

# Στοιχεία ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας

Το ανθρώπινο μάτι  
Ραβδία – κωνία  
Αντίληψη χρωμάτων  
Χρωματικά διαγράμματα  
Ψηφιοποίηση εικόνας  
Επεξεργασία εικονοστοιχείου  
Αλληλεπίδραση φωτονίων με υλικά  
Ισοστάθμιση χρώματος

# Το ανθρώπινο μάτι

Ραβδία

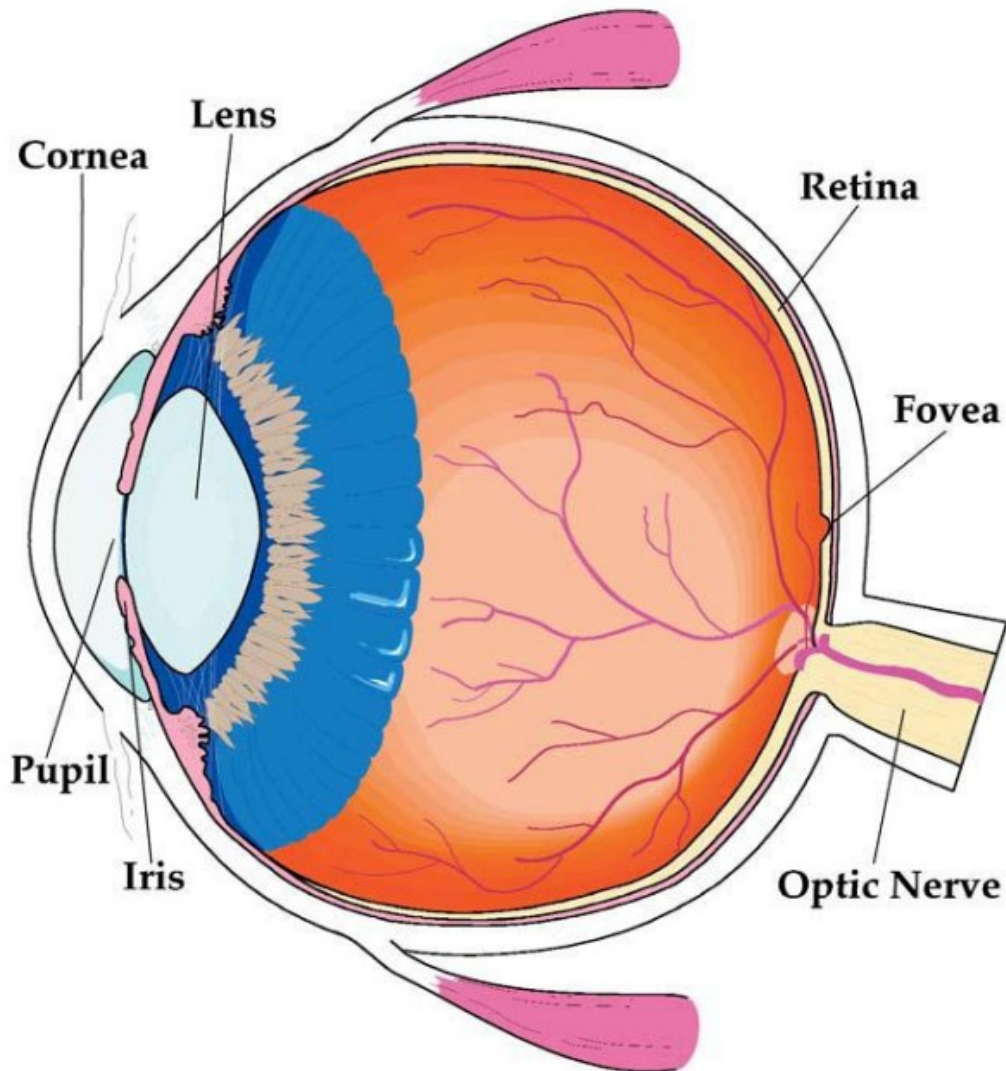
Υψηλή ευαισθησία

Κονία

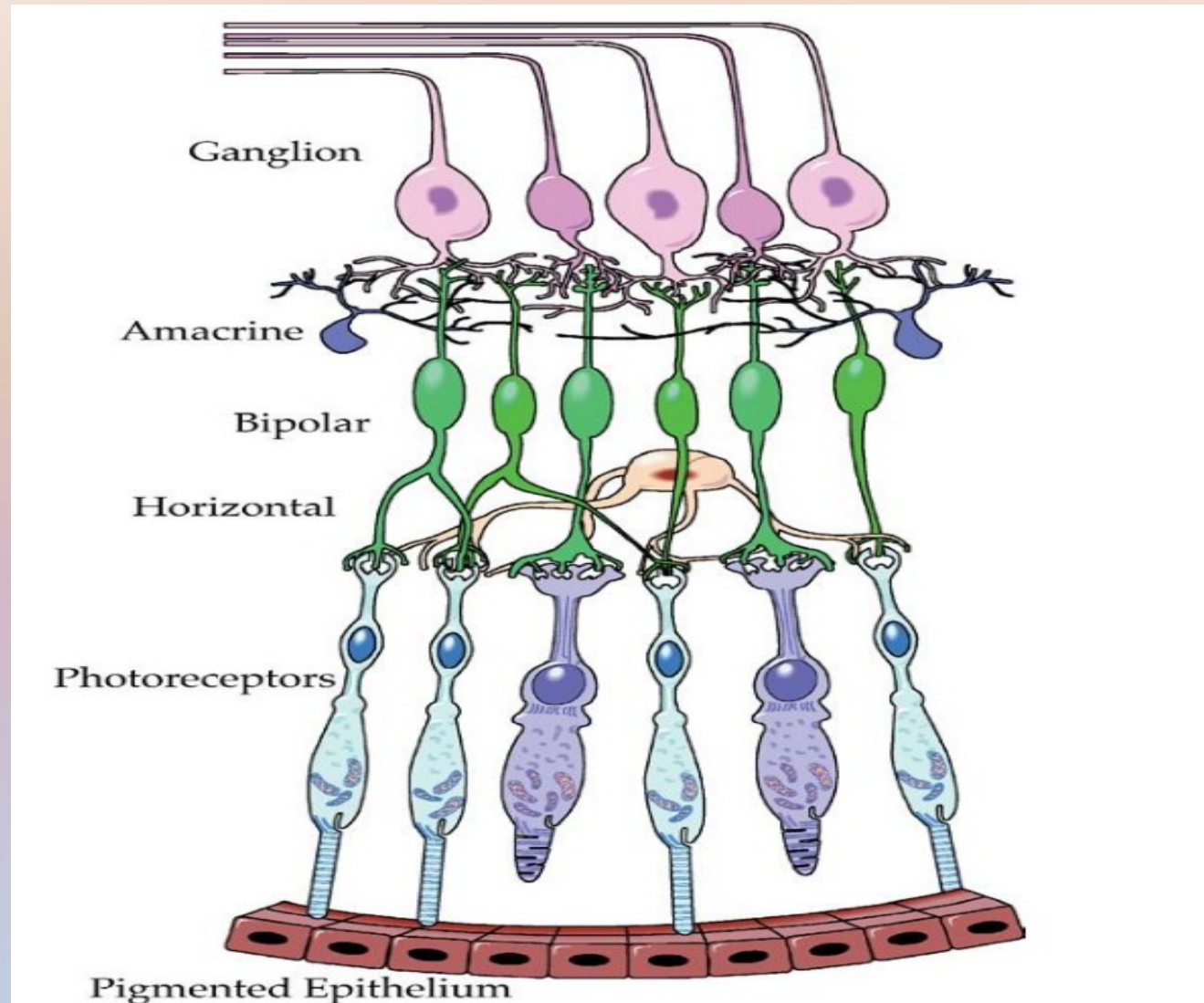
Εγχρωμη όραση

