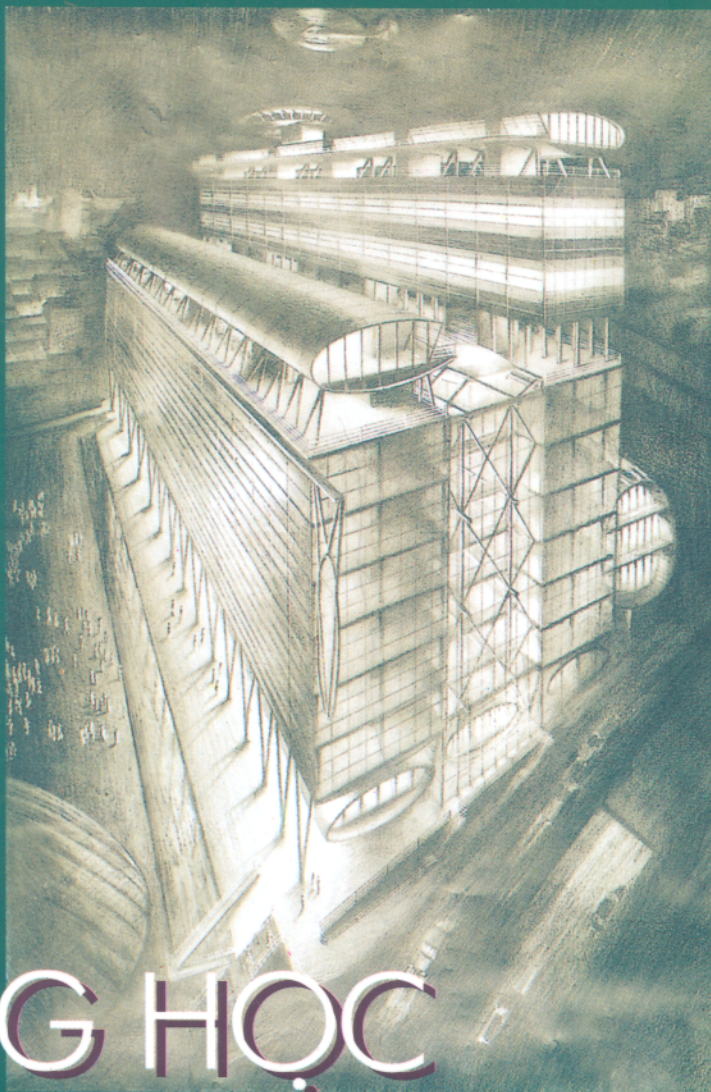


TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Việt Hà - Nguyễn Ngọc Giã



QUANG HỌC KIẾN TRÚC

Chiếu sáng tự nhiên và chiếu sáng nhân tạo



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KIẾN TRÚC THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

VIỆT HÀ - NGUYỄN NGỌC GIẢ

QUANG HỌC KIẾN TRÚC

CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN VÀ CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO

**DÙNG CHO SINH VIÊN NGÀNH KIẾN TRÚC, XÂY DỰNG,
CÁC ĐƠN VỊ THIẾT KẾ ỨNG DỤNG THỰC TẾ**

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 1998**

LỜI NÓI ĐẦU

Qua nhiều năm giảng dạy và thiết kế ứng dụng thực tế, chúng tôi mạnh dạn cho xuất bản cuốn sách "Quang học kiến trúc" với mong muốn góp phần nâng cao chất lượng dạy và học, đồng thời là tài liệu tham khảo đủ tin cậy trong thiết kế ứng dụng thực tế.

Nội dung cuốn sách gồm 3 phần :

Kỹ thuật cơ sở của nghệ thuật chiếu sáng

Chiếu sáng tự nhiên

Chiếu sáng nhân tạo

Đặc biệt, chúng tôi trích biên soạn một số tiêu chuẩn và lý thuyết cơ sở của Ủy hội thấp sáng thế giới (C.I.E) và Liên đoàn kỹ thuật điện thế giới (U.T. E), với chủ ý để chúng ta sẽ từng bước hòa nhập dần theo kỹ thuật tiên tiến của thế giới, cùng với đà tăng trưởng giao lưu và kinh tế của đất nước.

Khi nghiên cứu thiết kế kiến trúc thì nguyên lý và giải pháp là 2 nội dung song hành, càng thấu đáo nguyên lý thì giải pháp lựa chọn càng chính xác, khi đó sẽ có hiệu quả kiến trúc cao nhất không những về mặt công năng, kinh tế, tính hợp lý, mà thẩm mỹ kiến trúc cũng đạt được độ bền vững tối ưu.

Thẩm mỹ diện mạo kiến trúc cũng như thẩm mỹ diện mạo của con người. Về số lượng yếu tố cấu thành của diện mạo, mọi người đều giống nhau, nhưng thẩm mỹ diện mạo không ai giống ai. Và quan trọng hơn là mỗi một yếu tố cấu thành của diện mạo con người hoàn toàn xác định với công năng bên trong và tồn tại bên ngoài của nó.

Quang học kiến trúc là một bộ phận khời sâu của lý thuyết kiến trúc mà chúng ta quen gọi là nguyên lý kiến trúc. Khi biên soạn chúng tôi tâm huyết với những chủ ý này.

Chắc chắn là còn những thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp của đồng nghiệp xa gần, xin gửi về Phòng Nghiên cứu khoa học Trường đại học Kiến trúc TP. Hồ Chí Minh, hoặc gửi cho tác giả.

Trân trọng biết ơn tất cả đồng nghiệp.

Tác giả

PHẦN I

NHỮNG KIẾN THỨC CHUNG VỀ KỸ THUẬT CƠ SỞ CỦA NGHỆ THUẬT CHIẾU SÁNG

Chương 1

KHÁI NIỆM VỀ BẢN CHẤT CỦA ÁNH SÁNG

I. SÓNG ĐIỆN TỪ, SỰ TẠO THÀNH SÓNG ĐIỆN TỪ

Hez làm thí nghiệm như sau :

Dùng một nguồn điện xoay chiều cao tần nối qua 2 ống dây tự cảm L và L' tới 2 thanh kim loại D và D' . Trên 2 đầu thanh kim loại gắn 2 quả cầu A và B khá gần nhau (hình 1-1).

Điều chỉnh hiệu điện thế và khoảng cách A, B để xuất hiện hiện tượng phóng điện giữa A và B .

Điện trường xuất hiện giữa A và B biến thiên theo thời gian (dòng điện xoay chiều), khi đó, dùng dụng cụ đo lường sẽ phát hiện thấy tại mọi điểm M trong không gian đều có cặp vectơ :

- Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$
- Vectơ cường độ từ trường $\vec{H}$ cũng biến thiên theo thời gian.

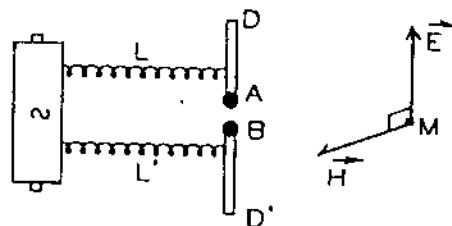
Thí nghiệm chứng tỏ rằng, điện trường biến thiên tạo ra từ trường biến thiên đã được truyền đi trong không gian.

Quá trình này được giải thích nhờ 2 luận điểm của Mắcxoen :

Do tác dụng từ của dòng điện, xung quanh điện trường biến thiên xuất hiện một từ trường biến thiên, vectơ cường độ từ trường $\vec{H}$ biến thiên tuần hoàn theo thời gian.

Do hiện tượng cảm ứng điện từ, từ trường biến thiên này lại làm xuất hiện xung quanh nó một điện trường xoáy, tức là làm xuất hiện các vectơ điện trường $\vec{E}$ biến thiên theo thời gian. Điện trường này lại tạo ra quanh nó một từ trường biến thiên. Hiện tượng xuất hiện liên tiếp, kết quả là điện từ trường biến thiên lan truyền đi trong không gian, tạo thành sóng điện từ. Như vậy, sóng điện từ là trường điện từ biến thiên lan truyền trong không gian.

Có thể mô tả quá trình đó qua sơ đồ sau đây (hình 1.2)



Hình 1-1

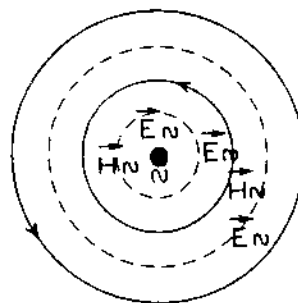
II. NHỮNG TÍNH CHẤT CHUNG CỦA SÓNG ĐIỆN TỪ

Sóng điện từ tồn tại trong môi trường chất và cả trong môi trường chân không.

Sóng điện từ là sóng ngang : dao động của các vectơ $\vec{E}$ và $\vec{H}$ vuông góc với phương truyền sóng.

Vận tốc truyền sóng điện từ trong môi trường chân không lớn nhất so với truyền trong các môi trường khác.

Sóng điện từ lan truyền không có liên quan gì với mọi quá trình chuyển động của các phần tử trong môi trường sóng, vì vậy sóng điện từ truyền được trong chân không.



Hình 1-2

III. SÓNG ĐIỆN TỪ PHẪNG ĐƠN SẮC

- Sóng điện từ phẳng đơn sắc là sóng có một tần số (f) xác định, cũng tức là có một chu kỳ T xác định :

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Trong đó : ω là vận tốc góc

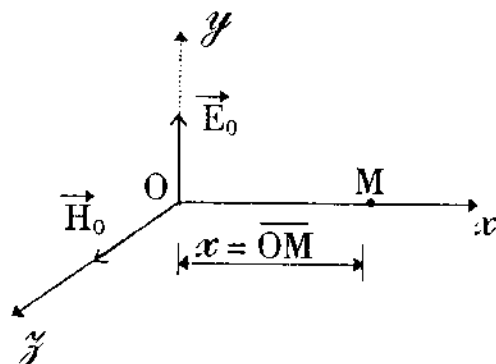
Và trong môi trường xác định, có bước sóng λ xác định :

$$\lambda = CT$$

Trong đó C là vận tốc lan truyền sóng.

- Trong môi trường đồng chất và đẳng hướng, nguồn sóng là nguồn điểm, ở những vị trí gần tâm sóng, mặt sóng là những mặt cầu có tâm là nguồn sóng, phương truyền sóng trùng với bán kính xuất phát từ nguồn. Ở những vị trí xa nguồn sóng, có thể coi mặt sóng là những mặt phẳng song song nhau và vuông góc với phương truyền sóng (tia sóng).

Sóng điện từ phẳng đơn sắc, vừa tuần hoàn theo thời gian (t), vừa tuần hoàn theo không gian (x), có thể mô tả trong tọa độ 3 chiều như (hình 1-3)



Hình 1-3

IV. PHÂN LOẠI SÓNG ĐIỆN TỪ

Sóng điện từ có tần số f hoặc bước sóng λ khác nhau có thể có những tính chất khác nhau.

Thông thường, phân loại sóng điện từ theo giá trị chiều dài bước sóng λ .

1. Sóng điện từ có bước sóng từ vài km đến vài cm là những sóng vô tuyến điện.

- Vô tuyến truyền thanh dùng sóng từ 2km đến 11m.

- Vô tuyến truyền hình dùng sóng mét.

- Vô tuyến định vị (rada) dùng sóng cm.

2. Những sóng điện từ ngắn hơn, $\lambda = 0,38$ đến $0,76\mu$ là những bức xạ nhìn thấy được (ánh sáng). Những bức xạ này có chu kỳ rất bé, khoảng 15^{-15} séc.

- Những bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda > 0,76\mu$ gọi là bức xạ hồng ngoại.

- Những bức xạ điện từ có bước sóng $\lambda < 0,38\mu$ gọi là bức xạ tử ngoại.

3. Tia Rơnghen (còn gọi là tia X) phát ra từ những vật rắn dưới tác dụng của chùm tia âm cực, và những tia bức xạ γ phát ra từ những chất phóng xạ tự nhiên cũng là những sóng điện từ có bước sóng vào khoảng 2.10^{-11} mét và nhỏ hơn nữa.

4. Mọi vật trong tự nhiên đều có nhiệt độ cao hơn độ không tuyệt đối, cho nên luôn luôn bức xạ năng lượng ra chung quanh, năng lượng này gọi là năng lượng bức xạ. Năng lượng bức xạ lan truyền đi trong không gian dưới dạng sóng điện từ.

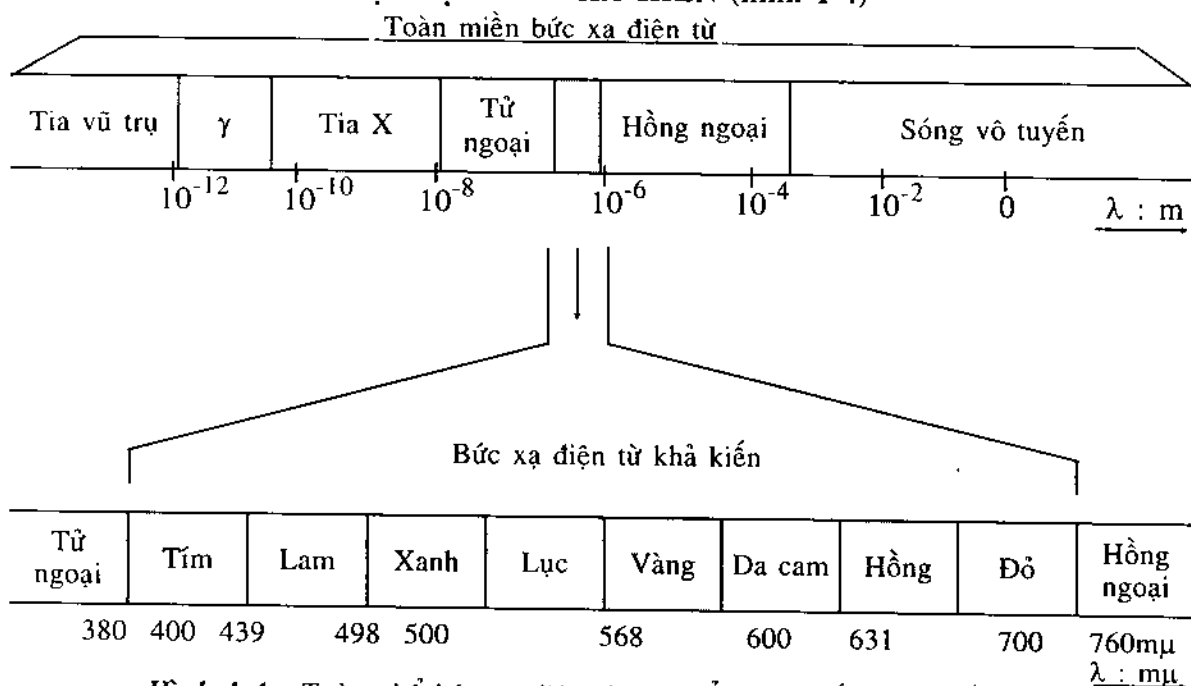
μ - Đọc là micrômét

$$1\mu = 10^{-6}\text{m} = 10^{-3}\text{mm} \text{ hay là } 1\text{m} = 10^3\text{mm} = 10^6\mu$$

m μ - Đọc là milimicrômét

$$1\text{m}\mu = 10^{-3}\mu = 10^{-9}\text{m}$$

V. ÁNH SÁNG - BỨC XẠ ĐIỆN TỪ KHẢ KIẾN (hình 1-4)



Hình 1-4 : Toàn phổ bức xạ điện từ, theo Ủy ban thấp sáng thế giới C.I.E

Từ (hình 1-4) dễ dàng nhận biết rằng, ánh sáng chỉ chiếm một dải rất hẹp trong phổ bức xạ sóng điện từ, có bước sóng liên tục từ 380m μ đến 760m μ , ứng với dải màu : tím, lam, xanh, lục, vàng, da cam, hồng, đỏ.

- Ánh sáng trắng ban ngày mà mắt chúng ta nhìn thấy được là tập hợp liên tục những bức xạ điện từ đơn sắc từ màu tím đến màu đỏ.

- Một bức xạ điện từ có bước sóng λ xác định trong miền khả kiến, khi tác dụng vào mắt người sẽ tạo một cảm nhận màu sắc xác định.

- Nhiều ánh sáng đơn sắc hợp thành một ánh sáng phức tạp.
- Tính chất của một ánh sáng phức tạp quyết định bởi tỉ lệ cường độ quang phổ của các ánh sáng đơn sắc thành phần chứa trong tập hợp đó. Vấn đề này rất có ý nghĩa trong chiếu sáng kiến trúc.

VI. ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA QUANG HÌNH HỌC

Quang học kiến trúc là khoa học xây dựng trên cơ sở những nguyên lí của quang hình học.

Quang hình học là khoa học nghiên cứu sự lan truyền ánh sáng nhưng không chú ý tới bản chất của các tia sáng.

Dựa vào những định luật cơ bản và bằng các phép tính hình học, quang hình học giúp chúng ta nghiên cứu sự tạo bóng kiến trúc nói chung, sự tiếp nhận ánh sáng trên mặt làm việc trong phòng qua hệ thống chiếu sáng đơn giản.

Bốn định luật cơ bản của quang hình học :

a) *Định luật về sự truyền thẳng của ánh sáng*

Trong môi trường trong suốt, đồng chất và đẳng hướng, ánh sáng truyền theo đường thẳng.

Thật vậy, khi ánh sáng mặt trời lọt qua khe cửa, ánh sáng đèn pha ô tô v.v... tạo thành những vệt sáng thẳng trong bóng tối.

Phương truyền ánh sáng gọi là tia sáng.

Khi ánh sáng truyền qua lỗ hở nhỏ hoặc đi qua vật chắn có kích thước nhỏ hơn hoặc cỡ bước sóng ánh sáng thì định luật này không còn đúng nữa, khi đó phải dùng nguyên lí của quang học sóng mới lí giải được.

b) *Định luật về tác dụng độc lập của tia sáng :*

Tác dụng của các chùm tia sáng khác nhau hoàn toàn độc lập đối với nhau. Nghĩa là tác dụng của chùm tia sáng này không phụ thuộc vào sự có mặt hay không có mặt của những chùm sáng khác.

c) *Hai định luật về sự phản xạ và khúc xạ ánh sáng của Đécatt :*

Khi tia sáng OI tới trên mặt phân cách giữa 2 môi trường trong suốt, đồng chất và đẳng hướng thì tia sáng OI lại tách làm 2 tia (hình 1-5).

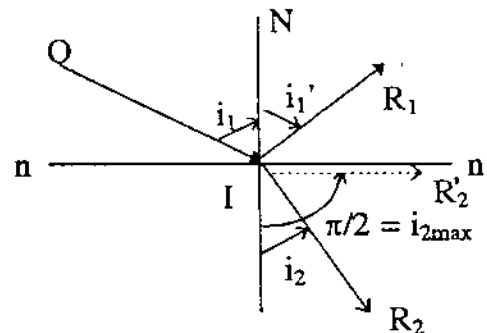
- Tia phản xạ IR_1

- Tia khúc xạ IR_2

Đồng thời tuân theo 2 định luật sau đây :

Định luật Đécatt 1 :

Tia phản xạ IR_1 nằm trong mặt phẳng tới (mặt phẳng chứa tia tới và pháp tuyến IN). Góc tới bằng góc phản xạ ($i_1 = i'_1$)



Hình 1-5

Định luật Đécatt 2 :

Tia khúc xạ cũng nằm trong mặt phẳng tới OIN nhưng ở phía bên kia của mặt phân cách n-n :

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} \text{ có giá trị không đổi}$$

n_{21} - Gọi là chiết suất tỉ đối của môi trường 2 đối với môi trường 1.

Như vậy, giá trị của n_{21} phụ thuộc vào bản chất của 2 môi trường (môi trường tia sáng tới và môi trường tia sáng khúc xạ).

Khi : $\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21} > 1$; $i_1 > i_2$ Tia khúc xạ gập lại gần pháp tuyến IN.

Nếu $n_{21} < 1$ tức là $i_1 < i_2$ tia khúc xạ lệch xa pháp tuyến

Chú ý rằng $i_{2\max} = \pi/2$, khi đó tia khúc xạ IR'₂ tựa sát vào mặt phân cách giữa 2 môi trường.

d) Hiện tượng phản xạ toàn phần :

Như vậy, chỉ những tia tới ứng với góc tới $i_1 \leq i_{1\max} = \pi/2$ mới cho tia khúc xạ.

Góc tới $i_{1\max}$ ứng với $i_{2\max} = \pi/2$, ta có :

$$\sin i_{2\max} = \sin \pi/2 = 1$$

$$\sin i_{1\max} = n_{21}$$

Góc tới $i_{1\max}$ như vậy gọi là góc tới tới hạn.

Khi $i_1 > i_{1\max}$ thì toàn bộ tia tới đều cho tia phản xạ, không có tia khúc xạ nào.

Ta có hiện tượng phản xạ toàn phần. Ánh sáng truyền từ nước ra không khí, $i_{1\max} = 49^\circ$.

Hiện tượng phản xạ toàn phần được ứng dụng để đổi phương truyền ánh sáng (hình 1-6)

Nếu vận tốc ánh sáng trong môi trường 1 và 2 là V_1, V_2 thì :

$$n_{21} = \frac{V_1}{V_2}$$

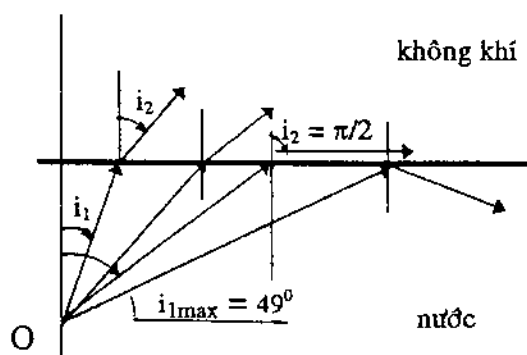
Với nước và không khí : $n_{21} = 1,33$

Với thủy tinh và không khí : $n_{21} = 1,52$

Nếu C là vận tốc ánh sáng trong môi trường chân không, V là vận tốc ánh sáng trong môi trường nào đó, thì :

$$n = \frac{C}{V} \text{ gọi là chiết suất tuyệt đối của môi trường đó.}$$

Với không khí, $V \approx C$, tức là $n \approx 1$, cho nên có thể coi chiết suất tuyệt đối của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó với không khí.



Hình 1-6

Chương 2

ĐẠI LƯỢNG VÀ ĐƠN VỊ ĐO ÁNH SÁNG

I. ĐẶC ĐIỂM CỦA PHÉP ĐO ÁNH SÁNG

Bức xạ điện từ mà mắt người nhận biết được, gọi là bức xạ điện từ khả kiến. Ánh sáng là bức xạ điện từ khả kiến chỉ là một dải rất hẹp trong toàn phổ bức xạ điện từ. Như vậy ánh sáng liên hệ với sự thu nhận ánh sáng của mắt người, cho nên đại lượng quang thiết lập thành một nhóm riêng biệt, gồm 2 bộ phận :

- Trắc quang chủ quan
- Trắc quang khách quan

1. Trắc quang chủ quan

Trắc quang chủ quan là phép đo các đại lượng ánh sáng dựa trên tác dụng sinh lí của mắt người.

Trong miền bức xạ điện từ khả kiến, bức xạ có bước sóng khác nhau gây cho mắt một cảm giác khác nhau về cường độ, về màu sắc. Cảm giác này còn thay đổi từ mắt người này sang mắt người khác, vì vậy định nghĩa các đại lượng và đơn vị quang phải thiết lập với mắt trung bình (mắt trung bình là mắt của nhiều người có thị giác bình thường) đồng thời thiết lập với toàn bộ bức xạ khả kiến có khả năng kích thích thần kinh thị giác của mắt trung bình.

Mắt trung bình gọi là mắt chuẩn được hội nghị trắc quang thế giới tiêu chuẩn hóa, Ủy ban thấp sáng thế giới C.I.E công bố 1924.

2. Trắc quang khách quan

Trắc quang khách quan là phép đo các đại lượng quang thuần túy vật lí cũng như phép đo các đại lượng vật lí khác, như năng lượng, nhiệt độ, vv... Trắc quang khách quan chứa những yếu tố khách quan.

Giữa đại lượng cơ và đại lượng quang có mối liên hệ tương hỗ phức tạp nhưng hoàn toàn xác định. Thường dùng đại lượng cơ là năng lượng làm trung gian chuyển đổi.

Watt (W) : $1W = 1 \text{ Jun/s} = 0,86 \text{ Kcal/h}$.

Jun (J) và erg (e) : $1 \text{ Jun} = 10^7 \text{ e} = 0,239 \text{ calori (cal)}$.

$1 \text{ Watt/m}^2 = 0,86 \text{ Kcal/m}^2.\text{h}$

$1 \text{ cal/cm}^2.\text{phút} = 69,76.10^{-6} \text{ Watt/cm}^2$.

II. THÔNG LƯỢNG BỨC XẠ (Φ)

Trong tự nhiên, mọi vật đều không ngừng bức xạ năng lượng ra chung quanh, vật nóng bức xạ nóng, vật lạnh bức xạ lạnh, là để thiết lập sự cân bằng, một quy luật

của tồn tại tự nhiên, kết quả là vật nóng đốt nóng vật lạnh và vật lạnh làm nguội vật nóng. Bất kì chùm bức xạ nào cũng mang năng lượng, thật vậy, chẳng hạn phơi một miếng kim loại dưới nắng, sau một lúc, miếng kim loại nóng lên. Như vậy, miếng kim loại hấp thụ năng lượng của bức xạ mặt trời tới trên nó và biến thành nhiệt năng.

