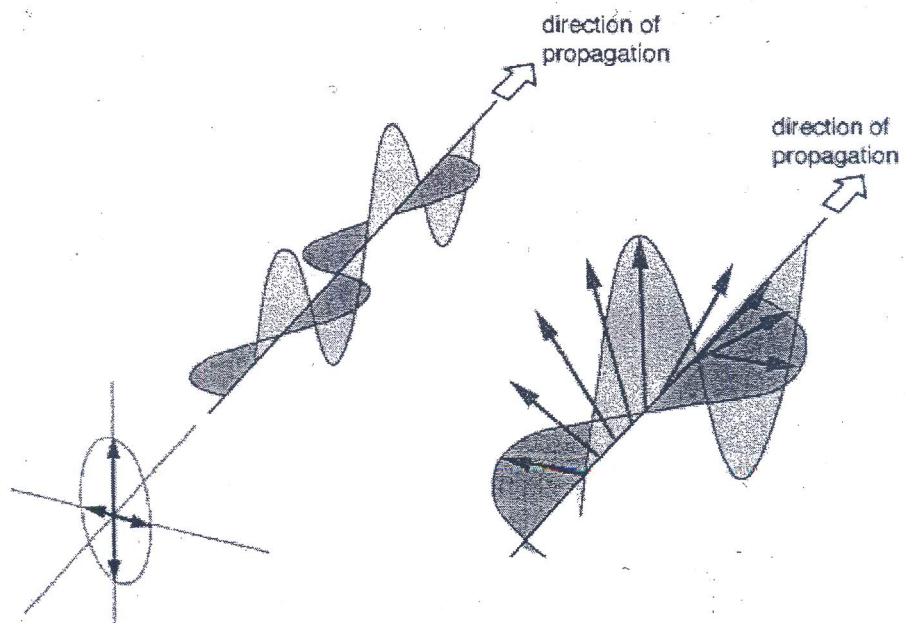
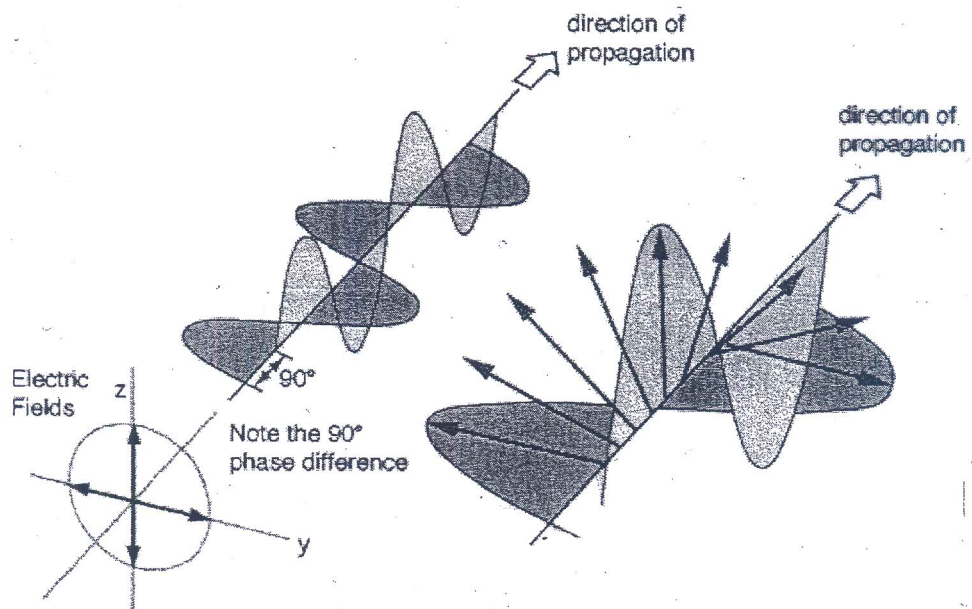
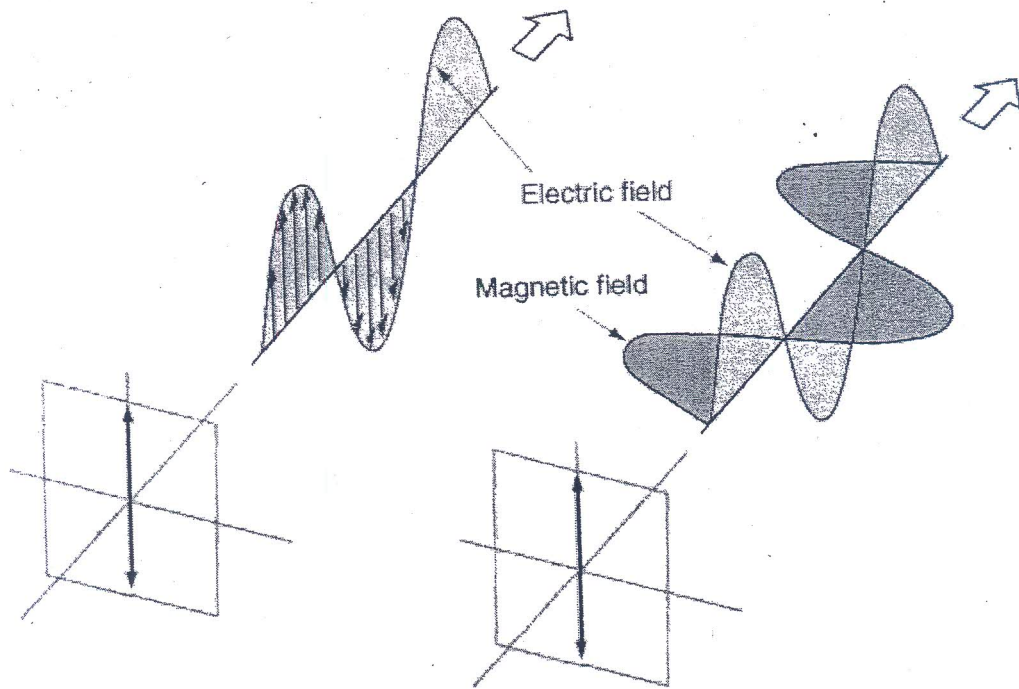
Πρόκειται για το φαινόμενο της μετατροπής δέσμης φωτεινών ακτίνων φυσικού φωτός σε δέσμη που οι ταλαντώσεις πραγματοποιούνται παράλληλα προς ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό επίπεδο.

Εάν το επίπεδο είναι μόνο ένα: Γραμμικά πολωμένο φως ή ογκιακά πολωμένο φως.

Εάν τα επίπεδα είναι δύο (κάθετα μεταξύ τους): Μερικώς πολωμένο φως.



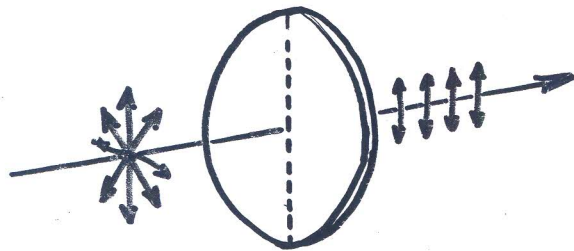
Επίπεδο πολώσεως θεωρείται το επίπεδο των μεταβολών της εκάστως E του ηλεκτρικού πεδίου. Το διάνυσμα είναι πάντοτε κάθετο στη διεύθυνση διάδοσης.



ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΣ ΣΕ ΠΟΛΩΤΗ

Το διερχόμενο φως έχει σταθερή ένταση ανεξάρτητα της γωνίας θ .

Η ένταση αυτή είναι η μισή της προσπίπτουσας.

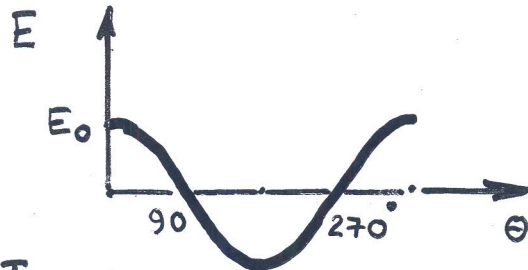


$$I(\theta) = \frac{1}{2} I(0)$$

Το εξερχόμενο φως είναι γραμμικά πολωμένο.

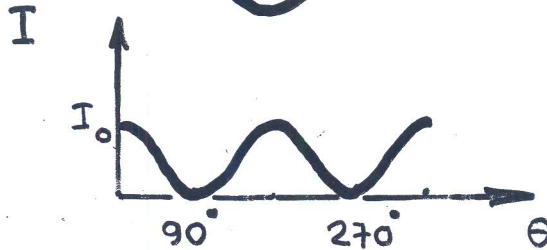
ΝΟΜΟΣ MALUS

ΠΛΑΤΟΣ

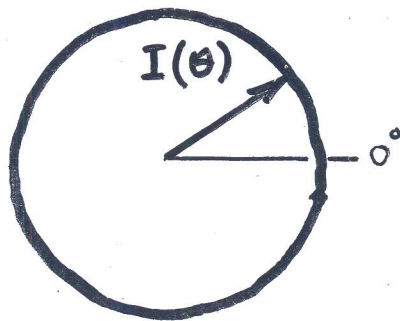


$$E = E_0 \cdot \cos \theta$$

ΈΝΤΑΣΗ

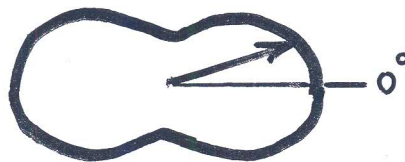


$$I = I_0 \cdot \cos^2 \theta$$



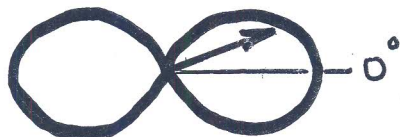
ΦΥΣΙΚΟ
ΦΩΣ

ΠΟΛΙΚΟ
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ



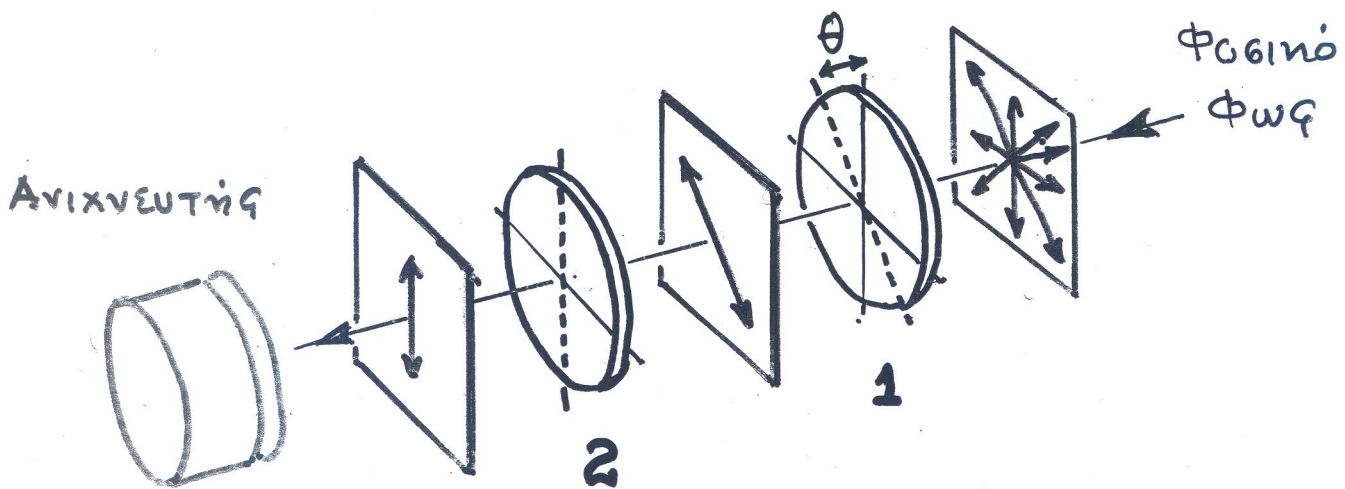
ΜΕΡΙΚΑ
ΠΟΛΩΜΕΝΟ
ΦΩΣ

ΈΝΤΑΣΗΣ



ΓΡΑΜΜΙΚΑ
ΠΟΛΩΜΕΝΟ
ΦΩΣ

Νόμος του Malus

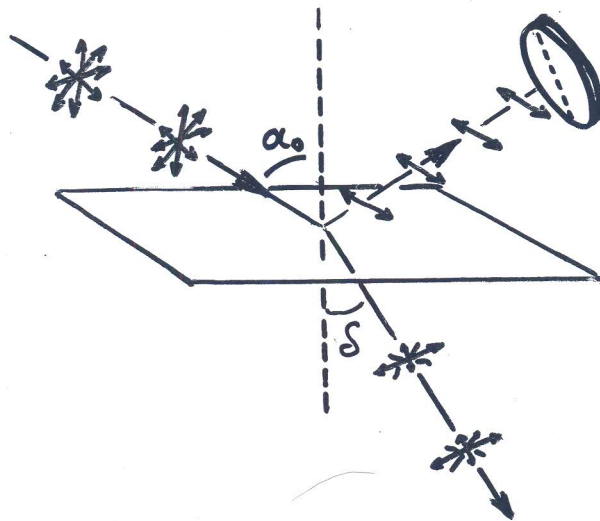


1: Πολωτής

2: Αναλύτης

$$I(\theta) = I(0) \cdot \cos^2 \theta$$

ΠΟΛΩΣΗ ΑΠΟ ΑΝΑΚΛΑΣΗ



Γυάλινη διαθλαστική
επιφάνεια (δ.δ. η).

- Για συγκεκριμένη γωνία προσπτώσεως α_0 πραγματοποιείται **ΟΛΙΚΗ ΠΟΛΩΣΗ** της ανακλώμενης (στη γυάλινη επιφάνεια) φωτεινής ακτίνας.
- Η **ΟΛΙΚΗ ΠΟΛΩΣΗ** συμβαίνει όταν η ανακλώμενη και η διαθλώμενη ακτίνα είναι μεταξύ τους κάθετες.
- Αποδεικνύεται ότι ισχύει: $\epsilon\phi\alpha_0 = \pi$,
εάν $n = 1,5$ (γυαλί) τότε $\alpha_0 \approx 57^\circ$.
- Πόλωση δεν προκύπτει από ανακλάσεις σε μεταλλικές επιφάνειες.

ΠΟΛΩΣΗ - ΣΥΜΒΟΛΗ

- Δυο δέσμες γραμμικά πολωμένων φωτός συμβάλλουν μόνο εάν έχουν το ίδιο επίπεδο πόλωσης.
- Δυο πολωμένες δέσμες σε επίπεδα κάθετα μεταξύ τους δεν παρουσιάζουν φαινόμενα συμβολής.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΠΟΛΩΣΗΣ

- Γυαλιά ηλίου
- Προβολείς αυτοκινήτων
- Στερεοσκοπική (3D) παρατήρηση
- Φωτογράφιση ενυεμφάνεισ δερματολογίας (π.χ. ουρανός...)
- Παρατήρηση διαφανών αντικειμένων σε οπτικό μικροσκόπιο
- Οθόνες LCD.

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

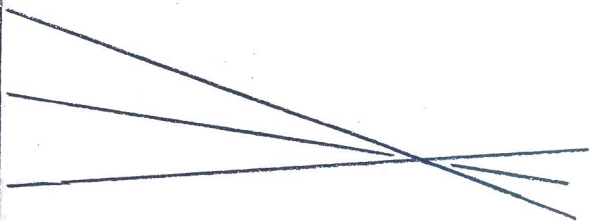
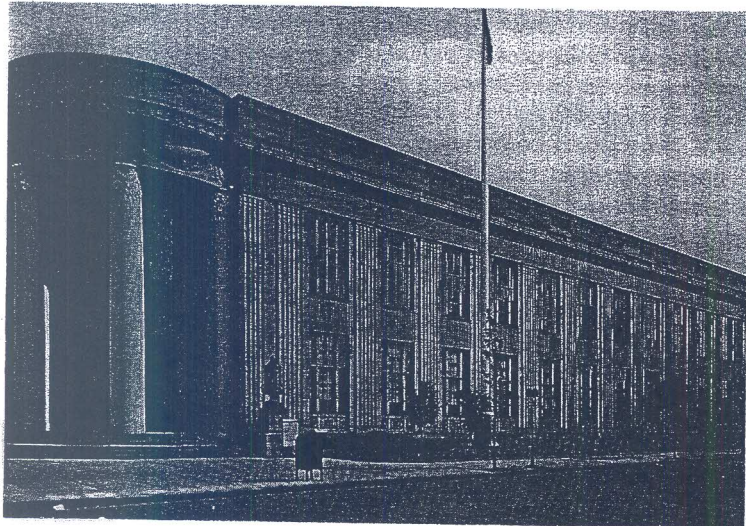
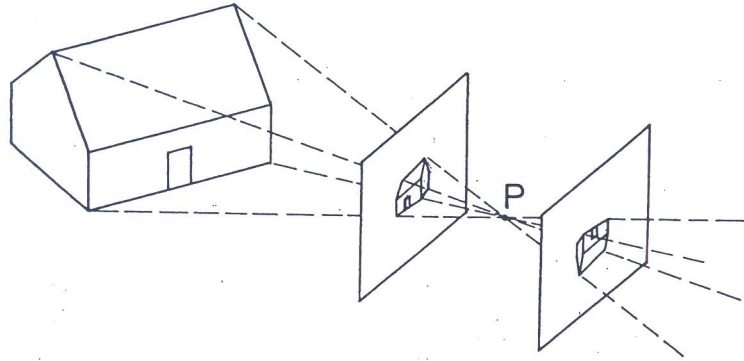
Η μέθοδος της απεικόνισης μιας σκηνής σε δισδιάστατα μέσα που με κατάλληλο όμως συνδιασμό μεταξύ τους και παρατήρηση με ειδικές οπτικές διατάξεις δημιουργεί στον παρατηρητή την ψευδαίσθηση του τρισδιάστατου.

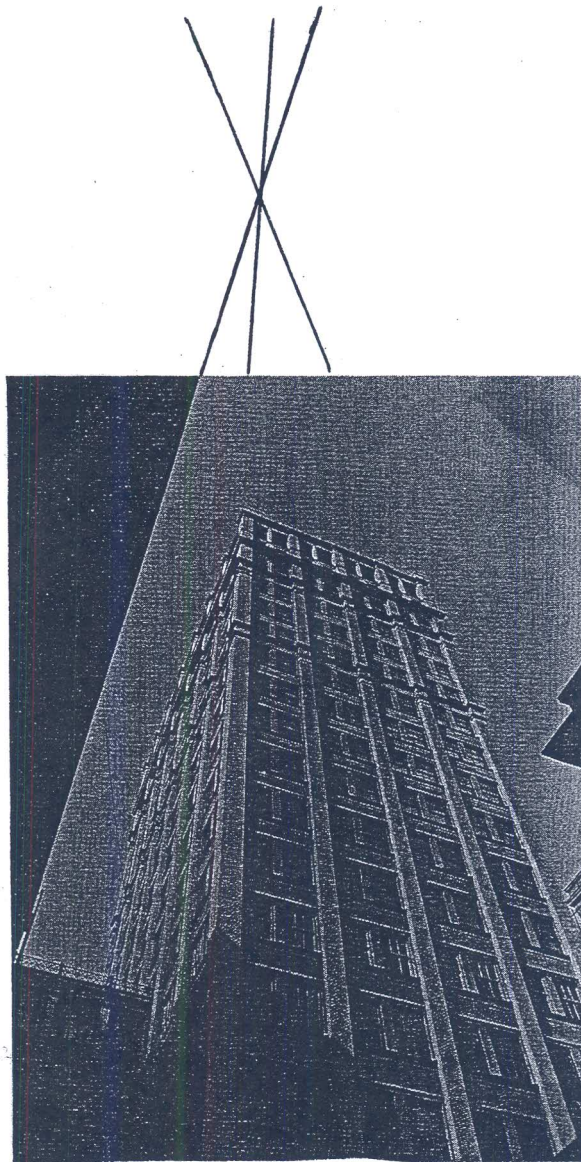
ΜΟΝΟΟΠΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

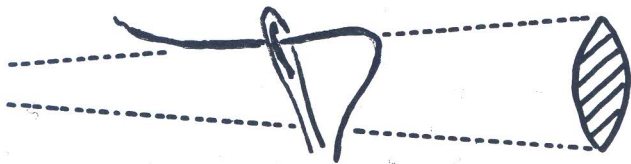
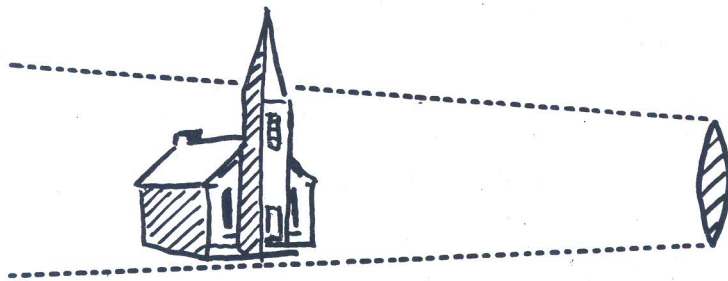
- ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ
- ΦΩΤΟΣΚΙΑΣΗ
- ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ
- ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ
- ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗ
- ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΘΕΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ
- ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΟΦΘΑΛΜΟΥ
- ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗ ΟΦΘΑΛΜΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗ

ΔΙΟΠΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

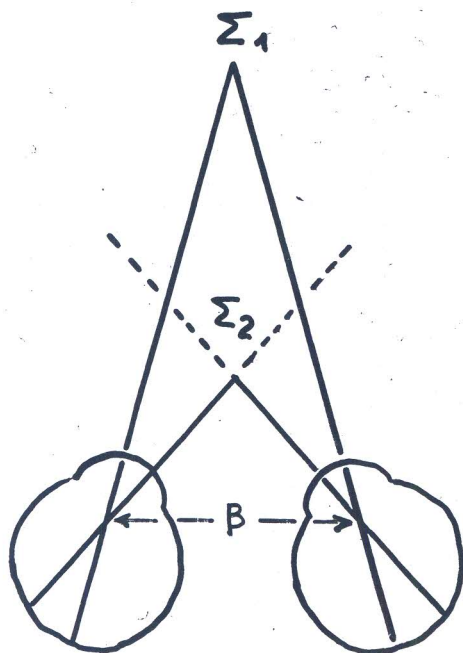
- ΔΙΑΚΟΡΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΟΦΘΑΛΜΩΝ : 6.5 cm
- ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΞΗΣ







ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΟΦΘΑΛΜΩΝ

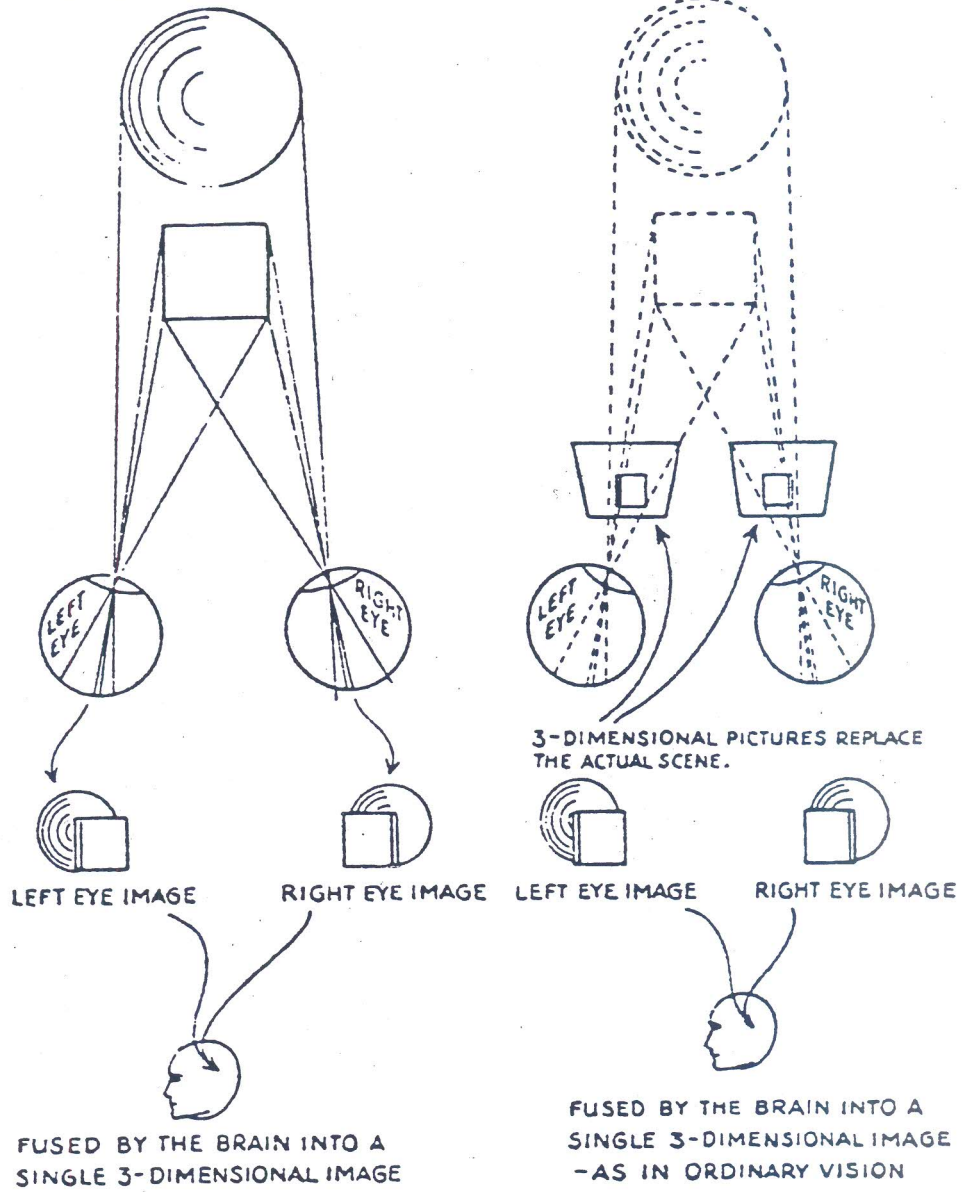


ΣΥΓΚΛΙΣΗ ΟΠΤΙΚΩΝ ΑΞΟΝΩΝ

THREE - DIMENSIONAL PERCEPTION

IN ORDINARY VISION

IN THREE-DIMENSIONAL PICTURE

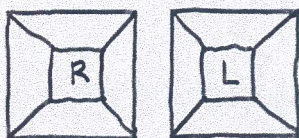


ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΑΣ

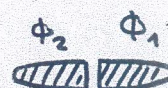
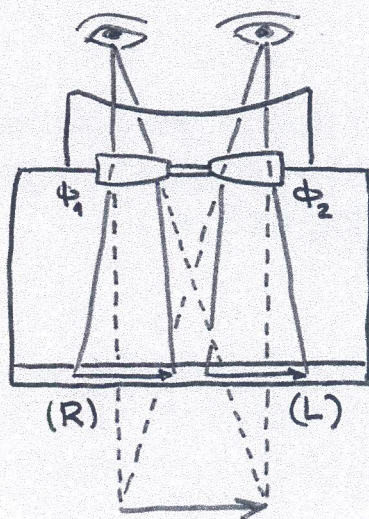
- 280 π. Χ. ΕΥΚΛΕΙΔΗΣ
“ Πραγματεία στην Οπτική ”
- 1484 LEONARDO DA VINCI
Διαφορά μεταξύ ενός πίνακα και την
απευθείας φυσική όραση (ανάγλυφο)
- 1613 FRANCOIS AGUILLONIUS
Διόφθαλμη όραση (για πρώτη φορά
χρήση του όρου stereo)
- 1838 CHARLES WHEATSTONE
Πρώτο ανακλαστικό στερεοσκόπιο
- 1839 DAGUERRE, HENRY FOX TALBOT
Ανακάλυψη φωτογραφικής μεθόδου
- 1844 Sir DAVID BREWSTER
Πρώτο διαθλαστικό στερεοσκόπιο
- 1850 – 1880 Χρυσή περίοδος στερεοσκοπίας
- 1893 LONDON STEREOSCOPIC SOCIETY
(Ίδρυση)
- 1940 Αναβίωση στερεοσκοπίας
- 1952 1^η Τρισδιάστατη κινηματογραφική ταινία
(Los Angeles USA)

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗ ΟΡΑΣΗ

ΚΟΛΟΥΡΟΣ
ΠΥΡΑΜΙΔΑ



ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΟ:

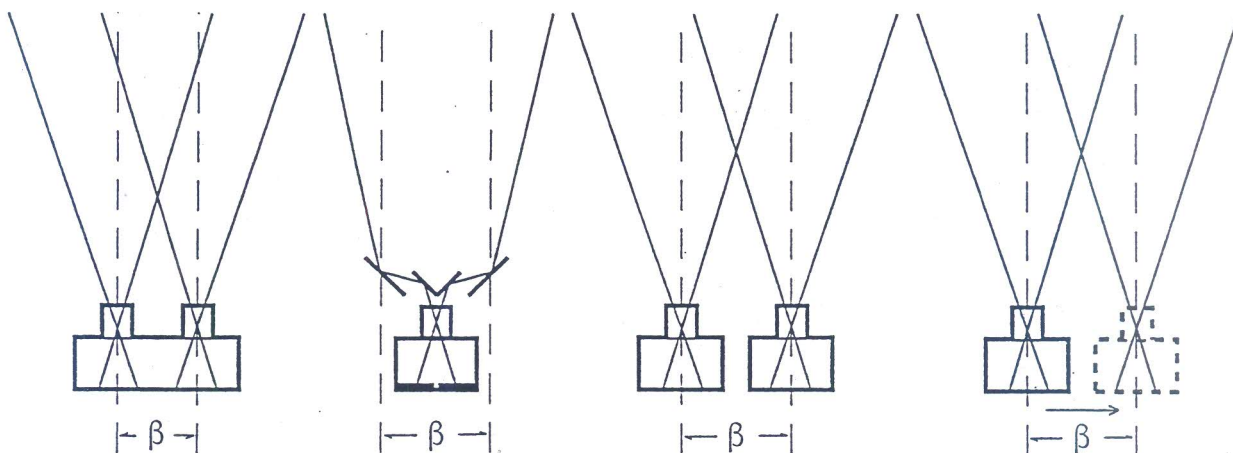


ΑΡΧΕΣ ΣΤΕΡΕΟΦΩΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

- Η στερεοσκοπική βάση είναι προσεγγιστικά ίση με το $1 / 30$ της μικρότερης απόστασης του θέματος από την φωτογραφική μηχανή.
- Οι δυο εικόνες είναι σημαντικό να ληφθούν με τους οπτικούς άξονες των φωτογραφικών φακών παράλληλους μεταξύ τους.
- Η φωτογραφική μηχανή είναι αναγκαίο να μετακινηθεί απόλυτα οριζόντια για να μην υπάρξει η παραμικρή κατακόρυφη παράλλαξη.
- Η εικόνα πρέπει να φαίνεται εστιασμένη σε όλο της το εύρος από το πρώτο πλάνο μέχρι και το φόντο (μεγάλο βάθος πεδίου).
- Στην περίπτωση διαδοχικών λήψεων με μια φωτογραφική μηχανή το θέμα επιβάλλεται να παραμείνει απόλυτα σταθερό.
- Απόσταση μηχανής – αντικειμένου πρέπει να είναι ίδια και στις δυο λήψεις ώστε να μην προκύπτει διαφορά κλίμακας μεταξύ των δυο εικόνων.

Φωτογραφικός εξοπλισμός

- A. Στερεο-κάμερα.
- B. Διαχωριστής δέσμης.
- Γ. Χρήση δύο συγχρονισμένων φωτογραφικών μηχανών.
- Δ. Διαδοχική λήψη με μία φωτογραφική μηχανή.



