

# Bài 12

## ÁNH SÁNG

---

Trịnh Thành Trung  
[trungtt@soict.hust.edu.vn](mailto:trungtt@soict.hust.edu.vn)



*1*

# LÝ THUYẾT ÁNH SÁNG

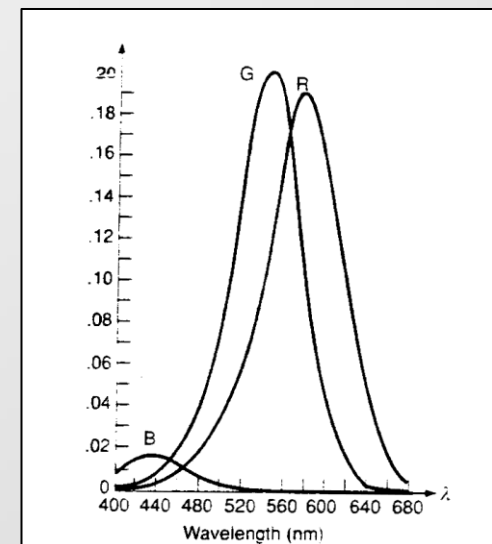
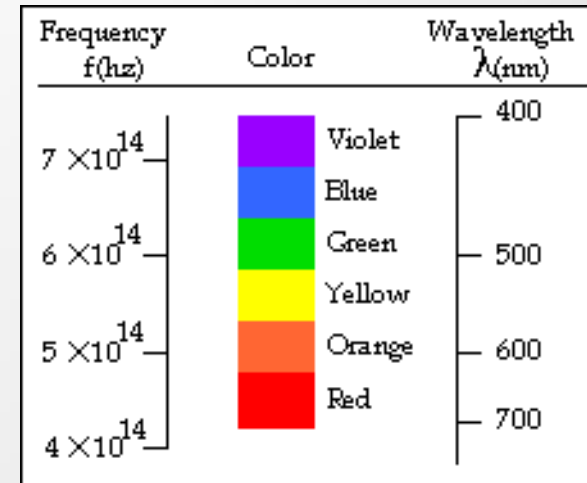
---