Τρία είδη

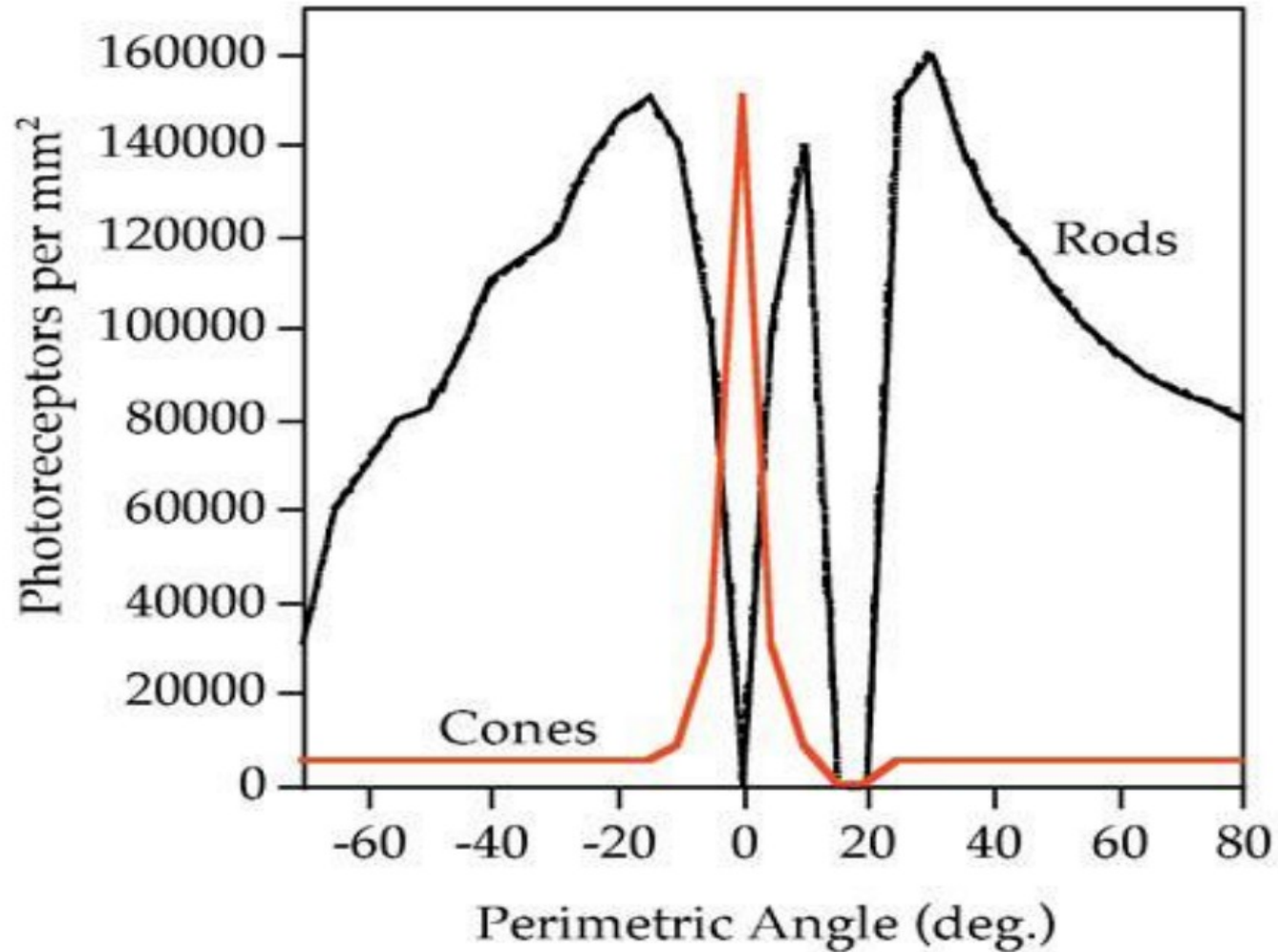
υψηλή, μέση, χαμηλή συχνότητα



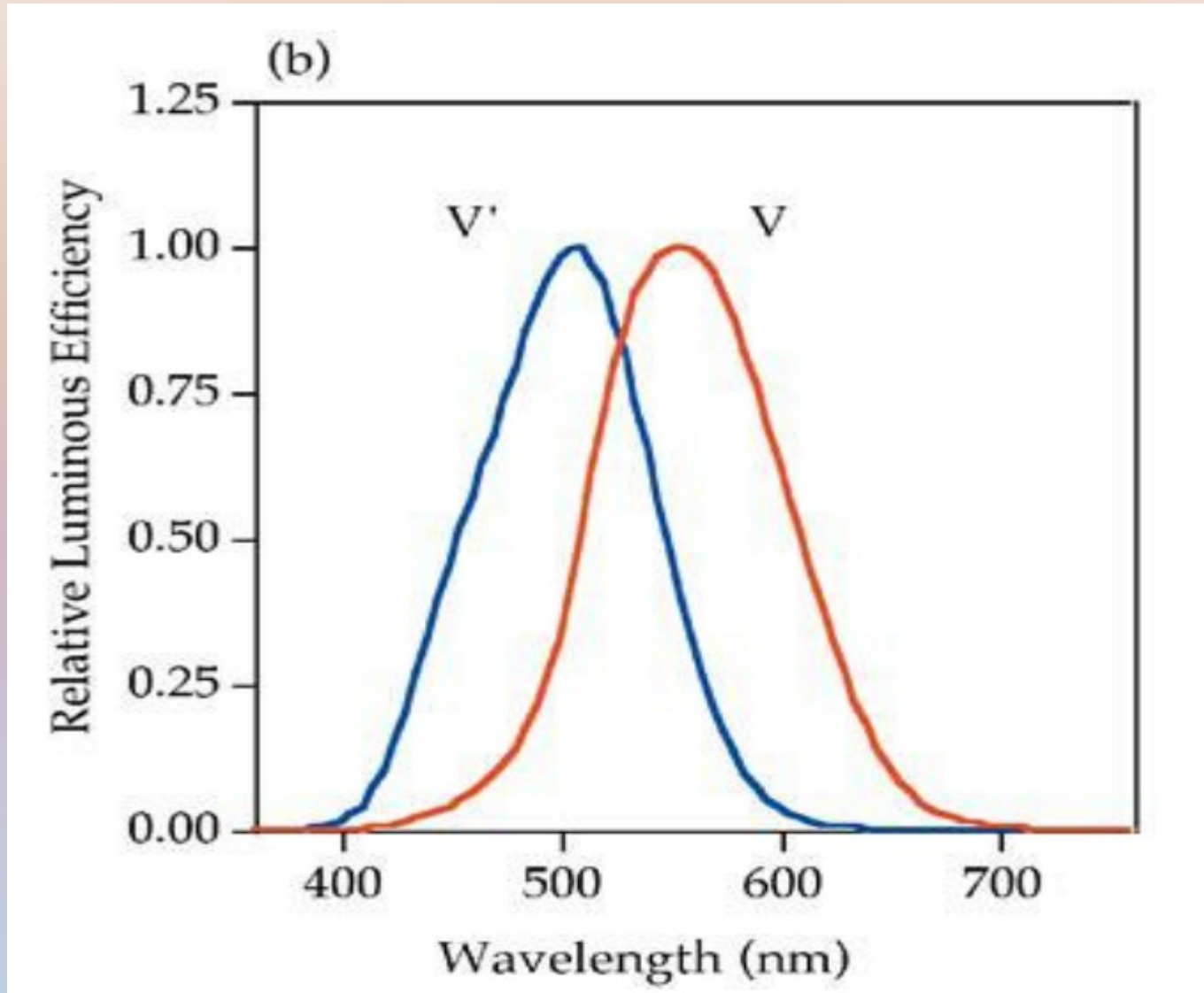
# Διάταξη φωτοευαίσθητων κυττάρων



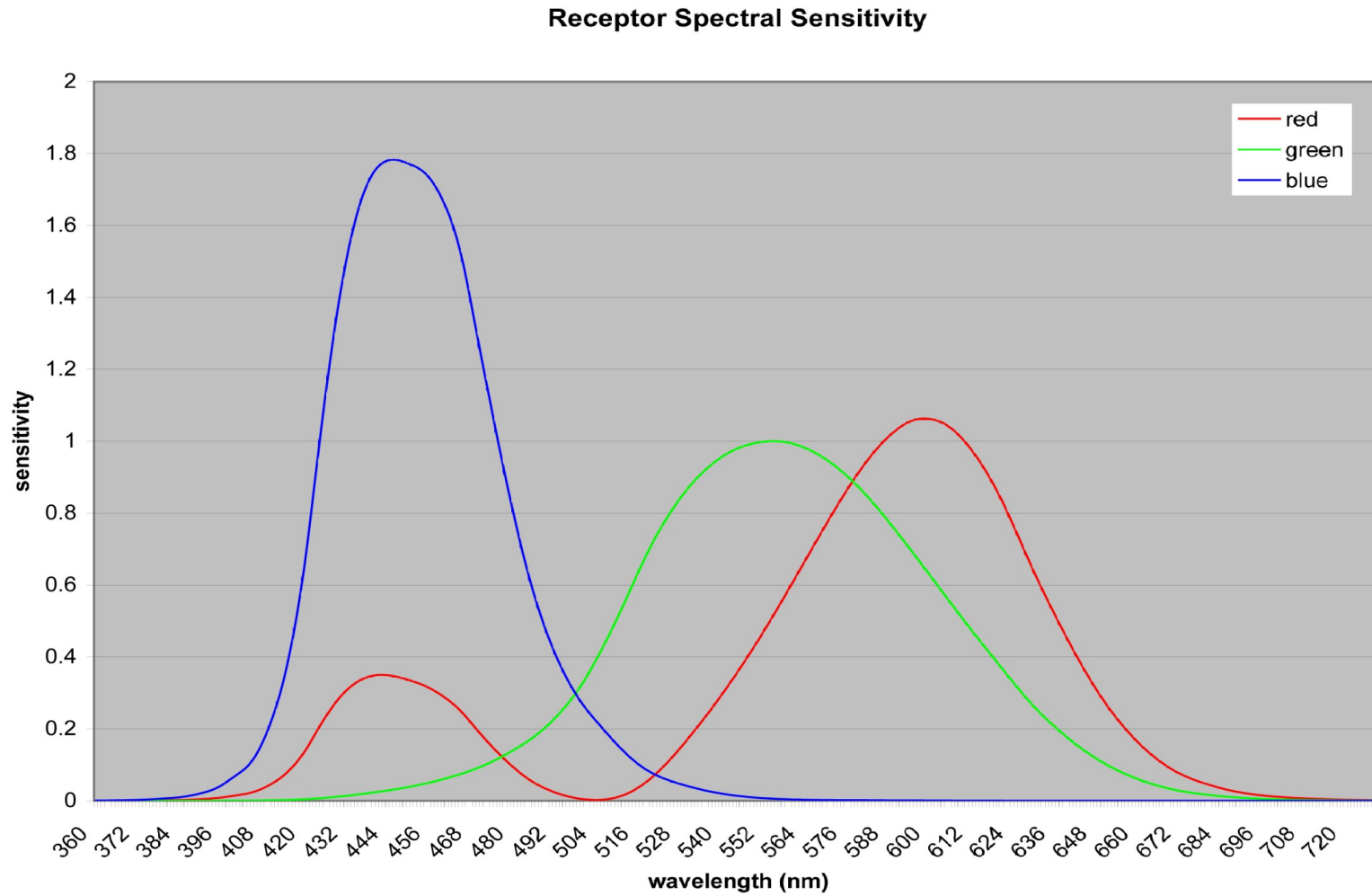
# Πυκνότητα ραβδία-κωνία



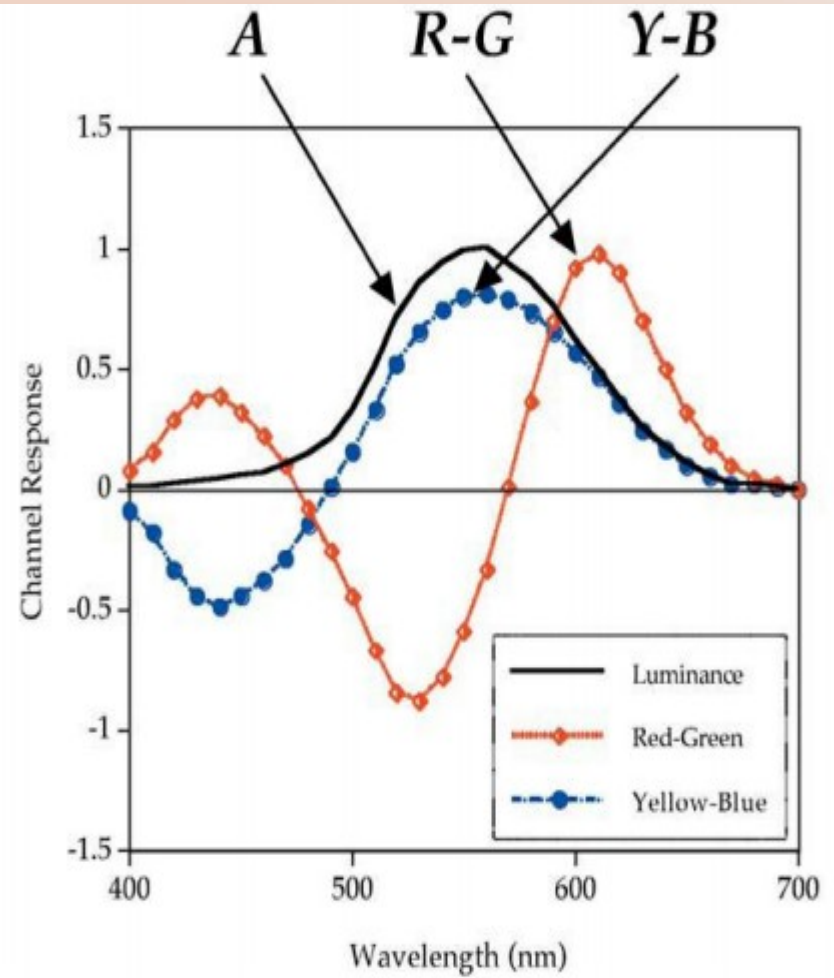
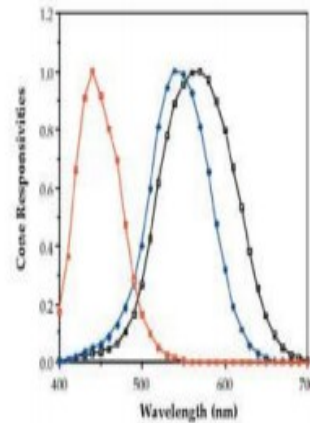
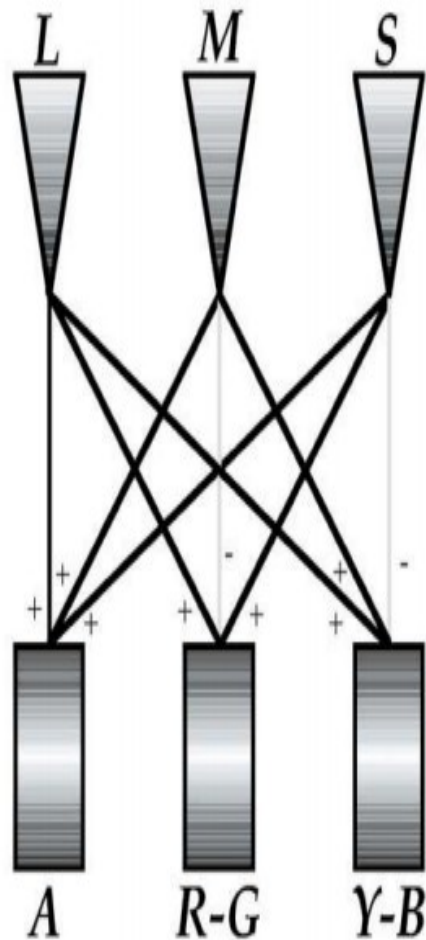
# Φασματική ευαισθησία Κονίων-Ραβδίων



