



Công ty CP Bóng đèn phích nước Rạng Đông
Trung tâm R&D chiếu sáng



Chương trình đào tạo chiếu sáng và tiếp thị

Bức xạ điện từ, ánh sáng và hệ thống thị giác

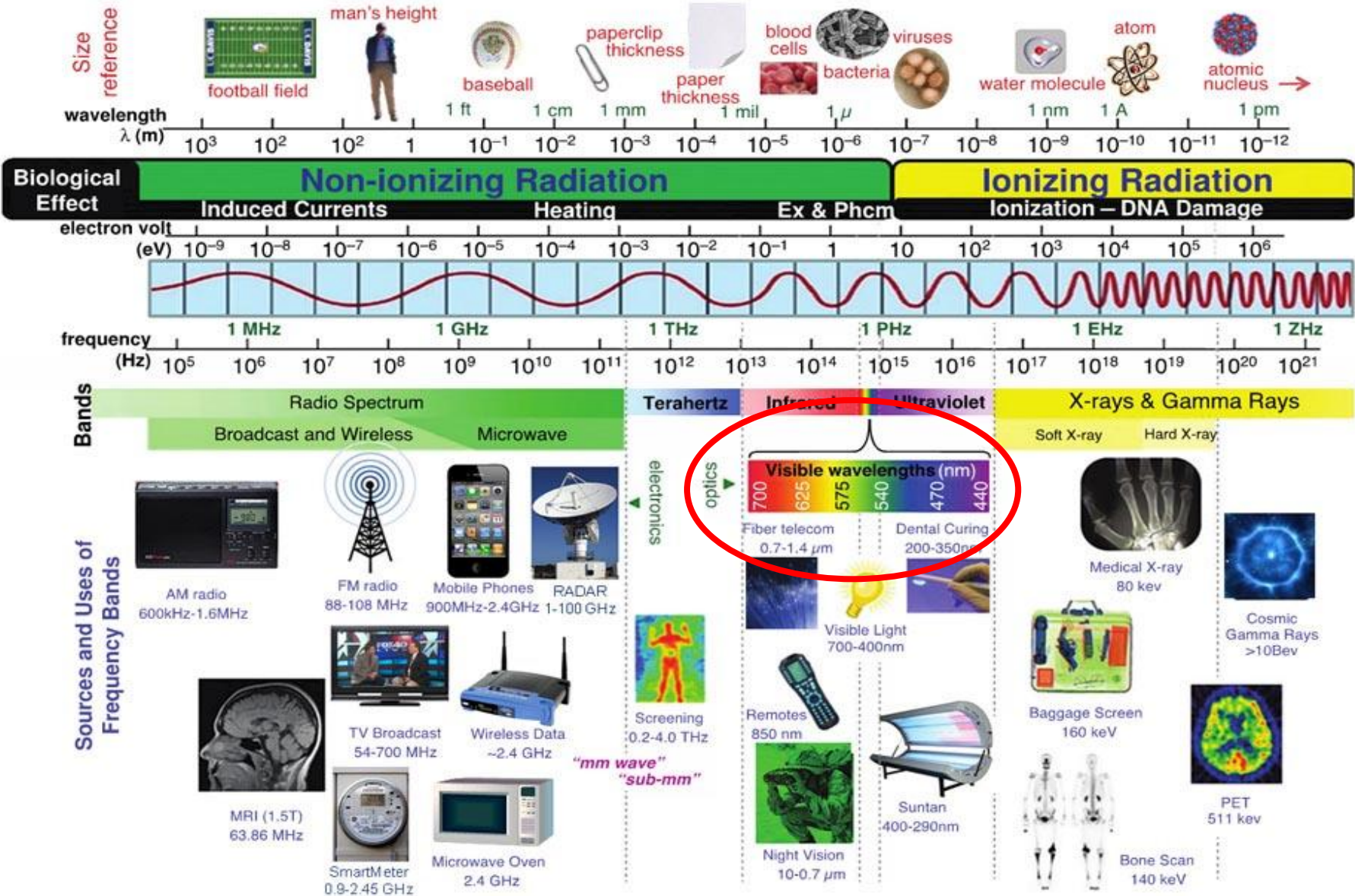
TS. Trần Quốc Tiến

ThS. Dương Thị Giang

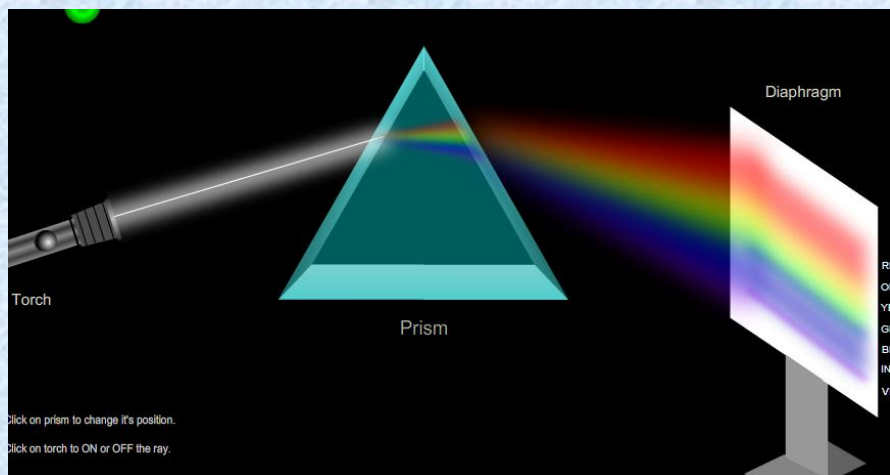
Viện Khoa học Vật liệu – Viện HL Khoa học & Công nghệ Việt Nam

Hà nội, 18. 04.2015

ELECTROMAGNETIC RADIATION SPECTRUM

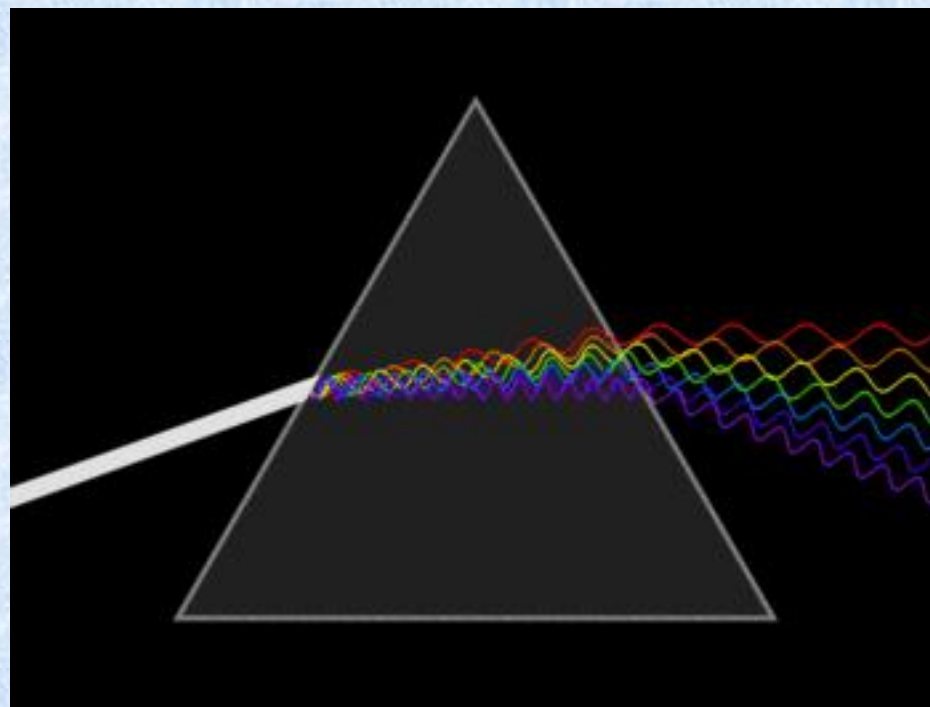


Ánh sáng trắng là tập hợp của các sóng ánh sáng đơn sắc



Ánh sáng trắng tán sắc khi truyền qua một lăng kính hoặc một bản mặt song song trong suốt (Thí nghiệm Newton, 1666)

Red (Đỏ)	630 - 780 nm
Orange (Cam)	600 - 630 nm
Yellow (Vàng)	565 - 600 nm
Green (Lục)	520 - 565 nm
Cyan (Da trời)	490 - 520 nm
Blue (Lam)	450 - 490 nm
Violet (Tím)	380 - 435 nm



Tất cả các vật chất với nhiệt độ lớn hơn độ không tuyệt đối đều phát ra bức xạ nhiệt.



“Vật đen tuyệt đối”: là nguồn phát xạ nhiệt lý tưởng

Định luật Wien:

$$T = \frac{3 \times 10^6}{\lambda_{max}(nm)}$$

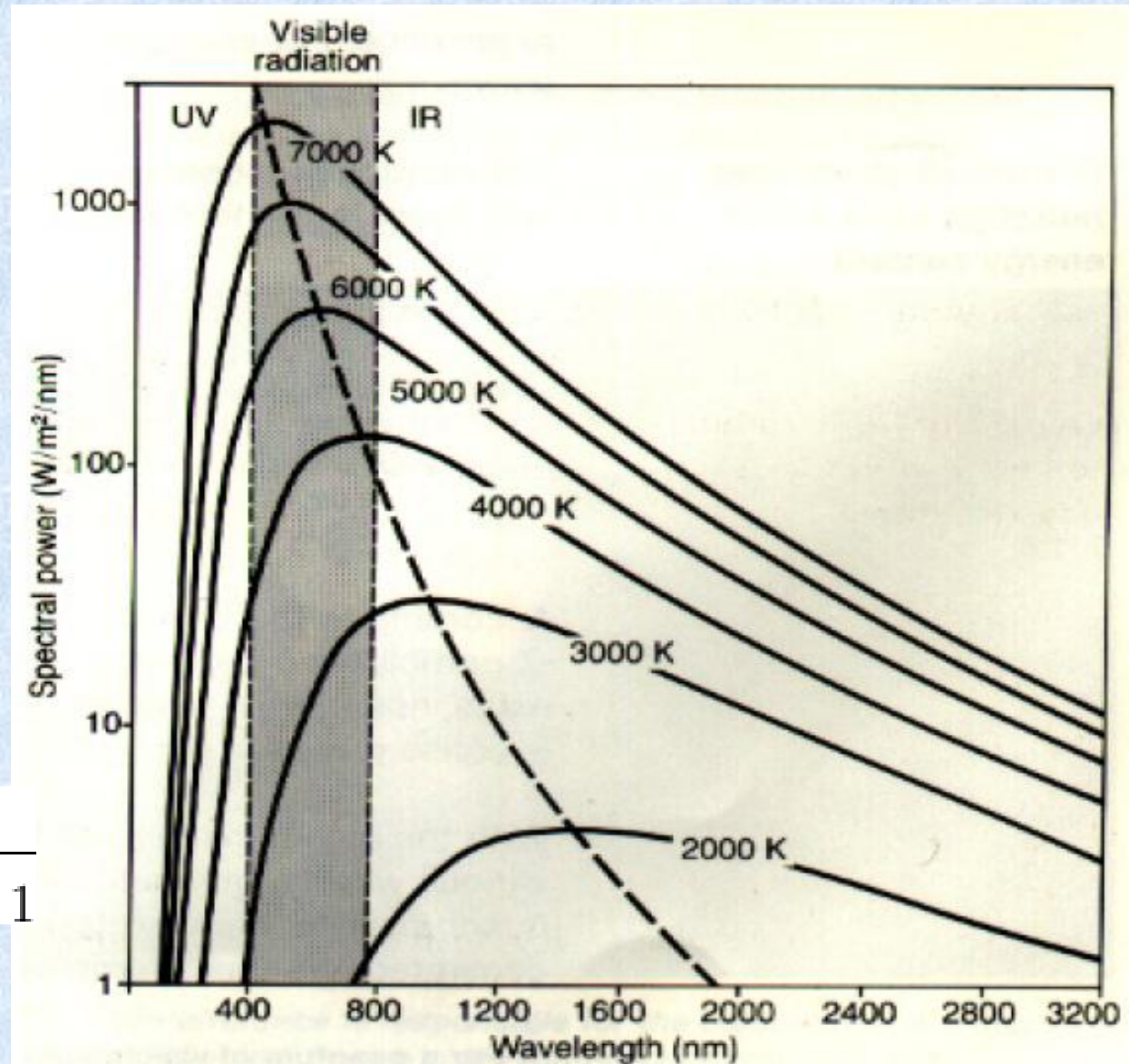
T: nhiệt độ
nguồn



Bức xạ nhiệt - Phân bố năng lượng theo bước sóng phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn bức xạ nhiệt