Nếu diện tích miếng kim loại $S \text{ m}^2$, thời gian đặt trong chùm bức xạ là t séc, năng lượng toàn phần mà mặt S nhận được là W watt, thì năng lượng trung bình mà mặt S nhận được trong đơn vị thời gian, bằng :

$$\phi = C \frac{W}{t} ; \quad \text{Watt} = \text{J/s}$$

Gọi là thông lượng năng lượng của chùm bức xạ rơi vào mặt S , nói tắt là thông lượng bức xạ (ϕ)

Trong đó :

C - Hệ số tỉ lệ, đặc trưng khả năng hấp thụ năng lượng bức xạ của vật

W - Năng lượng bức xạ toàn phần, bao gồm bức xạ nhìn thấy và không nhìn thấy, tính bằng Watt (J/s).

t - Thời gian tác dụng, tính bằng séc.

Như vậy, thông lượng bức xạ đo bằng lượng nhiệt do chùm bức xạ truyền cho vật và vật khác hấp thụ toàn bộ lượng nhiệt đó trong đơn vị thời gian, cho nên đơn vị của ϕ là đơn vị công suất : Watt (J/s).

Nếu chùm bức xạ rơi tới mặt S là chùm bức xạ đơn sắc, ứng với bước sóng λ xác định, thì gọi là thông lượng bức xạ đơn sắc, và kí hiệu là ϕ_λ .

Thông lượng bức xạ của miền bức xạ khả kiến ϕ , bằng :

$$\phi = \sum \phi_\lambda$$

Phổ của miền bức xạ khả kiến (ánh sáng trắng ban ngày) :

Bức xạ màu tím : $\lambda = 380 \div 450 \text{ m}\mu$

Bức xạ màu chàm : $\lambda = 450 \div 480 \text{ m}\mu$

Bức xạ màu lam : $\lambda = 480 \div 510 \text{ m}\mu$

Bức xạ màu lục : $\lambda = 510 \div 550 \text{ m}\mu$

Bức xạ màu vàng : $\lambda = 550 \div 585 \text{ m}\mu$

Bức xạ màu da cam : $\lambda = 585 \div 620 \text{ m}\mu$

Bức xạ màu đỏ : $\lambda = 620 \div 760 \text{ m}\mu$

Muốn biết tính chất của một chùm sáng phải biết cấu trúc quang phổ, sự phân bố và tỉ lệ các bức xạ đơn sắc cấu trúc trong chùm sáng đó.

Để giải quyết vấn đề này, người ta đưa vào khái niệm "Cường độ quang phổ" kí hiệu φ_λ

Cường độ quang phổ (ϕ_λ)

Thông lượng bức xạ phức tạp là tập hợp nhiều thông lượng bức xạ đơn sắc có bước sóng khác nhau, chồng chất lên nhau tạo thành.

Trong thực tế, ánh sáng đơn sắc còn gọi là ánh sáng có màu quang phổ thuần túy rất hiếm. Chỉ có nguồn sáng nhân tạo mới có thể tạo gần đúng màu quang phổ thuần túy.

Cường độ quang phổ ϕ_λ là đại lượng đặc trưng sự phân bố quang phổ của những bức xạ đơn sắc trong thông lượng bức xạ toàn phần.

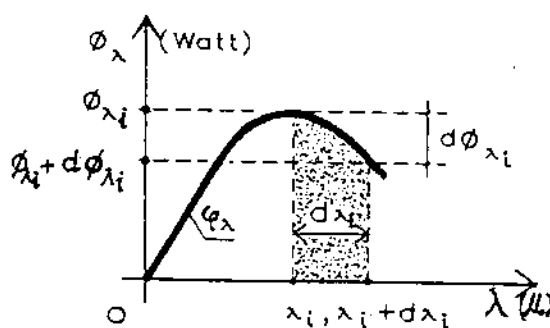
Đơn vị của ϕ_λ là công suất (W) / chiều dài bước sóng (μ), tức là Watt/ μ .

Như vậy, cường độ quang phổ ϕ_λ của thông lượng bức xạ đơn sắc là công suất đo bằng đại lượng Watt/chiều dài bước sóng đo bằng μ . Đại lượng ϕ_λ là hàm số của λ (hình 2-1).

$$\phi_\lambda = \frac{d\phi_\lambda}{d\lambda} ; \quad \text{Watt}/\mu$$

Nếu biết dạng đường cong của ϕ_λ thì công suất của thông lượng bức xạ trong phạm vi bước sóng từ $\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$ là diện tích giới hạn trong khoảng từ $\lambda_1 \rightarrow \lambda_2$ với đường cong ϕ_λ :

$$\phi_{\lambda_1 \rightarrow \lambda_2} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \phi_\lambda d\lambda ; \quad \text{watt}$$



Hình 2-1

III. HÀM SỐ THỊ KIẾN VÀ QUANG THÔNG

Thông lượng bức xạ toàn phần ϕ hoặc thông lượng bức xạ thành phần ϕ_λ chỉ đặc trưng về phương diện năng lượng chứ không đặc trưng cho cảm giác về cường độ sáng mà chùm bức xạ gây ra trên mắt người.

Hai chùm bức xạ đơn sắc có cùng một thông lượng bức xạ ϕ_λ nhưng bước sóng λ khác nhau, không gây cho mắt cùng một cảm giác về cường độ sáng. Điều này xác nhận rằng, độ nhạy của mắt người không giống nhau đối với những bức xạ có bước sóng khác nhau.

Thí dụ, với chùm bức xạ tử ngoại hoặc hồng ngoại, dù thông lượng ϕ_λ của nó cực lớn, mắt cũng không nhìn thấy. Nhưng với bức xạ màu vàng lục ($\lambda = 555 \text{ m}\mu$) thì chỉ cần một thông lượng khá nhỏ cũng đủ kích thích thần kinh thị giác và gây một cảm giác sáng.

Cho nên, muốn đặc trưng khả năng kích thích thần kinh thị giác của các chùm bức xạ, phải xét độ nhạy của mắt đối với từng bức xạ đơn sắc có bước sóng khác nhau.

Thực nghiệm tiến hành như sau :

Rọi sáng một vật, lần lượt từng chùm bức xạ đơn sắc có bước sóng khác nhau. Khi rọi chùm bức xạ đơn sắc nào, thay đổi thông lượng của nó từ thấp đến cao, cho tới lúc thị giác nhận thấy vật bị rọi, giá trị ϕ_λ đủ gây cho mắt một cảm giác sáng trên vật bị rọi như vậy, gọi là ngưỡng thấy.

Nghịch đảo giá trị ϕ_λ ở ngưỡng thấy, gọi là độ nhạy v_λ của mắt đối với bức xạ đơn sắc đó :

$$v_\lambda = \frac{1}{\phi_\lambda}$$

Như vậy, giá trị ϕ_λ ở ngưỡng thấy là giá trị nhỏ nhất của bức xạ đơn sắc có bước sóng λ đủ gây cho mắt một cảm giác sáng xác định.

Bức xạ đơn sắc có bước sóng λ khác nhau, giá trị ϕ_λ của ngưỡng thấy khác nhau, độ nhạy v_λ cũng khác nhau.

Thực nghiệm trên mắt chuẩn, thị giác con người nhạy nhất với bức xạ đơn sắc màu vàng lục, $\lambda = 555 \text{ m}\mu$.

Hội nghị thấp sáng quốc tế quy ước lấy độ nhạy của mắt đối với ánh sáng màu vàng lục bằng đơn vị :

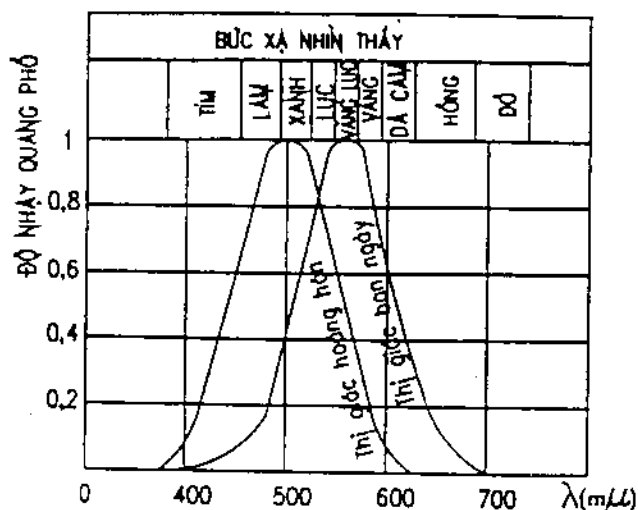
$$v_{\lambda 555} = \frac{1}{\phi_{\lambda 555}} = 1$$

Như vậy, đối với những bức xạ đơn sắc khác, mắt kém nhạy hơn, độ nhạy v_λ đều nhỏ hơn 1.

$v_\lambda = 0$ với bức xạ tử ngoại và hồng ngoại.

Lấy bức xạ đơn sắc màu vàng lục làm chuẩn, thì bức xạ đơn sắc màu xanh phải phóng đại 16,6 lần, còn bức xạ màu đỏ phóng đại lên 9,35 lần mới cho một cảm giác sáng giống như màu vàng lục.

Từ kết quả thí nghiệm trên mắt chuẩn, thành lập đường cong quan hệ giữa v_λ và λ (hình 2-2), và gọi là "đường cong thị kiến".



Hình 2-2

Về phương diện toán học, có thể coi "đường cong thị kiến" biểu diễn quan hệ hàm số giữa v_λ và λ .

Hàm số $v_\lambda = f(\lambda)$ gọi là hàm số thị kiến

Trong ánh sáng hoàng hôn, mắt chuẩn nhạy nhất đối với bức xạ màu xanh thẫm, $\lambda = 510 \text{ m}\mu$, và bằng không tại bức xạ có bước sóng $\lambda = 380 \text{ m}\mu$, và $\lambda = 610 \text{ m}\mu$.

Trong ánh sáng ban ngày (thị giác ban ngày), độ nhạy $v_\lambda \text{ max} = 1$ tại bức xạ màu vàng lục, $\lambda = 555 \text{ m}\mu$. $v_\lambda = 0$ tại bức xạ tử ngoại, $\lambda = 380 \text{ m}\mu$ và bức xạ hồng ngoại, $\lambda = 760 \text{ m}\mu$.

Thông lượng bức xạ trong miền bức xạ khả kiến gọi là quang thông, kí hiệu là F .

Như vậy, trong miền bức xạ khả kiến, thông lượng bức xạ đơn sắc ϕ_λ , tương ứng, quang thông đơn sắc là F_λ :

$$F_\lambda = v_\lambda \cdot \phi_\lambda \quad ; \quad \text{watt ánh sáng.}$$

Với bức xạ đơn sắc màu vàng lục, vì rằng $v_\lambda = 1$, cho nên :

$$F_{\lambda 555} = \phi_{\lambda 555} \quad ; \quad \text{watt ánh sáng.}$$

Quang thông của một ánh sáng phức tạp, bằng :

$$F = \Sigma F_\lambda = \Sigma v_\lambda \phi_\lambda \quad ; \quad \text{watt ánh sáng.}$$

Từ kết quả thực nghiệm trên mắt chuẩn, ta có v_λ của mắt đối với các bức xạ đơn sắc khác nhau (bảng 2-1).

Bảng 2-1

λ (m μ)	Màu	v_λ ngày	v_λ đêm	λ (m μ)	Màu	v_λ ngày	v_λ đêm
380	Tím	0,00004	0,000589	600	Da cam	0,631	0,03315
400		0,00040	0,00929	620		0,381	0,00737
420		0,00400	0,0966	640	Hồng	0,175	0,001497
440		0,023	0,3281	660		0,061	0,0003129
460	Lam	0,060	0,567	680		0,017	0,0000715
480		0,139	0,793	700	Đỏ	0,0041	0,0000178
500	Xanh	0,323	0,982	720		0,00105	0,00000478
520		0,710	0,935	740		0,00025	0,000001379
540	Lục	0,954	0,650	760		0,00006	0,000000428
560	Vàng lục	0,995	0,3288	780		0,000015	0,000000139
580	Vàng	0,870	0,1212				

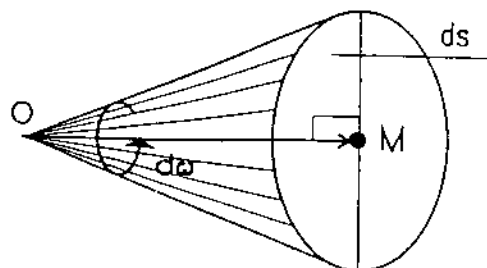
Từ thế kỉ 17, bằng lăng kính, Niu Tơn đã phân giải ánh sáng mặt trời ban ngày có 7 màu : đỏ, da cam, vàng, lục, lam, chàm, tím.

Kĩ thuật ngày nay đã phân biệt được hàng ngàn màu khác nhau.

IV. CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG

1. Góc khối (góc không gian, góc đặc) ω

Từ điểm O ngoài diện tích khá bé dS, dựng những đường sinh tựa trên chu vi của mặt dS, ta có góc khối ω . Phần không gian giới hạn trong hình nón đỉnh tại O, có các đường sinh tựa trên chu vi mặt dS gọi là góc khối nhìn từ O tới mặt dS (hình 2-3).



Hình 2-3

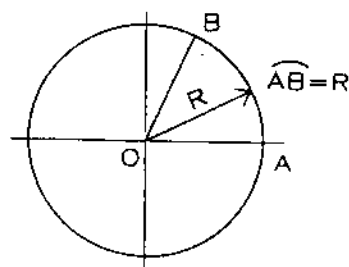
2. Radiant (rad)

Đường tròn tâm O, bán kính R (hình 2-4).

$$\widehat{AB} = R \text{ radiant} ; \text{ rad}$$

Như vậy, chu vi đường tròn L, bằng :

$$L = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi ; \text{ rad}$$



Hình 2-4

3. Stéradian (Sr)

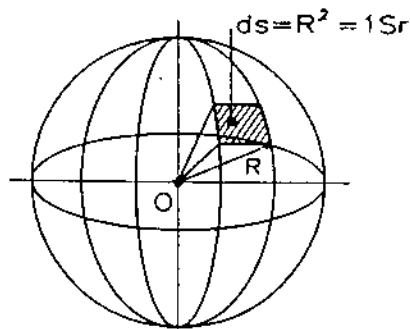
Mặt cầu tâm O, bán kính R (hình 2-5).

$$dS = R^2 ; \text{ Sr}$$

Như vậy, diện tích mặt cầu S, góc không gian quanh tâm O, bằng :

$$\omega = S/R^2 = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \text{ Stéradian (Sr)}$$

Có nghĩa là góc không gian quanh một điểm bằng 4π Stéradian.



Hình 2-5

4. Biểu thức của góc khối nhìn từ điểm O tới mặt dS

Để tìm biểu thức góc khối nhìn từ O đến mặt dS bất kì, ta dựng mặt cầu tâm O, bán kính OM = r (OM là đoạn thẳng trung bình từ O đến dS) (hình 2-6).

Dựng dS', bán kính r và các đường sinh tựa trên chu vi của dS'. Pháp tuyến của dS' trùng với phương r.

Ta có : $d\omega = \frac{dS'}{r^2}$; Sr

Pháp tuyến MN của dS nghiêng với phương r một góc α , do đó :

$$dS' = dS \cdot \cos \alpha$$

$$d\omega = \frac{dS \cdot \cos \alpha}{r^2} ; \quad Sr$$

5. Cường độ sáng (I)

Trong kiến trúc thường gặp 4 loại nguồn sáng là nguồn điểm, nguồn mặt, nguồn đường và nguồn khối.

Trước hết ta xét nguồn điểm.

Nguồn điểm là nguồn sáng có kích thước khá bé so với khoảng cách rọi sáng của nó.

Khả năng phát sáng của nguồn điểm có thể phân bố đều hoặc không đều theo mọi phương trong không gian quanh nó.

Cường độ sáng I là đại lượng đặc trưng khả năng phát sáng của nguồn điểm trên từng phương.

Trên một phương nào đó, cường độ sáng I của nguồn điểm là đại lượng vật lí, về giá trị, bằng mật độ quang thông dF của nguồn bức xạ trong phạm vi góc khối nhìn từ nguồn tới bề mặt dS chắn trên phương đó. Pháp tuyến của mặt dS trùng với phương đang xét.

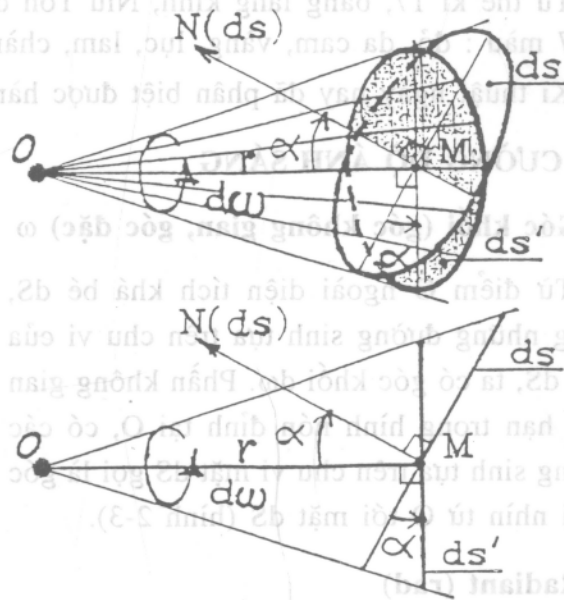
Hình 2-7, mô tả nguồn điểm O phát sáng theo mọi phương

Trên phương n, trong góc khối $d\omega$, quang thông dF_n do nguồn phát ra, rọi trên mặt dS có pháp tuyến trùng với phương n. Theo định nghĩa, ta có :

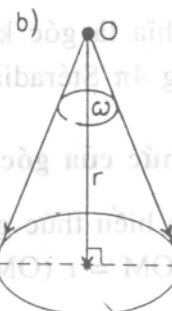
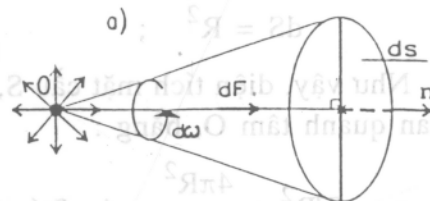
$$dI_n = \frac{dF_n}{d\omega}$$

Nếu trong góc khối ω , quang thông F phân bố đều, thì :

$$I_\omega = \frac{F_\omega}{\omega}$$



Hình 2-6



Hình 2-7

Hay là

$$F_{\omega} = I_{\omega} \frac{S}{r^2} \quad ; \quad \text{cd.Sr}$$

Nói chung, cường độ sáng I của nguồn điểm thay đổi theo phương. Nếu biết được sự phụ thuộc của I theo phương thì quang thông toàn phần của nguồn điểm, bằng :

$$F = \oint I \cdot d\omega$$

Trong đó :

$\oint$: Tích phân vòng, lấy theo mọi phương phát sáng của nguồn, từ 0 đến 2π .

Nếu nguồn phát sáng đồng đều theo mọi phương, gọi là nguồn sáng đẳng hướng, quang thông của nó gọi là quang thông cầu. Khi đó ta có :

$$I = \frac{F}{4\pi}$$

Trong thực tế thiết kế, với nguồn sáng bất kì, I thay đổi theo phương, có thể thừa nhận gần đúng, cường độ sáng trung bình $\bar{I}$ của nó bằng cường độ sáng của một nguồn đẳng hướng có cùng quang thông toàn phần.

Trong hệ SI, đơn vị đo cường độ sáng là candéla (cd).

Hội nghị thấp sáng quốc tế 1948 định nghĩa đơn vị cơ bản này như sau : Candéla là cường độ sáng, đo theo phương vuông góc của nguồn sáng có diện tích bằng $1/600.000\text{m}^2$, bức xạ như một vật bức xạ toàn phần ở nhiệt độ đông đặc của platin ($T = 2046^\circ\text{K}$), dưới áp suất 101.325 N/m^2 .

Đơn vị cũ (1921) của I là bouji (nền quốc tế), 1948, hội nghị thấp sáng thế giới đổi tên là candéla (cd).

$$1\text{cd} = 0,995 \text{ bouji (cd < bouji 5\%)}$$

Cường độ sáng của một vài nguồn :

Nền trung bình	$I \cong 1$	cd
Đèn dây tóc 60W	$I \cong 68$	cd
Đèn dây tóc 100W	$I \cong 128$	cd
Đèn dây tóc 500W	$I \cong 700$	cd
Đèn dây tóc 1500W	$I \cong 2500$	cd

Xuất phát từ đơn vị của I , có thể định nghĩa được tất cả các đơn vị dẫn xuất khác của phép đo ánh sáng. Trước hết là đơn vị của quang thông F :

$$dF = dI \cdot d\omega = \text{candéla} \cdot \text{Stéradian} = \text{lumen (lm)}$$

Như vậy, lumen (lm) là quang thông của nguồn sáng điểm có cường độ $I = 1 \text{ cd}$ bức xạ đều trong góc khối $\omega = 1 \text{ Sr}$.

Về quang thông, phân biệt 2 khái niệm :

- Quang thông toàn phần do nguồn bức xạ ra chung quanh
- Quang thông do nguồn rọi tới một diện tích nào đó trên phương nào đó.

Quang thông toàn phần của một nguồn sáng là đại lượng vật lí, về giá trị, bằng toàn bộ năng lượng ánh sáng bức xạ trên mọi phương trong đơn vị thời gian.

Quang thông do nguồn rọi tới mặt dS , là đại lượng vật lí, về giá trị bằng năng lượng ánh sáng do nguồn rọi tới mặt dS trong đơn vị thời gian.

Trên đây, trong định nghĩa quang thông F , đơn vị là Watt ánh sáng.

Trong thực tế, thường dùng đơn vị lumen (lm)

Giữa lm và Watt ánh sáng có quan hệ như sau :

$$1 \text{ Watt ánh sáng} = 683 \text{ lumen}$$

$$\text{hay là } 1 \text{ lumen} = 0,00146 \text{ Watt ánh sáng.}$$

Với ánh sáng màu vàng lục :

$$F_{\lambda 555} = v_{\lambda 555} \phi_{\lambda 555} = 1 \text{ watt ánh sáng} = 683 \text{ lumen}$$

Với những ánh sáng đơn sắc khác, $v_{\lambda} < 1$

$$\text{Do đó : } 1 \text{ watt ánh sáng} = 683 v_{\lambda} \text{ lumen}$$

chẳng hạn, bức xạ màu lam, $\lambda = 460 \text{ m}\mu$; $v_{\lambda} = 0,06$

$$1 \text{ watt ánh sáng} = 683 v_{\lambda} = 683 \cdot 0,06 = 40,98 \text{ lm}$$

Tổng quát, ta có :

- Với ánh sáng đơn sắc :

$$F_{\lambda} = v_{\lambda} \cdot \phi_{\lambda} \text{ watt ánh sáng}$$

$$= 683 \cdot v_{\lambda} \cdot \phi_{\lambda} \text{ lumen}$$

- Với ánh sáng phức tạp :

$$F = 683 [v_{\lambda 1} \phi_{\lambda 1} + v_{\lambda 2} \phi_{\lambda 2} + \dots v_{\lambda n} \phi_{\lambda n}]$$

$$= 683 \sum_{i=1}^n v_{\lambda i} \phi_{\lambda i} \text{ lumen}$$

Quang thông cầu của nguồn đẳng hướng, bằng :

$$F = 4\pi I = 12,57I \text{ lumen}$$

Quang thông của một vài nguồn sáng:

Đèn tóc nung 60W $\cong$ 850 lm

Đèn tóc nung 100W $\cong$ 1600 lm

Nến parafin trung bình $\cong$ 15 lm

V. ĐỘ RỌI E

Độ rọi E là đại lượng đặc trưng mức độ được rọi sáng trên mặt dS, do nguồn sáng từ ngoài rọi tới.

Giả sử nguyên tố diện tích dS của mặt S (hình 2-8), nhận được quang thông dF từ bên ngoài rọi tới, theo phương trùng với pháp tuyến của dS.

Mật độ phân bố quang thông trên diện tích dS gọi là độ rọi dE trên mặt dS bằng :

$$dE = \frac{dF}{dS}$$

Nếu quang thông tới F rọi đều trên mặt S, thì :

$$E = \frac{F}{S}$$

Như vậy, độ rọi E trên một bề mặt nào đó là đại lượng vật lí, về giá trị, bằng quang thông F rọi trên đơn vị diện tích của mặt đó. Còn gọi E là mật độ bề mặt của quang thông ở ngoài rọi tới mặt S.

Trường hợp mặt bị rọi nghiêng với phương tới của chùm sáng một góc β bất kì (hình 2-9).

Cường độ sáng trên phương trung bình r do nguồn O bức xạ tới là dI.

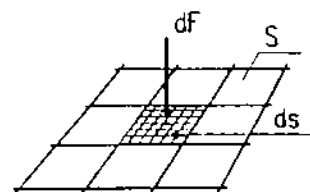
Khoảng cách từ O đến dS là r.

$d\omega$ là góc khối nhìn từ nguồn điểm O tới dS.

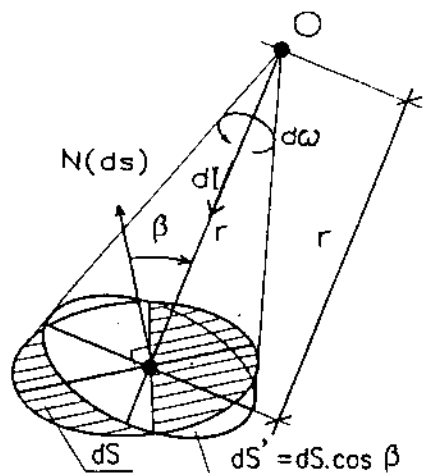
Ta có :

$$dE = \frac{dI \cdot dS \cdot \cos\beta}{dS \cdot r^2} = \frac{dI}{r^2} \cos\beta$$

Vậy, khi chiếu sáng bằng nguồn điểm, độ rọi E trên mặt bị rọi tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách từ nguồn tới mặt bị rọi.



Hình 2-8



Hình 2-9

Độ rọi E còn phụ thuộc vào góc tới β , tia sáng càng nghiêng (góc β càng lớn) thì độ rọi E càng nhỏ.

