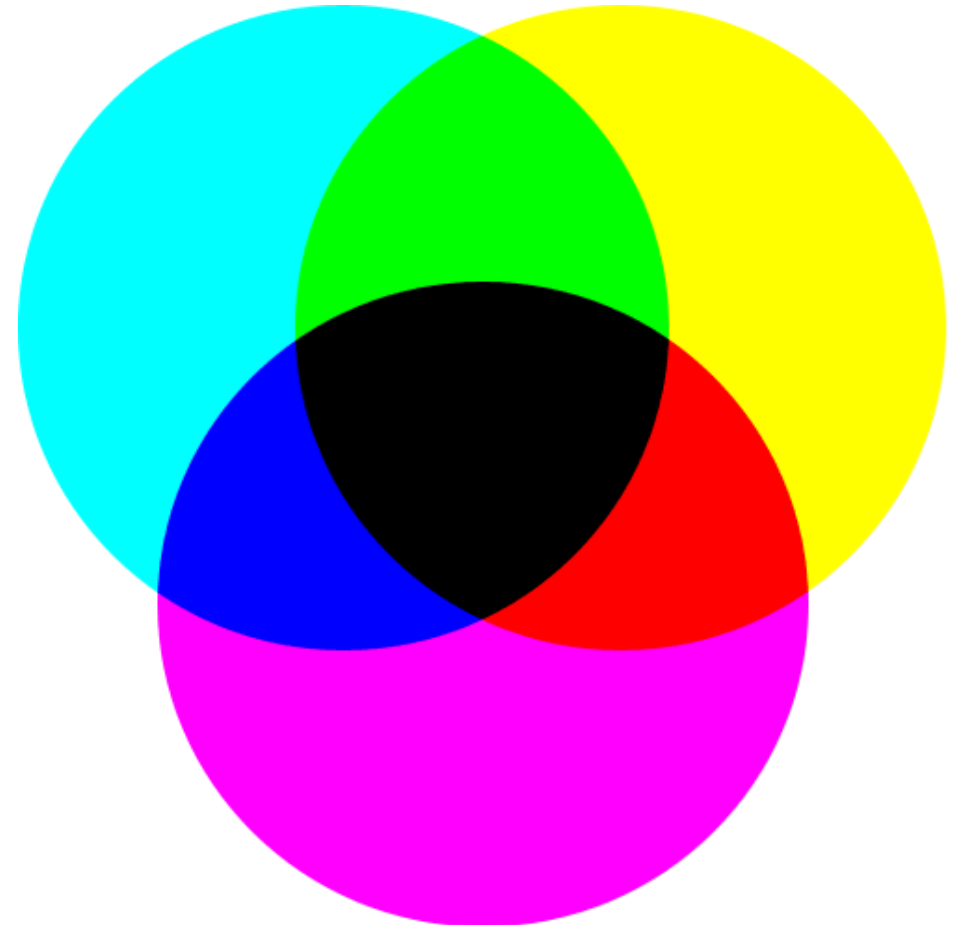
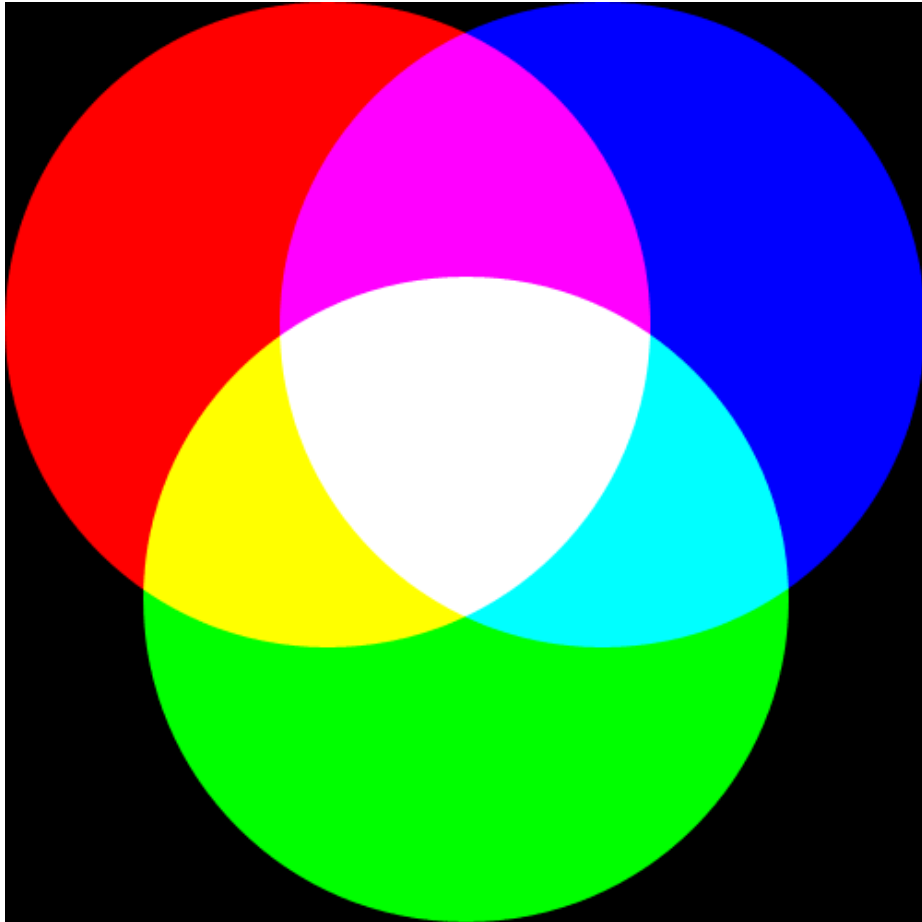
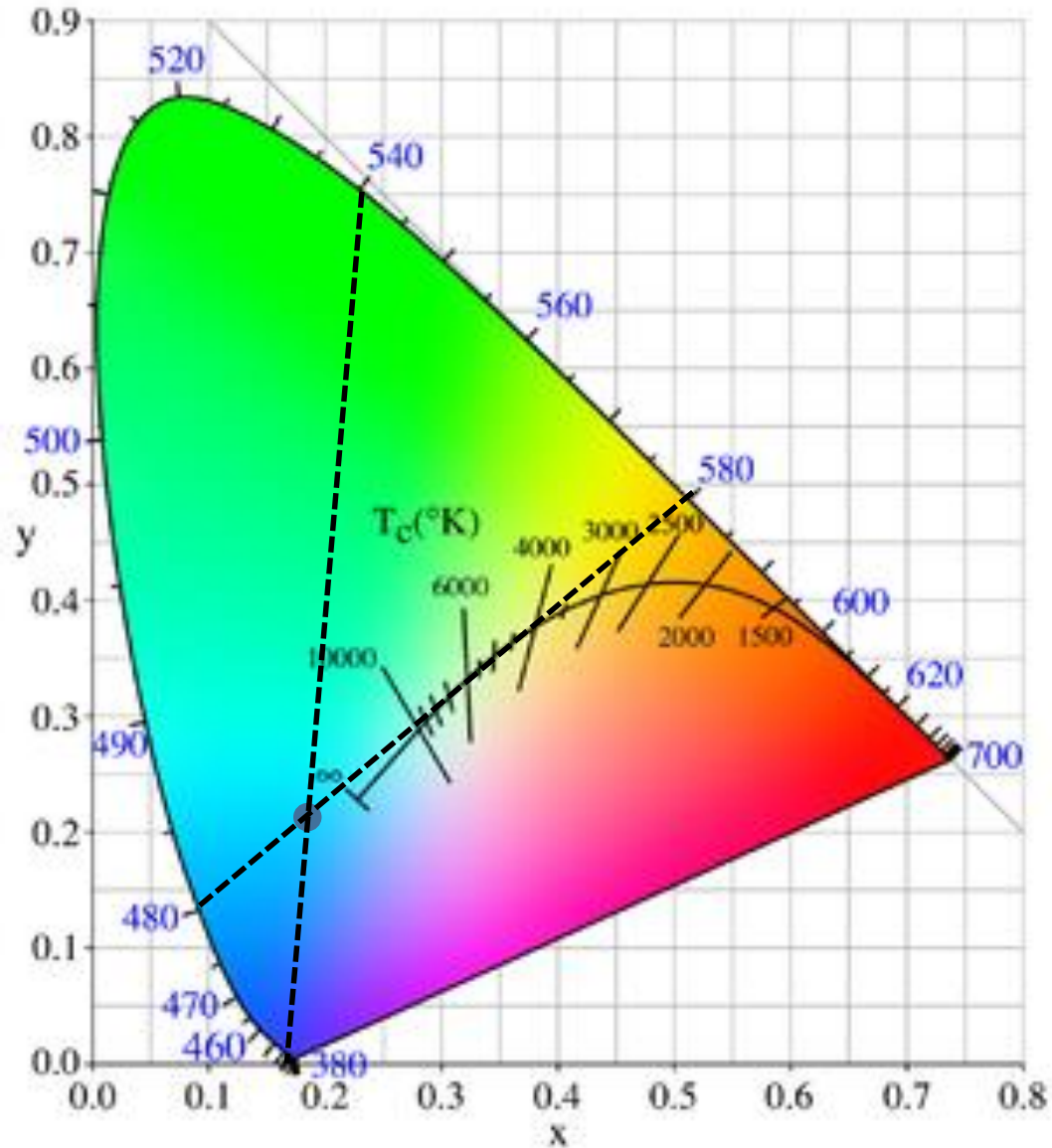


Θεωρία χρώματος

Βασικά - Συμπληρωματικά



Χρώματα από σύνθεση



Έστω περιοχή σημείου X με συντεταγμένες (0.19, 0.21)
το σύνθετο χρώμα στο οποίο αντιστοιχεί μπορεί να
αναπαραχθεί ως εξής :

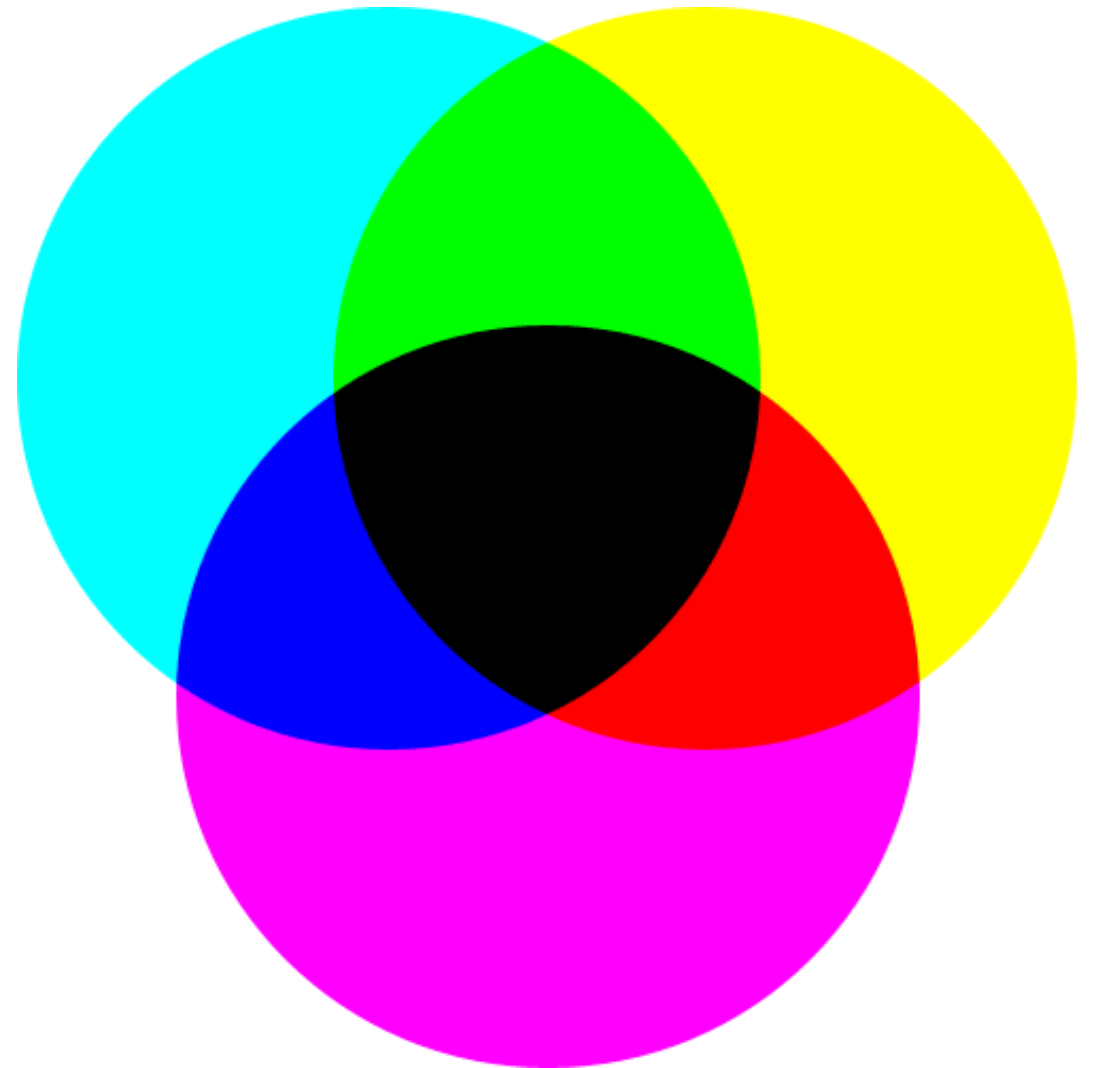
Ιώδες (400nm) + Πράσινο (565nm) ή
Βαθύ Κυανό (480nm) + Κίτρινο (580nm)