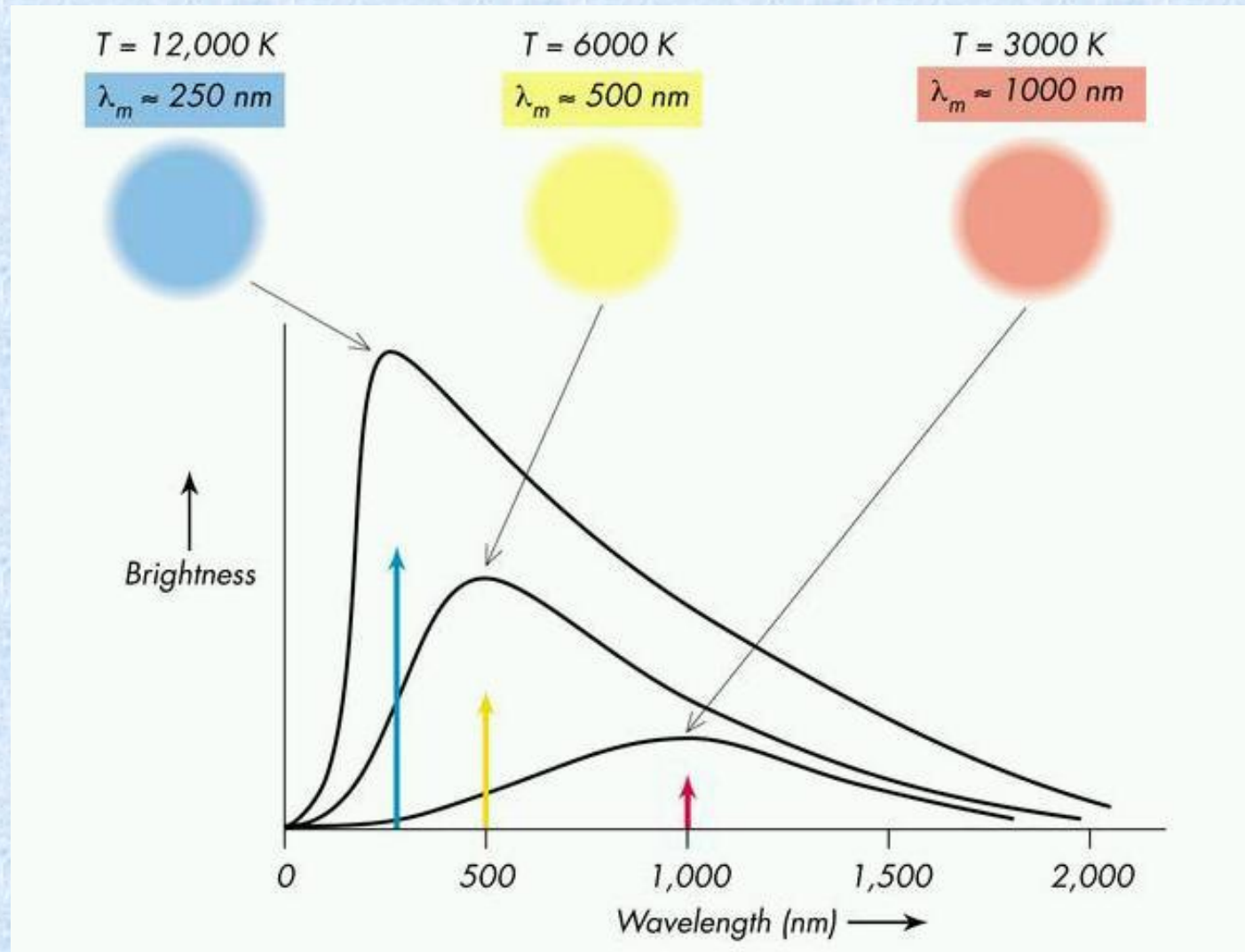
Vật đen tuyệt đối
bức xạ photon
với phân bố năng
lượng tuân theo
hàm Planck

$$u(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{k_B T}} - 1}$$



Nhiệt độ xác định màu của bức xạ vật đen tuyệt đối

Vật thể nóng hơn phát xạ mạnh hơn tại bước sóng ngắn, do đó “màu sắc” là một chỉ số đại diện cho nhiệt độ.



Các hình thức truyền của nhiệt

Figure 2--Conduction, Convection, and Radiation

Conduction

Energy is transferred by direct contact.



Dẫn nhiệt

Convection

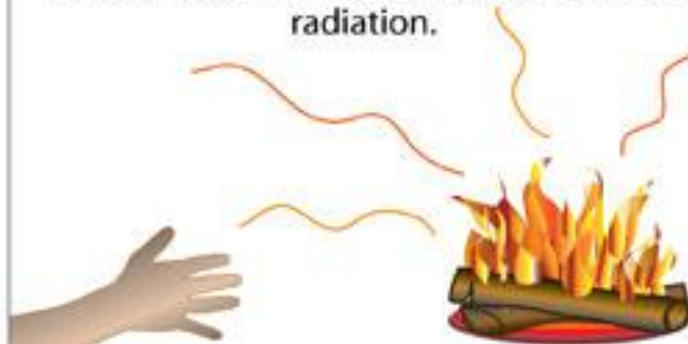
Energy is transferred by the mass motion of molecules.



Đối lưu

Radiation

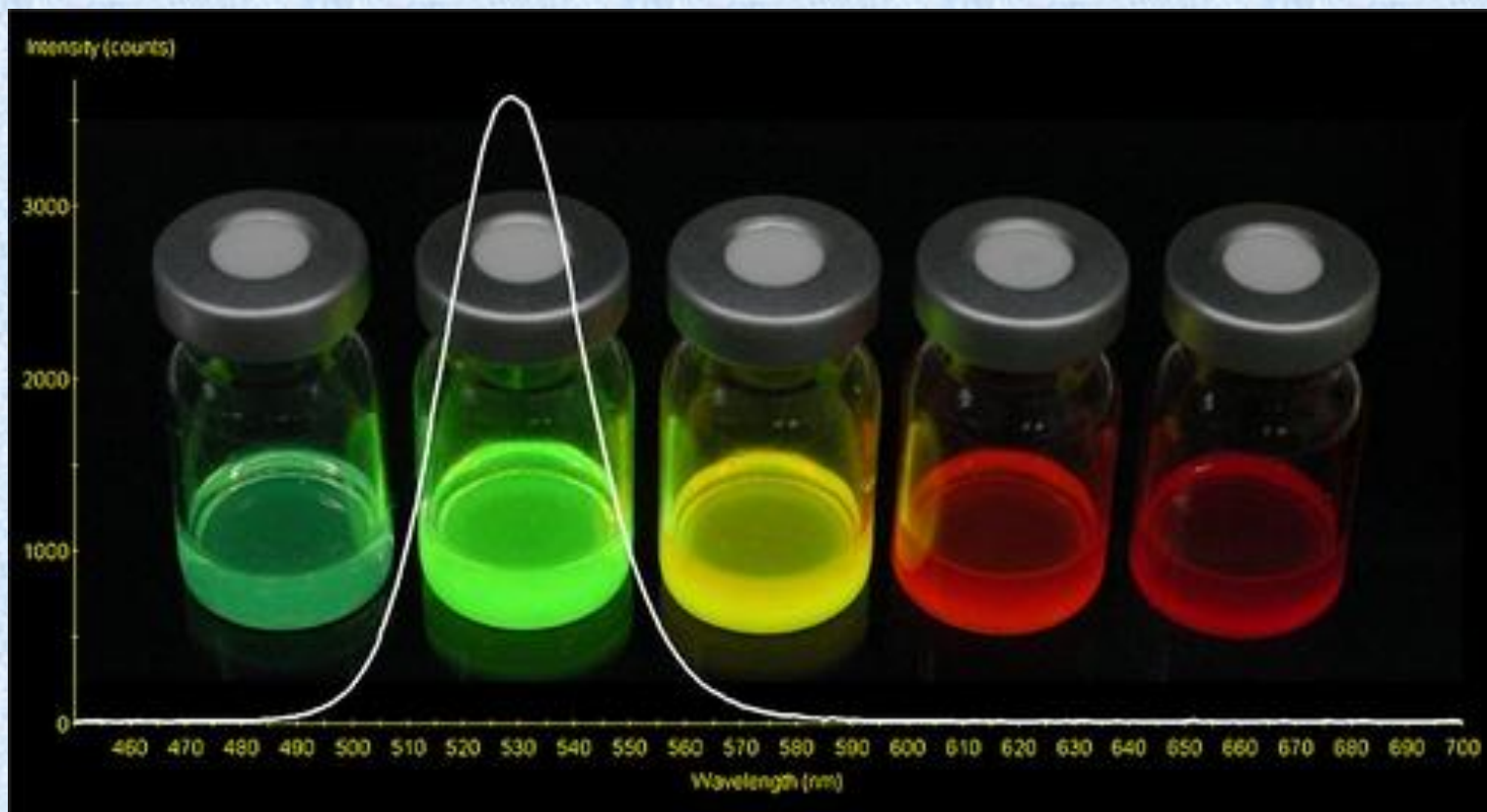
Energy is transferred by electromagnetic radiation.



Bức xạ

Bức xạ huỳnh quang

Phát xạ ánh sáng với bước sóng xác định khi bị kích thích bởi dòng hạt hoặc trực tiếp bởi bức xạ điện từ



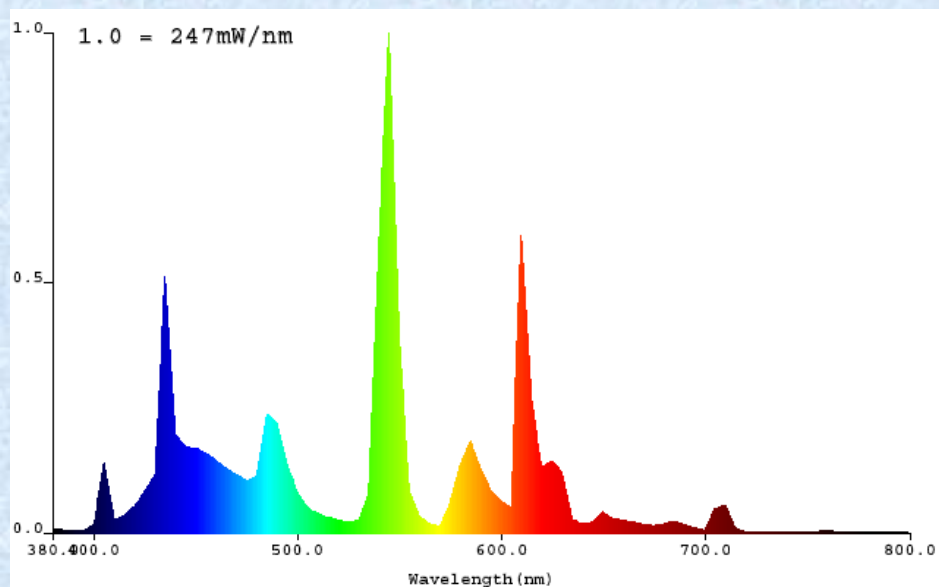
Bước sóng phát xạ huỳnh quang lớn hơn bước sóng kích thích (định luật Stoke). Năng lượng dư thừa được chuyển thành dạng nhiệt.

Vật liệu huỳnh quang:

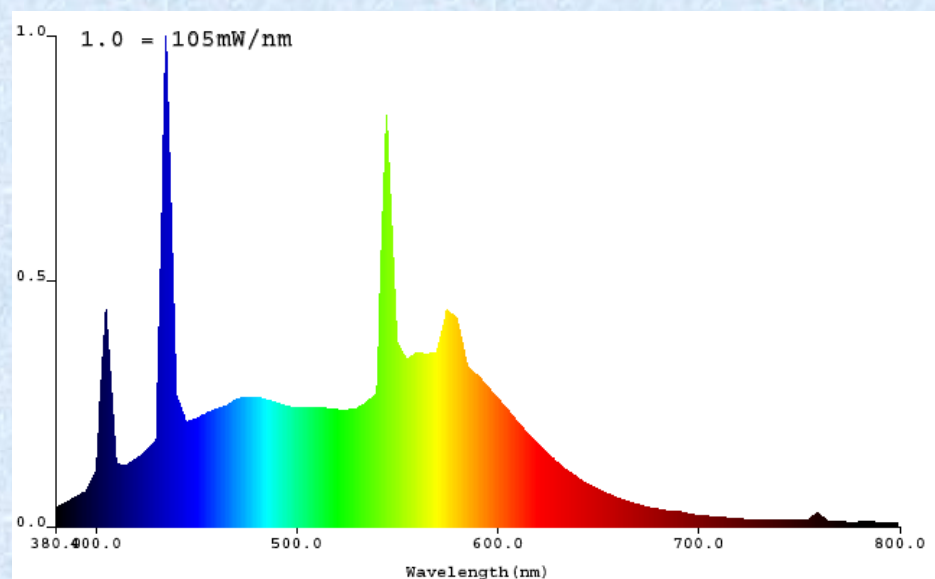
Với chiếu sáng chủ yếu là các loại bột phát quang (phosphor): dưới kích thích của bức xạ UV và ánh sáng xanh (blue)



Phổ bức xạ của nguồn sáng nhân tạo



Phổ phân bố năng lượng của đèn huỳnh quang dùng bột 3 màu (Ra 80)