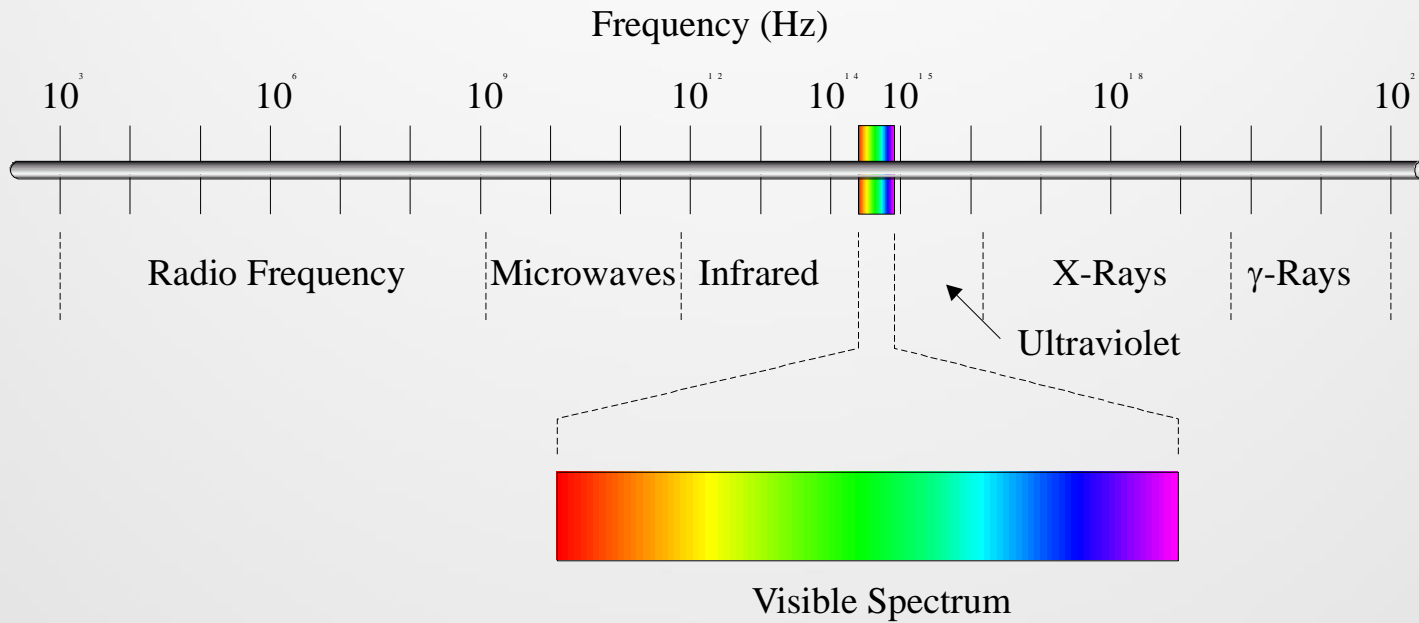
# Ánh sáng và màu sắc

- Màu sắc là cảm nhận xảy ra khi năng lượng ánh sáng tiếp xúc với võng mạc được phân tích bởi bộ não
- Nguyên tắc của ánh sáng dựa trên 2 góc độ
  - Vật lý - physics
  - Sinh lý - physiology

# Yếu tố vật lý

- Ánh sáng là sóng điện từ có bước sóng  $\lambda$  đi từ 400nm – 700nm.
- Ánh sáng có tính chất hạt
- Vận tốc  $c = f \lambda$ 
  - $c = 2.9979458 \cdot 10^8$  m/s khi truyền trong chân không
  - $c = 2.25 \cdot 10^8$  m/s khi truyền trong nước
  - $c = 1.97 \cdot 10^8$  m/s khi truyền trong thủy tinh
- Tổng năng lượng đặc trưng cho từng loại bước sóng được biểu diễn bằng hàm phân bố năng lượng phổ  $P(\lambda)$ .



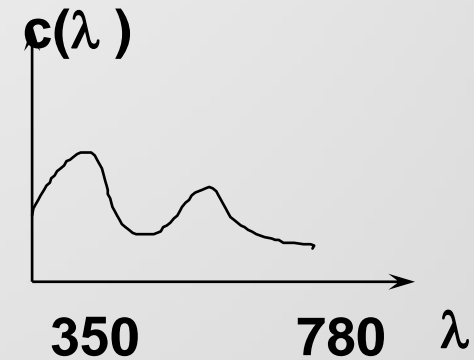
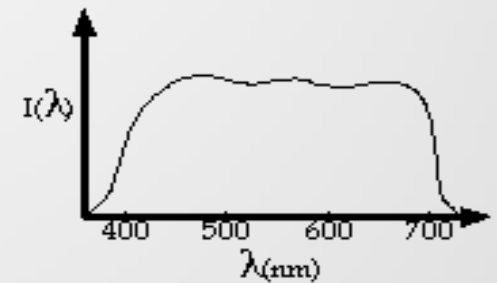
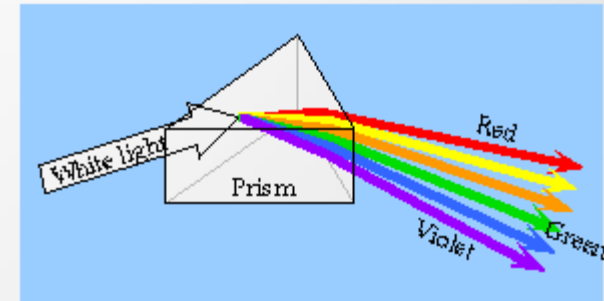


# Phổ của ánh sáng

- Ánh sáng xuất phát từ nguồn sáng được xác định bởi phổ  $I(\lambda)$  của nó - spectrum, phổ  $I(\lambda)$  này được đo bởi năng lượng của ánh sáng với bước sóng cho trước đi qua 1 đơn vị diện tích trong 1 khoảng thời gian.
- Thuật ngữ khác phổ công suất - power spectrum, với đơn vị là  $\text{watts/m}^2$ .
- Phổ công suất được dùng để đo cường độ phát sáng của nguồn - emission intensity
- Hay còn gọi cường độ truyền dẫn - transmission intensity của ánh sáng theo luồng trong không gian, hay cường độ phát sáng- illumination intensity của ánh sáng đập lên bề mặt.