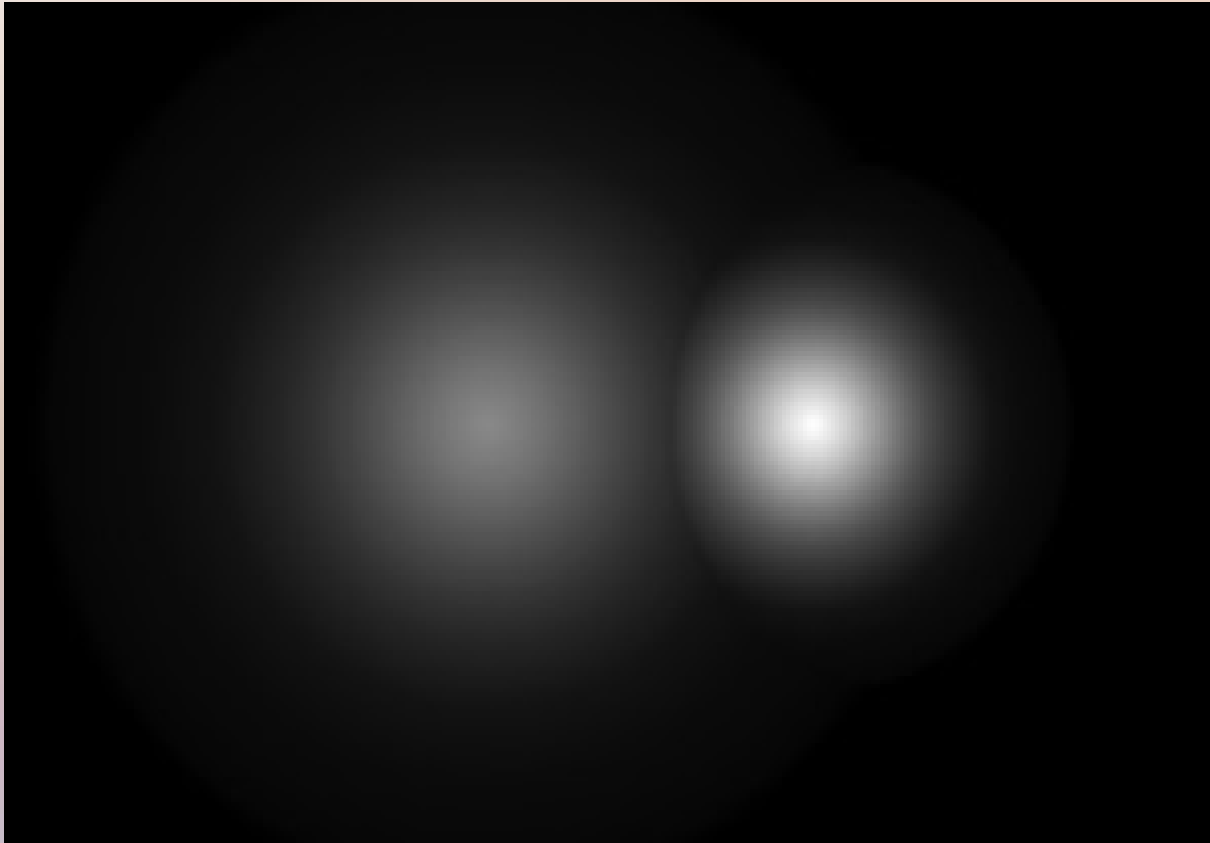
# Φασματική ευαισθησία Ραβδίων



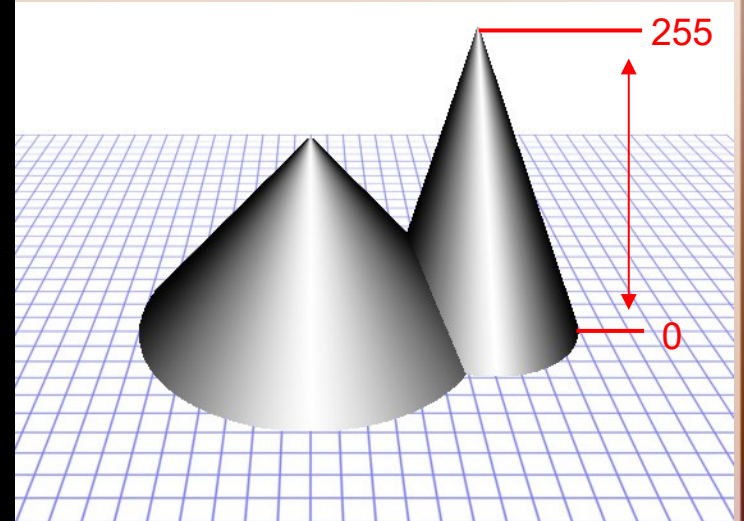
# Αντίληψη χρωμάτων



# Αντίληψη φωτεινότητας

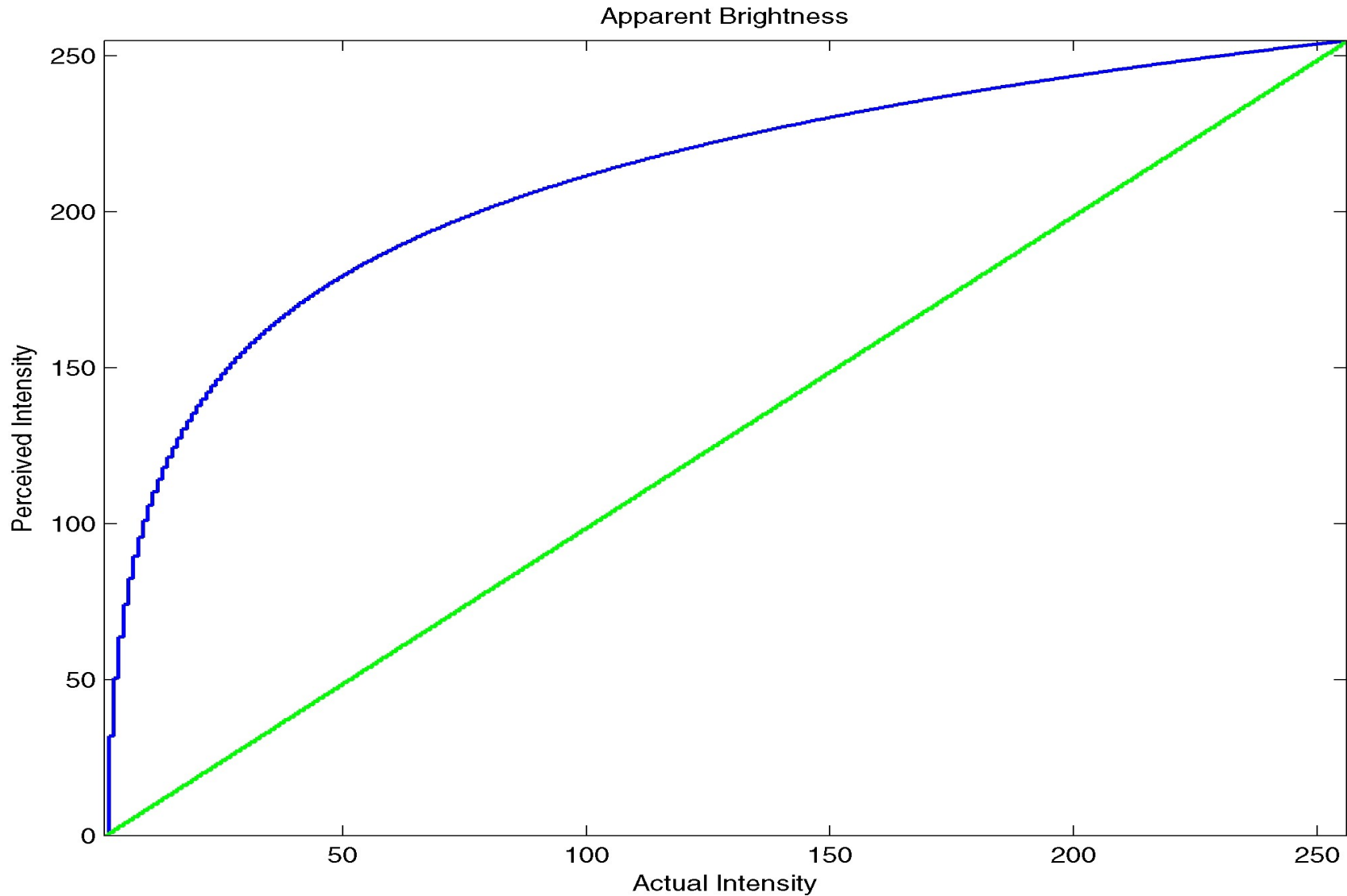


image

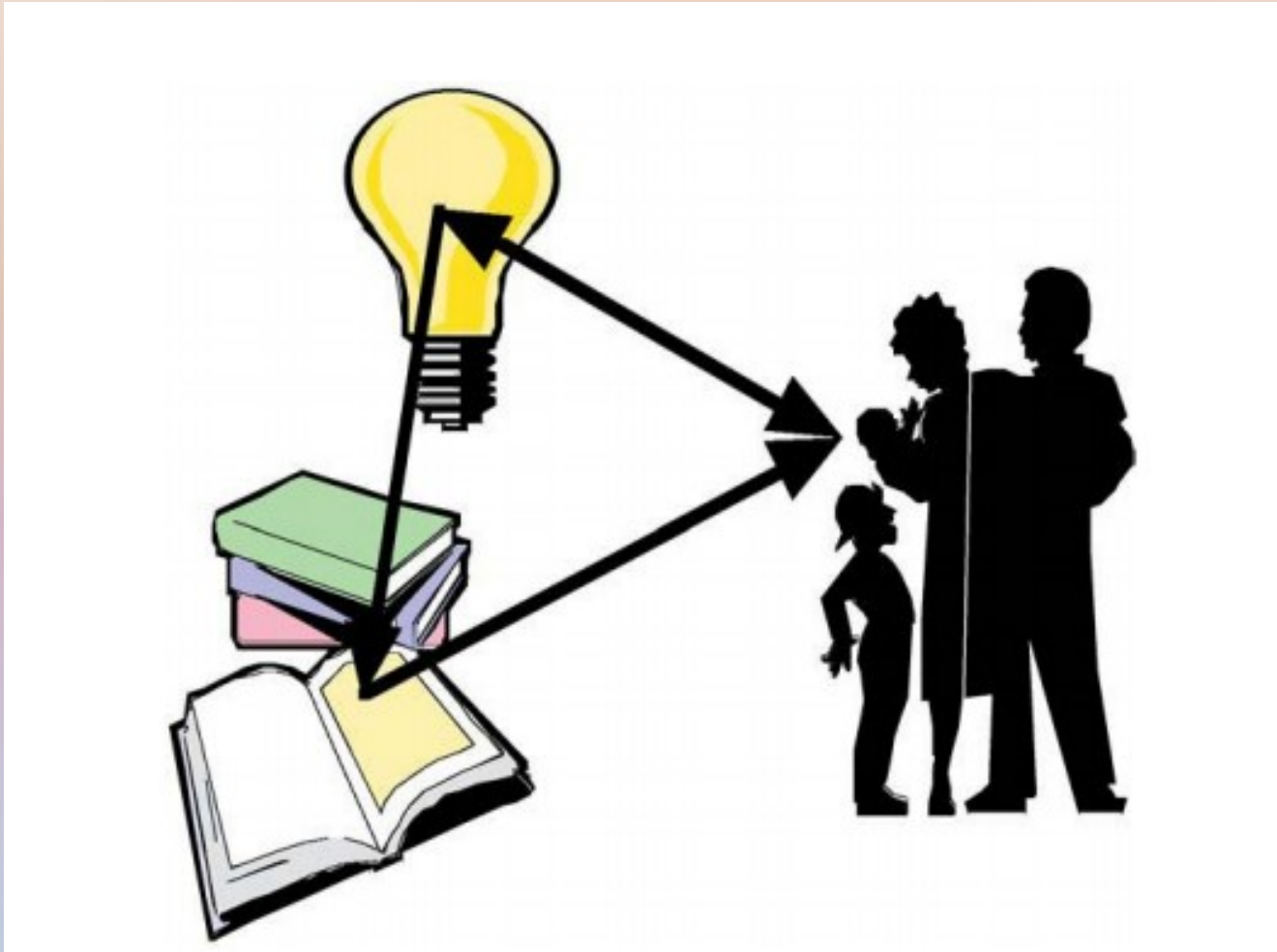




# Αντίληψη φωτεινότητας - ~Λογαριθμική



# Αντίληψη χρωμάτων

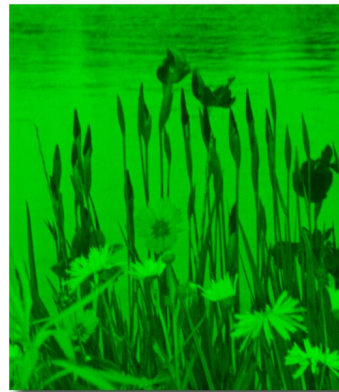
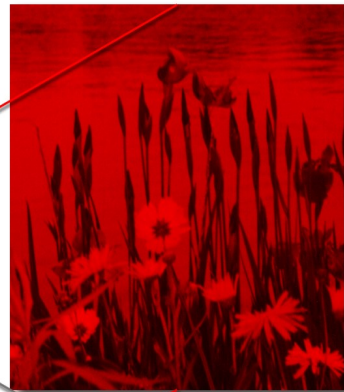