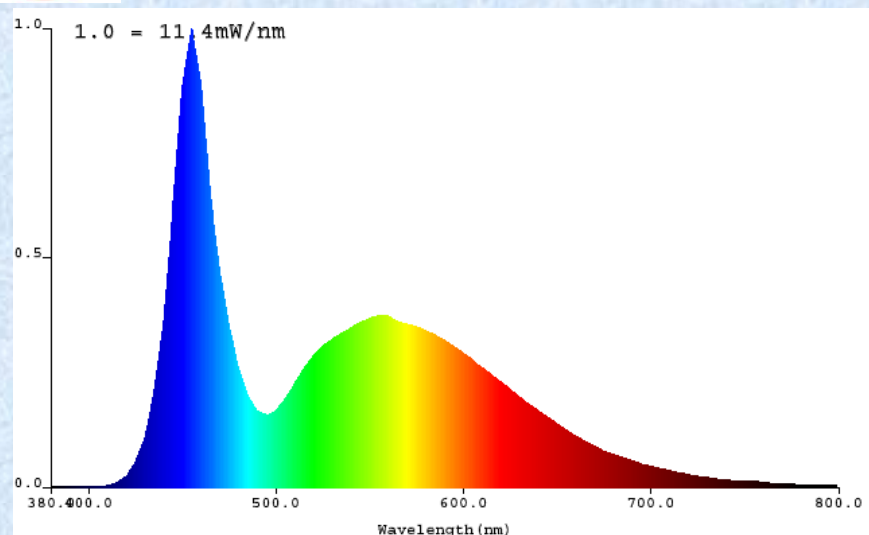


Phổ phân bố năng lượng của đèn huỳnh quang dùng bột halo phosphat (Ra 70)

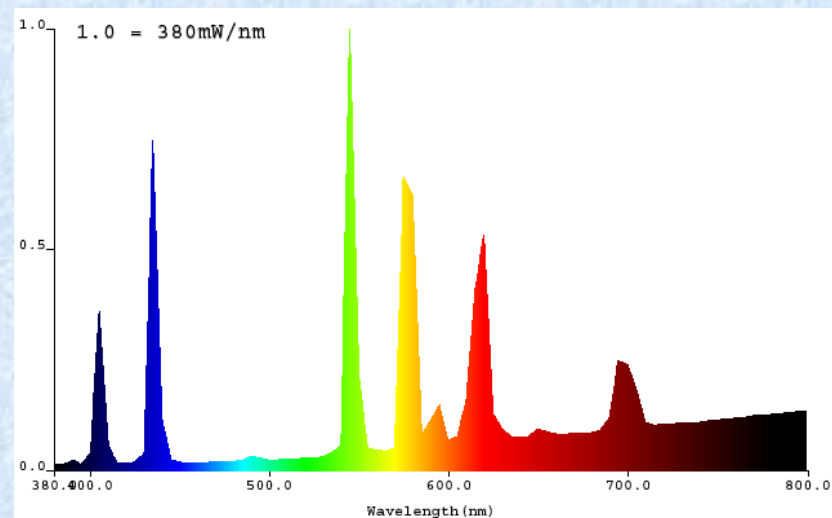
Hơi thủy ngân tại các bước sóng 404 nm, 435 nm, 546 nm và 577 nm

Các dải phát quang khác là phát xạ của bột huỳnh quang, kích thích 254 nm

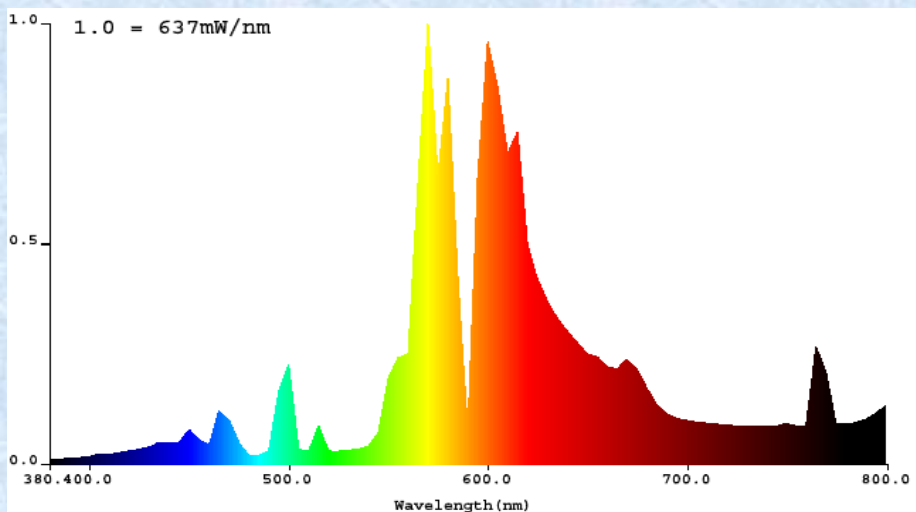
Phổ bức xạ của một số loại đèn



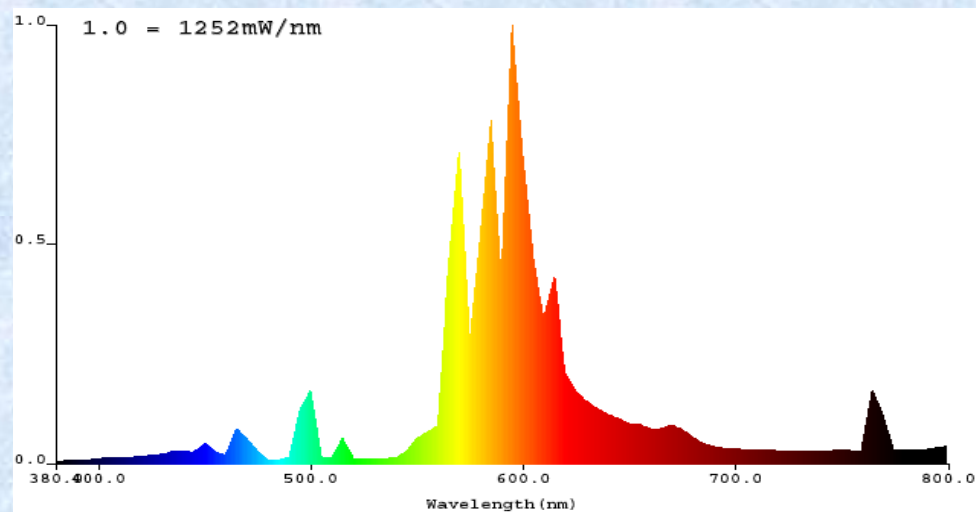
Phổ phân bố năng lượng của đèn LED trắng (Ra 83)



Phổ phân bố nl của đèn kim loại lai đốt nóng (Ra 57).

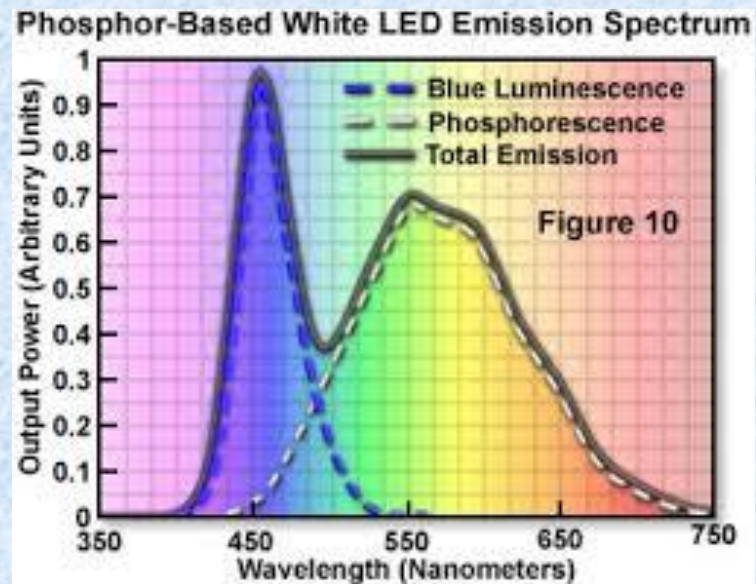
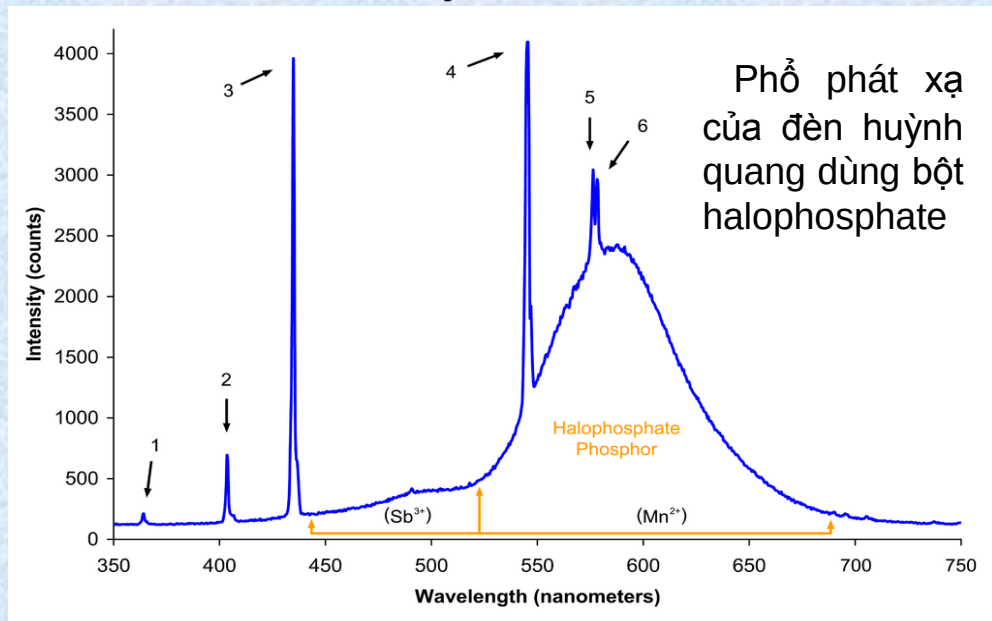
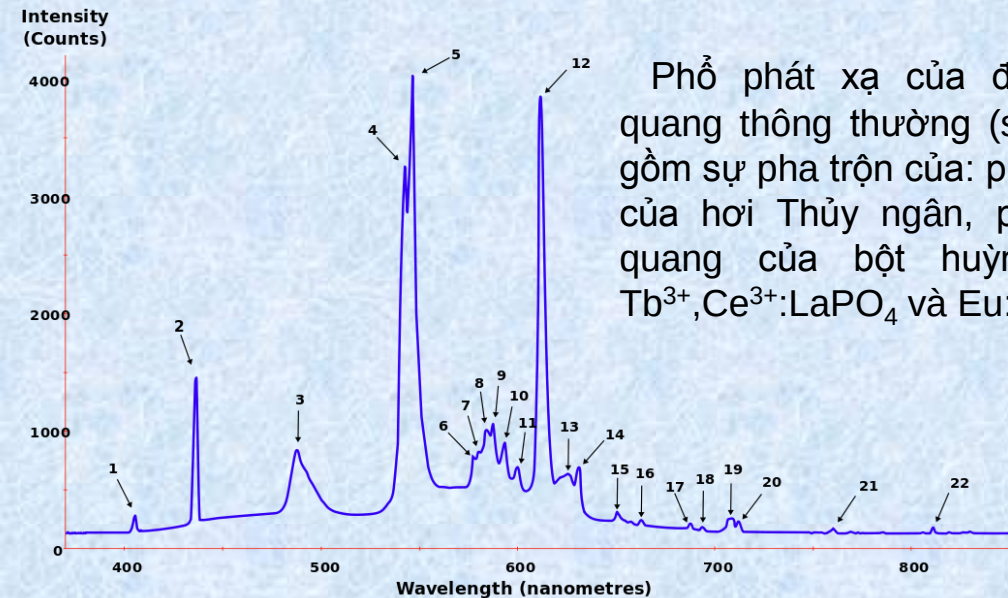


Phổ phân bố năng lượng của đèn Natri cao áp (Ra 45)



Phổ phân bố năng lượng của đèn Natri (Ra 17)