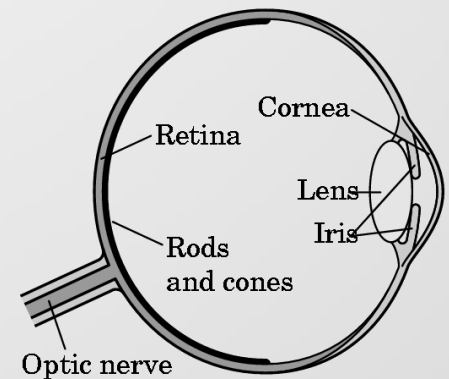
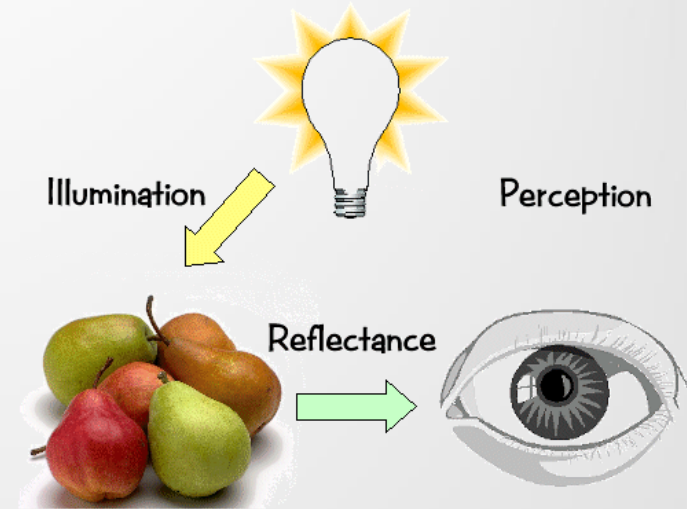
# Màu sắc

- Isaac Newton - ánh sáng trắng đi qua thấu kính thủy tinh sẽ phát tán ra thành phổ các màu cầu vồng
- Ngược lại, thấu kính có thể kết hợp các phổ ánh sáng để tạo thành ánh sáng trắng.
- Chùm sáng khi phân tách thành phổ màu có liên quan đến phổ năng lượng  $I(\lambda)$ .
- Phổ điện từ đó có bước sóng từ 350 to 780 nm và color được đặc trưng bởi  $c(\lambda)$



# Sinh lý

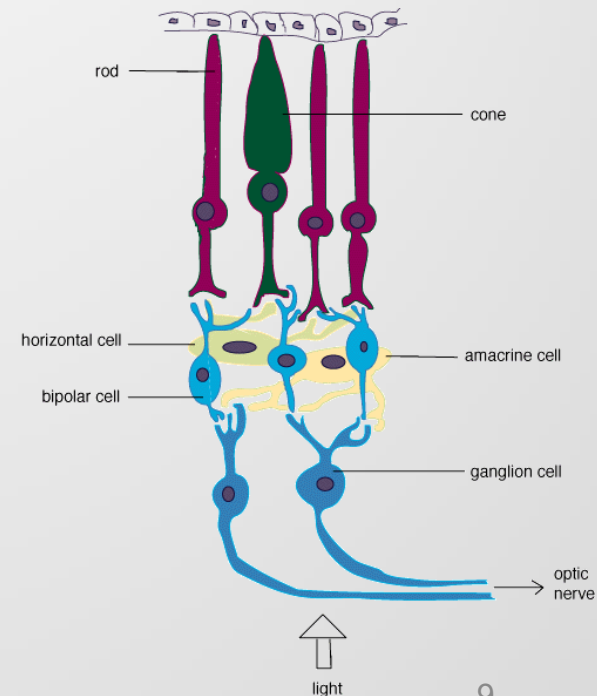
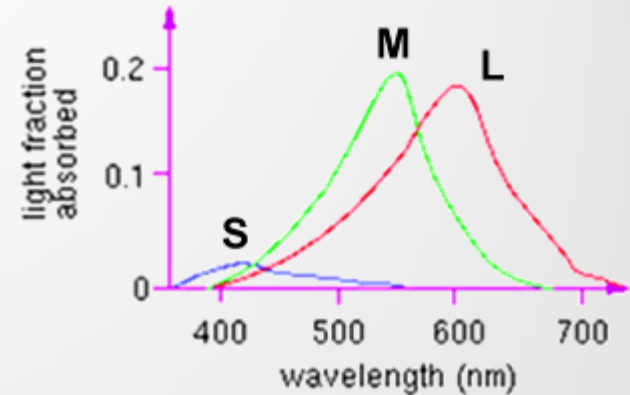
- Cấu tạo hệ quan sát của con người gồm 2 loại tế bào cảm thụ - sensors
  - Rods (tế bào que): cho cảm nhận cường độ ánh sáng thấp hay trong bóng tối
  - Cones - tế bào hình nón
    - Nhạy cảm với ánh sáng màu sắc
    - Chia làm 3 loại nón - cone
    - 3 loại sẽ có 3 giá trị gọi là tristimulus values cảm nhận tương ứng trên 3 màu cơ bản và gửi đến não những tín hiệu tạo ra cảm nhận về màu sắc S-M-L
- Để đạt được 1 sự cảm nhận về 1 màu bất kỳ ta phải xác định giá trị của 3 đại lượng này



