

● **Cường độ sáng:** Cường độ sáng là đại lượng quang học cơ bản dùng trong việc đo thông số nguồn sáng, là một trong 7 đơn vị cơ bản của hệ thống đo lường quốc tế **SI** (System International), 7 đơn vị đo lường cơ bản (m: mét, kg: kilogam, s: giây, A: Ampe, K: kelvin, mol, cd: candela).

Cường độ sáng là năng lượng phát ra 1 nguồn ánh sáng trong 1 hướng cụ thể và được tính như sau: 1 candela là cường độ mà một nguồn sáng phát ra 1 lumen đẳng hướng trong một góc đặc. Một nguồn sáng 1 candela sẽ phát ra 1 lumen trên một diện tích 1m^2 tại một khoảng cách một mét kể từ tâm nguồn sáng. Có thể thấy cường độ nguồn sáng giảm theo khoảng cách kể từ nguồn sáng. $1\text{cd} = 1\text{lm} / 1\text{steradian}$. Một ngọn nến thông thường phát ra ánh sáng với cường độ sáng khoảng một candela. Nếu phát thải trong một số hướng bị chặn lại bởi một rào mờ, nguồn sáng này vẫn có cường độ khoảng một candela trong các hướng mà không bị che khuất. Candela có nghĩa là “ngọn nến”. Từ tháng 10-1979 CIE đưa ra định nghĩa mới của candela: Candela là cường độ sáng theo một phương của nguồn sáng đơn sắc có tần số 540.1012 Hz (bước sóng $\lambda=555\text{nm}$) và có cường độ năng lượng theo phương này là $1/683\text{ W/Sr}$.

Ký hiệu : I (Viết tắt của tiếng Anh là Intensity : cường độ)

Đơn vị : Cd (candela).

Bảng cường độ sáng của một số nguồn sáng

Nguồn sáng	Cường độ sáng (cd)
Ngọn nến	0,8 theo mọi phương
Đèn sợi đốt 40 W	35 theo mọi phương
Đèn sợi đốt 300 W có bộ phản xạ	1500 ở tâm chùm tia
Đèn Halogen kim loại 2 kW có bộ phản xạ	14.800 theo mọi phương 250.000 ở tâm chùm tia

Để biểu diễn sự phân bố cường độ sáng trong không gian người ta thường sử dụng hệ tọa độ cực mà gốc là nguồn sáng và đầu mút là các vectơ cường độ sáng.

Trong thực tế, biểu đồ này được biểu diễn trong mặt phẳng hoặc nửa mặt phẳng bằng cách vẽ đường cong cắt bề mặt này bởi một số mặt phẳng kinh tuyến xác định. Với các nguồn đối xứng tròn xoay thì chỉ cần cắt bởi một mặt phẳng kinh tuyến

●**Quang thông:** Quang thông là đại lượng trắc quang cho biết công suất bức xạ của chùm ánh sáng phát ra từ một nguồn phát sáng điểm. Đơn vị của quang thông trong các hệ đơn vị **SI**, Quang thông (F) là đại lượng đo công suất phát sáng của 1 nguồn sáng. Ngoài ra còn có các đại lượng khác như cường độ sáng (ký hiệu I), đơn vị là candela (cd); độ rọi (E), đơn vị lux (lx).

Quang thông của 1 số loại nguồn sáng:

1. Bóng sợi đốt 100W: $F=1030\text{lm}$
2. Bóng compact 20W: $F=1200\text{lm}$
3. Bóng sodium 250W: $F=27500\text{lm}....$

Ký hiệu: F

Đơn vị: lm (lumen)

Bảng quang thông của một số nguồn sáng thông dụng

Nguồn sáng	Quang thông (lumen)
Đèn sợi đốt 60W	685
Đèn compact 11 W	560
Đèn huỳnh quang 40W	2700
Đèn Na cao áp 400W	47.000
Đèn Halogen kim loại 2 kW	180.000

●**Độ chói:** Khi ta nhìn vào một nguồn sáng hoặc một vật được chiếu sáng, ta có cảm giác bị chói mắt. Để đặc trưng cho khả năng bức xạ ánh sáng của nguồn hoặc bề mặt phản xạ gây nên cảm giác chói sáng đối với mắt, người ta đưa ra định nghĩa độ chói. Các nguyên tố diện tích của các vật được chiếu sáng nói chung phản xạ ánh sáng nhận được một cách khác nhau và tác động như một nguồn sáng thứ cấp phát các cường độ sáng khác nhau theo mọi hướng.