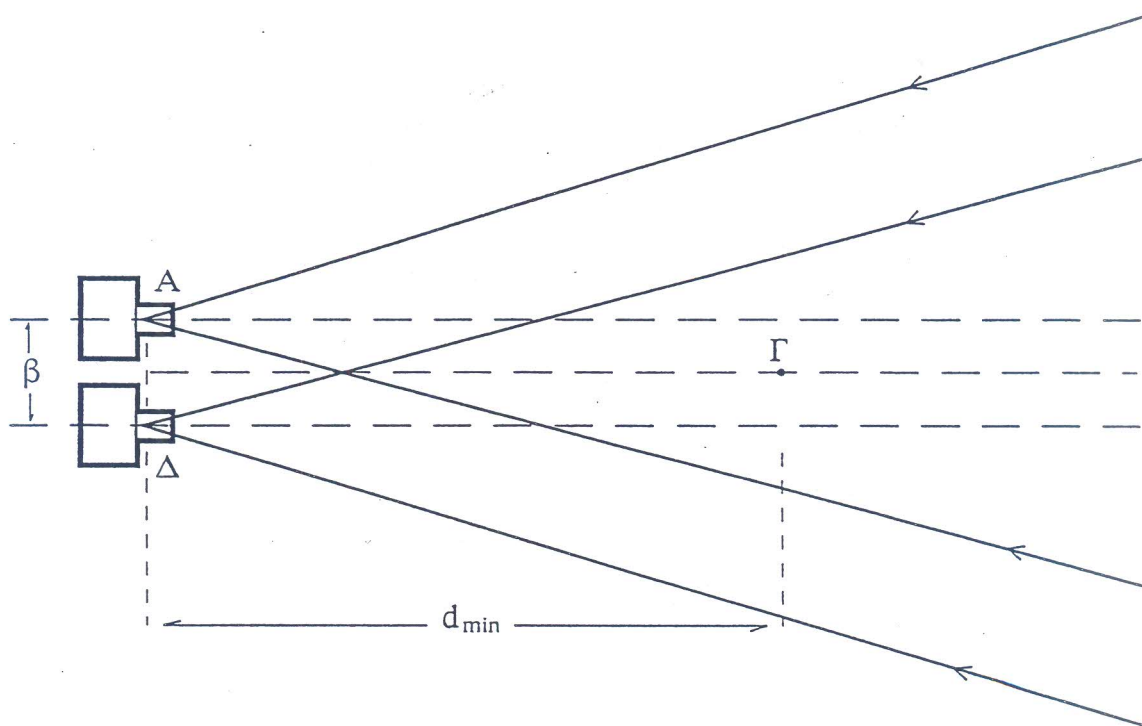
A

B

Γ

Δ

Στερεοσκοπική βάση β , $\beta = \frac{d_{\min}}{30}$: Νόμος του 1/30
 Μέθοδος φωτογράφισης.

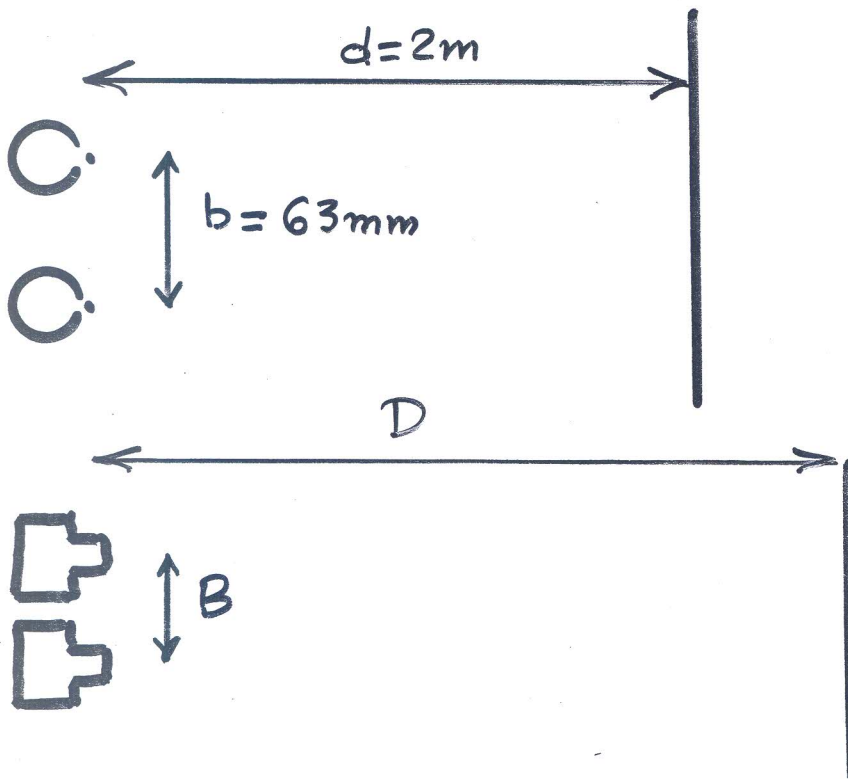


Διάταξη φωτογράφισης.

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗ ΛΗΨΗ : ΝΟΜΟΣ $\frac{1}{30}$

Υπερεστιακό σημείο: Το κοντινότερο σημείο του χώρου που απεικονίζεται με ευκρίνεια όταν ο φωτογραφικός φακός είναι εστιασμένος στο άπειρο.

Ένας οφθαλμός με εστίαση στο άπειρο μπορεί να αντιλαμβάνεται αντικείμενα αλλά εστιασμένα τα οποία βρίσκονται σε απόσταση 2m ή μακρύτερα.



$$\text{Ισχύει: } \frac{B}{D} = \frac{b}{d} = \frac{0.063}{2} \approx \frac{1}{30} \rightarrow B = \frac{D}{30}$$

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Απαιτείται, από τον ανθρώπινο οφθαλμό, αποσύνδεση των δυο μηχανισμών. Είναι δηλαδή απαραίτητη :

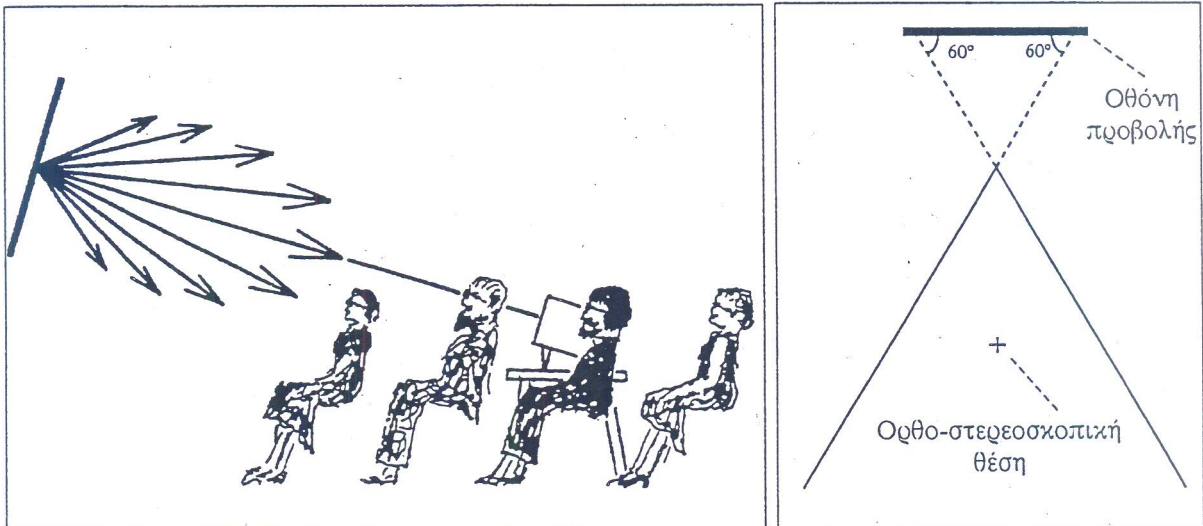
Προσαρμογή για κοντινή θέαση.
Σύγκλιση για μακρινή όραση.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΑΣΗΣ ΣΤΕΡΕΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΟ

Ανακλαστικό
Διαθλαστικό

ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΜΕ ΠΟΛΩΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ



Διάταξη προβολής
Συνδυασμός διαφανειών
Ορθο – στερεοσκοπική θέση

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ ;

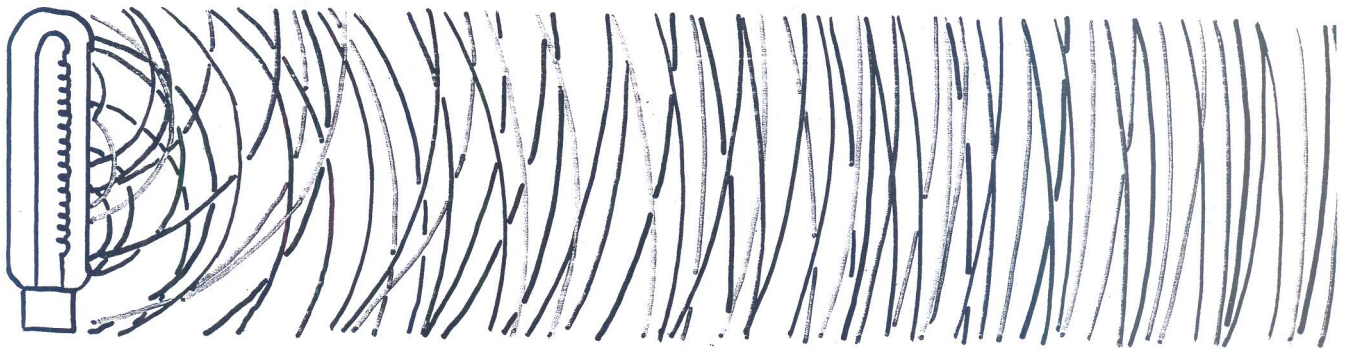
Η μέθοδος που προσπαθεί να αποδώσει – σε επίπεδη επιφάνεια – και τις τρεις διαστάσεις της ορατής πραγματικότητας ονομάζεται ΟΠΤΙΚΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ.

Βασίζεται στις αρχές της ΣΥΜΒΟΛΗΣ και της ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ του φωτός.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΣΕ ΕΝΑ ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ;

- Σύμφωνο, μονοχρωματικό φως (δέσμη Laser)
- Αντικραδασμική τράπεζα
- Ολογραφικό φιλμ
- Χωρικό φίλτρο
- Ειδικές οπτικές διατάξεις (διαχωριστές δέσμης, φακοί, κάτοπτρα)
- Χημικά επεξεργασίας ολογραφικού φιλμ
- Ησυχία, καθαριότητα και φωτοστεγανότητα

ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ

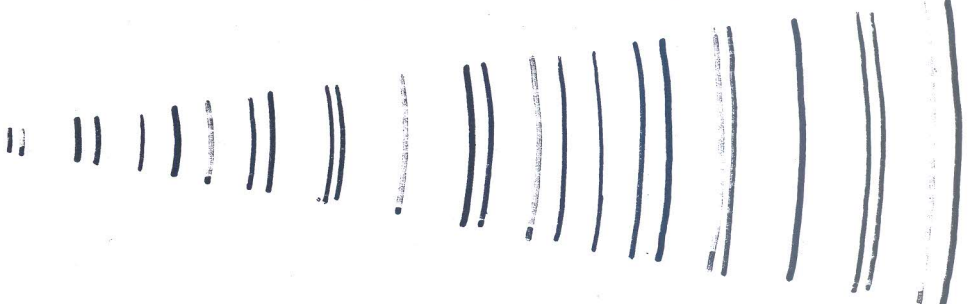


ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ



ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ

< ΧΡΟΙΚΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ >

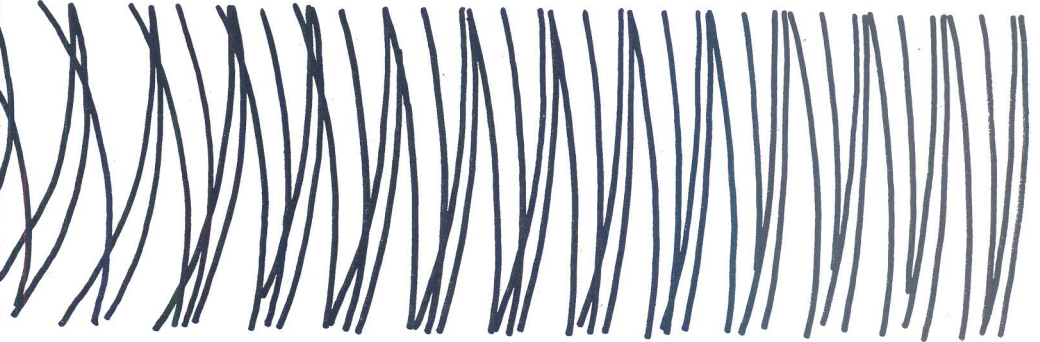


ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ



ΦΙΛΤΡΟ

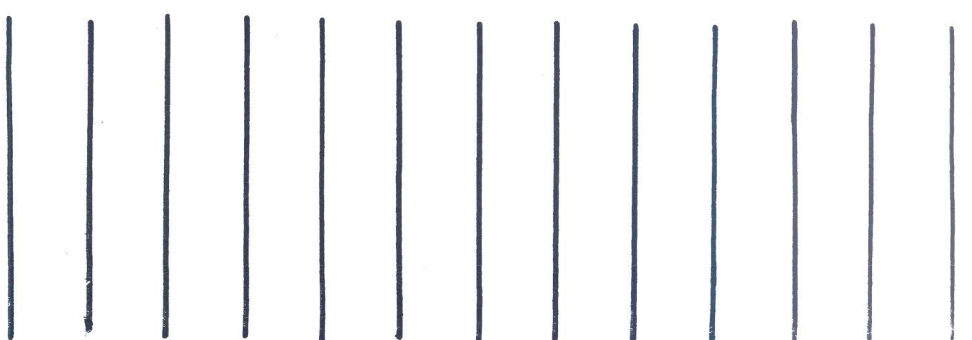
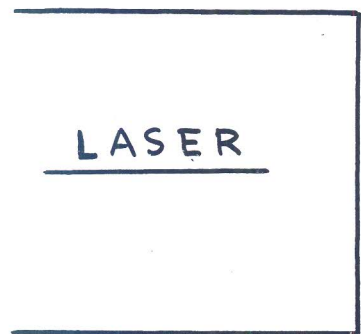
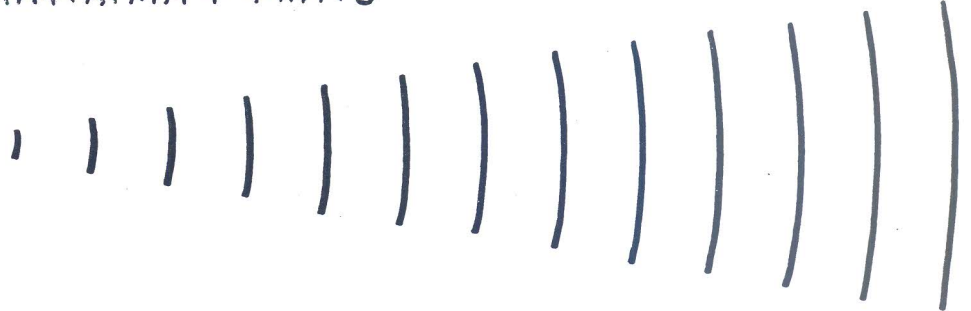
< ΧΡΟΙΚΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ >

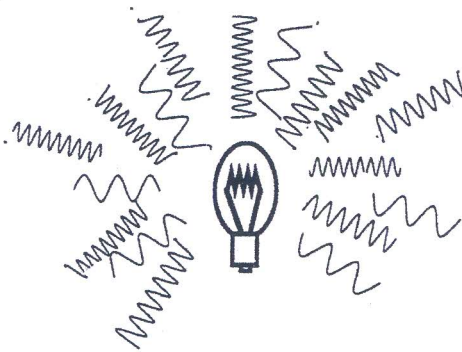


ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ



ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ + ΦΙΛΤΡΟ



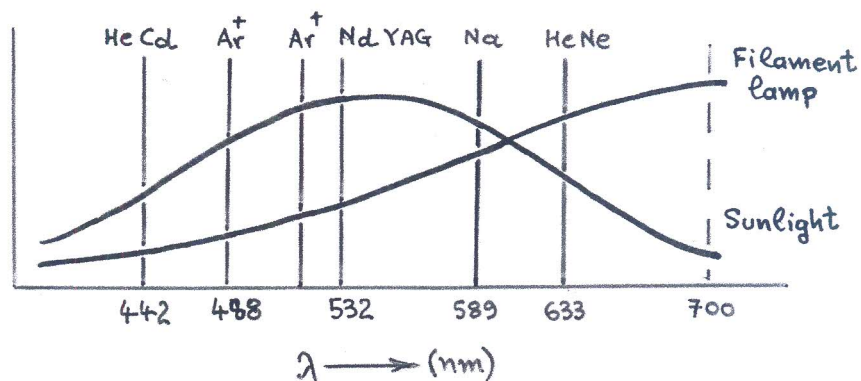


(a)



(b)

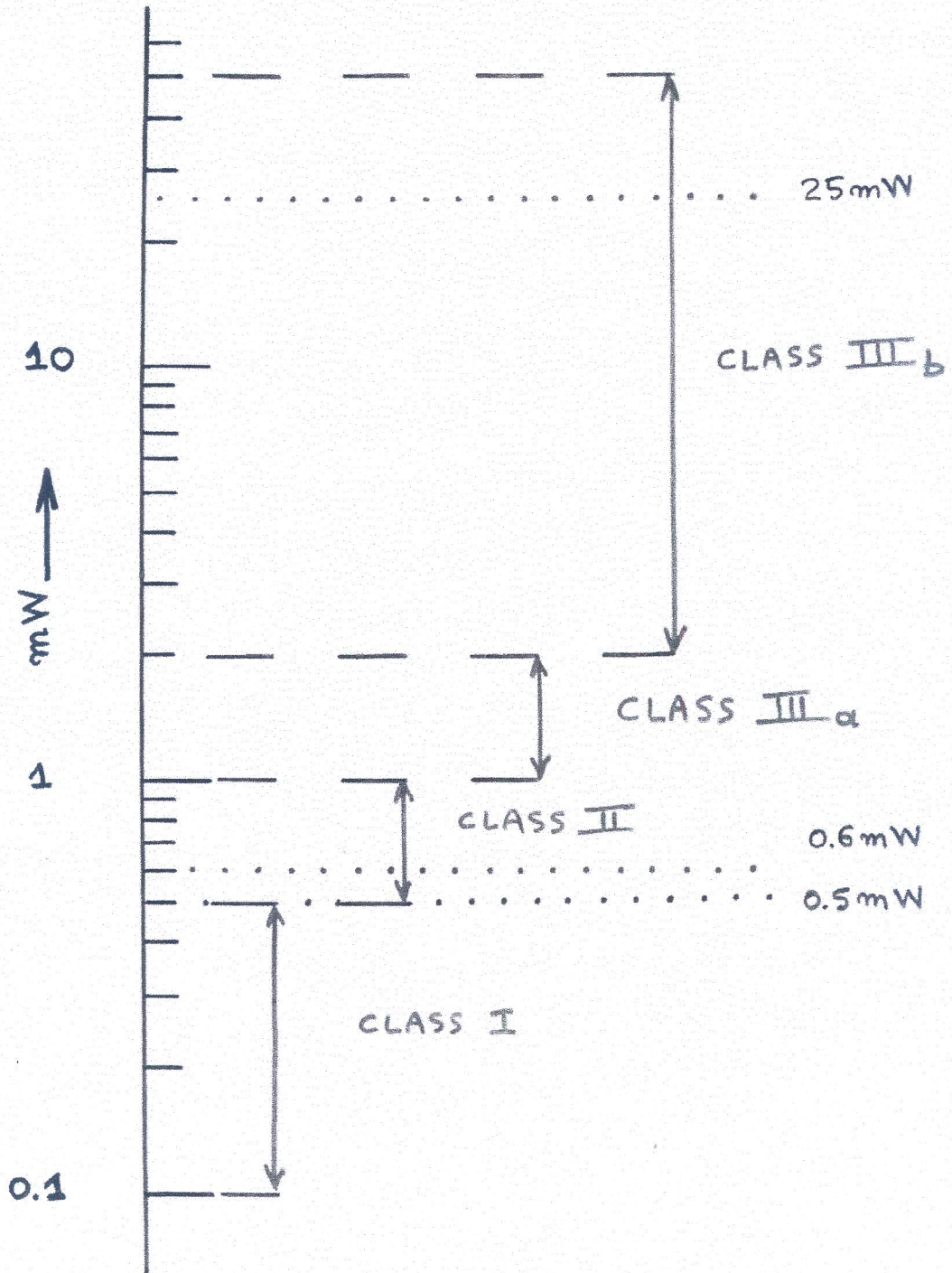
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ

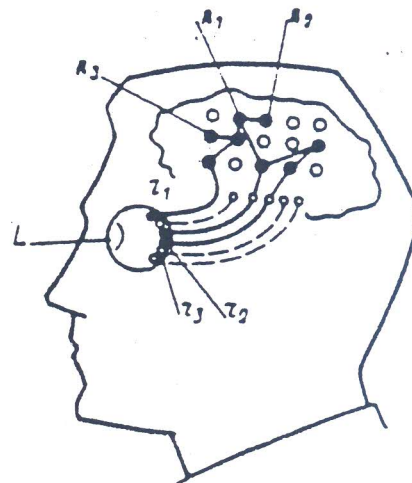
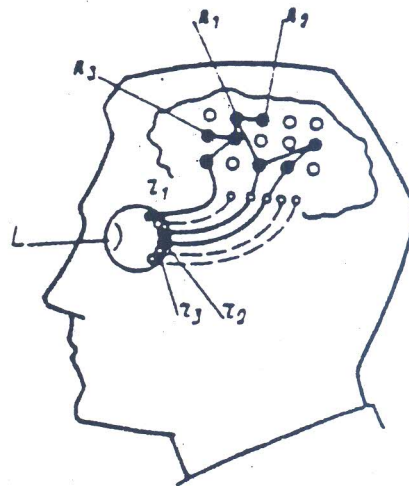
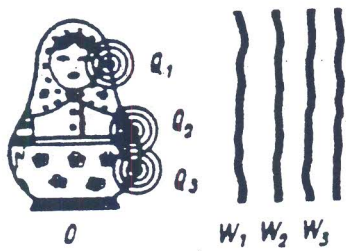


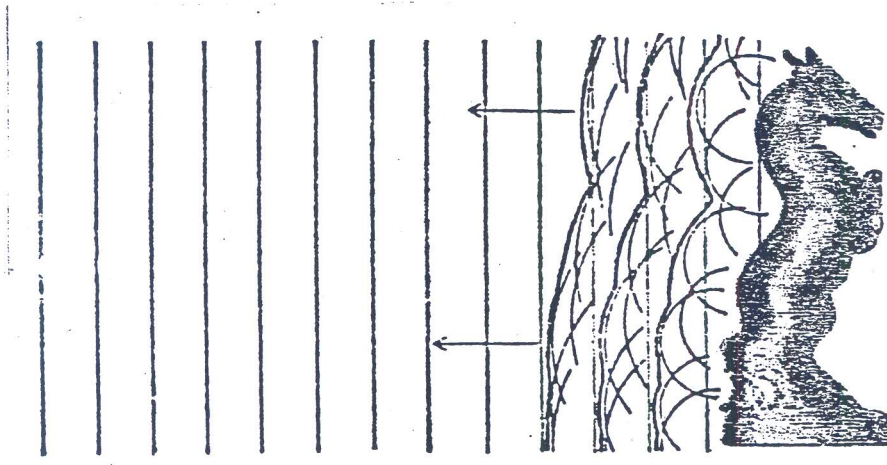
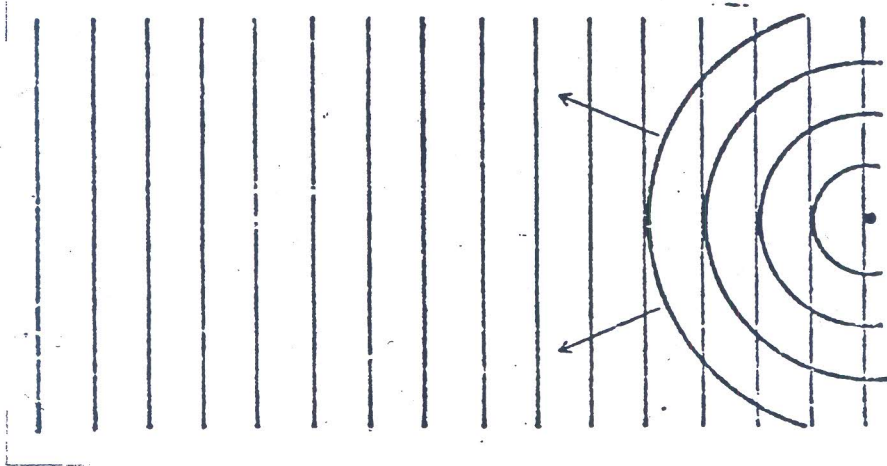
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ LASER He-Ne (POLYTEC)

TYPE	: PL-3000
WAVELENGTH	: 632.8 nm
OUTPUT POWER	: 30 mW (TEM ₀₀)
BEAM DIAMETER	: 1.25 mm
BEAM DIVERGENCE	: ≤ 0.8 mrad
POLARIZATION	: $> 1000 : 1$
OPERATING POSITION	: horizontal
CDRH CLASS	: III b
SUPPLY VOLTAGE	: 220 V AC

LASER SAFETY

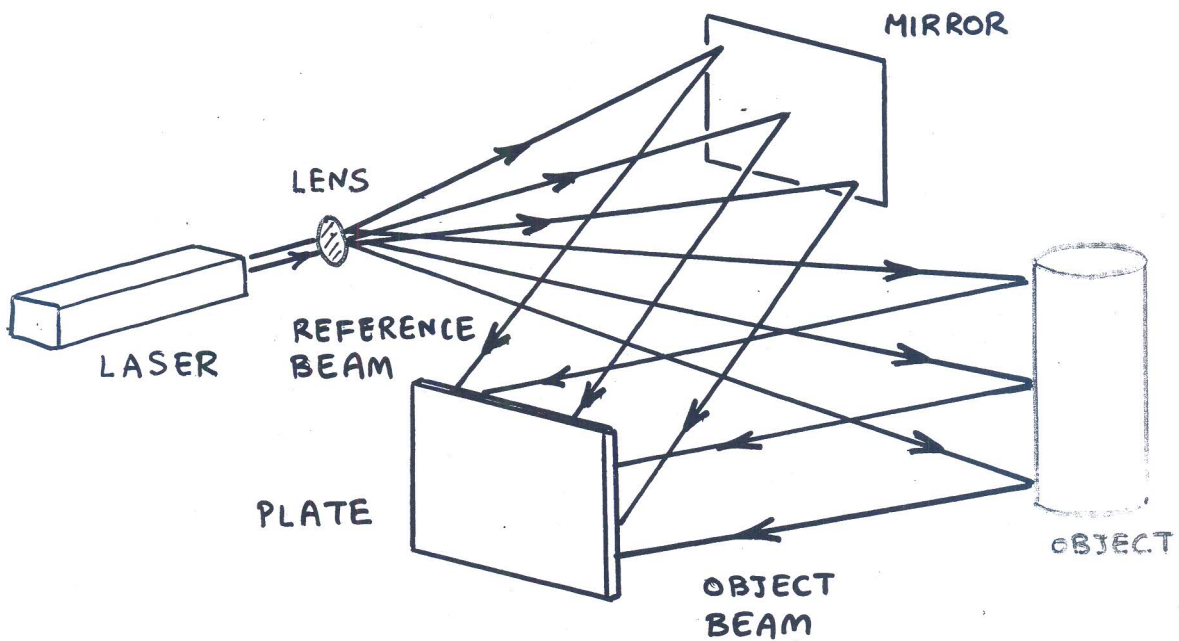




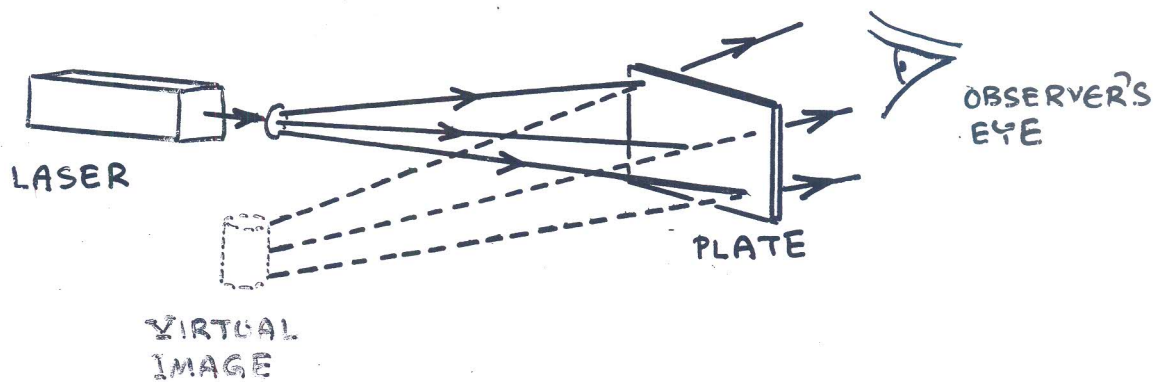


Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙ ΝΑ ΑΠΟΔΟΣΕΙ ΤΙΣ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΟΡΑΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΝΟΜΑΖΕΤΑΙ ΟΠΤΙΚΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΖΕΤΑΙ ΣΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

I. ΟΛΟΓΡΑΦΙΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ

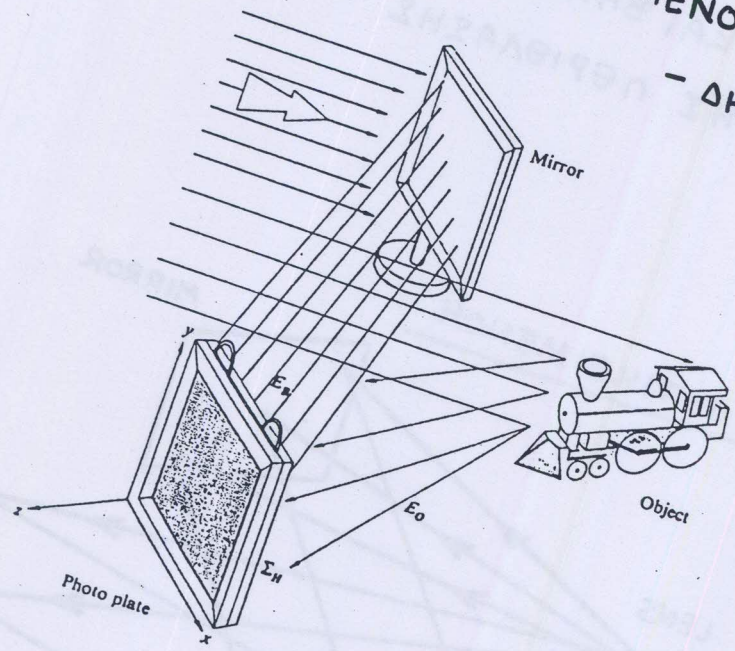


II. ΑΝΑΣΥΣΤΑΣΗ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ



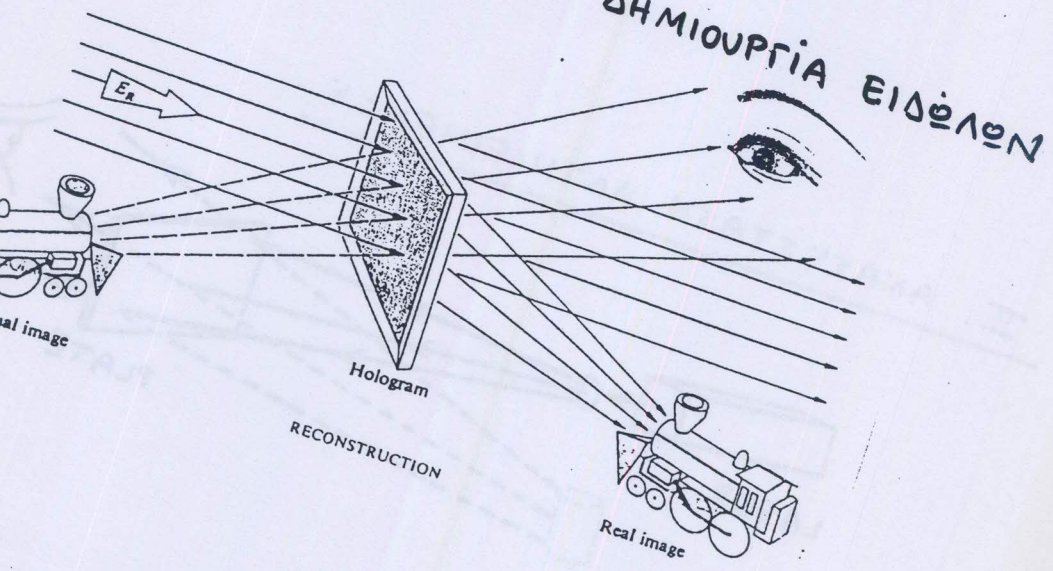
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΧ -

