BrienHoldenVisionInstitute

MẶT LAMBERT, TROLAND

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học bang Northeastern, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

Scott Steinman: Đại học khúc xạ nhãn khoa Nam California, Hoa kì

CHƯƠNG NÀY BAO GỒM CÁC NỘI DUNG:

- Độ chói (luminance) và độ rọi (illuminance)
- Mặt Lambert
- Độ rọi võng mạc
- Các bộ bức xạ vật đen và nhiệt độ màu

ĐỘ CHÓI VÀ ĐỘ RỌI

Các đơn vị đo quang mà chúng ta sẽ thường dùng nhất là độ chói và độ rọi. Cả hai đều áp dụng cho các nguồn rộng hoặc các bề mặt. Đơn vị mét cơ bản của độ chói là nit.

1 nit = 1 candela/m^2

Độ chói mô tả cường độ sáng phát ra bởi một nguồn hoặc bề mặt rộng (diện tính bề mặt được chiếu), tức là trông nó sáng như thế nào. Một đặc tính đáng chú ý của độ chói là nó không thay đổi theo khoảng cách nhìn.

Câu hỏi: **Bạn có thể giải thích tại sao độ chói của một vật không thay đổi theo khoảng cách?**

Trả lời: _____

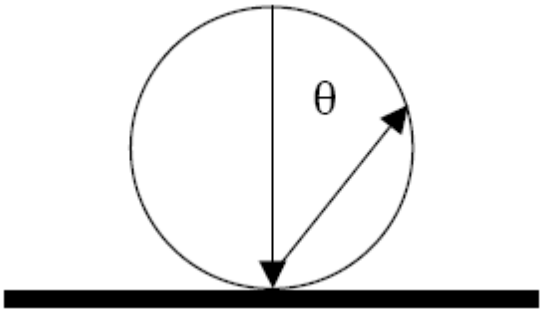
Độ rọi mô tả lượng ánh sáng rơi vào một bề mặt. Đơn vị mét cơ bản là lux. Độ rọi giảm theo nghịch đảo của bình phương khoảng cách *(định luật bình phương nghịch đảo).* Thí dụ, nếu bạn tăng khoảng cách từ một nguồn sáng lên 2 lần thì độ rọi sẽ giảm bằng 1/4. Hơn nữa, một bề mặt sẽ nhận được độ rọi sáng tối đa nếu bề mặt vuông góc với nguồn sáng. Nếu bề mặt nghiêng góc thì độ rọi sẽ giảm tỉ lệ với cosin của độ nghiêng bề mặt, so với đường vuông góc.

1 lux = 1 lumen/m^2

MẶT LAMBERT

Hầu hết các vật chúng ta thấy đều không tự phát quang mà được chiếu sáng bởi các nguồn sáng khác, do đó chúng ta thấy ánh sáng phản xạ từ vật. Các bề mặt có độ bóng cao gây ra phản xạ **gương**. Trong trường hợp phản xạ gương, hầu hết ánh sáng phản xạ từ bề mặt chỉ đi theo một hướng, thí dụ các gương hoặc các vật kim loại nhẵn bóng.

Các vật khác không nhẵn bóng và nhìn mờ bởi vì chúng phản xạ ánh sáng theo mọi hướng. Các bề mặt này được gọi là mặt phản xạ **khuếch tán**, **mặt Lambert** hoặc **mặt khuếch tán cosin**. **Định luật cosin Lambert** nói rằng cường độ sáng ở bất kì hướng nào cũng tỉ lệ thuận với cosin giữa hướng đó và hướng tới (góc θ ở Hình 6-1).