# Αντίληψη χρωμάτων

R

G

B

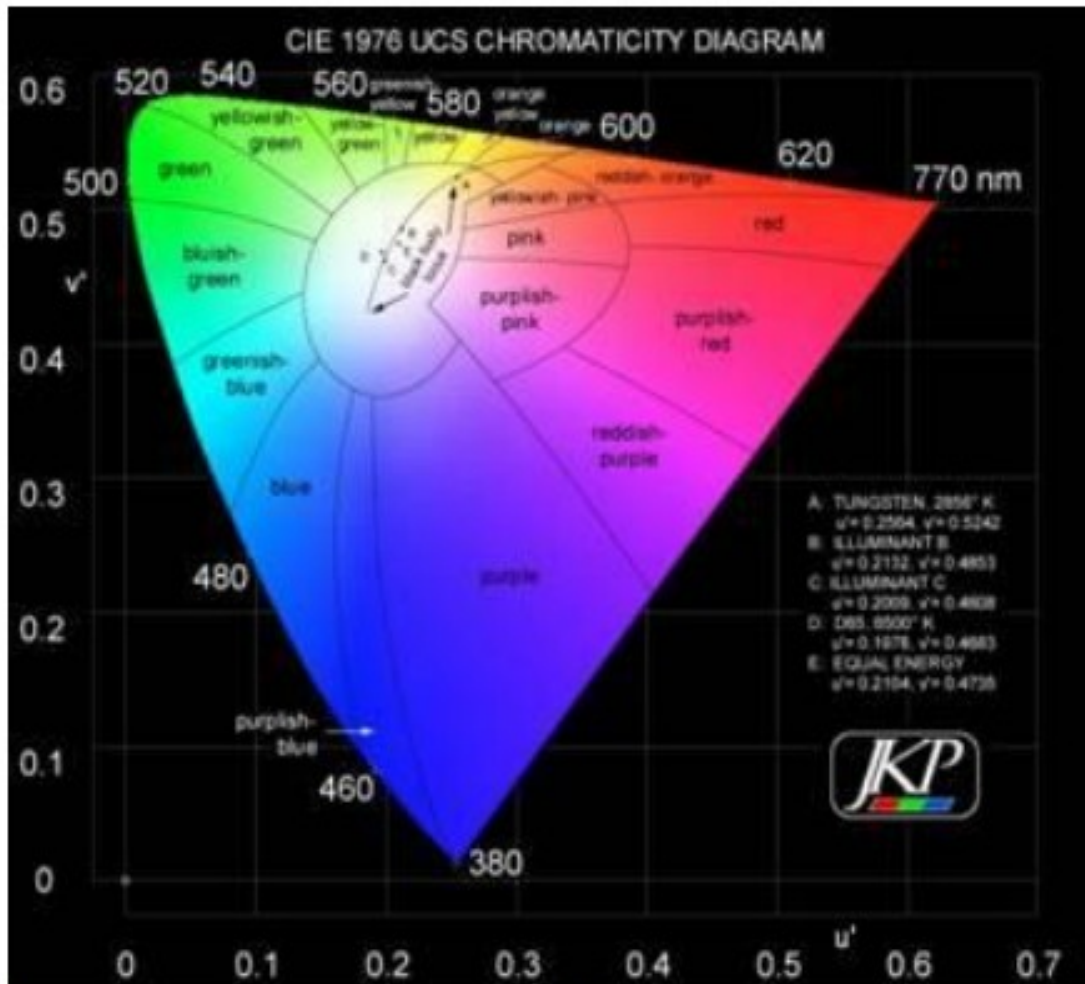


L

a

b

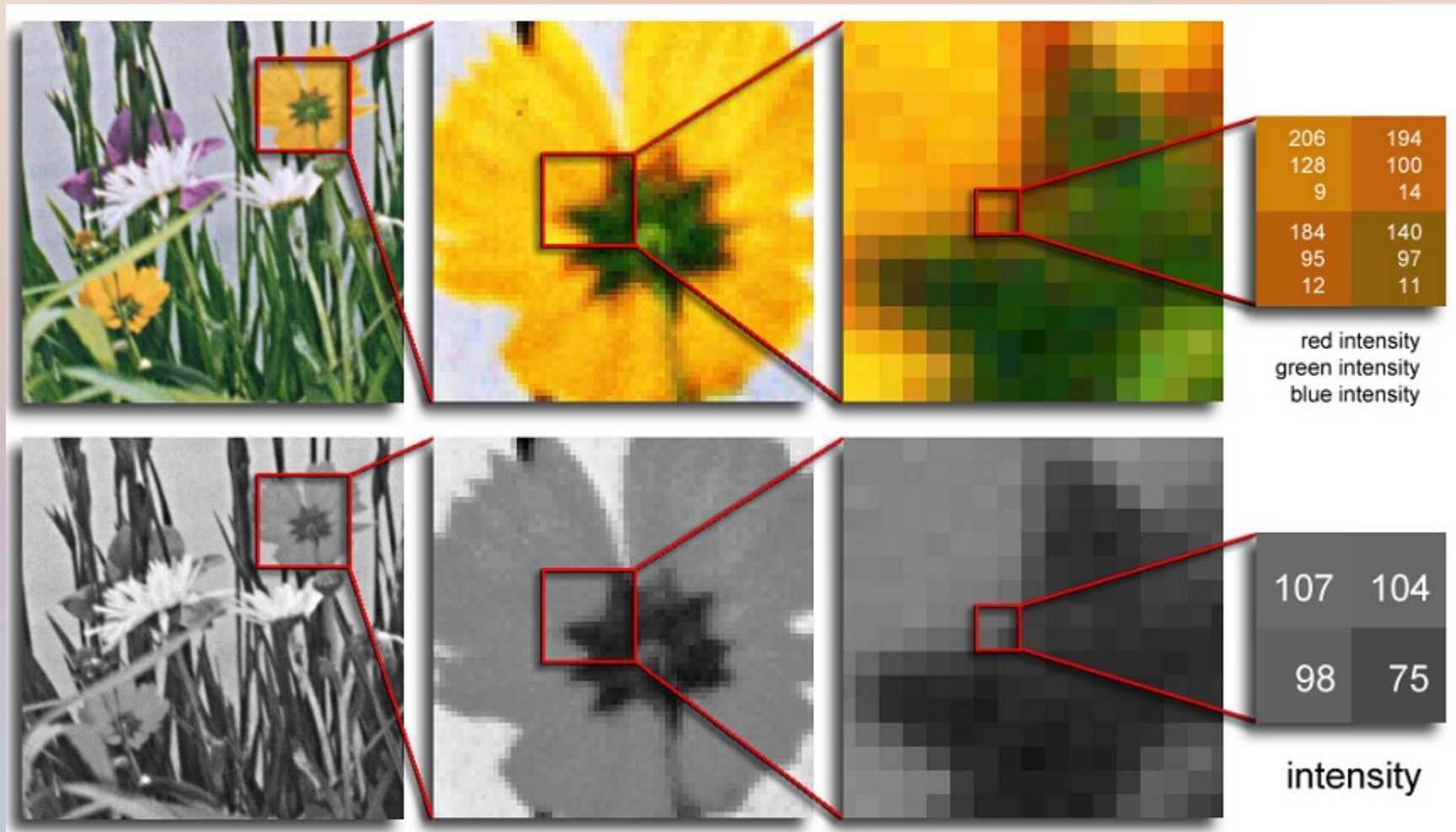
# Διαγράμματα χρωματικότητας (CIE 1976)



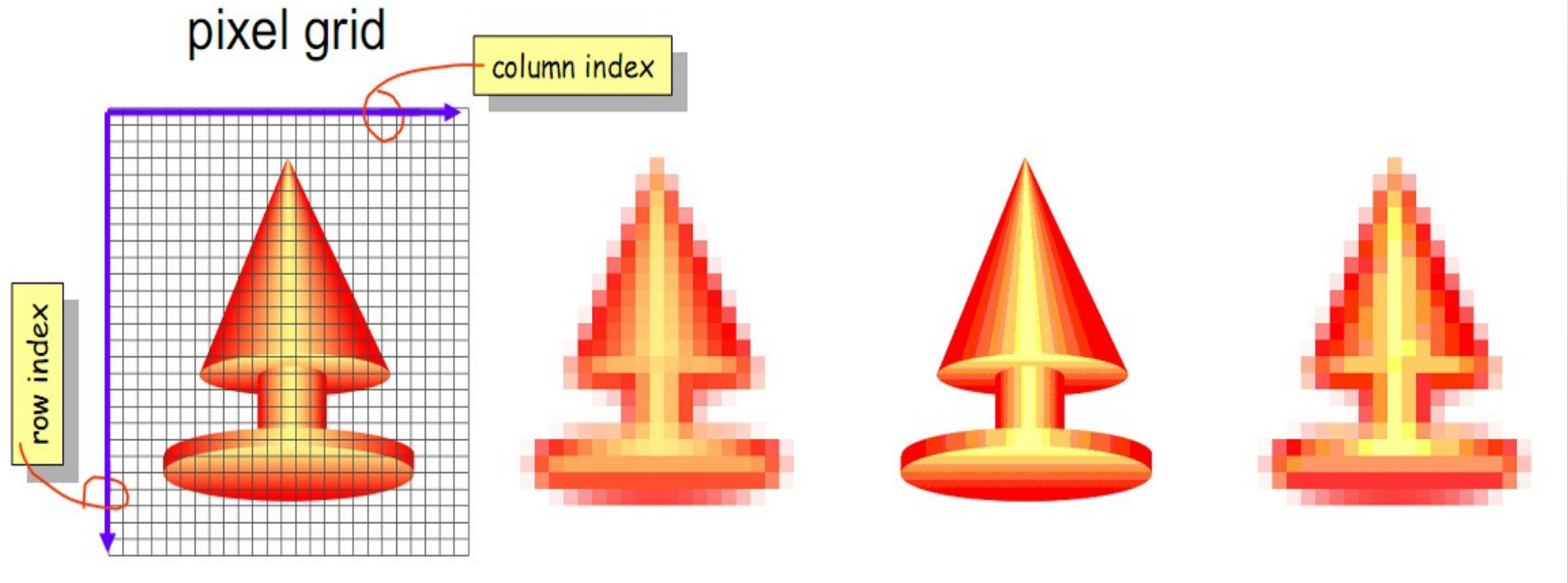
$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z}$$
$$v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}$$

# Ψηφιοποίηση εικόνας - εικονοστοιχεία

- ADC, Θόρυβος κβαντισμού (πλάτος, χώρος)



# Ψηφιοποίηση εικόνας



Αρχική

χωρική ψηφ.

Ψηφ. Πλάτους

τελική

$$B_{c,i} = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} R(\lambda)I(\lambda)F_i(\lambda)H_c(\lambda)d\lambda$$

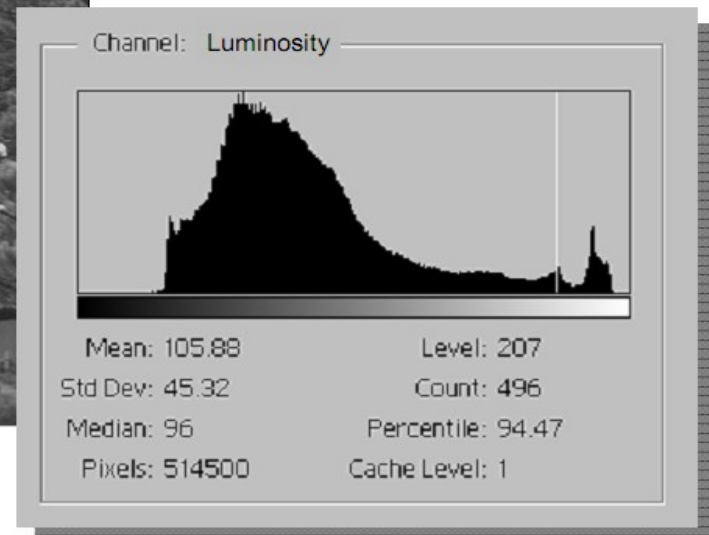
# Επεξεργασία εικονοστοιχείου

- Διόρθωση φωτεινότητας και αντίθεσης
- Διόρθωση  $\gamma$
- Κανονικοποίηση ιστογράμματος
- Ισοστάθμιση ιστογράμματος
- Διόρθωση χρώματος

# Ιστόγραμμα



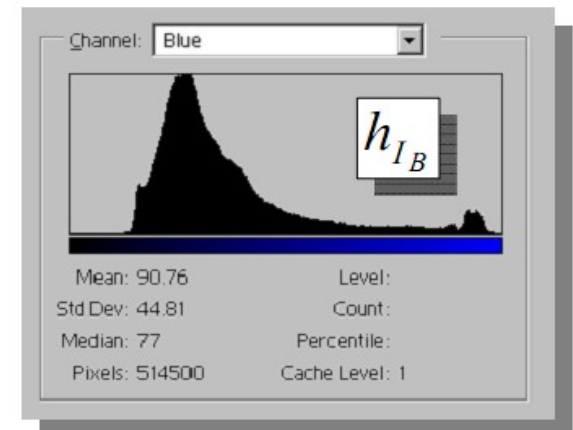
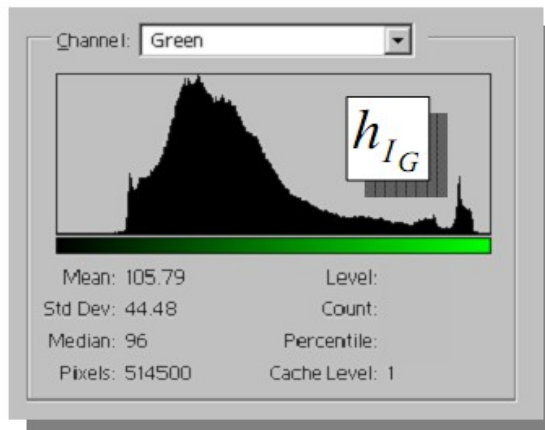
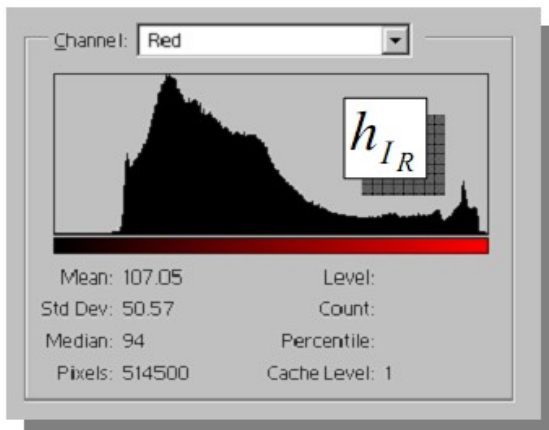
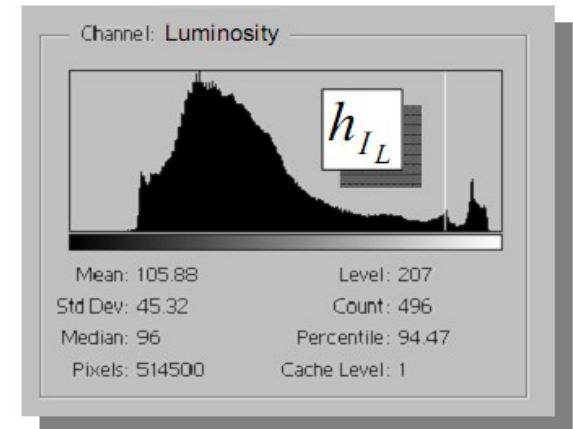
$h_I(g + 1)$  = the number of pixels in  $I$  with graylevel  $g$ .