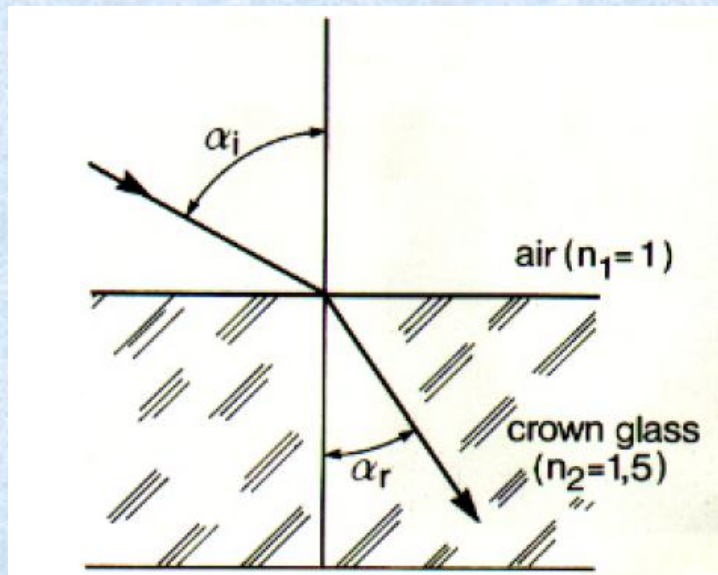
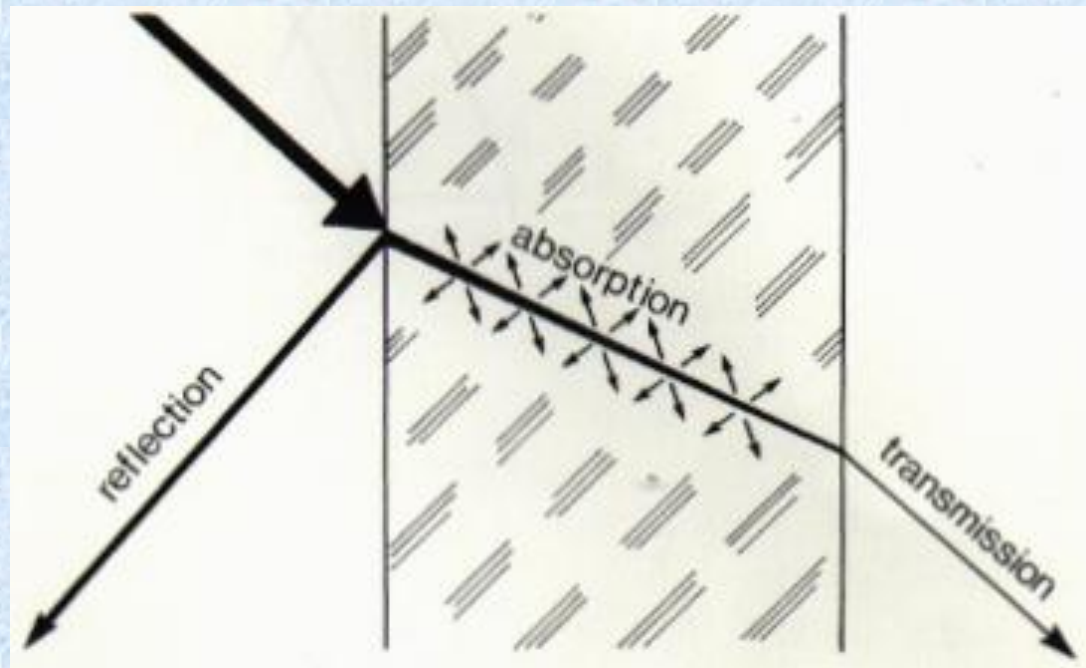
Phổ phát xạ trên cơ sở bức xạ huỳnh quang



Phổ phát xạ của LED trắng là kết hợp của phổ phát xạ LED xanh và phổ huỳnh quang của phosphor phủ trên bề mặt LED

Quá trình truyền sáng trong một môi trường hoặc qua các vật chất khác nhau

- Phản xạ
- Hấp thụ
- Truyền qua



- Khúc xạ

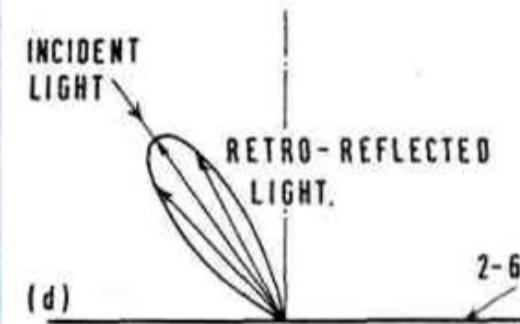
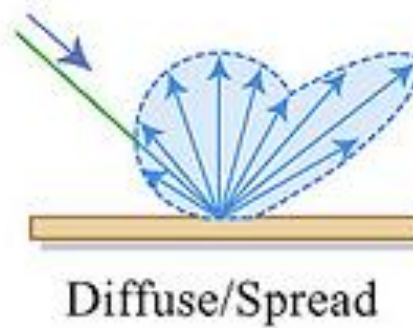
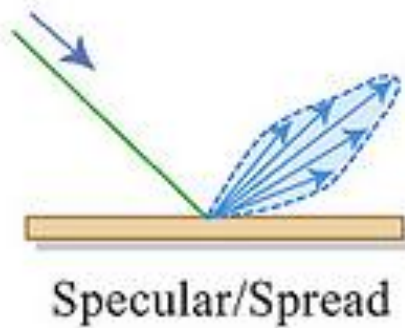
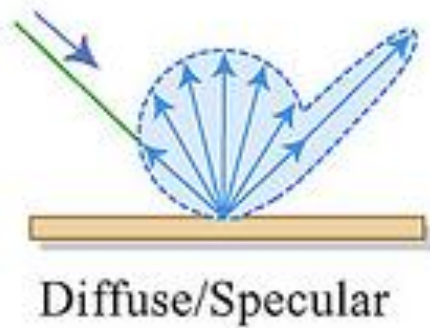
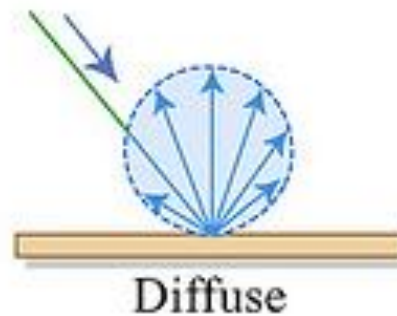
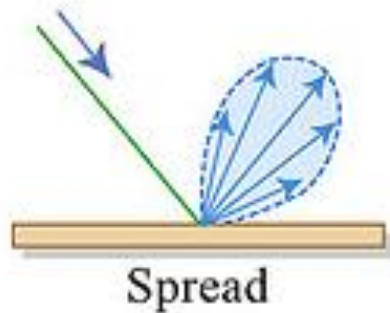
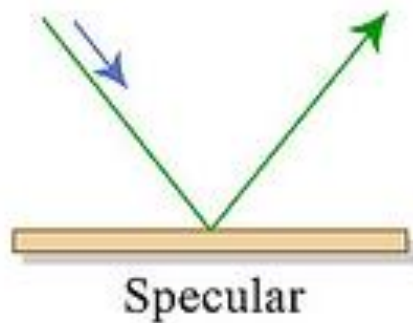
Phản xạ ánh sáng trên bề mặt vật chiếu sáng

Phản xạ gương

Phản xạ hỗn hợp

Phản xạ khuếch tán

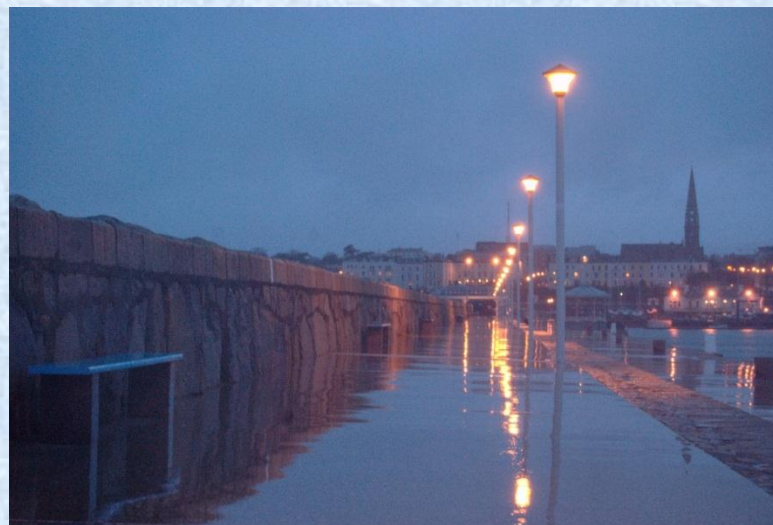
Phản xạ định hướng



Phản xạ gương



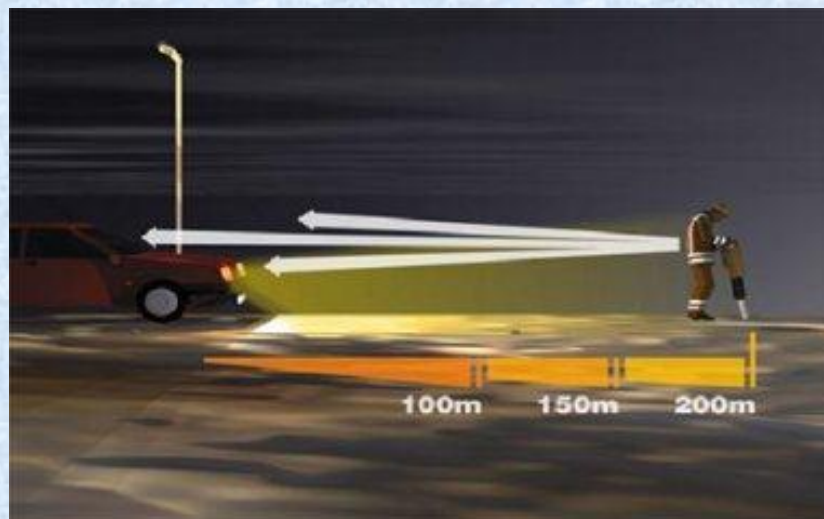
Phản xạ khuếch tán

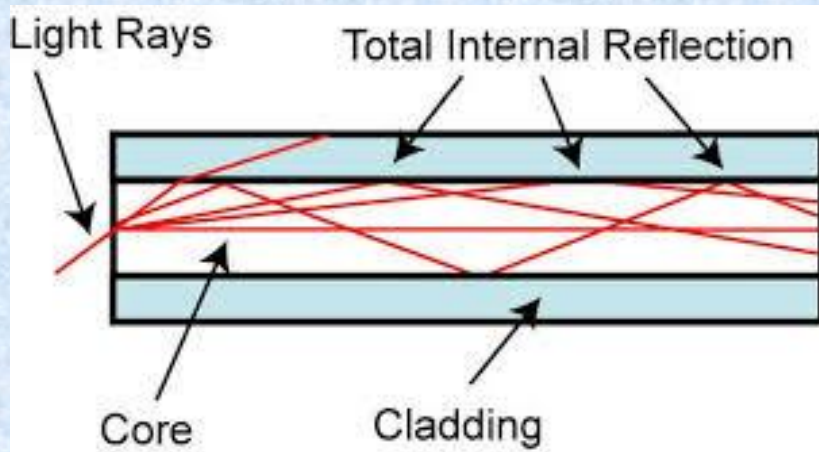


Phản xạ hỗn hợp

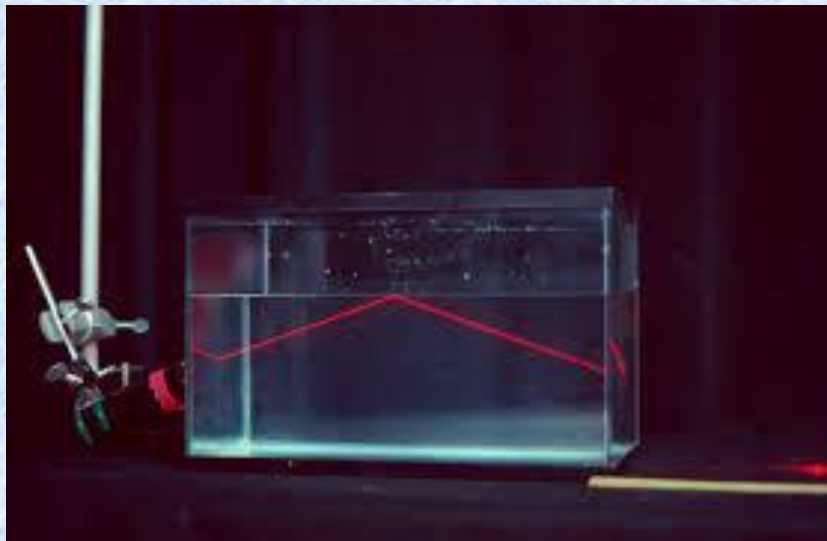


Phản xạ định hướng

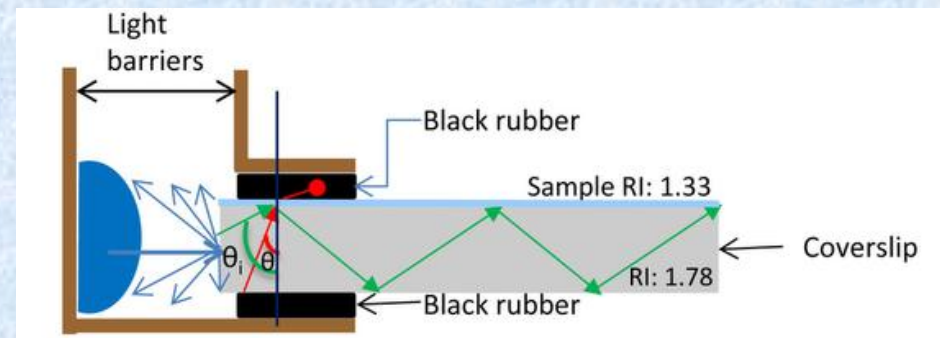
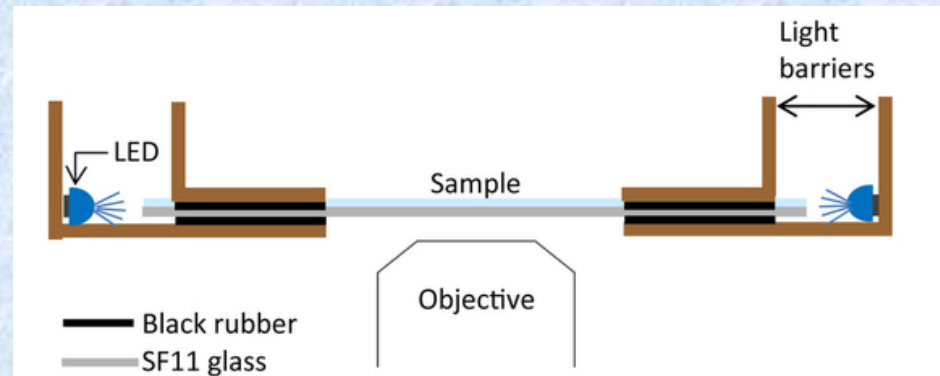