Αίσθημα Χρώματος από αφαίρεση CMYK, Subtractive Colors

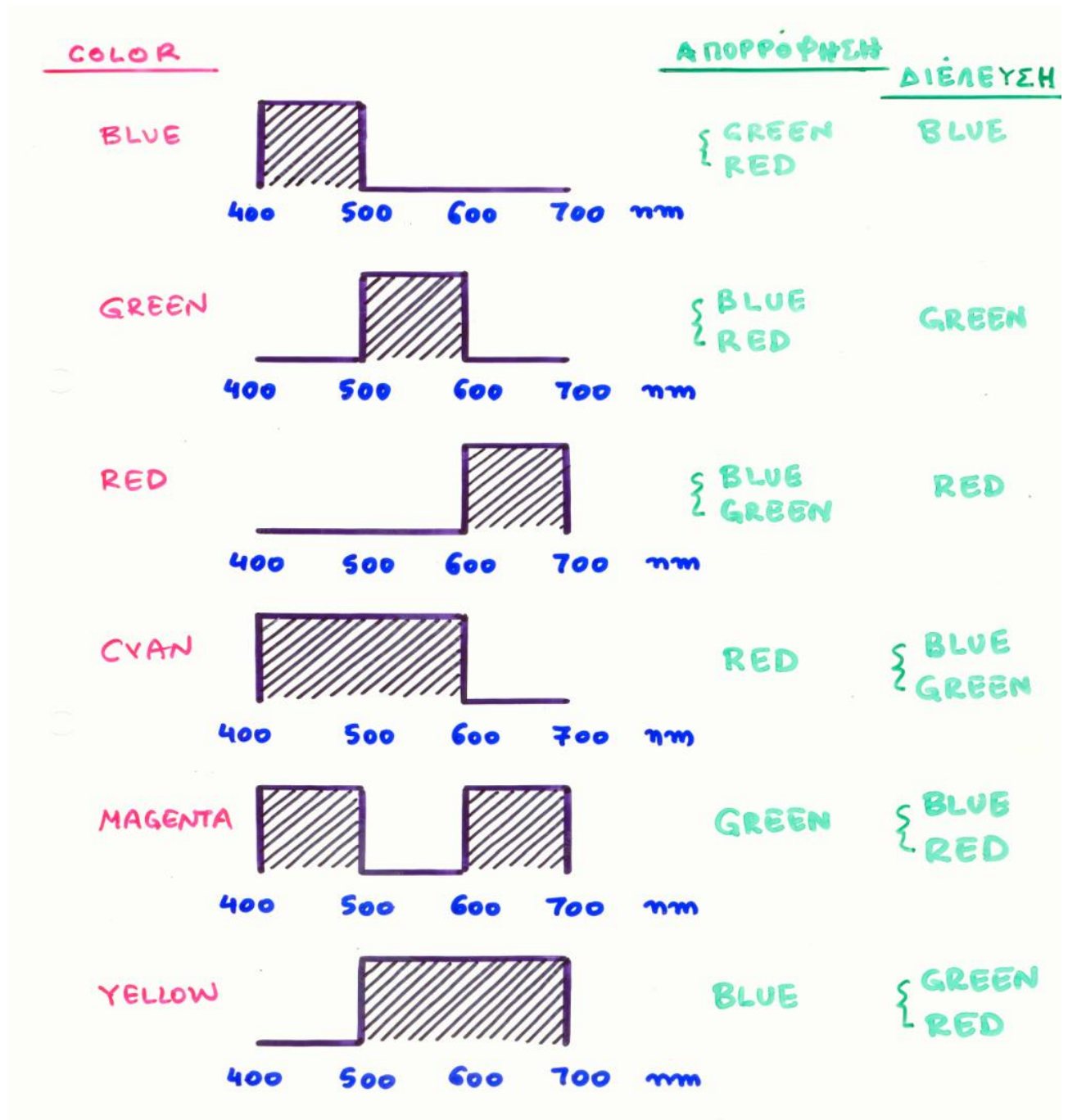
Ισχύουν οι ισότητες :

- $Y = W - B$
- $M = W - G$
- $C = W - R$
- $W - B - R = G$
- $W - R - G = B$
- $W - B - G = R$
- $W - B - R - G = \text{black}$

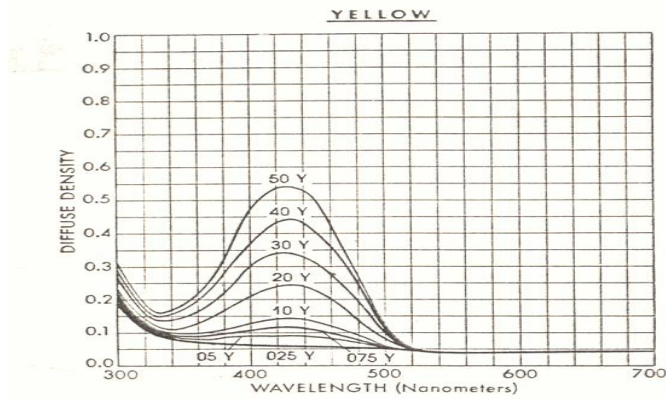
Εφαρμογές σε printers.



Έγχρωμα φίλτρα, καμπύλες διαπερατότητας

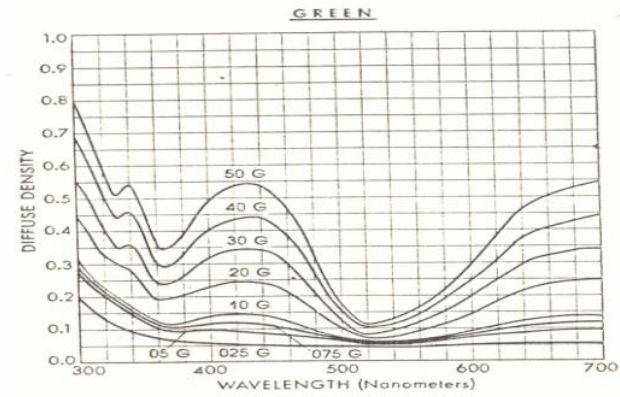


Φίλτρα KODAK



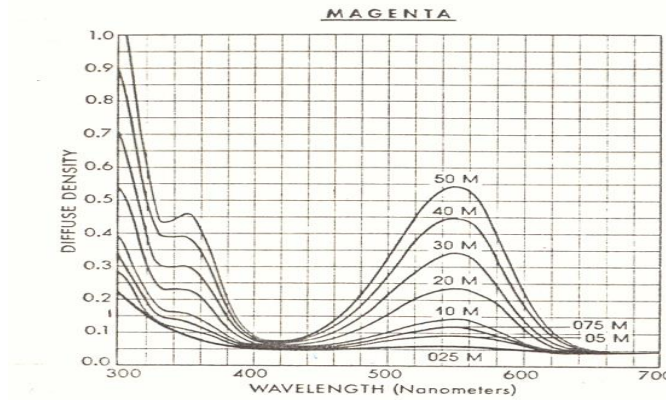
absorbs BLUE

Stability: *
 CC025Y-AAA
 CC05Y-AAA
 CC10Y-AAA
 CC20Y-AAA
 CC30Y-AAA
 CC40Y-AAA
 CC50Y-AAA



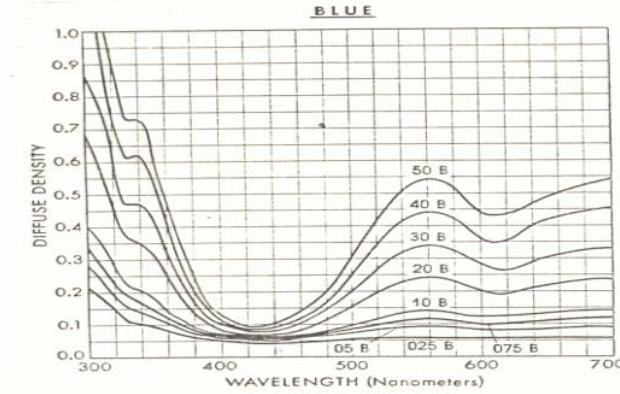
absorbs BLUE, RED

Stability: *
 CC025G-AAA
 CC05G-AAA
 CC10G-AAA
 CC20G-ABA
 CC30G-ABA
 CC40G-ABB
 CC50G-ABB



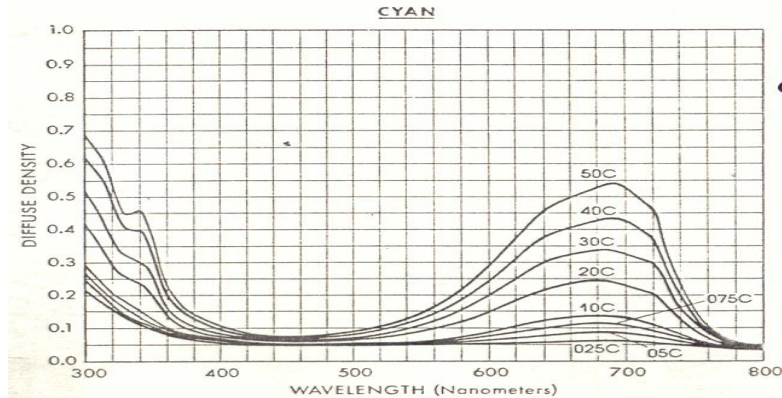
absorbs GREEN

Stability:
 CC025M-AAA
 CC05M-AAA
 CC10M-AAA
 CC20M-ABA
 CC30M-BBA
 CC40M-BCB
 CC50M-ACA

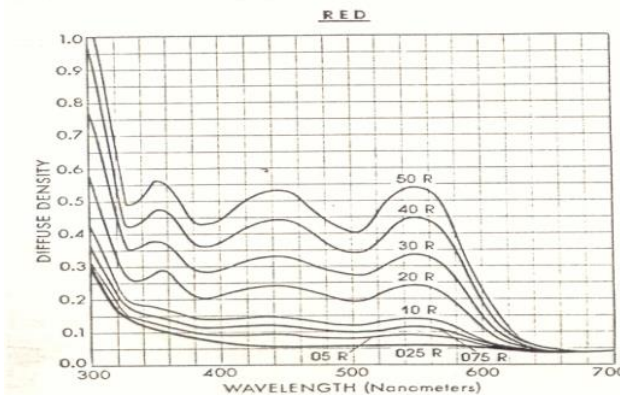


absorbs RED, GREEN

Stability: *
 CC025B-AAA
 CC05B-AAA
 CC10B-AAA
 CC20B-AAA
 CC30B-ABA
 CC40B-ABA
 CC50B-ABA



absorbs RED



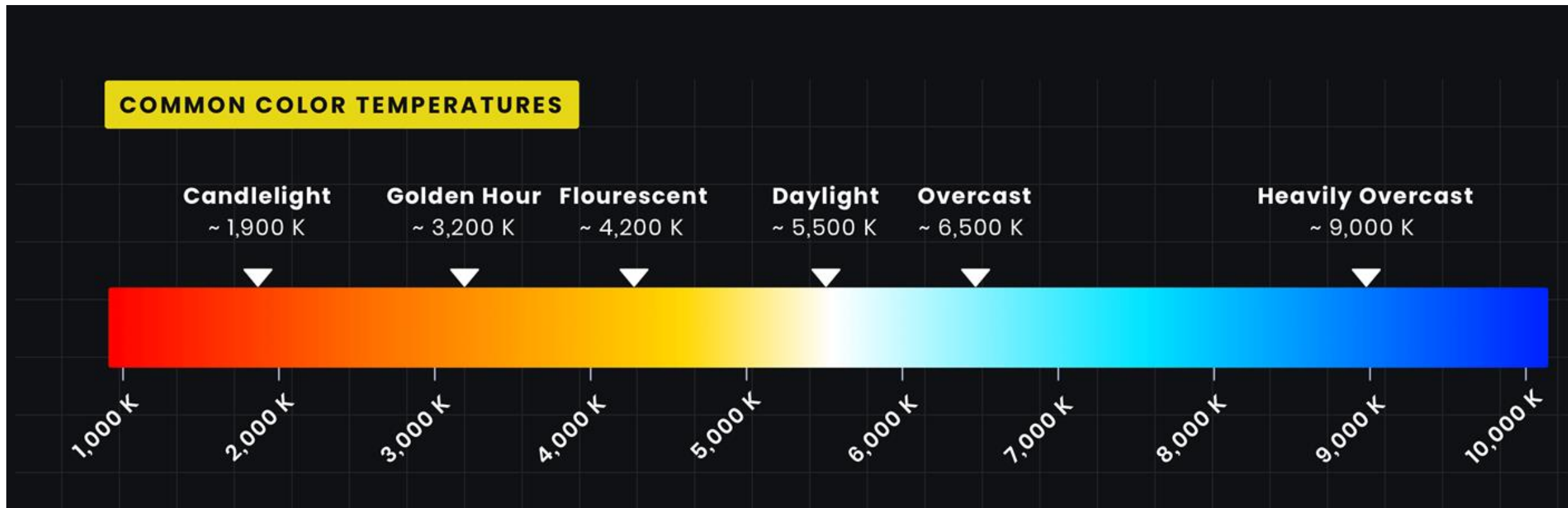
absorbs BLUE, GREEN

Stability: *
 CC025R-AAA
 CC05R-AAA
 CC10R-AAA
 CC20R-AAA
 CC30R-ABA
 CC40R-ABA
 CC50R-ABA

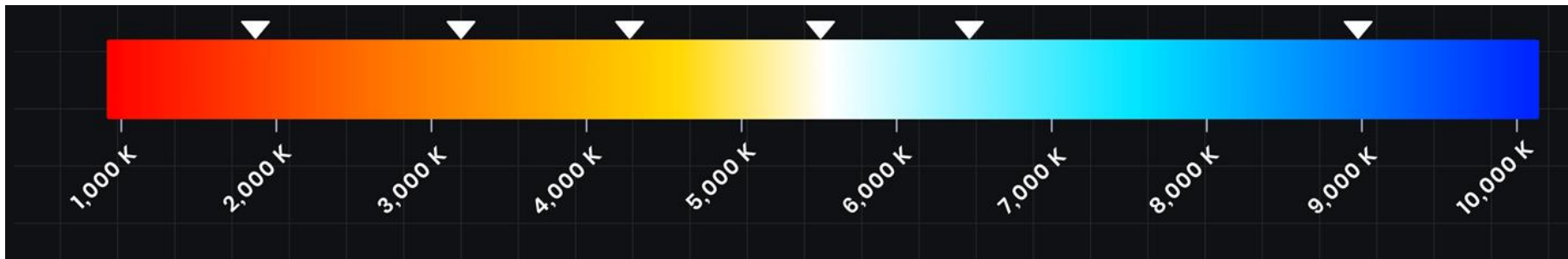
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΕΓΧΡΩΜΩΝ ΦΙΛΤΡΩΝ Η ΚΛΙΜΑΚΑ **MI**cro**RE**ciprocal**D**egree :