Đơn vị của E : Từ biểu thức định nghĩa độ rọi :

$$E = \frac{F}{S} = \frac{\text{Quang thông từ ngoài rọi tới}}{\text{Diện tích mặt bị rọi}} = \frac{\text{lumen}}{\text{m}^2}$$

Đơn vị này gọi là lux (lx)

Trong hệ đo lường CGS cũ, đơn vị của E là fót : Fót = 10^4 lux

Vài độ rọi thường gặp :

Nắng giữa trưa	$\cong 100.000$ lux
Trời nhiều mây	$\cong 1000$ lux
Đủ để đọc sách	$\cong 30$ lux
Đủ để làm việc tinh vi	$\cong 500$ lux
Đủ để lái xe	$\cong 0,5$ lux
Đêm trăng tròn	$\cong 0,25$ lux

VI. ĐỘ TRÚNG R

Độ trưng R là đại lượng đặc trưng độ sáng toàn phần của nguồn khối hay nguồn mặt.

Không thể dùng quang thông F để đặc trưng khả năng phát sáng của nguồn khối hay nguồn mặt, vì nguồn khối hay nguồn mặt phát sáng yếu nhưng kích thước của nguồn lớn thì quang thông toàn phần của nó có thể lớn hơn quang thông toàn phần của nguồn khối hay nguồn mặt phát sáng mạnh nhưng kích thước nguồn nhỏ.

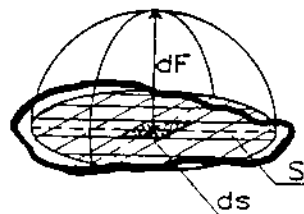
Giả sử mặt phát sáng S, là một vật rắn bị đốt nóng chẳng hạn, lấy trên mặt đó một nguyên tố diện tích dS (hình 2-10). Quang thông toàn phần dF, do dS bức xạ trong bán cầu, ứng với góc khối $\omega = 2\pi$, Sr.

Độ trưng dR bằng :

$$dR = \frac{dF}{dS}$$

Nếu quang thông F bức xạ đều từ mặt S thì :

$$R = \frac{F}{S}$$



Hình 2-10

Đơn vị của R :

Trong hệ đo lường SI, đơn vị của độ trưng là : $\text{lumen/m}^2 = \text{lm/m}^2$

Lưu ý :

- Độ rọi : $E = \frac{F}{S}$; lm/m^2 ; lux

- Độ trưng $R = \frac{F}{S}$; lm/m^2 không có tên riêng

$E = F/S$ là độ rọi trên mặt S do quang thông của nguồn từ bên ngoài rọi tới

$R = F/S$ là độ trưng, trong đó quang thông F do mặt S bức xạ ra.

- Độ trưng R của một nguồn tự nó bức xạ ánh sáng, nói chung không liên hệ với độ rọi E . Nhưng độ trưng của một nguồn bức xạ ánh sáng nhờ phản xạ (bức xạ phản xạ) ánh sáng từ bên ngoài tới, thì phải xác định từ độ rọi trên nó :

$$R = K.E$$

Trong đó :

K : Hệ số phản xạ (ρ) hay xuyên qua (τ)

- Nếu nguồn phản xạ ánh sáng từ ngoại rọi tới, hệ số phản xạ của bề mặt nguồn là ρ , thì :

$$R = \rho.E$$

Nếu quang thông tới phân bố đều trên bề mặt S thì :

$$R = \rho \frac{F}{S} = \rho E$$

Hay là $\rho F = S.\rho.E = SR$

Nếu nguồn khối hay nguồn mặt trong suốt, hệ số xuyên sáng là τ , thì :

$$R = \tau.E$$

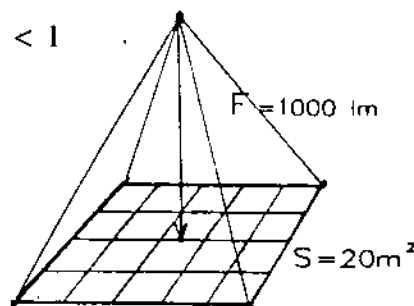
Hầu như mọi vật phát sáng trong thực tế, hệ số $K < 1$.

Thí dụ :

Quang thông F phân bố đều trên sàn nhà $S = 20\text{m}^2$. Nếu lát gạch ciment màu trắng, $\rho = 0,8$. Nếu lát gạch ciment màu nâu $\rho = 0,2$. Độ trưng của sàn nhà trong 2 trường hợp bằng :

1. $R = \rho E = 0,8.F/S = 0,8.1000/20 = 40 \text{ lm/m}^2$

2. $R = 0,2.1000/20 = 10 \text{ lm/m}^2$.



VII. ĐỘ CHÓI B

Trong thực tế nhiều trường hợp sử dụng nguồn khối hay nguồn mặt phát sáng không đều theo mọi phương.

Độ chói B là đại lượng đặc trưng khả năng phát sáng theo từng phương của nguồn khối hay nguồn mặt.

Giả sử nguyên tố diện tích phát sáng dS của nguồn khối, pháp tuyến N của nó hợp với phương của quang thông dF một góc θ , trong giới hạn góc khối $d\omega$. Cường độ sáng theo phương của quang thông là dI_θ .

Nguyên tố diện tích dS' là hình chiếu của dS trên phương truyền quang thông θ (hình 2-11)

Ta có : $dS' = dS \cdot \cos\theta$

Độ chói B của nguyên tố phát sáng dS bằng :

$$dB_\theta = \frac{dI_\theta}{dS'} = \frac{dI_\theta}{dS \cdot \cos\theta}$$

Khi $\theta = 0$, tức là khi pháp tuyến N của nguyên tố phát sáng dS trùng với phương truyền quang thông thì $\cos\theta = 1$ và độ chói B có giá trị lớn nhất, có nghĩa là nếu nhìn mặt phát sáng theo phương pháp tuyến của nó sẽ cảm thấy chói nhất.

Vì rằng : $dI_\theta = \frac{dF_\theta}{d\omega}$

Cho nên : $dB_\theta = \frac{dF_\theta}{d\omega \cdot dS \cdot \cos\theta}$

Như vậy, độ chói B là đại lượng vừa biểu thị mật độ góc của quang thông theo phương cường độ sáng I , lại vừa biểu thị mật độ bề mặt của quang thông do mặt dS bức xạ ra.

Độ chói B là đại lượng do mắt người trực tiếp cảm thụ.

Nếu mặt phát sáng bức xạ ánh sáng đều trong góc khối ω thì :

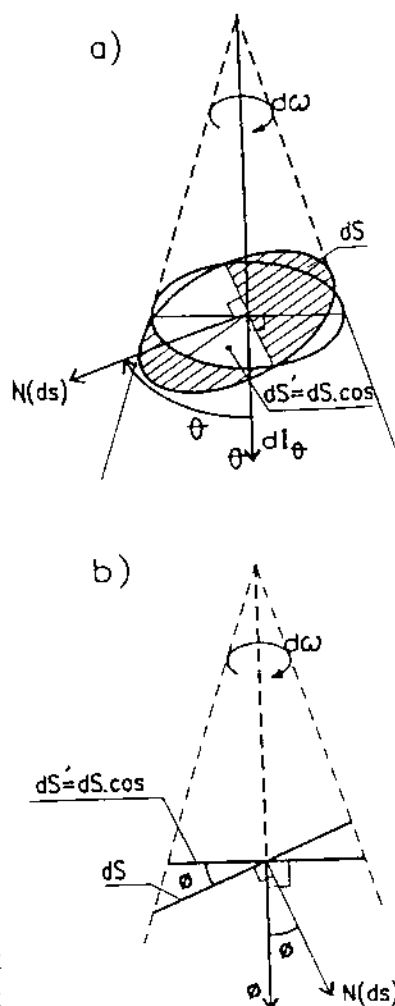
$$B = \frac{F}{\omega \cdot S \cdot \cos\theta}$$

Hay là : $B = \frac{I}{S \cdot \cos\theta}$

Trên phương pháp tuyến của mặt phát sáng (khi $\theta = 0$; $\cos\theta = 1$), độ chói B có giá trị lớn nhất :

$$B = \frac{I}{S}$$

Thông thường, độ chói B của nguồn khối hay nguồn mặt thay đổi theo phương, tức là phụ thuộc vào góc θ .



Hình 2-11

Nếu độ chói B của nguồn không phụ thuộc theo phương, ($B = \text{const}$ theo mọi phương) thì nguồn sáng đó gọi là *nguồn Lamber* (J. Lambert, nhà toán học Đức 1728 - 1777).

Chính xác, chỉ có vật đen tuyệt đối và những vật khuếch tán ánh sáng đều theo mọi phương mới là những nguồn Lamber. Tuy nhiên, trong thực tế, những bóng đèn phủ oxyt Magiê hay chụp thủy tinh màu trắng sữa có thể coi gần đúng là nguồn Lamber.

Đơn vị của B :

Đơn vị của B xác định từ biểu thức :

$$B = \frac{I}{S \cdot \cos\theta} ; \frac{\text{cd}}{\text{m}^2}$$

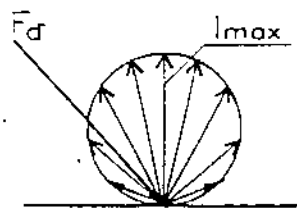
I đo bằng candéla, S đo bằng m^2 và đặt trên phương vuông góc với phương truyền quang thông θ của nguồn : $\theta = 0$; $\cos\theta = 1$, đơn vị này là Nit (Nt). Có thể trực tiếp dùng cd/m^2 .

Những mặt trang trí kiến trúc như mặt gạch không trát, mặt đá thiên nhiên không trát, độ chói phân bố trên bề mặt có thể coi như đẳng hướng :

$$B_\theta = \frac{I_\theta}{S \cdot \cos\theta} \approx \frac{I_{\max}}{S} = \text{const}$$

Độ chói nhỏ nhất mắt người nhận biết được $\approx 10^{-6}$ nt.

Mặt trời giữa trưa	$(1,5 \sim 2)10^9$ nt
Mặt trời mới mọc	$5 \cdot 10^6$ nt
Dây tóc của bóng đèn	10^6 nt
Bóng đèn mờ	20.000 nt
Đèn néong	1000 nt
Mặt trăng rằm nhìn qua khí quyển	2500 nt
Mặt giấy trắng dưới nắng	30.000 nt
Mặt giấy trắng dưới trăng	0,06 nt



VIII. QUAN HỆ GIỮA ĐỘ CHÓI B VÀ ĐỘ TRƯNG R CỦA MẶT PHÁT SÁNG

Trên đây, ta đã có biểu thức :

$$B_\theta = \frac{dF_\theta}{d\omega \cdot dS \cdot \cos\theta}$$

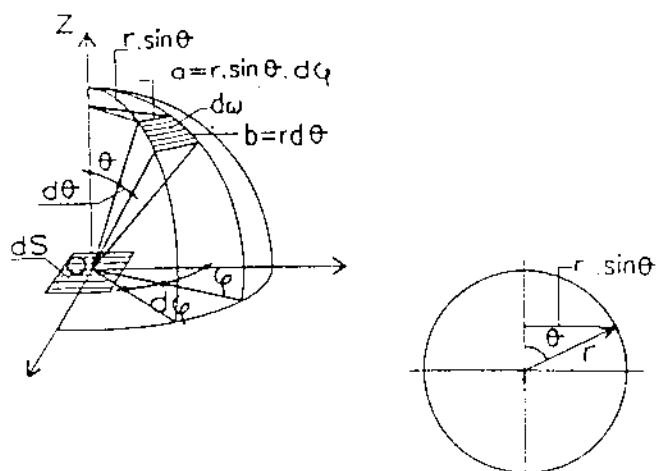
Hay là :

$$dF_\theta = B_\theta \cdot d\omega \cdot dS \cdot \cos\theta \quad (1)$$

Là quang thông dF do nguyên tố diện tích dS của nguồn bức xạ trong giới hạn góc khối $d\omega$.

Như vậy, quang thông dF do nguyên tố diện tích dS bức xạ trong giới hạn góc khối ω , bằng tích phân biểu thức (1) lấy theo ω .

Nếu là nguồn Lamber, độ chói $B = \text{const}$; và quang thông dF do mặt phát sáng dS bức xạ theo mọi phương thì trong hệ tọa độ đối cực, $Oz \perp dS$ (hình 2-12), với $r = 1$:



Hình 2-12

$$dF = B \cdot dS \cdot \cos\theta \cdot \sin\theta \cdot d\varphi \cdot d\theta \quad (2)$$

Vậy quang thông toàn phần dF do dS bức xạ theo mọi phương, bằng tích phân biểu thức (2) lấy theo góc φ từ $0 \rightarrow 2\pi$ và góc θ từ $0 \rightarrow \pi/2$ (bán cầu).

Kết quả ta có: $R = \pi \cdot B$

Nếu nguồn dS phát sáng do phản xạ ánh sáng từ ngoài tới, thì $R = \rho E$ và

$$R = \rho E = \pi B, \text{ hay là: } B = \frac{\rho E}{\pi}$$

Tương tự, nếu mặt xuyên sáng thì:

$$B = \frac{\tau E}{\pi}$$

$$\text{Mặt khác, ta cũng có: } B = \frac{I}{S}$$

$$\text{Cho nên: } R = \pi \frac{I}{S}$$

Với nguồn Lamber:

$$\frac{F}{S} = \pi \frac{I}{S}, \quad \text{do đó } F = \pi \cdot I = \pi \cdot B \cdot S$$

Quan hệ này gọi là định luật Lamber, và chỉ đúng khi nguồn bức xạ có độ chói B không đổi. Nguồn như vậy gọi là nguồn bức xạ sin tính.

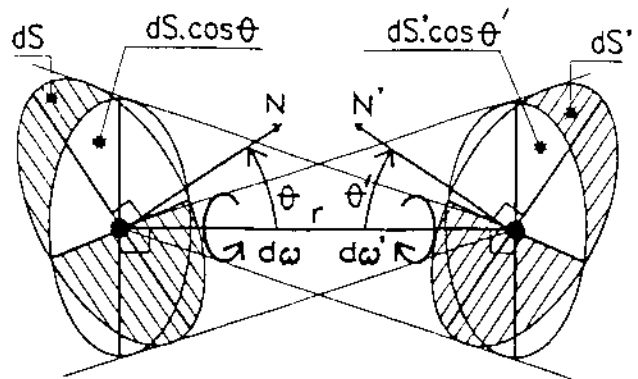
IX. QUAN HỆ GIỮA ĐỘ CHÓI B CỦA MẶT PHÁT SÁNG VỚI ĐỘ RỌI E CỦA MẶT ĐƯỢC RỌI SÁNG

Giả sử dS là nguyên tố diện tích của nguồn sáng và B là độ chói của nó.

Nguyên tố diện tích dS' là mặt được rọi sáng (hình 2-13) và E là độ rọi trên dS' .

Khoảng cách giữa 2 tâm trung bình của dS và dS' là r .

Phương r hợp với pháp tuyến N và N' của dS và dS' những góc θ và θ' .



Hình 2-13

Quang thông dF do dS bức xạ trong giới hạn góc khối $d\omega$ nhìn tới mặt bị rọi dS' .
Ta có biểu thức :

$$B = \frac{dF}{d\omega \cdot dS \cdot \cos\theta}$$

Hay là : $dF = B \cdot d\omega \cdot dS \cdot \cos\theta$

Từ (hình 2-13) ta có :

$$E = B \cdot \cos\theta' \cdot d\omega'$$

Nếu $\theta' = 0$; $\cos\theta' = 1$. Tức là độ rọi E trên mặt bị rọi vuông góc với pháp tuyến của nguồn thì :

$$B = E/d\omega'$$

Như vậy, độ rọi E trên mặt được rọi sáng do mặt phát sáng gây ra tỉ lệ thuận với độ chói B của nguồn, với góc khối nhìn từ mặt bị rọi tới mặt phát sáng.

Cần phân biệt 2 trường hợp :

Độ rọi trên một bề mặt do nguồn khối hay nguồn mặt rọi tới bằng :

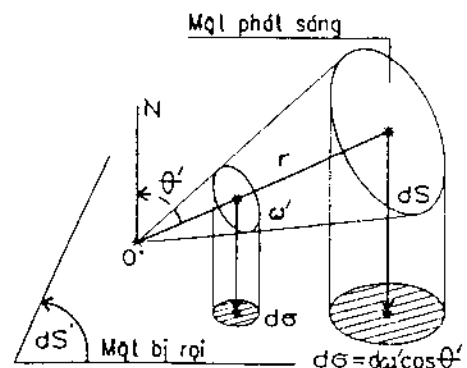
$$E = B \cdot d\omega' \cdot \cos\theta'$$

Còn nếu do nguồn điểm rọi tới bằng :

$$E = \frac{I}{r^2} \cos\theta$$

Nếu coi $d\omega'$ là diện tích trên mặt cầu đơn vị thì tích $d\omega' \cdot \cos\theta'$ chính là diện tích hình chiếu dơ của $d\omega'$ trên mặt bị rọi (hình 2-14) do đó :

$$E = B_\theta \cdot d\sigma$$



Hình 2-14

Biểu thức quan hệ này gọi là định luật hình chiếu góc khối.

Bảng 2-2 tổng hợp những đại lượng và đơn vị đã trình bày trên đây

Bảng 2-2

Đại lượng		Công thức tính toán	Đơn vị	
Tên gọi	Kí hiệu		Tên gọi	Kí hiệu
Thông lượng bức xạ	ϕ	$\phi = C \frac{W}{T}$	Watt (Jun/s)	W
Độ nhạy của mắt	v_{λ}	$v_{\lambda} = \frac{1}{\phi_{\lambda}}$		
Quang thông toàn phần	F	$F = \sum v_{\lambda} \cdot \phi_{\lambda}$	Watt ánh sáng	W
Cường độ sáng	I	$I = \frac{dF}{d\omega}$; F/ω $\omega = S/r^2$	candéla	Cd
Quang thông	F	$F = I \cdot d\omega$ (cd.Sr) $= 683 \sum v_{\lambda} \cdot \phi_{\lambda}$	Stéradian	Sr
Độ rọi	E	$E = F/S$, (dF/dS) Rọi bằng nguồn điểm : $E = \frac{I}{r^2} \cos\beta$ Rọi bằng nguồn mặt : $E = B_0 \cdot d\omega' \cdot \cos\theta'$ $= B_0 \cdot d\sigma$	Lumen/m ² , (lux)	lm
Độ trưng	R	dF/dS ; F/S Mặt phản xạ : $R = \rho E$ Mặt xuyên sáng : $R = \tau E$	Lumen/m ²	lm/m ²
Độ chói	B	$B_0 = dI_0/dS \cdot \cos\theta$ $= I_0/S \cdot \cos\theta$ $B = R/\pi$ - nguồn Lămbert	candéla/m ² (nít)	Nt

Thí dụ :

Cửa sổ kính màu trắng sữa (hình vẽ)

Quang thông tự nhiên phân bố đều tới trên mặt kính $F = 210.000 \text{ lm}$.

Hệ số phản xạ của mặt kính $\rho = 0,6$

Hệ số xuyên sáng của mặt kính $\tau = 0,5$

Cửa cao 1,5 ; rộng 2m ($S = 3\text{m}^2$)

Mặt ngoài :

$$E_n = F/S = 210.000/3 = 700 \text{ lux}$$

$$\text{Độ trưng mặt ngoài } R_n = \rho E = 0,6.700 = 420 \text{ lm/m}^2$$

$$\text{Độ chói mặt ngoài } B_n = \frac{R_n}{\pi} = 420/3,1416 = 134 \text{ nt}$$

Hệ số xuyên sáng $\tau = 0,5$; các đặc trưng sáng mặt trong bằng :

$$F_t = 105.000 \text{ lm}$$

$$r_t = 210 \text{ lm/m}^2$$

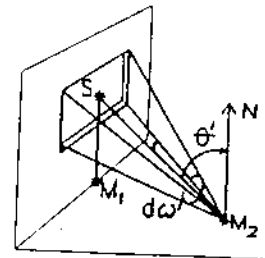
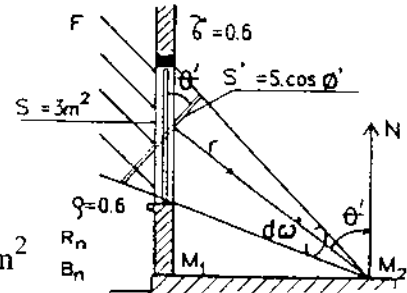
$$B_t = 67 \text{ nt.}$$

Độ rọi tại M trên sàn nhà do mặt cửa rọi tới bằng :

$$E_{M2} = B_t \cdot d\omega' \cdot \cos\theta'$$

$$d\omega' = \frac{S \cdot \cos\theta'}{r^2} = \frac{S'}{r^2}$$

$$E_{M1} = 0 \text{ vì khi đó } d\omega' = 0 \text{ (mặt } S' = 0)$$



Chương 3

TÍNH CHẤT PHÁT SÁNG CỦA VẬT LIỆU

I. ĐẶC ĐIỂM CHUNG

Tính chất phát sáng của vật liệu biểu hiện qua những đặc trưng sau đây :

- Khi quang thông đến (F_d) rơi vào bề mặt của vật liệu thì một phần bị phản xạ (F_p), một phần bị vật liệu hấp thụ (F_α) và một phần xuyên qua (F_τ) (hình 3-1).

- Sự thay đổi quang phổ của quang thông đến sau khi phản xạ và xuyên qua vật liệu. Tức là ánh sáng phản xạ và xuyên qua không giống ánh sáng tới.

- Sự phân bố quang thông phản xạ và xuyên qua trong không gian.

Đối với vật liệu trong suốt, theo định luật bảo toàn năng lượng ta có :

$$F_d = F_p + F_\alpha + F_\tau$$

Hay là :

$$\begin{aligned} \frac{F_d}{F_d} &= \frac{F_p + F_\alpha + F_\tau}{F_d} \\ &= \frac{F_p}{F_d} + \frac{F_\alpha}{F_d} + \frac{F_\tau}{F_d} \\ &= \rho + \alpha + \tau \end{aligned}$$

Đối với vật liệu không trong suốt, ta có :

$$\rho + \alpha = 1$$

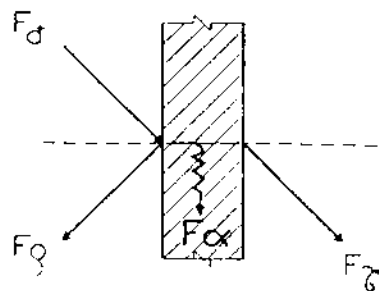
Trong đó :

$F_p/F_d = \rho$ là hệ số phản xạ của vật liệu

$F_\alpha/F_d = \alpha$ là hệ số hấp thụ của vật liệu

$F_\tau/F_d = \tau$ là hệ số xuyên qua của vật liệu.

Trên quan điểm năng lượng ánh sáng thì 3 hệ số ρ , α , và τ đã thể hiện đầy đủ tính chất quang học của vật liệu. Tuy nhiên, 3 hệ số này chưa cho biết sự phân bố như thế nào, ánh sáng phản xạ, xuyên qua từ vật liệu. Tính chất này rất có ý nghĩa khi thiết kế xử lý nghệ thuật chiếu sáng kiến trúc.



Hình 3-1

1. Tính chất phản xạ

Hệ số phản xạ (ρ) của bề mặt vật liệu, về giá trị, lớn hay nhỏ cho thấy vật sáng hay tối, rõ hay mờ. Mặt phản xạ ánh sáng gọi là mặt phát sáng thứ cấp.

Khi ánh sáng rọi vào bề mặt vật liệu, hiện tượng phản xạ có thể xảy ra những trường hợp sau :

1.1. Phản xạ định hướng (phản xạ mặt gương)

Vật liệu có bề mặt nhẵn bóng, khi nhận ánh sáng tới sẽ cho hiện tượng phản xạ mặt gương (hình 3-2)

Phản xạ mặt gương tuân theo định luật quang hình học

Tia tới (F_d), tia phản xạ (F_p) và pháp tuyến N của mặt phản xạ nằm trong cùng một mặt phẳng (mặt phẳng tới).

Góc tới i_1 bằng góc phản xạ i'_1

Nếu là một chùm sáng tới trong giới hạn góc khối ω thì góc khối của chùm ánh sáng phản xạ là ω_1 bằng :

$$\omega = \omega_1$$

Để mắt đúng theo hướng tia phản xạ mới thấy ánh sáng phản xạ.

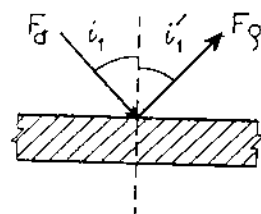
Thực tế, phản xạ mặt gương lí tưởng rất hiếm, chỉ có trên mặt gương hoặc trên mặt kim loại nhẵn bóng mới thấy nhưng cũng chỉ gần đúng. Khi đó độ chói của ảnh trong gương (B_p) bằng :

$$B_p = \rho B$$

Trong đó :

ρ : Hệ số phản xạ mặt gương

B : Độ chói của nguồn sáng



Hình 3-2

1.2. Phản xạ khuếch tán

Hiện tượng phản xạ khuếch tán, có 3 trường hợp :

Phản xạ khuếch tán hoàn toàn

Phản xạ khuếch tán định hướng

Phản xạ khuếch tán hỗn hợp bao gồm 2 hiện tượng phản xạ trên

a) Phản xạ khuếch tán hoàn toàn (hình 3-3)

Ánh sáng phản xạ phân bố đều theo các hướng trong bán cầu trên mặt phản xạ.

Mặt giấy láng trơn, mặt sơn trang trí v.v... có hiện tượng phản xạ này. Nhìn ánh sáng phản xạ loại này, có cảm giác mát dịu, dễ chịu.

Phản xạ khuếch tán hoàn toàn, độ chói phân bố trên các hướng biểu thị bằng hệ số độ chói (r_B), bằng :

$$r_B = \rho$$

Tức là, hệ số độ chói (r_B) bằng nhau trên các hướng, và bằng hệ số phản xạ ρ của bề mặt vật liệu.