Truyền sáng trong sợi dẫn quang



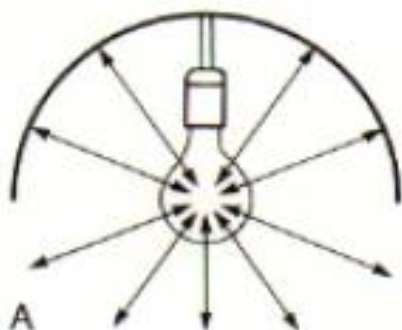
Phản xạ toàn phần tại mặt nước



Trong tấm dẫn sáng của LED panel

Gương phản xạ dùng trong thiết bị chiếu sáng

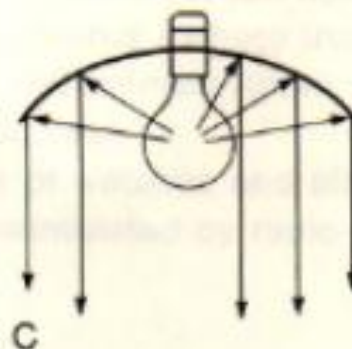
Cầu



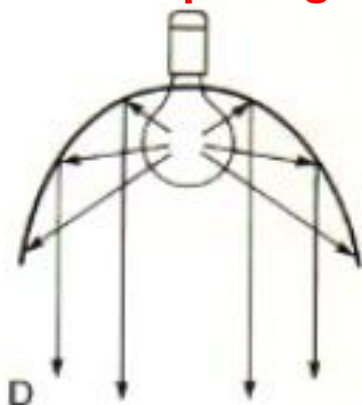
Elip



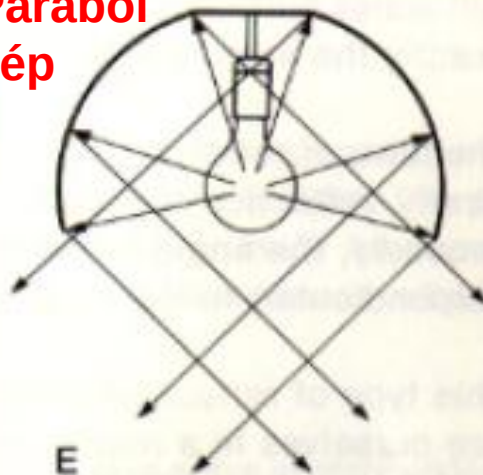
Parabol độ cong nhỏ



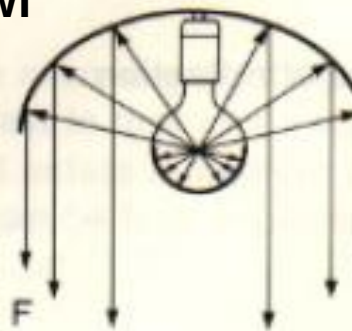
Parabol độ cong lớn



Parabol kép



Kết hợp Parabol và bowl



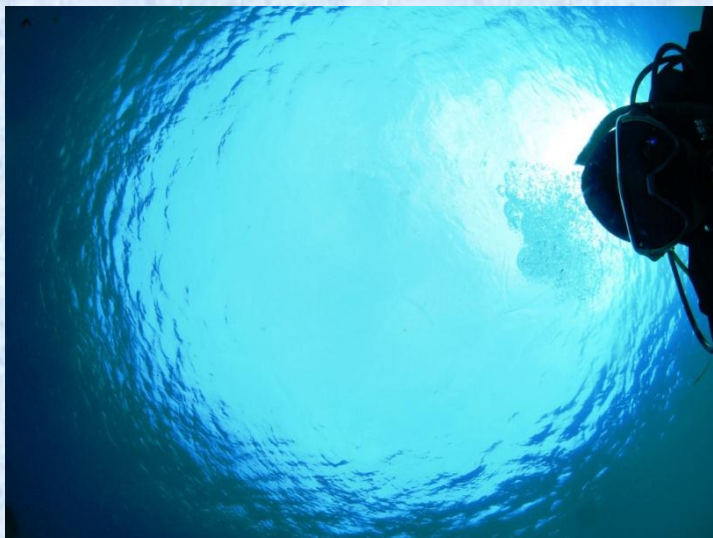
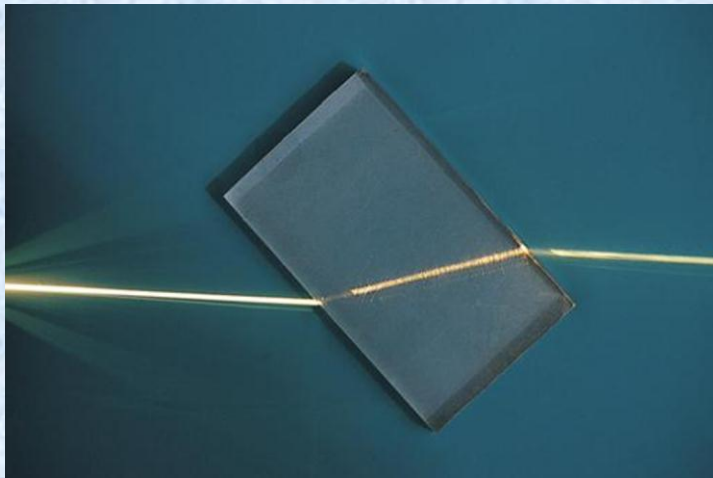
Hệ số phân xạ của một số vật liệu

Vật liệu	Hệ số phân xạ (%)
Bê tông cốt thép	92
Thạch cao trảng	90
Sơn trắng	75-90
Gạch trắng bóng	75-85
Giấy trắng	80
Men sứ	70-80
Nhôm nhôm bóng	67
Hộp kim thiếc	60-80

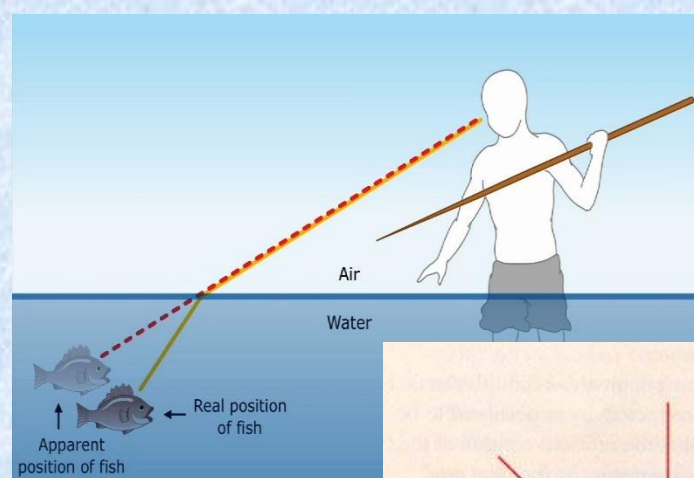
Vật liệu	Hệ số phân xạ (%)
Đóng nhôm bóng	60-70
Thép nhôm bóng	60
Vàng nhôm bóng	50-55
Đóng nhôm bóng	40-50
Giấy nâu ốm	13
Giấy đen	5
Giấy màu socola ốm	4
Vải đen	1,2

Khúc xạ ánh sáng

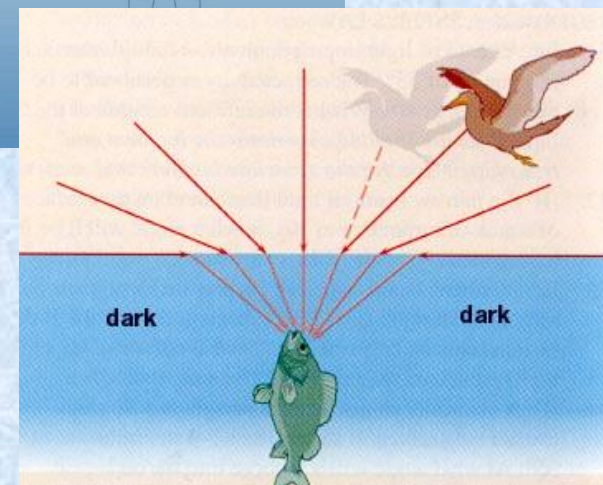
Định luật Snell: $n \cdot \sin(\alpha) = \text{const}$



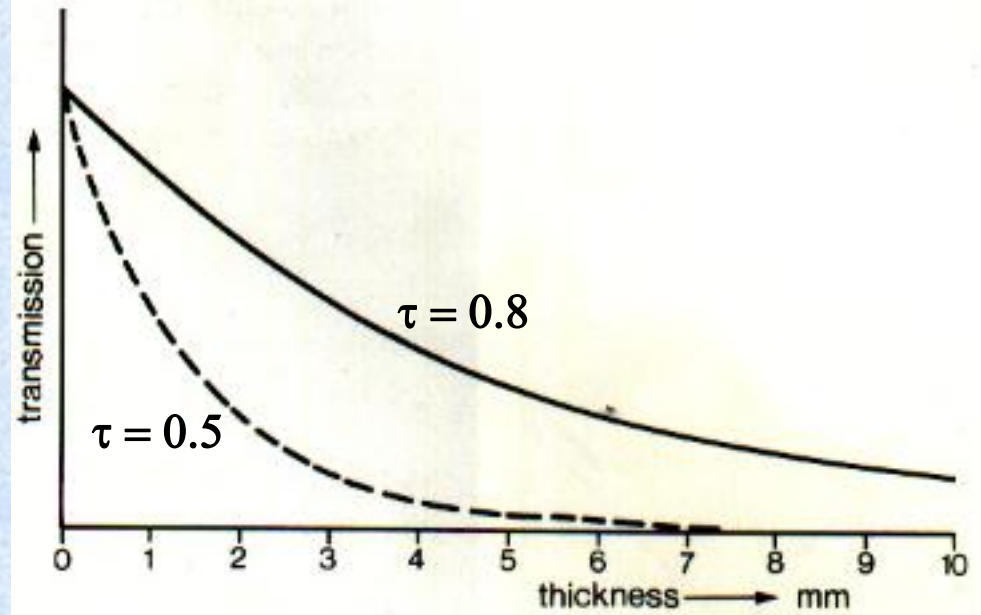
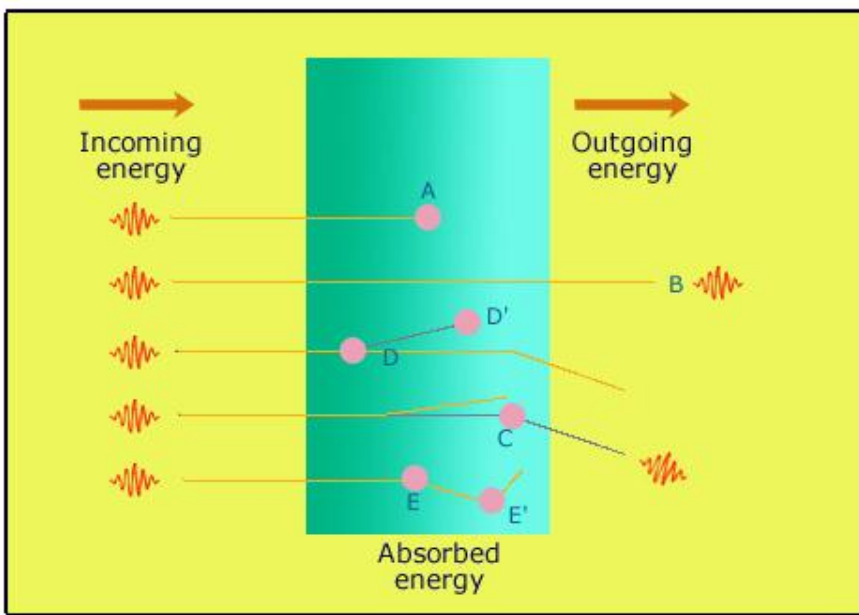
Bầu trời nhìn từ dưới nước
trông như thế nào?



Cá và người
săn nhìn thấy
nhau ở đâu?