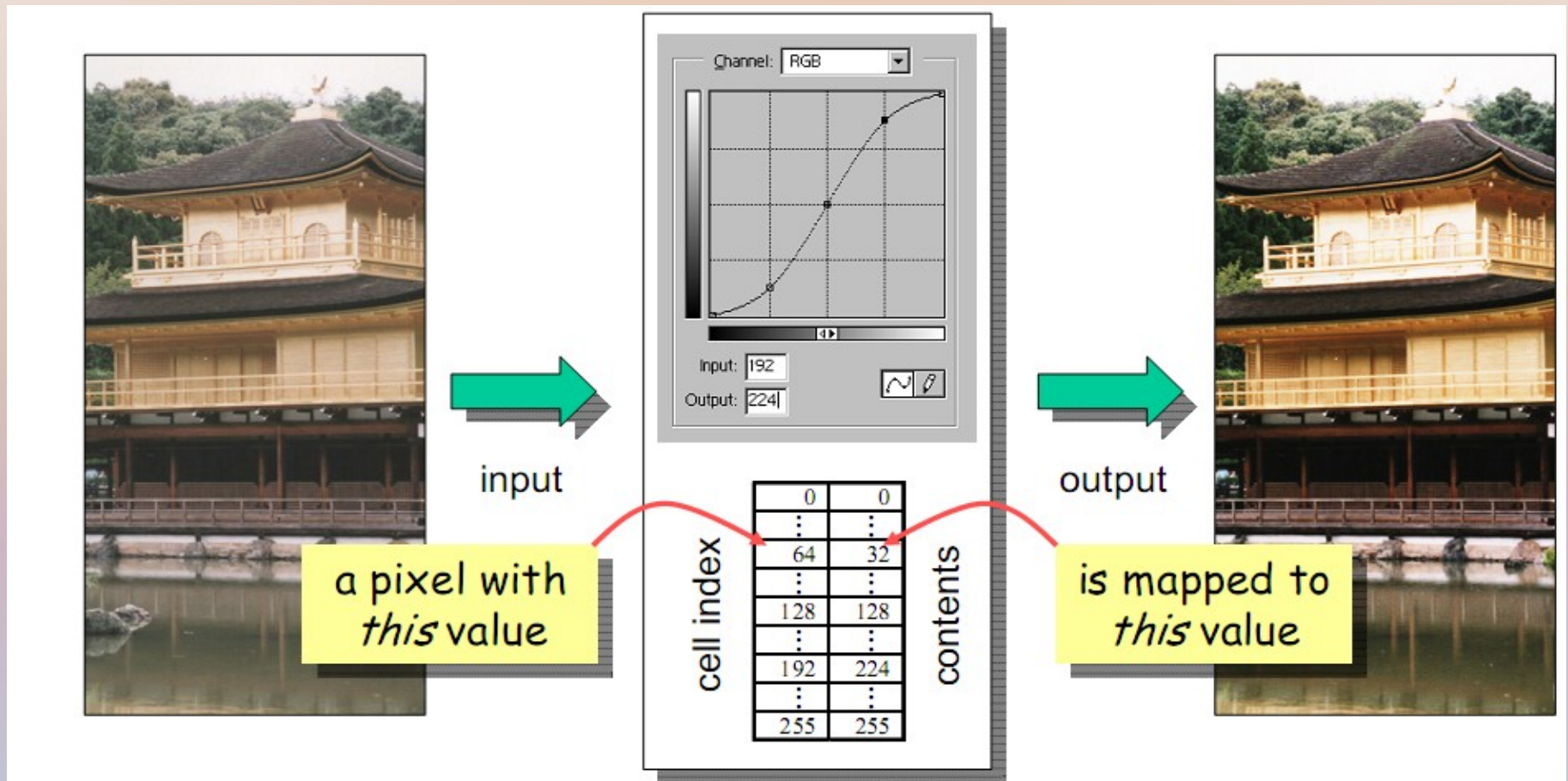


# Ιστόγραμμα

There is one histogram per color band R, G, & B. Luminosity histogram is from 1 band =  $(R+G+B)/3$



# Διόρθωση- $\gamma$

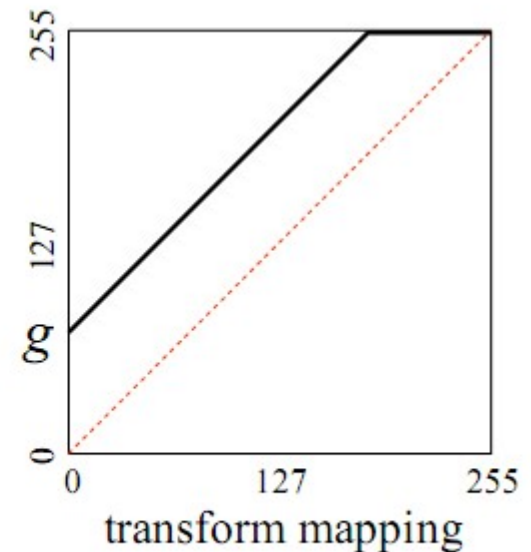
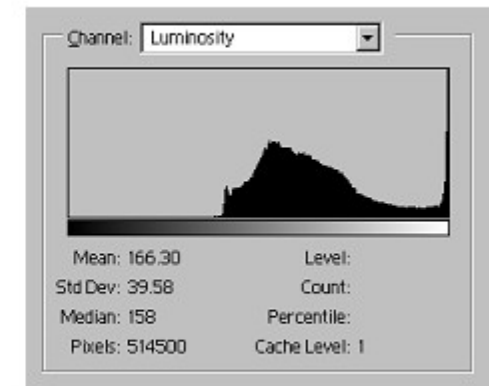


# Αύξηση φωτεινότητας

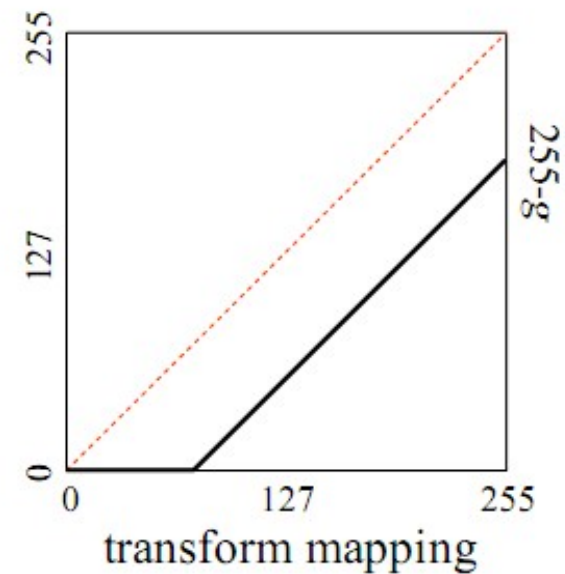
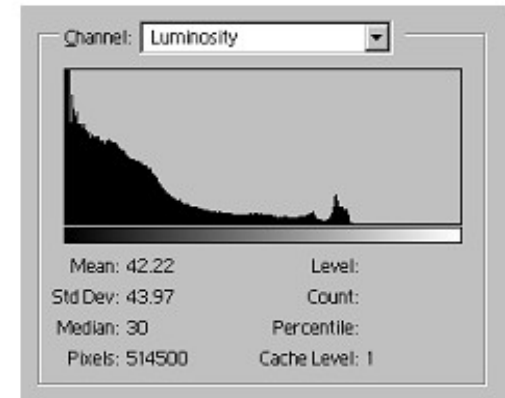


$$J_k(r,c) = \begin{cases} I_k(r,c) + g, & \text{if } I_k(r,c) + g < 256 \\ 255, & \text{if } I_k(r,c) + g > 255 \end{cases}$$

$g \geq 0$  and  $k \in \{1,2,3\}$  is the band index.



# Μείωση φωτεινότητας



$$J_k(r,c) = \begin{cases} 0, & \text{if } I_k(r,c) - g < 0 \\ I_k(r,c) - g, & \text{if } I_k(r,c) \geq 0 \end{cases}$$

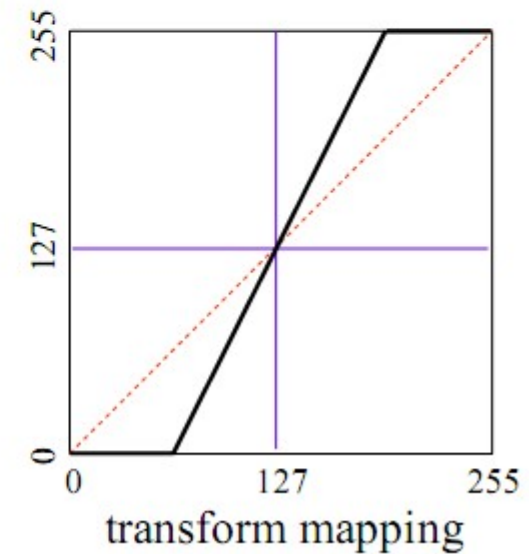
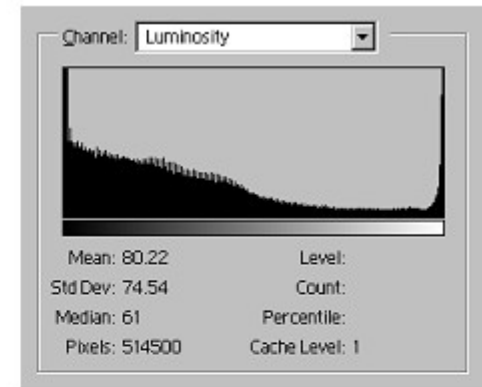
$g \geq 0$  and  $k \in \{1,2,3\}$  is the band index.

# Διόρθωση αντίθεσης



Let  $T_k(r,c) = a[I_k(r,c) - 127] + 127$ , where  $a > 1.0$

$$J_k(r,c) = \begin{cases} 0, & \text{if } T_k(r,c) < 0, \\ T_k(r,c), & \text{if } 0 \leq T_k(r,c) \leq 255, \\ 255, & \text{if } T_k(r,c) > 255. \end{cases} \quad k \in \{1,2,3\}$$

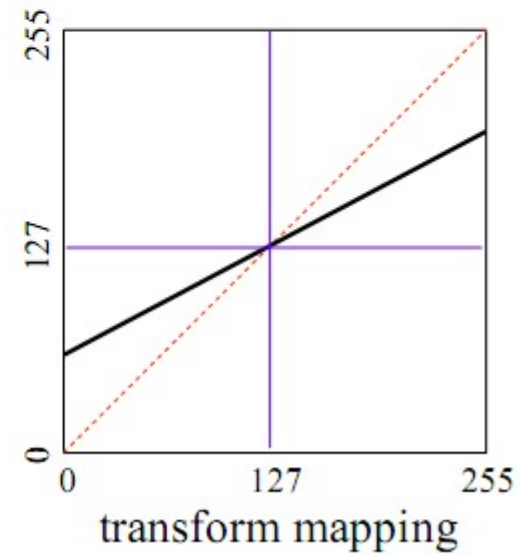
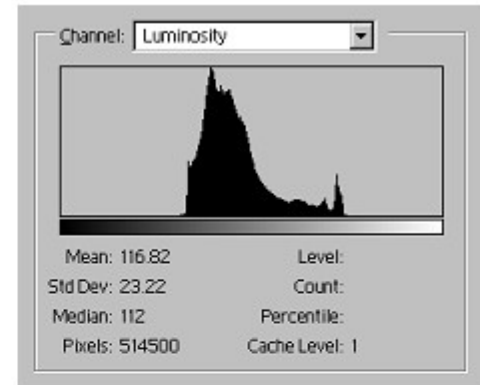


# Διόρθωση αντίθεσης



$$T_k(r,c) = a[I_k(r,c) - 127] + 127,$$

where  $0 \leq a < 1.0$  and  $k \in \{1, 2, 3\}$ .



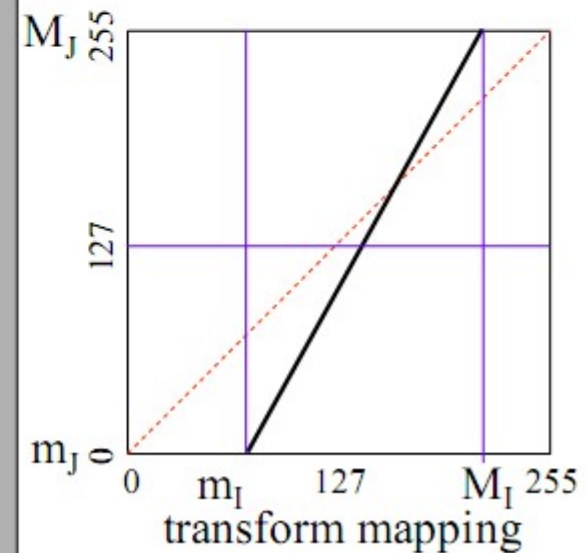
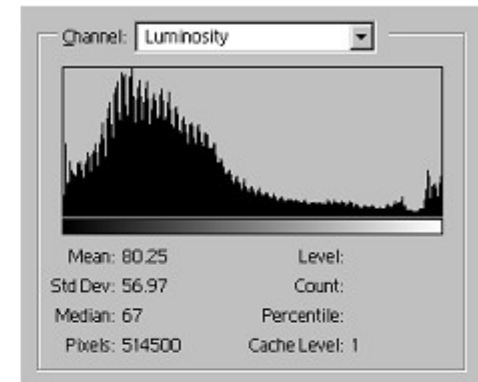
# Κανονικοποίηση ιστογράμματος



Let  $m_I = \min[I(r,c)]$ ,  $M_I = \max[I(r,c)]$ ,  
 $m_J = \min[J(r,c)]$ ,  $M_J = \max[J(r,c)]$ .