Thông thường, với vật liệu xây dựng như mặt gạch, mặt đá thiên nhiên không trát, có thể coi gần đúng, có hiện tượng phản xạ khuếch tán hoàn toàn (gọi là mặt phản xạ khuếch tán hoàn toàn thông thường), khi đó :

$$r_B = \frac{B}{B_0}$$

Trong đó :

B : Độ chói của mặt phản xạ đang xét

B_0 : Độ chói của mặt thô có hệ số phản xạ $\rho = 1$, được rọi sáng với những điều kiện tương tự.

Với mặt phản xạ khuếch tán hoàn toàn thông thường (hình 3-4), có thể áp dụng định luật Lamber :

$$F_p = I_{\max} \cdot \pi$$

Hay là
$$\frac{I_{\max}}{S} = \frac{\rho E}{\pi}$$

Là độ chói trên phương pháp tuyến của mặt phản xạ ánh sáng.

Vật liệu dẻo, kính màu sữa có hiện tượng này.

Với vật liệu có bề mặt thô tuyệt đối, hệ số phản xạ $\rho = 1$:

$$B_0 = \frac{E}{\pi}$$

Suy ra :
$$B = \frac{r_B E}{\pi} ; \quad \text{Nít (nt)}$$

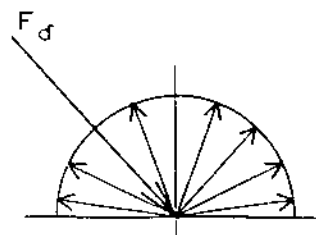
b) Phản xạ khuếch tán định hướng

Chùm tia phản xạ khuếch tán bao phủ chung quanh tia phản xạ mặt gương (hình 3-5)

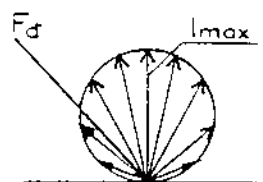
Đặc điểm của hiện tượng phản xạ này là góc khối của chùm tia phản xạ lớn hơn góc khối của chùm tia tới.

c) Phản xạ khuếch tán hỗn hợp (hình 3-6)

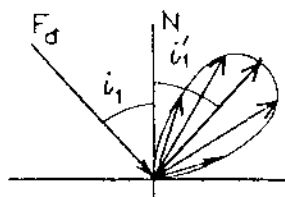
Vật liệu trắng men có tính chất này.



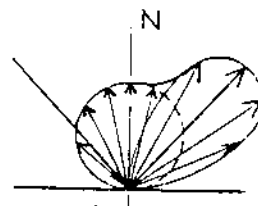
Hình 3-3



Hình 3-4



Hình 3-5



Hình 3-6

2. Tính chất xuyên qua

Với vật liệu trong suốt, một phần ánh sáng tới xuyên qua vật liệu. Cũng như tính chất phản xạ, ánh sáng xuyên qua có 3 trường hợp :

- Xuyên qua định hướng
- Xuyên qua khuếch tán
- Xuyên qua hỗn hợp

1.1. Xuyên qua định hướng

a) Vật liệu trong suốt có 2 bề mặt song song (hình 3-7)

- Phương của quang thông xuyên qua (F_T) trùng với phương của quang thông tới (F_d)

- Góc tới i_1 bằng góc xuyên qua i_2 ; ($i_1 = i_2$)

- Góc khối ω_1 của chùm tia tới bằng góc khối ω_2 của chùm tia xuyên qua ; ($\omega_1 = \omega_2$)

Nói chung, thủy tinh có tính chất này.

b) Vật liệu có 2 mặt không song song

Phương của ánh sáng xuyên qua (F_T) khác với phương của ánh sáng tới (F_d) (hình 3-8)

Ánh sáng xuyên qua bị phân giải, bước sóng càng ngắn, tia sáng xuyên qua càng rời xa pháp tuyến.

1.2. Xuyên qua khuếch tán

a) Xuyên qua khuếch tán hoàn toàn

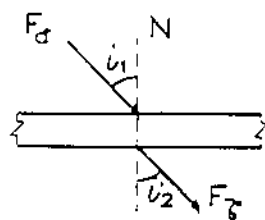
Ánh sáng xuyên qua phân bố đều trên các hướng trong bán cầu dưới (hình 3-9a). Ánh sáng này cho cảm giác mát dịu, dễ chịu.

Thực tế, rất hiếm hữu có vật liệu xuyên sáng khuếch tán hoàn toàn mà chỉ gặp vật liệu xuyên sáng khuếch tán hoàn toàn gần đúng (hình 3-9b). Thủy tinh màu sữa có tính chất này, vì vậy thường dùng thủy tinh màu sữa làm chao đèn.

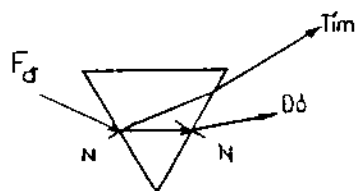
b) Xuyên qua khuếch tán định hướng (hình 3-9c)

Thủy tinh lòng trắng trứng có tính chất này.

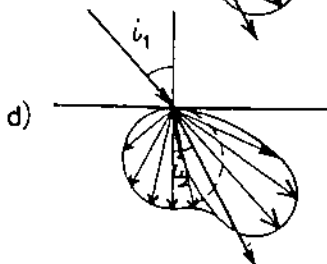
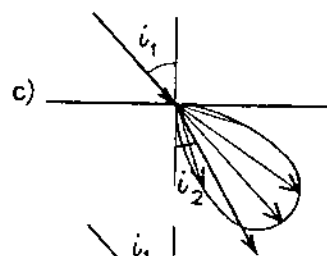
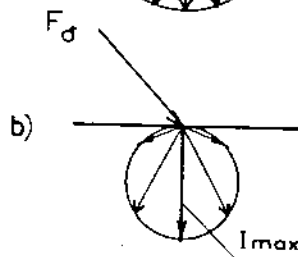
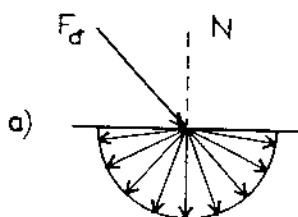
1.3. Xuyên qua khuếch tán hỗn hợp (hình 3-9d)



Hình 3-7



Hình 3-8



Hình 3-9

II. ĐẶC TRƯNG CHIẾU SÁNG KIẾN TRÚC

Khi thiết kế, xử lý chiếu sáng kiến trúc, hai hệ số phản xạ ρ và xuyên qua τ của vật liệu có ý nghĩa vô cùng quan trọng.

Các bề mặt của kết cấu bao che và phân cách trong kiến trúc đều có tính chất phản xạ và xuyên qua ánh sáng chọn lọc, ánh sáng có bước sóng khác nhau, phản xạ và xuyên sáng khác nhau, do đó quang phổ của quang thông phản xạ và xuyên qua cũng không giống nhau, và không giống quang phổ của quang thông đến. Vì vậy, màu sắc trên bề mặt quan sát mà mắt người nhìn thấy, vừa phụ thuộc quang phổ của quang thông tới, vừa phụ thuộc vào quang phổ của quang thông phản xạ hay xuyên qua, và quan trọng hơn, phụ thuộc vào cấu trúc, tỉ lệ các ánh sáng đơn sắc hợp thành trong ánh sáng phản xạ hay xuyên qua.

Để đặc trưng tính chất phản xạ hay xuyên qua chọn lọc của vật liệu, người ta đưa ra khái niệm "hệ số phản xạ quang phổ ρ_λ " và "hệ số xuyên qua quang phổ τ_λ "

Hệ số phản xạ quang phổ ρ_λ đặc trưng cho hệ số phản xạ ρ của bề mặt vật liệu đối với ánh sáng đơn sắc có bước sóng λ nào đó, xác định bằng :

$$\rho_\lambda = \frac{F_{\lambda \cdot \rho}}{F_{\lambda \cdot d}}$$

Tương tự :

$$\tau_\lambda = \frac{F_{\lambda \cdot \tau}}{F_{\lambda \cdot d}}$$

Trong đó :

$F_{\lambda \cdot d}$ - Quang thông đơn sắc, bước sóng λ tới bề mặt vật liệu.

$F_{\lambda \cdot \rho}$ và $F_{\lambda \cdot \tau}$ - Quang thông đơn sắc, bước sóng λ phản xạ hay xuyên qua vật liệu.

Đối với vật liệu xây dựng, khi rọi ánh sáng tới một bề mặt nào đó, một phần ánh sáng bị hấp thụ, nếu vật liệu trong suốt, sẽ có một phần ánh sáng xuyên qua, phần còn lại, bề mặt vật liệu phản xạ ra mọi phía, hoặc định hướng hoặc khuếch tán.

Khả năng hấp thụ ánh sáng hoàn toàn khác nhau đối với vật liệu khác nhau. Ánh sáng đơn sắc khác nhau bị vật liệu hấp thụ cũng khác nhau. Điều này làm cho ánh sáng phản xạ hoặc xuyên qua không giống ánh sáng tới như đã phân tích trên đây.

Mặt nhận được ánh sáng được coi là nguồn sáng thứ cấp nhờ tính chất phản xạ hoặc xuyên qua ánh sáng từ ngoài rọi tới.

Thật vậy, nếu quang thông rọi tới là dF_d , quang thông phản xạ dF_p , phản xạ từ bề mặt nhận ánh sáng tới, ta có :

$$dF_p = \rho dF_d$$

Độ rọi E trên mặt (diện tích dS) nhận ánh sáng tới, bằng :

$$E = \frac{dF_d}{dS}$$

Độ trưng R, bằng :

$$R = \frac{dF_\rho}{dS} = \rho \frac{dF_d}{dS} = \rho E$$

Độ chói B, bằng :

$$B = \frac{E}{\cos\theta' \cdot d\omega'} = \frac{dF_\rho}{dS \cdot \cos\theta' \cdot d\omega'} = \frac{R}{\cos\theta' \cdot d\omega'}$$

Với mặt xuyên sáng :

$$R = \tau \cdot E$$

Giống như trên đây đã chứng dẫn.

Một vật được gọi là trắng nếu vật đó phản xạ khuếch tán hầu như toàn bộ ánh sáng tới. Khi đó $\rho = 1$.

Mặt tuyết mới rơi hoặc mặt phủ magiêoxyt, $\rho \cong 0,9$

Một vật được gọi là đen nếu vật đó hấp thu hầu hết ánh sáng tới trên nó. Với vật đen $\rho \ll 1$.

Mặt sơn đen có $\rho \cong 0,01$.

Chương 4

ĐỘ NHÌN VÀ NHÂN TỔ ẢNH HƯỞNG

Độ nhìn là chỉ mức độ nhìn rõ vật quan sát, là mục đích của quang học kiến trúc.

Độ nhìn liên hệ trực tiếp với khả năng thu nhận ánh sáng của mắt, do đó cần tìm hiểu cấu tạo và sự thu nhận ánh sáng của mắt.

I. CẤU TẠO VÀ SỰ THU NHẬN ÁNH SÁNG CỦA MẮT

Sơ đồ cắt ngang mắt từ ngoài vào trong (hình 4-1), như sau :

A - Giác mạc

B - Thủy tinh dịch

i-i - Lòng đen

P - Con ngươi là một lỗ hở nhỏ của lòng đen.

C - Thủy tinh thể, là một thấu kính 2 mặt cong lồi, cấu tạo bằng một chất trong suốt, đàn hồi, 2 mặt cong lồi của nó có thể thay đổi độ cong được.

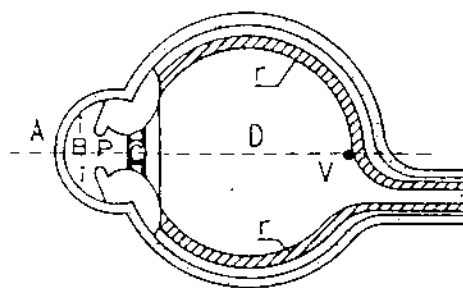
D - Thủy tinh dịch.

r-r - Mạng thần kinh thị giác, tựa như một cái lưới đan bằng những dây thần kinh thị giác ở phần phía trong và sau mắt gọi là võng mạc.

V - Điểm vàng, đối diện với thủy tinh thể C trên giao điểm giữa trục mắt và võng mạc. Điểm vàng rất nhạy ánh sáng.

Khi quan sát, lỗ con ngươi P tự điều chỉnh lớn nhỏ để quang thông đi vào mắt thích hợp nhất. Thủy tinh thể C thay đổi độ cong trên 2 mặt của nó, tức là thay đổi độ hội tụ của ánh sáng để ảnh của vật quan sát rơi đúng trên võng mạc r-r. Ảnh sẽ gây những kích thích thần kinh thị giác, kết quả ta nhìn thấy rõ vật.

Nhờ khả năng thay đổi độ cong trên 2 mặt thủy tinh thể C mà mắt có thể nhìn vật với khoảng cách đến mắt xa gần khác nhau.



Hình 4-1

Cắt ngang mắt từ ngoài vào

II. THỊ GIÁC BAN NGÀY, THỊ GIÁC HOÀNG HÔN

Khi ánh sáng truyền tới mắt người, thực chất là do điện trường $\vec{E}$ trong ánh sáng tác dụng lên các tế bào thần kinh thị giác của võng mạc, gây nên cảm giác sáng. Do đó, vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ trong ánh sáng được gọi là vectơ sóng sáng.

Khi ánh sáng tác dụng lên mắt, sẽ gây một cảm giác sáng, cảm giác này xác định bằng độ rơi E trên võng mạc do quang thông F từ vật quan sát rơi vào mắt.

Võng mạc là nơi nhận những kích thích từ bên ngoài rơi tới, màng lưới thần kinh thị giác của võng mạc chứa những tế bào nhạy ánh sáng, ở giữa là những tế bào hữu sắc gọi là tế bào nón (có khoảng 7 triệu tế bào nón) và chung quanh là những tế bào vô sắc gọi là tế bào gậy (có khoảng 100 triệu tế bào gậy).

Hai loại tế bào này giữ vai trò khác nhau khi xuất hiện cảm giác sáng. Tế bào vô sắc nhạy hơn tế bào hữu sắc nhưng lại không có khả năng phân biệt màu sắc.

Tế bào hữu sắc, khi bị kích thích sẽ cho cảm giác màu sắc và giúp phân biệt chi tiết vật quan sát hơn là tế bào vô sắc.

Tương ứng với 2 loại tế bào hữu sắc và vô sắc, con người có 2 thị giác khác nhau (hình 2-2) là thị giác ban ngày và thị giác hoàng hôn

1. Thị giác ban ngày

Thị giác ban ngày liên hệ với sự kích thích tế bào hữu sắc.

Khi độ rọi E đủ lớn, với $E \geq 10$ lux (ánh sáng ban ngày) thì tế bào hữu sắc cho cảm giác màu sắc và phân biệt chi tiết của vật quan sát.

Như vậy, khi độ rọi $E \geq 10$ lux thì thị giác ban ngày làm việc.

2. Thị giác hoàng hôn

Thị giác hoàng hôn liên hệ với sự kích thích tế bào vô sắc, khi độ rọi $E \leq 0,01$ lux (ánh sáng hoàng hôn) thì tế bào vô sắc làm việc.

Thông thường thì cả 2 thị giác đồng thời tác dụng với mức độ khác nhau, nhưng khi $E \leq 0,01$ lux thì chỉ có tế bào vô sắc làm việc.

Độ rọi $E = 0,01$ lux đến 10 lux thì cả 2 tế bào cùng làm việc.

3. Quá trình thích nghi

Quá trình thích nghi là quá trình để cho thị giác hoàng hôn hoạt động. Khi chuyển từ độ rọi lớn qua độ rọi nhỏ, tế bào vô sắc không thể đạt ngay độ hoạt động cực đại mà cần có thời gian quen dần - thích nghi. Vì vậy khi chuyển từ thị giác ban ngày sang thị giác hoàng hôn, quá trình chuyển tiếp tương đối chậm. Đặc điểm này rất có ý nghĩa trong chiếu sáng kiến trúc.

Khi mắt đã thích nghi hoàn toàn, độ nhạy rất lớn, chẳng hạn với ánh sáng màu vàng lục, mắt có thể nhận được độ rọi $E = 5 \cdot 10^{-10}$ lux ($\approx 4 \cdot 10^{-10}$ erg/s. 1 erg/s $\approx 1,25$ lx).

Quang thông bé nhất đủ gây một cảm giác sáng khi mắt đã thích nghi gọi là ngưỡng nhạy. Độ chói ở ngưỡng thấy $B = 10^{-5}$ cd/m², lóa mắt với $B \geq 5000$ cd/m².

Thị giác ban ngày, mắt có thể nhận được độ rọi lớn nhất trên con người $E = 250$ lux. Độ rọi lớn hơn sẽ làm đau mắt và hại võng mạc.

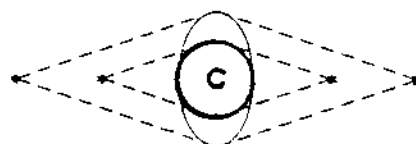
Khi chuyển nhanh từ môi trường sáng ít sang môi trường sáng nhiều, mặc dù quang thông trong môi trường sáng nhiều không vượt quá giới hạn có thể chịu được của mắt cũng làm hại võng mạc.

Thị giác hoàng hôn chỉ cảm nhận một màu xanh xám như nhau đối với mọi ánh sáng đơn sắc khác nhau, mặc dù độ nhạy khác nhau với ánh sáng đơn sắc khác nhau.

Độ nhạy của thị giác hoàng hôn không giống với độ nhạy của thị giác ban ngày.

4. Cực cận và cực viễn

Khi quan sát, thủy tinh thể C của mắt tự thay đổi độ cong của 2 mặt lồi để điều chỉnh độ hội tụ quang thông, đưa ảnh của vật quan sát rơi đúng trên võng mạc (hình 4-2). Nhờ vậy mà mắt có thể nhìn vật quan sát trên khoảng cách xa gần khác nhau. Tuy nhiên, khả năng điều chỉnh của thủy tinh thể C cũng có hạn.



Hình 4-2

Với mắt bình thường, điểm cực cận cách mắt khoảng 20cm, khi đó thủy tinh thể phồng lên tới độ cong cực đại. Còn điểm cực viễn ở vô cùng.

5. Độ chói chủ quan

Độ chói chủ quan là độ chói của vật quan sát tác động lên mắt người, mắt người là một dụng cụ trắc quang chủ quan.

Độ chói chủ quan, về giá trị, bằng độ rọi E' nhận được trên võng mạc trong giới hạn của ảnh.

Từ sơ đồ cấu tạo của mắt (hình 4-3), ta có :

$\Delta\omega'$ - Góc khối giới hạn các tia sáng từ lỗ con ngươi đến võng mạc.

F, F' - Tiêu điểm của mắt

f, f' - Tiêu cự 1 và 2, ứng với tiêu điểm F, F'

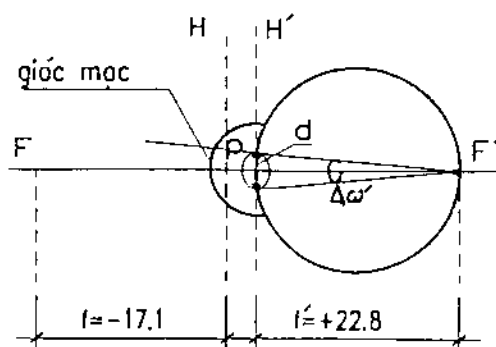
H - Vị trí mặt phẳng cách đỉnh giác mạc, về phía trong +1,348mm

H' - Vị trí mặt phẳng cách đỉnh giác mạc, về phía trong +1,602mm.

Tiêu cự 1 với $f = -17,1\text{mm}$; tiêu cự 2 với $f' = +22,8\text{mm}$.

Giả sử vật quan sát kích thước hữu hạn, độ chói B. Khi đó độ rọi E' trong phạm vi của ảnh bằng :

$$E' = K \cdot B \left(\frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \Delta\omega'$$



Hình 4-3

Trong đó :

n, n' - Là chiết suất của không khí và của thủy tinh dịch chứa trong mắt

K - Hệ số kể tới độ nhạy của mắt đối với bức xạ khả kiến.

Cho nên độ chói chủ quan (đo bằng độ rọi E') của vật quan sát xác định từ độ chói B của chính nó.

Nếu ảnh của vật quan sát trên võng mạc có kích thước hữu hạn thì độ chói chủ quan không phụ thuộc vào kích thước của vật và khoảng cách từ vật đến mắt. Chẳng hạn 2 tờ giấy có độ rọi như nhau, cho một cảm giác độ chói như nhau, mặc dù một tờ giấy để gần và một tờ giấy để xa mắt.

Cường độ của thị giác cũng như các giác quan khác, không phải tỉ lệ một cách đơn giản với công suất kích thích.

Cường độ của thị giác giống như của thính giác, có thể thừa nhận là tỉ lệ với logarit của công suất kích thích.

Theo Veber - ferner thì :

$$E_{\text{hiệu dụng}} = \lg E_{\text{kích thích}}$$

Từ quan hệ giữa E' và B trên đây, có thể thấy rằng, nếu tăng B lên 2 lần thì E' tăng lên ít hơn nhiều.

Trên đây ta xét vật quan sát được nhìn dưới một góc giới nội, nếu vật quan sát ở xa đến mức các tia sáng đến mắt có thể coi như là song song nhau, khi đó trên võng mạc không thu được ảnh đồng dạng với vật quan sát, mà chỉ thu được một vòng tròn xác định do hiện tượng nhiễu xạ ánh sáng của mắt, kích thước của vòng tròn này phụ thuộc vào cấu tạo của mắt. Kết quả là độ chói trong phạm vi vòng tròn nhiễu xạ được xác định bởi giá trị của quang thông ΔF tới trên con người của mắt.

Giả sử quan sát một nguồn sáng khá xa, có thể coi là một nguồn điểm, lúc đó quang thông ΔF bằng, (hình 4-4) :

$$\Delta F = I \cdot \Delta \omega$$

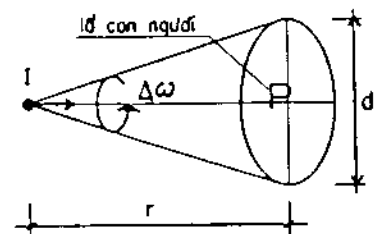
Trong đó :

I - Cường độ sáng của nguồn

$\Delta \omega$ - Góc khối có đỉnh tại nguồn sáng nhìn tới con người của mắt.

Nếu khoảng cách từ nguồn đến con người của mắt là r , đường kính lỗ con người là d thì :

$$\Delta \omega = \frac{\pi d^2}{4r^2}$$



Hình 4-4

Độ chói chủ quan xác định từ quang thông ΔF đến trên con ngươi của mắt, bằng :

$$\Delta F = I \cdot \Delta \omega = I \cdot \frac{\pi d^2}{4r^2}$$

Vậy độ chói chủ quan của nguồn điểm xác định theo cường độ sáng I của nguồn, đồng thời phụ thuộc vào khoảng cách r từ nguồn đến mắt.

III. ÁNH SÁNG MÀU - TÍNH BA BIẾN CỦA THỊ GIÁC VÀ HỆ QUẢ

Vật quan sát có màu nhận ánh sáng từ ngoài rơi tới, cảm nhận được màu của vật liên quan tới đặc điểm sinh lí của mắt người, tức là phụ thuộc vào độ nhạy của tế bào nón - thị giác ban ngày.

Khả năng cảm nhận màu của mắt người đặc trưng bằng ba thông số :

- Độ chói của ánh sáng màu, biểu thị số lượng ánh sáng.
- Độ hiện màu, xác định bằng bước sóng đơn sắc của màu hỗn hợp.
- Độ thuần khiết của ánh sáng trắng, đánh giá mức độ liên tục của phổ bức xạ toàn phần.

Ba thông số đặc trưng đặc điểm sinh lí của mắt người khi cảm nhận ánh sáng màu, gọi là tính ba biến của thị giác.

1. Tính ba màu của ánh sáng trong cảm nhận của thị giác

Nếu đặt hai hoặc ba màu liền nhau trên một nền trắng, mắt sẽ thấy hỗn hợp các màu đơn sắc, đồng thời mắt cũng cảm nhận một hỗn hợp màu đơn sắc có bước sóng trung gian giữa các màu đơn sắc thành phần.

Chúng ta có quá nhiều thí dụ về hòa màu ánh sáng, chẳng hạn hỗn hợp ánh sáng đơn sắc màu xanh da trời, $\lambda = 436\text{m}\mu$ với ánh sáng màu vàng, $\lambda = 580\text{m}\mu$ sẽ cho ánh sáng màu xanh lá cây, $\lambda = 546\text{m}\mu$.

Như vậy nếu chọn được ba màu cơ bản, sao cho hai trong ba màu đó có bước sóng ở hai đầu cùng của phổ nhìn thấy, để khi hỗn hợp cả ba màu đủ cho một cảm nhận của mắt tất cả những màu sắc mong muốn.

Năm 1931, Ủy hội chiếu sáng quốc tế (C.I.E) xác định ba màu cơ bản như sau :

Màu đỏ (Red) - R, $\lambda = 700\text{m}\mu$

Màu xanh lá cây (Green) - G, $\lambda = 546\text{m}\mu$

Màu xanh da trời (Blue) - B, $\lambda = 436\text{m}\mu$

Cách hỗn hợp ba màu cơ bản này được mô tả trên (hình 4-5), gọi là hệ thống RGB.

Với liều lượng hợp lí của ba bức xạ đơn sắc cơ bản này sẽ cho mắt một cảm nhận màu trắng giống màu của đèn chuẩn W (là màu sáng trắng của đèn Xenon, loại

đèn có quang phổ bức xạ ổn định không phụ thuộc vào bước sóng λ trong miền khả kiến). Dĩ nhiên, không phải là ánh sáng trắng về phương diện vật lí.