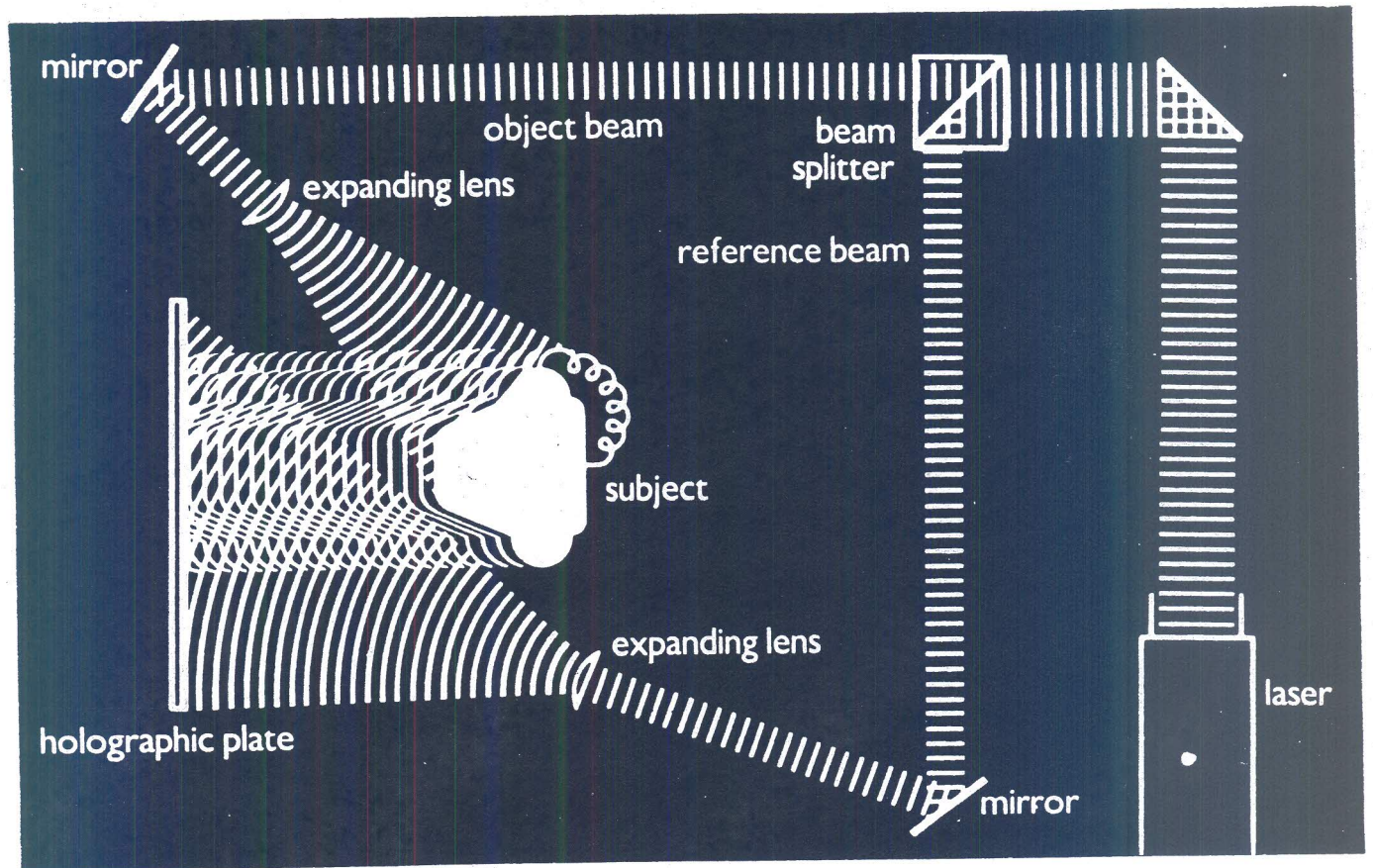
- ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ



ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ -

- ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΙΔΩΛΟΝ

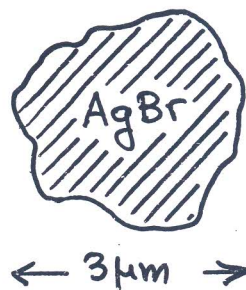
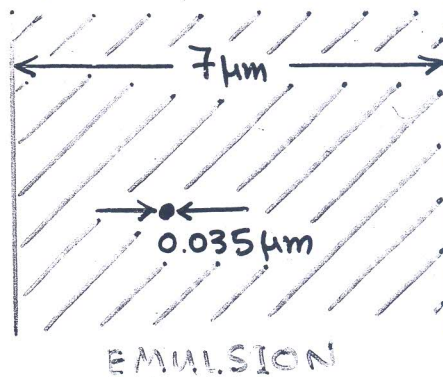
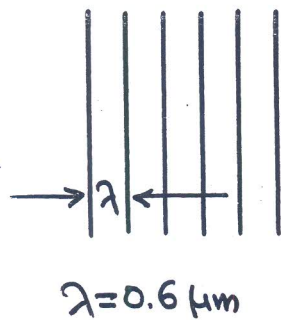
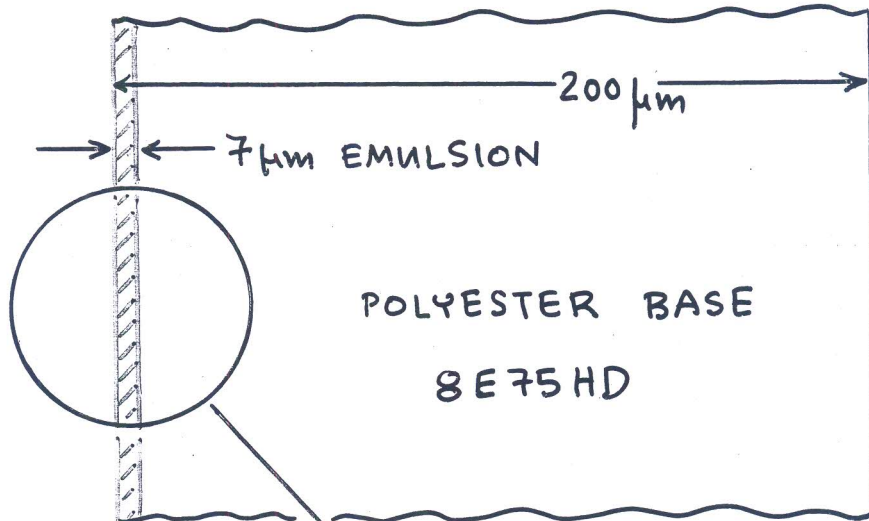




ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑΣ

	•		
	⊙	ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑΣ	D. GABOR
	⊙	ΟΛΟΓΡΑΜΜΑ ΛΥΧΝΙΑΣ ΑΤΜΩΝ Hg	D. GABOR
1950	•		
	•		
	•		
	•		
	•		
	•		
	•		
	•	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ LASER	C. TOWNES et al.
1960	⊙	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΩΤΟΥ LASER	T. MAIMAN
	•	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑ, ΛΕΥΚΟ ΦΩΣ	Y.N. DENISYUK
	•		
	•	ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ - OFF AXIS	E. LEITH, J. URATNIEKS
	•	ΒΡΑΒΕΙΟ NOBEL ΣΕ	C. TOWNES et al.
	•		
	•	ΟΛΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕ ΠΑΛΜΙΚΟ LASER	L.D. SIEBERT
	•	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΝΕΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ	Dichromated gel
	•	ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΑ RAINBOW	S.A. BENTON
1970	⊙	1 ^η ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑΣ	Michigan USA
	⊙	ΒΡΑΒΕΙΟ NOBEL ΣΤΟΝ	D. GABOR
	•		
	•	ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ και COMPUTER GRAPHICS	(Columbia Univ.)
	•		
	•	ΟΛΟΓΡΑΜΜΑ ΜΟΝΗΣ ΔΕΣΜΗΣ	Y. N. DENISYUK
	•	ΠΡΩΤΗ ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΑΙΝΙΑ	V. J. KOMAR (Moscow)
1980	•	ΜΕΙΩΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ - ΚΑΘΑΡΟΤΕΡΗ ΕΙΚΟΝΑ	N. PHILLIPS
	•		
	•		
	•		
	⊙	NATIONAL GEOGRAPHIC εξώφυλλο σε 11 εκατομμύρια αντιτ.	

HOLOGRAPHY MEDIA





← 7000Å → Red Light




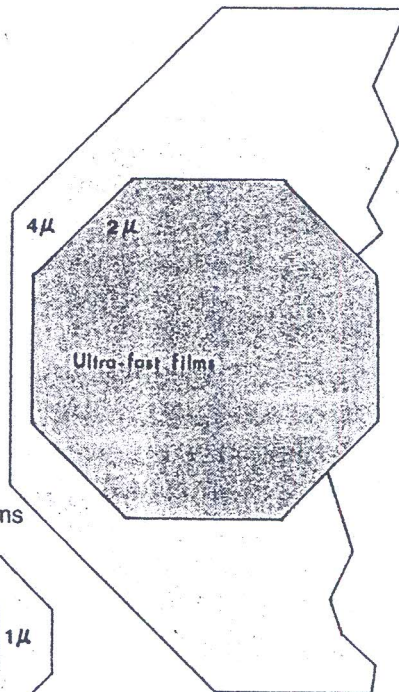
→ 4000Å ← Violet Light

0.01μ - 0.05μ • Lippmann Emulsion

0.1μ - 0.2μ  Photo Papers

 Process Films

Popular Fine-Grain Films 



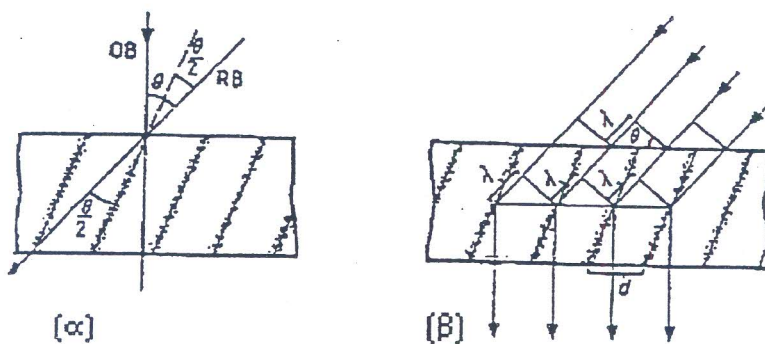
ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ
- ΔΙΑΠΕΡΑΤΑ
- ΚΙΝΗΣΗΣ
- ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΤΟΞΟΥ

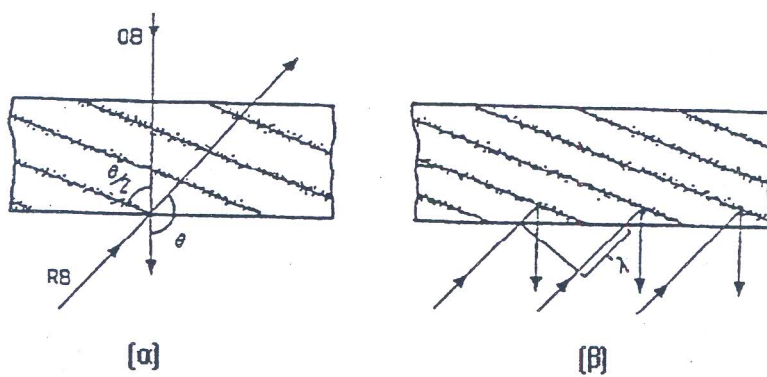
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

1. Απεικόνιση και των τριών διαστάσεων.
2. Ανεπηρέαστο σε τεμαχισμό (η πληροφορία σε όλη την έκταση του φιλμ).
3. Πολλές απεικονίσεις στο ίδιο φιλμ.
4. Καταγραφή της έντασης και φάσης του φωτεινού κύματος.
5. Μπορεί να απεικονίσει κίνηση.
6. Δεν απαιτείται συγκλίνων φακός.
7. Εργαστήρια υψηλών προδιαγραφών.
8. Ειδικές συνθήκες φωτισμού για την παρατήρηση των διαπερατών ολογραμμάτων.
9. Ειδικό φιλμ με συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά (~ 5000 γραμμές / mm).
10. Ασύμφορα υψηλό κόστος (προς το παρόν).
11. Δύσκολη ή και αδύνατη η αντιγραφή του.

ΔΙΑΠΕΡΑΤΑ – ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΑ



ΔΙΑΠΕΡΑΤΑ

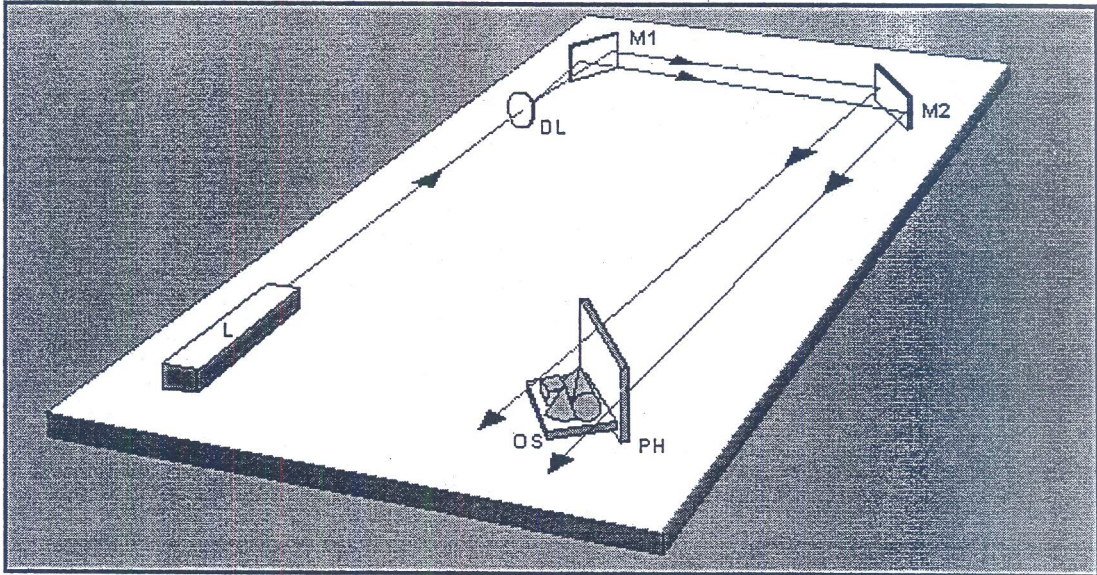


ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ

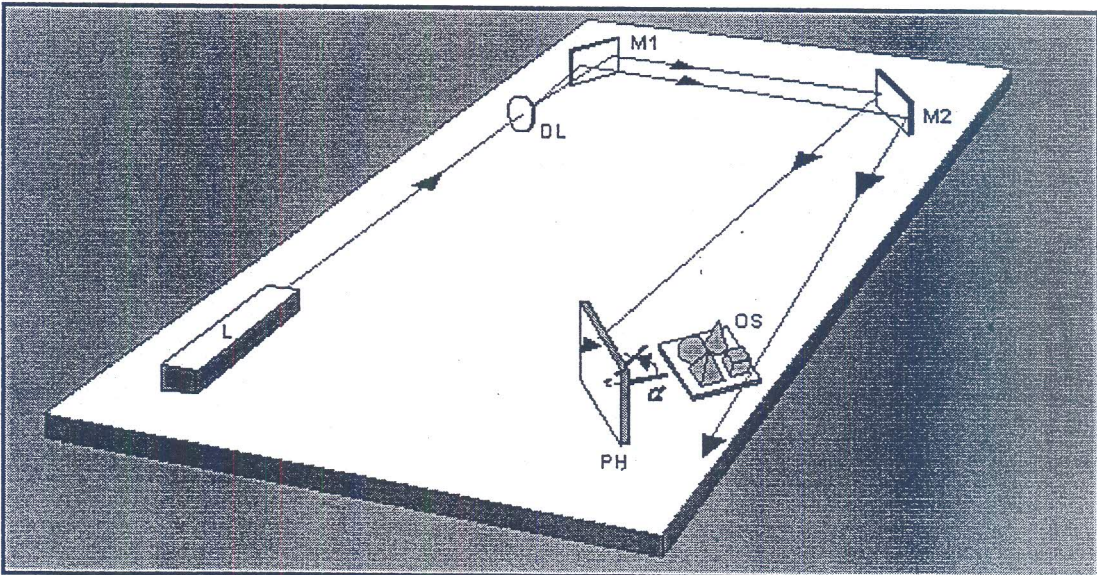
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ	ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ
<ul style="list-style-type: none"> • δυο διαστάσεις 	<ul style="list-style-type: none"> • τρεις διαστάσεις, παράλλαξη
<ul style="list-style-type: none"> • μια απεικόνιση σε κάθε φιλμ 	<ul style="list-style-type: none"> • πολλές απεικονίσεις στο ίδιο φιλμ
<ul style="list-style-type: none"> • η πληροφορία αποθηκεύεται σε μικρή περιοχή του φιλμ 	<ul style="list-style-type: none"> • η πληροφορία αποθηκεύεται σε όλο το φιλμ (ανεπηρέαστο σε τεμαχισμό)
<ul style="list-style-type: none"> • καταγραφή της έντασης 	<ul style="list-style-type: none"> • καταγραφή έντασης και φάσης
<ul style="list-style-type: none"> • απεικονίζει (σχεδόν) στατικά 	<ul style="list-style-type: none"> • ολογραφία κίνησης
<ul style="list-style-type: none"> • η λήψη δεν απαιτεί ιδιαίτερα τεχνικά μέσα 	<ul style="list-style-type: none"> • εργαστήρια υψηλών προδιαγραφών (Laser)
<ul style="list-style-type: none"> • υπάρχει σύστημα σύγκλισης ακτινών 	<ul style="list-style-type: none"> • δεν απαιτείται συγκλίνων φακός
<ul style="list-style-type: none"> • η παρατήρηση πραγματοποιείται εύκολα 	<ul style="list-style-type: none"> • η παρατήρηση χρειάζεται ειδικό φωτισμό
<ul style="list-style-type: none"> • χαμηλό κόστος ανά φωτογραφία 	<ul style="list-style-type: none"> • ασύμφορα υψηλό (προς το παρόν) κόστος
<ul style="list-style-type: none"> • συνηθισμένο φιλμ 	<ul style="list-style-type: none"> • ειδικό φιλμ με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά

ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑΣ

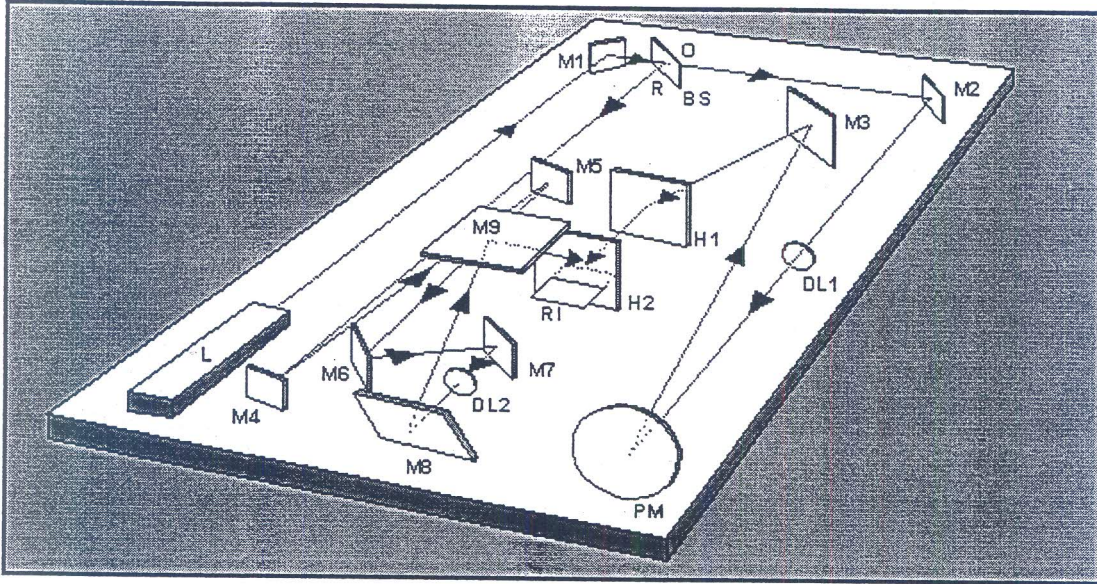
- Αποφυγή της έκθεσης του ολογραφικού φιλμ σε οποιαδήποτε άλλη φωτεινή πηγή εκτός του Laser.
- Το σωστότερο ολογραφικό εργαστήριο είναι αυτό με την λιγότερη δυνατή σκόνη.
- Η ποιότητα των ολογραμμάτων εξαρτάται άμεσα από την ποιότητα των οπτικών διατάξεων που χρησιμοποιούνται (φακοί, κάτοπτρα, διαχωριστές δέσμης κ.α.).
- Για την σταθεροποίηση του Laser απαιτείται ικανός χρόνος προκαταρκτικής λειτουργίας (περίπου μία ώρα) πριν την έκθεση.
- Ο αριθμός των απαραίτητων οπτικών στοιχείων πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός, έτσι αποφεύγονται ανεπιθύμητες ανακλάσεις.
- Στο ολογραφικό τραπέζι τα οπτικά στοιχεία να είναι στο μικρότερο δυνατό ύψος στήριξης, έτσι μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος μικροκινήσεων.
- Όλα τα εμφανιστικά υγρά να διατηρούνται σε σκοτεινό, καθαρό μέρος και σε σταθερή θερμοκρασία.



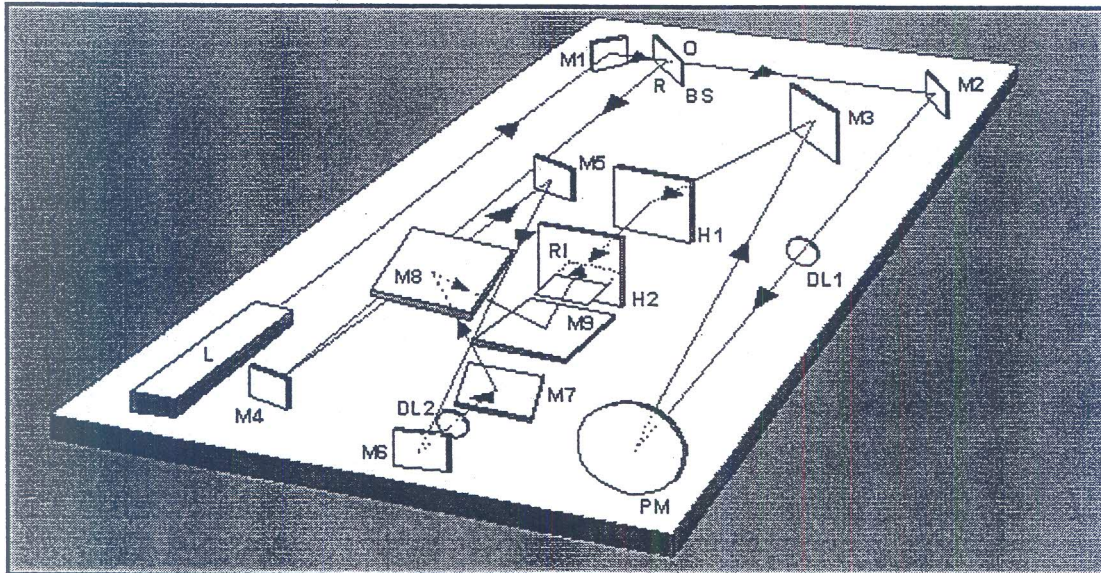
Single beam reflection hologram setup



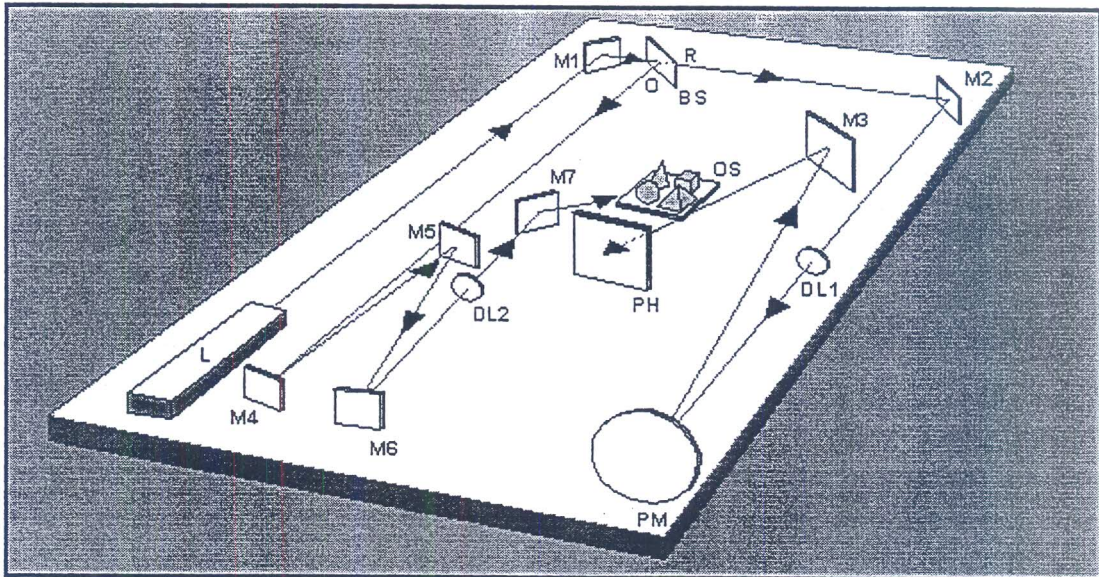
Single beam transmission hologram setup



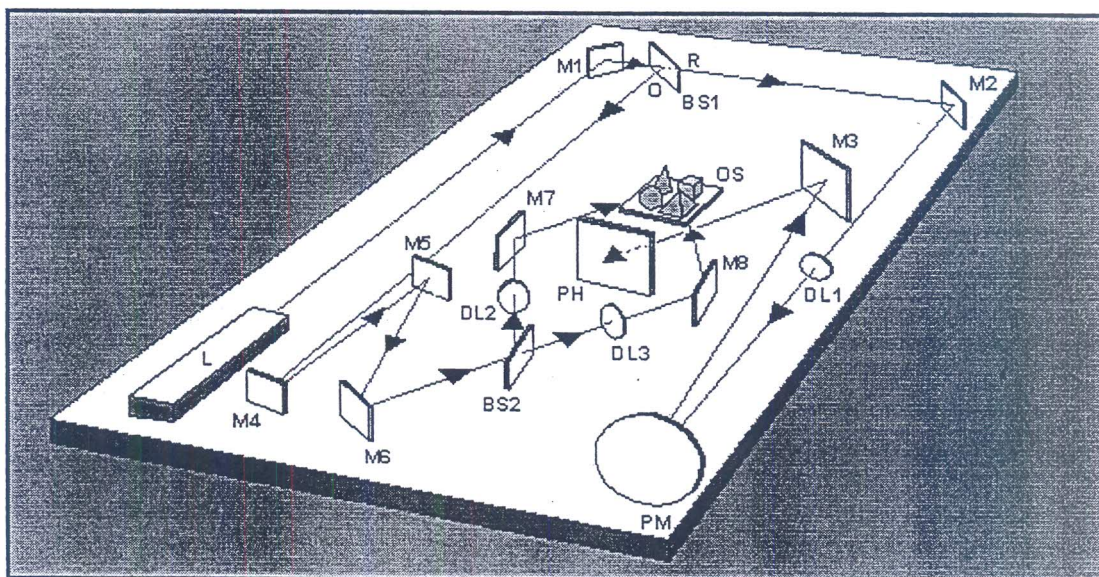
Overhead illumination multibeam white light reflection display hologram setup



Underneath illuminated multibeam white light reflection display hologram setup.



Multibeam transmission hologram setup, single object beam

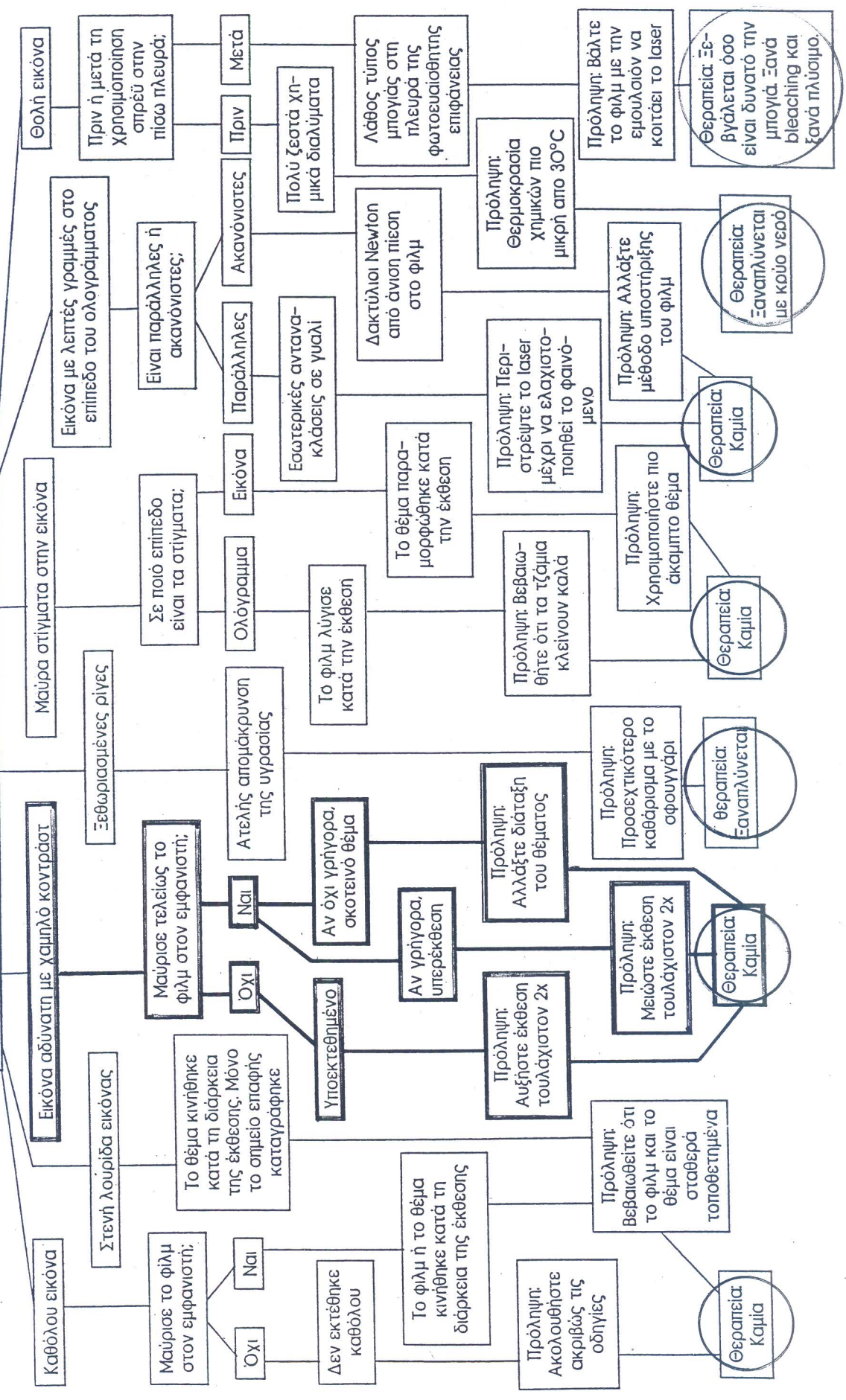


Multibeam transmission hologram setup, two object beams

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΛΟΓΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

- **ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑ** (reflection holograms)
- **ΔΙΑΠΕΡΑΤΑ** (transmission holograms)
- **ΚΙΝΗΣΗΣ** (motion holograms)
- **ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΤΟΞΟΥ** (rainbow holograms)
- **ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ**
(multiplexed holograms)
- **ΕΓΧΡΩΜΑ** (color holograms)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΥΡΕΣΗΣ ΛΑΘΩΝ ΣΕ ΟΛΟΓΡΑΜΜΑ DENISYUK



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΟΛΟΓΡΑΦΙΑΣ - ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΟ ΜΕΛΛΟΝ

ΟΛΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΠΙΔΕΙΞΗΣ

- ΠΙΣΤΑ ΑΝΤΙΓΡΑΦΑ ΣΠΑΝΙΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ
- ΜΟΥΣΕΙΑΚΑ ΕΙΔΗ
- ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ - ΣΥΝΕΔΡΙΑ

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

- ΦΡΑΓΜΑ ΠΕΡΙΘΛΑΣΗΣ
- ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ - ΦΑΚΟΣ
- ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΥΜΑ - ΚΑΤΟΠΤΡΟ

ΟΛΟΓΡΑΜΜΑ - ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΓΝΗΣΙΟΤΗΤΑΣ

- ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΚΑΡΤΕΣ, ΦΑΡΜΑΚΑ, ΤΡΟΦΕΣ
- ΔΙΠΛΩΜΑΤΑ ΟΔΗΓΗΣΗΣ
- ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΛΕΙΔΙΑ
- CHARACTER RECOGNITION

ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΜΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

- ΑΝΤΟΧΗ ΥΛΙΚΩΝ, ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ
- ΜΕΛΕΤΗ ΤΑΣΕΩΝ ΣΤΕΡΕΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ
- ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑ ΣΩΜΑΤΩΝ
- ΕΥΠΑΘΗ ΣΗΜΕΙΑ ΥΛΙΚΟΥ

ΟΛΟΓΡΑΦΙΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

- ΜΕΛΕΤΗ ΡΟΗΣ ΡΕΥΣΤΩΝ - ΑΕΡΙΩΝ
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΡΟΩΝ
- ΠΟΡΤΡΑΙΤΑ

ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΟΜΕΤΡΙΑ

DOUBLE EXPOSURE ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ

Συμβολή στο ίδιο φιλμ δυο ολογραμμάτων που αντιστοιχούν σε διαφορετικές καταστάσεις του αντικειμένου.