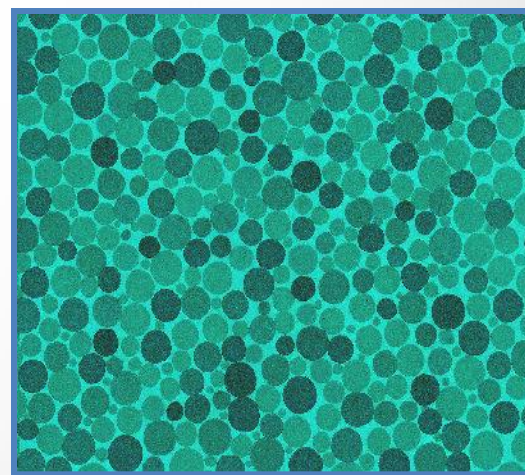
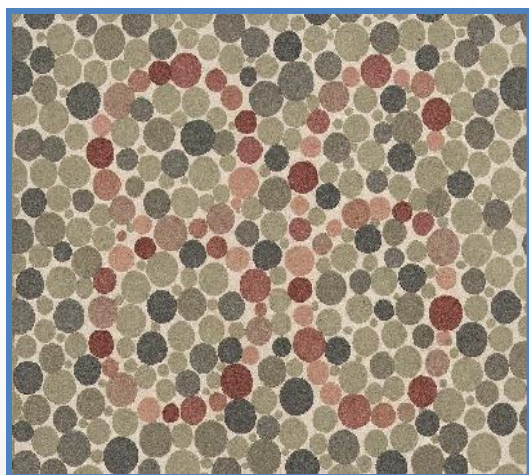
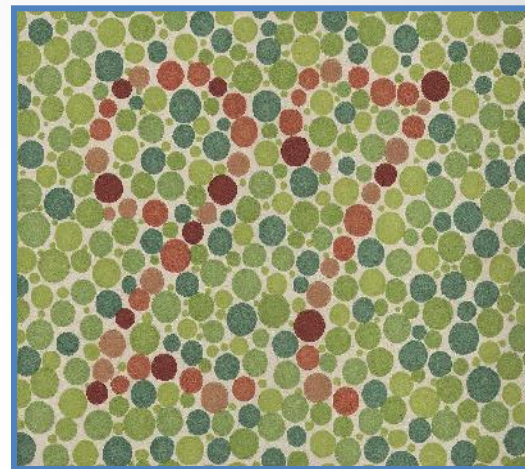
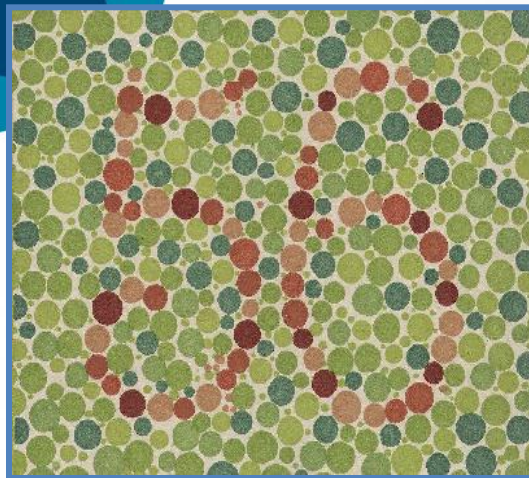