Nguyên lí trộn ba màu cho cảm nhận màu trắng của thị giác đã có từ cổ xưa, là hệ quả của nguyên lí thị giác ba biến, hoàn toàn là do tác dụng sinh lí của thị giác chứ không phải của vật lí, tuy nhiên, sự hỗn hợp tuân theo các định luật tuyến tính (định luật Grassman), tức là những quang thông đơn sắc thành phần sẽ hỗn hợp theo quy tắc toán học của các đại lượng đại số : độ chói của hỗn hợp màu là tổng độ chói của các màu thành phần.

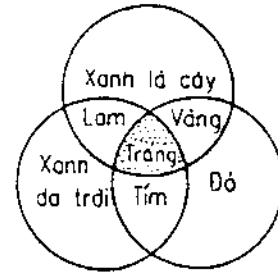
Nếu muốn có ánh sáng trắng của một đèn chuẩn nào đó, chẳng hạn ánh sáng của đèn W, thì độ chói của ba bức xạ đơn sắc cơ bản của hệ thống RGB phải có tỉ lệ sau đây : $G = 4,59R$ và $B = 0,06R$.

Bước sóng λ của hỗn hợp màu đơn sắc phụ thuộc vào tỉ lệ độ chói giữa ba bức xạ đơn sắc thành phần

RGB, đồ thị của quan hệ này gọi là hàm số màu (hình 4-6a).

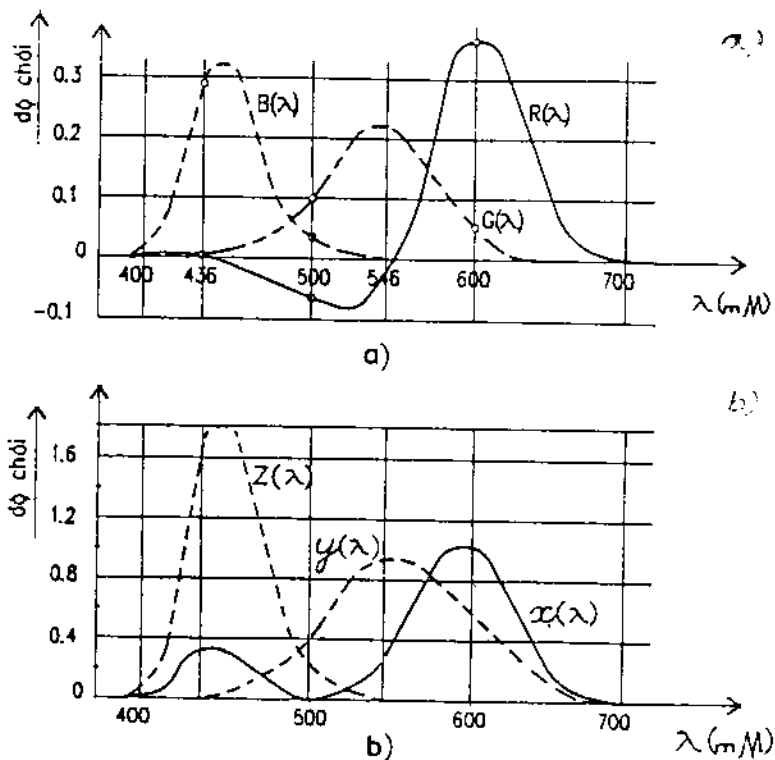
Từ đồ thị của hàm số màu, dễ dàng tìm được tỉ lệ độ chói của 3 màu cơ bản RGB để cho hỗn hợp màu đơn sắc bước sóng λ , thí dụ :

Để có $\lambda = 436\text{m}\mu$,	cần có độ chói của	$R = 0$,	$G = 0$,	$B = 0,29$
- $\lambda = 600\text{m}\mu$	- -	$R = 0,34$,	$G = 0,06$,	$B = 0$
- $\lambda = 500\text{m}\mu$	- -	$R = -0,07$,	$G = 0,08$,	$B = 0,05$



Hình 4-5

Hỗn hợp màu hệ thống RGB



Hình 4-6

Theo hệ thống RGB, thì một số màu hỗn hợp có bước sóng trong phạm vi $\lambda = 436$ đến 546nm , cần có màu đỏ với tỉ lệ âm (< 0). Đây là nhược điểm của hệ thống RGB.

2. Biểu đồ màu xy

Để khắc phục nhược điểm này, Ủy hội chiếu sáng quốc tế (C.I.E) sử dụng hệ thống ba màu cơ bản ảo XYZ suy từ hệ thống RGB bằng phép biến đổi tuyến tính thỏa mãn ba điều kiện sau :

- Màu trắng W vẫn là tổng hợp từ một đơn vị X, một Y và một Z.
- Thành phần Y chỉ xác định độ chói B.
- Một màu bất kì $C = aX + bY + cZ$ đảm bảo là hỗn hợp của ba thành phần luôn luôn có giá trị dương, tức là giá trị các hệ số tỉ lệ a, b, c đều không âm (hình 4-6b)

Ma trận hỗn hợp màu như sau :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,77 & 1,75 & 1,13 \\ 1 & 4,59 & 0,06 \\ 0 & 0,06 & 5,59 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Trong đó, lưu ý rằng W ($R = 1 = G = B$) có các thành phần $X = Y = Z = 5,56$.

Từ (hình 4-6), dễ dàng xác định được hỗn hợp màu đơn sắc có bước sóng λ bất kì trong miền khả kiến, từ phối hợp ba màu cơ bản ảo XYZ. Đường cong $y(\lambda)$ có dạng như đường cong thị kiến - đường cong biểu diễn quan hệ giữa độ nhạy của mắt với bước sóng λ của bức xạ đơn sắc.

Trong không gian trực giao ba chiều, gốc O, vectơ $\vec{OC}$ biểu diễn màu C. Nếu các tọa độ màu của C theo tỉ lệ của một trong ba thành phần tạo nên hỗn hợp, ta có :

$$x = \frac{a}{a+b+c} ; y = \frac{b}{a+b+c} ; z = \frac{c}{a+b+c}$$

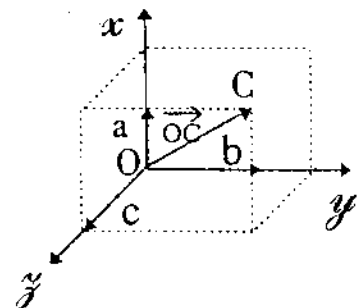
Như vậy : $x + y + z = 1$

Từ đó có thể kết luận :

- Các tọa độ màu trắng chuẩn W là hỗn hợp của ba màu cơ bản, trong đó mỗi màu bằng $1/3$.

- Những màu khác màu trắng có thể biểu diễn trong mặt phẳng Ox, Oy vì những màu này chỉ là hỗn hợp của 2 màu cơ bản.

Ủy hội chiếu sáng C.I.E mô tả mối quan hệ này trên tọa độ phẳng x,y (hình 4-7)



Các bước sóng gồm giữa 780 và 569mμ (đỏ, da cam, vàng) có các bước sóng bổ sung gồm giữa 493 và 380 (xanh da trời, tím).

Các bước sóng trong miền còn lại của phổ liên tục từ $\lambda = 493$ đến 569mμ (màu xanh lá cây) chỉ có một đường bổ sung (xanh da trời, đỏ) là màu tía bổ sung $\lambda = 530\text{m}\mu$.

b) Tìm độ hiện màu

Chẳng hạn tìm độ hiện của màu có tọa độ tại M (màu đỏ), N (xanh lá cây) và P (xanh da trời), chỉ cần nối và kéo dài đoạn thẳng WM, WN, WP tới M', N' và P' trên đường cong phổ thuần khiết, ta có các bước sóng trội $\lambda_{M'} = 608$; $\lambda_{P'} = 474$ và $\lambda_{N'} = 524\text{m}\mu$.

Độ tinh khiết của màu biểu thị bằng tỉ lệ các đoạn thẳng đã chia trên chính nó, thí dụ, độ tinh khiết của màu N bằng WN/WN' , của màu M bằng WM/WM' và của màu P bằng WP/WP' (giá trị của các đoạn thẳng đo trên biểu đồ).

Lưu ý rằng, độ chói của N' là 0,83, còn của N là 0,6, của M là 0,34 và của M' là 0,345, độ chói P là 0,17, của P' là 0,09 ; từ đó có thể suy ra :

$$\text{Độ tinh khiết của } N = \frac{WN}{0,6} : \frac{WN'}{0,83} = \frac{WN}{WN'} \frac{0,83}{0,6} = 0,546 \frac{0,83}{0,6} = 0,755$$

$$\text{Độ tinh khiết của } M = \frac{WM}{WM'} \frac{0,345}{0,34} = 0,63 \frac{0,345}{0,34} = 0,6393$$

$$\text{Độ tinh khiết của } P = \frac{WP}{WP'} \frac{0,09}{0,17} = 0,665 \frac{0,09}{0,17} = 0,352$$

Kết quả đó cho thấy, càng gần W, độ tinh khiết màu càng nhỏ, màu trắng càng nhạt.

4. Hòa màu

Trên biểu đồ (hình 4-8), hòa trộn hai hỗn hợp màu $C_1(x_1 = 0,25 ; y_1 = 0,7)$ và $C_2(x_2 = 0,1 ; y_2 = 0,4)$. Độ chói của C_1 là $Y_1 = 14 \text{ cd/m}^2$, của C_2 là $Y_2 = 12 \text{ cd/m}^2$.

Các vectơ khối lượng $\vec{m}_1$, $\vec{m}_2$ của C_2 và C_1 song song và ngược chiều, xác định bằng

$$\vec{m}_1 = \frac{Y_1}{y_1} = \frac{14}{0,7} = 20 \text{ (ở màu } C_2)$$

$$\vec{m}_2 = \frac{Y_2}{y_1} = \frac{1}{0,4} = 30 \text{ (ở màu } C_1)$$

Nhờ các vectơ này, xác định được tọa độ trọng tâm C của các màu C_1 và C_2 theo cấu tạo trọng tâm $\vec{m}_1$ ở C_2 và $\vec{m}_2$ ở C_1 .

Tọa độ $C(x = 0,17 ; y = 0,52)$. Độ chói $Y = Y_1 + Y_2 = 14 + 12 = 26 \text{ cd/m}^2$.

Tính độ chói Y_P :

- Dựng các đoạn thẳng PM, MN, NP và các đoạn thẳng NW kéo dài, MW kéo dài và PW kéo dài tới gặp các đoạn thẳng PM, MN và NP tại W_1 , W_2 và W_3 .

- Dựng các vectơ $\vec{m}_M$ ở P, $\vec{m}_P$ ở M, ngược chiều nhau :

$\vec{m}_M = Y_M / y_M = 100/0,34 = 294,12$ đặt ở P. Nối ngọn vectơ $\vec{m}_M$ qua W_1 và kéo dài tới gặp vectơ $\vec{m}_P$ đặt tại M. Đo độ dài của $\vec{m}_P = 258,8$:

$\vec{m}_P = 258,8 = Y_P/y_P = Y_P/0,17$. Ta có $Y_P = 258,8 \times 0,17 = 44 \text{ cd/m}^2$.

Bằng phương pháp đồ giải tương tự, sẽ tính được độ chói $Y_N = 91 \text{ cd/m}^2$.

5. Biểu đồ màu u'v'

Biểu đồ xy có nhược điểm là gây trên mắt những cảm nhận màu không đồng nhất khi khoảng cách các tọa độ màu thay đổi. Khoảng cách các tọa độ màu càng xa sự khác biệt trong cảm nhận càng lớn, cùng là hai màu như nhau nhưng đặt gần và đặt xa sẽ cho cảm nhận màu khác nhau. Cho nên người ta gọi biểu đồ xy là biểu đồ không đều màu.

Để khắc phục nhược điểm này, năm 1976 Ủy hội chiếu sáng C.I.E đưa ra biểu đồ đều màu u'v' suy từ biểu đồ xy theo công thức :

$$u' = \frac{4x}{-2x + 12y + 3} ; \quad v' = \frac{9y}{-2x + 12y + 3}$$

Biểu đồ xy và u'v' giúp giải quyết những vấn đề màu ánh sáng, nhưng đánh giá màu phải dùng khái niệm độ rõ hoặc độ chói. Khi độ chói vượt quá một giới hạn nào đó sẽ làm xấu khả năng cảm nhận màu, chẳng hạn nắng giữa trưa hoặc quá tối.

Độ nhìn rõ L phụ thuộc độ chói Y, xác định bằng biểu thức :

$$L = 116 \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} - 16$$

Trong đó, Y_n là độ chói trên mặt trắng chuẩn.

Điều đó có nghĩa là, làm việc trong không gian màu L.u.v hoặc không gian L.a.b hoặc u, v, a, b đều suy từ u'v' hoặc từ XY bằng cách lấy u'_o , v'_o , X_o , Y_o của màu trắng chuẩn.

Do đó cần xác định các yếu tố sau :

- Chênh lệch độ rõ ΔL

- Chênh lệch sắc độ $\Delta C = \sqrt{\Delta u^2 + \Delta v^2}$ hoặc là $\sqrt{\Delta a^2 + \Delta b^2}$

- Chênh lệch màu $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta u^2 + \Delta v^2}$ hoặc là $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

IV. NHỮNG NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI ĐỘ NHÌN

Độ nhìn phụ thuộc 6 nhân tố sau đây :

- Góc nhìn và năng suất phân li
- Tỷ lệ độ chói B giữa vật quan sát và nền (bối cảnh) - độ tương phản.
- Độ chói trên vật quan sát, phương ánh sáng tới trong tầm nhìn.
- Khoảng cách giữa vật quan sát đến mắt
- Thời gian quan sát
- Hiện tượng lóa mắt do tương quan độ chói của trường sáng

1. Góc nhìn và năng suất phân li

a) Góc nhìn

Góc α , β là những góc nhìn.

Góc nhìn là góc tạo thành bởi hai đường thẳng nối điểm đầu và điểm chân của vật quan sát đến quang tâm O của mắt. Vật cách mắt càng xa, góc nhìn càng bé.

Nếu góc nhìn bé, thì giá trị gần đúng của nó, bằng :

$$\alpha_{\text{rad}} = \tan \alpha = \frac{A_1 B_1}{OA_1} = \frac{d}{L} \text{ Radiant (rad)}$$

Có nghĩa là, về giá trị, góc nhìn tỷ lệ thuận với độ lớn của vật quan sát, tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ mắt đến vật quan sát.

Độ lớn của ảnh trên võng mạc cũng phụ thuộc vào độ lớn của góc nhìn :

$$ab_1 = oa.tg\alpha \cong OA.\alpha_{\text{rad}}$$

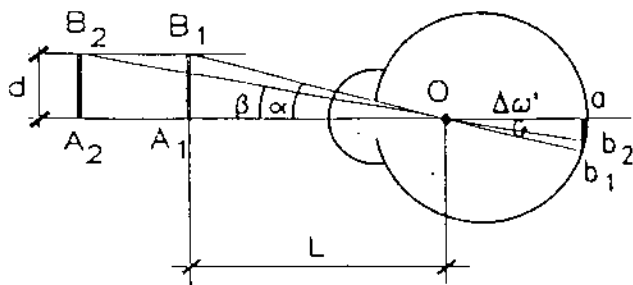
Ảnh của vật trên võng mạc càng lớn, nhìn vật càng rõ, càng chi tiết.

Góc nhìn α , tính bằng phút, bằng :

$$\alpha = \frac{360^\circ}{2\pi} 60' \frac{d}{L} = 3440 \frac{d}{L} ; \text{ phút}$$

Hay là, theo sơ đồ (hình 4-9)

$$d = \frac{\alpha \cdot L}{3440} ; \quad \text{m}$$



Hình 4-9

b. Năng suất phân li

Góc nhìn α nhỏ nhất đủ để cho mắt nhìn thấy vật quan sát gọi là năng suất phân li, góc nhìn như vậy gọi là góc nhìn cực tiểu giới hạn ($\alpha_{\min gh}$).

Khi hai điểm ảnh ab của vật quan sát đứng trên cùng một đầu dây thần kinh thị giác của võng mạc, thì mắt không phân biệt được hai điểm AB của vật quan sát.

Muốn phân biệt được vật quan sát AB thì :

$$\alpha_{(A,B)} > \alpha_{\min gh} = \text{năng suất phân li}$$

Đối với mắt thường, $\alpha_{\min gh} = 1'$

Theo đó mắt thường có thể phân biệt được hai điểm cách nhau 1mm, cách mắt 3m; cách nhau 1cm, cách mắt 30m.

Nhìn rõ nhất, khi ảnh của vật quan sát nằm trên điểm vàng của võng mạc. Điểm này không lớn lắm, góc nhìn trong khoảng $6 \div 7^\circ$ trên điểm vàng. Trường ánh sáng toàn phần mà mắt bao quát được, bằng :

Trên phương thẳng đứng : 130°

Trên phương nằm ngang : 160°

Thiết kế thường lấy một nửa giá trị trên đủ đảm bảo độ rõ.

Thị giác hoàng hôn, năng suất phân li kém hơn nhiều, đến 10 lần so với năng suất phân li tương ứng dưới độ rọi ban ngày.

Dưới độ rọi ban ngày, mắt phân biệt rõ nhất khi vật quan sát đặt cách mắt lớn hơn điểm cực cận một ít, khoảng cách này thường là 25cm gọi là khoảng cách nhìn tốt nhất.

Thực nghiệm dưới ánh sáng ban ngày, góc nhìn $\alpha = 4 \div 5$ phút mới bắt đầu thấy rõ vật. Nếu độ rọi bé thì phải tăng góc nhìn mới nhìn thấy rõ vật. Mối quan hệ giữa độ rọi E và góc nhìn α được mô tả trên hình 4-10.

Thí dụ :

Năng suất phân li của mắt thường $\alpha = 1'$. Muốn nhìn thấy rõ mắt của diễn viên cử động (mắt to 1cm), khoảng cách xa nhất bằng bao nhiêu ?

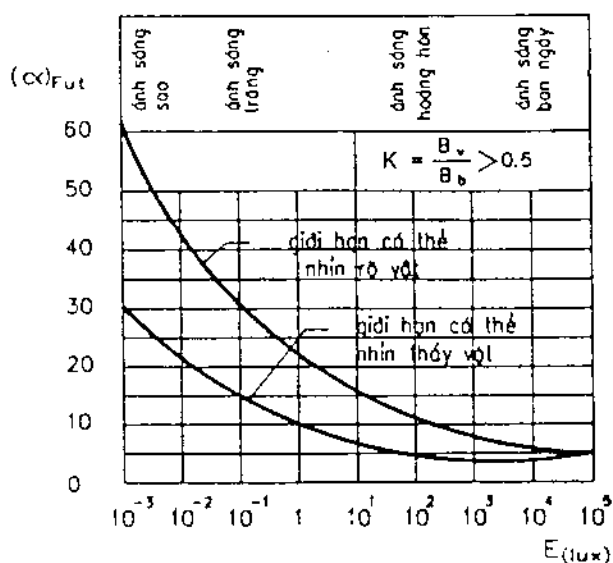
Giải :

Ta có

$$\alpha = 3440 \frac{d}{L} = 1'$$

$$L = 3440.d = 3440.0,01$$

$$= 34,4 \text{ mét}$$

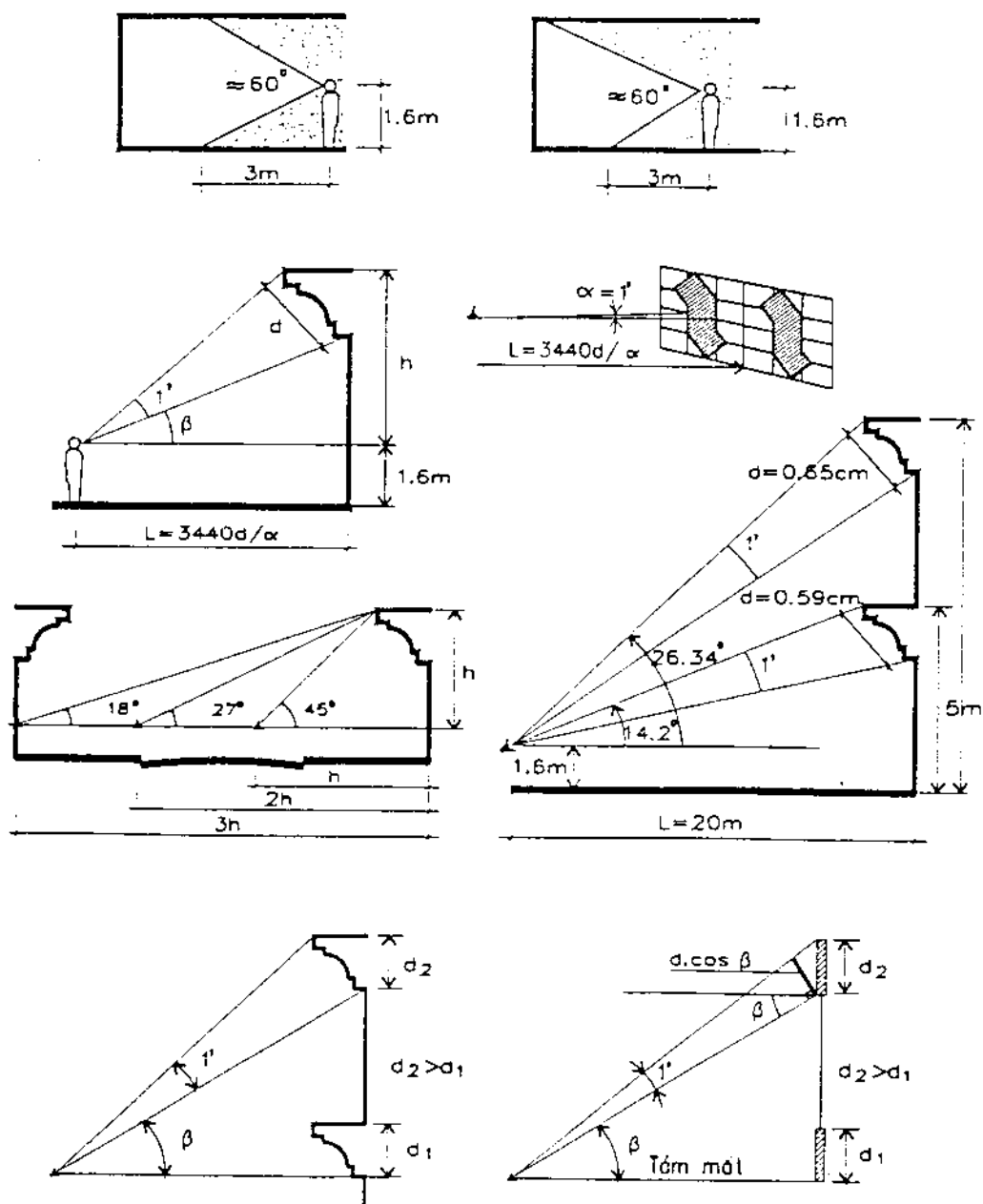


Hình 4-10

Trường hợp vật quan sát đặt cao hơn tầm nhìn nằm ngang 1 góc β (hình 4-11) thì :

$$d = \frac{L\alpha}{3440 \cdot \cos\beta}$$

Có nghĩa là, khi đặt chi tiết trên tầm nhìn thì kích thước của nó phải lớn hơn để có cảm giác cân đối với chi tiết đặt ngang tầm nhìn (tầm mắt nằm ngang).



Hình 4-11

2. Tỷ lệ độ chói B giữa vật quan sát và bối cảnh (Độ tương phản)

Tỷ lệ độ chói giữa vật quan sát và bối cảnh (nền, phong) là chỉ mức độ khác nhau về cường độ sáng giữa vật quan sát và bối cảnh của nó.

Trong chừng mực nhất định thì sự khác nhau càng lớn, nhìn vật quan sát càng rõ. Tỷ lệ này biểu thị bằng hệ số K, gọi là hệ số tương phản, bằng :

$$K = \frac{B_v - B_b}{B_b} = \frac{\Delta B}{B_b}$$

Trong đó :

B_b - Độ chói của bối cảnh

B_v - Độ chói của vật quan sát.

Biểu thức này cho thấy rằng, một vật sáng đặt trên nền tối, giá trị $K > 0$, và biến thiên từ 0 đến $+\infty$. Ngược lại, một vật tối đặt trên nền sáng, giá trị $K < 0$, và biến thiên từ 0 đến -1.

Giá trị K nhỏ nhất mà mắt có thể phân biệt được vật quan sát gọi là độ phân biệt nhỏ nhất (K_{min}) gọi là ngưỡng tương phản, bằng 0,01.

Nghịch đảo của K_{min} gọi là độ nhạy tương phản S_{max} , đặc trưng cho độ nhạy của mắt khi quan sát :

$$S_{max} = \frac{1}{K_{min}} = \frac{1}{\left(\frac{\Delta B}{B_b}\right)_{min}}$$

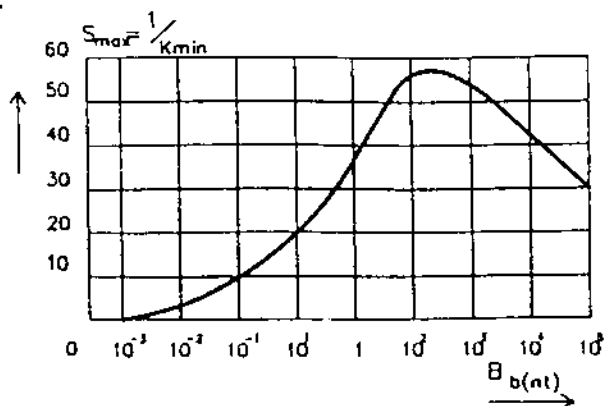
Độ nhạy tương phản phụ thuộc vào điều kiện tiên quyết của mắt, và với mức độ khá lớn, phụ thuộc vào độ chói của bối cảnh (hình 4-12).

Khi độ chói của bối cảnh bé, độ nhạy tương phản tăng khá nhanh và đạt cực đại khi $B_b = 10^3$ nit. B_b tăng lên nữa, độ nhạy tương phản giảm và giảm nhanh, vì khi đó độ chói đã gây hiện tượng lóa mắt.