Then,

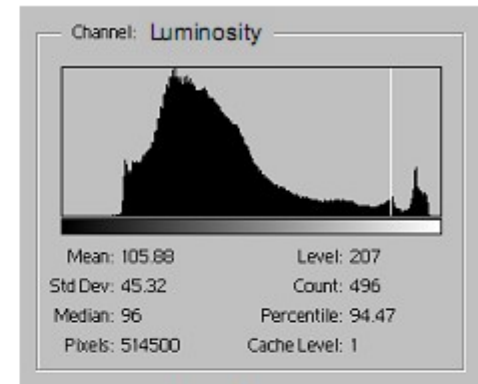
$$J(r,c) = (M_J - m_J) \frac{I(r,c) - m_I}{M_I - m_I} + m_J.$$



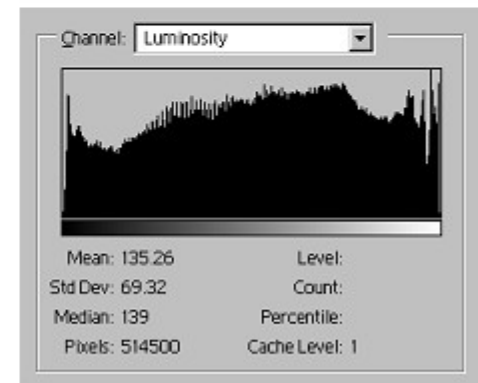
# Κανονικοποίηση ιστογράμματος



$$J(r, c) = 255 \cdot P_I(g + 1)$$



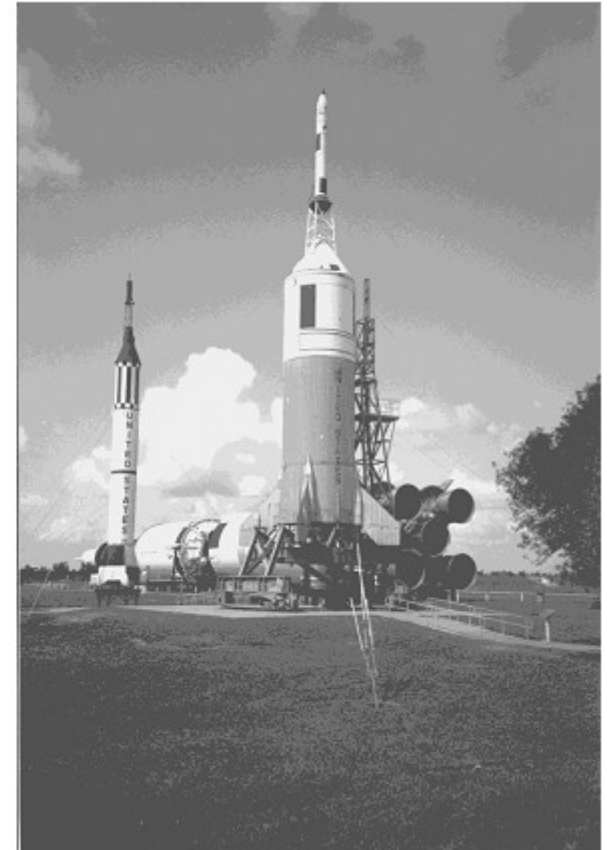
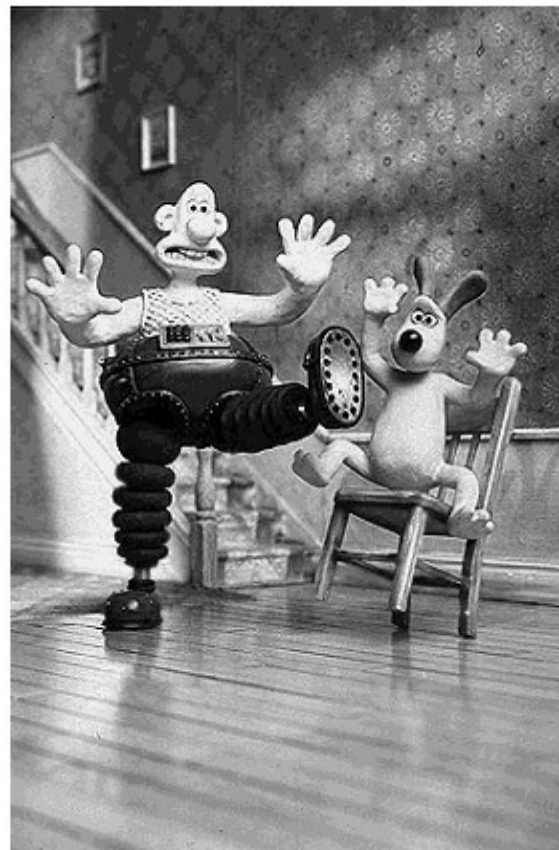
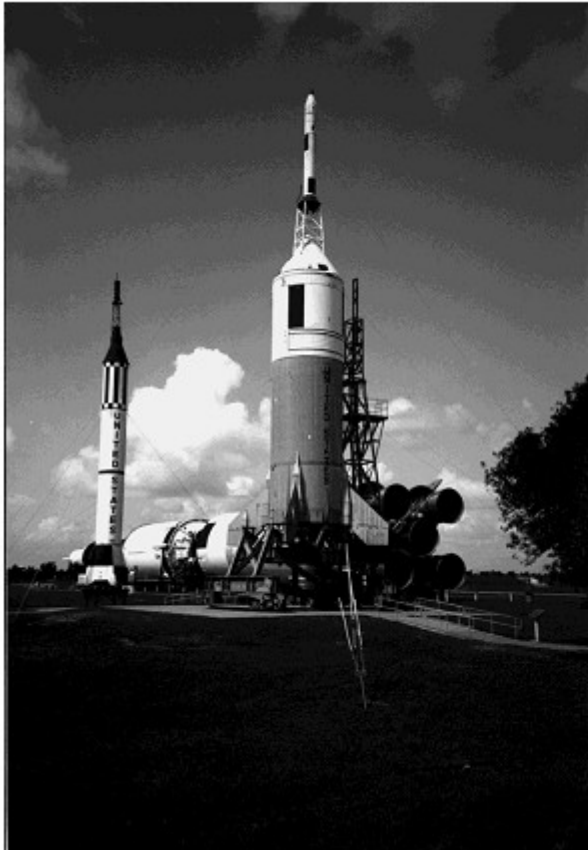
before



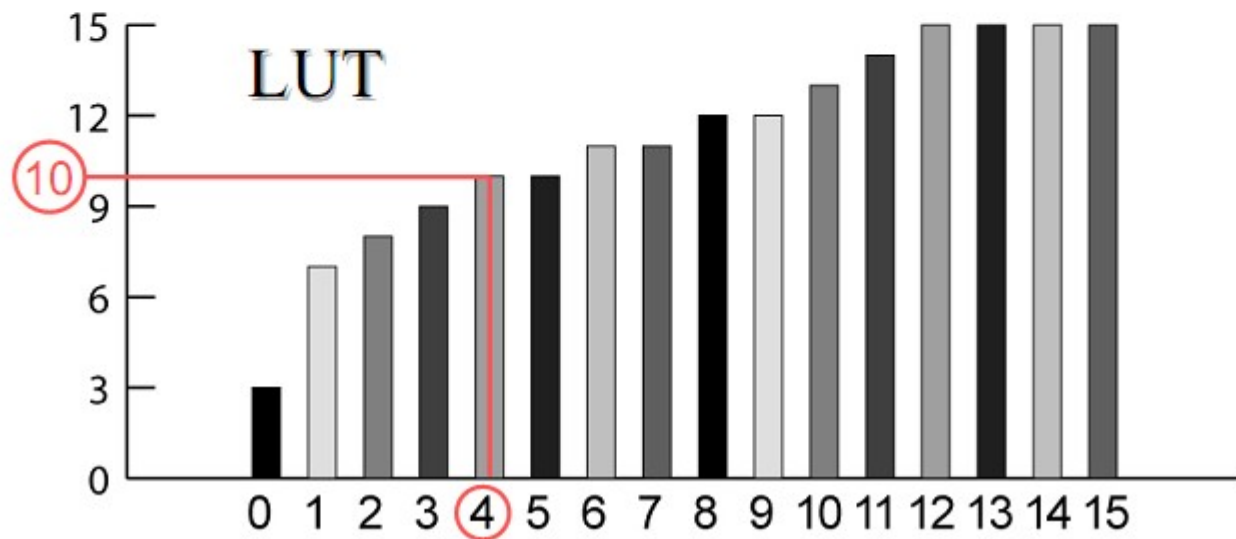
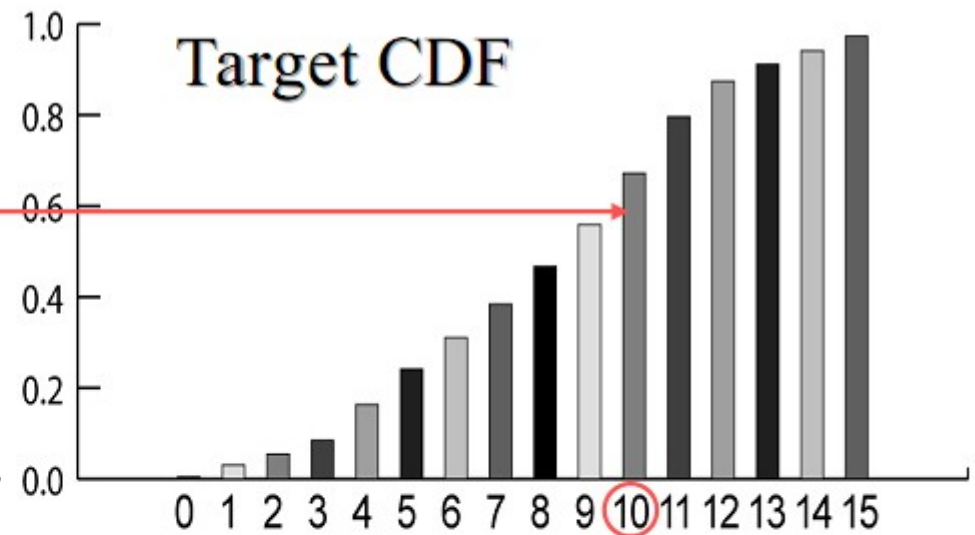
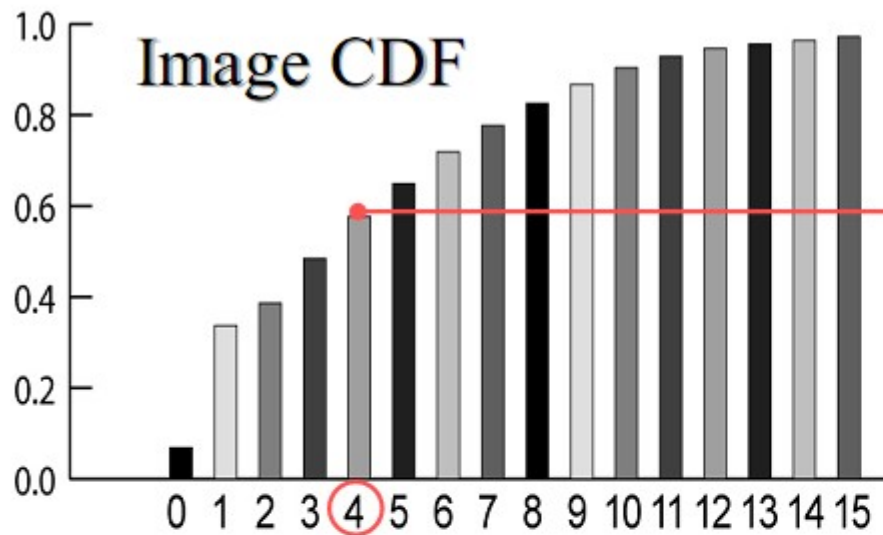
after



# Ισοστάθμιση ιστογράμματος



# Ισοστάθμιση ιστογράμματος



# Ισοστάθμιση ιστογράμματος στο πεδίο της φωτεινότητας

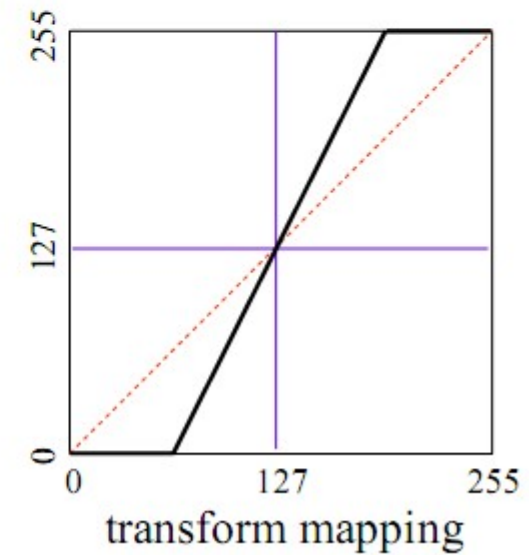
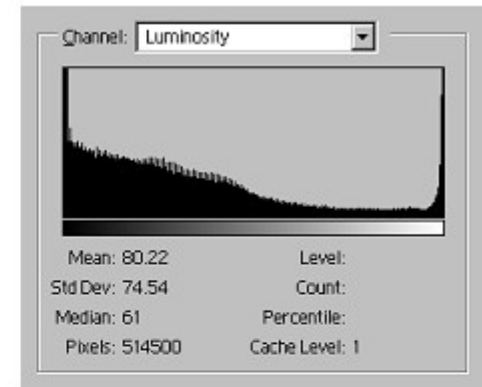