# Tế bào nón

- 3 loại tế bào nón sẽ có độ nhạy cảm với 3 màu với các bước sóng khác nhau như:
  - L hoặc R, nhạy cảm nhất với ánh sáng đỏ (610 nm)
  - M hoặc G, nhạy cảm nhất với ánh sáng xanh lá (560 nm)
  - S hoặc B, nhạy cảm nhất với ánh sáng xanh da trời (430 nm)
  - (Nguyên nhân dẫn đến việc bị mù màu là do tổn thương đến một trong các tế bào nón này)
- Tỷ lệ nhạy cảm S:M:L = 1:20:40  $\Rightarrow$  Con người nhạy cảm với màu đỏ hơn màu xanh da trời



# MÙ MÀU





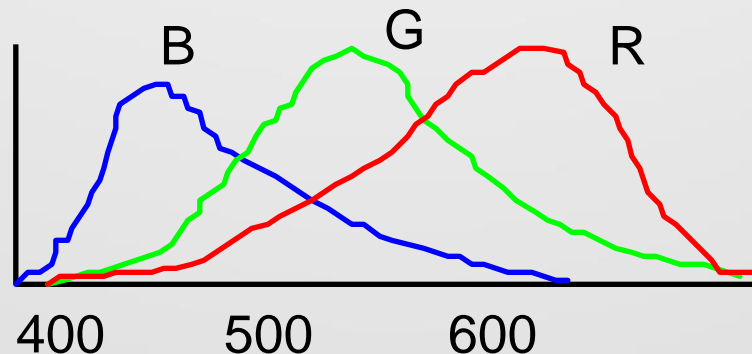
2

# MÔ HÌNH ÁNH SÁNG

---

# Lý thuyết 3 màu

- [Young] tất cả các màu trong tự nhiên đều được tạo nên từ 3 màu cơ bản - mắt người phân tích màu sắc thành 3 thành phần màu cơ bản là RGB và gửi tín hiệu đến não theo 3 kênh thần kinh khác nhau - nerve channels
- Helmholtz (1855) mắt chứa 3 cơ quan thụ cảm phản ứng mạnh với các bước sóng ánh sáng tương ứng red, green, blue
- Theo Helmholtz: Màu sắc được xác định bởi tỉ lệ phản ứng của 3 thành phần thụ cảm
- Ví dụ: Tại 480nm, tỉ lệ là 1:5:9 cho cảm nhận cyan hay blue





# Ánh sáng đơn sắc

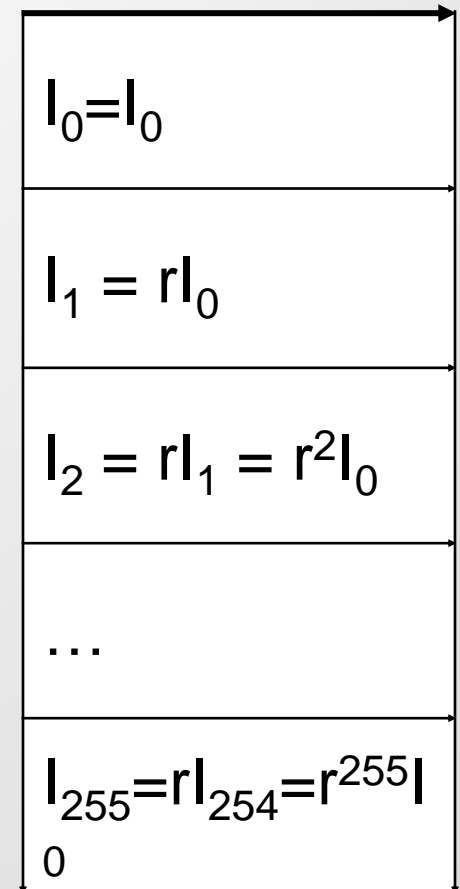
- Không cảm nhận được các sắc màu khác nhau như vàng, đỏ, tím
- Định lượng là thuộc tính duy nhất của các tia sáng đơn sắc và về mặt vật lý
- Cường độ (intensity) hay độ chiếu sáng (luminance) là chính năng lượng của tia sáng
- Dưới góc độ cảm nhận về mặt tâm lý thì cường độ của tia sáng chính là độ sáng của vật (brightness)
- Sử dụng phổ kế - photometer để đo độ sáng min và max của màn hình. Và đó là khoảng động:
- Khoảng cường độ nhận giá trị min,  $I_0$ , đến max, 1.0