Điều này giải thích tại sao cùng một bóng đèn, thấp sáng ban ngày ít thấy chói hơn ban đêm.

Độ nhạy tương phản còn phụ thuộc vào kích thước vật quan sát, tức là góc nhìn α , góc nhìn càng bé thì độ nhạy tương phản càng giảm (hình 4-13).

Trong chiếu sáng kiến trúc, kiến trúc sư quan tâm nhất là đạt được giá



Hình 4-12

trị K bé nhất đủ đảm bảo nhìn rõ vật, vì khi đó, kích thước của chi tiết trang trí kiến trúc, tỉ lệ độ sáng giữa chi tiết với bối cảnh phù hợp nhất, kinh tế nhất.

Khi độ rọi tăng lên thì giá trị cần thiết của k đủ để nhìn rõ vật quan sát sẽ giảm (hình 4-13a)

Nói chung, trong điều kiện ánh sáng ban ngày, $K = 0,5$ đã ở trên giá trị K cần thiết đủ để nhìn thấy rõ vật. Do đó, trong thiết kế chiếu sáng kiến trúc, nếu giá trị $K \geq 0,5$ thì có thể coi là thiết kế tốt.

Hình (4.13b) mô tả quan hệ giữa độ chói của bối cảnh B_b với ngưỡng tương phản K_{min} dưới góc nhìn khác nhau. Góc nhìn α càng lớn, ngưỡng tương phản càng giảm. Nhưng độ chói B_b tiếp tục tăng (lớn hơn 10^3 nit) thì ngưỡng tương phản tăng.

Thực tế, giá trị K phải cao hơn giá trị ngưỡng nhiều lần mới đủ nhìn rõ vật quan sát. Theo Blackwell, phải nhân mức ngưỡng K_{min} lên 8 lần mới đạt được giá trị tương phản thực hành

Cảm nhận sinh lí vật lí theo thang đo logarit của đại lượng vật lí thuần túy, cho nên độ tương phản thị giác K_{lg} , bằng :

$$K_{lg} = \log K$$

Đặc trưng độ mịn rõ bằng tỉ số :

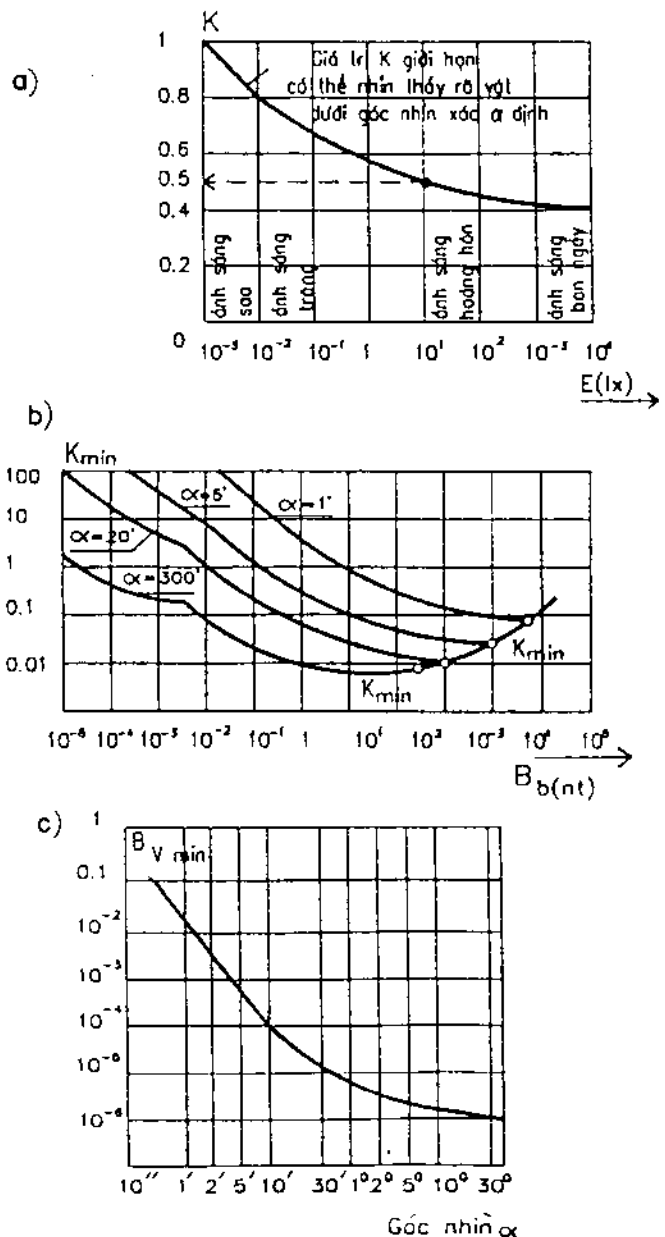
$$K/K_{min}$$

Thực nghiệm cho kết quả như sau :

Khi $K/K_{min} = 1$, độ nhìn rõ 10%

$K/K_{min} = 7,5$ ----- 84%

$K/K_{min} = 12$, ----- 90%



Hình 4-13

Với thị giác ban ngày, độ nhìn rõ bằng 1, giá trị ngưỡng tương phản $K_{\min}$ càng nhỏ khi vật quan sát càng lớn và nền càng sáng.

Cùng một độ chói của nền (B_b), với vật quan sát cho trước, độ nhìn càng rõ khi giá trị $K/K_{\min}$ càng lớn.

3. Độ chói của vật quan sát (B_v)

Vật quan sát phải có độ chói nhất định mới nhìn thấy được. Độ chói nhỏ nhất đủ để nhìn thấy được vật gọi là ngưỡng độ chói $B_{v,\min}$. Ngưỡng độ chói và góc nhìn α có quan hệ đồng đổi (hình 4-13c). Từ biểu đồ cho thấy, góc nhìn α càng lớn, ngưỡng độ chói $B_{v,\min}$ càng nhỏ. Kết quả thực nghiệm cho biết khi góc nhìn $\alpha > 50^\circ$ thì ngưỡng độ chói không giảm nữa. Giá trị $B_{v,\min}$ đủ để thấy vật quan sát dưới góc nhìn $\alpha \approx 50^\circ$ gọi là ngưỡng độ chói tuyệt đối, khi đó $B_v \approx 10^{-6} \text{ cd/m}^2$. Đó là khả năng cảm ứng ánh sáng lớn nhất của mắt.

Nói chung, ngưỡng độ chói được nhiều người chấp nhận bằng 10^{-5} cd/m^2 và bắt đầu gây lóa mắt ở 5000 cd/m^2 .

Độ chói của vật quan sát khi vật nhận ánh sáng từ ngoài rọi tới :

$$B_v = \frac{\rho E}{\pi} \text{ cd/m}^2 \text{ (nít)}$$

Như vậy, độ chói R_v của vật quan sát tỉ lệ thuận với hệ số phản xạ ánh sáng (ρ) và độ rọi E của nó. Vật quan sát như là nguồn sáng thứ cấp.

Biểu thức cho thấy rằng, độ chói B_v của vật quan sát có thể điều chỉnh được và điều chỉnh bằng 2 cách :

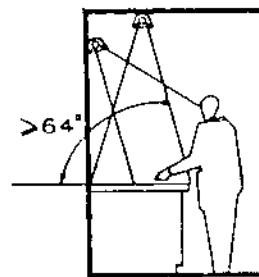
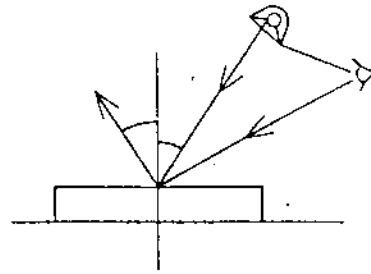
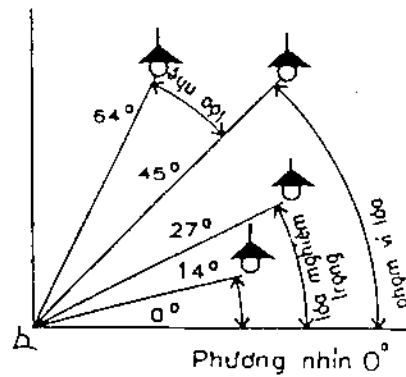
Thay đổi hệ số phản xạ ρ của bề mặt vật quan sát.

Thay đổi độ rọi E trên bề mặt vật quan sát.

Thường thì $B_v < 0,6 \text{ cd/m}^2$, không gây lóa mắt.

Độ sáng của vòm trời, lúc bình thường, không gây lóa mắt khi độ chói $B = 0,013 \div 0,64 \text{ cd/m}^2$.

Góc tia sáng tới hợp với mặt phẳng nằm ngang $\geq 64^\circ$ sẽ không gây lóa mắt. (hình 4-14).



Hình 4-14

4. Khoảng cách giữa vật và mắt

Khoảng cách giữa vật quan sát và mắt càng xa càng kém rõ.

Có cùng góc nhìn α , cùng giá trị K , nhưng khoảng cách đến mắt khác nhau thì khả năng phân biệt màu sắc, chi tiết cũng khác nhau, nguyên nhân là do tính chất không trong suốt của không khí.

Lớp không khí càng dày, càng kém trong suốt. Cho nên khi khảo sát ảnh hưởng của khoảng cách nhìn đối với độ nhìn phải xét cụ thể điều kiện không khí của địa phương xây dựng công trình, những vùng mà tính chất trong suốt của không khí kém cần phải tăng kích thước của chi tiết kiến trúc cho phù hợp với khoảng cách nhìn.

5. Thời gian quan sát

Thời gian quan sát càng lâu thì càng có đủ thì giờ để quan sát kỹ mọi chi tiết của vật.

Mắt có đủ thời gian để thích nghi với ánh sáng trên vật và bối cảnh.

Quá trình thích nghi phụ thuộc vào cường độ sáng của 2 môi trường chuyển tiếp.

Khi chuyển từ môi trường sáng sang môi trường tối là quá trình thích nghi tối.

Khi chuyển từ môi trường tối sang môi trường sáng là quá trình thích nghi sáng.

Quá trình thích nghi tối khá lâu, đến hàng chục phút.

Quá trình thích nghi sáng ngắn, chỉ cần mấy phút.

Nghiên cứu những ảnh hưởng này là để thấu đáo những điều kiện cần và đủ đảm bảo độ nhìn. Khi thiết kế chiếu sáng kiến trúc, trước tiên phải tạo được một môi trường sáng đầy đủ và ổn định, tiện nghi nhìn tối ưu ở mọi vị trí quan sát, có như vậy mới ít tiêu hao thị lực, nâng cao hiệu suất và chất lượng làm việc.

6. Hiện tượng lóa mắt do độ chói trong trường sáng

Khi trong trường sáng tồn tại những chênh lệch quá mức về độ chói, nhất là trong tầm nhìn thì không tránh khỏi hiện tượng lóa mắt, làm mất tiện nghi nhìn. Có thể phân biệt 2 mức độ lóa mắt :

a) Lóa mờ

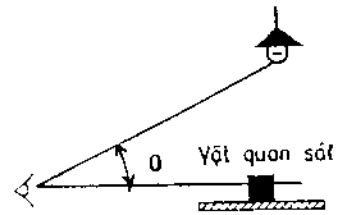
Làm mờ vật quan sát. Hiện tượng lóa mờ phụ thuộc vào độ chói của nguồn sáng và phương tới của tia sáng trên phương nhìn (hình 4-15a).

Nếu phương tới của tia sáng hợp với phương nhìn 1 góc $\theta > 60^\circ$ sẽ không còn bị lóa sáng.

Khi gặp nguồn sáng lớn, phản ứng tự vệ của mắt khép nhỏ lỗ con ngươi, do đó độ rọi trên võng mạc giảm yếu làm mờ hình ảnh vật quan sát.

Đánh giá hiện tượng lóa mờ bằng độ lóa mờ β (hình 4-15a) :

$$\beta = k \frac{E}{\theta^2} ; \quad \text{Lux/Stéradian}$$



Hình 4-15a

Trong đó :

k - Hệ số

E - Độ rọi của nguồn gây lóa (lux)

θ - Góc tia sáng tới trên phương nhìn (Stéradian)

Khi xuất hiện hiện tượng lóa mờ, hệ số tương phản K_1 bằng :

$$K_1 = \frac{B_v - B_b}{B_b + \beta} \leq K = \frac{B_v - B_b}{B_b}$$

Vì rằng $K_1 < K$ cho nên hiệu quả nhìn rõ giảm yếu.

b) Lóa mắt tiện nghi nhìn

Hiện tượng lóa nghiêm trọng đến mức mắt hoàn toàn tiện nghi nhìn. Khó xác định chính xác hiện tượng lóa này. Tuy nhiên, với mức độ định lượng gần đúng, có thể đánh giá bằng chỉ số lóa mắt tiện nghi M :

$$M = K \frac{B_v^a \cdot \omega^m}{P^n \cdot B_b^c}$$

Trong đó :

a, m, n và c - Những số mũ

B_v - Độ chói của nguồn gây lóa (nít)

ω - Góc khối của chùm sáng phát ra từ nguồn gây lóa (Stéradian)

B_b - Độ chói thích nghi của bối cảnh

P - Chỉ số xác định vị trí của nguồn gây lóa so với hướng nhìn.

Theo đề nghị của Hop Kinson (người Anh) :

$$M = 0,5 \frac{B_v^{1,6} \cdot \omega^{6,8}}{P \cdot B_b}$$

Quy phạm chiếu sáng tự nhiên của Anh quốc áp dụng đề nghị này.

Nếu có nhiều nguồn gây lóa thì chỉ số M bằng tổng chỉ số M của các nguồn. Mức độ mất tiện nghi của Hop Kinson như sau :

$M < 8$ - Tiện nghi

$M = 8$ đến 35 - Bắt đầu khó chịu nhưng chấp nhận được

$M = 35$ đến 50 - Bị lóa nhưng hoàn toàn chưa bị mất tiện nghi

$M = 150$ đến 600 - Không tiện nghi

$M > 600$ - Mất tiện nghi hoàn toàn, lóa không chịu được.

Tiêu chuẩn xây dựng chiếu sáng nhân tạo TCXD 16:1986 hiện hành của ta, phân biệt quy định 2 chỉ số đánh giá hiện tượng lóa mắt :

- Chỉ số lóa mắt mất tiện nghi M, do trường sáng phân bố độ chói không đều gây ra.

- Chỉ số lóa N, đánh giá tác động gây lóa do hệ thống chiếu sáng tạo nên.

Chỉ số lóa mắt mất tiện nghi nhìn M, đánh giá chất lượng của trường sáng trong phòng, xác định bằng :

$$M = \frac{B_v \cdot \omega^{0.5}}{\varphi_0 \cdot B_b^{0.5}}$$

Trong đó : φ_0 - Chỉ số xác định vị trí của nguồn gây lóa so với hướng nhìn.

Chỉ số lóa N, đánh giá chất lượng hệ thống chiếu sáng, xác định bằng công thức :

$$N = (S - 1)1000$$

Trong đó, S - Hệ số gây lóa, bằng :

$$S = \frac{V_1}{V_2}$$

V_1 - Độ nhìn rõ vật quan sát khi không có nguồn sáng gây lóa trong trường nhìn.

V_2 - Độ nhìn rõ vật quan sát khi có nguồn sáng gây lóa trong trường nhìn.

Có thể tham khảo chỉ số lóa mắt mất tiện nghi nhìn của Epanetnikốp :

$$M = \frac{B_v}{P} \sqrt{\frac{\omega}{B_b}}$$

Mức tiện nghi của Epanetnikốp :

Tiện nghi cao :

$$M = 12 \text{ đến } 18$$

Tiện nghi vừa :

$$M = 19 \text{ đến } 27$$

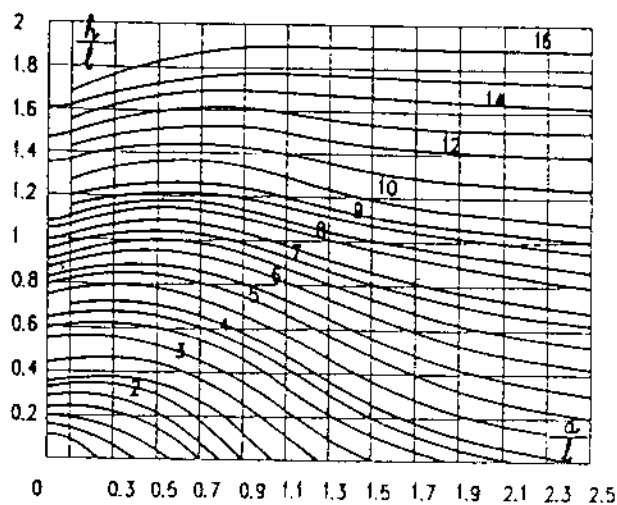
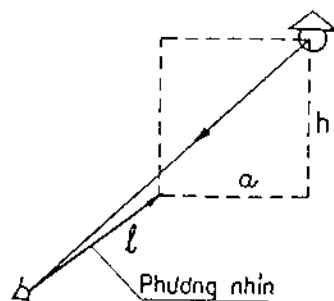
Tiện nghi thấp :

$$M = 28 \text{ đến } 42$$

Tiện nghi rất thấp :

$$M = 43 \text{ đến } 63$$

Chỉ số vị trí nguồn sáng gây lóa P tìm từ biểu đồ Luckiesh và Guth (hình 4-15b).



Hình 4-15b

Biểu đồ Luckiesh và Guth để tìm P.
Nếu nguồn lóa đặt trên phương nhìn thì
 $P = 1$

Thí dụ :

Tính chỉ số lóa mắt mất tiện nghi nhìn M theo Epanetnikốp, cho phòng có cửa sổ rộng 1,2m ; cao 1,2m.

Vị trí quan sát cánh cửa 6m.

Độ chói của bầu trời nhìn qua cửa $B_v = 3300 \text{ cd/m}^2$

Độ chói trung bình của trường sáng trong phòng $B_b = 300 \text{ cd/m}^2$.

Giải :

Tính với trường hợp người quan sát nhìn thẳng vào mặt cửa, tức là $P = 1$. Góc khối ω nhìn từ vị trí quan sát tới cửa bằng :

$$\omega = \frac{S}{d^2} = \frac{1,2 \times 1,2}{6^2} = 0,04 \text{ Stéradian}$$

Chỉ số lóa mắt mất tiện nghi M bằng :

$$M = \frac{B_v}{P} \sqrt{\frac{\omega}{B_b}} = \frac{3300}{1} \sqrt{\frac{0,04}{300}} = 3300 \cdot 0,011547 = 38$$

Tiện nghi thấp. Hiện tượng lóa đã tới mức khó chịu.

PHẦN II

CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

Chương 5

ÁNH SÁNG MẶT TRỜI

I. HỆ SỐ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN (e)

Nguồn sáng tự nhiên là mặt trời

Trên đường đi tới mặt đất, các tia sáng mặt trời xuyên qua khí quyển, một phần bị khí quyển hấp thu và tán xạ, một phần xuyên suốt qua khí quyển truyền thẳng xuống mặt đất. Do đó ánh sáng (bức xạ) mặt trời tới trên mặt đất gồm 2 thành phần :

- Bức xạ trực tiếp là những tia sáng xuyên suốt qua khí quyển truyền thẳng xuống mặt đất, tạo nên độ rọi trực tiếp (E_{lt}).

- Bức xạ khuếch tán (tán xạ) của vòm trời, là do các hạt lơ lửng trong khí quyển hấp thu và tán xạ những tia sáng của mặt trời xuống mặt đất, tạo nên độ rọi khuếch tán (E_{kt}).

Như vậy, độ rọi toàn phần trên một điểm bất kì ngoài nhà, nơi quang đãng, do mặt trời gây ra bằng :

$$E_{ng} = E_{lt} + E_{kt} \quad ; \quad \text{lux}$$

Độ rọi ngoài nhà (E_{ng}) phụ thuộc nhiều yếu tố : độ cao mặt trời, tình hình phản xạ của mặt đất, độ trong suốt của khí quyển (độ mây của bầu trời) v.v...

Ánh sáng trực tiếp rất không ổn định, bị mây che lấp khi nhiều, khi ít vô chừng, do vậy, trong tính toán chiếu sáng tự nhiên, người ta chỉ tính với ánh sáng khuếch tán (E_{kt}) và bỏ qua ánh sáng trực tiếp (E_{lt}).

Thực tế, ánh sáng trực tiếp có tác dụng tăng cường rất lớn, nhưng tác dụng tăng cường này cũng thay đổi vô lường, không đủ căn cứ để xét đưa vào tính toán.

Tóm lại, trong tính toán chiếu sáng tự nhiên, quy ước rằng, độ rọi ngoài nhà là độ rọi do ánh sáng khuếch tán của vòm trời :

$$E_{ng} = E_{kt}$$

Những nhân tố ảnh hưởng tới độ rọi ngoài nhà rất nhiều, và thay đổi theo thời gian, cho nên khi giải quyết những nhiệm vụ cụ thể trong thực tế không thể nào đưa hết được vào tính toán, chỉ có thể đặc trưng bằng một hệ số tổng hợp gọi là hệ số

quang khí hậu (khí hậu ánh sáng). Hệ số quang khí hậu đại diện cho tác dụng hỗn hợp của các nhân tố ảnh hưởng tới độ rọi ngoài nhà.

Vì rằng $E_{ng} = E_{kl}$ thay đổi theo thời gian, cho nên độ rọi tại điểm M (E_M) trong phòng cũng thay đổi theo thời gian, do đó cần phải quy định một độ rọi tối thiểu trong phòng, giá trị của độ rọi tối thiểu này là do các cửa lấy ánh sáng mang vào.

Độ rọi ngoài nhà thay đổi có tính chu kỳ, về mùa đông, do điều kiện khí hậu, một số địa phương không đủ độ rọi tối thiểu theo quy định chung. Hơn nữa, mức độ nhìn rõ còn phụ thuộc tỉ lệ giữa độ sáng của vật quan sát với độ sáng của bối cảnh đã quen, cho nên đánh giá độ rọi tối thiểu trong phòng theo quy định chung, tính bằng lux là không hợp lí. Để xác định giá trị tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên, người ta dùng một hệ số bách phân không thứ nguyên, gọi là hệ số chiếu sáng tự nhiên (HSCSTN), kí hiệu là e (%), bằng :

$$e_M = \frac{E_M}{E_{ng}} 100\%$$

Như vậy, HSCSTN là số phần trăm của tỉ số giữa giá trị độ rọi tại điểm tính toán M (E_M) trên mặt phẳng nằm ngang trong phòng, với độ rọi ngoài nhà ($E_{ng} = E_{kl}$) trên mặt phẳng nằm ngang, nơi quang đăng, xuất hiện cùng thời điểm với độ rọi trong phòng (E_M).

Ta có :

$$E_M = \frac{e_M \cdot E_{ng}}{100}$$

Nghĩa là, muốn xác định giá trị độ rọi trong phòng (E_M) tại thời điểm nào đó, phải biết trị số độ rọi ngoài nhà cùng thời điểm đó.

Trị số độ rọi ngoài nhà có thể tìm trong biểu đồ độ rọi ngoài nhà thành lập cho từng địa phương, qua số liệu quan trắc nhiều năm của các trạm, đài khí tượng địa phương.

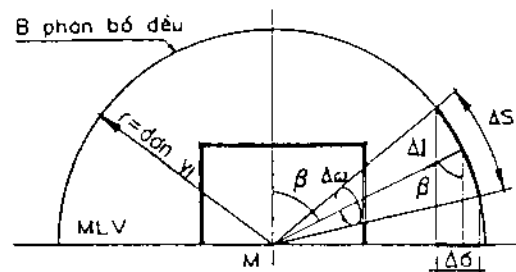
II. ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA QUANG HỌC KIẾN TRÚC

1. Định luật hình chiếu góc khối

Chúng ta xét trường hợp thông thường, mặt phẳng làm việc (MLV) nằm ngang.

Lấy điểm cần tìm độ rọi (M) làm tâm, dựng bán cầu bán kính r bằng 1 đơn vị. Giả thiết độ chói B của mặt bán cầu phân bố đều (hình 5-1).