# Διόρθωση αντίθεσης



Let  $T_k(r,c) = a[I_k(r,c) - 127] + 127$ , where  $a > 1.0$

$$J_k(r,c) = \begin{cases} 0, & \text{if } T_k(r,c) < 0, \\ T_k(r,c), & \text{if } 0 \leq T_k(r,c) \leq 255, \\ 255, & \text{if } T_k(r,c) > 255. \end{cases} \quad k \in \{1,2,3\}$$

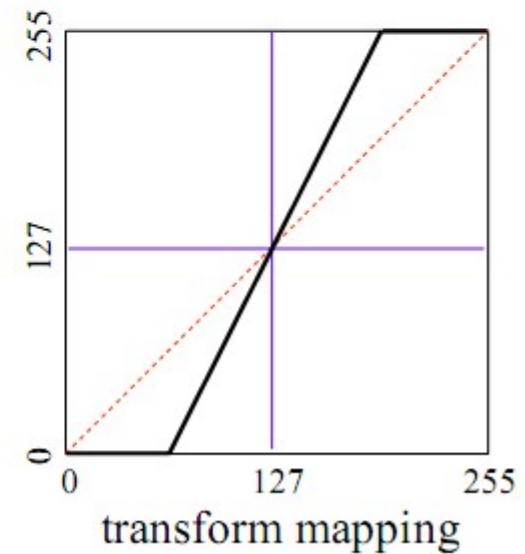
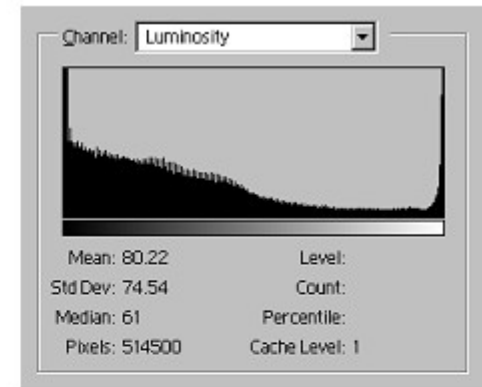


# Διόρθωση αντίθεσης



Let  $T_k(r,c) = a[I_k(r,c) - 127] + 127$ , where  $a > 1.0$

$$J_k(r,c) = \begin{cases} 0, & \text{if } T_k(r,c) < 0, \\ T_k(r,c), & \text{if } 0 \leq T_k(r,c) \leq 255, \\ 255, & \text{if } T_k(r,c) > 255. \end{cases} \quad k \in \{1,2,3\}$$

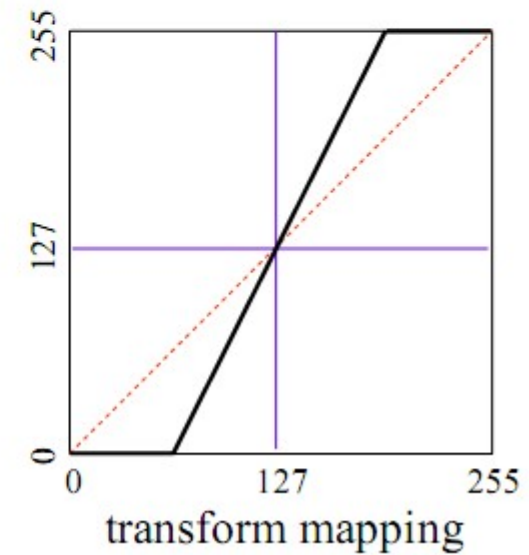
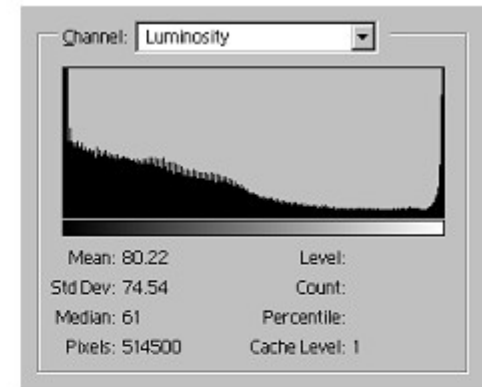


# Διόρθωση αντίθεσης



Let  $T_k(r,c) = a[I_k(r,c) - 127] + 127$ , where  $a > 1.0$

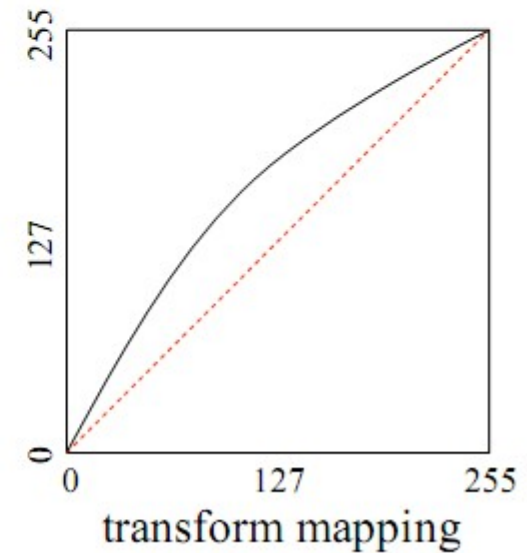
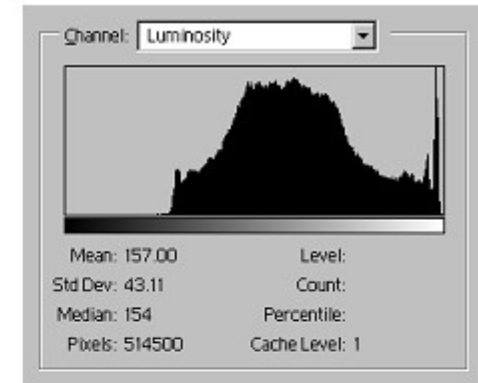
$$J_k(r,c) = \begin{cases} 0, & \text{if } T_k(r,c) < 0, \\ T_k(r,c), & \text{if } 0 \leq T_k(r,c) \leq 255, \\ 255, & \text{if } T_k(r,c) > 255. \end{cases} \quad k \in \{1,2,3\}$$



# Διόρθωση $\gamma$ - φωτεινότητα



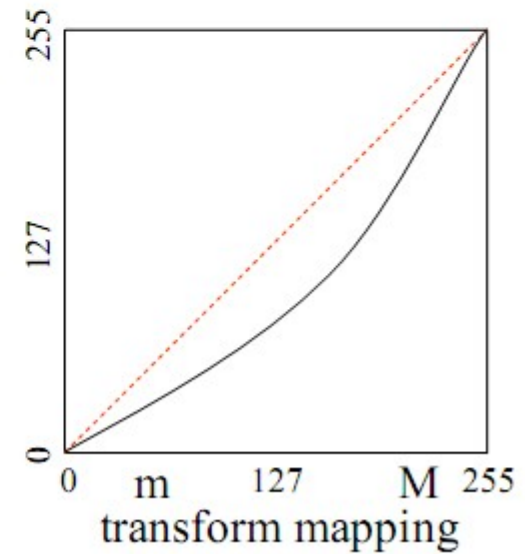
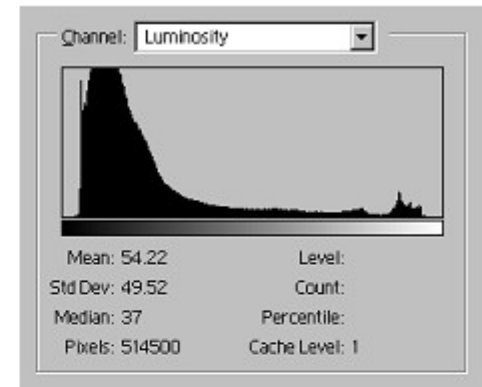
$$J(r,c) = 255 \cdot \left[ \frac{I(r,c)}{255} \right]^{1/\gamma} \quad \text{for } \gamma > 1.0$$



# Διόρθωση $\gamma$ - φωτεινότητα

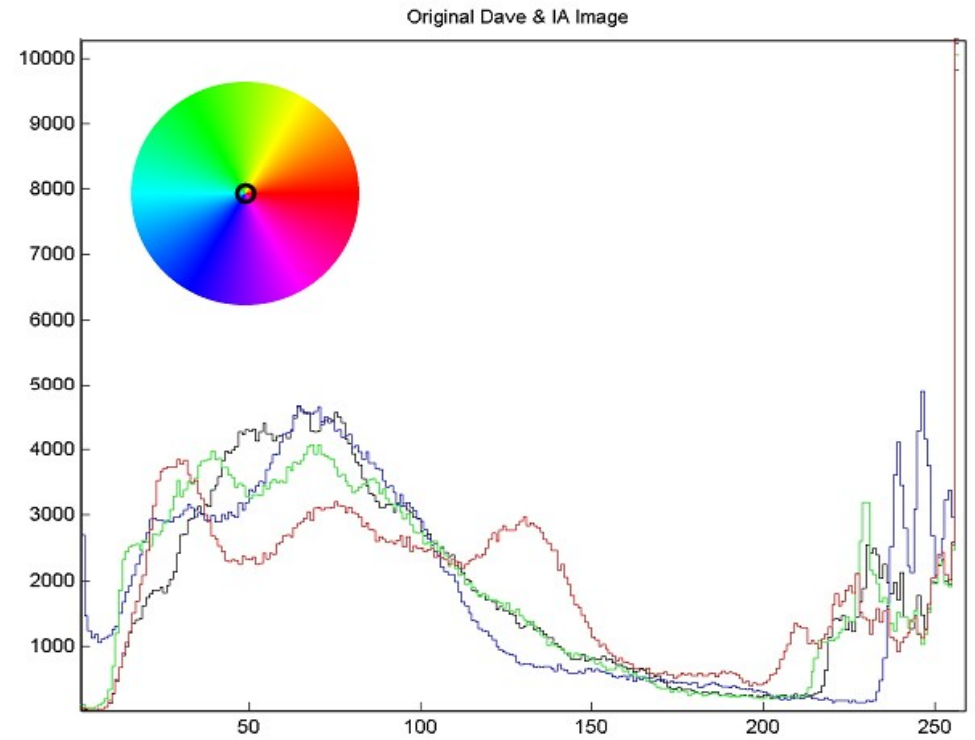


$$J(r,c) = 255 \cdot \left[ \frac{I(r,c)}{255} \right]^{1/\gamma} \quad \text{for } \gamma < 1.0$$