Để đặc trưng cho các quan hệ của nguồn sáng (nguồn sơ cấp và nguồn thứ cấp) đối với mắt cần phải bổ sung vào cường độ sáng cách xuất hiện ánh sáng.

Quan hệ này có thể được minh họa bằng nhận xét sau đây: ví dụ một đèn sợi đốt 40 W thực tế phát ra cùng một quang thông, nghĩa là cùng một cường độ theo mọi hướng dù bóng đèn bằng thủy tinh trong hay thủy tinh mờ. Tuy nhiên đối với mắt ta cảm thấy chói hơn khi bóng đèn bằng thủy tinh trong so với bóng thủy tinh mờ.

Người ta định nghĩa độ chói L theo một phương cho trước, của một diện tích mặt phát sáng dS là tỷ số của cường độ sáng dI phát bởi dS theo phương này và diện tích biểu kiến của dS

Ta nhận thấy độ chói của một bề mặt bức xạ phụ thuộc vào hướng quan sát mà không phụ thuộc vào khoảng cách từ nguồn đến điểm quan sát.

Về sau chúng ta sẽ thấy độ chói đóng vai trò cơ bản trong kỹ thuật chiếu sáng, nó là cơ sở của các khái niệm về tri giác và tiện nghi thị giác. Độ chói mới phản ánh chất lượng chiếu sáng, còn độ rọi chỉ phản ánh số lượng chiếu sáng mà thôi.

Bảng độ chói của một số nguồn thông dụng. Độ chói của bề mặt phản xạ ánh sáng theo một phương còn gọi là độ trung.

Nguồn sáng	Độ chói cd/m^2
Bề mặt mặt trời	165.107
Bề mặt mặt trăng	2500
Bầu trời xanh	1500
Bầu trời xám	1000
Đèn sợi đốt 100W	6.106
Đèn huỳnh quang 40W	7000
Giấy trắng khi độ rọi 400 lux	80
Độ chói của mặt đường	1-2

Ký hiệu: L

Đơn vị: Cd/m^2

1Cd/m^2 là độ chói của một mặt phẳng phát sáng đều có diện tích 1m^2 và có cường độ sáng 1Cd theo phương vuông góc với nguồn đó.

Ví dụ về độ chói một số bề mặt:

- Bề mặt đèn huỳnh quang: $5.000-15.000\text{cd/m}^2$
- Bề mặt đường nhựa chiếu sáng với độ rọi 30lux có độ chói khoảng 2cd/m^2
- Mặt trời mới mọc : khoảng 5.106 Cd/m^2
- Mặt trời giữa trưa : khoảng $1,5 - 2.109 \text{ Cd/m}^2$

●**Công suất bóng đèn:** lượng điện năng tiêu thụ của đèn.

Ví dụ: Bóng đèn huỳnh quang T8 1,2m có công suất 36W, tổn hao 10% nên tổng công suất là 40W. Như vậy trong 24h lượng điện năng tiêu thụ là: $960\text{W} \sim 1\text{kW}$ (người ta hay gọi là 1 ký điện).

Năng lượng điện cung cấp cho nguồn sáng không phải biến đổi hoàn toàn thành ánh sáng mà biến đổi thành nhiều dạng năng lượng khác nhau như hóa năng, bức xạ nhiệt, bức xạ điện từ. Các bức xạ ánh sáng chỉ là một phần của bức xạ điện từ do nguồn phát ra. Dưới góc độ kỹ thuật chiếu sáng ta chỉ quan tâm đến năng lượng bức xạ ánh sáng nhìn thấy mà thôi, do đó người ta đưa ra khái niệm *thông lượng năng lượng của bức xạ ánh sáng nhìn thấy*, đó là phần năng lượng bức xạ thành ánh sáng của nguồn sáng trong một giây theo mọi hướng

Đơn vị: Watt(W).