# Dynamic Ranges

Display	Dynamic Range (max / min illum)	Max # of Perceived Intensities (r=1.01)
• CRT:	50-200	400-530
• Photo (print)	100	465
• Photo (slide)	1000	700
• B/W printout	100	465
• Color printout	50	400
• Newspaper	10	234

# Cường độ sáng và cách tính

- ❑ Cường độ của nguồn sáng sẽ thay đổi trong khoảng từ 0 đến 1:
  - 0 qui ước cho màu đen và 1 cho màu trắng
- ❑ khoảng tăng của cường độ sáng sẽ phân chia theo hàm logarit
  - $I_0 = I_0, I_1 = r I_0, I_2 = r I_1 = r^2 I_0, \dots, I_{255} = r^{255} I_0 = 1$
  - $r = (1/I_0)^{1/255}, I_j = r^j I_0 = I_0^{(255-j)/255}$
- ❑  $I = k \cdot N^\gamma$ 
  - Với  $k$  và  $\gamma$  là các hằng số (từ 2.2 -> 2.6)  $N$  số lượng hạt tại một thời điểm phát ra



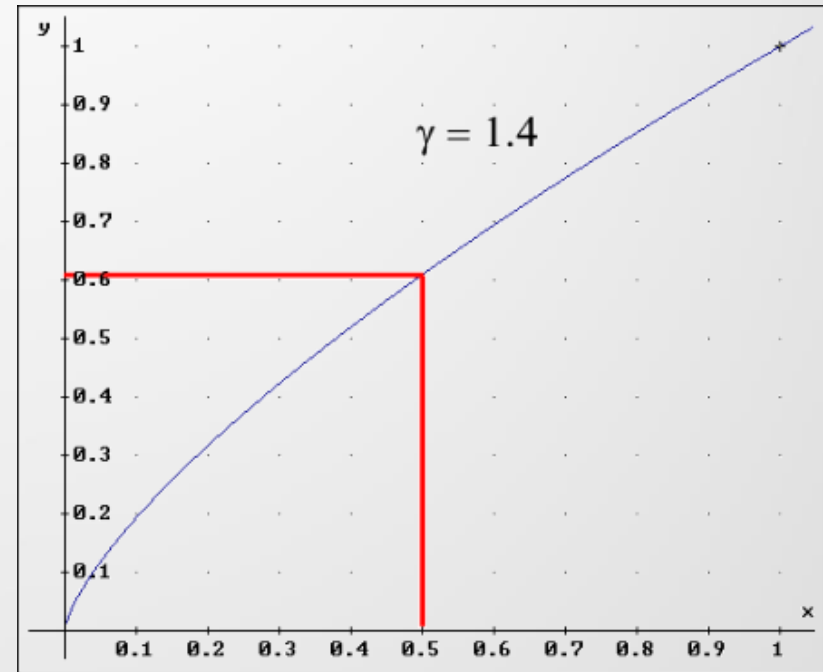


# Phép hiệu chỉnh gama

- $I = K.V^\gamma$  hay  $V = (I / K)^{1/\gamma}$ 
  - V: điện áp tỉ lệ với N
- Giả sử chúng ta có một cường độ sáng I thì bước đầu tiên ta phải làm là tìm ra giá trị  $lj$  gần nhất qua phép làm tròn. Giá trị  $j$  tìm được =  $\text{ROUND}(\text{logr}(I / I_0))$ .