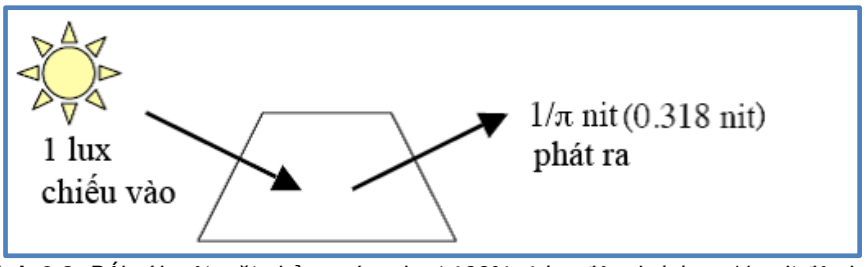


Hình 6-1: *Định luật cosin Lambert đối với mặt phản xạ khuếch tán*

Khi nhìn vào một mặt phản xạ khuếch tán như là một tờ giấy thì cường độ sáng của nó giảm theo cosin của góc nhìn, nhưng diện tích được chiếu sáng (kích thước) của tờ giấy cũng giảm theo cosin của góc nhìn. Điều này dẫn đến một đặc tính đáng chú ý của các mặt Lambert: *Khi được nhìn từ bất kì góc nào, độ chói (độ sáng) của một mặt Lambert không thay đổi.*

LIÊN QUAN GIỮA ĐỘ RỌI VÀ ĐỘ CHÓI

Đối với một mặt Lambert phản xạ 100% ánh sáng tới (tức là một tờ giấy trắng thuần túy) thì liên quan giữa độ rọi (bằng lux) và độ chói (bằng nit) được minh họa ở Hình 6-2.

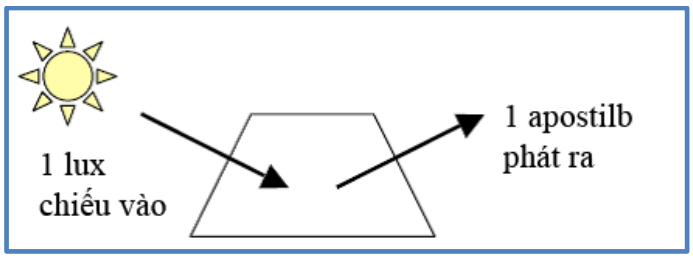


Hình 6-2: *Đối với một mặt phản xạ Lambert 100%, 1 lux độ rọi sinh ra 1/π nit độ chói.*

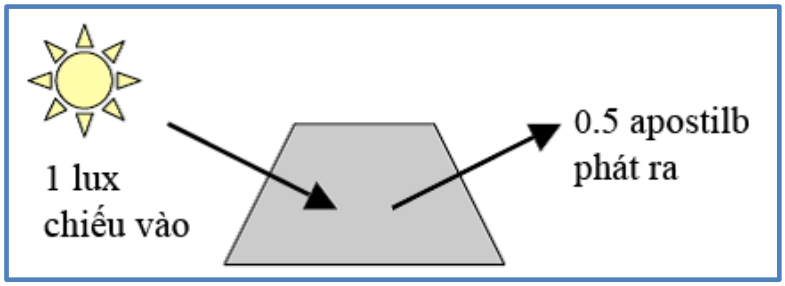
Để đơn giản hóa các phép tính độ chói với mặt Lambert, người ta đã đưa ra một đơn vị độ chói khác, đó là apostilb. Một apostilb bằng 1/π nit, do đó khi độ chói được đo bằng apostilb thì liên quan giữa độ rọi và độ chói như ở Hình 6-3.

1 apostilb = 1/π candela/m^2 = 1/π nit

MẶT LAMBERT (TIẾP THEO)



Hình 6-3: *Liên quan giữa độ rọi và độ chói khi đơn vị apostilb được dùng cho độ chói. Liên quan 1/1 giữa lux và apostilb chỉ áp dụng cho mặt phản xạ Lambert 100%. Đối với một mặt phản xạ 50% thì liên quan là trực tiếp, nhưng tỉ số lux/apostilb sẽ trở thành 2/1, như được minh họa ở Hình 6-4*



Hình 6-4: *Một mặt Lambert phản xạ 50% ánh sáng tới*

Đơn vị Anh của độ rọi và độ chói (cho mặt Lambert) được tóm tắt ở Bảng 6.1, dưới. Chú ý sự tương đương của chúng với các đơn vị mét. Khi dùng đơn vị Anh, liên quan giữa footcandle của độ rọi và footlambert của độ chói cũng như vậy (Hình 6.3), chỉ khác ở chỗ các đơn vị là footcandle (độ rọi) và footlambert (độ chói), tức là 1 footcandle chiếu vào sinh ra 1 footlambert phát ra.