Hấp thụ và truyền qua



Sự hấp thụ ánh sáng

Sinh nhiệt

Kích thích quá trình phát bức xạ huỳnh quang

Định luật Lambert:

$$I = I_0 * \tau^d$$

I: cường độ ánh sáng truyền qua

I_0 : cường độ ánh sáng tới

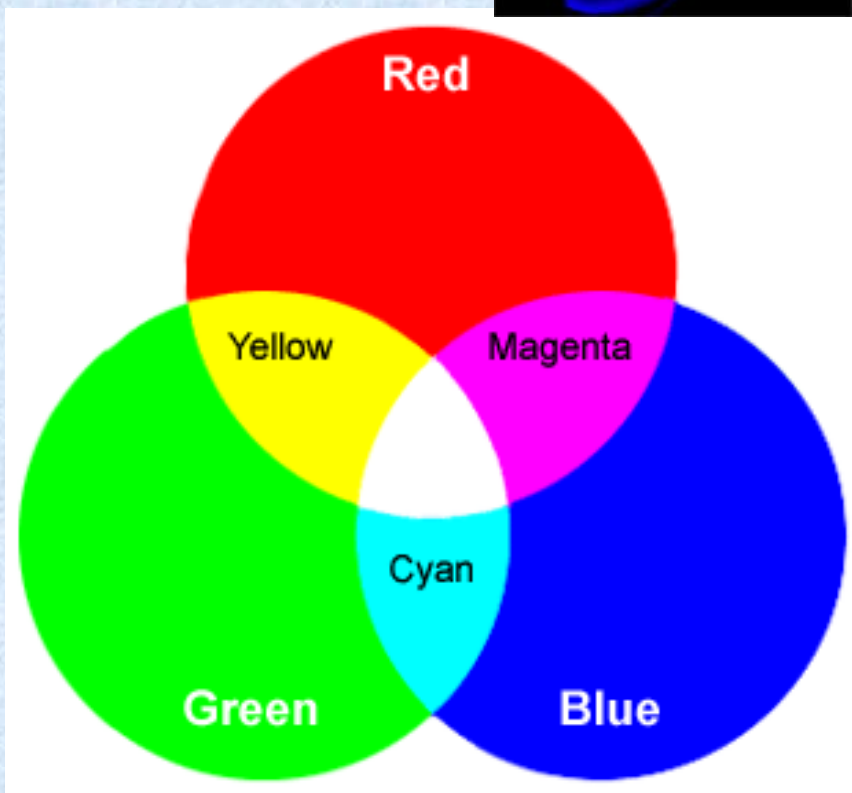
τ : hệ số truyền qua trên milimet

d: độ dày của môi trường truyền sáng (mm)

Một số khái niệm về màu sắc

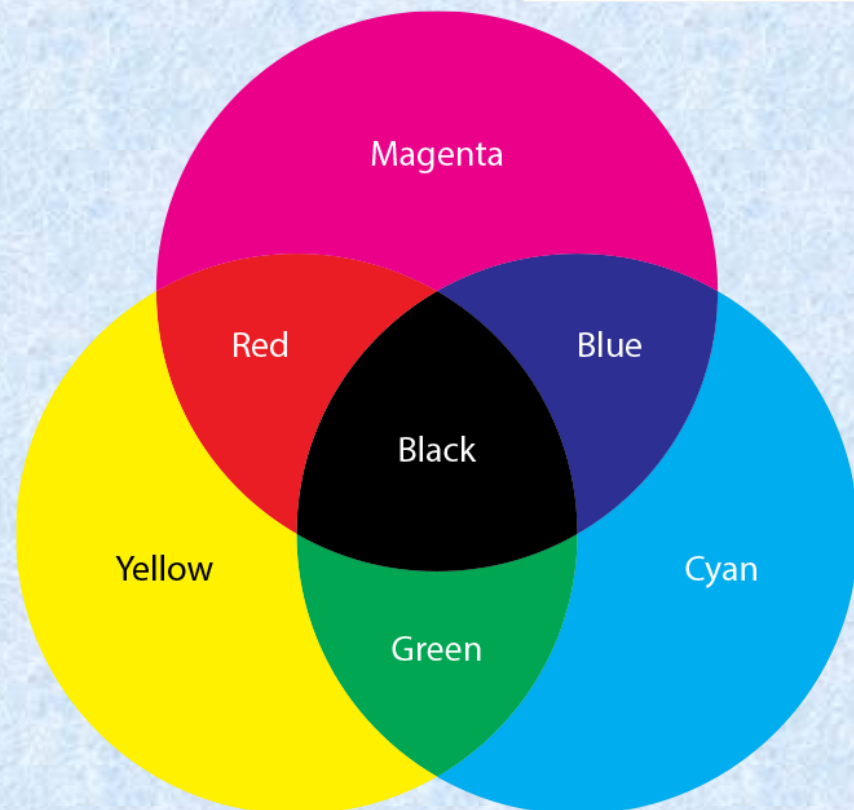
Màu cộng

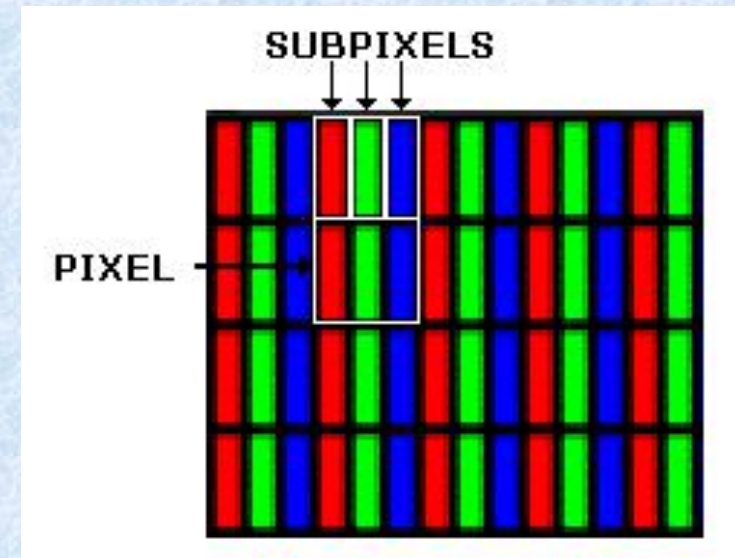
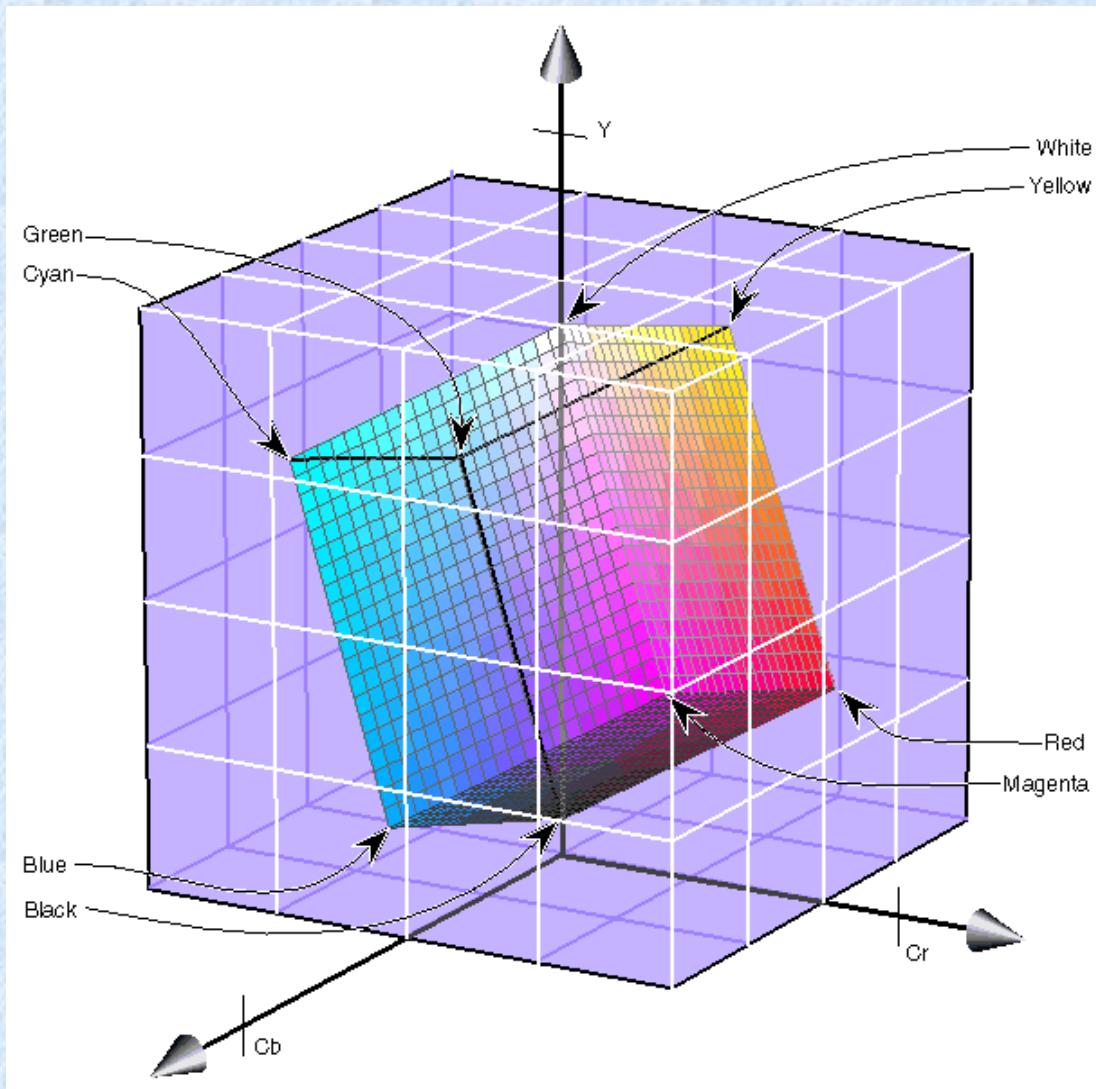
Tạo nên bởi pha trộn ánh sáng màu sắc khác nhau



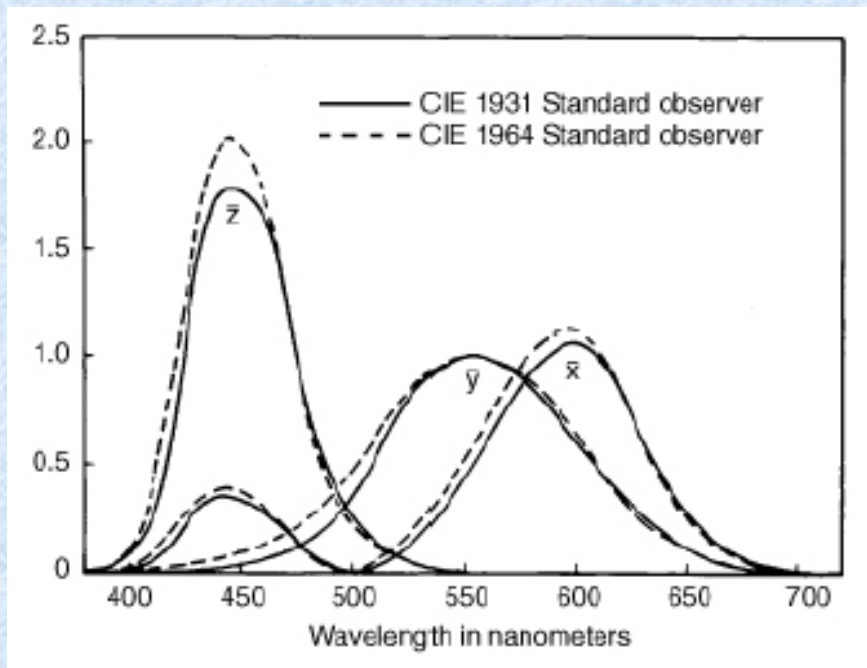
Màu trừ:

Tạo nên bởi các vật liệu tạo màu (sắc tố) ví dụ như: sơn, diệp lục, thuốc nhuộm,...





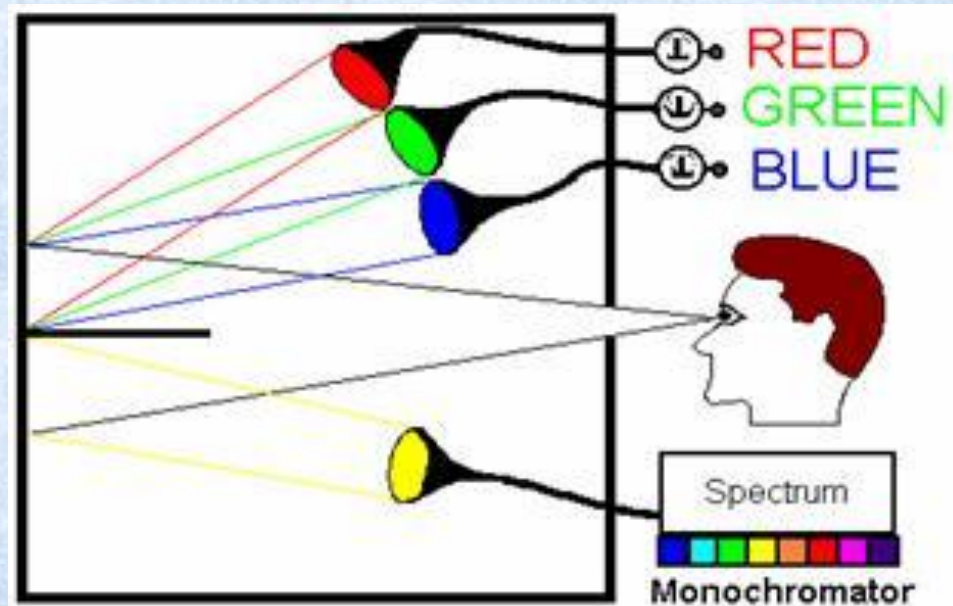
Mô hình màu RGB là mô hình màu xanh đỏ (red), xanh lục (green), xanh lam (blue), cộng với nhau bằng các cách khác nhau để tạo nên những mảng màu rộng.