REAL TIME ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Συμβολή μεταξύ ολογράμματος και αντικειμένου για την άμεση παρατήρηση των δυναμικών αλλαγών που συμβαίνουν.

TIME – AVERAGE ΜΕΣΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Δημιουργία ολογράμματος ενώ το μελετούμενο αντικείμενο υφίσταται ελεγχόμενη διέγερση.

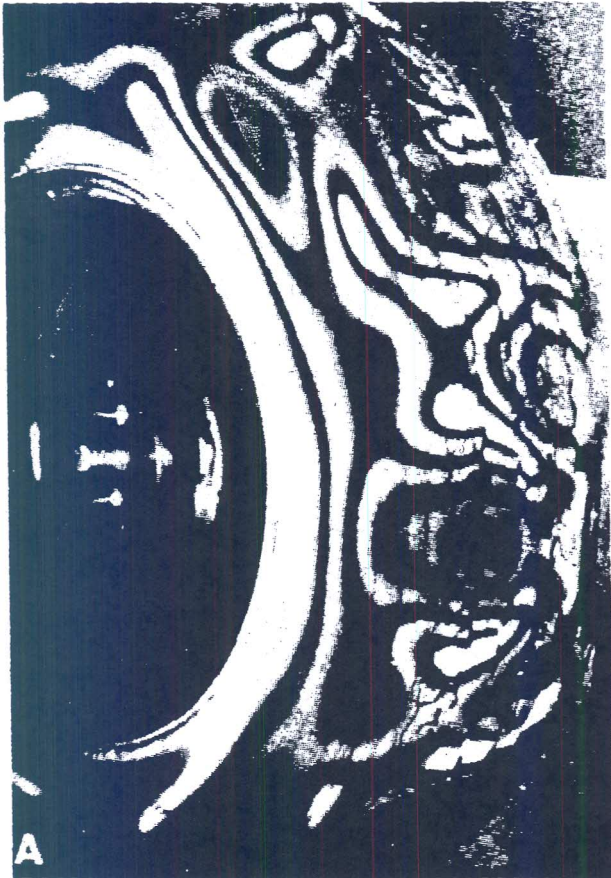
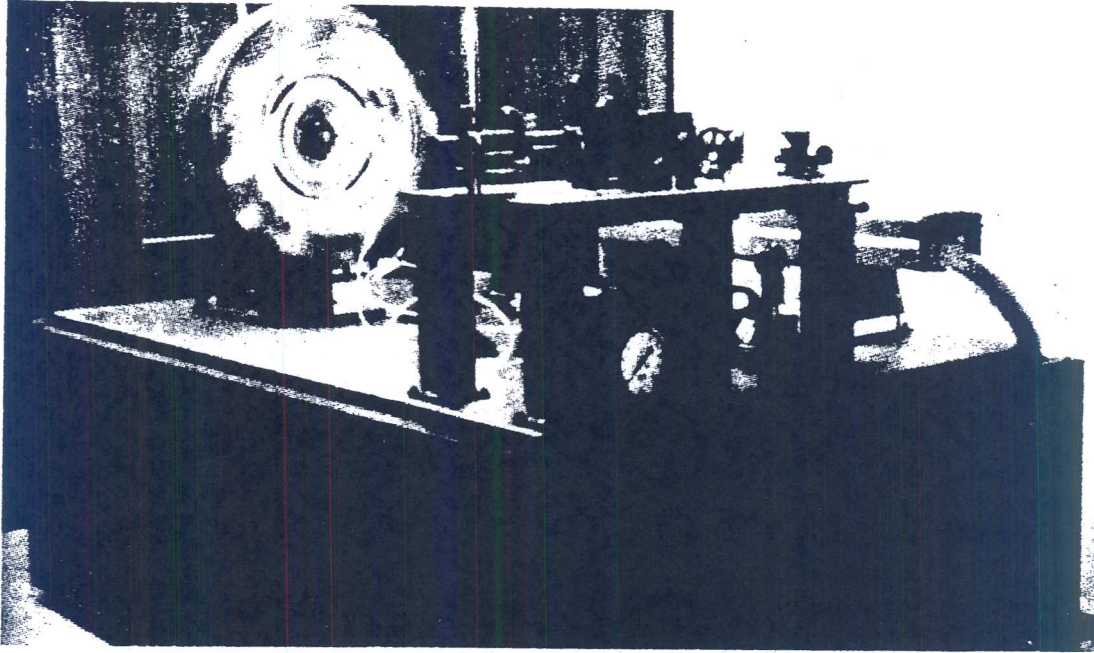
REAL TIME SANDWICH ΔΙΠΛΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ + ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Συμβολή μεταξύ δυο ολογραμμάτων που βρίσκονται σε διαφορετικά φιλμ και αφορούν το “ ίδιο ” αντικείμενο.

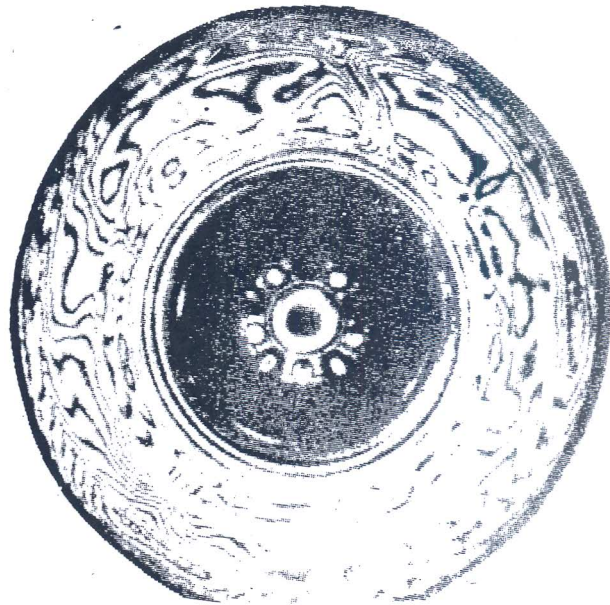


ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ

GCO Model 4158M



TIME AVERAGE HOLOGRAM



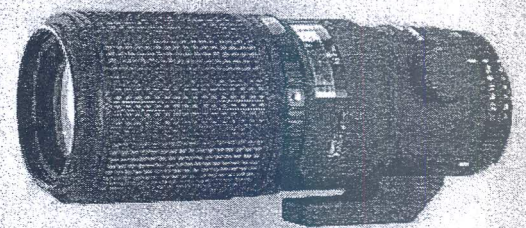
DOUBLE-EXPOSURE HOLOGRAM

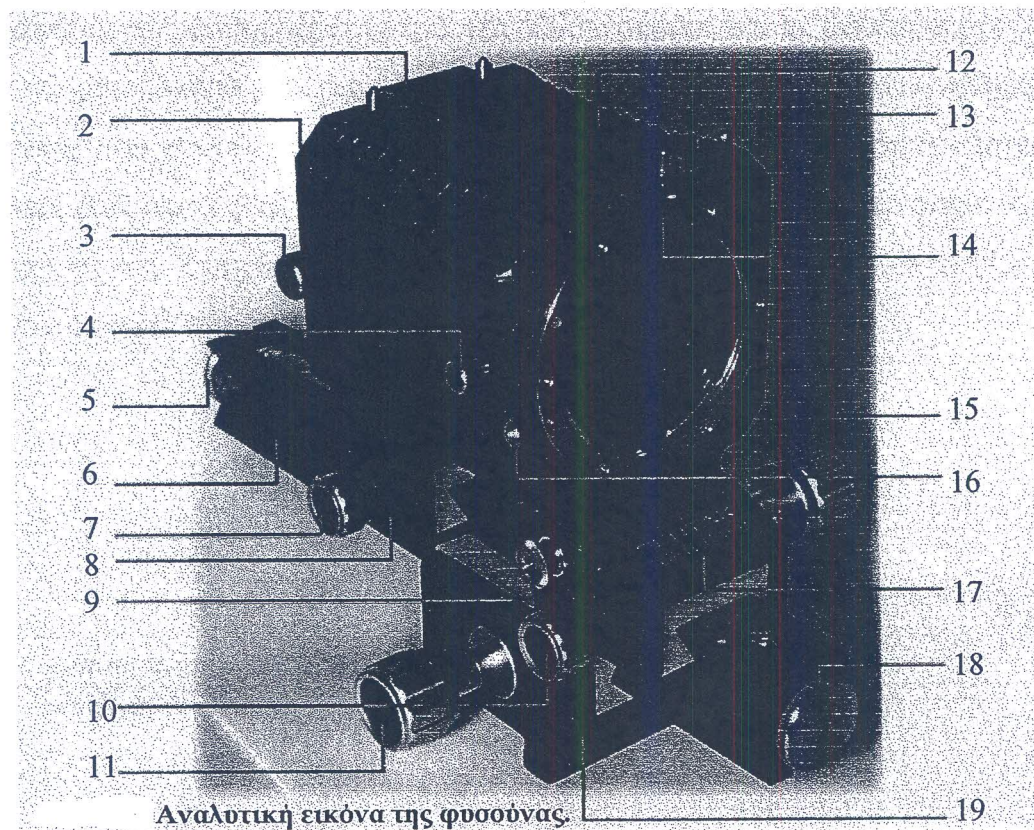
Comparison of Methods

Method	Magnification	Cost	Working Distance	Pros	Cons
Macro Lens	Landscapes to 1:1	\$100 - \$1500	Poor with normal lens, Good with Telephoto	Easy to use, continuous focusing	Costly
Extension	To 1:1 on 100 mm, to 2:1 on 50 mm	\$130 for a set of 3	Poor with normal lens, Good with Telephoto	Inexpensive, works with all of your lenses	Focusing difficult at high magnification
Supplementary lens	Greatest (~1:1) with telephoto	\$30 - \$90	Good	Small, light,, low cost accessory	Narrow magnification range
Teleconverter	1.4x or 2x of native lens (so 2:1 with 1:1 macro)	\$80 - \$400	Best	Continuous focus	Light loss hampers focusing

Methods to get Magnification

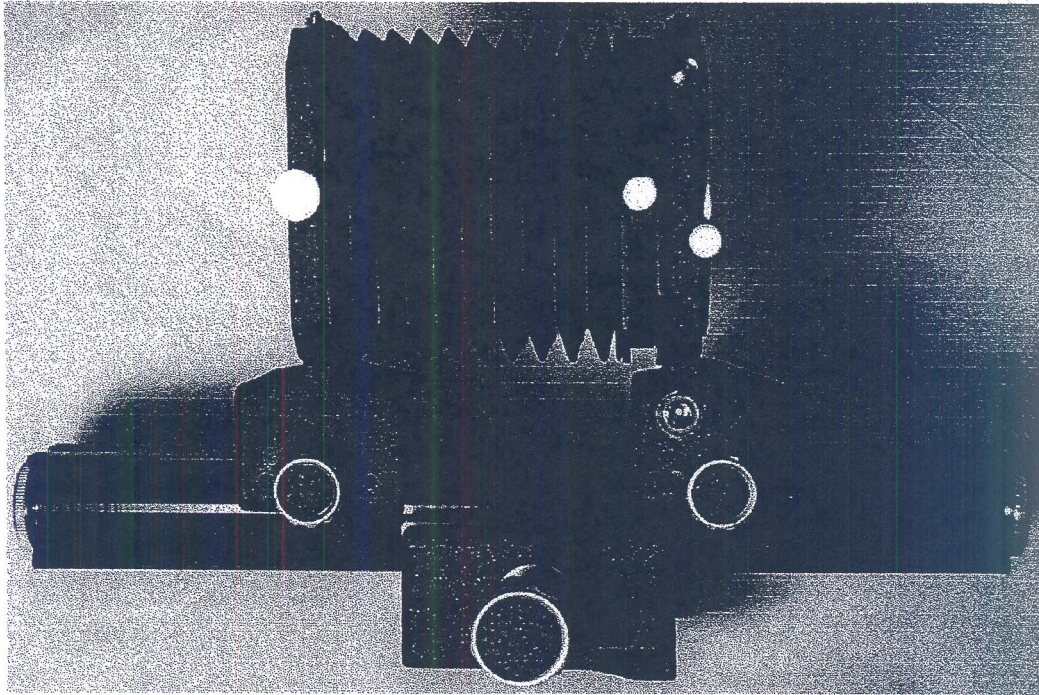
- ◆ Macro lens
- ◆ Extension
- ◆ Supplementary lens
- ◆ Teleconverter



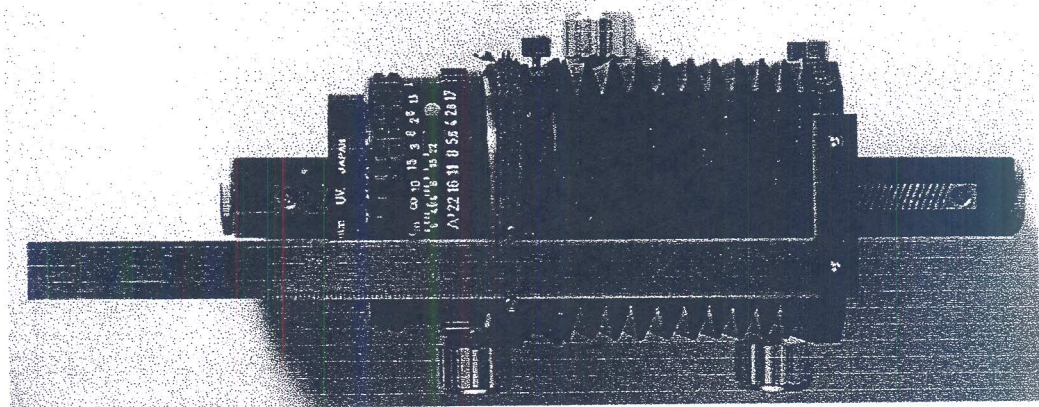


Αναλυτική εικόνα της φουσόνας.

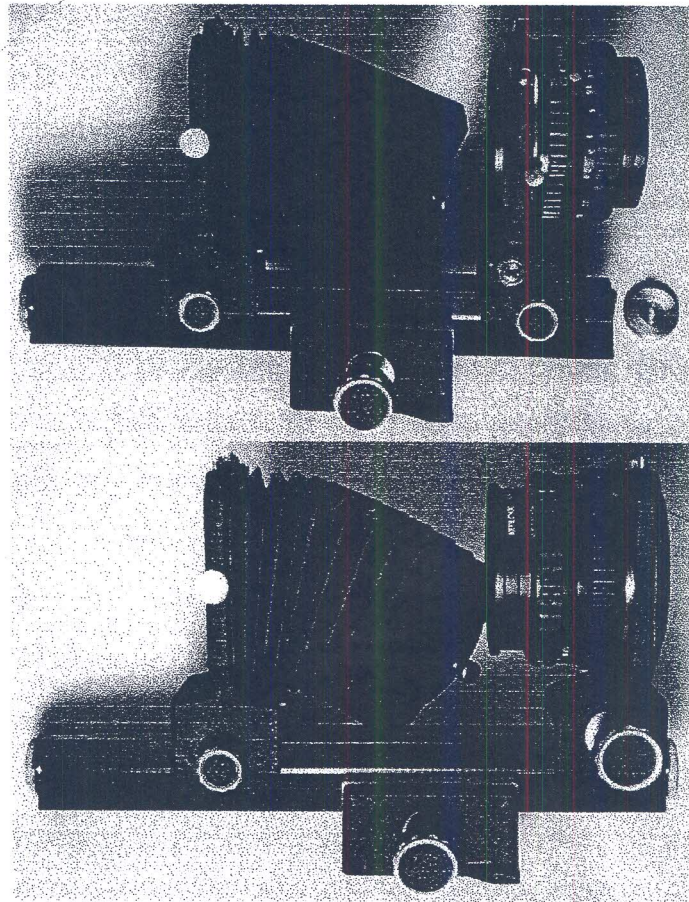
- | | |
|--|---|
| 1. Πίσω βάση στήριξης χάρακα | 12. Φουσόνα |
| 2. Βάση στήριξης μηχανής (πίσω) | 13. Μπροστινή στήριξη χάρακα |
| 3. Βίδα απελευθέρωσης μηχανής | 14. Υποδοχή φακού (μπροστά) |
| 4. Βίδα απελευθέρωσης φουσόνας | 15. Κοχλίας κίνησης μπροστινού επιπέδου |
| 5. Πίσω βίδα σταματήματος | 16. Κουμπί απελευθέρωσης φακού |
| 6. Ράγα κίνησης επιπέδων της φουσόνας | 17. Μπροστινό επίπεδο φουσόνας |
| 7. Βίδα απελευθέρωσης πίσω επιπέδου | 18. Μπροστινή βίδα σταματήματος |
| 8. Πίσω επίπεδο φουσόνας | 19. Βάση στήριξης φουσόνας σε τρίποδο |
| 9. Υποδοχή ντεκλανσερ φακού | |
| 10. Βίδα απελευθέρωσης μπροστινού επιπέδου | |
| 11. Βίδα κίνησης ράγας ως προς τη βάση στήριξης σε τρίποδο | |



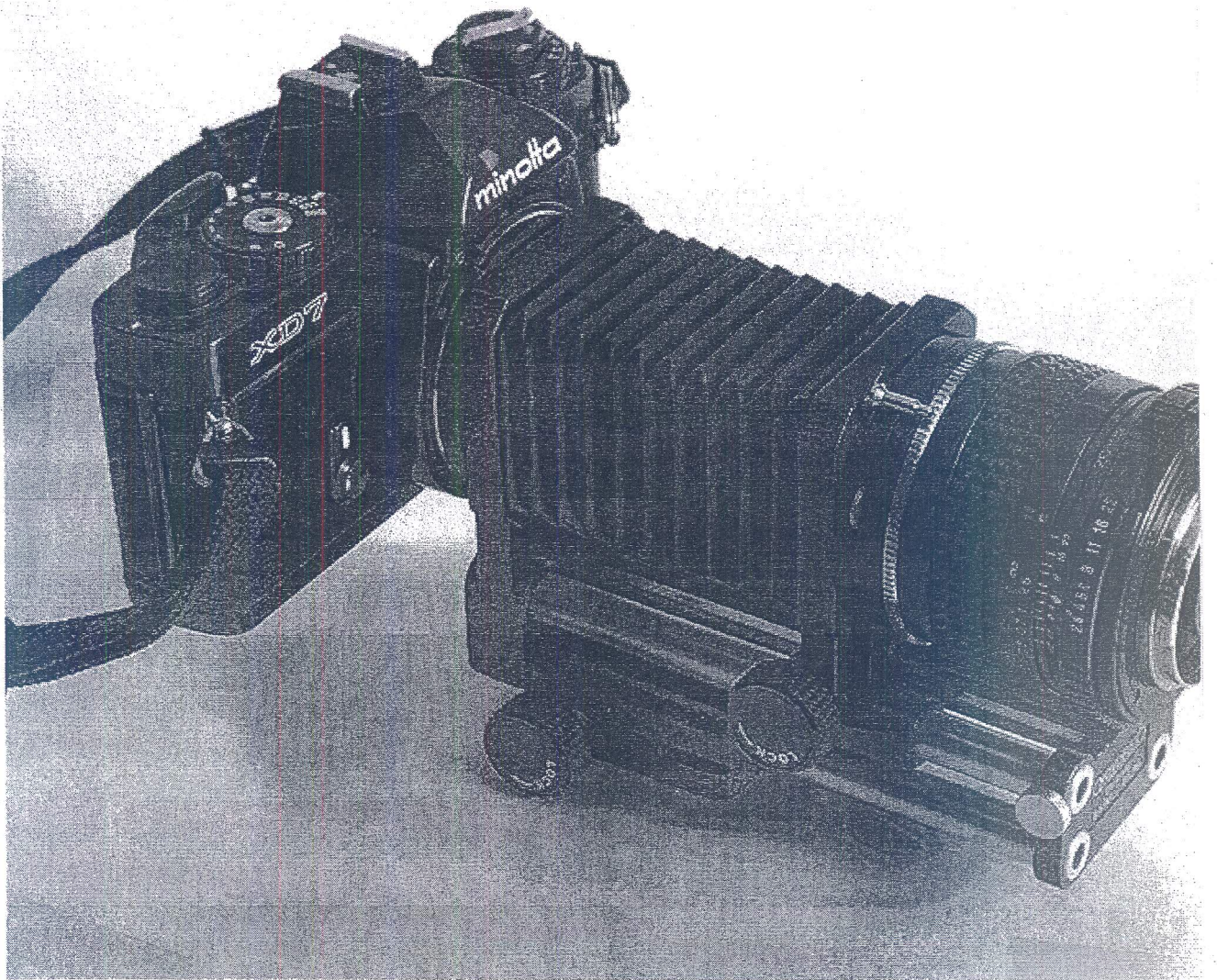
Κοντινή εικόνα της φουσόνας με τα δύο επίπεδα.



Διάταξη στήριξης μεταλλικού χάρακα στη φουσόνα.



Διαδικασία αντιστροφής,
διακρίνεται ο φακός πριν και μετά την αντιστροφή.

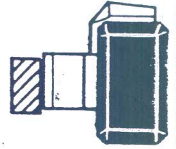


CLOSE UPS

Methods of using lenses to give magnifications in the range 0.1 to 25.

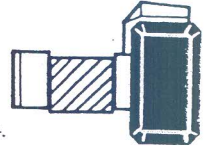
Close up lenses

Severe limitations to performance.



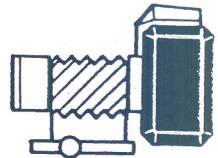
Extension tubes

Magnification range 0.1 to 1.0 or more in discrete steps.



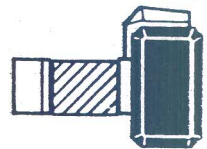
Extension bellows

Variable magnification range; typically 0.1 to 2 or 0 to 1.0. May lose auto diaphragm operation.



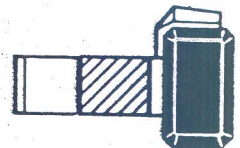
Reversed lens

Lens used in reverse normally improves results when used with tubes or bellows at larger magnifications.



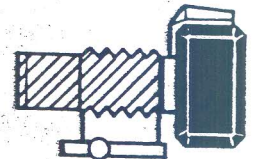
'Macro lens'

Infinity focusing lens in double helical mount giving magnification range 0 to 0.5. Some designs have a special extension ring for magnifications of 0.5 to 1.0.



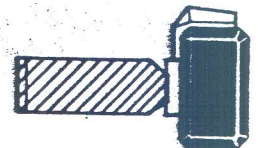
Macro lens with bellows

Overlapping ranges of magnification from 0 to 25 depending on focal length.



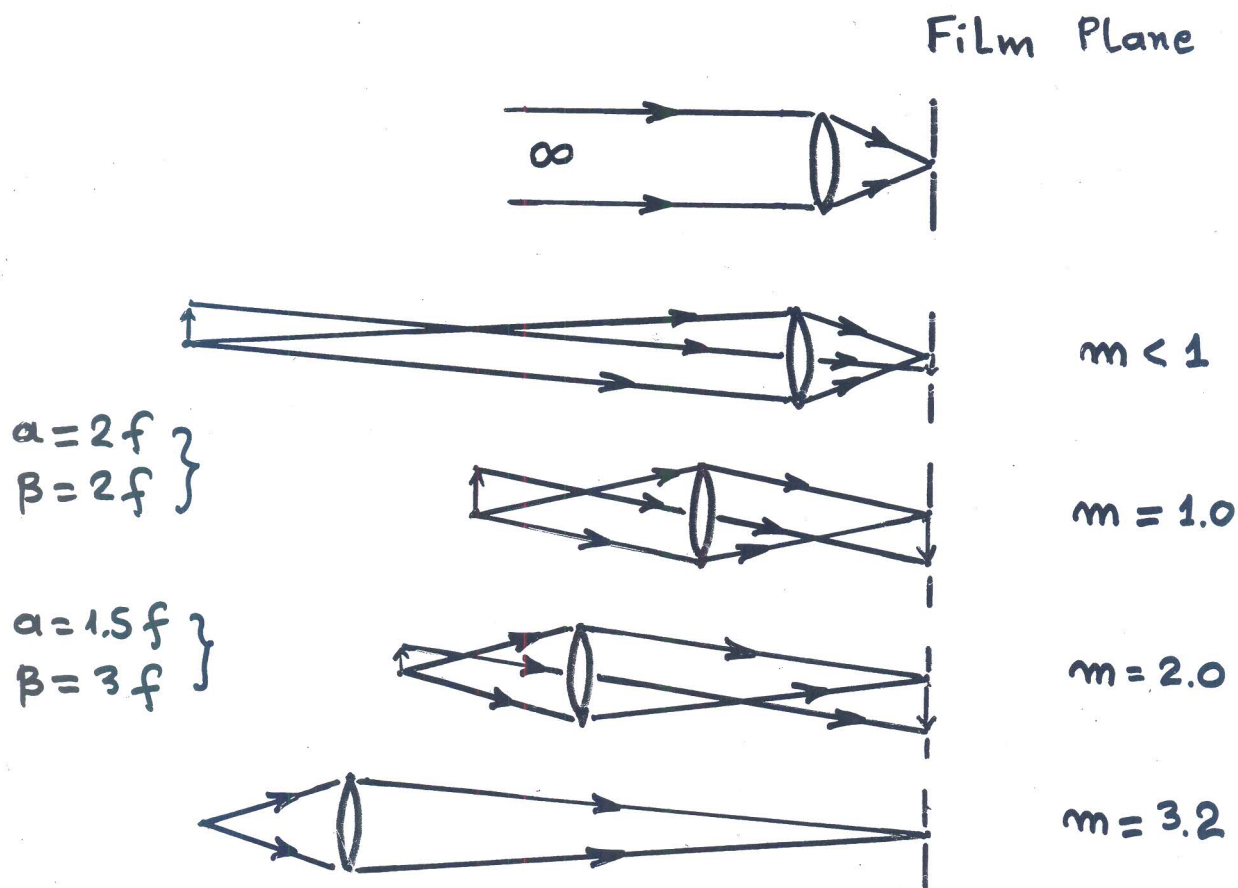
'Macro zoom' lens

Continuously variable magnification range.

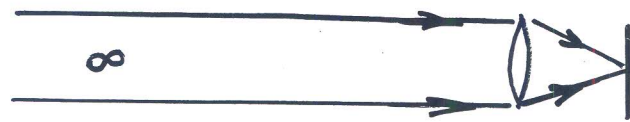


Μεγέθυνση (επιμόρφωση) : $m = \frac{E}{A} = -\frac{B}{a}$

- close up : $m = 0.1 - 1$
- macro : $m = 1 - 50$
- microscope : $m > 50$



Supplementary close-up lenses



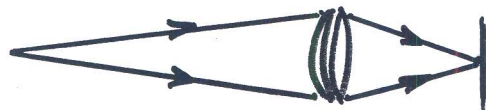
L



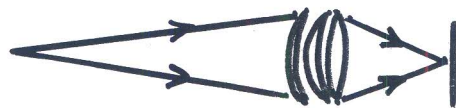
C



C+L



C+L+E



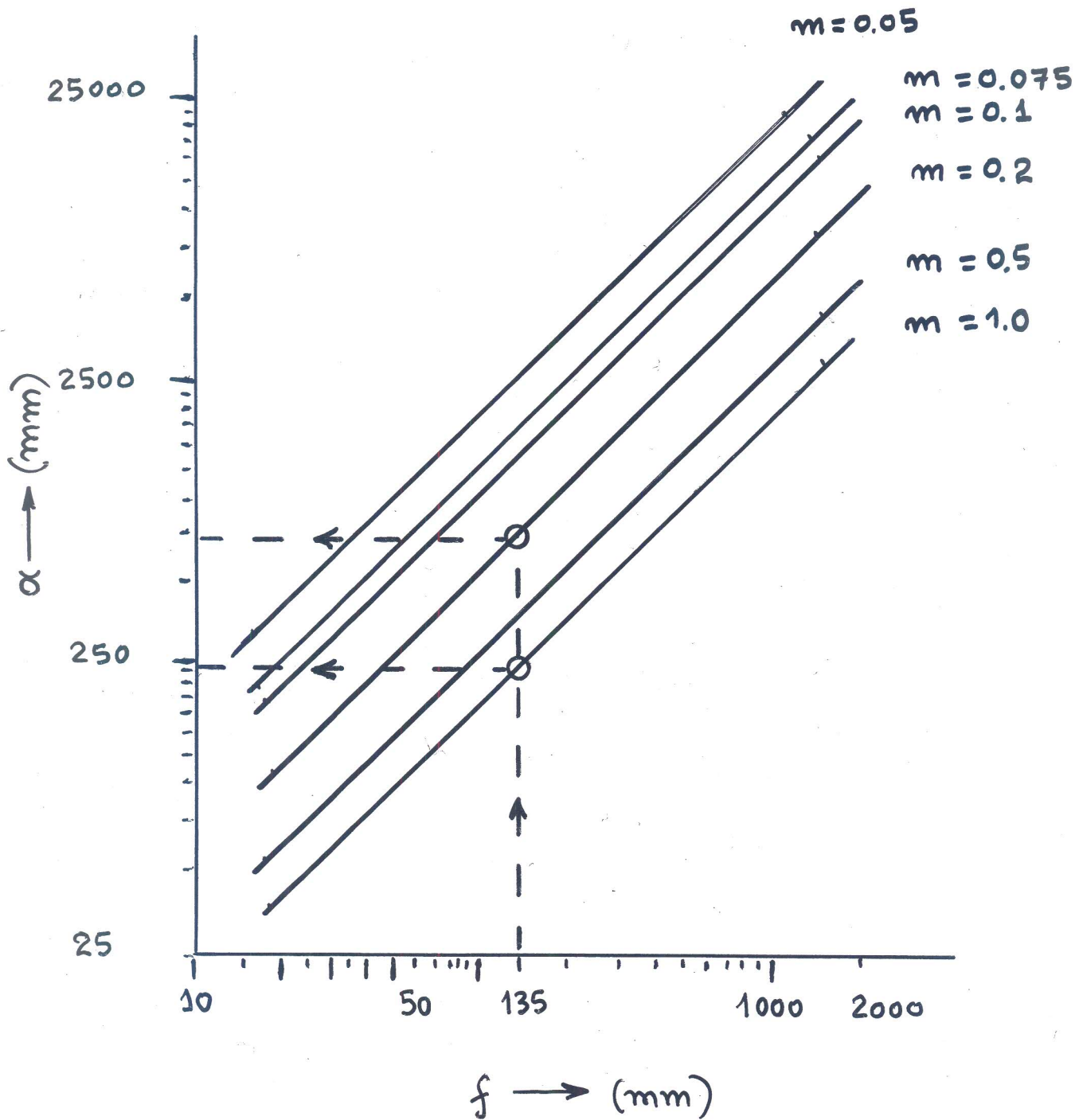
2C+L



zoom+L

- L : camera lens
- C : close up lens
- E : extension

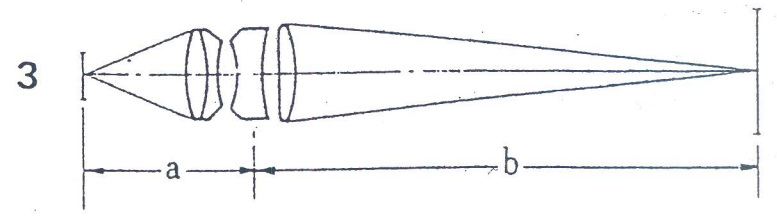
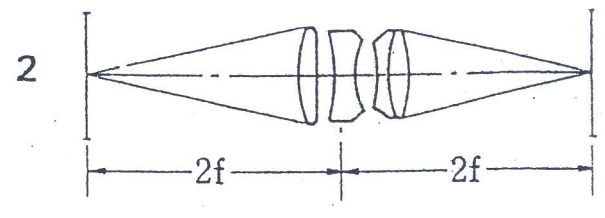
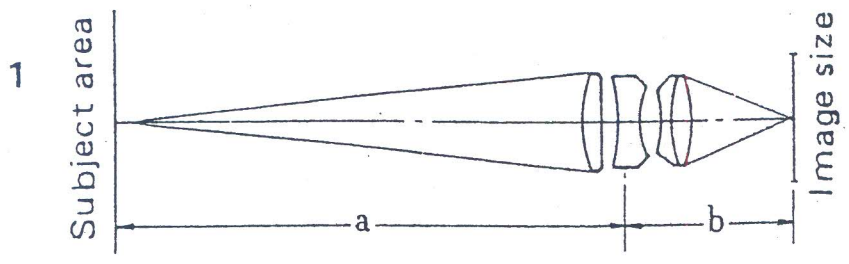
CLOSE UP ΕΓΓΙΟΓΡΑΦΙΑ