Bảng 6-1: *Đơn vị Anh và đơn vị mét của độ rọi và độ chói.*

ĐẠI LƯỢNG ĐO QUANG	ĐƠN VỊ ANH	ĐƠN VỊ MÉT
Độ rọi	Footcandle 1 lumen/ft^2	Lux 1 lumen/m^2
Độ chói (mặt Lambert)	Footlambert 1/π candela/ft^2	Apostilb 1/π candela/m^2

Note: *Các thí dụ này giả định rằng mặt Lambert phản xạ 100% ánh sáng. Không phải tất cả các mặt Lambert đều phản xạ 100% ánh sáng. Thí dụ, một mặt Lambert màu xám có thể phản xạ 50% ánh sáng, do đó độ chói sinh ra sẽ giảm 50%*

MẶT LAMBERT (TIẾP THEO)

ĐỘ RỌI VÕNG MẠC

Độ rọi võng mạc là lượng ánh sáng rơi vào võng mạc, thí dụ cho ảnh võng mạc của một vật nào đó. Nó không thay đổi theo khoảng cách vật, tức là nếu bạn nhìn vào một vật thì nó không trở thành tối hơn khi lùi ra xa. Tuy nhiên, theo định luật bình phương nghịch đảo, độ rọi tới một mắt giảm theo bình phương khoảng cách. Diện tích của ảnh võng mạc cũng giảm theo bình phương khoảng cách, do đó độ rọi võng mạc không thay đổi.

Độ rọi võng mạc tỉ lệ thuận với độ chói của vật và diện tích đồng tử, và được đo bằng một công thức đơn giản:

Troland = (độ chói của vật tính bằng nit) x (diện tích đồng tử bằng mm^2)

Một sai lầm thường gặp khi tính độ rọi võng mạc là sử dụng đường kính đồng tử thay vì bán kính đồng tử khi tính diện tích. Các thí dụ sau cho thấy cách tính độ rọi võng mạc.

Thí dụ 1

Giả sử bạn nhìn vào một tờ giấy trắng dưới ánh mặt trời sáng chói. Độ rọi võng mạc sẽ là bao nhiêu cho ảnh của tờ giấy đó trên võng mạc, giả sử rằng độ chói của một tờ giấy dưới ánh mặt trời là khoảng 10,000 nit (tham khảo Schwartz, 2004 Bảng 3-1) và đường kính đồng tử của bạn bằng 2.0 mm?

Diện tích đồng tử = $\pi r^2 = (\pi 1^2) = 3.14\ mm^2$

Độ rọi võng mạc = (10,000 nit) $\times$ (3.14 mm^2) = 31,400 troland

Thí dụ 2

Độ rọi võng mạc sẽ là bao nhiêu nếu bạn nhìn vào một tờ giấy trắng dưới ánh sáng sao (độ chói = 0.0001 nit, tham khảo Schwartz, 2004 Bảng 3-1) và đường kính đồng tử bằng 8 mm?

Diện tích đồng tử = $\pi r^2 = (\pi 4^2) = 50\ mm^2$

Độ rọi võng mạc = (0.0001 nit) $\times$ (50 mm^2) = 0.005 troland

CÁC BỘ BỨC XẠ VẬT ĐEN VÀ NHIỆT ĐỘ MÀU

Các bóng đèn sợi tóc sinh ra ánh sáng khi điện đi qua sợi tóc và làm nóng nó, khiến cho nó phát sáng. Bạn có thể cho rằng một nguồn sáng trắng chứa một lượng năng lượng bức xạ bằng nhau ở tất cả các bước sóng, nhưng điều này không nhất thiết đúng. Một số nguồn sáng "trắng" sinh ra công suất cao hơn ở các bước sóng dài, trong khi các nguồn sáng khác sinh ra công suất cao hơn ở các bước sóng ngắn. Năng lượng tương đối sinh ra bởi nguồn sáng ở phổ nhìn thấy có thể được vẽ thành biểu đồ, nó cho thấy 3 nguồn sáng trắng tiêu chuẩn. Hình minh họa là các nguồn sáng tiêu chuẩn A, B và C. Nguồn sáng A đại diện cho bóng đèn sợi tóc gia dụng điển hình. Nó sinh ra nhiều năng lượng hơn ở các bước sóng dài, do đó có màu hơi đỏ. **Nguồn sáng tiêu chuẩn C** được đề nghị cho nhiều test sắc giác bởi vì nó tương đối phẳng ở khoảng giữa của dải ánh sáng nhìn thấy.