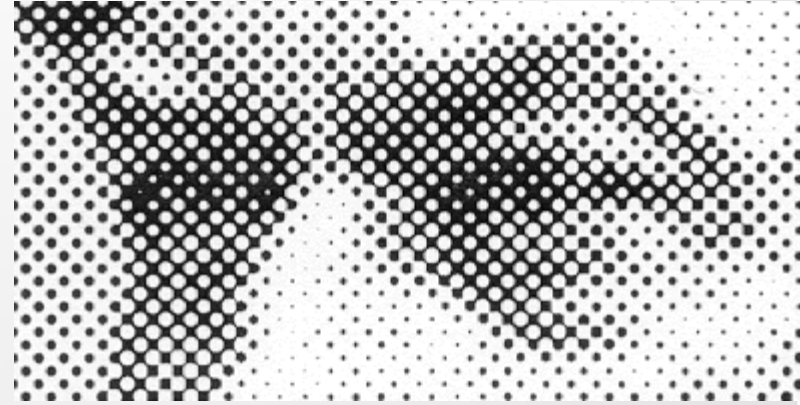
Thay  $j$  vào công thức ta có:

- $I_j = r_j \cdot I_0$
- Bước tiếp theo của tiến trình là xây dựng mức điện áp  $V_j$  cho điểm ảnh mà cường độ ánh sáng có giá trị tương ứng là  $I_j$ .
- $V_j = \text{ROUND}(I_j / K)^{1/\gamma}$



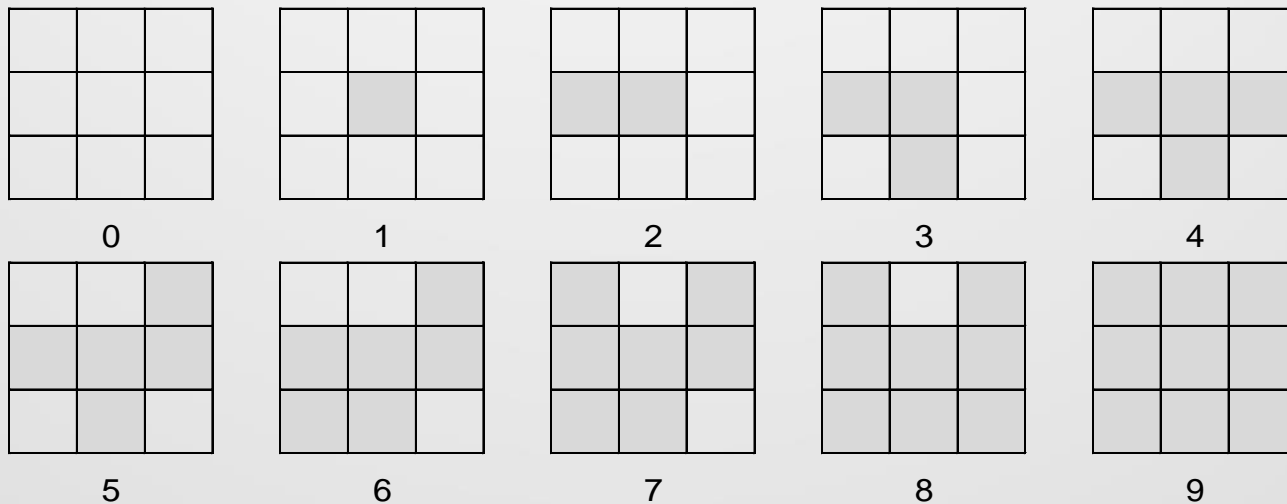
# Xấp xỉ bán tông

- Sử dụng đen trắng để mô tả ảnh nhiều màu?
- Phương pháp trên dựa vào cấu tạo mắt của người cũng như nguyên lý thu nhận ảnh của mắt khi nhìn những vùng nhỏ ở khoảng cách xa.
- Lúc đó mắt không thể phân biệt được các vật một cách cụ thể mà chỉ ghi nhận cường độ trung bình của vùng ảnh đó
- Ảnh báo vào khoảng từ 60->80 dpi, còn trong tạp chí và sách cao hơn là khoảng từ 110 -> 120 dpi.