$$MV = \frac{10^6}{T}$$

$$T_1 \rightarrow T_2: \quad MSV = (1/T_2 - 1/T_1) \cdot 10^6$$



Color: GoPro Color



ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΟΡΑΣΗΣ

Α. Αραβαντινός

Καθ. Φυσικής

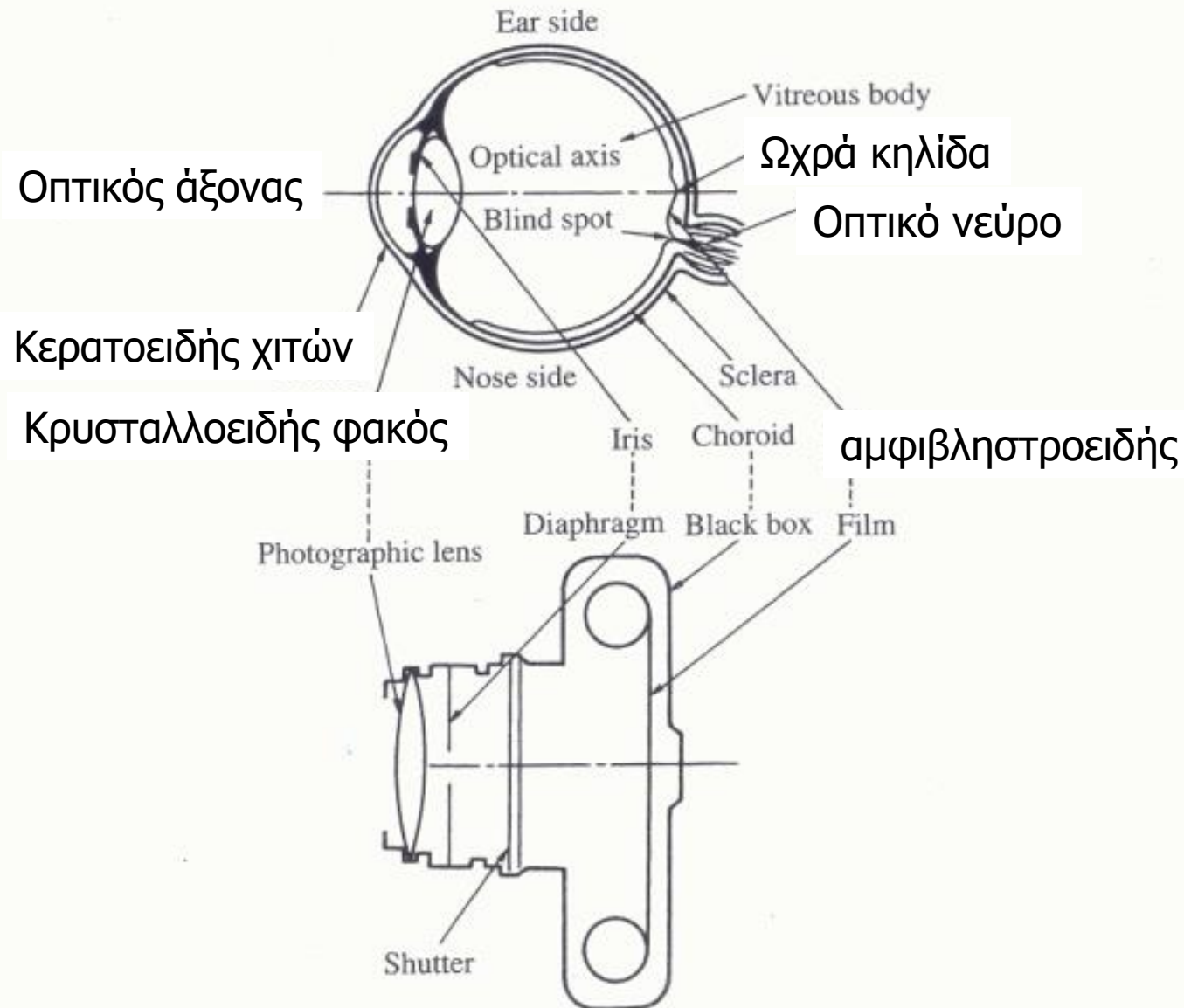
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Κυριαρχία της όρασης

Η πληροφόρηση για τον άνθρωπο μέσω των πέντε αισθήσεων επιτυγχάνεται με την :

- Όραση : 83.0 %
- Ακοή : 11.0 %
- Όσφρηση : 3.5 %
- Αφή : 1.5 %
- Γεύση : 1.0 %

Ανθρώπινος Οφθαλμός - Κάμερα



Συγκριτικές αντιστοιχίες Κάμερα – Ανθρώπινος Οφθαλμός

- Κάμερα – φωτοευαίσθητο υλικό.
- Φωτογραφικός Φακός.
- Κλείστρο.
- Διάφραγμα.
- Φιλμ ή Φωτοστοιχείο.

- Οφθαλμός – Εγκέφαλος.
- Κερατοειδής – κρυσταλοειδής φακός.
- Βλέφαρο.
- Ίριδα.
- Αμφιβληστροειδής.

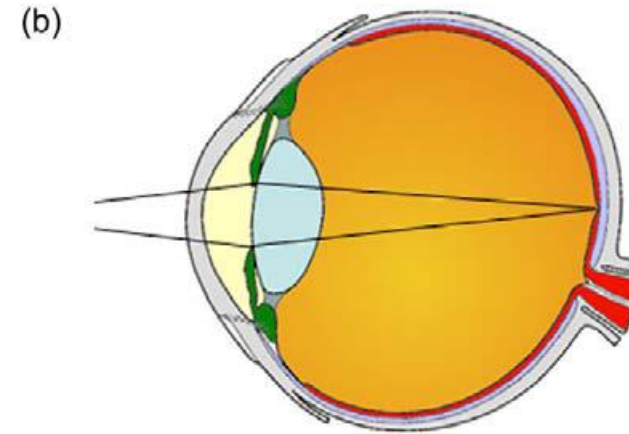
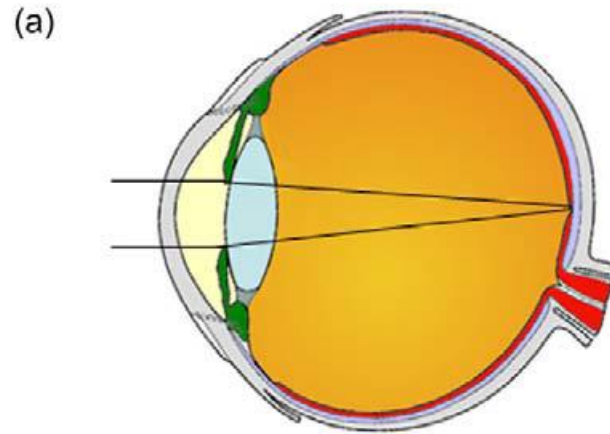
Οφθαλμός - Εγκέφαλος



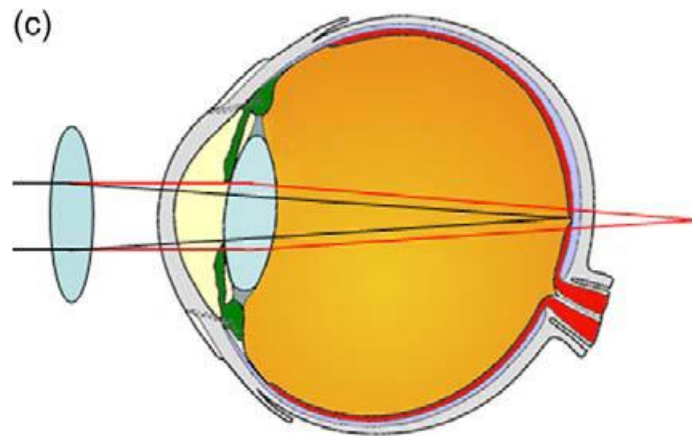
εστίαση σε μακρινό αντικείμενο

εστίαση σε κοντινό αντικείμενο

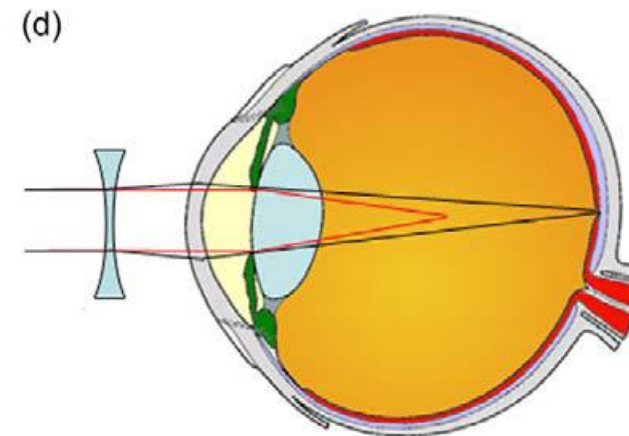
ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ
(accommodation)



ΑΤΕΛΕΙΕΣ
ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΟΡΑΣΗΣ

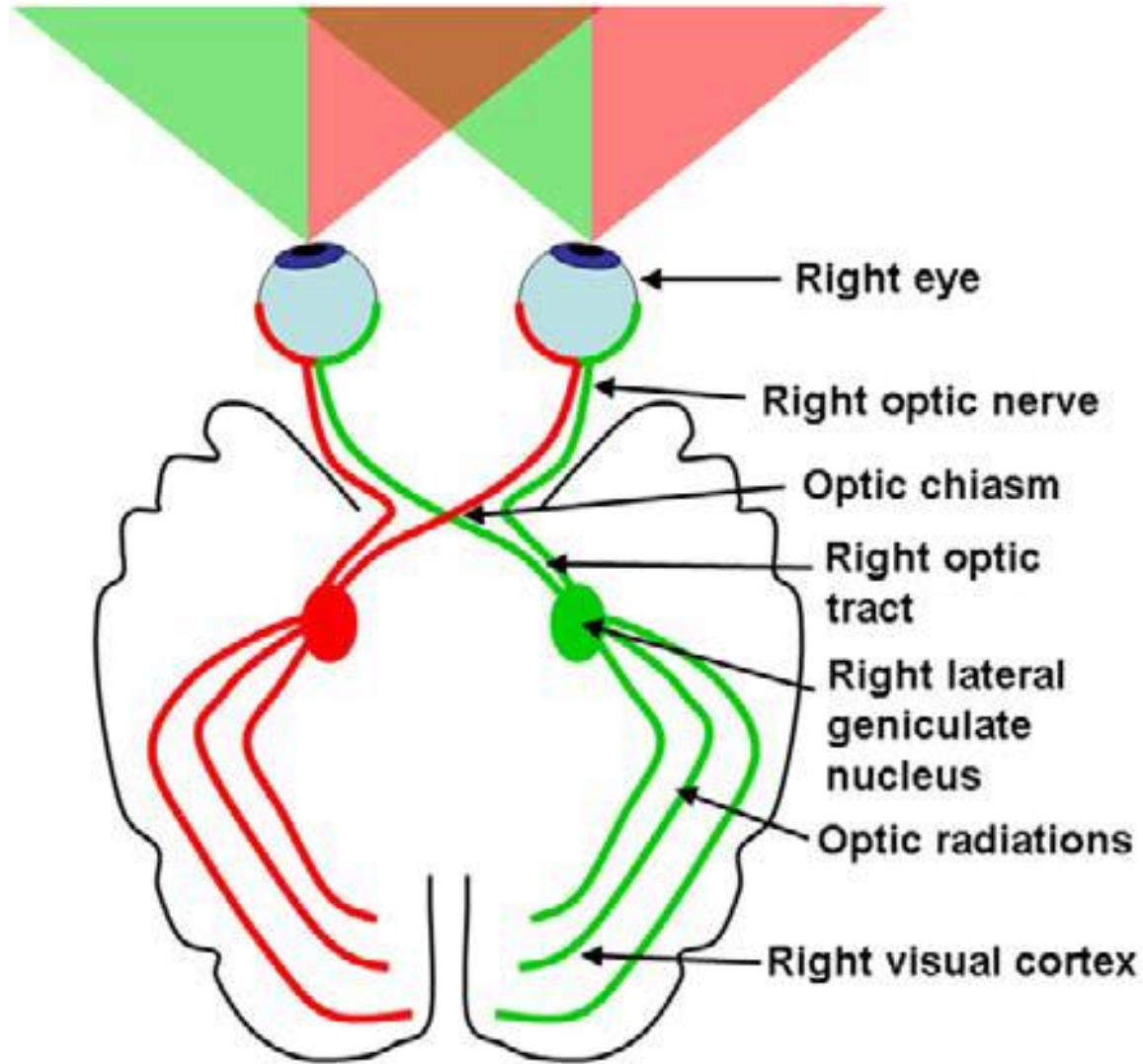


υπερωπία



μυωπία

Στερεοσκοπική όραση



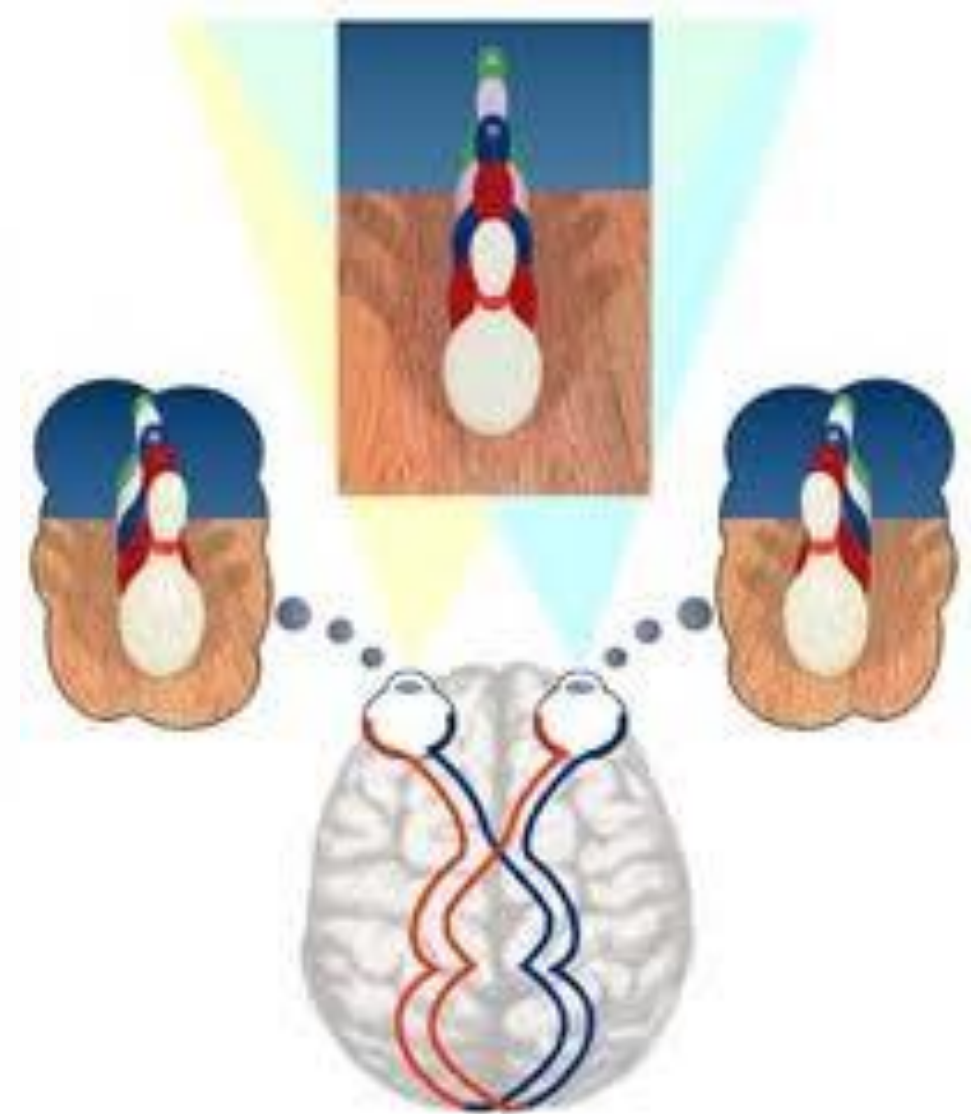
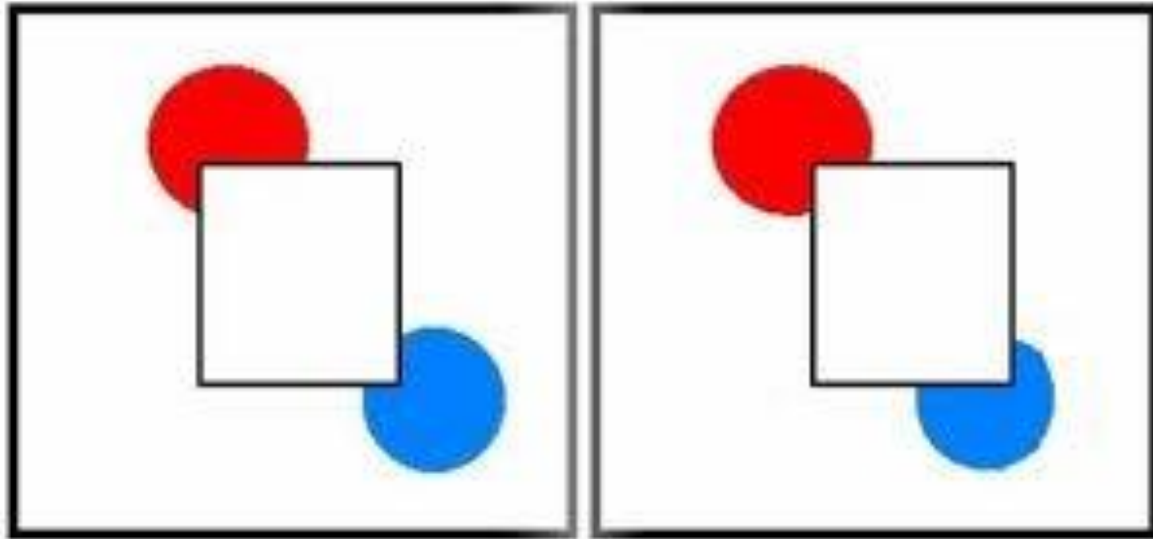
Διοπτικά κριτήρια