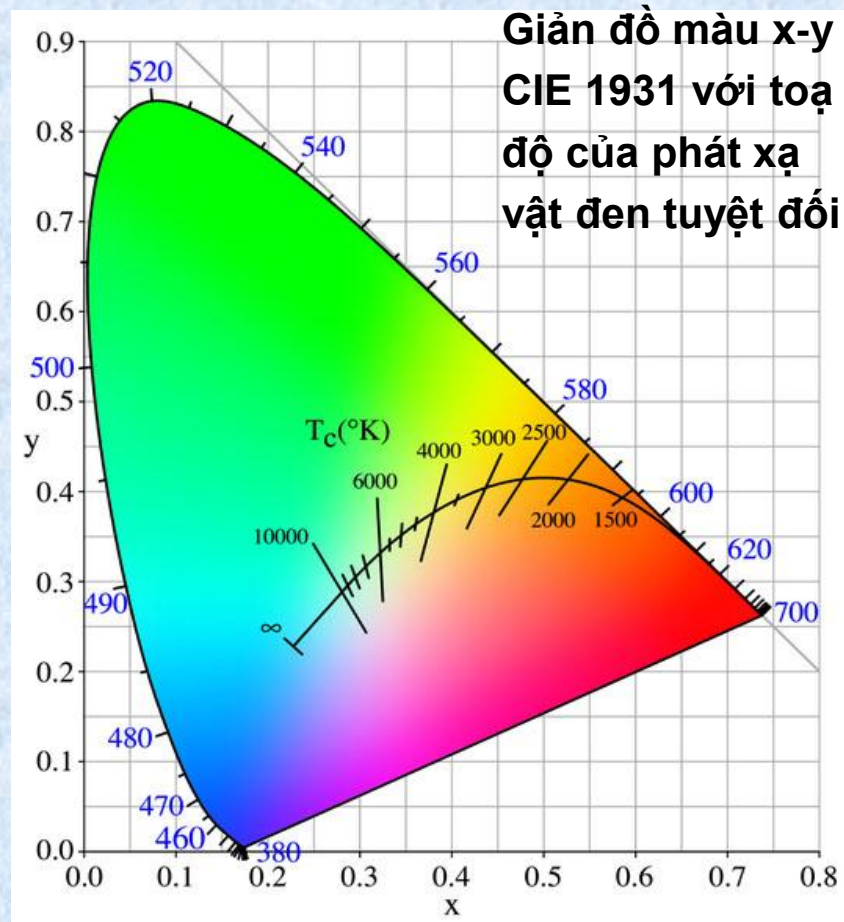
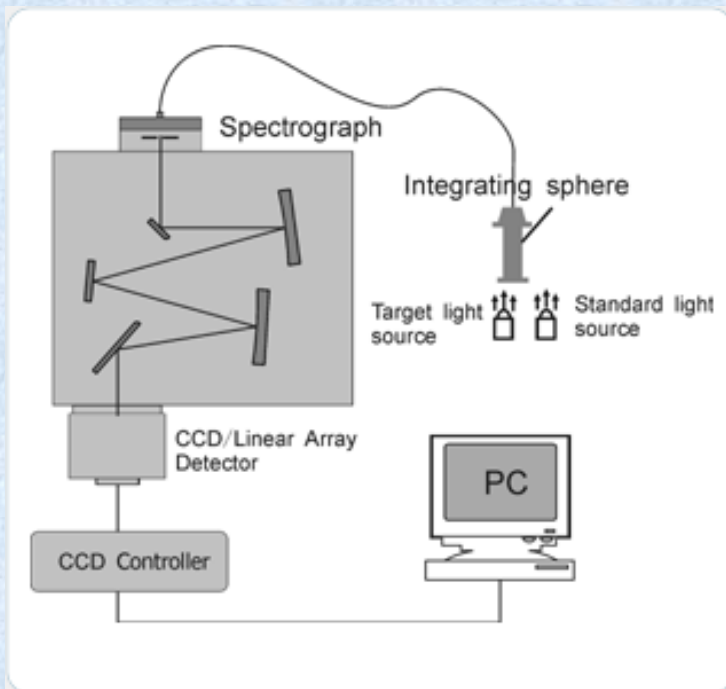
Hàm tương hợp màu CIE 1931 (góc nhìn 2°) và 1964 (góc nhìn 10°)

Hàm y chính là đường cong nhạy sáng photopic của mắt. Hàm x đặc trưng cho độ nhạy màu đỏ và màu tím, còn hàm z phản ánh sự nhạy sáng với màu xanh.

Đặc trưng tương hợp màu của những người quan sát chuẩn, được định nghĩa như giá trị kích thích 3 màu (tristimulus) của phổ ánh sáng đồng năng lượng (equal energy spectrum)



Đo phổ $I(\lambda)$



$I(\lambda)$ = Cường độ phổ phát xạ đã chuẩn hoá của đèn, $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$ là hàm số tương hợp (matching function) theo chuẩn 20 CIE

Tính các đại lượng

$$X = \int_{380}^{780} I(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \int_{380}^{780} I(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \int_{380}^{780} I(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

Tọa độ màu được biểu diễn bằng 2 thông số x và y

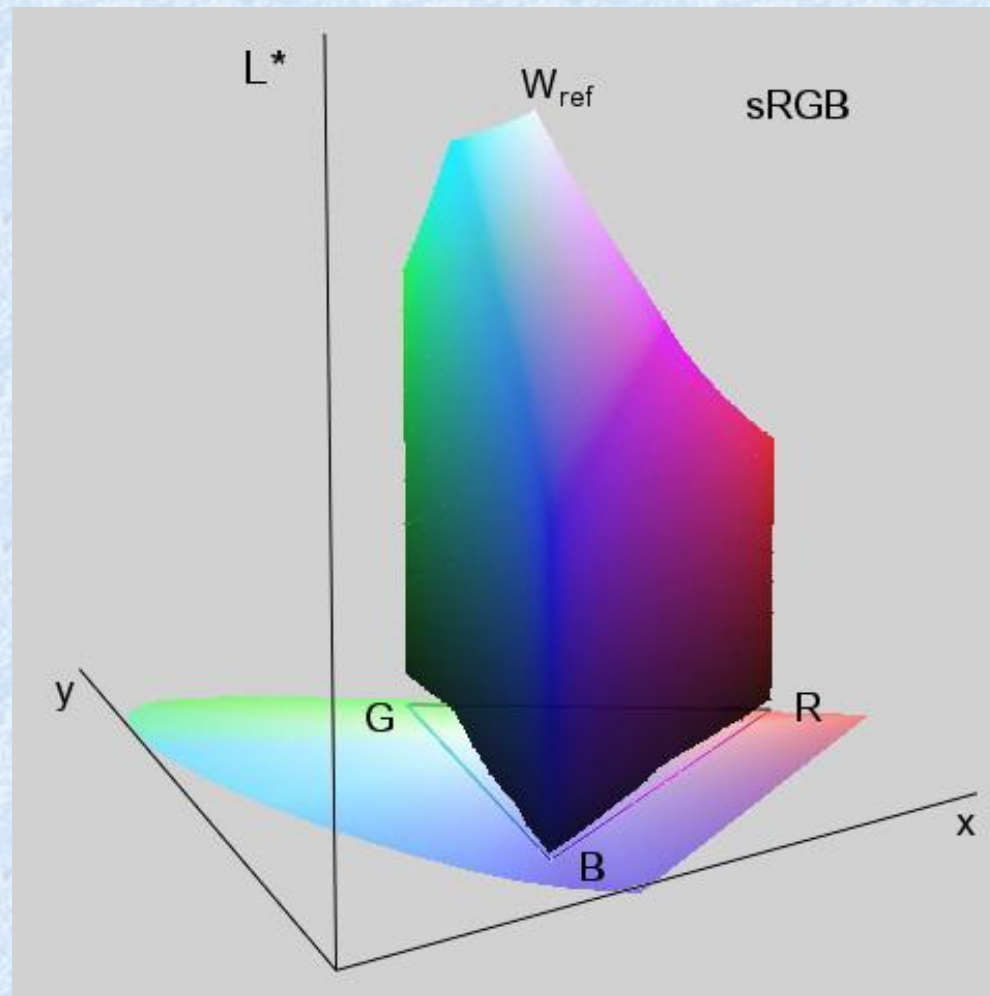
$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

So sánh không gian màu RGB và không gian màu CIE 1931 xy

Ta thấy tỷ lệ giữa R, G, B quyết định màu sắc, còn độ lớn quyết định cường độ

Tuỳ theo các phần tử RGB chọn trước, ta có được không gian màu phù hợp.



Không gian màu RGB trên tọa độ xy.

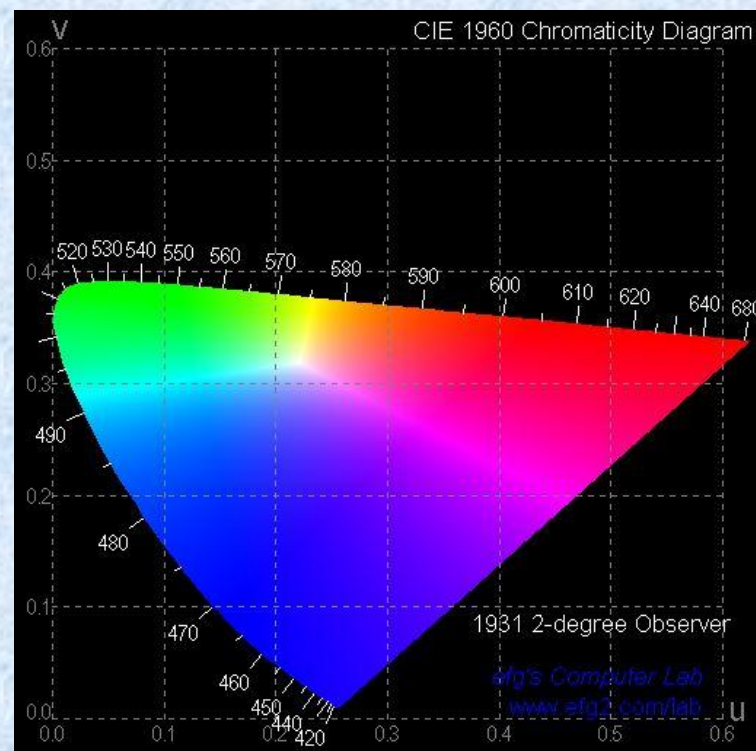
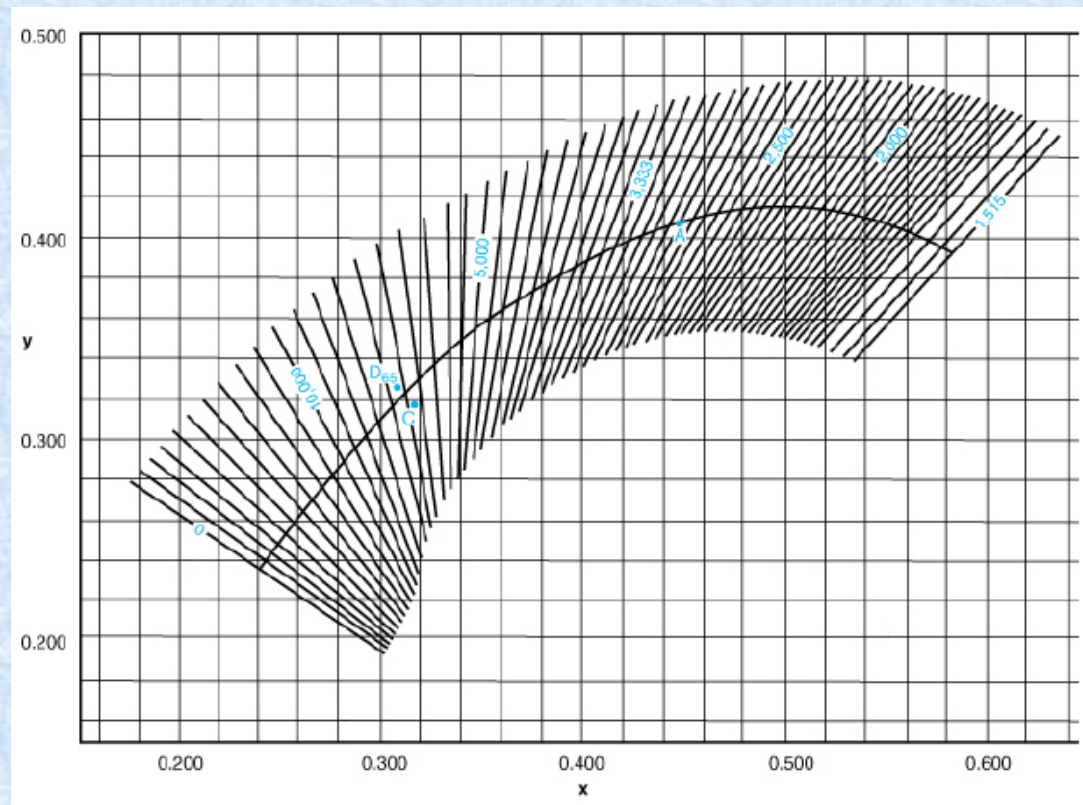
Nhiệt độ màu tương quan trong giản đồ màu x-y và uv

Toạ độ màu x-y của bức xạ vật đen tuyệt đối
đối nhiệt độ từ 1500 đến 10000 oC

Phương trình chuyển đổi từ toạ độ xy
sang toạ độ uv như sau:

$$u = 4X/(X + 15Y + 3Z) \quad (2a)$$

$$v = 6Y/(X + 15Y + Z) \quad (2b)$$



Phát xạ vật đen tuyệt đối và các vùng nhiệt độ
màu tương quan trong toạ độ xy

Giản đồ màu đồng nhất CIE 1960 uv.