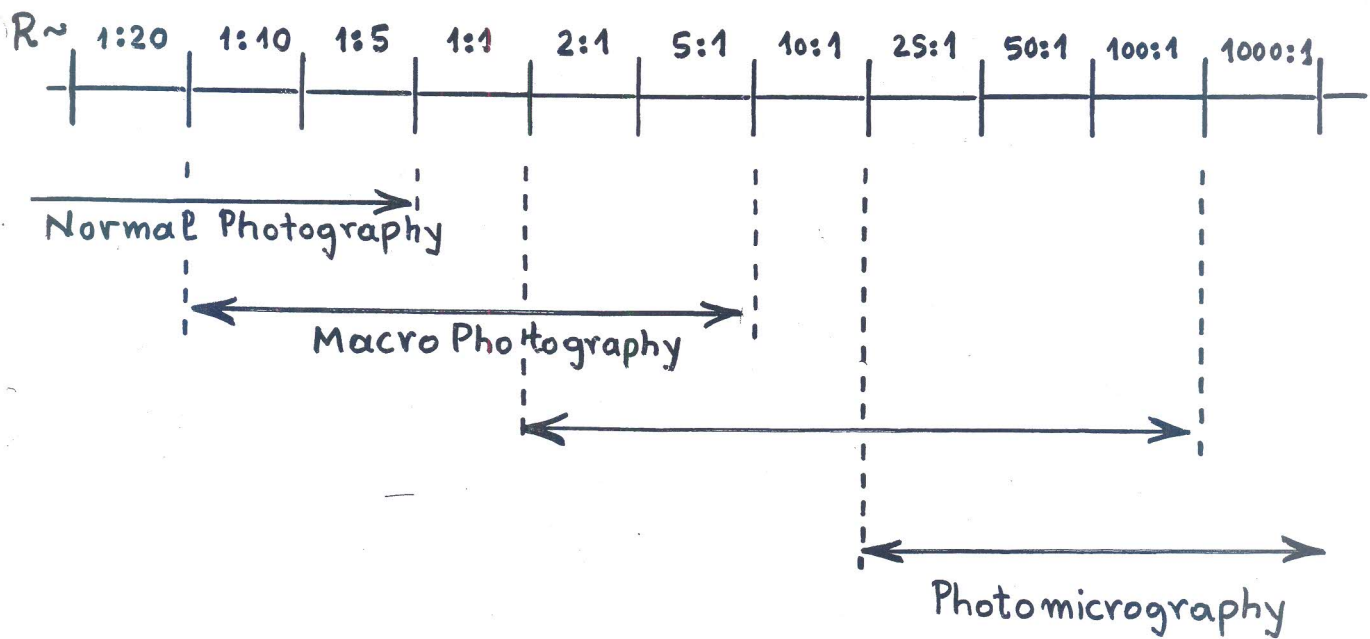
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ : $f = 135 \text{ mm}$

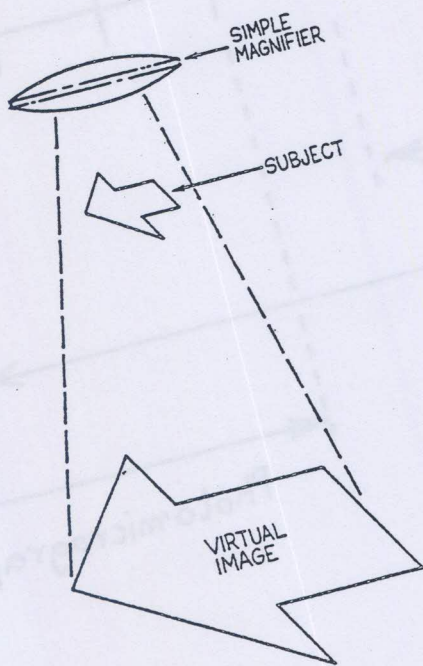
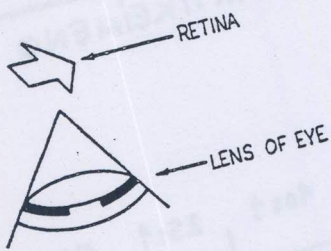
Για $a = 750 \text{ mm} \rightarrow m = 0,2$

Για $a = 270 \text{ mm} \rightarrow m = 1,0$

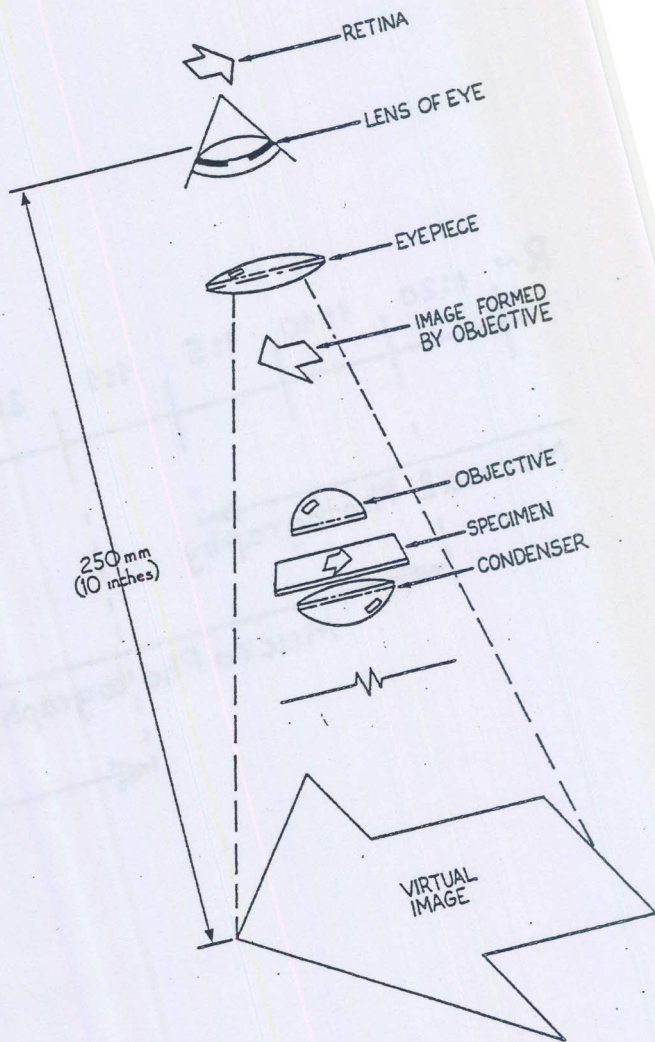


$$R = \frac{\text{ΕΙΔΕΛΟ}}{\text{ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ}}$$

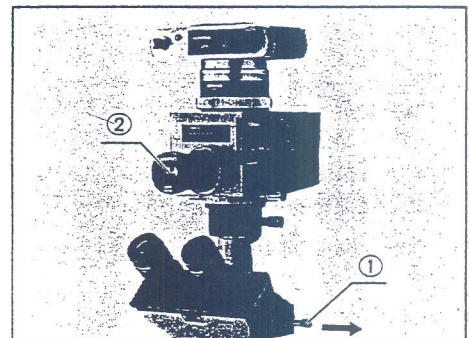
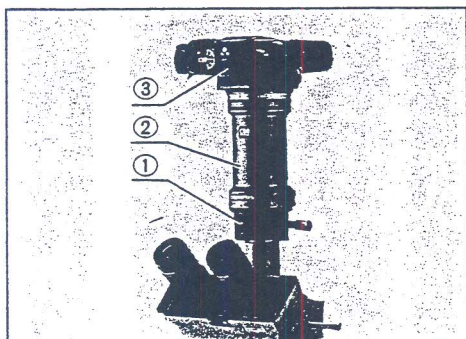
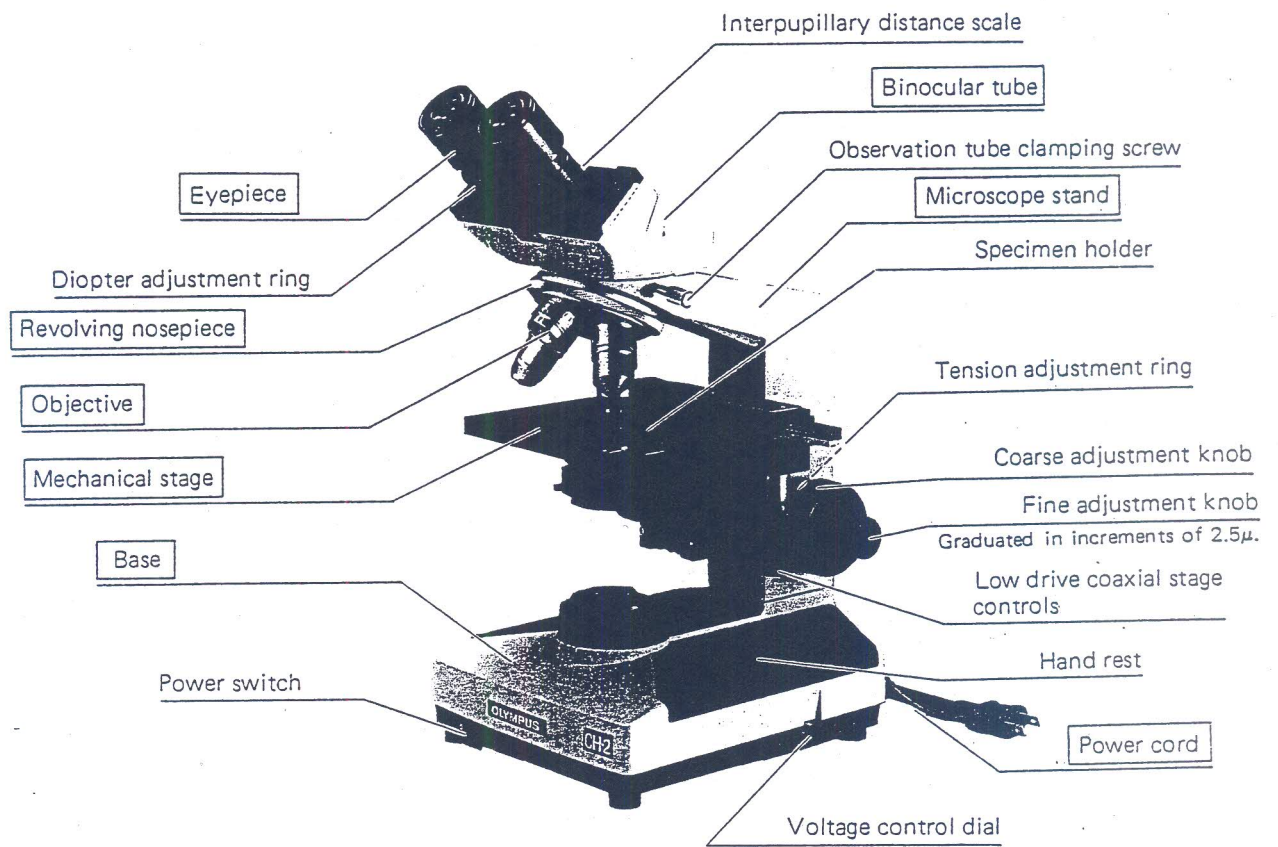


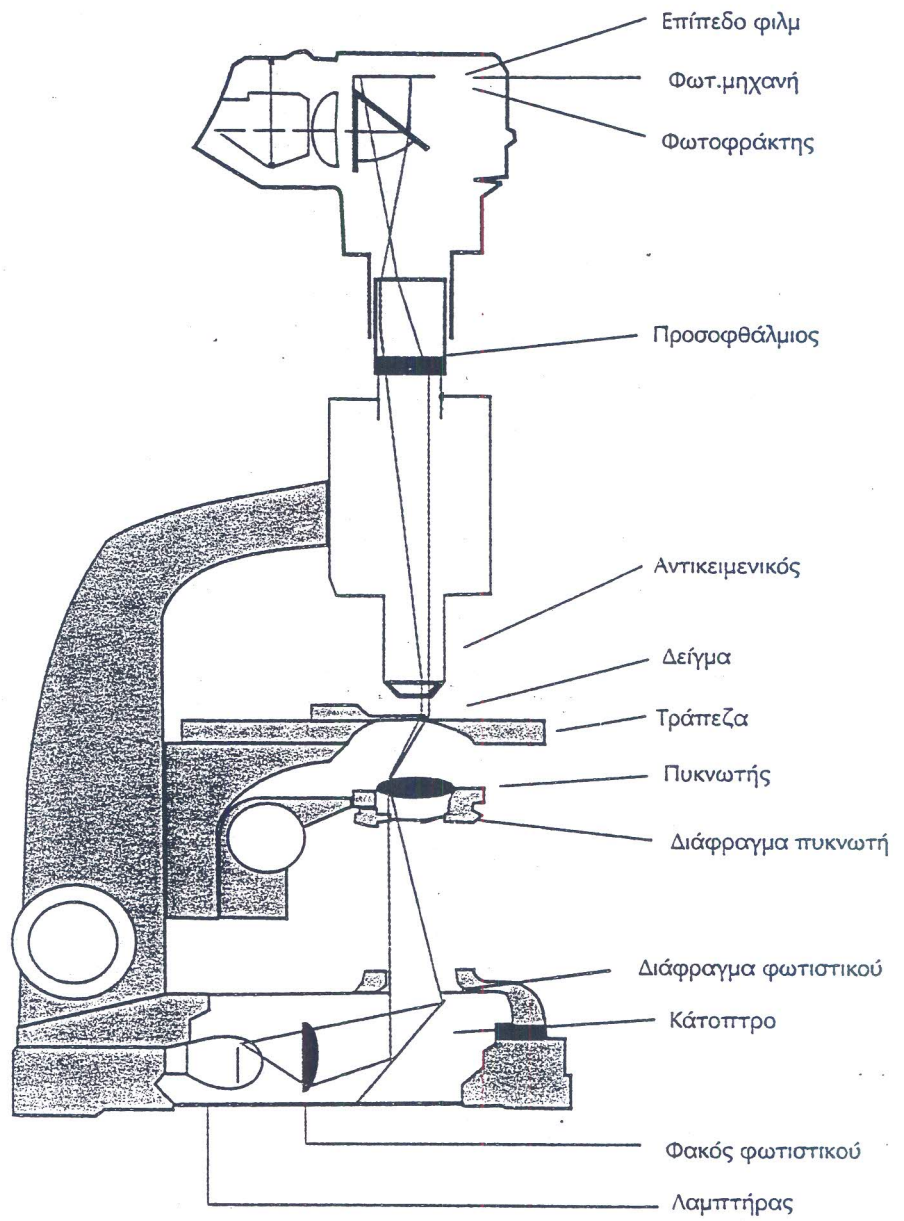


Simple Magnifier—A simple magnifier uses a single lens to enlarge the object in one step.



Compound Magnifier—In the compound microscope, the intermediate image formed by the objective is enlarged by the eyepiece.





**ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ
ΣΤΗΝ ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Μηχανές Compact με σταθερά προσαρμοσμένους φακούς

- Εστίαση στο άπειρο
- Μέγιστο δυνατό διάφραγμα
- Εύρεση σημείου εστίασης
- Εξάλειψη παρείσακτου φωτισμού
- Πειραματικός προσδιορισμός σημείου σύγκλισης
- Μηχανισμός σταθερής στήριξης μηχανής

2. Μηχανές (SLR) με εναλλακτικούς φακούς

- Απομάκρυνση φακού από το σώμα της μηχανής
- Η εστίαση μέσα από το σκόπευτρο της μηχανής
- Ύπαρξη προσαρμογέα, στήριξη στο οπτικό μικροσκόπιο
- Φωτομέτρηση (σημειακή, κεντρικά ισοσταθμισμένη)
- Σε αρνητικά / θετικά φιλμ αντίστοιχες εκθέσεις υπέρ / υπό

**3. Ειδικές μηχανές φωτομικρογράφησης (eyepiece camera)
(φιλμ 35mm, μεγάλου φορμά, μηχανές με φυσούνα)**

- Παρατήρηση εστίασης από ανεξάρτητο σκόπευτρο
- Ύπαρξη θαμπόγυαλου στο επίπεδο του φιλμ

ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΗΣΗ

(Χαμηλής ποιότητας οπτικά, λανθασμένες ρυθμίσεις)

- Απώλεια οξύτητας ειδώλου (κακή εστίαση, κραδασμοί, κλειδώμα κατόπτρου φωτογραφικής μηχανής)
- Θολό είδωλο (όχι καθαρές οπτικές επιφάνειες)
- Ανομοιόμορφος φωτισμός (κακή ευθυγράμμιση)
- Μικρή ή και μεγάλη αντίθεση
- Χαμηλή ανάλυση (σε υπερβολικές μεγεθύνσεις)
- Ανεστίαστες κηλίδες (παρουσία σκόνης)

ΕΙΔΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

- Μέθοδος σκοτεινού πεδίου, οι ακτίνες που φωτίζουν το παρασκεύασμα δεν εισέρχονται στον αντικειμενικό φακό.
- Χρήση πολωμένου φωτός, ύπαρξη ζεύγους πολωτικών φίλτρων με το παρασκεύασμα ανάμεσά τους.

ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΟΣ

- Σωστή ευθυγράμμιση οπτικών στοιχείων
 - Ο κώνος του φωτός να υπερκαλύπτει το άνοιγμα του αντικειμενικού φακού
1. Φωτισμός Nelson, εστίαση φωτιστικού σώματος στο επίπεδο του δείγματος.
 2. Φωτισμός Kohler, εστίαση του νήματος στο επίπεδο του διαφράγματος του πυκνωτή της τράπεζας και εστίαση του διαφράγματος στο επίπεδο του δείγματος.
(ομοιόμορφο πεδίο φωτισμού)

ΑΡΧΕΙΟ ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΙΑΣ

Παρασκεύασμα :
Ημερομηνία λήψης :
Χρωματισμός :
Αντικειμενικός φακός :
Προσοφθάλμιος φακός :
Απόσταση εργασίας :
Μεγέθυνση :
Φωτιστική πηγή :
Χαρακτηριστικά φιλμ :
Κατηγορία φίλτρου :
Χρόνος έκθεσης :
Στοιχεία εμφάνισης (τύπος, χρόνος, θερμοκρασία) :
Παρατηρήσεις :

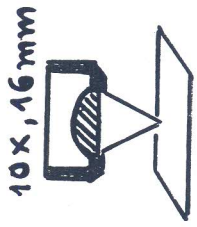
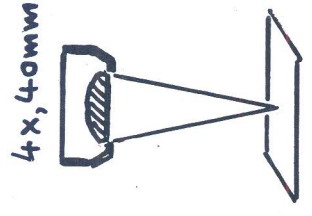
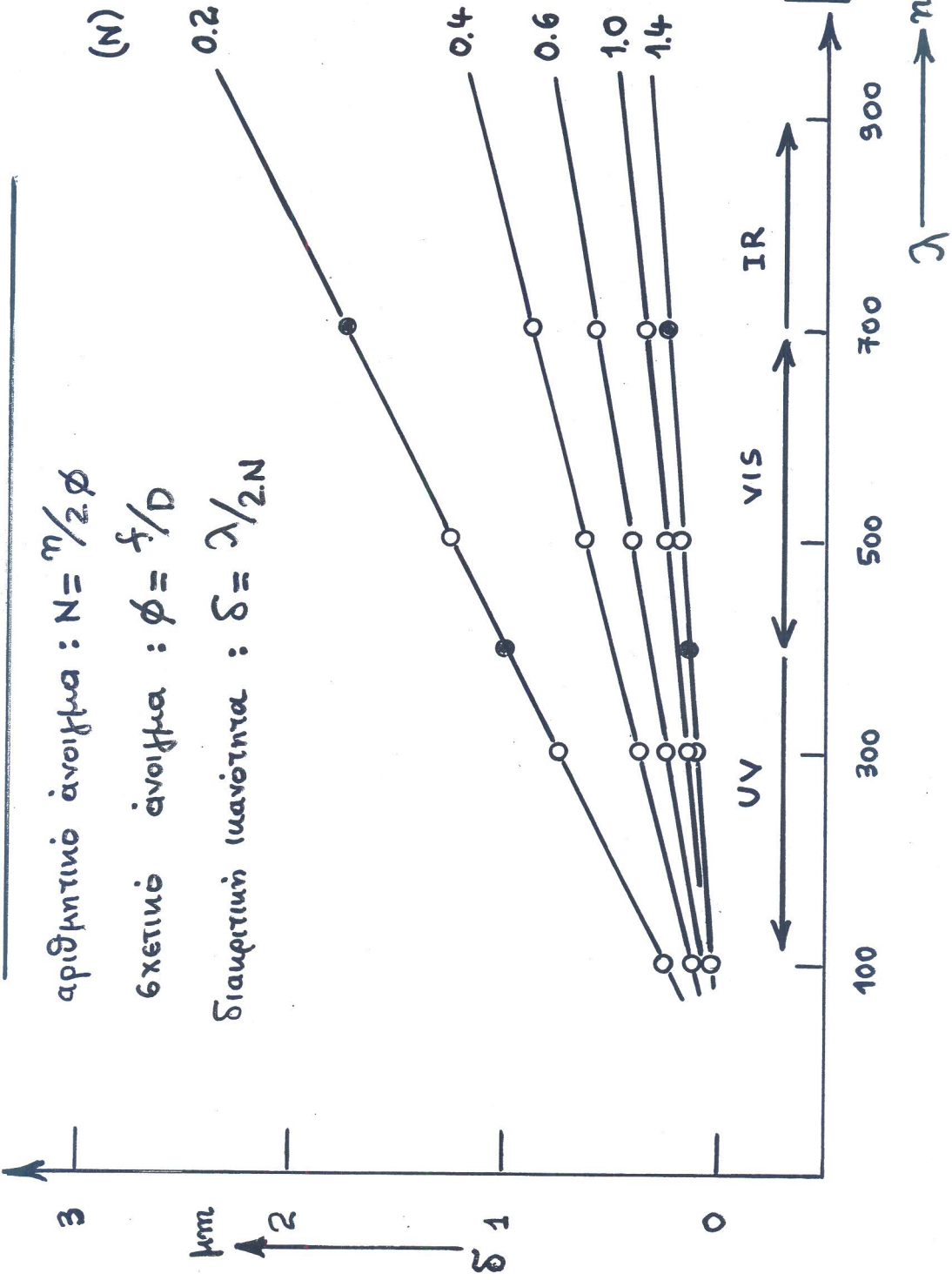
- Η μεγέθυνση με χρήση διαφόρων οπτικών οργάνων δεν είναι αυτοσκοπός. Ο τελικός στόχος είναι η αναγνώριση των λεπτομερειών του παρατηρούμενου αντικειμένου. Η δυνατότητα διάκρισης λεπτομερειών ονομάζεται διακριτική ικανότητα.
- Διακριτικό όριο οπτικού μικροσκοπίου : $\delta = \lambda / 2N$. Όπου : λ το μήκος κύματος του χρησιμοποιούμενου φωτός και N το αριθμητικό άνοιγμα του αντικειμενικού φακού $N = n / 2 (f / D)$.
- Το πηλίκο f / D ονομάζεται σχετικό άνοιγμα αντικειμενικού φακού ή f number. Όσο μικρότερο το σχετικό άνοιγμα τόσο περισσότερο φως συγκεντρώνει ο αντίστοιχος φακός και έτσι χαρακτηρίζεται σαν φωτεινός ή γρήγορος.
- Αντικειμενικός φακός μικροσκοπίου, χαρακτηριστικά :
 - $M \times$, μεγέθυνση π.χ. 60 x
 - N , αριθμητικό άνοιγμα π.χ. 0.8
 - g (mm), μήκος σωλήνα π.χ. 160mm
 - d (mm), πάχος καλυπτρίδας π.χ. 0.6 mm
- Μεγεθύνσεις μεγαλύτερες από την αναγκαία (ή ωφέλιμη) λέγονται κενές μεγεθύνσεις. Αυξάνουν τις διαστάσεις των ειδώλων στον ανθρώπινο αμφιβληστροειδή χωρίς όμως να βελτιώνουν ταυτόχρονα και το διακριτικό του όριο. Απλώνουν το εισερχόμενο φως σε περισσότερους φωτοϋποδοχείς με αποτέλεσμα ασαφή περιγράμματα εικόνων και ελάττωση της αντίθεσης στην παρατήρηση των λεπτομερειών. Η αναγκαία μεγέθυνση ενός οπτικού μικροσκοπίου δίνεται από την σχέση : $M \sim 200 N$.

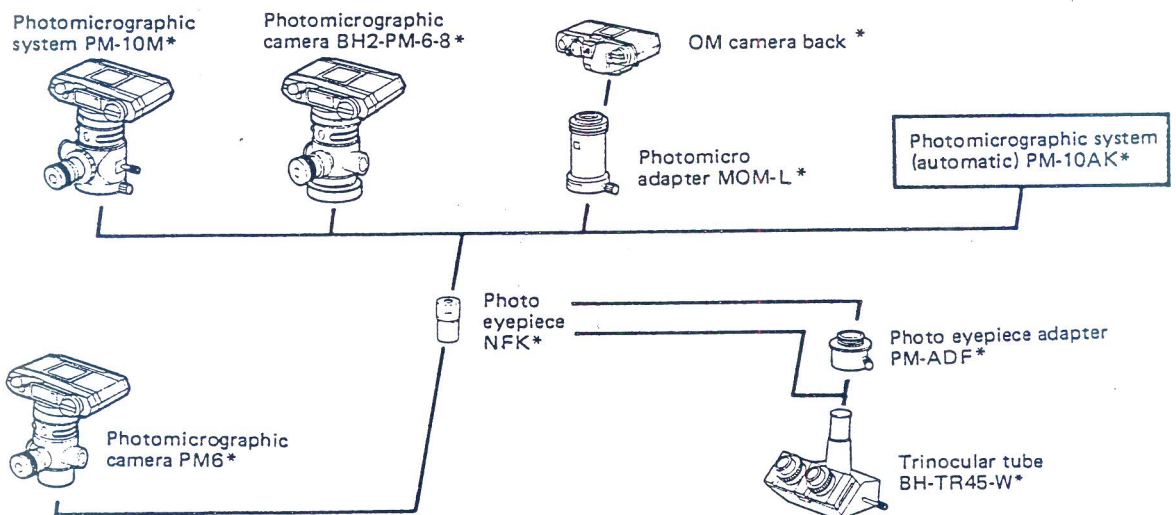
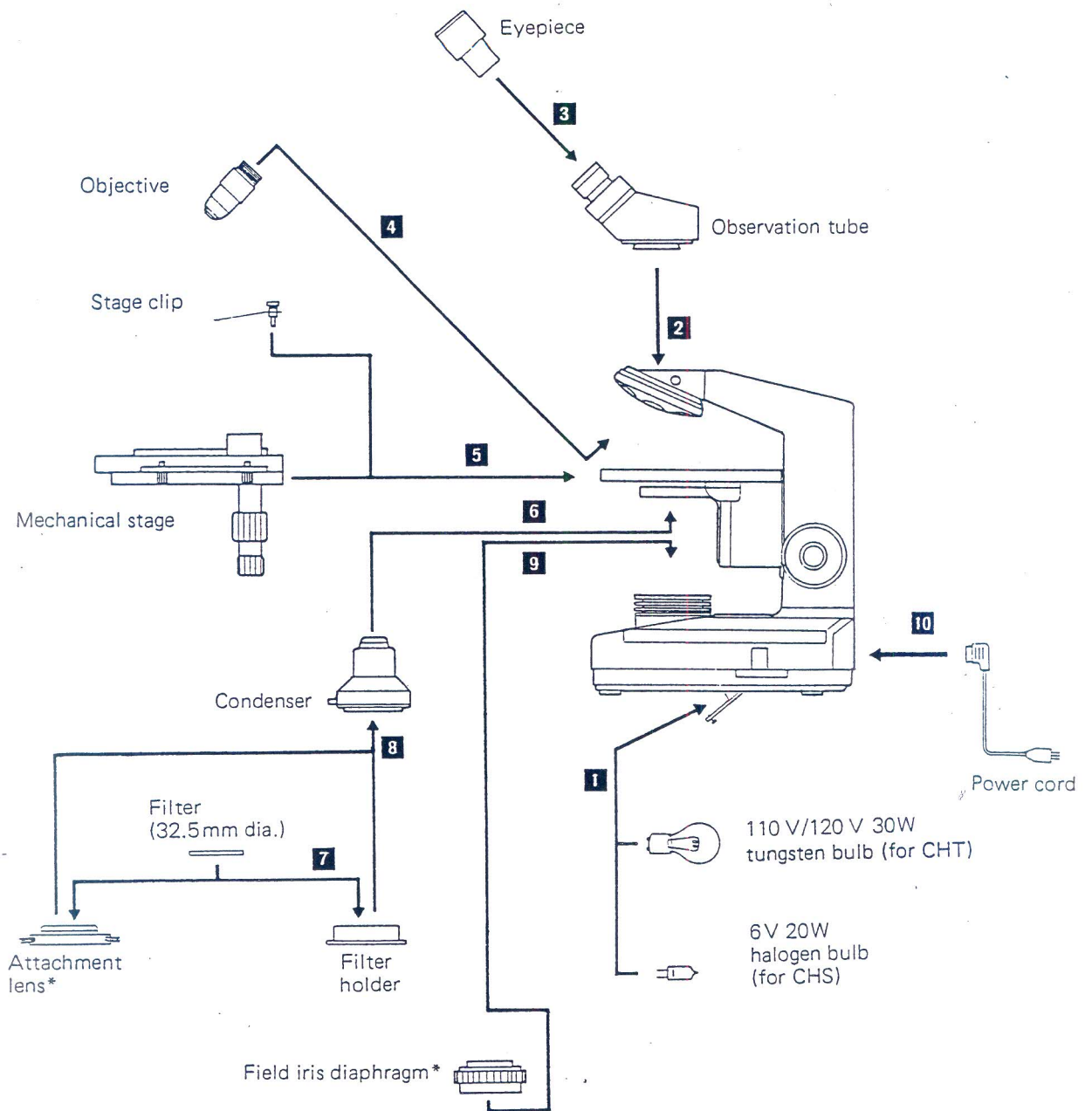
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΦΑΚΟΣ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΥ

αριθμητικό άνοιγμα : $N = n/2\phi$

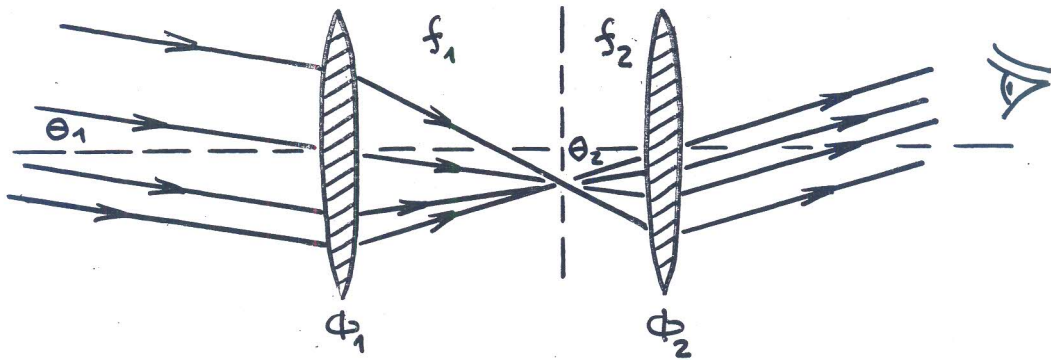
βχετικό άνοιγμα : $\phi = f/D$

διακριτική ικανότητα : $\delta = \lambda/2N$

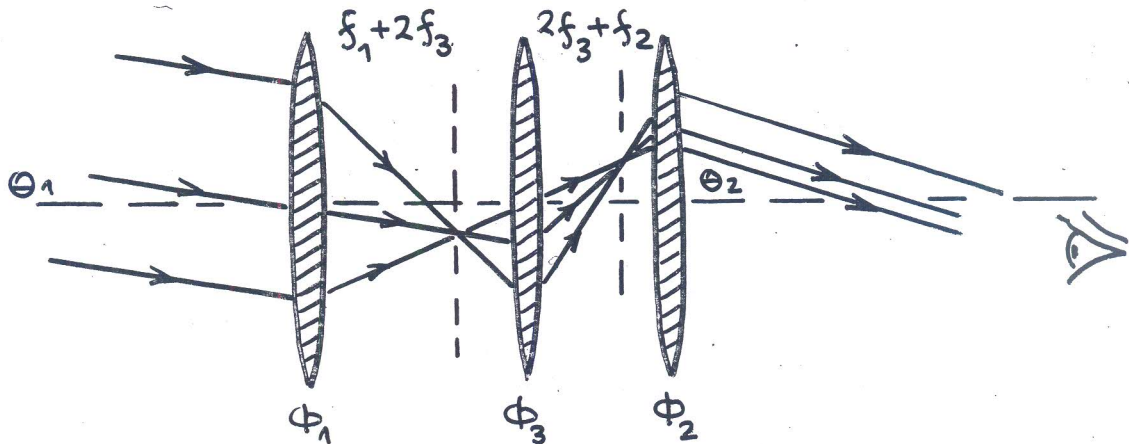




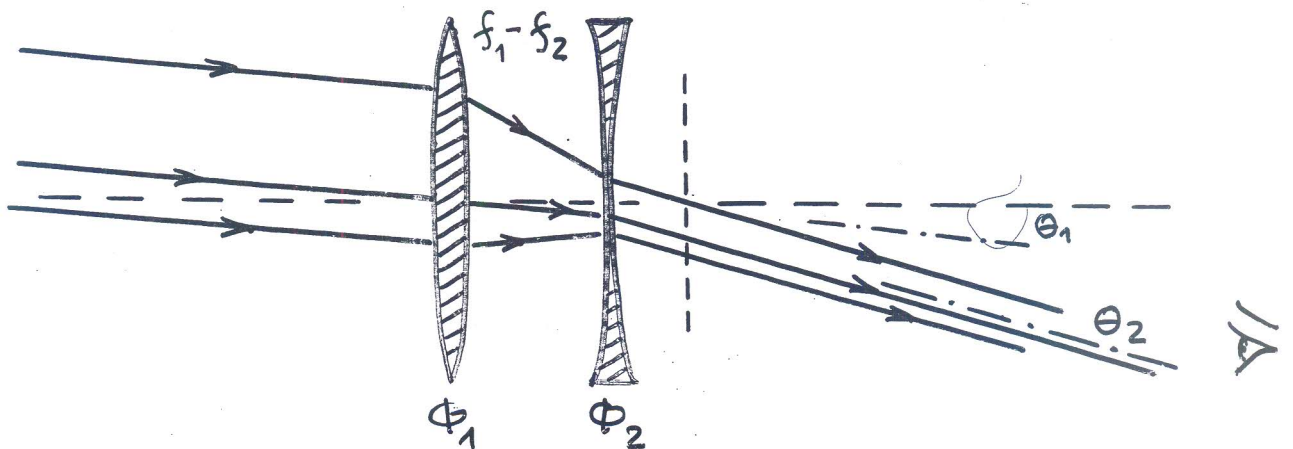
ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ.