- Το φαινόμενο της **παράλλαξης**:

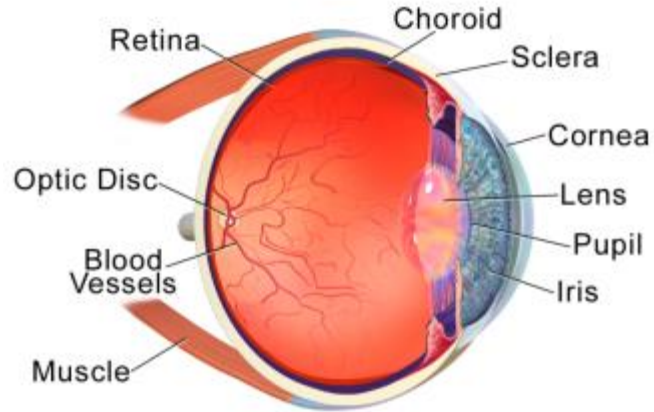
Παράλλαξη ανθρώπινης όρασης είναι η φαινομενική διαφοροποίηση των εικόνων που αντιστοιχούν στο κάθε ένα οφθαλμό ξεχωριστά εξ' αιτίας της διαφορετικής γεωμετρικής τους θέσης στο ανθρώπινο σώμα.

- Η ύπαρξη της διακορικής απόστασης των ανθρώπινων οφθαλμών: 6.5 cm.

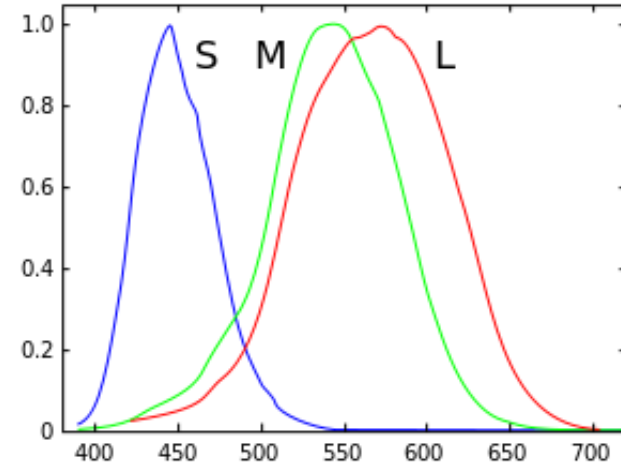
Τρισδιάστατη απεικόνιση Δύο οφθαλμοί – ένας εγκέφαλος



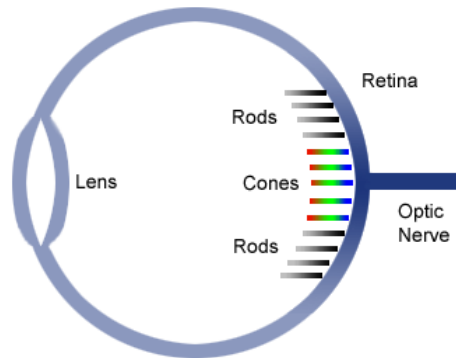
Ανθρώπινος αμφιβληστροειδής



“[Blausen 0388 EyeAnatomy 01](#)” από [BruceBlaus](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY 3.0](#)



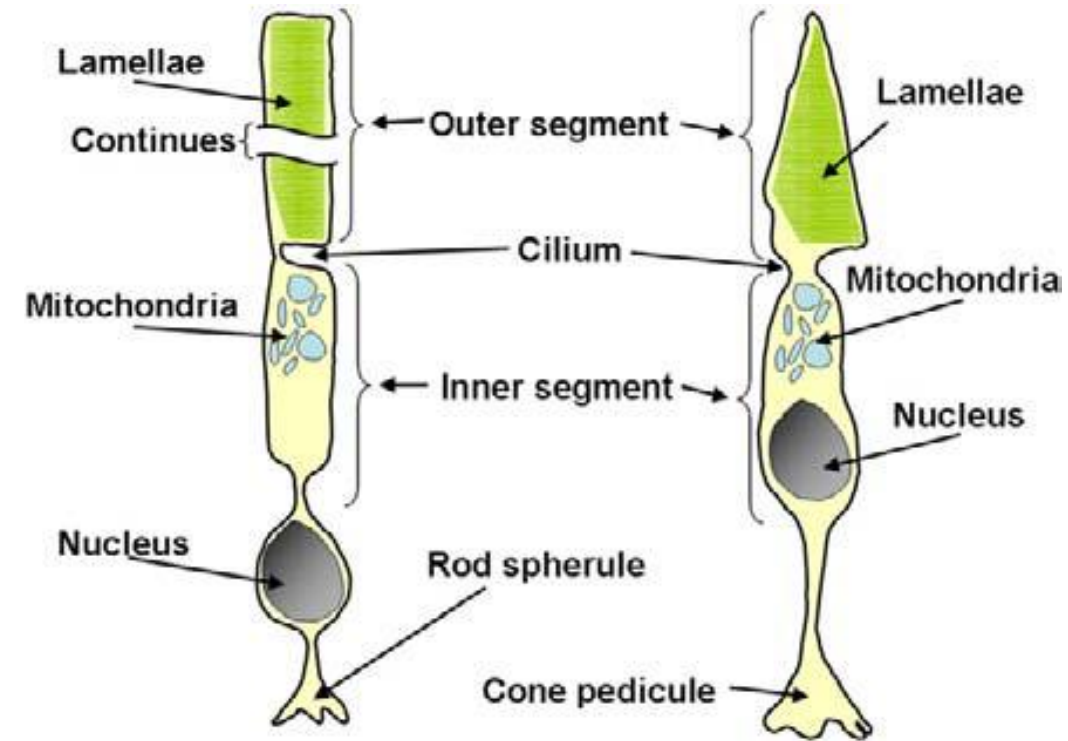
“[Cones SMJ2 E](#)”, από [OgreBot](#) διαθέσιμο με άδεια [CC BY 3.0](#)



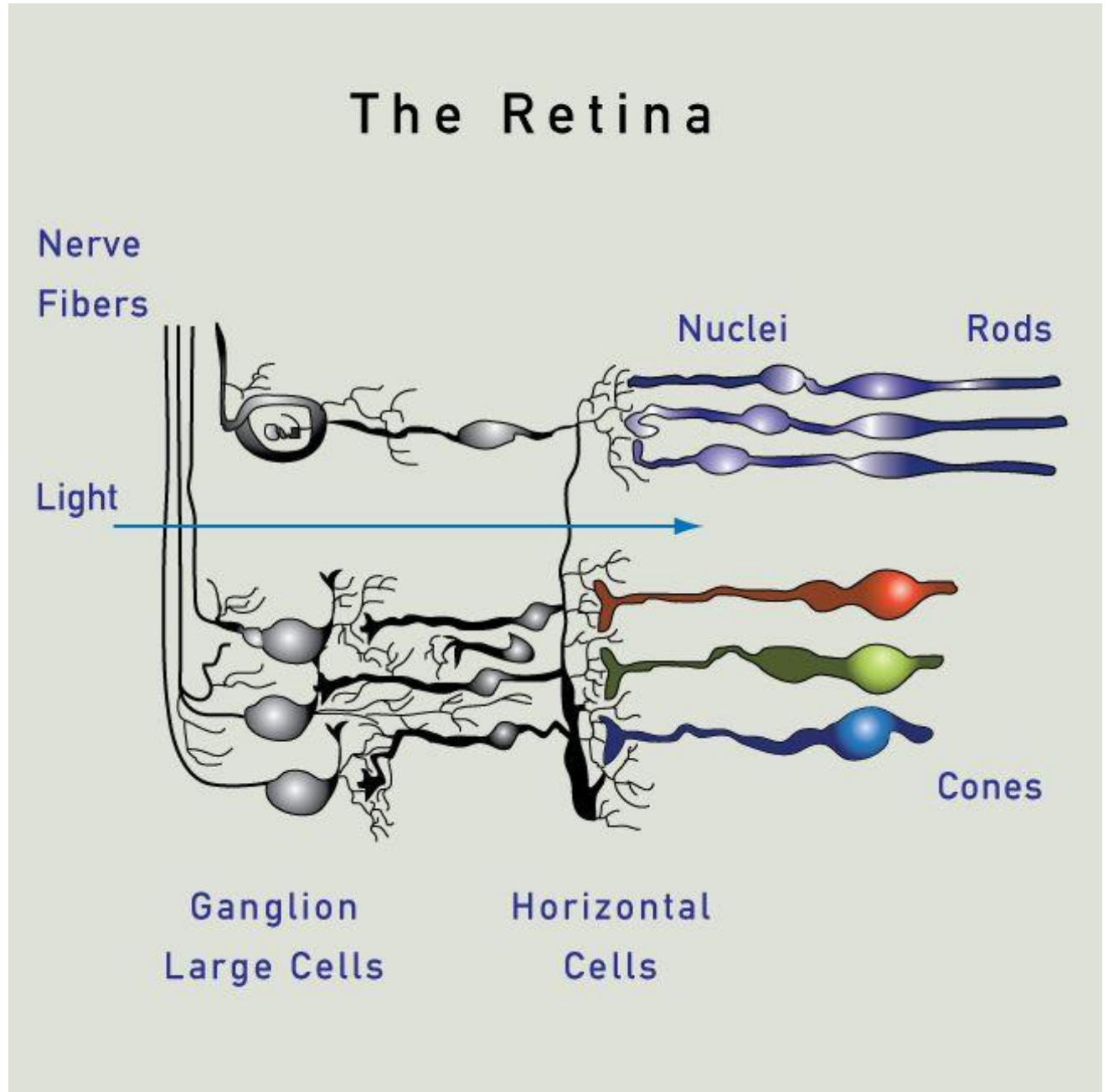
simplebiologyy.blogspot.gr

L	: 564–580 nm
M	: 534–545 nm
S	: 420–440 nm

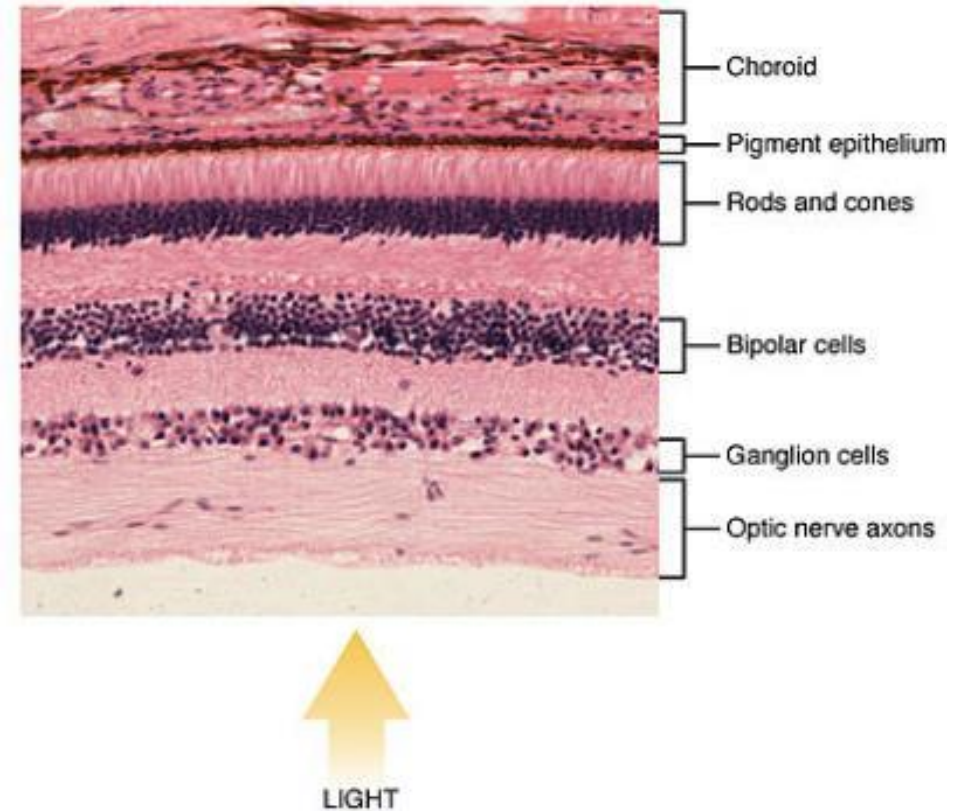
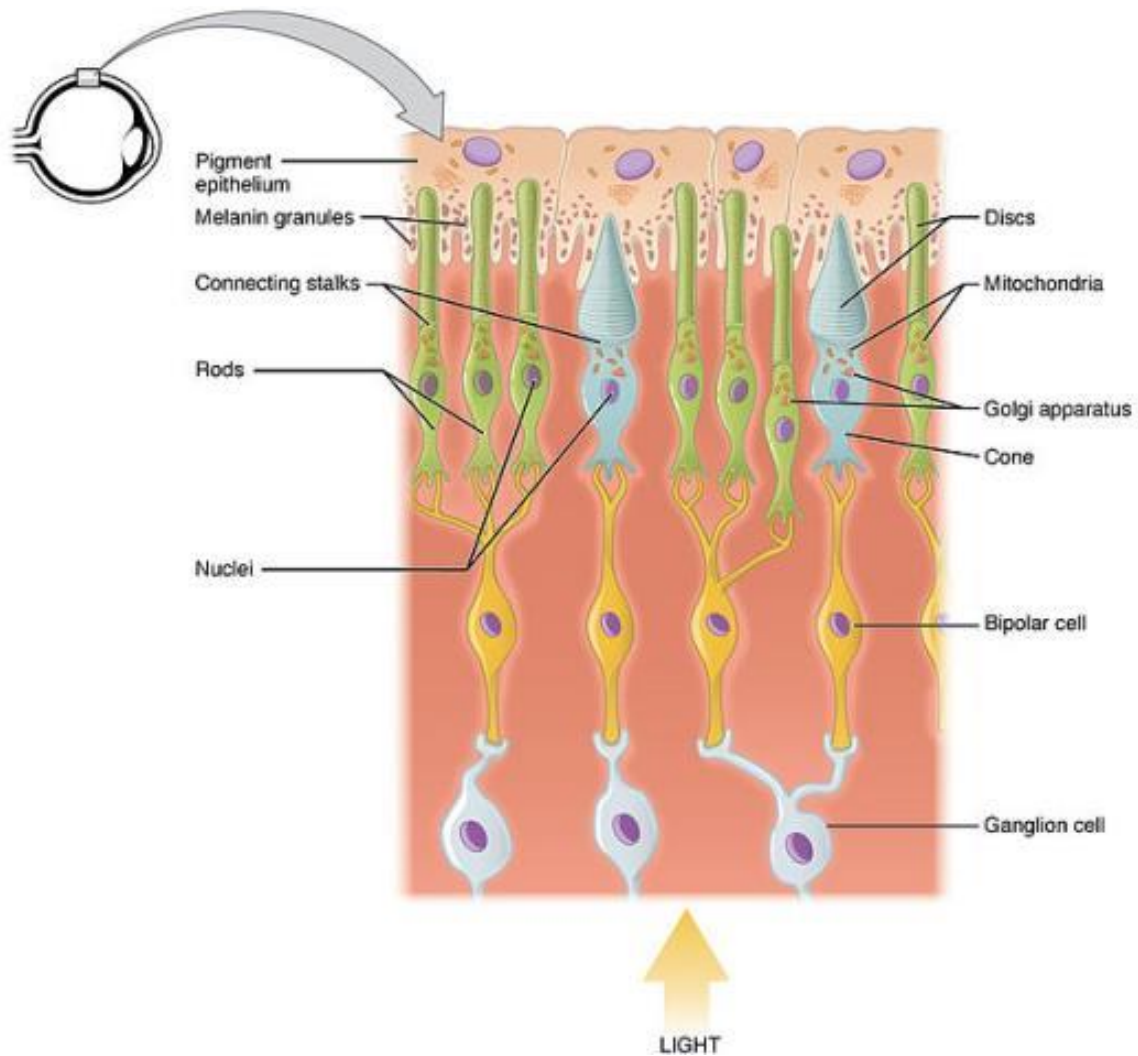
Αμφιβληστροειδής