●**Quang hiệu:** Quang hiệu là tỷ số giữa quang thông do nguồn sáng phát ra và công suất điện mà nguồn sáng tiêu thụ, nghĩa là 1W điện tạo ra được bao nhiêu lumen. Có đơn vị lm/W . Ví dụ: đèn huỳnh quang T8 có công suất 36W, quang hiệu là $40\sim 50 \text{ lm/W}$. Vậy tổng quang thông phát ra = $36\text{W} \times 40\sim 50 (\text{lm/W}) = 1440\sim 1800\text{lm}$. Vì thế ta thiết kế máng đèn để gom lấy gần như toàn bộ quang thông này. Chỉ số quang hiệu này sẽ giảm theo thời gian sử dụng, vì thế bóng đèn sẽ mờ dần và cần thay thế.

Trong kỹ thuật chiếu sáng người ta không dùng khái niệm hiệu suất theo nghĩa thông thường (tính theo tỷ lệ %) mà sử dụng khái niệm quang hiệu. Quang hiệu thể hiện đầy đủ khả năng biến đổi năng lượng mà nguồn sáng tiêu thụ thành quang năng.

Một số tài liệu gọi khái niệm này là *hiệu suất* của nguồn sáng. Tuy nhiên, nếu ta sử dụng khái niệm *hiệu suất* thì sẽ liên tưởng đến tỉ lệ % (giá trị ≤ 1) giữa các đại lượng cùng đơn vị đo. Trái ngược hoàn toàn với quan niệm về hiệu suất, quang hiệu lại có giá trị lớn hơn 1 rất nhiều và là tỉ số của 2 đơn vị đo khác nhau (lm/W) do đó việc dùng khái niệm hiệu suất là không hợp lý.

●**Độ rọi:** Độ rọi là đại lượng đặc trưng cho bề mặt được chiếu sáng, là mật độ quang thông trên bề mặt có diện tích S. Có nghĩa là mật độ quang thông của một nguồn sáng 1 lumen trên diện tích 1m^2 . Khi mặt được chiếu sáng không đều độ rọi được tính bằng trung bình đại số của độ rọi các điểm.

Ký hiệu: E

Đơn vị: Lux hay Lx

Bảng độ rọi trên một số bề mặt thường gặp

Địa điểm được chiếu sáng	Độ rọi (lux)
Ngoài trời giữa trưa nắng	100.000
Ngoài trời giữa trưa đầy mây	10.000
Trắng tròn tiêu chuẩn	0,25
Phòng làm việc	300-500
Lớp học	300-400
Đường phố về ban đêm	20-50

●**Độ trung M, lumen/m^2 (lm/m^2):** Độ trung tại một điểm của bề mặt phát xạ M là quang thông phát ra bởi một đơn vị diện tích tại điểm đó, là tỉ số giữa quang thông phát ra bởi một nguyên tố bề mặt chứa điểm đó và diện tích của nó.

Đơn vị đo độ trung bức xạ: Watt/m^2 (W/m^2);

Đơn vị đo độ trung ánh sáng: lumen/m^2 (lm/m^2).

●**Nhiệt độ màu (K):** Nhiệt độ màu của một nguồn sáng được thể hiện theo thang Kelvin (K) là biểu hiện màu sắc của ánh sáng do nó phát ra. Tưởng tượng một thanh sắt khi nguội có màu đen, khi nung đều đến khi nó rực lên ánh sáng da cam, tiếp tục nung nó sẽ có màu vàng, và tiếp tục nung cho đến khi nó trở nên “nóng trắng”. Tại bất kỳ thời điểm nào trong quá trình nung, chúng ta có thể đo được nhiệt độ của thanh thép theo độ Kelvin (0°C ứng với $273,15\text{K}$) và gán giá trị đó với màu được tạo ra.

Đối với đèn sợi đốt, nhiệt độ màu chính là nhiệt độ bản thân nó. Đối với đèn huỳnh quang, đèn phóng điện (nói chung là các loại đèn không dùng sợi đốt) thì nhiệt độ màu chỉ là tượng trưng bằng cách so sánh với nhiệt độ tương ứng của vật đen tuyệt đối bị nung nóng. Khi nói đến nhiệt độ màu của đèn là người ta có ngay cảm giác đó là nguồn sáng “ấm”, “trung tính” hay là “mát”. Nói chung, nhiệt độ càng thấp thì nguồn càng ấm, và ngược lại. Để dễ hình dung điều này ta xét một số giá trị nhiệt độ màu sau đây:

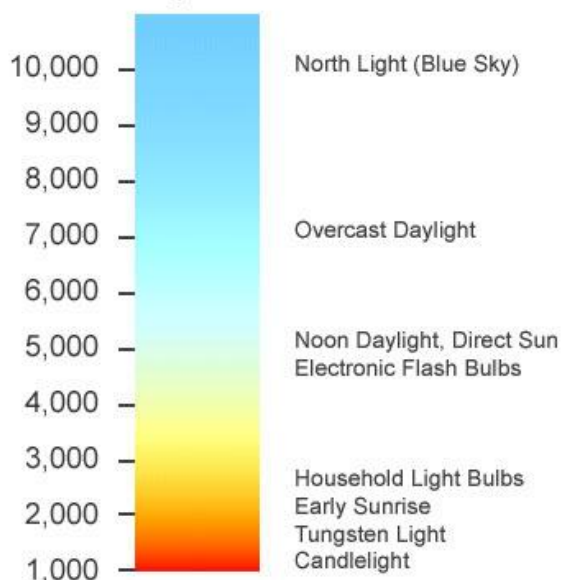
$2500^\circ\text{K} - 3000^\circ\text{K}$: Lúc mặt trời lặn, đèn sợi đốt.

$4500^\circ\text{K} - 5000^\circ\text{K}$: Ánh sáng ban ngày quang mây.

$6000^\circ\text{K} - 10.000^\circ\text{K}$: Ánh sáng khi trời nhiều mây (ánh sáng lạnh).

Trong ánh sáng nó không dùng chỉ nhiệt độ giống $^\circ\text{C}$, mà nó dùng chỉ dải màu của ánh sáng.

Colour Temperatures in the Kelvin Scale



Bảng 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

●**Màu và sắc:** Màu và sắc không phải là những khái niệm đồng nhất. Trong tự nhiên ta gặp các màu được chia thành hai nhóm: màu vô sắc và màu có sắc.

- Màu vô sắc như màu đen, trắng và xám (giữa đen và trắng), chúng không có trong phổ ánh sáng mặt trời nên coi là “không màu”.
- Màu có sắc là tất cả các màu có trong phổ ánh sáng và các màu pha trộn giữa chúng.

Ánh sáng trắng ban ngày mà chúng ta nhìn thấy là ánh sáng phức hợp của nhiều ánh sáng đơn sắc có phổ tần số liên tục trong miền bức xạ nhìn thấy, tuy vậy chất lượng ánh sáng ban ngày thay đổi đáng kể theo điều kiện khí hậu, thời tiết.

Nguồn ánh sáng trắng W do đèn xenon phát ra có năng lượng không đổi trong phổ nhìn thấy, trong khi đó nguồn sáng trắng A có liên quan đến đèn sợi đốt giàu bức xạ màu đỏ. Nguồn sáng trắng B biểu diễn ánh sáng ban ngày khi trời sáng, nguồn sáng trắng C khi trời u ám giàu bức xạ xanh da trời.

Khi cảm thụ ánh sáng, con người chịu tác động tâm lý của màu sắc ánh sáng do cơ chế “liên tưởng”. Ví dụ màu đỏ, da cam cho ta liên tưởng đến ngọn lửa và gây cảm giác nóng. Các màu lam làm ta liên tưởng đến bầu trời, biển khơi và gây cảm giác lạnh.

Sự liên tưởng trên tạo ra mối liên hệ nhiệt độ-màu, có nghĩa là ứng với mỗi màu tương ứng với một nhiệt độ.

●**Nhiệt độ màu:** Nhiệt độ màu của nguồn tính theo Kelvin diễn tả màu của các nguồn sáng so với màu của vật đen được nung nóng từ 2000 đến 10.000 K. Nói chung, nhiệt độ màu không phải là nhiệt độ thực của nguồn sáng mà là nhiệt độ của vật đen tuyệt đối cho khi được đốt nóng đến nhiệt độ này thì ánh sáng do nó bức xạ có phổ hoàn toàn giống phổ của nguồn sáng khảo

sát.