Hấp thụ và màu sắc quan sát được – Nhiệt độ màu của một số nguồn sáng

Color absorbed	Color observed
Violet	YellowGreen
Blue Violet	Yellow
Blue	Orange
BlueGreen	Red
Green	Purple
YellowGreen	Violet
Yellow	Blue Violet
Orange	Blue
Red	Bluegreen

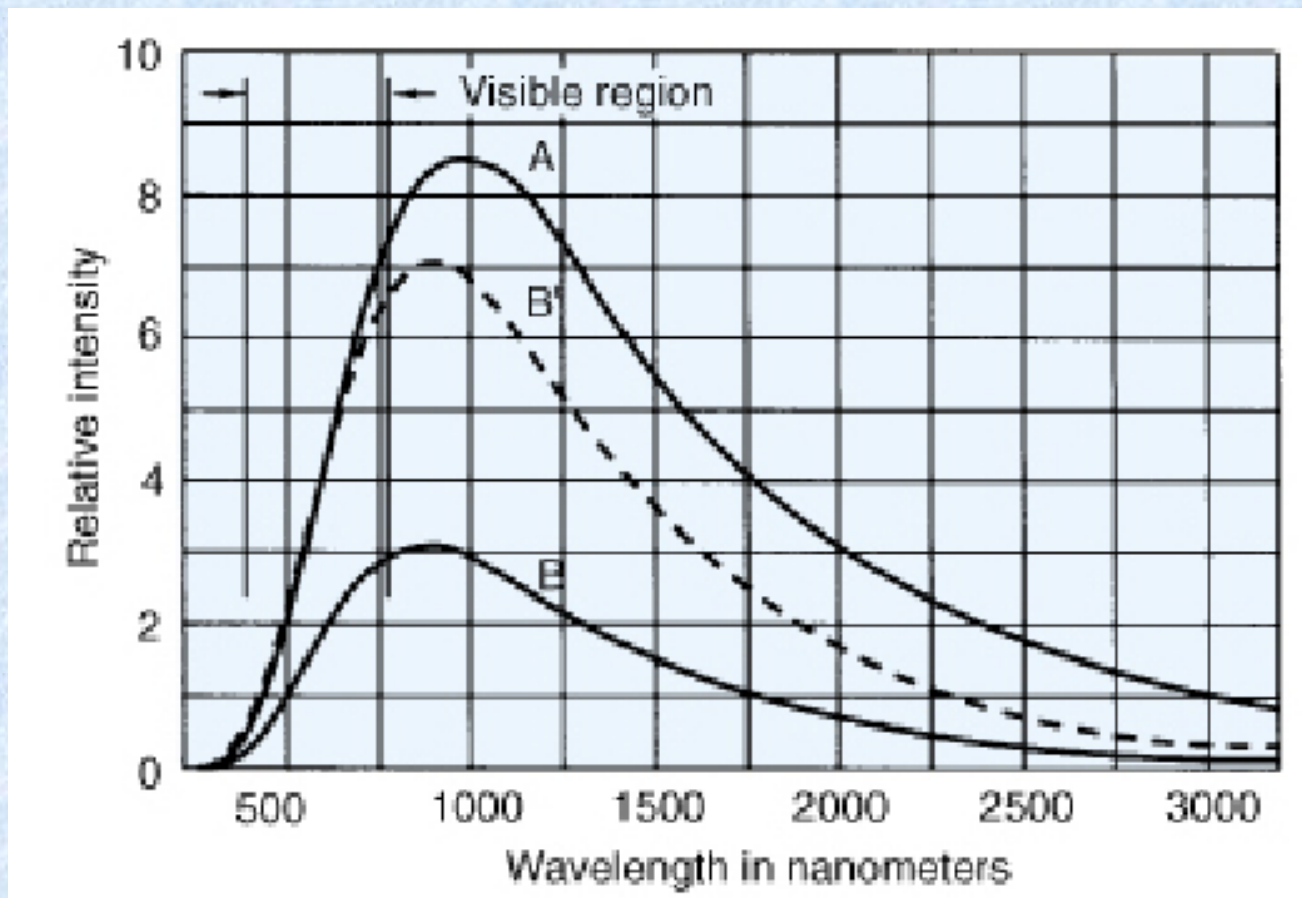
Bảng 1.9 Nhiệt độ màu của một số nguồn sáng

Nguồn sáng	Nhiệt độ màu (K)
Bầu trời xanh	10.000-30.000
ánh sáng trời mây	6000-8000
Đèn huỳnh quang ánh sáng ngày	6200
Đèn huỳnh quang ánh sáng ấm	3000
Đèn Metal Halide	4100
Đèn sợi đốt	2500
Ngọn nến	1800

Nhiệt độ màu đèn sợi đốt.

Wolfram, có nhiệt độ nóng chảy 3653 K

Đèn sợi đốt 3000 K (đèn halogen) với hiệu suất khoảng 20 lm/W

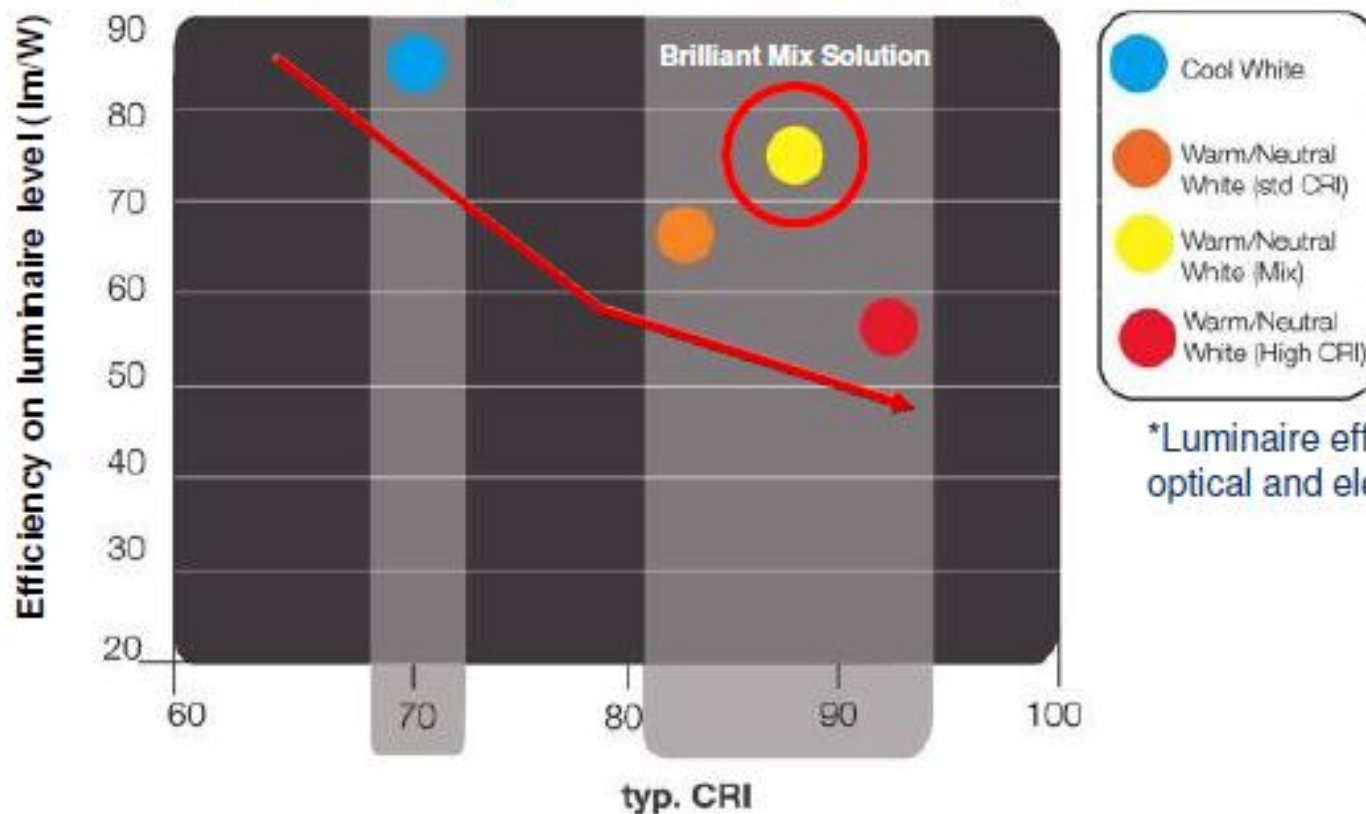


So sánh phổ phát xạ của vật đen tuyệt đối (A) và của đèn sợi đốt (B) dùng tóc đèn W, 3000 K. Đường B' diễn tả hệ số nhân 2,7 để so dạng phổ.

Dung hòa giữa hiệu suất và khả năng hoàn màu khi dùng LEDs trong chiếu sáng rắn

LED trắng thông thường khó có thể giải quyết yêu cầu tạo ra đèn hoặc hệ chiếu sáng đáp ứng đồng thời hai tiêu chí: hiệu suất và chất lượng màu sắc !

Color Rendering and Luminaire Efficiency*

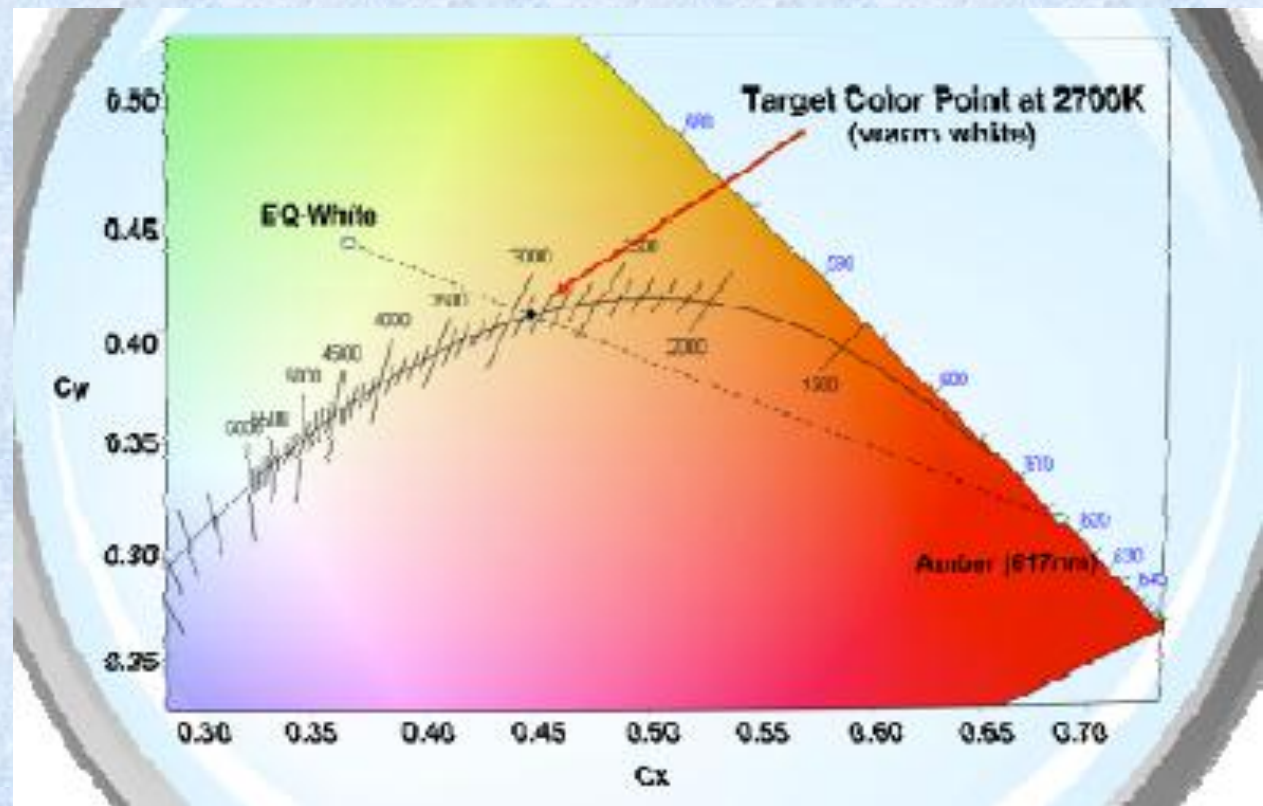


*Luminaire efficiency considers thermal, optical and electrical losses

Phương án trộn màu “Brilliant Mix”



- ❑ Trộn LED trắng và LED màu amber/đỏ
- ❑ Hiệu suất cao và CRI cao; $R_a > 90$
- ❑ Hiệu suất đã đạt trên 110 lm/W và điều chỉnh được CCT trong khoảng 2700K - 4000K



Kết quả của phương pháp chiếu sáng trộn màu dùng tổ hợp LED trắng và bổ sung màu đỏ



Combination of Amber (617nm) and EQ White

Hiệu quả của phương án đề xuất???

Xin cảm ơn sự chú ý theo dõi !