The Manual of Photography, E. Allen & S. Triantaphillidou,
10th ed, Focal Press, Elsevier LTD

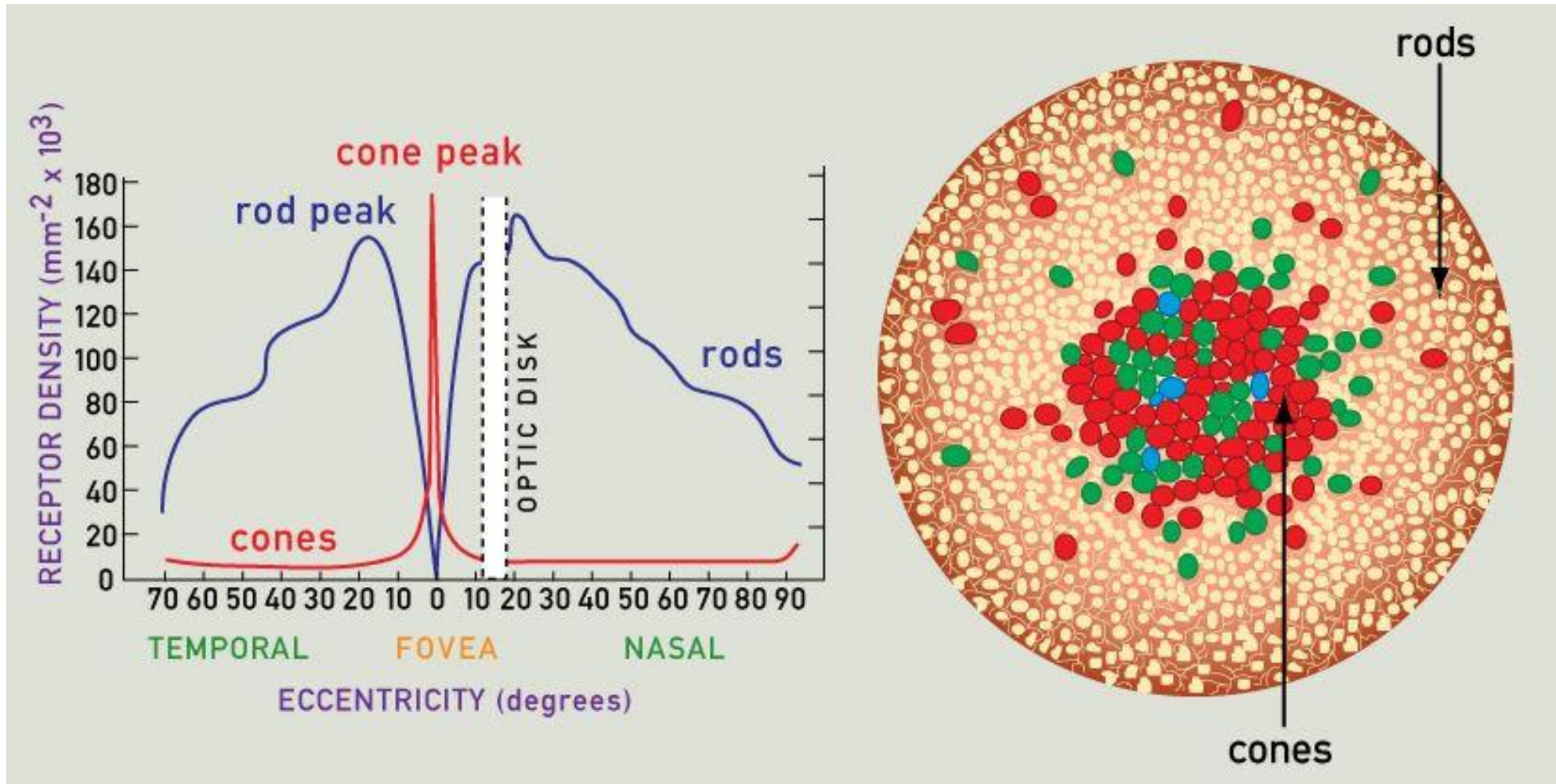


Ραβδία - Κωνία

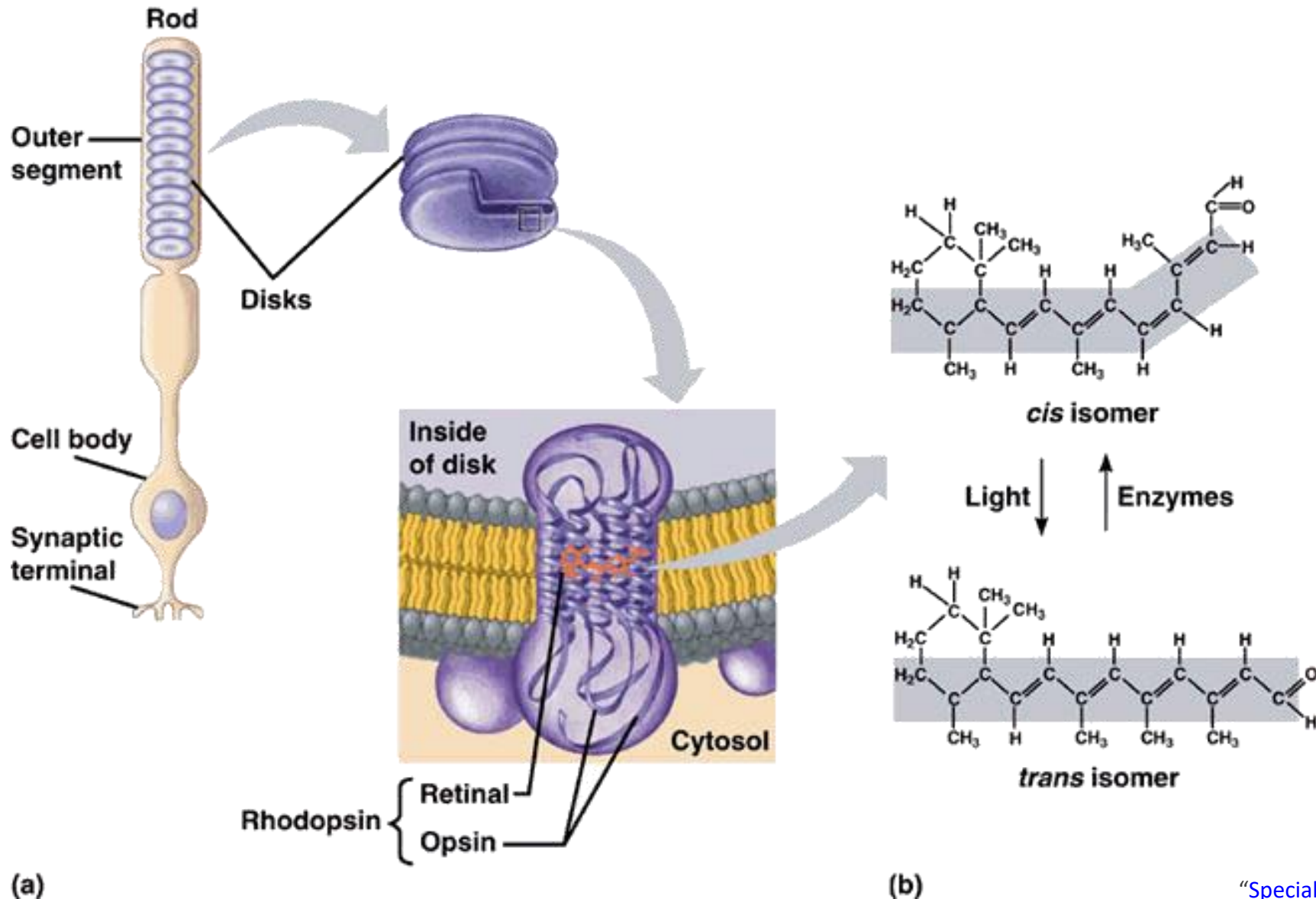


“1414 Rods and Cones” από [CFCE](#)
διαθέσιμο με άδεια [CC BY 3.0](#)

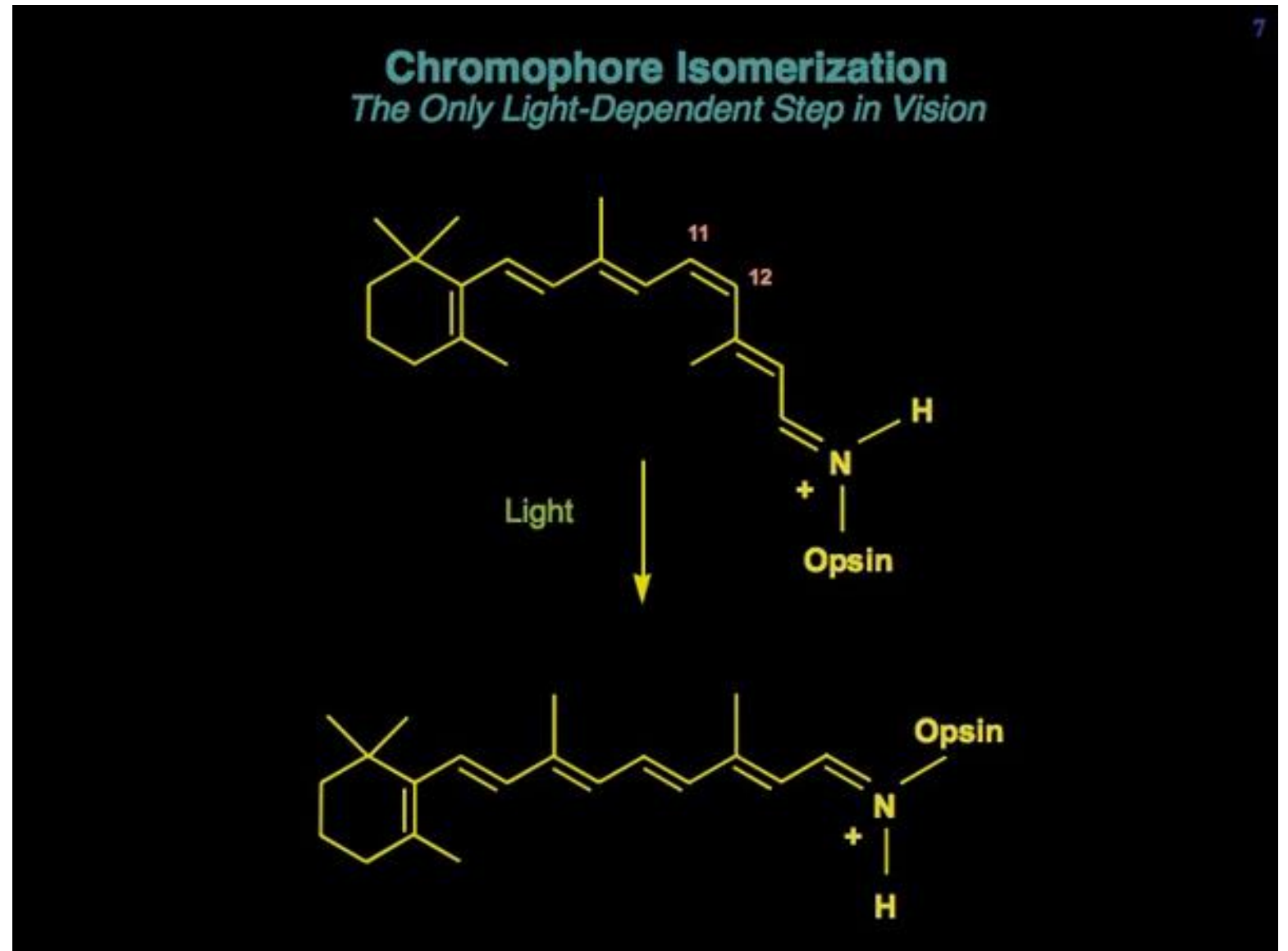
Ραβδία (rods) – Κωνία (cones)