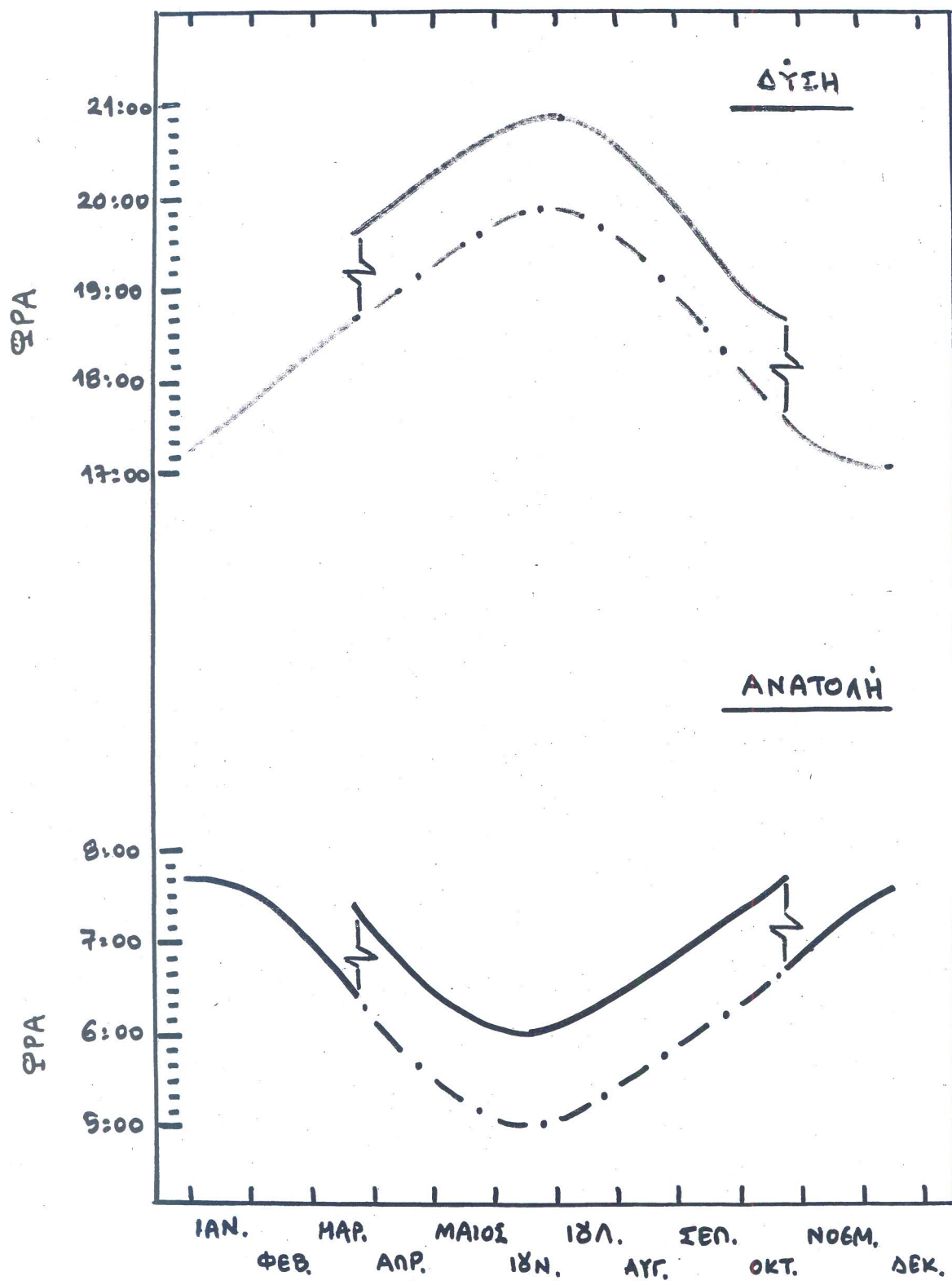


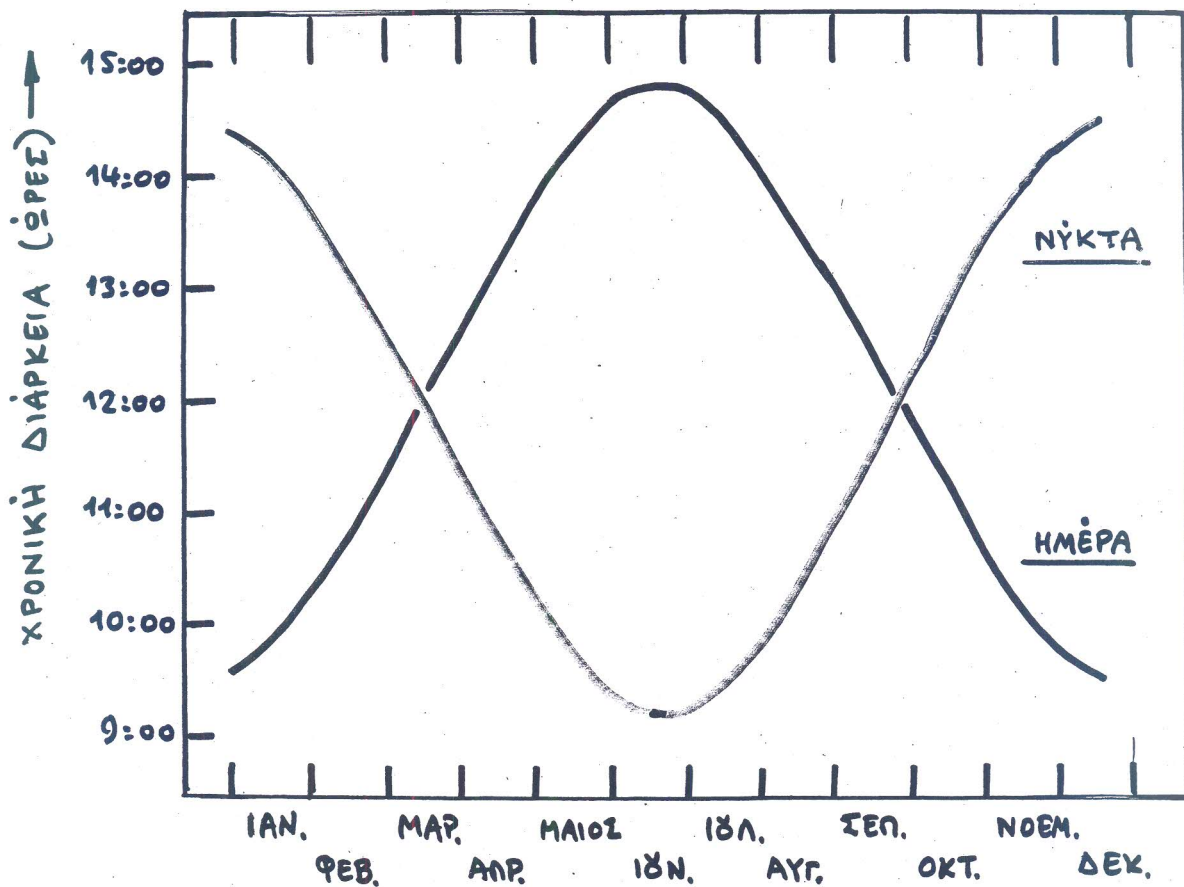
ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.



ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ ΓΑΛΛΙΑΝΟΥ.

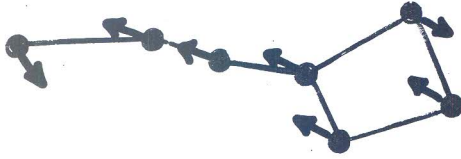




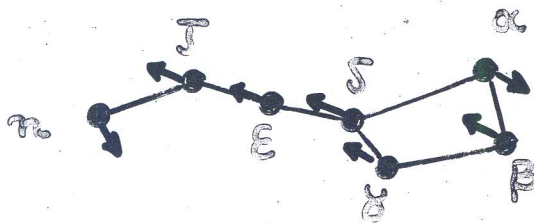


ΜΕΓΑΛΗ ΑΡΚΤΟΣ

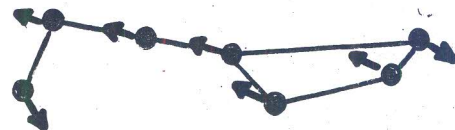
URSA MAJOR



ΠΡΙΝ ΑΠΟ 100000 ΕΤΗ



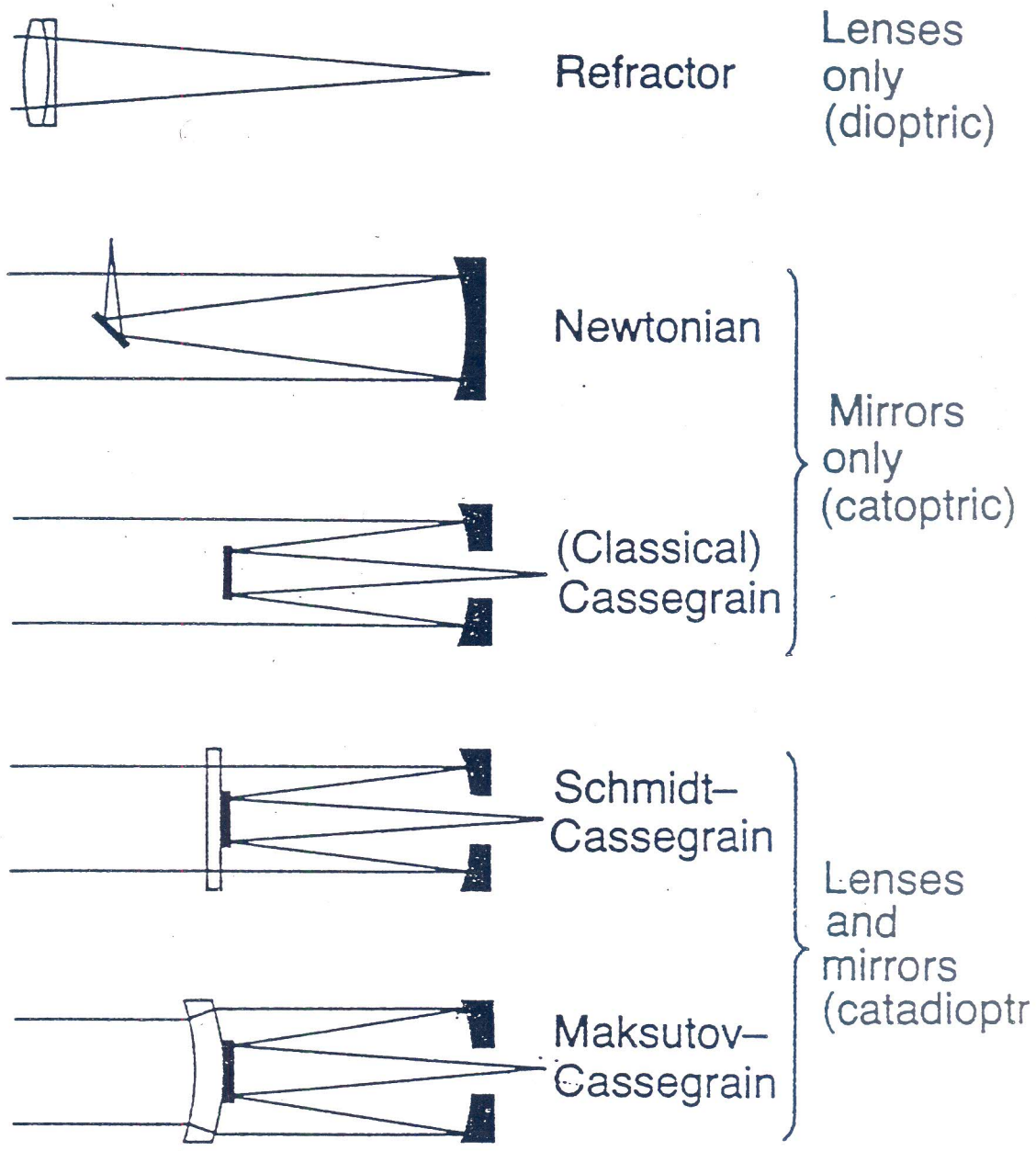
ΣΗΜΕΡΑ



ΜΕΤΑ ΑΠΟ 100000 ΕΤΗ

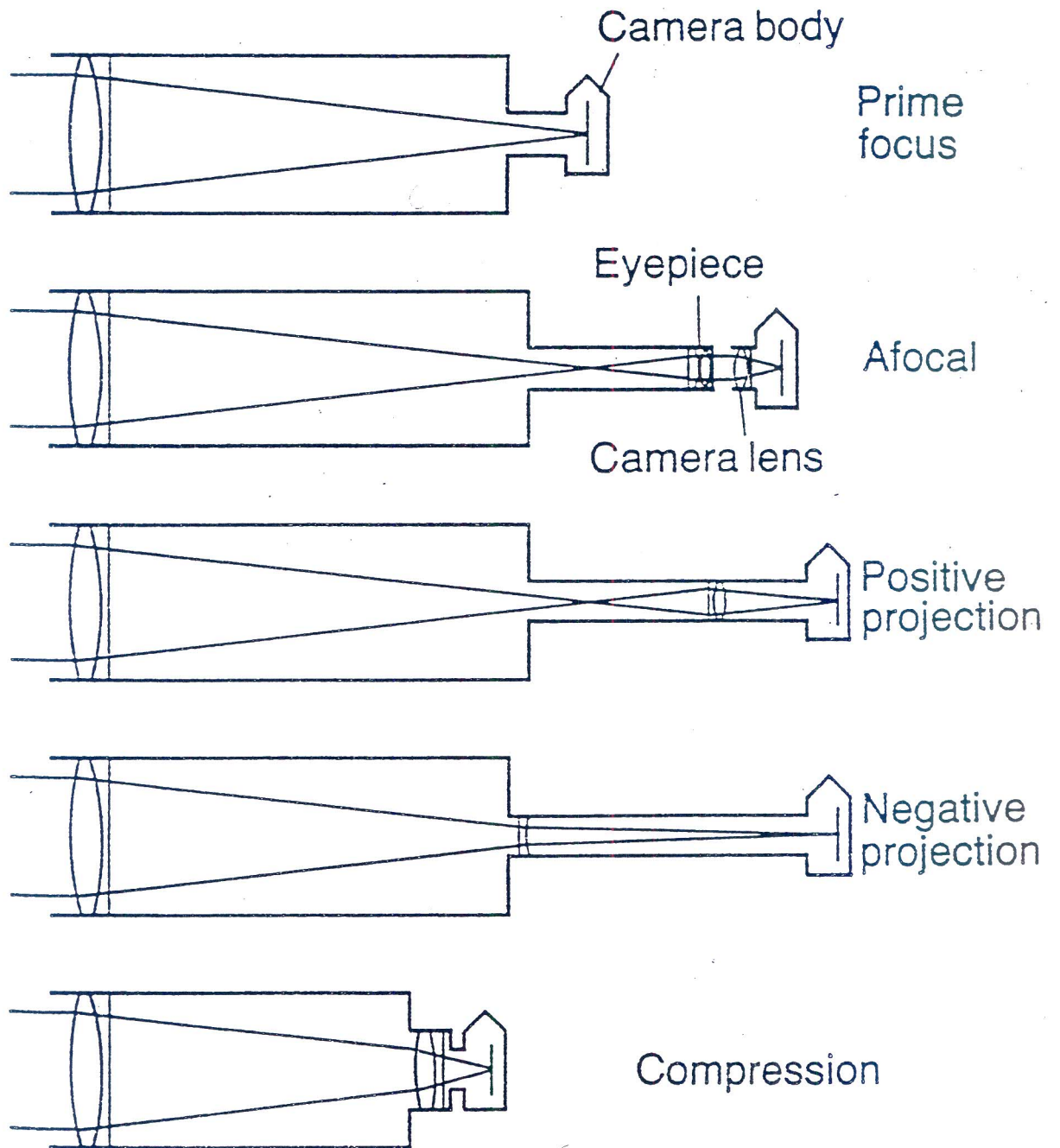
α :	Dubhe	1.79
β :	Megak	2.37
γ :	Phad	2.44
δ :	Megrez	3.31
ε :	Alioth	1.77
ζ :	Mizar	2.09
η :	Alkaid	1.86





Five types of telescope.

The five basic optical configurations for astrophotography.

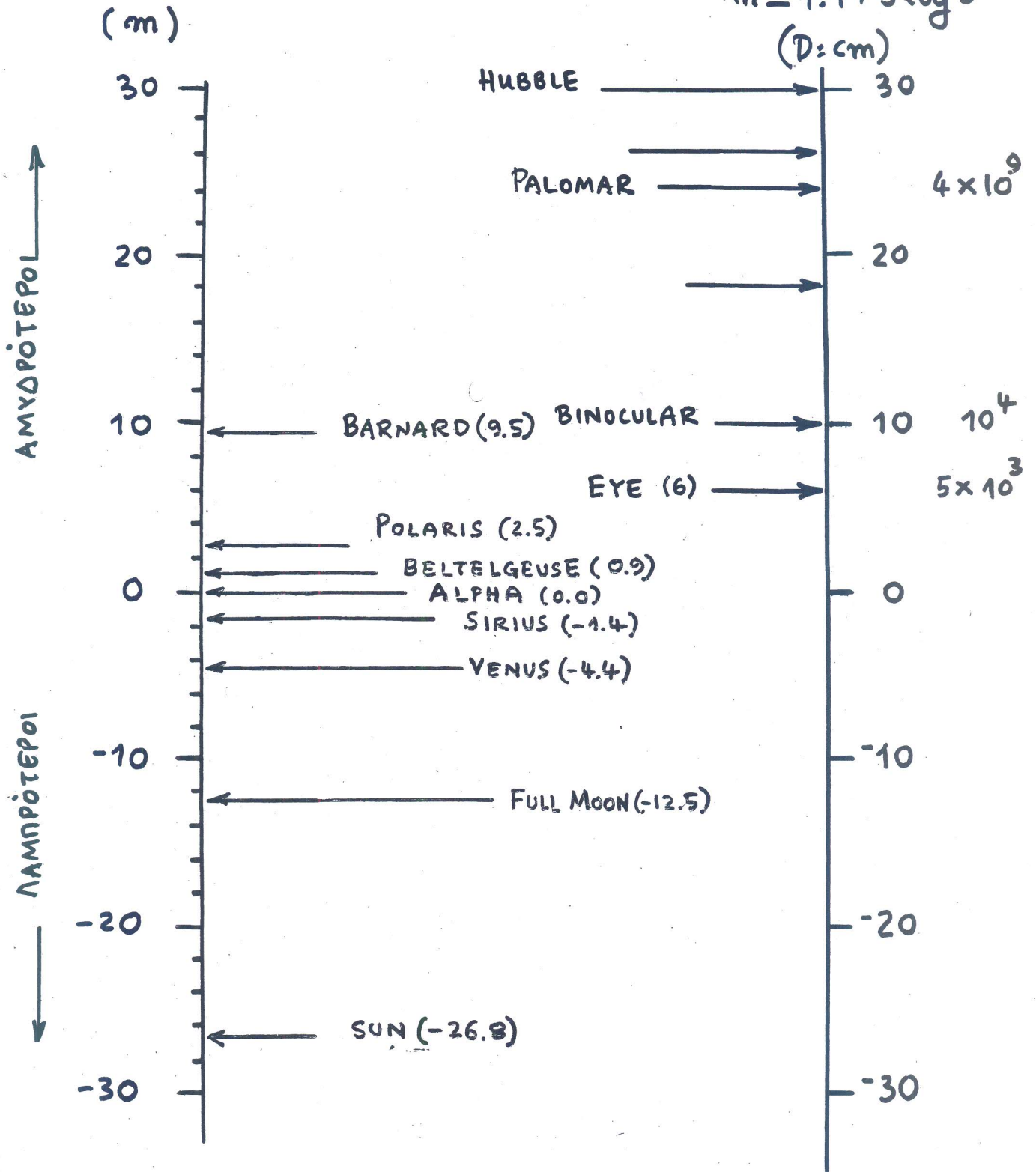


ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ
ΜΕΓΕΘΟΣ

LIMIT

$$m = 7.1 + 5 \log D$$

(D: cm)



ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ
(m σε mag)

ΑΠΟΛΥΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ
(M σε mag)

1.25	Deneb	4.8	<u>Sun</u>
1.06	Antares	2.2	Altair
0.76	Altair	1.5	Sirius
0.08	Capella	0.6	Vega
0.03	Vega	-0.3	Arcturus
-0.05	Arcturus	-0.5	Capella
-1.44	Sirius	-5.3	Antares
-26.8	<u>Sun</u>	-8.7	Deneb

ΣΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ : 10 parsec
[1 pc = 3.262 ly]

ΣΧΕΣΗ POGSON : $m - M = 5 \log R - 5$

απόσταση : R (σε pc) = $10^{\frac{m-M}{5} + 1}$

ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Πλανήτης	Ερμής (Mercury)	Αφροδίτη (Venus)	Γη (Earth)	Άρης (Mars)	Δίας (Jupiter)	Κρόνος (Saturn)	Ουρανός (Uranus)	Ποσειδών (Neptune)	Πλούτωνας (Pluto)
Απόσταση από Ήλιο ($\times 10^6$ Km)	58	108	149 (147-152)	228	778	1426	2869	4495	5900
Μάζα (σε γήινες μάζες)	0.04	0.82	1.00	0.11	318.3	95.3	14.7	17.3	1.0;
Διάμετρος (Km)	5000	12400	12742	6870	139760	115100	51000	50000	12700;
Μέγιστη επιφ.θερμοκρ. ($^{\circ}\text{K}$)	700	730	310	250	153	138	110;	90;	80;
Μέση πυκνότητα (g / cm^3)	3.8	4.86	5.52	3.96	1.33	0.71	1.26	1.6	;
Διάρκεια ημέρας (d)	58.6 ^d	30 ^d ;	1 ^d	1 ^d 37 ^m 23 ^s	9 ^h 55 ^m	10 ^h 38 ^m	17.2 ^h	15.8 ^h	;
Περίοδος περιστροφής (d)	87.97	224.70	365.26	686.98	4332.6	10759.20	30685.93	60187.64	90885
Αριθμός Δορυφόρων	0	0	1	2	30	22	5	8	1

Ο ΟΥΡΑΝΟΣ της Ευρώπης (Βόρειο ημισφαίριο)
(Ορατά αστέρια, στις 15 κάθε μήνα, στις 12 τα μεσάνυχτα)

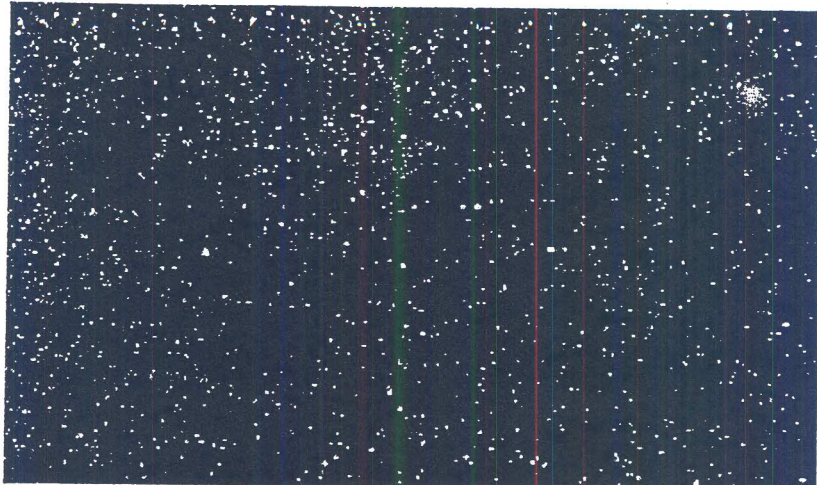
Αστερισμός	Μεγάλη Άρκτος	Μέγας Κύων	Ηνίοχος	Βούτης	Λύρα	Αετός	Κύκνος	Σκορπιός
Αστέρι :		Σείριος Sirius	Αίγα Capella	Αρκτούρος Arcturus	Βέγας Vega	Αλταίρ Altair	Ντενέμπ Deneb	Αντάρης Antares
Μήνας								
Ιανουάριος	Ναι	Ναι	Ναι					
Φεβρουάριος	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι				
Μάρτιος	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι			
Απρίλιος	Ναι		Ναι	Ναι	Ναι		Ναι	Ναι
Μάιος	Ναι			Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Ιούνιος	Ναι			Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Ιούλιος	Ναι			Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
Αύγουστος	Ναι		Ναι	Ναι	Ναι *	Ναι *	Ναι *	
Σεπτέμβριος	Ναι		Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι	
Οκτώβριος	Ναι		Ναι		Ναι	Ναι	Ναι	
Νοέμβριος	Ναι	Ναι	Ναι		Ναι		Ναι	
Δεκέμβριος	Ναι	Ναι	Ναι				Ναι	
Φαινόμενο Μέγεθος (m σε mag)	~2.0	-1.44	0.08	-0.05	0.03	0.76	1.25	1.06
Απόλυτο Μέγεθος (M σε mag)		1.5	-0.5	-0.3	0.6	2.2	-8.7	-5.3
Απόσταση από γη (σε ly)	~70	8.6	42	36	25.4	16.6	>3200	620
(σε parsec)		2.6	13	11	7.8	5.1	>990	190
Σύγκριση με Ήλιο		22	130	110	50	11	2.6×10^5	1.1×10^4
Χρώμα	-	White - Blue	Yellow-Orange	Yellow - Orange	White-Blue	White-Blue	Yellow	Red

(*) Καλοκαιρινό Τρίγωνο

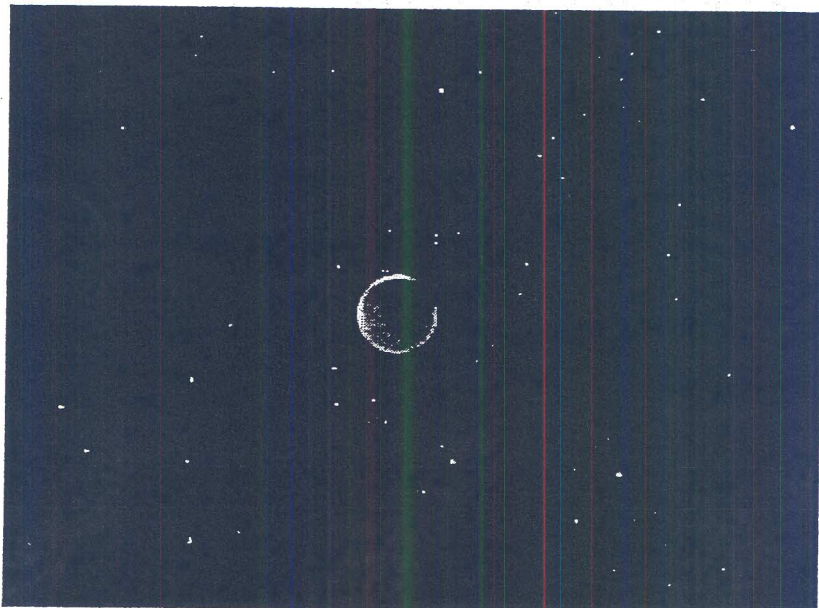
ΑΣΤΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ

(Πίνακας Βασικών Οδηγιών)