Phổ năng lượng sinh ra bởi một nguồn sáng có thể được chỉ rõ bằng các biểu đồ được nói ở trên, hoặc bằng **nhiệt độ màu** của nó. Mỗi nguồn sáng tiêu chuẩn có một nhiệt độ màu riêng. Gắn với mỗi nhiệt độ màu là một phổ năng lượng đặc trưng, và điều này dựa vào khái niệm **bộ bức xạ vật đen**.

Bộ bức xạ vật đen là một vật giả định sáng lên khi được làm nóng và phát ra bức xạ điện từ. Phổ chính xác của năng lượng sinh ra phụ thuộc vào nhiệt độ của bộ bức xạ vật đen. Đối với các nhiệt độ thấp, nó sẽ phát sáng với các bước sóng dài là chủ yếu, khi bạn tăng nhiệt độ thì bước sóng cực đại (bước sóng có năng lượng cao nhất) dần dần chuyển sang các bước sóng ngắn hơn. Hãy tưởng tượng khi làm nóng một mảnh thép. Đầu tiên nó phát sáng màu đỏ, nhưng với nhiệt độ tăng lên nó chuyển thành màu cam, sau đó là màu vàng, và sau đó là màu lam.

CÁC BỘ BỨC XẠ VẬT ĐEN VÀ NHIỆT ĐỘ MÀU

Nội dung này được phát biểu trong **định luật dịch chuyển Wein**, định luật này nói rằng bước sóng cực đại tỉ lệ nghịch với nhiệt độ. **Định luật Stefan-Boltzman** nói rằng tổng năng lượng có trong nguồn tỉ lệ thuận với nhiệt độ được nâng lên lũy thừa bậc bốn. Đỉnh của phổ năng lượng của một bộ bức xạ vật đen với các nhiệt độ khác nhau thay đổi theo nhiệt độ tăng, và diện tích bên dưới các đường cong (tổng công suất) cũng tăng theo nhiệt độ. Một số đèn sợi tóc sinh ra một phổ năng lượng tương tự một bộ bức xạ vật đen với một nhiệt độ nhất định được gọi là nhiệt độ màu của nguồn sáng. Đây là một cách thuận tiện để chỉ rõ hiệu suất phổ của một nguồn sáng.

Hệ thống thị giác của chúng ta bù trừ tốt những khác biệt màu từ các nguồn sáng trắng khác nhau, nhưng các máy ảnh đôi khi khó khăn hơn. Để có cân bằng màu đúng đối với các nguồn sáng "trắng", bạn phải điều chỉnh chế độ "cân bằng trắng". Hình 6.5 cho thấy 4 bức ảnh của cùng một cảnh được chụp với các chế độ cân bằng trắng khác nhau. Căn phòng được chiếu sáng bằng đèn huỳnh quang, nhưng cũng nhận được nhiều ánh sáng từ các cửa sổ. Đó là một ngày nhiều mây, u ám, vào khoảng 11 giờ sáng ở Đông Oklahoma. Hãy cố gắng giải thích tại sao các chế độ cân bằng trắng khác nhau gây ra một sắc màu riêng biệt cho bức ảnh.

HÌNH 6-5

Hình 6-5 (a): *Đèn sợi tóc*

Hình 6-5 (b): *Đèn huỳnh quang*

Hình 6-5 (c): *Ánh sáng trời nhiều mây*

Hình 6-5 (d): *Ánh sáng ban ngày*

KÍNH LỌC MÀU VÀ KÍNH LỌC ĐỘ ĐEN TRUNG TÍNH

Schwartz, 2004 Chương 4, trang 79-85 điểm lại về kính lọc màu và kính lọc độ đen trung tính.
Học viên tự nghiên cứu các phần này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004