Nhiệt độ màu cho ta cảm giác định tính về vùng cực đại trong phổ năng lượng của nguồn sáng. Ta nói ánh sáng đèn sợi đốt là ánh sáng “ấm” vì có phổ năng lượng cực đại nằm ở vùng bức xạ màu đỏ, còn ánh sáng đèn huỳnh quang là ánh sáng “lạnh” vì phổ năng lượng bức xạ của nó giàu màu xanh da trời.

●**Tác dụng tâm sinh lý của màu sắc:** Người ta phân biệt ba loại nguồn sáng:

- Ánh sáng nóng sẽ làm tăng thêm màu đỏ và cam cho đồ vật, làm sẫm đi các màu xanh và lam. Màu nóng cho cảm giác nặng nề về khối lượng hơn so với các màu khác và gây tâm lý kích thích, tạo ra cảm giác vui tươi, hưng phấn, gây tăng huyết áp, tăng nhịp thở. Tuy nhiên màu nóng lại gây chóng mặt mỏi. Màu cam ảnh hưởng tốt đến hệ tiêu hoá, màu vàng kích thích sự làm việc trí óc.

Vì những lý do trên ánh sáng nóng ấm thường được sử dụng ở không gian nhỏ hẹp, tạo ra cảm giác gần gũi, trang trọng, tôn nghiêm, huyền bí và cổ kính.

- Ánh sáng trung tính (trắng) gây ấn tượng lạnh lùng và trống rỗng nhưng nó làm tăng độ chói và sự tác động của các màu sắc đứng bên cạnh ánh sáng trung tính thường được sử dụng khi cần có sự đồng đều, không nhấn mạnh một màu sắc đặc biệt nào. Việc chiếu sáng các công trình có kiểu dáng đơn giản với yêu cầu chiếu sáng đồng đều trên các mặt công trình thường sử dụng loại nguồn sáng này.

Ngược với màu nóng, màu lạnh cho ta cảm giác nhẹ về khối lượng và xa xôi về khoảng cách: Màu lục, màu lam cho ta cảm giác tươi mát, làm dịu đi sự kích thích, tạo cảm giác bình yên, thư giãn. Màu tím ngoài cảm giác lạnh còn gây tâm lý buồn chán, thụ động uể oải.

- Ánh sáng lạnh được dùng khi muốn tạo cảm giác thư giãn nghỉ ngơi, để tạo ra khung cảnh phong cách hiện đại, phù hợp với các khu công cộng có không gian rộng, khu vực có nhiều cây xanh. Tuy nhiên cần tránh dùng ánh sáng lạnh để chiếu sáng mặt tiền các ngôi nhà ốp gạch đỏ hoặc sơn màu sẫm đặc biệt là các công trình kiến trúc cổ. Tác động của màu sắc lên tâm lý của con người chủ yếu là do sự liên tưởng.

Khi thiết kế chiếu sáng cần phải chọn nhiệt độ màu của nguồn sáng phù hợp với đặc điểm tâm-sinh lý người, đó là với độ rọi thấp thì chọn nguồn sáng có nhiệt độ màu thấp và ngược lại với yêu cầu độ rọi cao thì chọn các nguồn sáng "lạnh" có nhiệt độ màu cao. Đặc điểm sinh lý này đã được Kruithof chứng minh. Qua các công trình nghiên cứu của mình, ông đã xây dựng được biểu đồ Kruithof làm *tiêu chuẩn đầu tiên lựa chọn nguồn sáng* của bất kỳ đề án thiết kế chiếu sáng nào (tất nhiên sau đó còn có các tiêu chuẩn khác). Trong biểu đồ Kruithof, vùng gạch chéo gọi là vùng môi trường ánh sáng tiện nghi. Với một độ rọi E (lux) cho trước, người thiết kế chiếu sáng phải chọn nguồn sáng có nhiệt độ màu nằm trong miền gạch chéo để đảm bảo không ảnh hưởng đến tâm-sinh lý của con người, nếu không đảm bảo điều kiện này sẽ gây ra hiện tượng "ô nhiễm ánh sáng", có thể gây tổn hại đến sức khỏe.

Các công trình nghiên cứu sinh lý thị giác cho thấy các nguồn sáng có nhiệt độ màu thấp chỉ chấp nhận với độ rọi thấp, trong khi đó khi độ rọi cao cần nhiệt độ màu cao hơn. Môi trường chiếu sáng tiện nghi nằm trong miền gạch chéo trên biểu đồ Kruithof