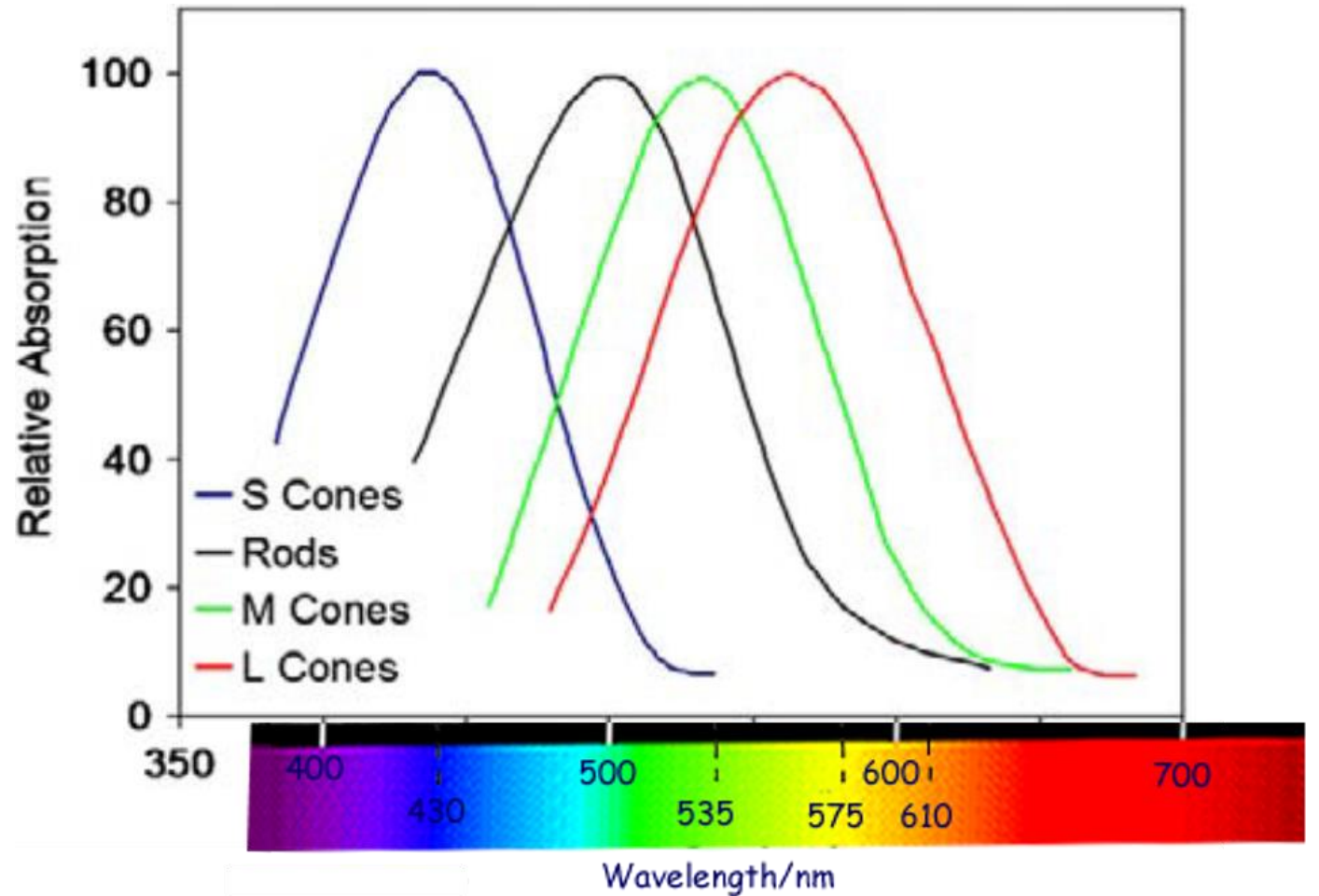
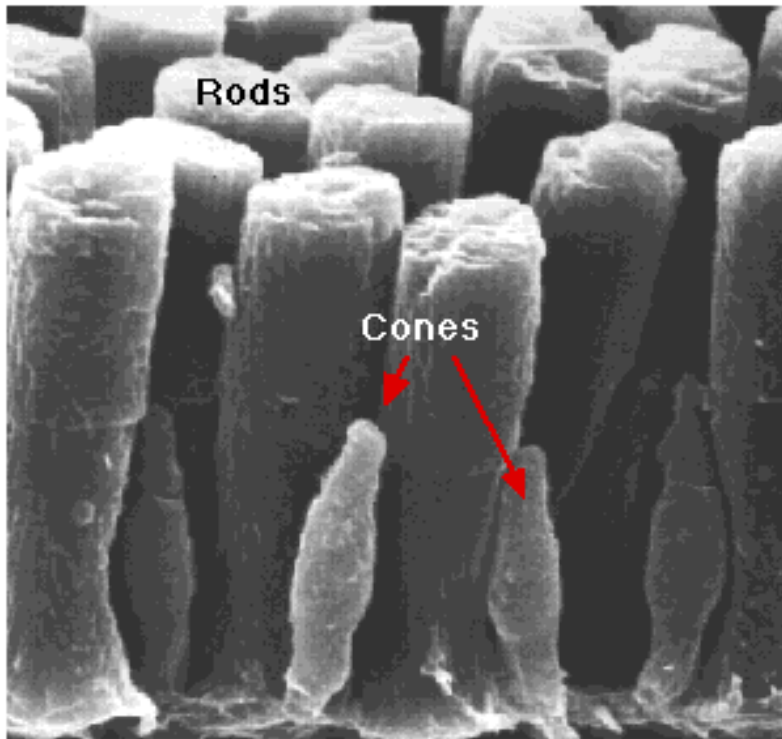
Ροδοψίνη, Οπτικό Ερέθισμα (0.5nm)



Μηχανισμός όρασης (cis – trans)

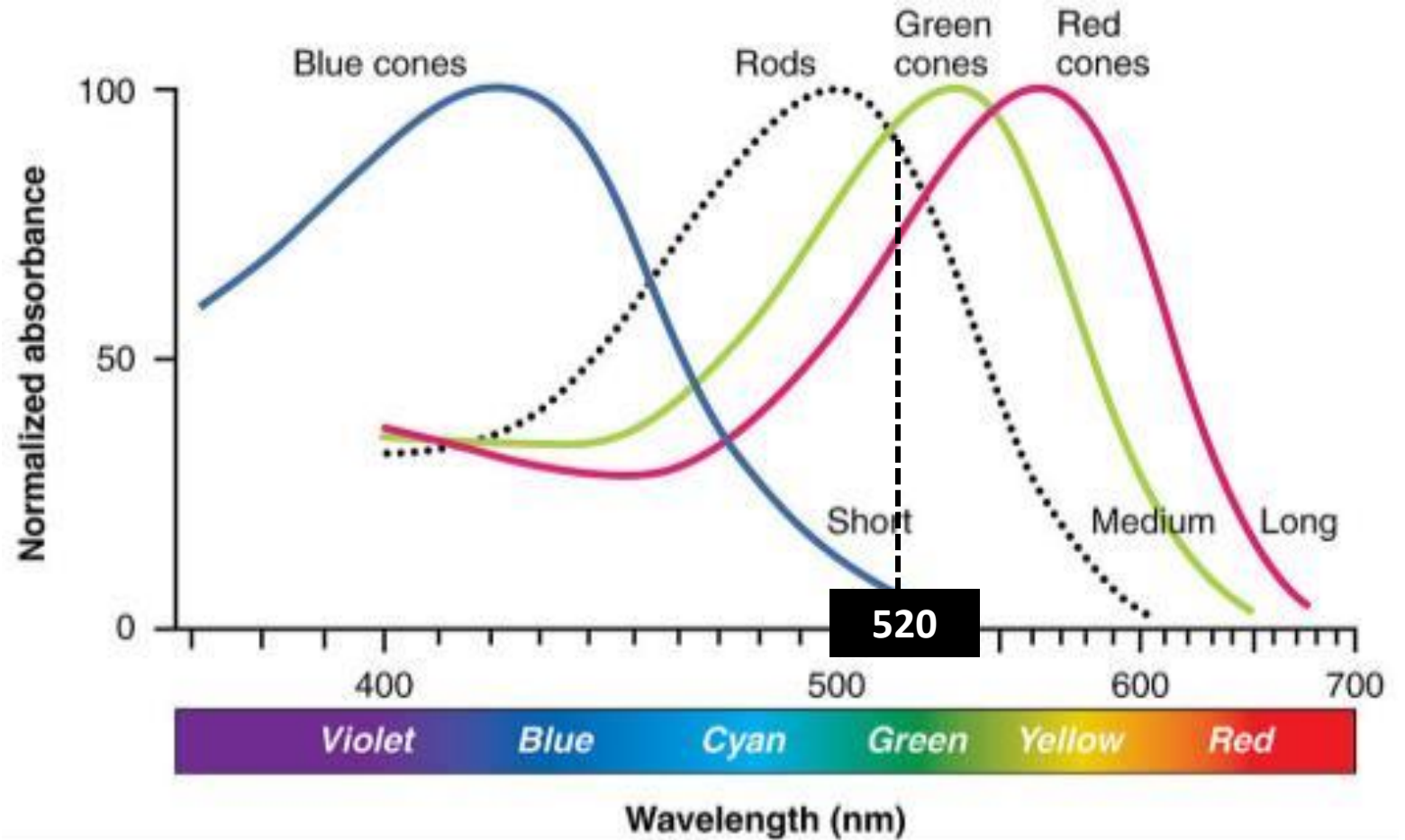


Ραβδία (rods) – Κωνία (cones)



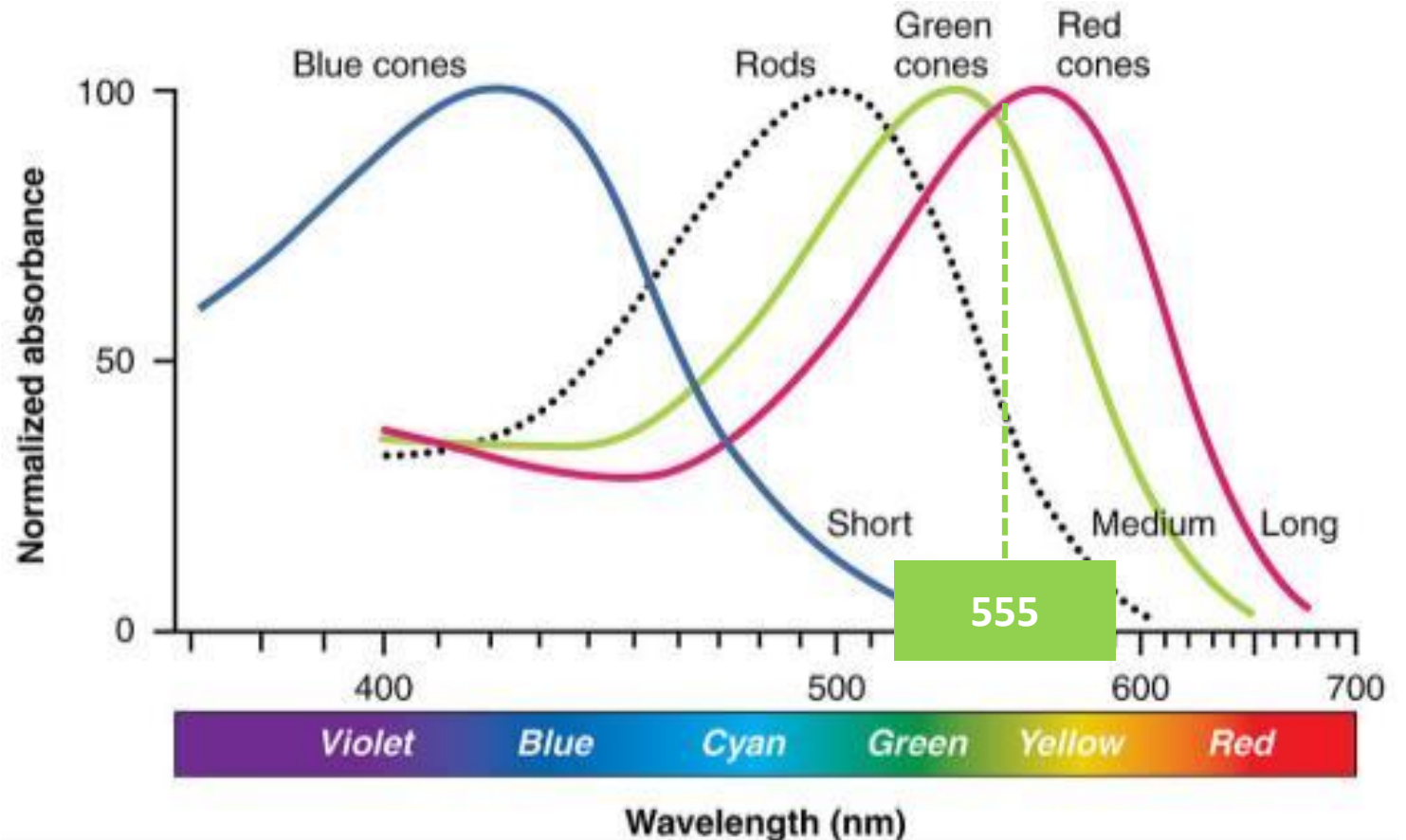
Ραβδία (Rods) Ανθρώπινου αμφιβληστροειδή

- Πλήθος : 1.2×10^8
- Εκτεταμένη κατανομή
- Ελάχιστη Ένταση Ερεθισμού: 0.05 Cd/m^2
- Συνδέονται κατά ομάδες με οπτικό νεύρο



Κωνία (Cones) Ανθρώπινου αμφιβληστροειδή

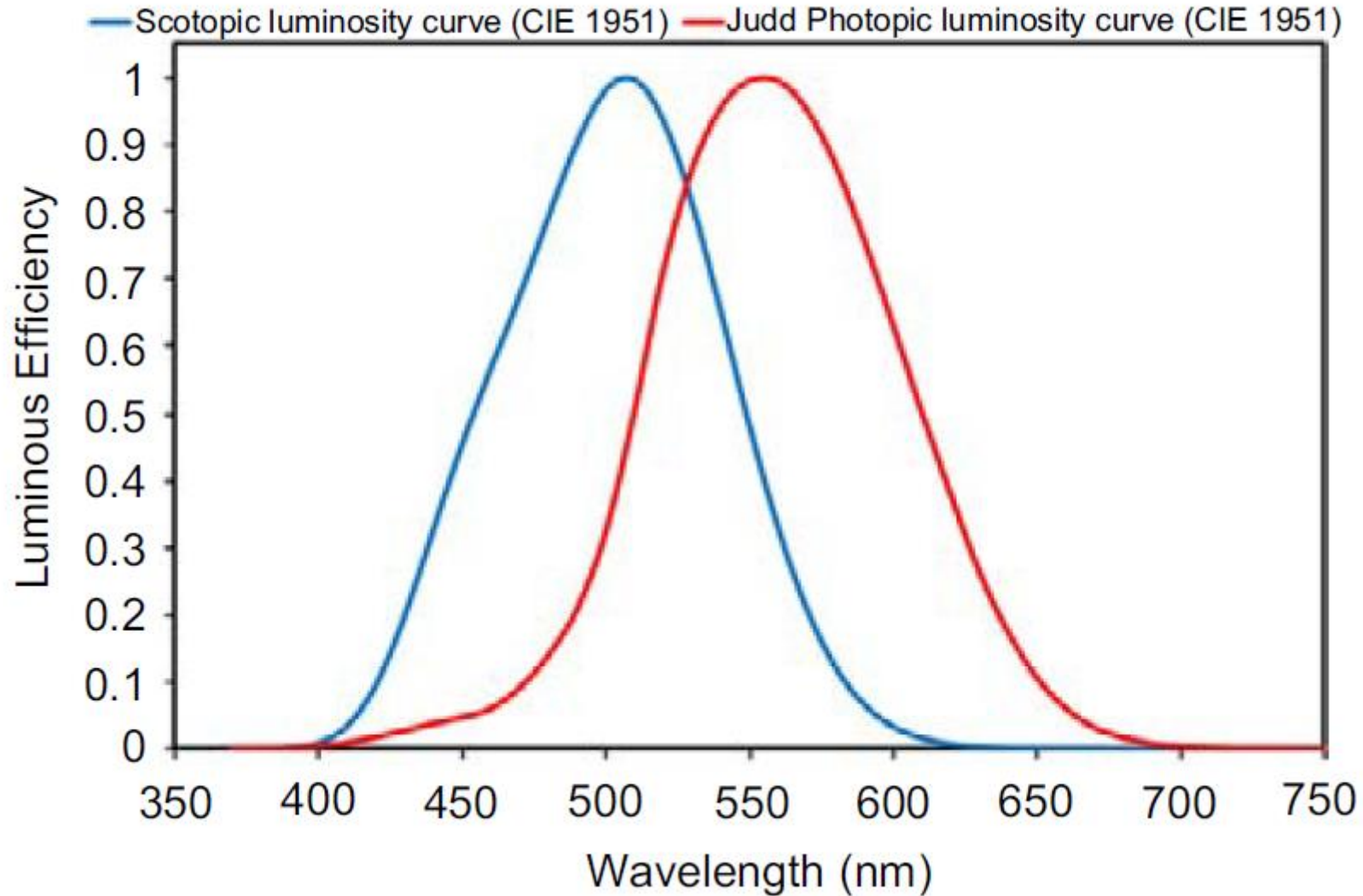
- Πλήθος : 6×10^6
- Εντοπισμένη κατανομή
- Ελάχιστη Ένταση Ερεθισμού : 3 Cd/m^2
- Συνδέονται μεμονωμένα με οπτικό νεύρο