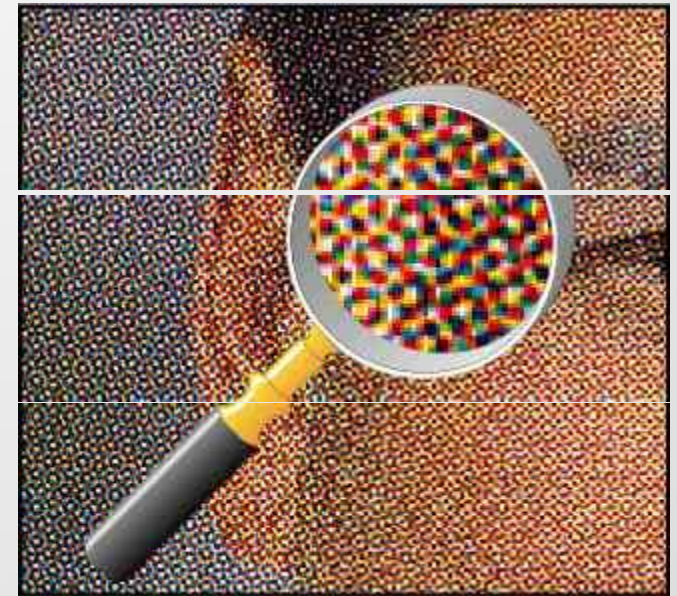
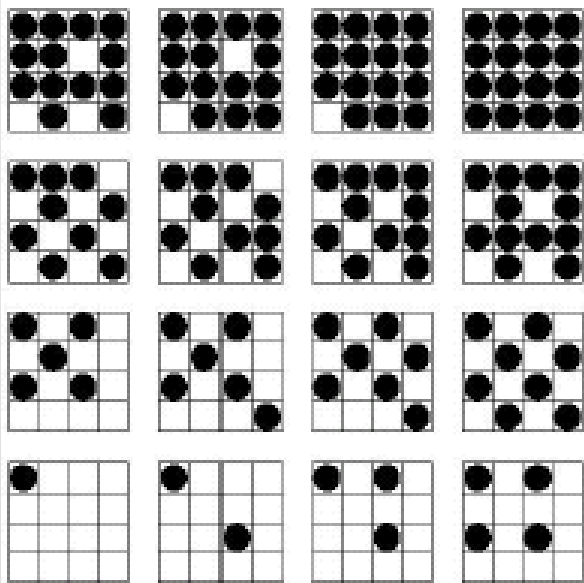
# Giải thuật phân ngưỡng

- Phân ngưỡng: so sánh cường độ sáng trung bình của ô với một ngưỡng xác định
- Mẫu tô:



- Thứ nhất: Không dùng ma trận mẫu có dạng đường thẳng ngang
- Thứ hai: Các mẫu phải được hình thành theo chuỗi các bước liên tiếp nhau sao cho mọi điểm ảnh có mật độ thể hiện ngưỡng  $a$  đều phải có mặt để thể hiện mọi ngưỡng  $b$  với  $b > a$ .
- Thứ ba: Các mẫu phải được phát triển theo quy tắc từ tâm đi dần ra xung quanh. Nhờ đó sẽ gây được cho người sử dụng hiệu ứng tăng kích thước điểm.
- Thứ tư: Với một số các thiết bị in như máy in laser hay các thiết bị ghi hình, vấn đề về các điểm độc lập tuyệt đối là rất khó có khả năng đạt được. Khi mà đại đa phần các điểm ảnh được bật cho một cường độ sáng thì chúng sẽ gây ra các thay đổi cho các điểm còn lại.

# Xấp xỉ bán tông với ảnh mẫu



# Ma trận Dither và phép xấp xỉ bán tổng

- Bayer năm 73 đã đưa ra dạng ma trận dither mà nhờ đó tăng được độ mịn của ảnh khi hiển thị.

- Ma trận  $2 \times 2$  ma trận dither có ký hiệu  $D^{(2)}$ :  $D^{(2)} = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$

- c ma trận  $D^{(2n)}$  thông qua  $D^{(n)}$ :

$$D^{(4)} = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 2 & 10 \\ 12 & 4 & 14 & 6 \\ 3 & 11 & 1 & 9 \\ 15 & 7 & 13 & 5 \end{bmatrix}$$

- $U^{(n)}$  là ma trận  $n \times n$  với tất cả các phần tử = 1

- Với  $n = 4$  và kết quả từ  $D^{(2)}$

$$D^{(n)} = \begin{bmatrix} 4D^{(n/2)} + D_{00}^{(2)}U^{(n/2)} & 4D^{(n/2)} + D_{01}^{(2)}U^{(n/2)} \\ 4D^{(n/2)} + D_{10}^{(2)}U^{(n/2)} & 4D^{(n/2)} + D_{11}^{(2)}U^{(n/2)} \end{bmatrix}$$