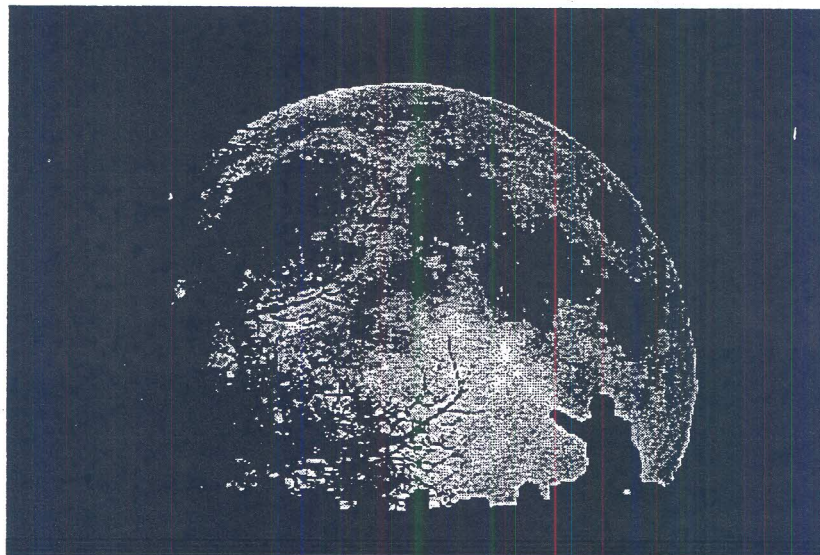
Ουράνιο Σώμα	Απαραίτητος Φωτογραφικός εξοπλισμός	Στήριξη	Αντικειμενικό Οπτικό σύστημα	F – number	Ευαισθησία έγχρωμου ή ασπρόμαυρου Φιλμ (ISO)
Αστρικά Ίχνη, Ίχνη από Κομήτες	Φωτογραφική Μηχανή	Τρίποδο	Κάθε φωτογραφικός φακός	Διάφραγμα ανοικτό	200 – 800
Μετέωρα	Φωτογραφική Μηχανή	Τρίποδο	Ευρυγώνιος φακός	F / 6.3 ή ευρύτερο	200 – 800
Πολικό Σέλας	Φωτογραφική Μηχανή & Γρήγορος Φακός	Τρίποδο	Γρήγορος φακός	F / 4.5 ή ευρύτερο	200 – 800
Τεχνητοί Δορυφόροι	Φωτογραφική μηχανή & Γρήγορος Φακός	Τρίποδο	Γρήγορος φακός	F / 4.5 ή ευρύτερο	200 – 800
Σελήνη	Φωτογραφική Μηχανή με ή χωρίς Τηλεσκόπιο	Τρίποδο ή Ισημερινή στήριξη	Διάμετρος 1" ή και μεγαλύτερη	F / 4.5 ή μικρότερο	64 – 200
Αστέρια – Κομήτες	Φωτογραφική Μηχανή με ή χωρίς Τηλεσκόπιο	Ισημερινή Στήριξη	Διάμετρος 1" ή και μεγαλύτερη	F / 6.3 ή ευρύτερο	200 – 800
Σχηματισμοί Αστεριών, Νεφελώματα Γαλαξίες	Φωτογραφική Μηχανή με ή χωρίς Τηλεσκόπιο	Ισημερινή Στήριξη με καθοδήγηση	Διάμετρος 1" ή και μεγαλύτερη	F / 6.3	200 – 800
Πλανήτες	Φωτογραφική μηχανή με Τηλεσκόπιο	Ισημερινή στήριξη με καθοδήγηση	Διάμετρος 1" ή και μεγαλύτερη (έως και 6" για λεπτομέρειες)	Καθορίζεται από το οπτικό σύστημα	200 – 800



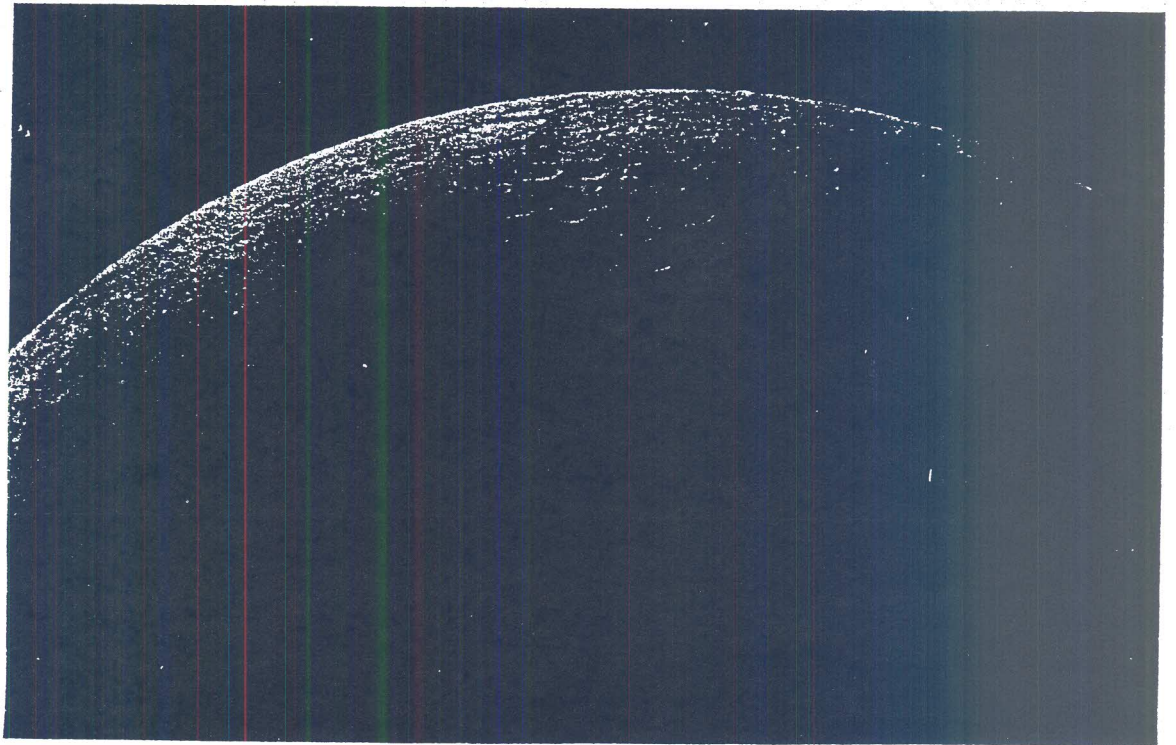
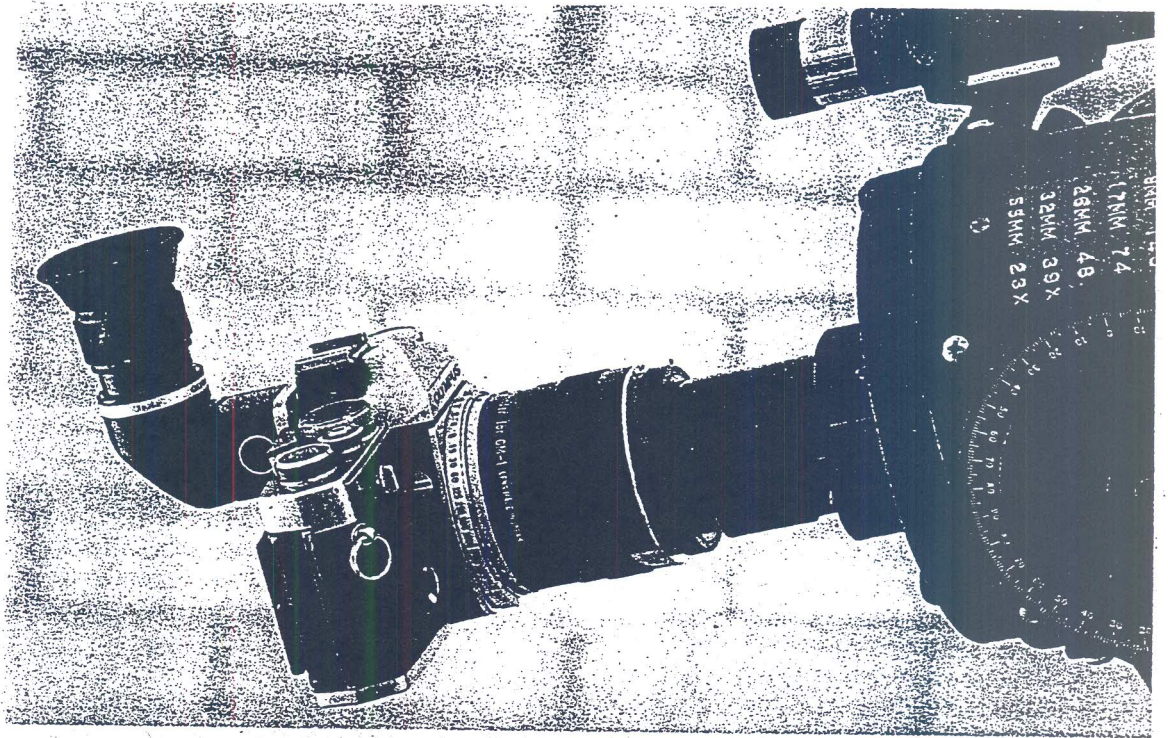
North American Nebula

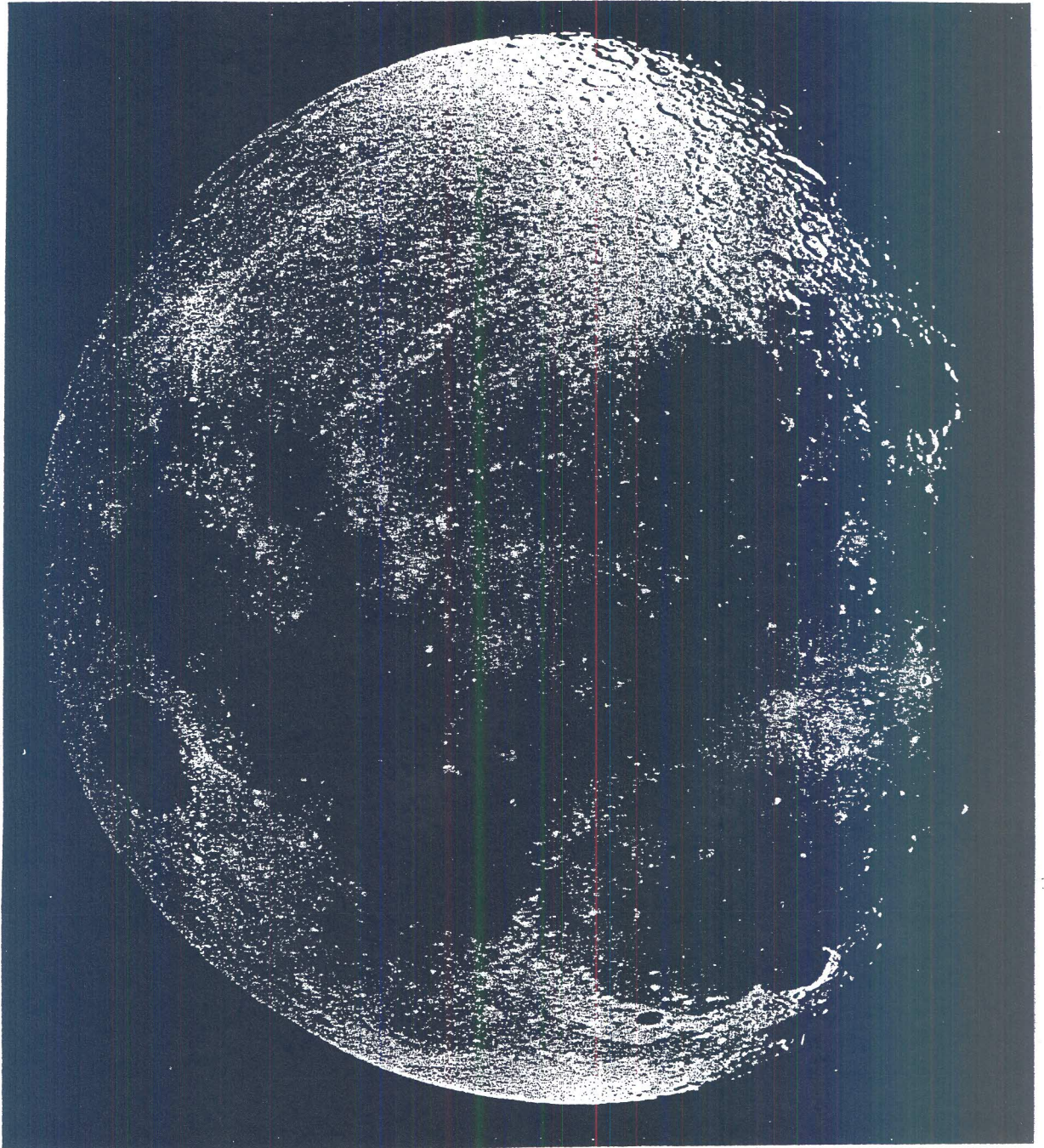


Total Lunar Eclipse

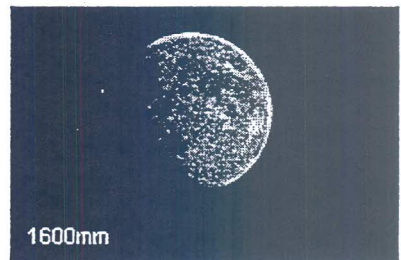
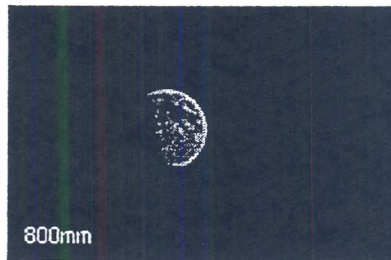
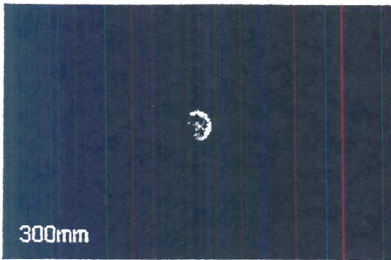
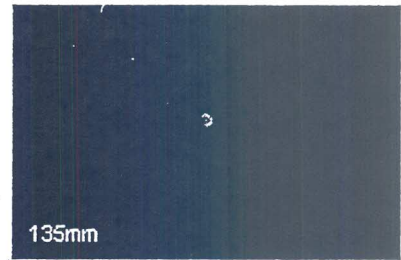
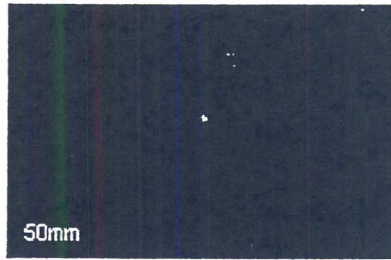
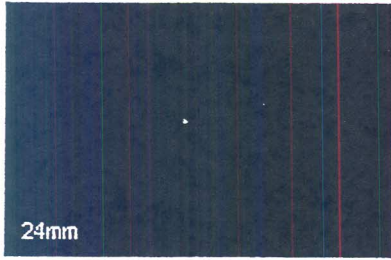


Moonrise over Rivington





The gibbous moon as photographed by Dennis Milon at the prime focus of a 40-cm (16-inch) f/6 reflector, on Technical Pan 2415 film. Although not quite as sharp, photographs taken with telescopes in the 12.5- to 20-cm range look similar.



LUNAR EXPOSURE TABLES

Exposure Time (seconds)	Film Speed (ISO)				Effective Focal Ratio													
	50	100	200	400	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	45	64	90	122	
8	4	2	1															
4	2	1	1/2															
2	1	1/2	1/4															
1	1/2	1/4	1/8															
1/2	1/4	1/8	1/15															
1/4	1/8	1/15	1/30															
1/8	1/15	1/30	1/60															
1/15	1/30	1/60	1/125															
1/30	1/60	1/125	1/250															
1/60	1/125	1/250	1/500															
1/125	1/250	1/500	1/1000															
1/250	1/500	1/1000	1/2000															
1/500	1/1000	1/2000																
1/1000	1/2000																	
1/2000																		

Half Moon

Full Moon

DR2000

111/130

ΑΣΤΡΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

Η απόσταση γης – ήλιου ορίζεται ως μια (1) αστρονομική μονάδα (1 a.u.) και είναι ίση με περίπου : 149 600 000 Km,

$$1\text{a.u.} = 1.496 \times 10^8 \text{ Km}$$

Ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να διανυθεί η συγκεκριμένη απόσταση είναι :

1. Πεζός (8 Km/h) θα χρειαστεί : 2130 χρόνια
2. Αυτοκίνητο (100 Km/h) θα χρειαστεί : 170 χρόνια
3. Αεροπλάνο (800 Km/h) θα χρειαστεί : 21 χρόνια
4. Φωτεινή ακτίνα (300 000Km/s) θα χρειαστεί 8.3min

Ένα έτος φωτός (1 light year, l.y.) είναι η απόσταση που διανύει το φως στην διάρκεια ενός έτους, μάλιστα ισχύει :

$$1\text{l.y.} = 9.460 \times 10^{12} \text{ Km.}$$

Πως δικαιολογείται το γεγονός ότι για ένα γήινο παρατηρητή το φαινόμενο μέγεθος της σελήνης και του ήλιου είναι σχεδόν το ίδιο όταν γνωρίζουμε ότι ο ήλιος είναι κατά πολύ μεγαλύτερος της σελήνης ; (Ο ήλιος έχει περίπου 400 φορές μεγαλύτερη διάμετρο).

ΑΣΤΡΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

Deep Sky

Τα φωτογραφιζόμενα αστέρια βρίσκονται τόσο πολύ μακριά ώστε οι όποιες διαστάσεις των ειδώλων τους (στην φωτοευαίσθητη επιφάνεια) ουσιαστικά ΔΕΝ ΕΞΑΡΤΩΝΤΑΙ από την εστιακή απόσταση του φακού.

Πρόκειται για διαφορετική περίπτωση από την φωτογράφιση π.χ. της επιφάνειας της σελήνης ή του ήλιου, δηλαδή ουράνιων φωτεινών αντικειμένων με κάποια έκταση.

Το μέγεθος του απεικονιζόμενου ειδώλου ενός αστέρα εξαρτάται κυρίως από :

1. Λαμπρότητα, απόσταση αστέρα.
2. Διάρκεια φωτογραφικής έκθεσης.
3. Κατάσταση ατμόσφαιρας.
4. Φωτογραφικός φακός, φωτοευαίσθητη επιφάνεια.

ΧΡΩΜΑ ΑΣΤΡΩΝ

Κόκκινα : Μικρότερες τιμές επιφανειακής θερμοκρασίας.

Κίτρινα : Μεσαίες τιμές επιφανειακές θερμοκρασίας.

Γαλάζια : Τα πλέον θερμά άστρα.

ΟΜΩΣ τότε γιατί τα άστρα εμφανίζονται λευκά στον ουράνιο θόλο ; Τι ακριβώς συμβαίνει ;

ΑΣΤΡΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ

CCD ή Αναλογικό φιλμ ;

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ CCD

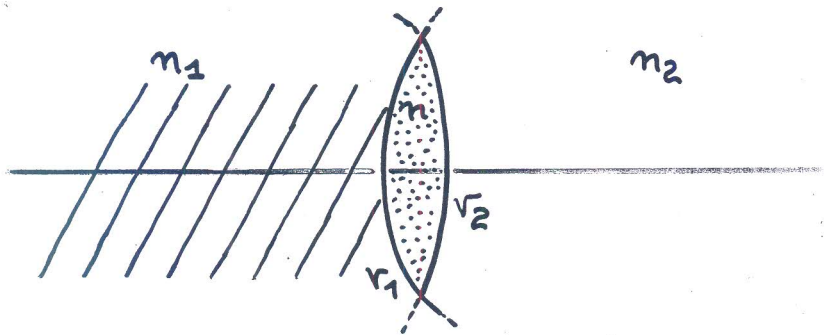
1. Το CCD έχει σημαντικά καλλίτερη απόδοση (50 – 80 %, στο προσπίπτον φως, ενώ το αναλογικό φιλμ ~ 3%).
2. Στο CCD η απόκριση έχει γραμμικό χαρακτήρα ακόμη και σε περιπτώσεις εκθέσεων μεγάλης διάρκειας.
3. Τα CCD έχουν μεγαλύτερη «δυναμική περιοχή» (αντιδρούν σε υψηλότερα αλλά και χαμηλότερα επίπεδα φωτός).
4. Το CCD αντιδρά σε ευρύτερη περιοχή ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από ότι ένα «κοινό» αναλογικό φιλμ.
5. Το CCD έχει πολύ γρήγορη απόκριση και έτσι σχετικά σύντομα δημιουργεί ένα παρατηρήσιμο είδωλο για μια πρώτη εκτίμηση.
6. Το CCD δημιουργεί εικόνες έτοιμες για ψηφιακή επεξεργασία (διόρθωση, βελτίωση ή ακόμη και σύνθεση πολλών εικόνων).

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Αναλογικού φιλμ

1. Μεγάλες φωτοευαίσθητες επιφάνειες (αντιστοιχούν σε ευρύτερες περιοχές του φωτογραφιζόμενου ουράνιου θόλου).
2. Υπάρχει ανεξαρτησία στη φωτογραφική λήψη (δεν απαιτείται υπολογιστής ή και κάποια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος).
3. Στο αναλογικό φιλμ δεν υπάρχει το «ρεύμα σκότους», πρόκειται για ανεπιθύμητο θόρυβο που υπάρχει στο CCD.

ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΣΗ

Λεπτός -θελικός- φακός με αυτίες καμυλότητας r_1, r_2 .



$$\frac{n_1}{\alpha} + \frac{n_2}{\beta} = \frac{n-n_1}{r_1} + \frac{n_2-n}{r_2}$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: νερό $\leadsto n_1 = 4/3$

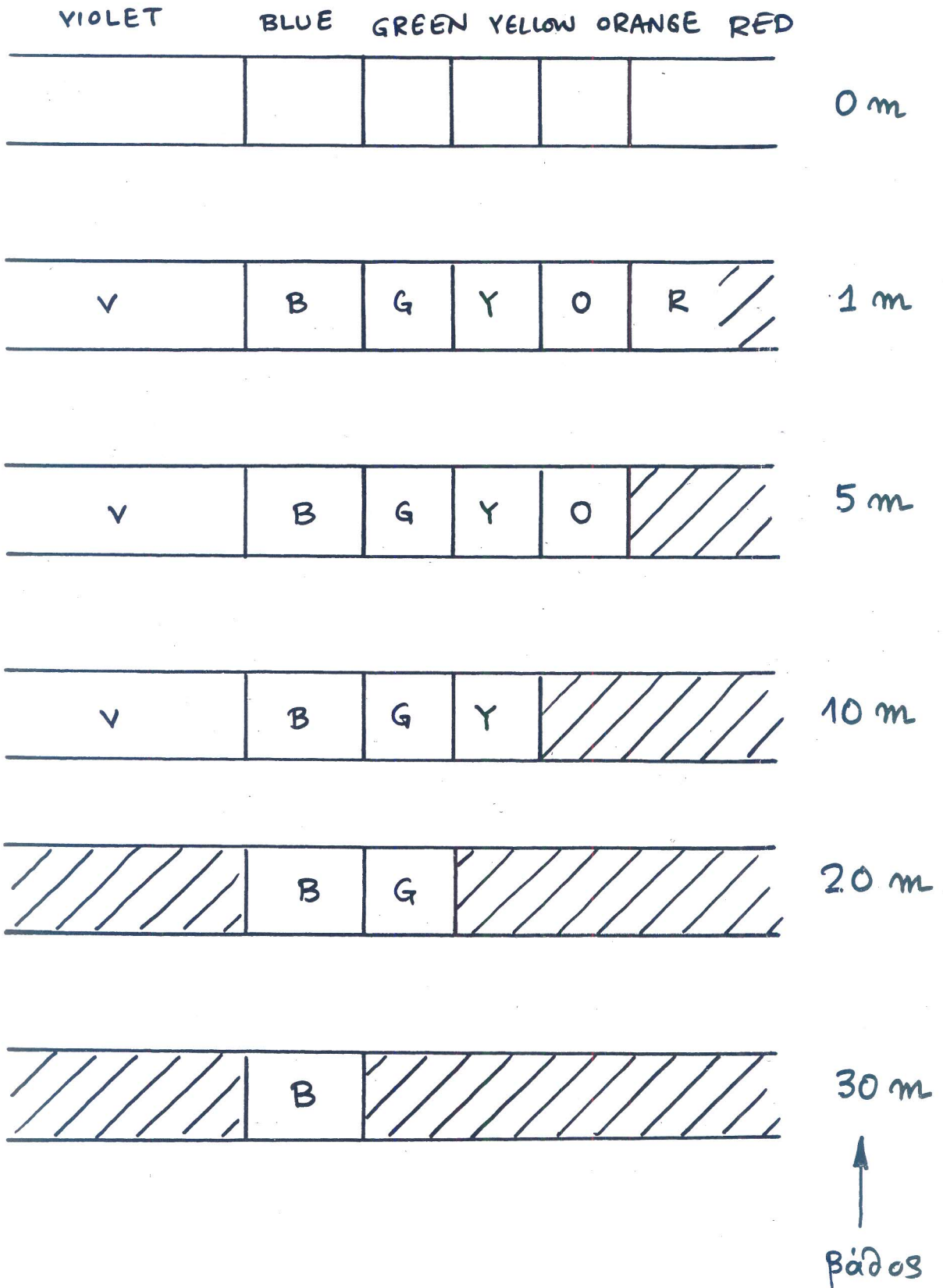
γυαλί $\leadsto n = 3/2$

αέρας $\leadsto n_2 = 1$

$$\frac{4/3}{\alpha} + \frac{1}{\beta} = \frac{3/2 - 4/3}{r_1} + \frac{1 - 3/2}{r_2} \leadsto \dots$$

$$\leadsto \frac{4}{\alpha} + \frac{3}{\beta} = \frac{1}{2r_1} - \frac{3}{2r_2}$$

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ



Υποβρύχια φωτογράφιση με κανονικό (50mm) φακό.

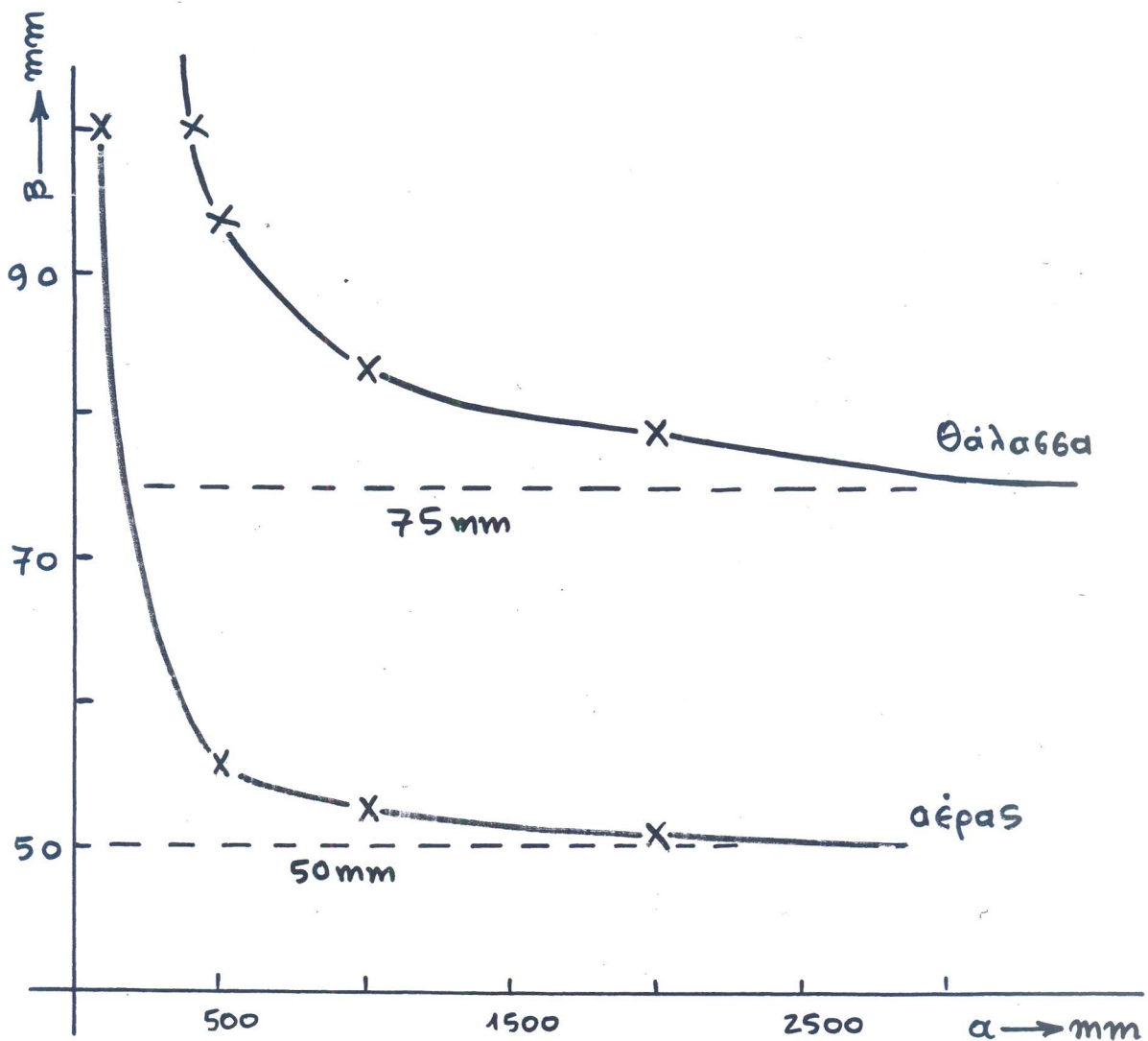
Εστω $r_1 = -r_2 = 50 \text{ mm} \leadsto$ υποβρύχια φωτογράφιση ισχύει:

$$\frac{4}{a} + \frac{3}{\beta} = \frac{1}{2.50} + \frac{3}{3.50} \quad \hat{=} \quad \frac{4}{a} + \frac{3}{\beta} = \frac{1}{25} \leadsto \quad \beta = \frac{75 \cdot a}{a - 100} \quad (1)$$

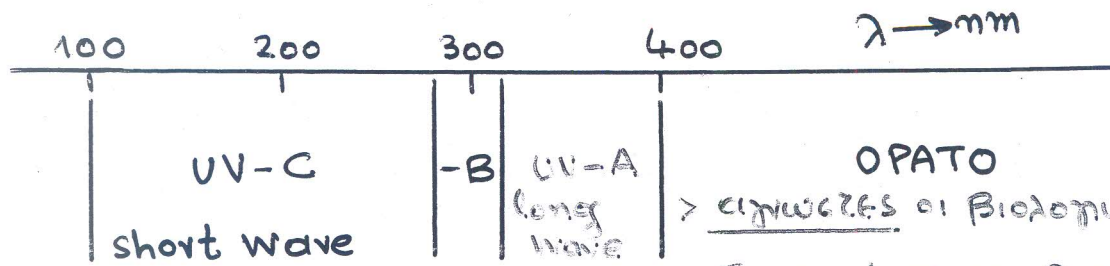
Βέβαια για τον ίδιο φακό στον αέρα θα ισχύει:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{\beta} = \frac{1}{50} \leadsto \quad \beta = \frac{50 \cdot a}{a - 50} \quad (2)$$

Γραφική παράσταση των σχέσεων (1) ή (2):



ΥΠΕΡΙΟΔΕΣ : ULTRAVIOLET



- > Μικροβιοκτόνος δράση
- > μικρή διεισδυτική ικανότητα
- > $\lambda < 200 \text{ nm}$ πλήρως απορρόφητη από αέρα.
- > ειπωμένες οι βιολογικές επιπτώσεις
- > διατηρούν τον χαλαζία
- > δε επηρεάζουν το δέρμα
- > προσαλίν ξηροίτη
- > προσαλίν φωσφορικές ανιδρίδες.
- > σημαντική επίδραση στους ζώοντες οργανισμούς
- > προσαλίν ερυθρήμα ή και μαύρισμα
- > Εντάρτο ρόλο στη δημιουργία βιταμίνης D στο ανθρώπινο σώμα (προβλήματα ραχίτιδας)

ΕΝΤΟΝΗ ΧΗΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ (ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ - ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ)

Απορροφούνται από χυαλί, νερό, αέρα και ολατα διαφανή σώματα
 Διατηνών τον χαλαζία.