Χαρακτηριστικά Ανθρώπινης όρασης (1/2)

- **Προσαρμογή σε έντονο ή χαμηλό φωτισμό** : εύρος επιπέδων φωτισμού $10^{-6} - 10^{+6}$ cd/m²:
 - Σκοτοπική (ραβδία): $10^{-6} - 10^{-2}$ cd/m²
 - Μεσοπική (ραβδία+κωνία): $10^{-2} - 3$ cd/m²
 - Φωτοπική (κωνία): > 3 cd/m²
- **Purkinje effect**: Αντιστροφή της σχετικής λαμπρότητας δύο ξεχωριστών χρωματικών ερεθισμάτων αν αλλάξουν τα επίπεδα φωτισμού.
Π.χ. Κίτρινα πέταλλα και πράσινα φύλλα λουλουδιού στο φωσχέση λαμπρότητας σε φως ημέρας και σε χαμηλό βραδινό φωτισμό.

Φωτεινή Απόδοση ανθρώπινου οφθαλμού



Ραβδία (rods) – Κωνία (cones)

Ραβδία

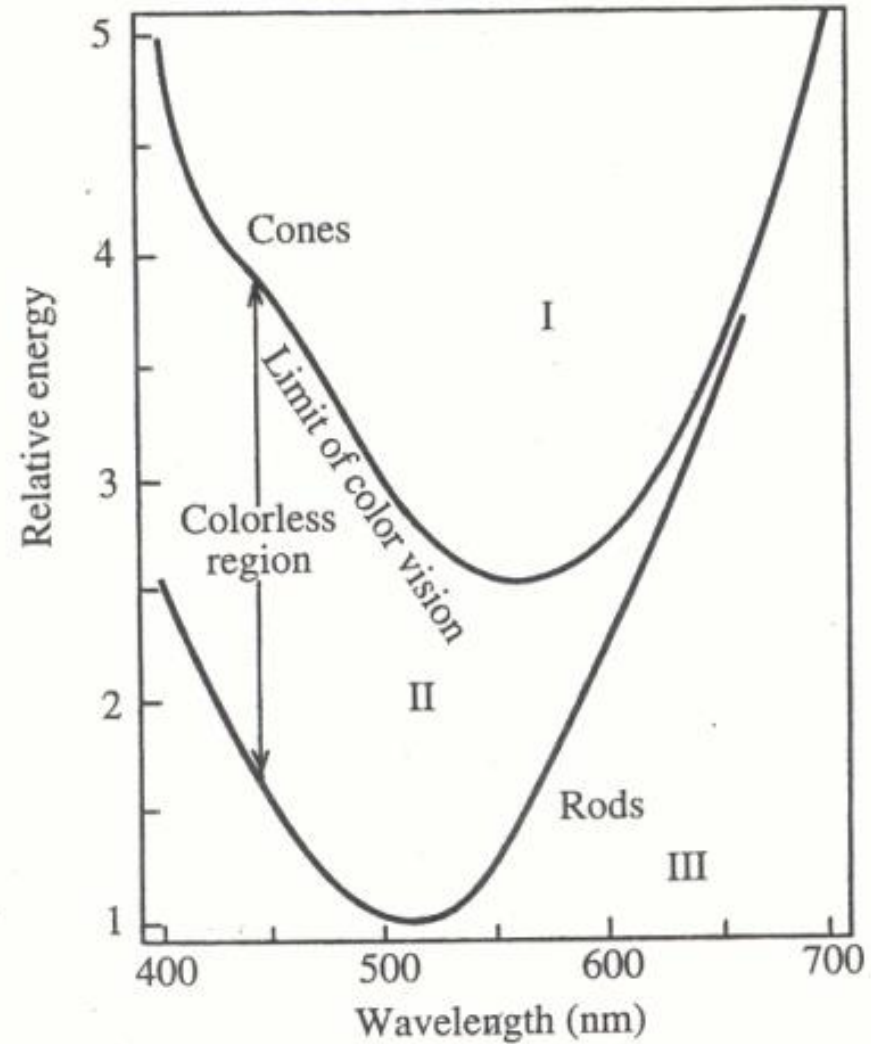
- Πλήθος : 120 εκατομμύρια
- Κυρίως στη περιφέρεια
- Σύνδεση : πολλά ραβδία σε ένα γάγγλιο.
- Μέγιστη ευαισθησία στα 510nm.
- Όχι διάκριση χρωμάτων

Κωνία

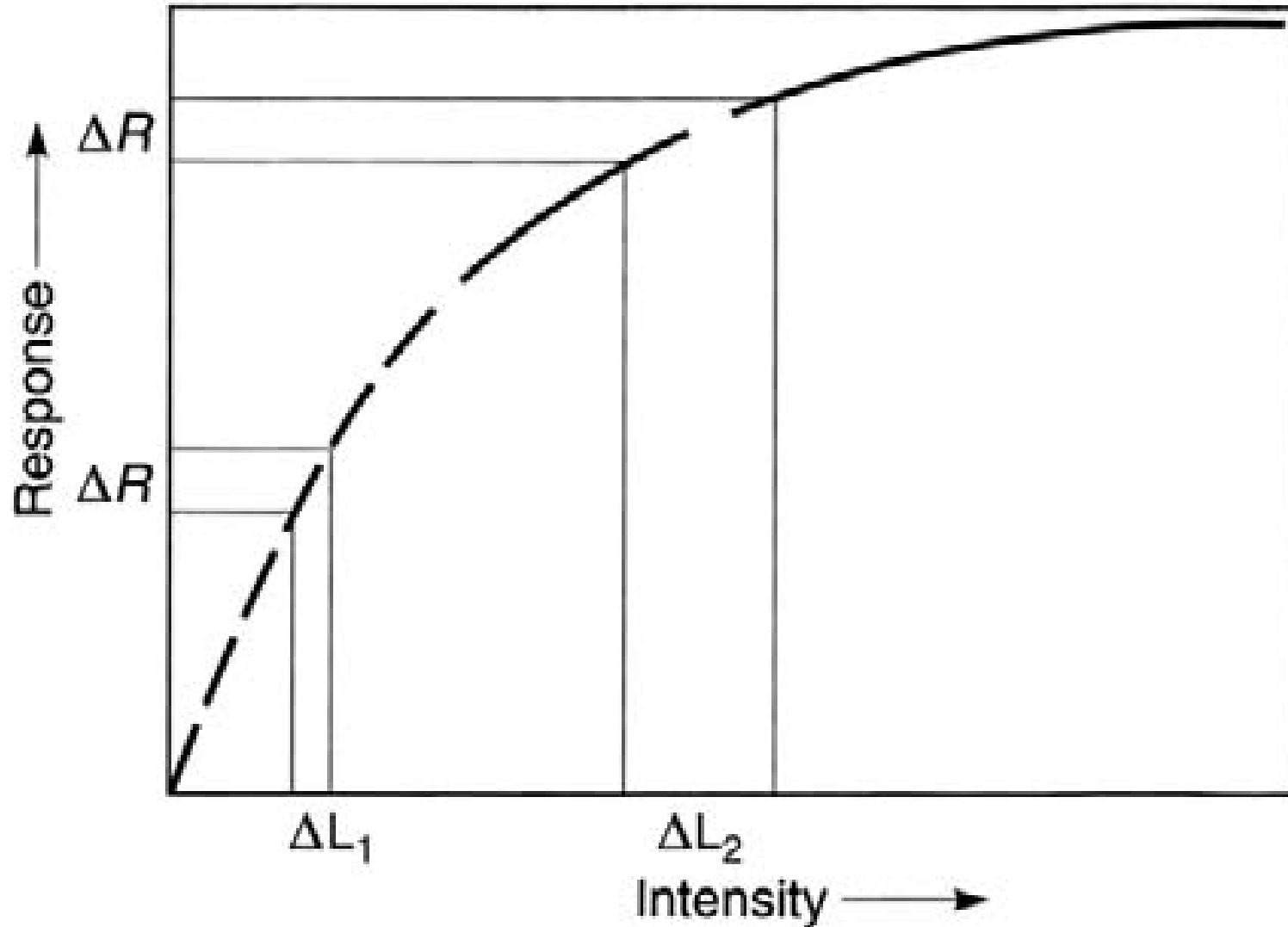
- Πλήθος : 5 εκατομμύρια
- Κυρίως στο κεντρικό βοθρίο
- Σύνδεση : Ένα κωνίο σε κάθε γαγγλιακό κύτταρο.
- Μέγιστη (μέση) ευαισθησία στα 560nm.
- Διάκριση χρωμάτων
 - Μπλε (S) : 10 %
 - Πράσινο (M) : 30%
 - Κόκκινο (L) : 60%

Περιοχές Όρασης

- I. Έγχρωμη όραση
- II. Ασπρόμαυρη όραση (απουσία χρώματος)
- III. Απουσία όρασης



ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ ΣΕ ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ Φ



Νόμος Weber-Fechner

$$\frac{\Delta L_1}{L_1} = \frac{\Delta L_2}{L_2} \rightarrow \Delta R_1 = \Delta R_2 = \Delta R$$

ΦΩΤΟΕΡΕΘΙΣΜΑ

$$H = \frac{\Phi}{n}$$

Πλήθος κωνίων που δημιουργούν το είδωλο

- Εκτεταμένη φωτεινή πηγή:

$$H = \left(\frac{S_{\text{κόρη}} \cdot S_{\text{κωνιου}}}{f^2} \right) \cdot \Lambda$$

Ανεξάρτητο από:
απόσταση & προσανατολισμο
παρατηρουμενης επιφανειας

Λαμπρότητα
παρατηρουμενης επιφανειας

- Σημειακή φωτεινή πηγή:

$$H = S_{\text{κόρη}} \cdot \frac{I}{r^2}$$

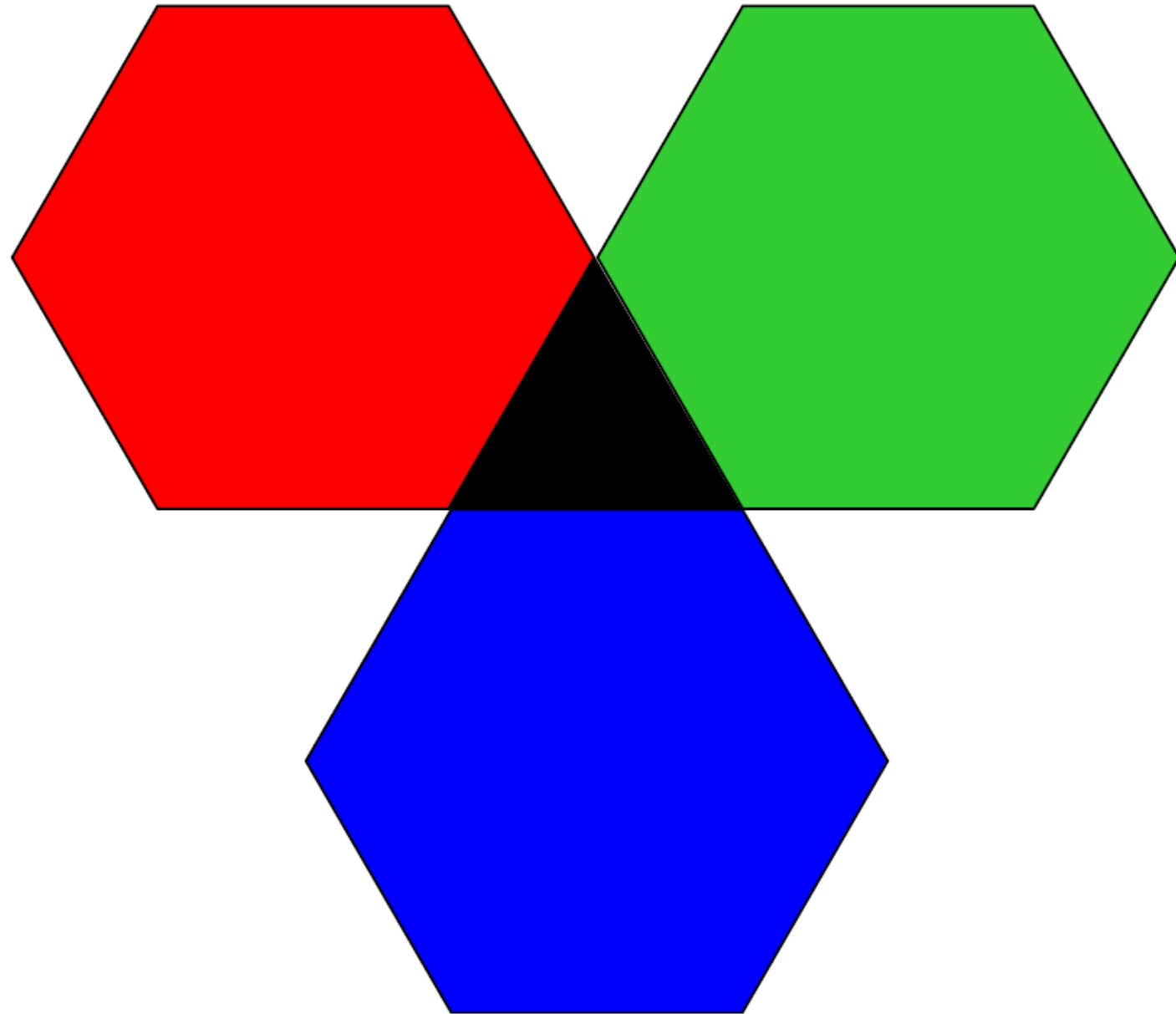
Χαρακτηριστικά Ανθρώπινης όρασης (1/2)

- **Προσαρμογή σε έντονο ή χαμηλό φωτισμό** : εύρος επιπέδων φωτισμού $10^{-6} - 10^{+6}$ cd/m²:
 - Σκοτοπική (ραβδία): $10^{-6} - 10^{-2}$ cd/m²
 - Μεσοπική (ραβδία+κωνία): $10^{-2} - 3$ cd/m²
 - Φωτοπική (κωνία): > 3 cd/m²
- **Purkinje effect**: Αντιστροφή της σχετικής λαμπρότητας δύο ξεχωριστών χρωματικών ερεθισμάτων αν αλλάξουν τα επίπεδα φωτισμού.
Π.χ. Κίτρινα πέταλλα και πράσινα φύλλα λουλουδιού στο φωσχέση λαμπρότητας σε φως ημέρας και σε χαμηλό βραδινό φωτισμό.