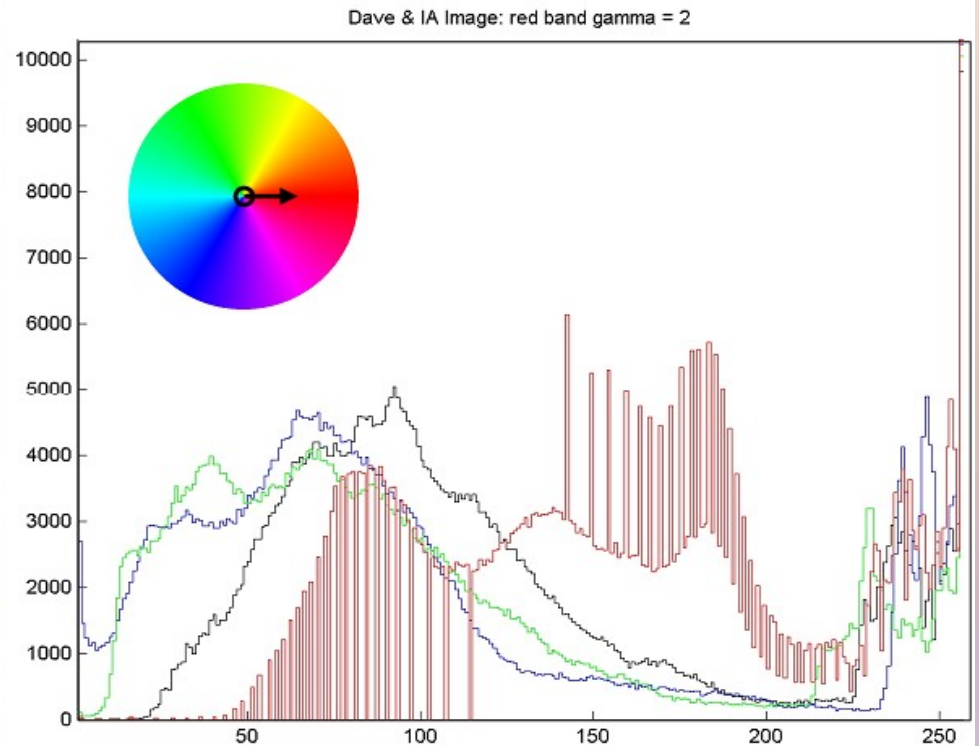




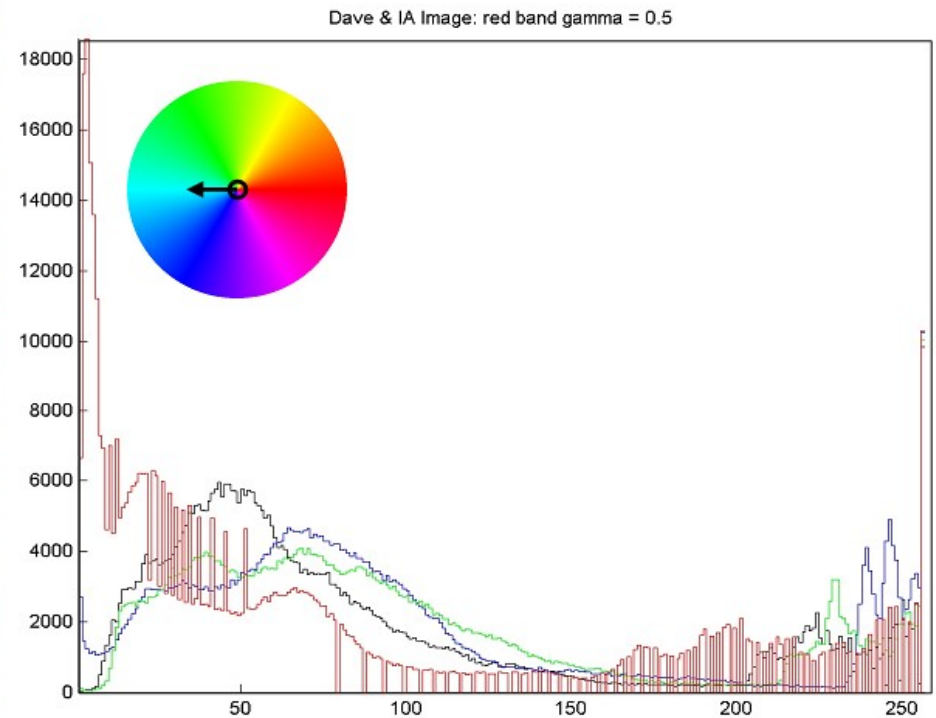
# Διόρθωση γ σε έγχρωμη εικόνα



# Διόρθωση $\gamma$ σε έγχρωμη εικόνα

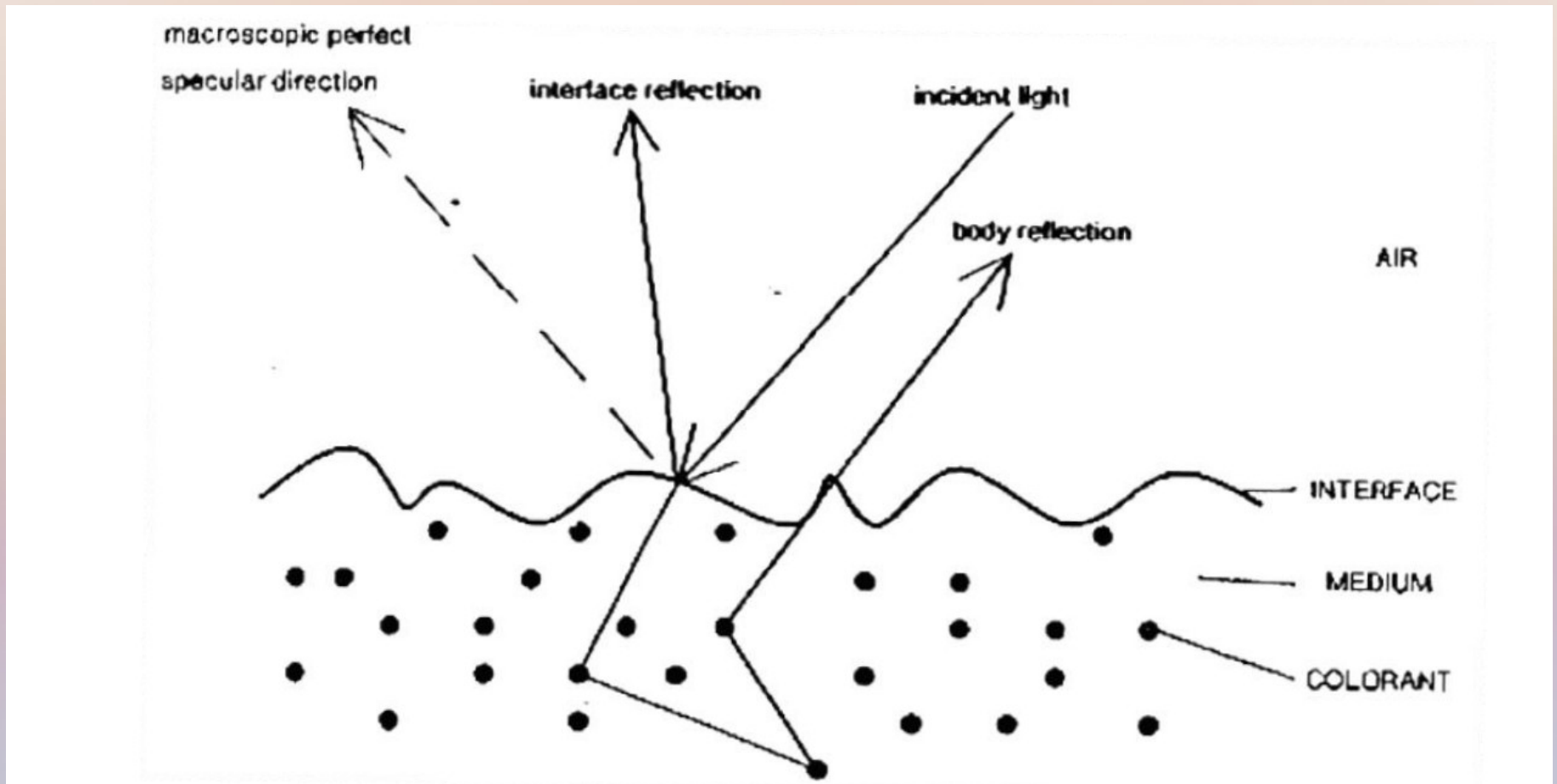


# Διόρθωση $\gamma$ σε έγχρωμη εικόνα



reduced red = increased cyan

# Αλληλεπίδραση φωτονίων με υλικά



# Ισοστάθμιση χρώματος

- Η ανακλώμενη από τη σκηνή ακτινοβολία εξαρτάται από την φασματική κατανομή της ισχύος του φωτιστικού
- οι μέγιστες τιμές φωτεινότητας για όλα τα κανάλια αντιστοιχούν σε εικονοστοιχεία που περιέχουν λευκό χρώμα
- η μέση ανακλαστικότητα στη σκηνή είναι αχρωματική
- Οι χωρικές ροπές των διαφορών των τιμών φωτεινότητας στη σκηνή είναι αχρωματικές

# Επεξεργασία εικονοστοιχείου



- gamma



- brightness



original



+ brightness



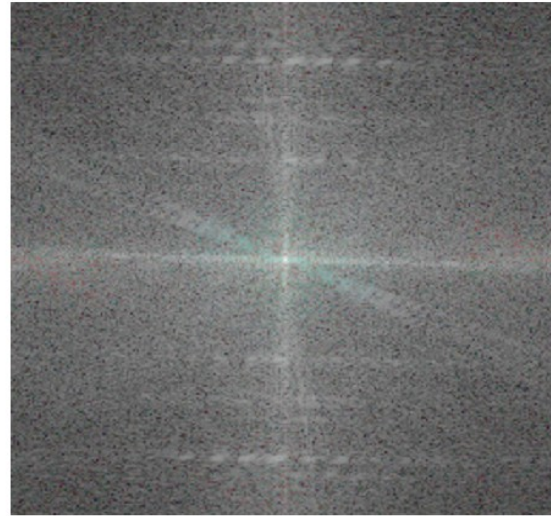
+ gamma



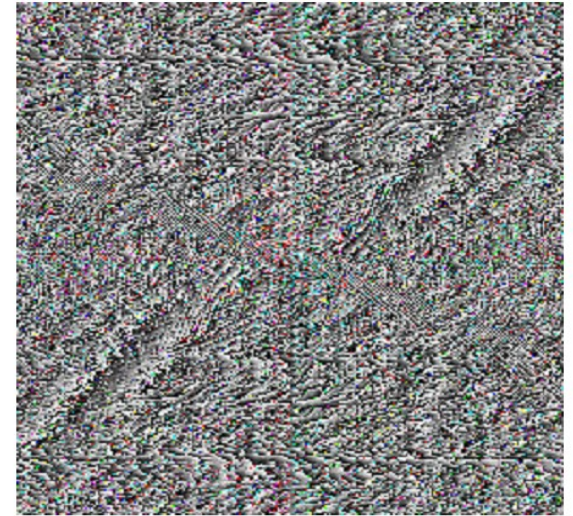
# Δισδιάστατος FFT



original image

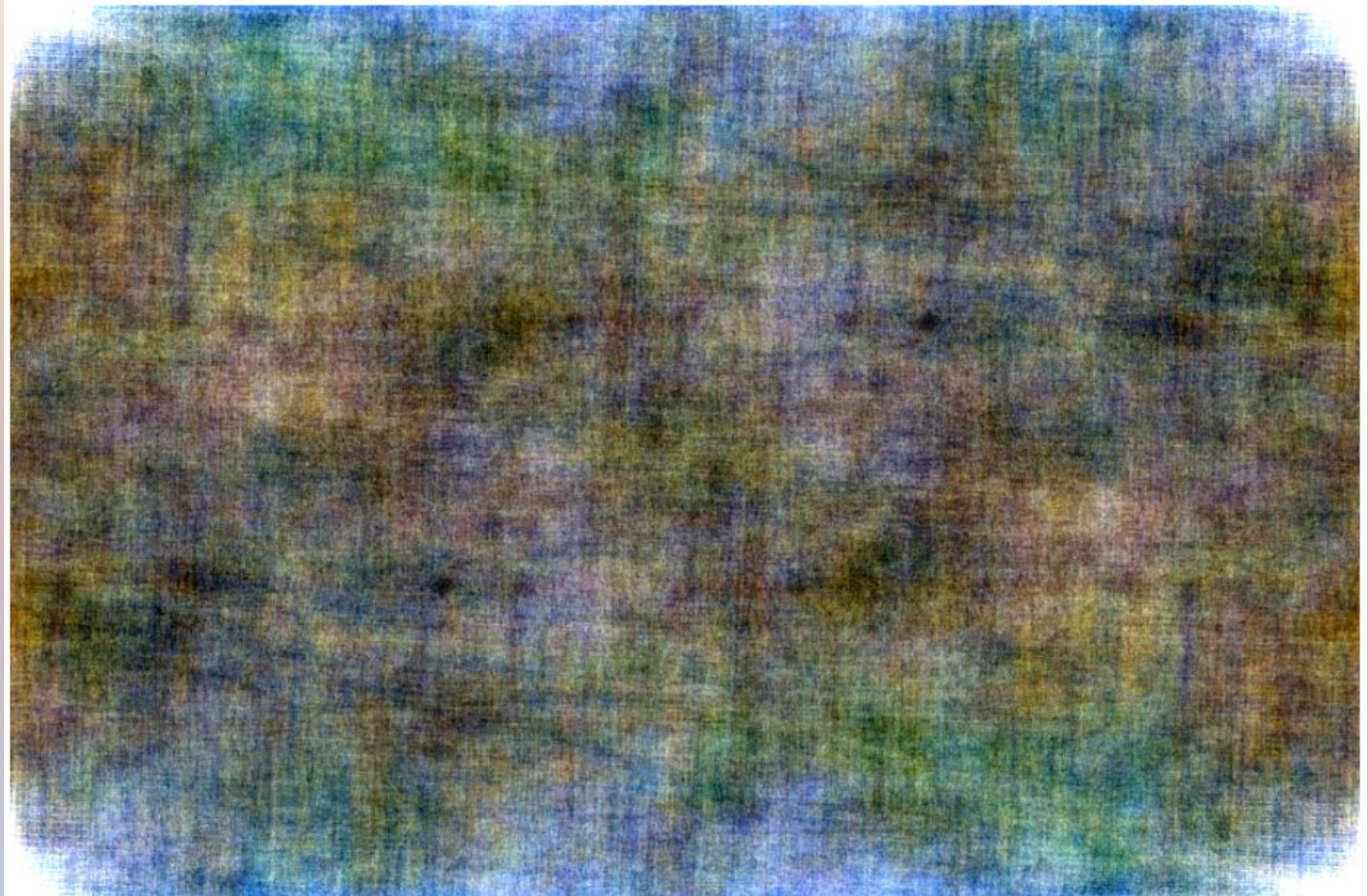


Fourier log  
magnitude



Fourier phase

# Ανασύνθεση εικόνας με πλάτος FFT





# Ανασύνθεση εικόνας με φάση FFT