> Η Ισχυρότερη φυσική πηγή υπεριώδους : ΗΛΙΟΣ

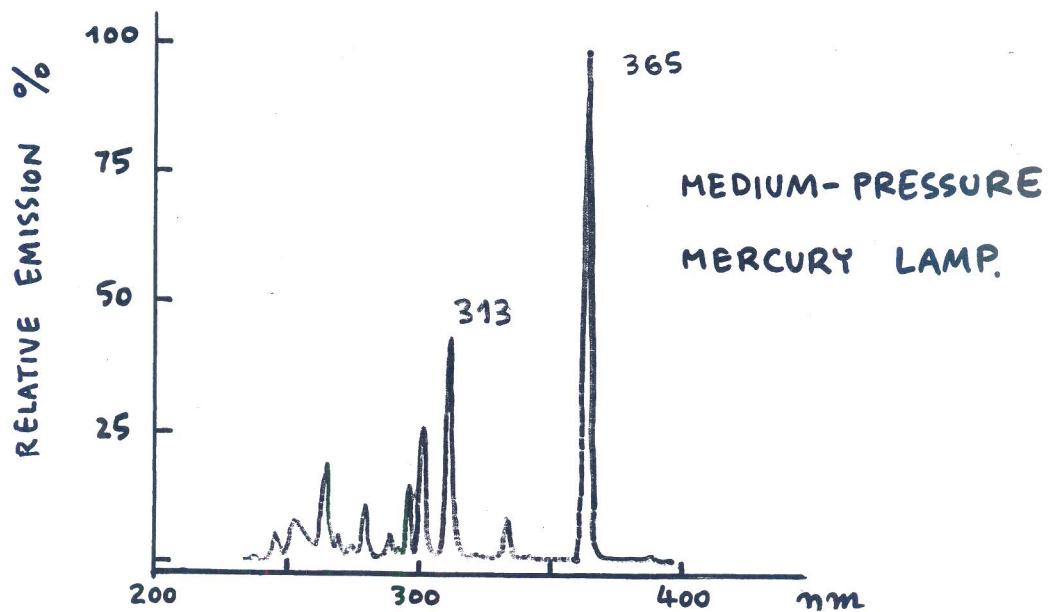
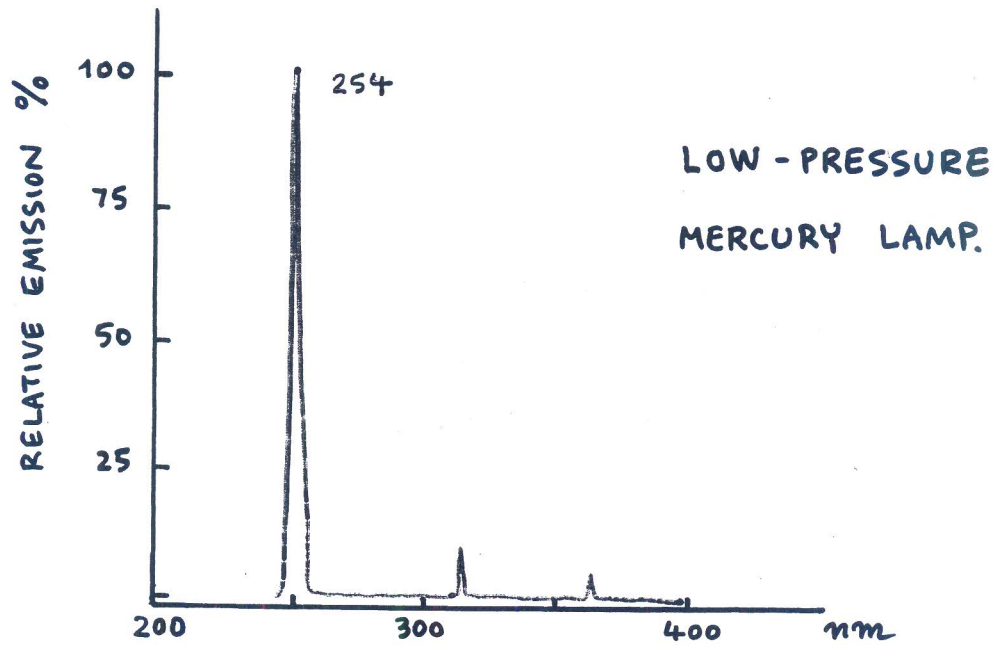
Συμπτώσεις επιδράσεις

- (1) Απότομη ενδραση : μάτια : φωτοκερατίτης δέρμα : σοβαρά εγκαύματ.
 εννήδως ανιστρέτητες μεταβ.
- (2) Χρονικά μεγάλη : μάτια : πιθανός καταρκτης δέρμα : καρκίνος

ΟΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ : UV-A: $< 10.0 \text{ W/m}^2$ ($t \approx 100 \text{ sec}$)
 $< 10^4 \text{ J/m}^2$ ($t \approx 1000 \text{ sec}$)

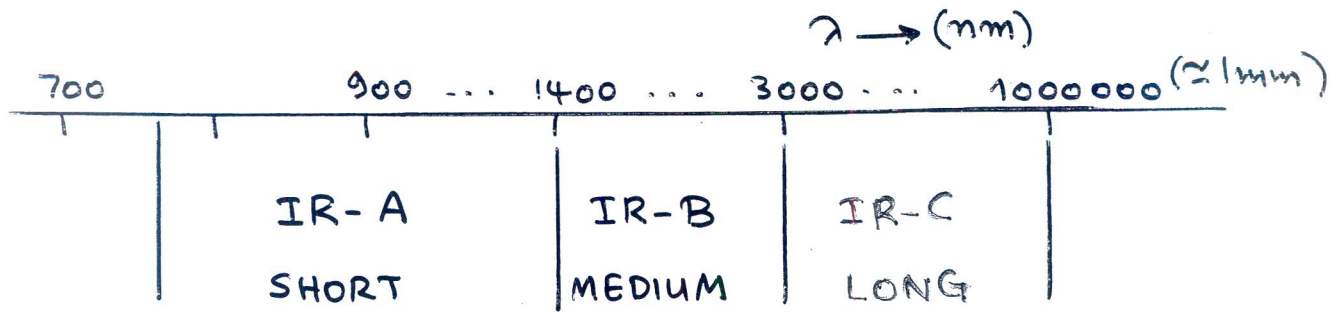
UV-C + UV-B: $< 1.0 \text{ W/m}^2$

ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΑΠΟ ΛΑΜΠΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ή/οχι ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ
 ΚΑΘΕ ΨΑΛΙΟ ΑΦΟΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟ ΣΕ $T \geq 2500^\circ\text{K}$ 11/11/20



→ QUARTZ ENVELOPE IS REQUIRED FOR TRANSMISSION OF SHORT WAVELENGTHS.

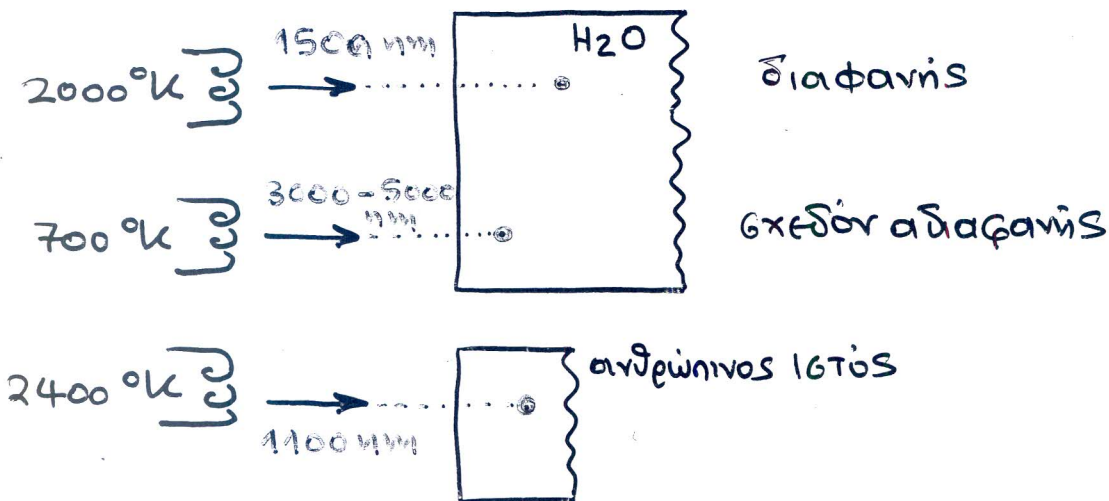
ΥΠΕΡΥΘΡΟ = INFRARED



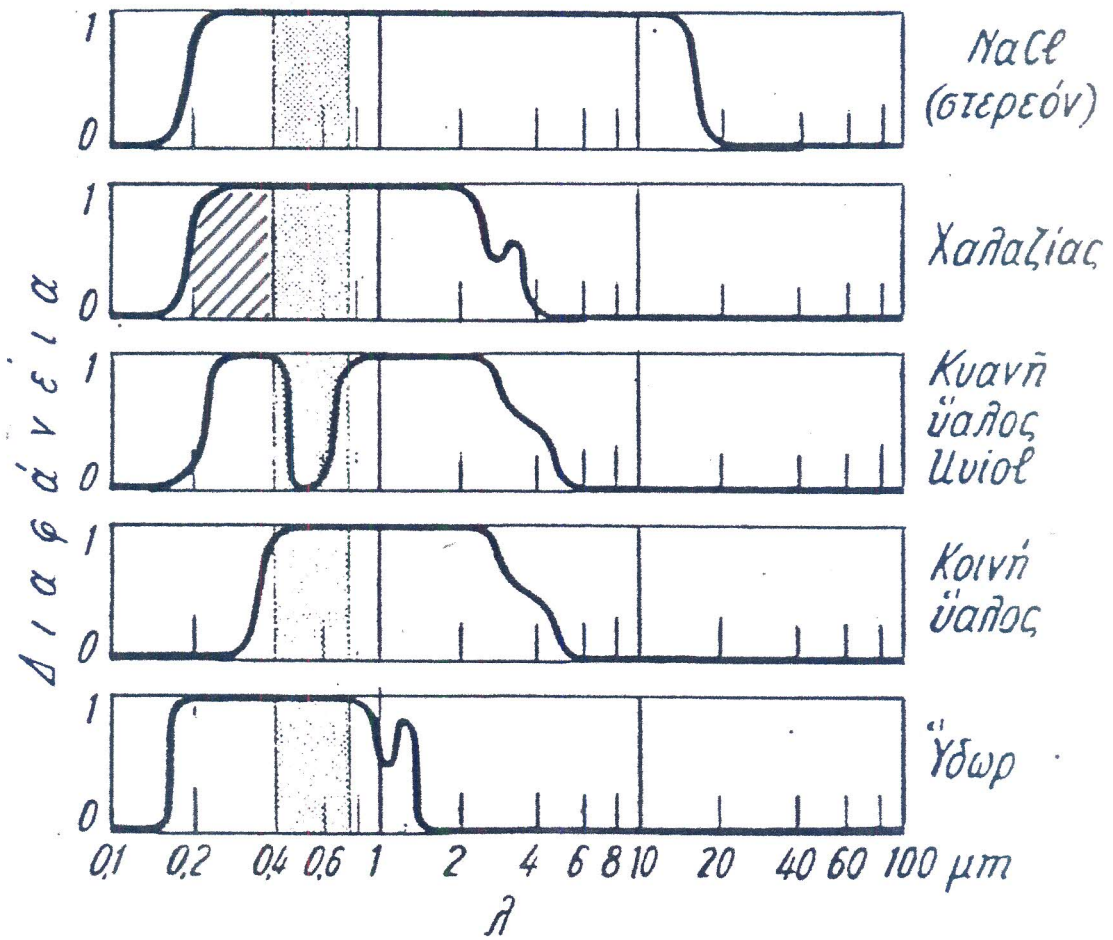
ΕΝΤΟΝΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΔΡΑΣΗ (μικρή χημική δράση)

ΦΑΚΟΙ ΥΠΕΡΥΘΡΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ \approx ΘΕΡΜΙΚΗ

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ.

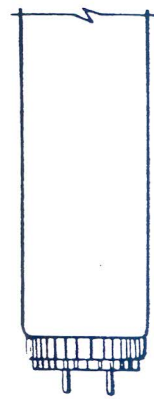
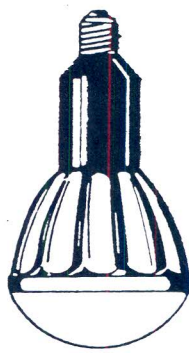
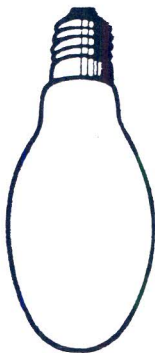
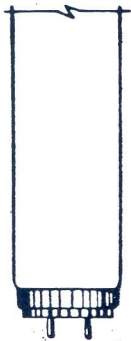


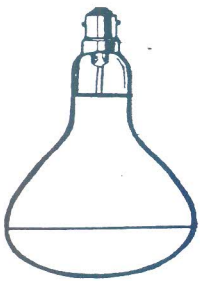
- > Διαδίδονται στο υγρό ή αέρια χωρίς απορρόφηση/διανκλώση.
- > Θέρμανση-διόγκωση αεροφόρων αγγείων (\rightarrow αύξηση ροής αίματος και υγρών από φαγγίονες): ρωτάνετοι-λουτήλαχο.
- > Φαινόμενο θερμοκίνησις.



ΛΑΜΠΕΣ ΥΠΕΡΙΩΔΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ

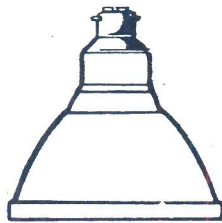
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΥΠΟΣ	ΙΣΧΥΣ WATT	ΣΥΜΠΛΗΡΩ ΜΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΚΑΛΥΚΑΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΧΛ.Μ.		ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡ- ΓΕΙΑΣ nm
					διάμετρος	μήκος	
Λάμπες αποστείρωσεως (σωληνωτές).	TUV	15		G13	26	460	253,7
		30		G13	26	920	
		40		G13	37	1220	
Λάμπες φθορισμού μαύρου φωτός (σωληνωτές).	TL	20	08	G13	37	610	350
		40	08	G13	37	1220	
Λάμπες υδραργύρου μαύρου φωτός (ώσειδες).	HPW	125		E27	75	172	350
Λάμπες υδραργύρου άκτινικές για μεταξοτυπία κλπ. (μέ καθρέφτη).	HPR	125		E27	110	222	
Λάμπες φθορισμού άκτινικές (σωληνωτές), για φωτοτυπία, σκλήρυνση χρωμάτων, θεραπεία κλπ.	TLM	120	03	G13	36	1520	420
	TLM	120	05	G13	36	1520	370
	TLA	40	05	G13	38	1220	370
	TLA	65/80	05	G13	38	1520	370
	TLAK	40	03	G13	38	610	420
	TL	40	09	G13	38	1220	365





Λάμπες για ήλιοθεραπεία
ULTRAPHIL.

MLU 300 220V B 22 III 125 179 280



Λάμπες για θεραπεία
INFRAPHIL.

13379 150 220V B 22 III 121 125

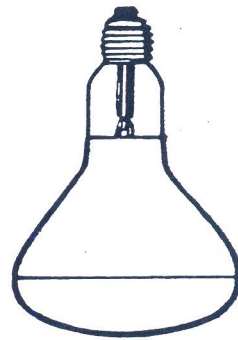
E27

Λάμπες για κτηνοτροφεία
και έκκολαίτηρια.

13352 150 220V E27 125 183

E27

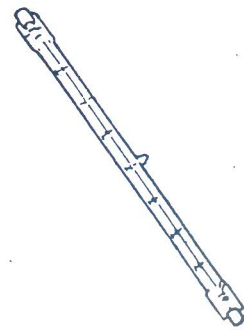
183



Λάμπες στεγνωτικές για
βιομηχανική χρήση.

13372 250 220V E27 125 163

13344 375 220V E27 125 183

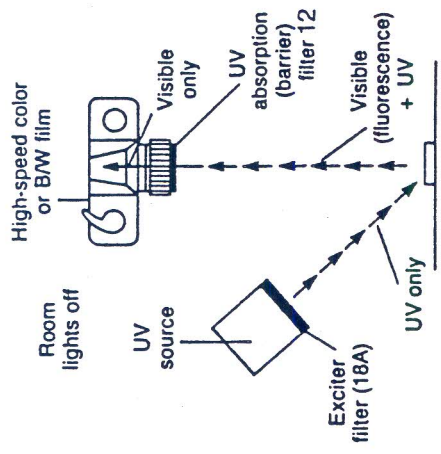


Λάμπες αλογόνων αερίων
(ιωδίου) για
φωτοαντιγραφικά
μηχανήματα.

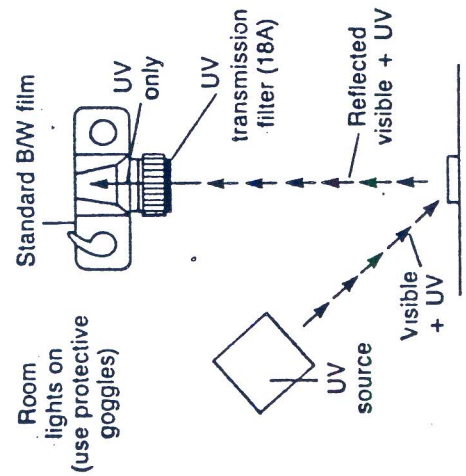
13494 1000 220V R7 s 12 254

13313 1000 220V R7 s 12 318

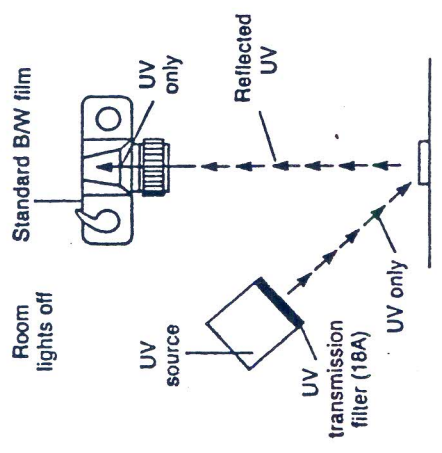
ΛΑΜΠΕΣ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ



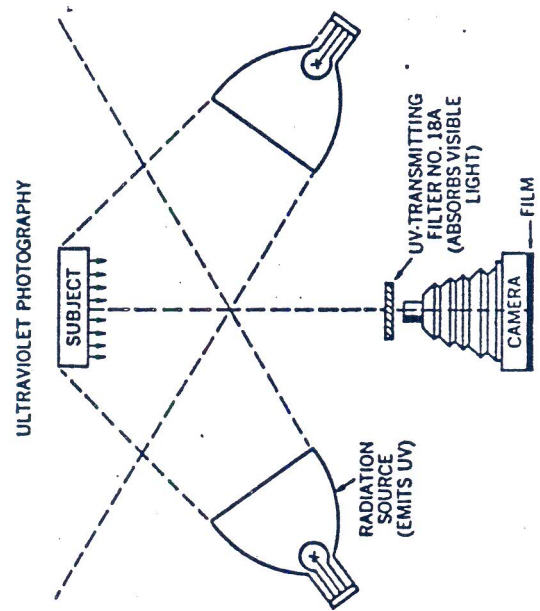
Typical Setup for Fluorescence Photography Using Ultraviolet Excitation



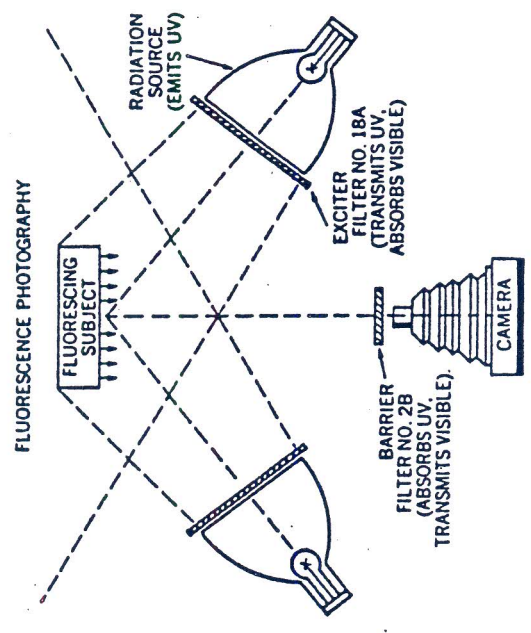
Typical Setup for Reflected-Ultraviolet Photography With a UV Filter Over the Camera Lens



Typical Setup for Reflected-Ultraviolet Photography With a UV Filter Over the Light Source

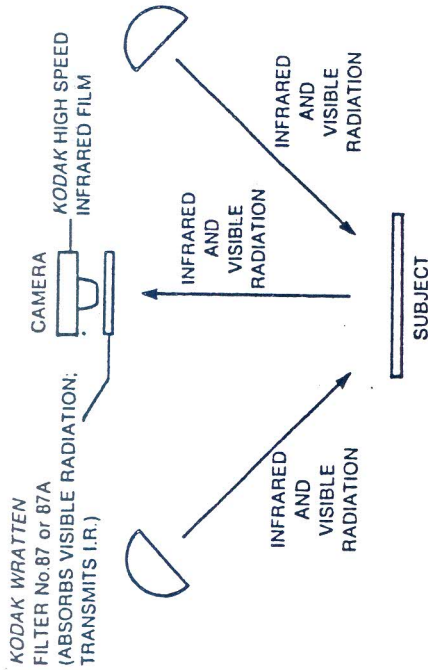


Typical setup for reflected ultraviolet photography.



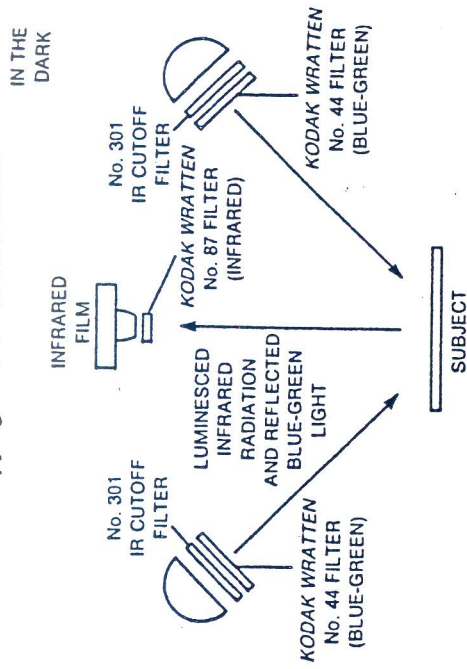
Typical setup for fluorescence photography using ultra-violet excitation.

Copying Infrared Reflectance



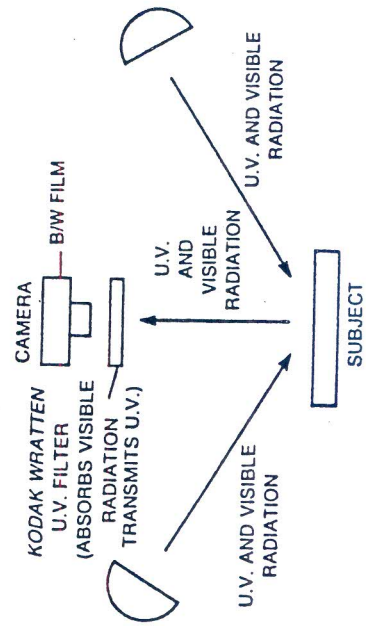
The basic setup for reflectance infrared copying. Tungsten lamps are a good source of IR radiation.

Copying Infrared Luminescence



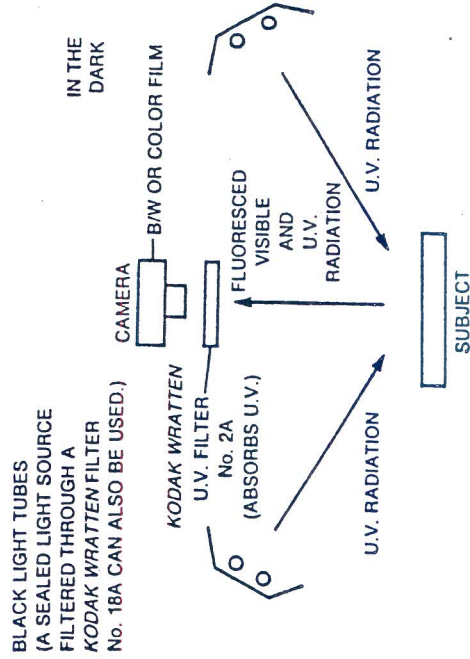
When copying luminescence caused by IR radiation, the subject is illuminated with blue-green light by using a No. 44 filter over each light. The camera lens is filtered with a No. 87 filter so only infrared radiation is transmitted to the lens. The copying is done in the dark.

Copying Ultraviolet Reflectance

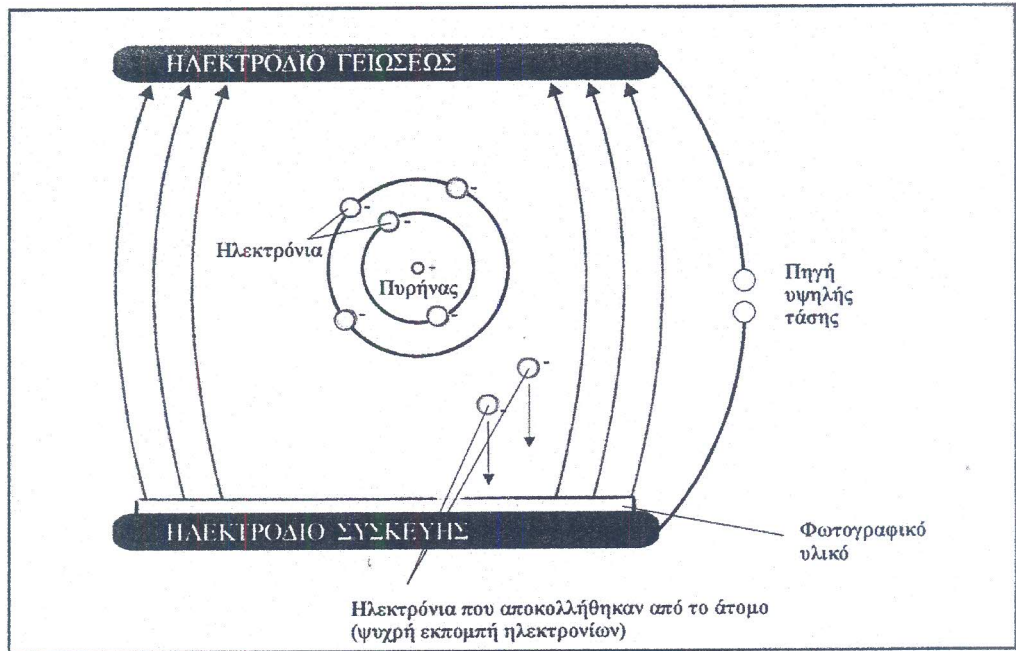


Lights rich in UV radiation, such as arc lights, fluorescent lights, or pulsed xenon lights are used for UV copying. The UV filter over the lens allows only UV to record on the film.

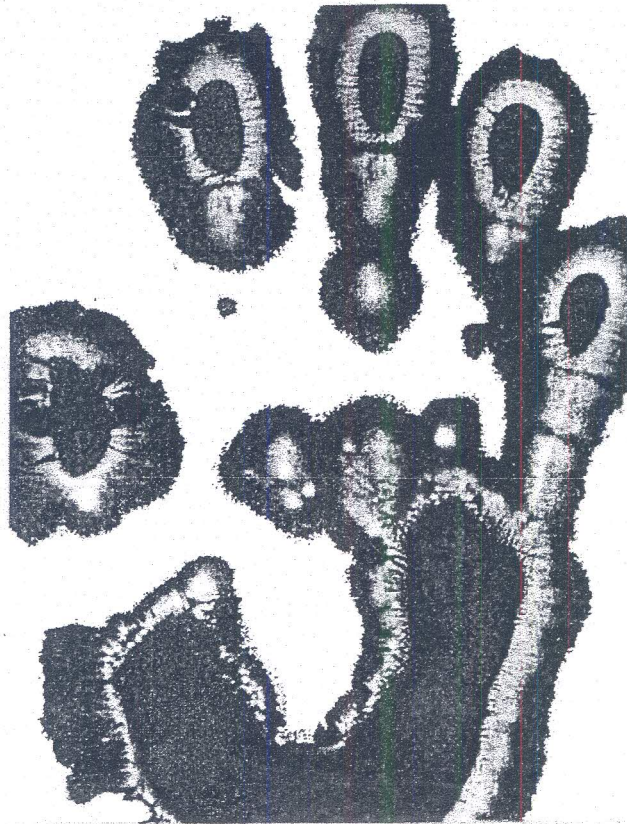
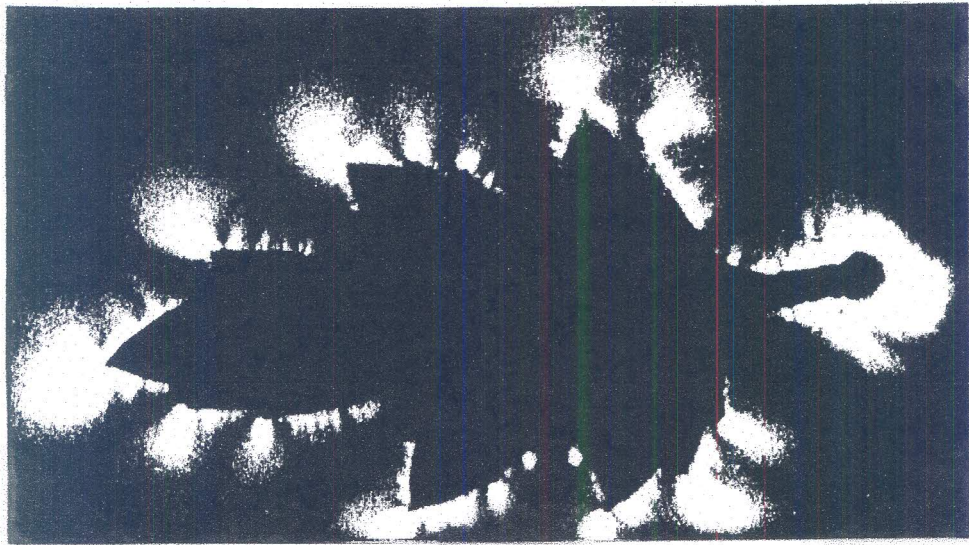
Copying Ultraviolet Fluorescence



When copying luminescence caused by ultraviolet radiation, the subject is illuminated by ultraviolet radiation and no light. A filter that absorbs UV is placed over the lens. The fluorescence is in wavelengths of light, and is photographed with a regular black-and-white or color film.



Αρχή λειτουργίας του φαινομένου της ηλεκτροφωτογράφισης



Υπολογισμοί – Ασκήσεις σε Οπτικά Μεγέθη, Φωτομικρογραφία

1. Να αποδειχθεί ότι η ελάχιστη απόσταση μεταξύ ενός φωτεινού αντικειμένου και του πραγματικού του ειδώλου στη φωτογραφική μηχανή είναι $4f$ όπου f : η εστιακή απόσταση του φωτογραφικού φακού. Υπολογίστε, για παράδειγμα, την ελάχιστη απόσταση αντικειμένου - ειδώλου για κανονικό φακό ($f = 50\text{mm}$).
2. Να υπολογιστεί η γωνία οράσεως υπό την οποία παρατηρείται ο ηλιακός δίσκος αλλά και η σελήνη από την επιφάνεια της γης. Δίνεται η διάμετρος αλλά και η απόσταση από την γη των δυο αυτών ουράνιων σωμάτων. Ήλιος διάμετρος 1390600Km , απόσταση $149 \times 10^6 \text{ Km}$ και Σελήνη διάμετρος 3476Km , απόσταση $38 \times 10^4 \text{ Km}$. Σχολιάστε το υπολογιστικό αποτέλεσμα που βρήκατε.
3. Να υπολογιστεί η (γωνιακή) μεγέθυνση που προκαλεί συγκλίνων (θετικός) φακός με εστιακή απόσταση $f = 100 \text{ mm}$.
4. Σε φωτογράφιση close up και με φακό εστιακής απόστασης $f = 135\text{mm}$ η επιτυχανόμενη (γραμμική) μεγέθυνση είναι : $m = 0.5$. Να υπολογιστεί η απόσταση αντικειμένου – φακού αυτής της φωτογράφισης ;

5. Αντικειμενικός φακός μικροσκοπίου ($\times 10$) έχει αριθμητικό άνοιγμα A.A. = 0.25. Να υπολογιστεί το διακριτικό όριο δ καθώς και η μέγιστη γωνία εισόδου των φωτεινών ακτίνων από το δείγμα προς τον αντικειμενικό φακό.
6. Να υπολογιστεί αναλυτικά το αριθμητικό άνοιγμα A.A. αντικειμενικού φακού οπτικού μικροσκοπίου με τιμή διακριτικής ικανότητας : $1.45 \mu\text{m}^{-1}$.
7. Οπτικό μικροσκόπιο χρησιμοποιεί διαδοχικά για τη φωτογράφιση του ίδιου δείγματος δυο αντικειμενικούς φακούς με χαρακτηριστικά : Φακός 1 ($4\times / 0.10$) και Φακός 2 ($10\times / 0.25$). Τι ακριβώς συμβαίνει κάθε φορά με το διακριτικό όριο αλλά και το βάθος πεδίου της φωτογράφισης ;
8. Αντικειμενικός φακός ($40\times / 0.65$) συνδυάζεται κατάλληλα με προσοφθάλμιο φακό και δημιουργούν έτσι ένα καλό απεικονιστικό αποτέλεσμα. Υπολογίστε τα χαρακτηριστικά του προσοφθάλμιου φακού που μπορεί να χρησιμοποιήθηκε.

A. Αραβαντινός

Καθ. Φυσικής