Χαρακτηριστικά Ανθρώπινης όρασης (2/2)

- **Χρωματική προσαρμογή:** η χρωματική αντίληψη δε μεταβάλλεται αν μεταβληθούν οι συνθήκες φωτισμού.
μνήμη χρώματος – παράβλεψη φωτιστικής πηγής
- **Μεταμερισμός:** Δύο Φ.Π. ίδιου φαινομένου χρώματος αλλά με διαφορετική φασματική κατανομή (SPD).
- **Μετα - εικόνες:** «Βλέπουμε» χρώματα συμπληρωματικά του αρχικού ερεθίσματος: οφείλεται σε μειωμένη ευαισθησία λόγω κόπωσης μετά από υπερβολική έκθεση σε σταθερό ερέθισμα.

After-images

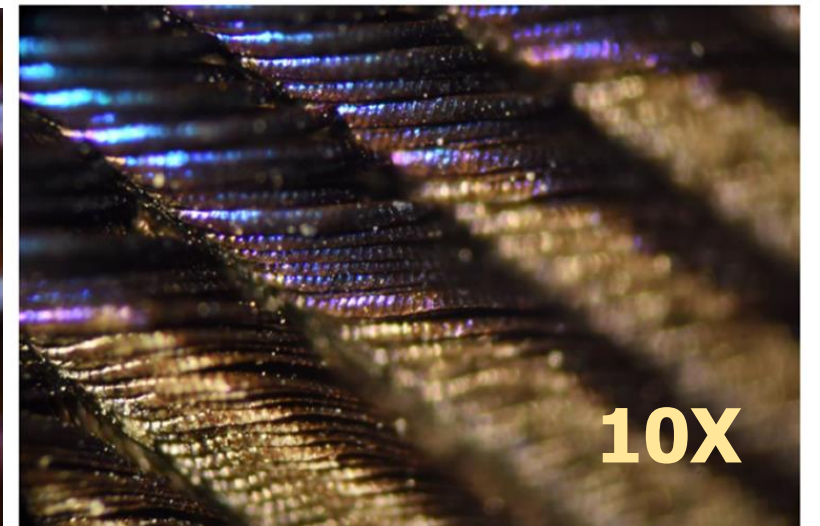
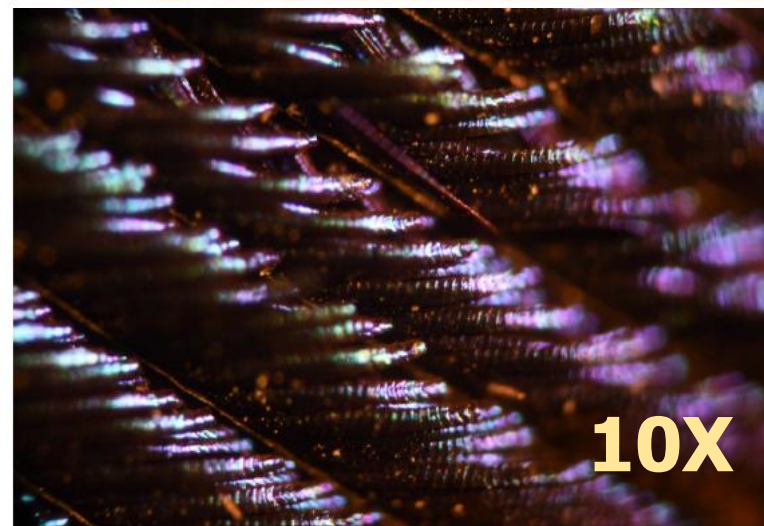
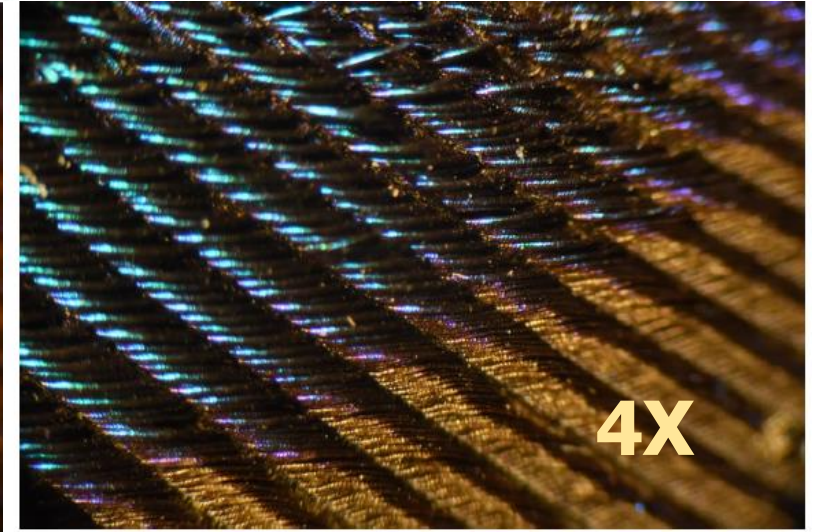
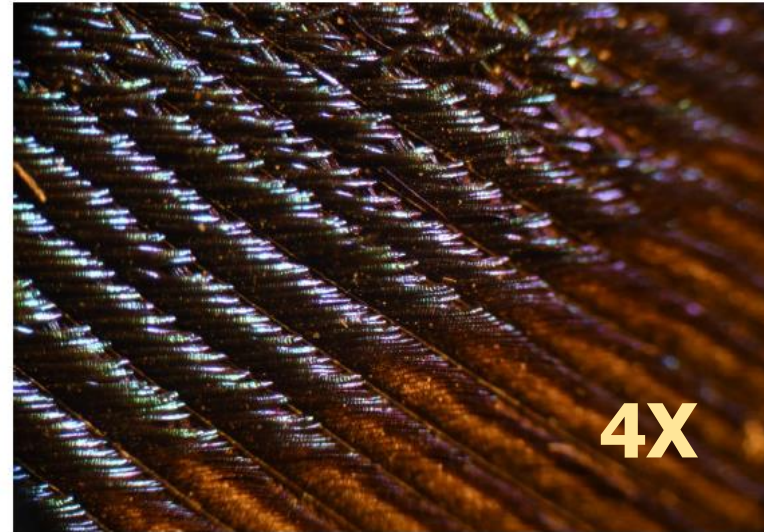


Όλα τα χρώματα του υπολογιστή
 $256 \times 256 \times 256 = 16.8$ εκατ. χρώματα



ΦΤΕΡΟ ΠΑΓΩΝΙΟΥ : ΚΑΦΕ ΒΑΦΗ - ΧΡΩΜΑΤΑ ΛΟΓΩ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ

ΦΩΤΟΜΙΚΡΟΓΡΑΦΙΕΣ ΦΤΕΡΟΥ



ΜΗ- ΙΡΙΔΙΖΟΝΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

ΔΙΑΧΥΣΗ ΣΕ ΤΥΧΑΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΟΥΣ
ΝΑΝΟΔΙΑΥΛΟΥΣ



By I, Luc Viatour, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7427034>

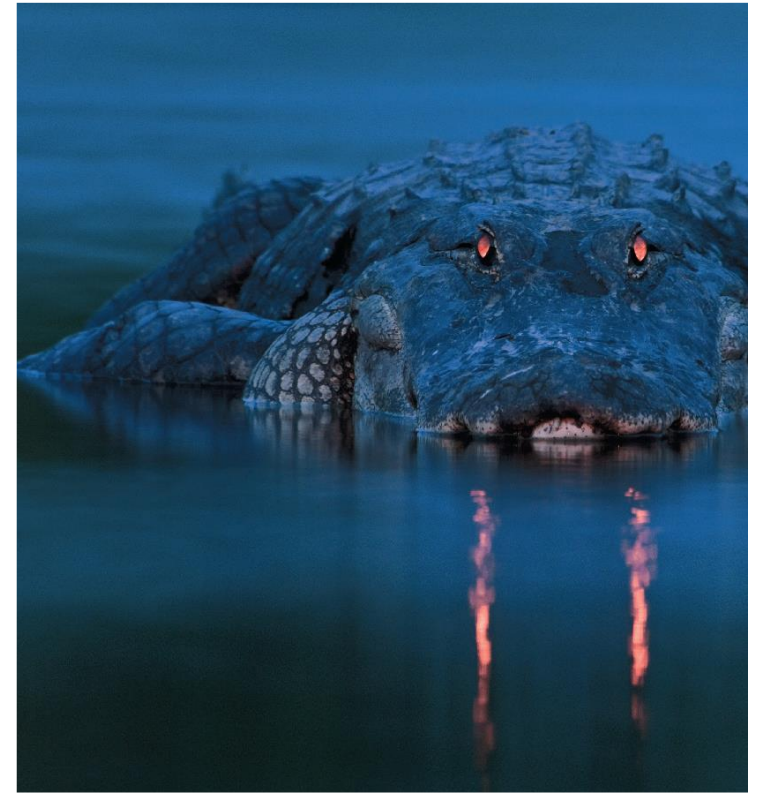
BLUEBIRDS (φωτογραφίες από Wikipedia)



“Tiny air pockets and other structures in the feathers scatter incoming light. Short-wavelength light is scattered strongly; other colors are absorbed.”

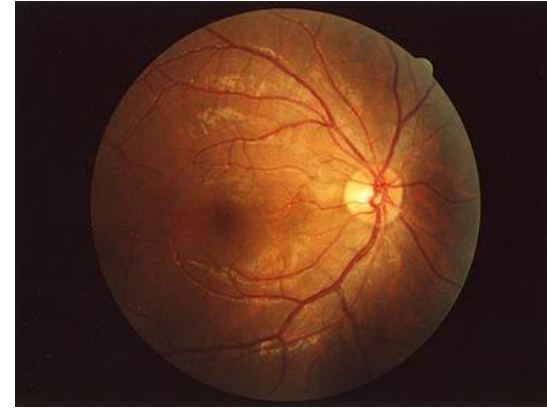
College Physics 4e, R. Knight, B. Jones, S. Field, Pearson ed. ; ISBN 10: 0-134-60903-4

TAPETUM LUCIDUM – ΤΟ ΜΑΤΙ ΤΗΣ ΓΑΤΑΣ

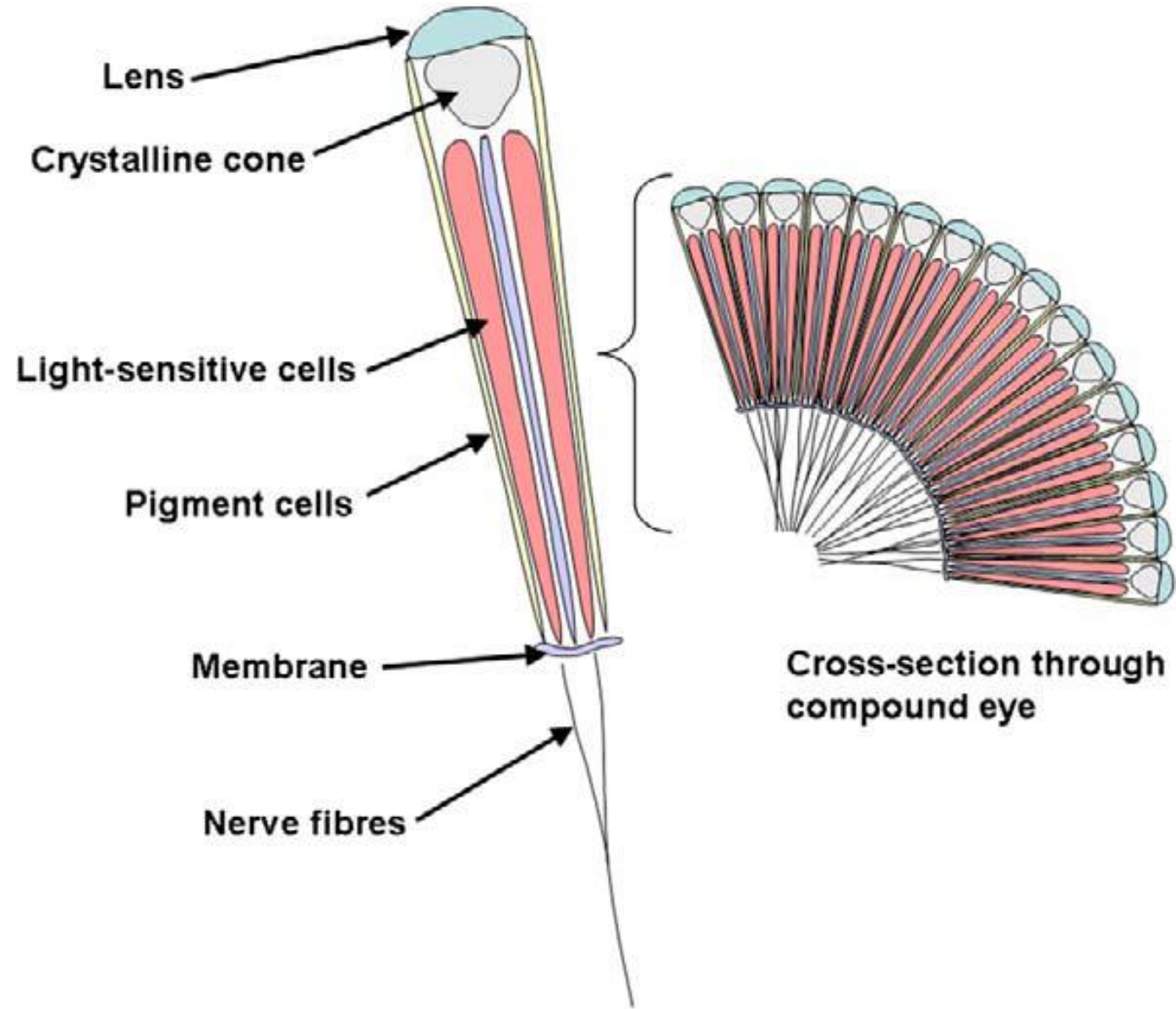


ΚΟΚΚΙΝΑ ΜΑΤΙΑ - FLASH

Βυθός οφθαλμού



Ο ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΣ ΤΩΝ ENTOMΩΝ: «ΟΜΜΑΤΙΔΙΑ»



Ευχαριστώ πολύ
για
την προσοχή σας