Độ rọi tại M là do phần diện tích ΔS nhìn từ M qua cửa lấy ánh sáng gây ra, vì ΔS khá bé, thừa nhận như nguồn sáng điểm. Cường độ sáng ΔI do ΔS phát ra, ta có :



Hình 5-1

Bán trục lớn của trái đất

$$r = 149,5 \cdot 10^6 \text{ Km bằng 1 đơn vị thiên văn}$$

$$\Delta I = B \cdot \Delta S$$

$$E_M = \frac{\Delta I}{r^2} \cos \beta ; r = \text{đơn vị, do đó :}$$

$$E_M = \Delta I \cdot \cos \beta = B \cdot \Delta S \cdot \cos \beta$$

Ta thấy ngay là : $\Delta S \cdot \cos \beta = \Delta \sigma$ là hình chiếu của ΔS lên mặt phẳng nằm ngang (MLV), do đó :

$$E_M = B \cdot \Delta \sigma$$

Vì mặt bán cầu (hình ảnh của bầu trời) có độ chói B phân bố đều, do đó độ rọi tại M do mặt S rọi sáng, bằng (hình 5-2).

$$E_M = B \cdot \sigma$$

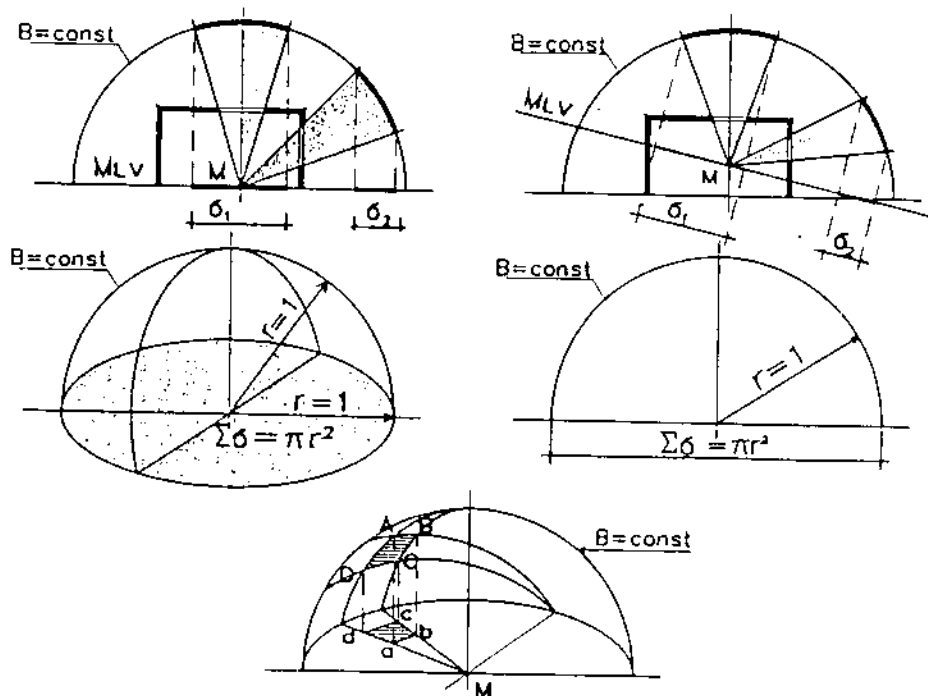
Diện tích hình chiếu của bán cầu trên mặt phẳng nằm ngang, bằng :

$$\Sigma \sigma = \pi \cdot r^2$$

là diện tích hình tròn lớn có bán kính $r = 1$

Do đó :

$$E_{ng} = B \cdot \Sigma \sigma = B \cdot \pi$$



Hình 5-2

$$e_M = \frac{E_M}{E_{ng}} = \frac{B\sigma}{B\pi} = \frac{\sigma}{\pi}$$

Hay là :

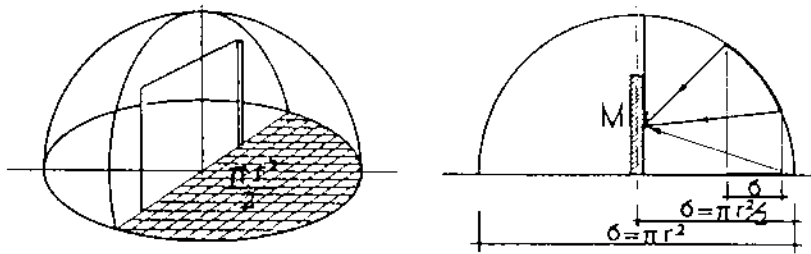
$$e_M = \frac{\sigma}{\pi} 100\%$$

Nhờ định luật này, dễ dàng xác định được giá trị tương đối của độ rọi tại điểm bất kì trên mặt phẳng làm việc, lấy ánh sáng bằng cửa bên hay cửa mái.

Theo đó, giá trị độ rọi trên mặt phẳng thẳng đứng ngoài trời, chỉ bằng một nửa giá trị độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang ngoài trời. Điều này khá chính xác với những mặt đứng kiến trúc ở những nơi có hệ số phản xạ của các bề mặt xung quanh bé.

Thực tế thì hệ số phản xạ ρ của mặt đất trần trong khoảng từ $0,15 \div 0,3$. Do đó độ rọi thực tế trên mặt đứng kiến trúc, chiếu sáng bằng ánh sáng khuếch tán của bầu trời lớn hơn 50% độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang (hình 5-3).

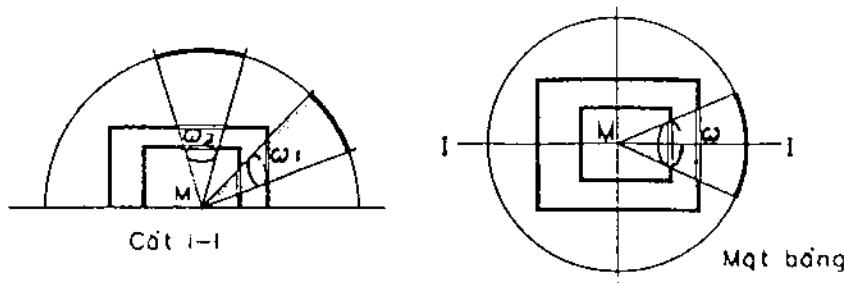
$$E_{ng. \text{ đứng}} = B \cdot \Sigma \sigma = B \cdot \pi/2 = 0,5 \cdot B \cdot \pi$$



Hình 5-3

2. Định luật gần đúng của kỹ thuật chiếu sáng

Độ rọi E_M tại điểm M bất kì trên mặt làm việc trong phòng do nhiều lớp cửa lấy ánh sáng gây ra (hình 5-4), kích thước các lớp cửa khác nhau, nếu sử dụng kính cửa khác nhau thì độ chói các cửa cũng khác nhau.



Hình 5-4

Nếu thiết kế các cửa có cùng góc khối, nhìn từ M, đồng thời sử dụng cùng một loại kính, thì độ chói của các lớp cửa đều bằng nhau :

$$B_1 = B_2 = \dots = B_n = \text{const}$$

Định luật gần đúng này giúp đơn giản tính toán chiếu sáng tự nhiên, đồng thời có thể dùng phương pháp mô hình để nghiên cứu tình hình phân bố độ rọi trong phòng. Kinh nghiệm cho thấy rằng, nếu tỉ lệ mô hình không nhỏ hơn 1/20 so với kích thước thực tế, và có đủ các chi tiết thực thì độ rọi đo được trên mô hình rất đáng tin cậy.

III. HỆ SỐ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN MẶT CẦU MẶT BÁN CẦU, ĐỘ RỌI TRỤ

Giá trị của e chỉ biểu thị số phần trăm lượng ánh sáng trên mặt phẳng chi tiết quan sát ở trong phòng so với lượng ánh sáng trên mặt phẳng nằm ngang ngoài nhà, xuất hiện cùng thời điểm. Trong giá trị của e , chưa xét tới sự phân bố ánh sáng và bóng đổ trên chi tiết quan sát.

Độ nhìn đối với các vật phẩm không gian, không những phụ thuộc vào 6 nhân tố trên đây, mà còn, trên mức độ rất lớn, phụ thuộc vào tỉ lệ phân bố ánh sáng và bóng đổ trên vật quan sát do ánh sáng tới gây ra.

Do đó, đánh giá độ nhìn đối với các vật phẩm không gian bằng giá trị của HSCSTN e là thiếu chính xác.

Độ rọi mặt cầu, bán cầu, độ rọi trụ là những độ rọi không gian, giá trị của nó giúp đánh giá chính xác độ nhìn khi quan sát vật từ các phía. Vì vậy, các nước tiên tiến, dùng độ rọi không gian làm tiêu chuẩn đánh giá độ nhìn.

Trên cơ sở lý thuyết trường ánh sáng (do giáo sư người Nga A.A. Ghersin nghiên cứu đề xuất) xây dựng phương pháp đánh giá độ nhìn dựa vào mật độ không gian của quang thông tại một điểm bất kì trong phòng.

1. Đặc trưng cho độ rọi không gian

Là độ rọi trung bình mặt cầu, về giá trị, bằng mật độ quang thông trung bình trên mặt cầu.

Giả sử, điểm M trong trường sáng nhận ánh sáng từ các phía của trường sáng rọi tới.

Tại M, ta dựng một mặt cầu bán kính bằng đơn vị. Độ rọi trên mặt cầu, trong giới hạn góc khối ω , nhìn từ M (hình 5-5) là E :

Độ rọi trung bình trên mặt cầu, bằng :

$$E_{4\pi} = \frac{\int_{\omega=4\pi} E \cdot d\omega}{4\pi} \quad ; \quad \text{lm/m}^2$$

Cường độ sáng trung bình trên mặt cầu, bằng :

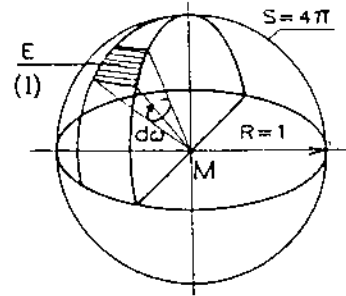
$$I_{4\pi} = \frac{\int_{\omega = 4\pi} I \cdot d\omega}{4\pi}$$

Trong đó :

Ở mẫu số, 4π là diện tích phát sáng quanh điểm M. Điểm quan sát M như một mặt cầu bán kính khá bé, do mặt cầu phát sáng rọi tới.

Như vậy, độ rọi trung bình mặt cầu ($E_{4\pi}$) phụ thuộc mật độ không gian của quang thông trong trường sáng, biểu thị mức độ đầy đủ ánh sáng trong không gian.

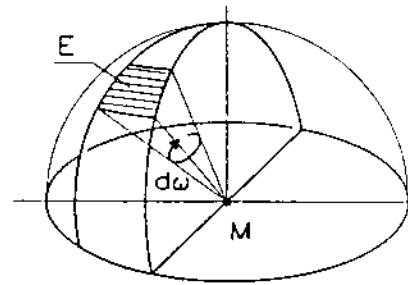
Trong thực tế, thường gặp trường hợp bán cầu trên bức xạ ánh sáng rọi vào điểm quan sát, khi đó sử dụng độ rọi trung bình mặt bán cầu (hình 5-6).



Hình 5-5

$$E_{2\pi} = \frac{\int_{\omega = 2\pi} E \cdot d\omega}{2\pi}$$

Dùng độ rọi trung bình mặt bán cầu $E_{2\pi}$ có thể đánh giá khá chính xác tình hình chiếu sáng những chi tiết không gian trên mặt bằng lớn, chẳng hạn chi tiết trang trí trên mặt đứng kiến trúc, những vật phẩm trưng bày trong phòng triển lãm, những chi tiết sản xuất trên mặt làm việc trong nhà xưởng.



Hình 5-6

Trong trường sáng xác định, coi điểm quan sát là mặt cầu hay bán cầu bán kính vô cùng nhỏ, thì mật độ quang thông trung bình trên mặt bán cầu sẽ lớn hơn mật độ quang thông trung bình trên mặt cầu.

HSCSTN mặt bán cầu $e_{2\pi}$ bằng :

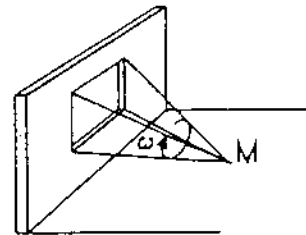
$$e_{2\pi} = \frac{E_{2\pi}}{E_{ng\ 2\pi}} \cdot 100$$

HSCSTN mặt cầu $e_{4\pi}$, bằng :

$$e_{4\pi} = \frac{E_{4\pi}}{E_{ng\ 4\pi}} \cdot 100$$

Từ độ chói B của bầu trời, có thể dẫn tới mối quan hệ giữa e , $e_{2\pi}$ và $e_{4\pi}$, như sau :

$$e_{4\pi} = \frac{\omega}{2\pi}$$



Hình 5-7

Và
$$e_{2\pi} = \frac{2}{3} e_{4\pi} + \frac{1}{3} e$$

Như vậy, việc xác định cụ thể giá trị hệ số chiếu sáng mặt cầu và mặt bán cầu chung quy là việc xác định hệ số chiếu sáng tự nhiên (e) trên mặt phẳng nằm ngang, và góc khối ω . Góc khối này, có đỉnh tại điểm tính toán trong phòng nhìn thấy mảng trời qua cửa lấy ánh sáng (hình 5-7).

Qua nhiều kết quả thực nghiệm cho thấy, sử dụng hệ số chiếu sáng mặt bán cầu $e_{2\pi}$ là để đánh giá lượng và chất ánh sáng lấy vào phòng qua hệ thống cửa bên, cửa mái khá chính xác, không cần phân biệt dùng 2 tiêu chuẩn (2 giá trị e) cho cửa bên và cửa mái.

Để đánh giá chất lượng chiếu sáng tự nhiên, nhiều nước kiến nghị dùng "hệ số độ chói" trong ngày thay cho giá trị "hệ số chiếu sáng tự nhiên" e .

$$\text{Hệ số độ chói trong ngày} = \frac{\text{Độ rọi tại điểm đang xét trong phòng}}{\text{Độ chói trung bình của mảng trời nhìn thấy từ điểm tính toán qua cửa lấy ánh sáng}}$$

Theo chứng minh của nhiều học giả người Anh thì chỉ tiêu này có thể cho độ rọi tính toán thiết kế gần đúng độ rọi đo đạc thực tế.

2. Độ rọi nửa hình trụ

Có thể thừa nhận vật quan sát không gian như một nửa hình trụ tròn đặt thẳng đứng trên mặt làm việc, xác định độ rọi trên mặt cong nửa hình trụ tròn.

a) Độ rọi trên mặt cong

Độ rọi thẳng đứng (hình 5-9a) trên phương nhìn hợp với hướng về chân đèn 1 góc 0, bằng :

$$E_d = \frac{I}{r^2} \sin \gamma \cos \theta$$

Mặt trụ cong thẳng đứng, cao l , bán kính ρ , nguyên tố diện tích dS theo hướng quan sát bất kỳ có giá trị không đổi, bằng nửa chu vi mặt trụ : $dS = \pi \cdot \rho \cdot l$

Nửa mặt trụ nhìn tới nguồn là một hình chữ nhật cao $l \cdot \sin \gamma$, rộng $\rho(1 + \cos \theta)$ (hình 5-9b).

Do đó, độ rọi trên nửa mặt trụ, bằng :

$$E_{tr} = \frac{I \sin \gamma (1 + \cos \theta)}{r^2 \pi} \quad (2)$$

Nếu là mặt cầu bán kính ρ , nguyên tố diện tích dS nhìn thấy trên mọi hướng quan sát bằng $2\pi \rho^2$. Mặt cầu nhìn tới nguồn thừa nhận bằng nửa hình tròn ($\pi \rho^2 / 2$) $\cos \delta$ (hình 5-9c), δ là góc hợp bởi phương nhìn và tia sáng tới.

Do đó, độ rọi mặt bán cầu, bằng :

$$E_{bc} = \frac{I \cdot \pi \rho^2 (1 + \cos\delta)}{r^2 \cdot 2 \cdot 2\pi\rho^2}$$

$$E_{tr} = \frac{I(1 + \cos\delta)}{4r^2} \quad (3)$$

Khi nhìn vật không gian, mặt sáng hướng về nguồn sáng, và mặt đối diện là mặt tối nhưng vẫn luôn cho một tri giác nhìn là một khối không gian có chiều sâu mặc dù phương nhìn và tia sáng tới không thẳng hàng.

Độ rọi nửa mặt trụ luôn luôn có giá trị dương với góc θ trong phạm vi từ $-\pi$ đến π , do đó đủ để thích nghi tri giác nhìn (hình 5-10).

Rõ ràng là độ rọi trên mặt phẳng không đủ để cho một tri giác nhìn vật phẩm không gian, bởi vì độ rọi trên mặt phẳng hoặc là sáng hoàn toàn hoặc là tối hoàn toàn.

Một hình hộp hoặc một khối trụ có 2 độ rọi thẳng đứng vì vậy quan sát thấy một nửa với tỉ lệ sáng tối khác nhau, sẽ tạo một tri giác nhìn nổi khối không gian của nó.

Trong trường sáng phân bố đều, có thể dễ dàng xác định được E_{tr} trung bình.

Mỗi nguồn sáng điểm, đặc trưng bằng cường độ bức xạ theo phương trong không gian chung quanh nó : $I(C, \gamma)$ với C thay đổi từ 0 đến 2π và từ 0 đến xấp xỉ $\pi/2$ (hình 5-11).

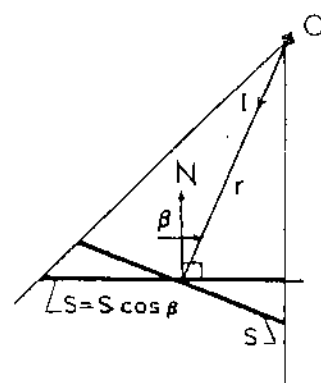
Nếu chiều cao treo đèn là h , ta có :

$$E_{trtb} = \frac{I}{3\pi^3 h^2}$$

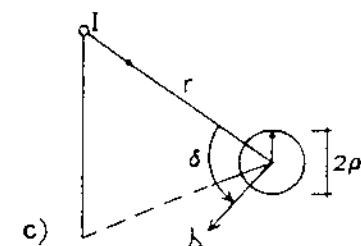
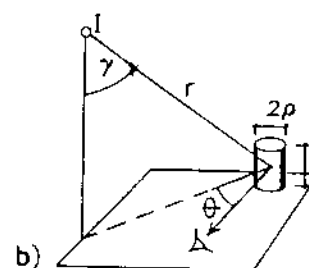
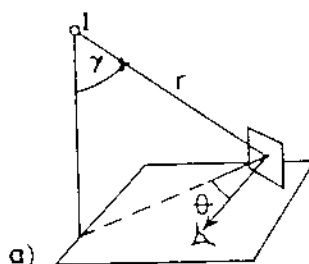
Sử dụng độ rọi nửa hình trụ có thể đánh giá chính xác độ rõ trên quảng trường, bãi đậu xe, v.v...

b) Chỉ số rõ

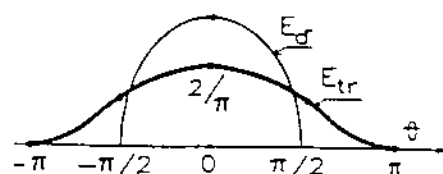
Chỉ số rõ để đánh giá khả năng nhìn rõ vật quan sát không gian xác định bằng tỉ số giữa E_d và E_{tr} : E_d/E_{tr} .



Hình 5-8



Hình 5-9



Hình 5-10

Khi $E_d/E_{tr} = 0,8$ đến $1,3$ đảm bảo thỏa mãn để nhìn rõ.

Chỉ số rõ phụ thuộc vào phương nhìn θ , tức là phụ thuộc vào vị trí người quan sát :

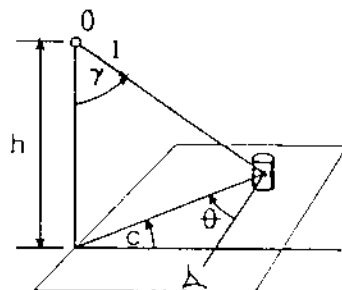
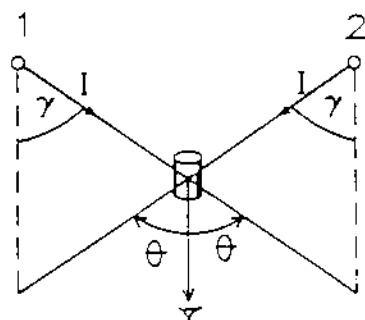
$$0,8 < \frac{\pi \cdot \cos\theta}{1 + \cos\theta} = \frac{E_d}{E_{tr}} < 1,3$$

Tức là : $45^\circ < \theta < 70^\circ$

Điều này khẳng định rằng, tri giác nhìn tối ưu chỉ giới hạn trong phạm vi của phương nhìn θ từ 45° đến 70° . Tuy nhiên khi bố trí đèn đối xứng qua vật quan sát, vật quan sát không có bóng tối, chỉ số rõ tối ưu trên đây không còn đúng nữa (hình 5-11).

Khi đó, $E_d = 2E_{d1}$ và $E_{tr} = 2E_{tr1}$

Nếu chuyển đèn 1 về đèn 2, tiện nghi quan sát sẽ thay đổi, giá trị E_d và E_{tr} không đổi nhưng trên vật quan sát có bóng tối.



Hình 5-11

IV. QUANG KHÍ HẬU - KHÍ HẬU ÁNH SÁNG

Ánh sáng tự nhiên trong phòng là lấy từ ánh sáng ngoài nhà qua hệ thống cửa lấy ánh sáng.

Ánh sáng ngoài nhà phụ thuộc nhiều nhân tố như khí hậu, địa hình, cảnh quan... sau đây lần lượt nghiên cứu những nhân tố đó.

1. Nguồn sáng tự nhiên

Mặt trời là nguồn sáng tự nhiên bức xạ ánh sáng thường xuyên xuống mặt đất. Tùy theo cường độ và thời gian tác dụng, có thể phân biệt 3 loại ánh sáng là ánh sáng ban ngày, ánh sáng hoàng hôn và ánh sáng ban đêm.

Khi bầu trời có mây hoặc không có mây thì có 3 loại ánh sáng là ánh sáng trực tiếp (E_{tt}), ánh sáng khuếch tán (E_{kt}) và ánh sáng phản xạ (E_p từ mặt đất và các bề mặt chung quanh. Do đó độ rọi tổng cộng trên một bề mặt bất kì ở ngoài nhà, nơi quang đăng, bằng :

$$E_c = E_{tt} + E_{kt} + E_p$$

Khi xuyên qua khí quyển, một bộ phận năng lượng bức xạ xuyên suốt qua khí quyển truyền xuống mặt đất, tạo nên độ rọi trực tiếp. Một bộ phận lớn năng lượng bị hấp thụ và phản xạ qua lại nhiều lần giữa các hạt lơ lửng trong khí quyển nên bị khuếch tán, tạo nên ánh sáng khuếch tán của vòm trời.

Ánh sáng có bước sóng khác nhau bị khí quyển hấp thụ và phản xạ khác nhau. Những bức xạ có bước sóng ngắn ($\lambda = 440$ đến $540 \text{ m}\mu$) có màu xanh và xanh da trời bị khuếch tán nhiều nhất, cho nên khi trời trong, bầu trời có màu xanh.

Đặc trưng quan trọng đối với độ rọi của ánh sáng tự nhiên là hệ số độ rọi so sánh K :

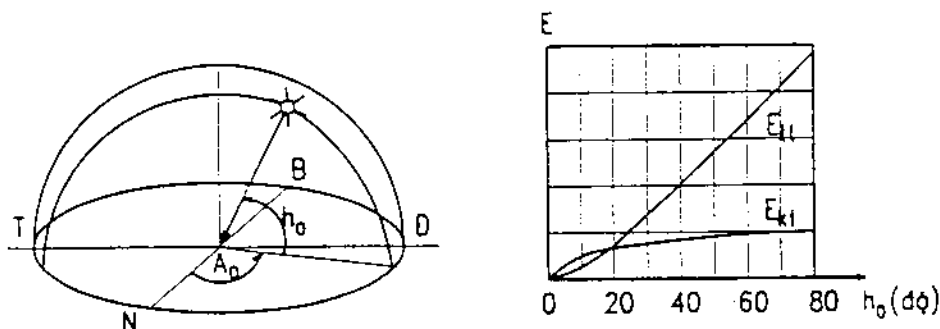
$$K = \frac{E_c}{E_{kt} + E_p} = \frac{E_{tt} + E_{kt} + E_p}{E_{kt} + E_p}$$

Giá trị K càng lớn thì ánh sáng trực tiếp càng nhiều.

Tỉ lệ giữa ánh sáng trực tiếp và ánh sáng khuếch tán phụ thuộc độ cao mặt trời và tình trạng bầu trời, khi bầu trời đầy mây thì $E_{tt} = 0$ và $E_{ng} = E_{kt}$.

2. Ánh sáng trực tiếp của mặt trời

Mặt trời là một hình cầu, đường kính bằng 695.000 km . Khoảng cách trung bình từ mặt đất tới mặt trời bằng bán trục lớn của quỹ đạo trái đất, bằng $149,5 \cdot 10^6 \text{ km}$, khoảng cách này được dùng làm đơn vị chiều dài trong thiên văn, gọi là đơn vị thiên văn.



Hình 5-12

Nhiệt độ bề mặt của mặt trời khoảng 6000°C , mặt trời không ngừng bức xạ năng lượng vào không gian vũ trụ, phần năng lượng truyền xuống mặt đất chỉ bằng $1/2 \cdot 10^9$ năng lượng bức xạ toàn phần của nó.

Quang phổ bức xạ của mặt trời cũng rất rộng, từ bức xạ tử ngoại có bước sóng ngắn đến bức xạ hồng ngoại có bước sóng dài.

Sự phân bố năng lượng trong quang phổ bức xạ của mặt trời cũng rất không đều ; năng lượng bức xạ lớn nhất nằm trong giới hạn quang phổ nhìn thấy chiếm 52%, bức xạ hồng ngoại 43%, bức xạ tử ngoại 5%.

Đặc điểm cơ bản của bức xạ mặt trời là khả năng bức xạ ánh sáng thường xuyên của nó, đặc trưng cho khả năng này bằng "hằng số chiếu sáng" E_0 . Về giá trị, bằng độ rọi nhận được trên bề mặt mặt đất vuông góc với chùm bức xạ, với khoảng cách đến mặt trời bằng một đơn vị thiên văn. Giá trị gần đúng của E_0 , ngoài giới hạn của

khí quyển bằng 135.000 lux, tương ứng với độ chói trung bình của mặt trời $B = 2.10^9$ nit lúc chính ngọ.

Biết được giá trị E_0 khoảng cách từ điểm tính toán đến mặt trời tại thời điểm khảo sát (r), góc cao mặt trời h_0 (hình 5-12), độ trong suốt của khí quyển P , có thể xác định được độ rọi nhận được trên bề mặt đặt vuông góc với chùm bức xạ mặt trời ($E_{\perp}$).

$$E_{\perp} = \frac{E_0 P^m}{r^2} \quad ; \quad \text{lux}$$

Trong đó :

m - Hệ số khối lượng của khí quyển, thường lấy số liệu theo Bempôrada (hình 5-13)

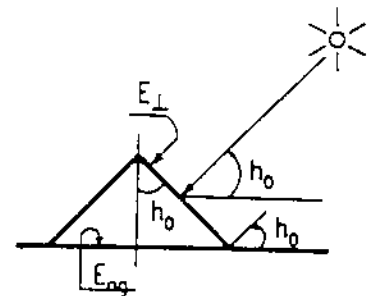
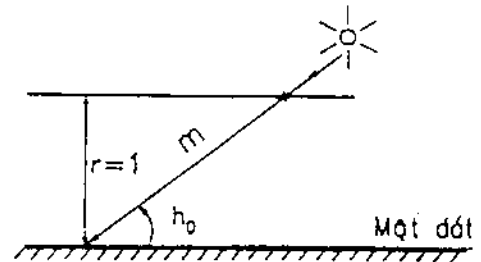
$$\frac{r}{m} = \sinh_0$$

$$m = \frac{r}{\sinh_0} = \frac{1}{\sin h_0} = \text{cosech}_0$$

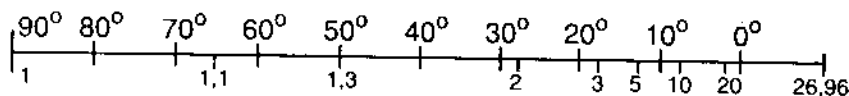
$$m = \text{cosech}_0$$

r - Khoảng cách từ điểm tính toán tới mặt trời, tại thời điểm khảo sát, lấy bằng một đơn vị thiên văn.

P - Độ trong suốt của khí quyển, phụ thuộc vào lượng hạt lơ lửng, lượng bụi bẩn trong khí quyển, thường có giá trị từ 0,5 - 0,9.



Hình 5-13



Thành phố lớn, trung tâm công nghiệp lớn, bụi bẩn nhiều, $P = 0,7$.

Độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang ($E_{n.ng}$), bằng :

$$E_{n.ng} = \frac{E_0}{r^2} P^m \cdot \sinh_0$$

Hay là : $E_{n.ng} = E_{\perp} \cdot \sinh_0 \quad ; \quad \text{lux}$

Độ rọi trên mặt phẳng thẳng đứng (E_{td}), bằng :

Trường hợp mặt phẳng nghiêng với mặt phẳng của chùm bức xạ tới 1 góc bằng $(A - \alpha)$. Tức là pháp tuyến N của nó hợp với phương chính nam 1 góc α , khi đó :

$$E_{\perp} = \frac{E_0}{r^2} P^m \cdot \cos(A - \alpha)$$

$$E_{td} = E_{\perp} \cdot \cosh_0$$

$$E_{td} = \frac{E_0}{r^2} P^m \cdot \cosh_0 \cos(A - \alpha)$$

Trong đó :

A - Góc phương vị của mặt trời.

α - Góc phương vị của pháp tuyến hướng ngoại của mặt nghiêng (mặt phẳng xác định $E_{\perp}$)

Thí dụ :

Xác định độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang ($E_{n.ng}$), khi góc độ cao mặt trời $h_0 = 30^\circ$. Độ trong suốt của khí quyển $P = 0,8$.

Giải :

$$\text{Ta có :} \quad E_{n.ng} = E_{\perp} \sin h_0$$

$$= E_{\perp} \sin 30^\circ$$

$$= \frac{E_0}{r^2} P^m \cdot \sin 30^\circ$$

Tra bảng (hình 5-13) :

$$h_0 = 30^\circ, m = 2 ; \sin 30^\circ = 0,52$$

$$\text{Do đó :} \quad E_{n.ng} = \frac{13500}{1^2} 0,8^2 \cdot 0,52 = 41.600 \quad \text{lux}$$

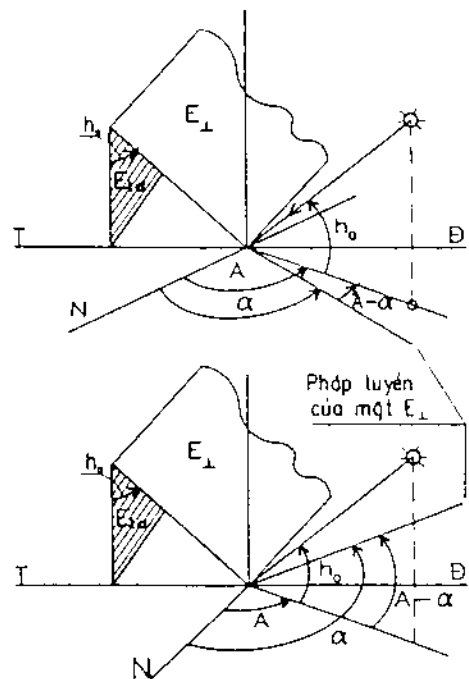
Một đặc điểm nữa của bức xạ mặt trời là bức xạ nhiệt thường xuyên xuống mặt đất, đặc trưng cho tính chất này bằng "hằng số nhiệt" S_0 với định nghĩa như sau :

S_0 về giá trị, là năng lượng bức xạ (công suất bức xạ) tới trên 1cm^2 bề mặt vuông góc với chùm bức xạ trong khí quyển, trong thời gian 1 phút, với khoảng cách trung bình từ điểm tính toán tới mặt trời bằng 1 đơn vị thiên văn.

Theo đo lường của Mỹ, $S_0 = 1,938 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{phút} \cong 0,135 \text{ watt/cm}^2$

Theo đo lường của châu Âu, $S_0 = 1,895 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{phút} = 0,132 \text{ watt/cm}^2$

(1 calori = 4,18 Jun) do đó : $(1,938/60) 4,18 = 0,135 \text{ Jun/S.cm}^2 \text{ (watt/cm}^2\text{)}$



Hình 5-14

Do khoảng cách giữa mặt trời và mặt đất thay đổi trong năm, cho nên cường độ bức xạ của mặt trời, biểu thị bằng hằng số nhiệt S_0 thay đổi khoảng $\pm 3,5\%$ trong năm.

Những trị số này xác định trên cơ sở những số liệu đo đạc trong nhiều năm. Biết được S_0 có thể xác định được lượng bức xạ trực tiếp của mặt trời trong một ngày đêm, một tháng, một năm.

Lượng bức xạ mặt trời phụ thuộc vào vĩ độ địa lí của địa phương và thời gian khác nhau trong năm. Do đó muốn thành lập bản đồ khí hậu ánh sáng trong toàn quốc phải có đầy đủ số liệu trắc quang ở nhiều địa phương khác nhau.

Căn cứ những số liệu về lượng bức xạ của mặt trời có thể xác định gần đúng độ rọi ngoài nhà liên tục trong thời gian một năm.

Biểu thức quan hệ giữa S_0 và E_0 như sau :

$$E_0 = \eta S_0 \quad ; \quad \text{lux}$$

Trong đó :

$$S_0 = 1,938 \text{ cal/cm}^2.\text{phút} \cong 0,135 \text{ watt/cm}^2$$

$$\eta = \text{Đương lượng ánh sáng.}$$

Có thể lấy đương lượng ánh sáng trung bình năm bằng :

$$\eta = 71.000 - 73.000 \cong 1 \text{ cal/cm}^2 \text{ phút (theo I.U.D Ianhishopsky)}$$

Độ rọi, lấy giá trị trung bình năm như vậy, gọi là độ rọi hiệu dụng.

Căn cứ vào độ rọi hiệu dụng của các vùng khác nhau có thể thành lập bản đồ quang khí hậu cho các vùng lãnh thổ trong toàn quốc.

Độ rọi hiệu dụng (E_{hd}) là độ rọi xét tới đặc điểm cảm thụ ánh sáng của thị giác. Theo định luật Veber - Fecner thì độ rọi hiệu dụng tỉ lệ với logarit của độ rọi kích thích :

$$E_{hd} = \lg E_{\text{kích thích}}$$

$$E_0 = \eta \cdot S_0$$

$$= (71.000 - 73.000)S_0 \quad ; \quad \text{lux}$$

Số liệu về cường độ bức xạ của mặt trời có ý nghĩa rất lớn đối với vùng khí hậu nhiệt đới có nhiều ngày nắng trong năm như nước ta.

3. Ánh sáng khuếch tán của bầu trời

Ánh sáng khuếch tán của bầu trời là do sự phản xạ nhiều lần những tia sáng mặt trời trong hơi nước, bụi và các hạt huyền phù khác trong khí quyển. Do đó đặc tính và lượng mây có ảnh hưởng lớn tới độ rọi của ánh sáng khuếch tán của bầu trời.

Đặc tính của mây, phụ thuộc vào loại mây.

Phân loại mây là dựa vào cấu tạo và hình thức bên ngoài có thể thấy được của mây.

- Mây băng kết tinh, tạo thành ở trên cao, còn mây mưa tạo bởi những điểm nước ở dưới thấp.

- Mây cao có mây cuộn, mây cuộn lớp, mây tầng tích.

- Mây thấp có mây lớp, mây mưa, mây tích và mây chóp mưa.

- Lượng mây đánh giá bằng cấp mây. Cấp mây biểu thị bầu trời có bao nhiêu phần bị che lấp.

- Lượng mây khi bầu trời trong sáng là cấp 0. Trời đầy mây là cấp 10.

Muốn đánh giá đặc điểm quang khí hậu của một địa phương phải biết tình trạng bầu trời của địa phương đó.

Tình trạng bầu trời biểu thị bằng số ngày trời trong, nửa trong và đầy mây trong một năm thời tiết.

Ngày trời trong, lượng mây cấp $0 \div 2$

Ngày trời nửa trong, lượng mây cấp $3 \div 7$

Ngày âm u, lượng mây cấp $8 \div 10$

Khi mây cao, góc cao (h) của mặt trời lớn, độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang ngoài nhà đạt tới 50.000 lux. Ngày mây thấp, âm u, độ rọi giảm xuống tới mức giữa ban ngày phải chiếu sáng nhân tạo.

Độ trong suốt của khí quyển có ảnh hưởng lớn tới độ rọi khuếch tán.

Đánh giá độ trong suốt của khí quyển bằng hệ số trong suốt P của không khí :

$$P = \frac{\text{Quang thông đã xuyên qua tầng không khí dày 1km}}{\text{Quang thông trước khi xuyên qua tầng không khí dày 1km}}$$

Ánh sáng phản xạ qua lại giữa vòm trời và mặt đất, ánh sáng phản xạ từ các lớp phủ khác nhau trên mặt đất cũng làm tăng độ rọi ngoài nhà. Lượng tăng này tỉ lệ thuận với hệ số phản xạ ρ của các lớp phủ trên mặt đất.

Hệ số phản xạ ρ của một số bề mặt

Đặc trưng bề mặt	ρ	Màu vật liệu	ρ
Mặt đất phủ :			
Hắc ín	0,12 - 0,1	- Trắng, vàng nhạt, hồng nhạt,	
Vôi màu nhạt	0,4 - 0,3	màu sáng tương tự	0,6
Cát thạch anh trắng	0,3 - 0,2	- Vàng, xanh, lam, hồng	0,4
Cát vàng	0,2 - 0,15	- Sàn gỗ ép, sàn pake	0,2 - 0,3
Cỏ xanh	0,1 - 0,06	- Sàn bê tông, vôi sơn, gỗ sơn	0,15 - 0,2
Mặt đất sạch	0,3 - 0,07	- Sàn atfan, gỗ vánh	0,08 - 0,12

Quan sát thực tế nhiều năm cho thấy, khi sương mù mỏng, mây cao, độ chói của bầu trời lớn nhất, khi mây thấp, dày, độ chói của bầu trời nhỏ nhất, do đó độ rọi bé nhất.

Độ rọi khuếch tán ngoài nhà, có thể xác định bằng công thức :

$$E_{kt} = \frac{8\pi}{3} \frac{B_z}{1 + \sin^2 h_0}$$

Trong đó : B_z - Độ chói của bầu trời ở đỉnh đầu

Khi bầu trời quang đãng, độ rọi trực tiếp (E_{tt}) và độ rọi khuếch tán E_{kt} , có quan hệ gần đúng như sau :

$$E_{kt} = K E_{tt}$$

Khi bầu trời đầy mây, $E_{tt} = 0$ và không có quan hệ này.

Hằng số K, về giá trị, phụ thuộc vào vĩ độ địa lí của địa phương và biến thiên trong khoảng $0,1 \div 0,2$.

Khi biết được độ rọi khuếch tán (E_{kt}), có thể xác định được độ rọi tổng cộng (E_c) :

$$E_c = P^m E_0 \sinh_0 (1 + K)$$

Tỉ lệ giữa E_{tt} và E_{kt} , khi bầu trời quang đãng, trên mức độ rất lớn, phụ thuộc góc cao h_0 của mặt trời, nhưng E_{kt} tăng rất chậm so với sự tăng của h_0 .

Số liệu về độ rọi tổng cộng E_c có ý nghĩa rất lớn khi nghiên cứu tổ chức thẩm mỹ trên mặt đứng kiến trúc.

4. Sự phân bố độ chói (q) của bầu trời

Thực tế độ chói của bầu trời phân bố không đều. Sự phân bố độ chói của bầu trời có ảnh hưởng rất lớn đối với độ rọi ngoài nhà và trong nhà. Không kể vị trí của mặt trời, độ chói của bầu trời cực đại ở đỉnh đầu và giảm dần xuống chân trời.

Trên mức độ rất lớn, sự phân bố độ chói của bầu trời phụ thuộc vào lượng mây và đặc tính của mây. Trời đầy mây thì độ chói của bầu trời phân bố cũng chỉ là tương đối đều mà thôi, do đó độ rọi trong phòng tính từ độ chói phân bố đều của bầu trời, trong nhiều trường hợp sai số nhiều so với đo đạc thực tế, có khi tới 20 - 30%.

Có nhiều công trình nghiên cứu phân bố độ chói của bầu trời, nhưng đáng lưu ý nhất là kết quả nghiên cứu của 2 anh em người Úc (A. Drecler và AL. Brentvud. Hai người này đề nghị, hệ số độ chói không đều của bầu trời (q), bằng :

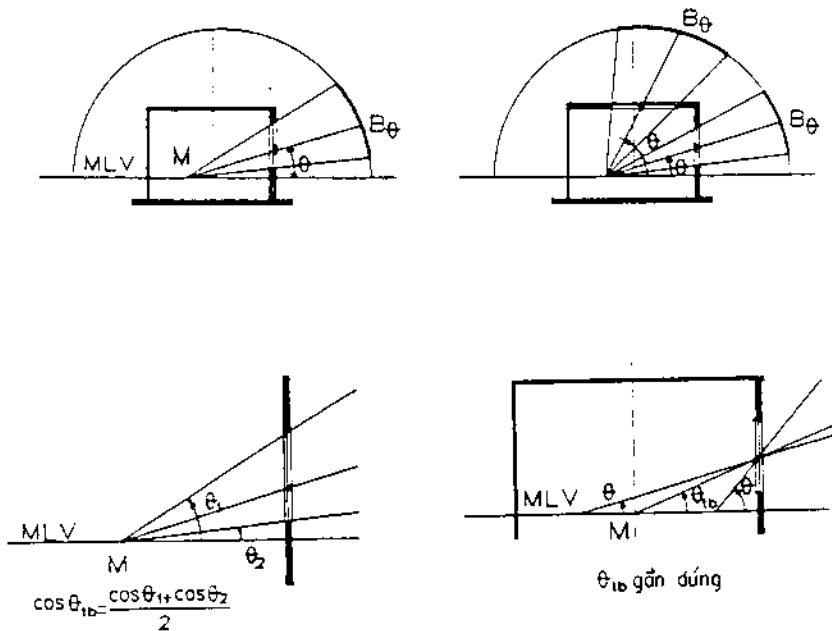
$$q = \frac{B_\theta}{B_z} = \frac{3(1 + 2\sin\theta)}{7}$$

Trong đó :

B_θ - Độ chói trung bình của mảng trời nhìn thấy từ điểm tính toán qua cửa lấy ánh sáng, bằng độ chói tại điểm trung bình của mảng trời đó

B_z - Độ chói ở thiên đỉnh

θ - Góc cao của mảng trời nhìn thấy từ điểm tính toán qua cửa lấy ánh sáng, bằng góc hợp thành giữa mặt phẳng nằm ngang (mặt làm việc - MLV) với đoạn thẳng nối từ điểm tính toán đến tâm lỗ cửa (hình 5-15).



Hình 5-15

Giá trị q (không kể ánh sáng phản xạ)

θ (độ)	0°	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
q	0,4	0,5	0,6	0,74	0,88	1	1,1	1,18	1,24	1,27	1,28

Với độ cao mặt trời xác định thì sự phân bố độ chói của bầu trời phụ thuộc vào vị trí mặt trời và vị trí của mảng trời nhìn thấy qua cửa lấy ánh sáng (tức là hướng cửa lấy ánh sáng với vị trí mặt trời), khi đó hệ số độ chói không đều của bầu trời q_1 có thể lấy theo bảng sau :

Giá trị q_1

Hướng cửa lấy ánh sáng	Bắc	Đông - Bắc Tây - Bắc	Đông Tây	Đông - Nam Tây - Nam	Nam
q_1	1,0	1,1	1,4	1,2	1,3

Từ giá trị q_1 trong bảng trên, có thể thấy, nếu đặt cửa lấy ánh sáng ở hướng đông và hướng tây, sẽ chịu ảnh hưởng lớn nhất của độ chói.

Cường độ bức xạ tử ngoại của nắng trời nhìn thấy qua cửa lấy ánh sáng phụ thuộc vào độ cao của nắng trời so với đường chân trời, có thể tham khảo bảng sau :

Độ cao của nắng trời (độ):	15	25	35	50	55	65	75	85
Cường độ tương đối của bức xạ tử ngoại (%)	52	64	74	79	81	85	87	100

Từ những giá trị trong bảng cho thấy rằng, cửa bên cao và cửa mái cho chất lượng vệ sinh cao.

5. Biểu đồ quang khí hậu

Trạng thái tổng hợp tạo nên hoàn cảnh ánh sáng tự nhiên của địa phương nào đó gọi là quang khí hậu của địa phương đó. Như vậy, quang khí hậu của một địa phương nào đó là trạng thái trung bình của ánh sáng tự nhiên tại địa phương đó. Yếu tố quan trọng nhất của quang khí hậu là độ rọi của ánh sáng khuếch tán (E_{kt}) ngoài nhà.

Chúng ta đều biết, ánh sáng khuếch tán ngoài nhà phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như góc cao mặt trời (h_0), lượng mây và đặc tính của mây, độ trong suốt của không khí, tính chất của lớp phủ trên mặt đất v.v...

Do tính chất bất thường của ánh sáng trực tiếp (E_{tt}) cho nên trong tính toán chiếu sáng tự nhiên, người ta không kể tới E_{tt} . Tuy nhiên, trong thực tế, ánh sáng trực tiếp khi tồn tại có tác dụng tăng cường rất lớn đối với độ rọi lấy vào phòng.

Người làm công tác thiết kế kiến trúc luôn luôn quan tâm khai thác, tận dụng 3 đặc điểm sau đây của ánh sáng trực tiếp :

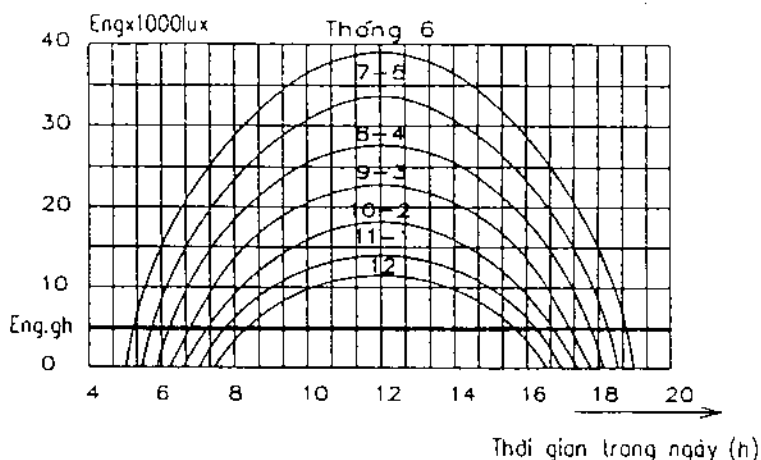
- Khả năng sát trùng, làm sạch môi trường
- Khả năng tải nhiệt
- Khả năng tạo bóng

Trên cơ sở tổng kết, chỉnh lí những số liệu đo đạc trong nhiều năm của các trạm đài khí tượng ở địa phương, thành lập được một tập hợp giá trị trung bình của độ rọi ngoài nhà biến đổi trong từng giờ, từng ngày, từng tháng, từng năm.

Địa phương khác nhau, giá trị của độ rọi trung bình ngoài nhà thay đổi cũng khác nhau. Quan trọng hơn cả là sự thay đổi độ rọi ngoài nhà theo từng giờ trong ngày. Có địa phương sự thay đổi này chậm, tuần tự, ngược lại, có địa phương, sự thay đổi rất đột ngột. Vấn đề này có ý nghĩa khi nghiên cứu thiết kế sân vận động ngoài trời, chẳng hạn giải quyết độ nhìn không gian cho những chỗ ngồi xa.

Từ giá trị độ rọi trung bình từng giờ trong tháng, thành lập biểu đồ đường cong độ rọi trung bình ngoài nhà ($E_{kt} = E_{ng}$) cho mỗi địa phương, gọi là biểu đồ quang khí hậu của địa phương (hình 5-16).

Nếu biết độ rọi giới hạn ngoài nhà ($E_{ng.gh}$), là độ rọi ngoài nhà mà lúc đó trong nhà phải mở đèn thì từ biểu đồ quang khí hậu có thể xác định được thời gian chiếu sáng tự nhiên và thời gian chiếu sáng nhân tạo cần thiết cho công trình kiến trúc.



Hình 5-16

Nếu độ rọi tiêu chuẩn của chiếu sáng nhân tạo là E_d (quy phạm hiện hành của ta quy định $E_d = 5 \div 3000$ lux), tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên trong phòng là e^{tc} , quan hệ giữa tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo như sau :

$$E_{ng.gh} = \frac{E_d}{e^{tc}}$$

$$E_d = e^{tc} E_{ng.gh}$$

Tức là từ ánh sáng ban ngày ngoài nhà chuyển đổi sử dụng trong nhà.

Tổng hợp số liệu quan trắc độ rọi ngoài nhà ở các địa phương trong toàn quốc, quy phạm hiện hành tạm thời quy định $E_{ng.gh} = 5000$ lux.

Như vậy, giao điểm giữa đường độ rọi giới hạn với đường cong độ rọi ngoài nhà của các tháng cho biết thời gian chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo cần thiết.

Trong thực tế thiết kế và sử dụng, lượng điện tiêu thụ cho chiếu sáng nhân tạo thường phải tăng lên so với tính toán thiết kế, kết quả này là do 2 nguyên nhân :

- Có sự sai lệch giữa hệ số chiếu sáng tự nhiên tính toán thiết kế và thực tế.
- Trong quá trình sử dụng không tuân thủ chế độ bảo trì các hệ thống lấy ánh sáng, chẳng hạn không định kì lau chùi bụi bẩn...

6. Hệ số quang khí hậu (φ)

Địa phương khác nhau, quang khí hậu khác nhau, cho nên có 2 phương pháp quy định độ rọi trong nhà :

- Quy định thời gian tận dụng chiếu sáng tự nhiên hoàn toàn giống nhau cho tất cả các loại phòng.

- Mức độ chiếu sáng tự nhiên giống nhau cho những phòng cùng loại, cùng chức năng sử dụng.

Về phương pháp thứ nhất :

Vì rằng chi phí trong thiết bị và bảo quản cho chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo bù trừ lẫn nhau, cho nên phương pháp này có thể tạo được hiệu quả kinh tế như nhau đối với các loại phòng mục đích sử dụng khác nhau. Tuy nhiên phương pháp này không xét tới ảnh hưởng của độ rọi đối với năng suất lao động, theo kết quả nghiên cứu của nhiều nước cho biết, do nâng cao độ rọi và chiếu sáng hợp lý trên mặt làm việc, kinh phí tăng lên, nhưng năng suất lao động cao hơn, giá thành sản phẩm hạ, vượt mức đền bù.

Về phương pháp thứ hai :

Quy định độ rọi theo mục đích sử dụng của phòng là hợp lý. Phòng có mục đích sử dụng như nhau thì cần được chiếu sáng như nhau mặc dù ở địa phương khác nhau : $E_{ng1}, E_{ng2}, E_{ng3}, \dots E_{ng,n}$, đảm bảo độ rọi E trong phòng đều bằng nhau, trên lý thuyết có thể biểu thị bằng biểu thức :

$$E = eE_{ng} = e_1E_{ng1} = e_2E_{ng2} = \dots = e_nE_{ng,n} = \text{const}$$

Trong đó : $E_{ng1}, E_{ng2}, \dots, e, e_1, e_2, \dots$, là độ rọi ngoài nhà và hệ số chiếu sáng tự nhiên tiêu chuẩn tương ứng ở các địa phương khác nhau có điều kiện quang khí hậu khác nhau trong toàn quốc.

Theo trên đây, giả sử rằng, lấy trị số eE_{ng} làm chuẩn (của 1 địa phương nào đó), ta có :

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{E_{ng}}{E_{ng1}} = \varphi_1 \quad ; \quad \frac{e_2}{e} = \frac{E_{ng}}{E_{ng2}} = \varphi_2$$

Có nghĩa là, bảo đảm trong phòng có cùng một giá trị độ rọi E thì địa phương nào đó có độ rọi ngoài nhà E_{ng} lớn thì hệ số chiếu sáng tự nhiên e nhỏ và ngược lại.

Theo trên, ta có :

$$e_1 = \varphi_1 e$$

$$e_2 = \varphi_2 e$$

Như vậy, nếu có được độ rọi ngoài nhà ở các địa phương (có điều kiện quang khí hậu giống nhau) thì chỉ cần quy định tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên cho một địa phương nào đó, còn các địa phương khác, kể thêm hệ số φ .

Hệ số φ như vậy gọi là hệ số hiệu chỉnh quang khí hậu, gọi tắt là hệ số quang khí hậu.

Vì hiện nay, ta chưa có số liệu quang khí hậu ở các địa phương có vĩ độ địa lý khác nhau, trong quy phạm hiện hành quy định chung một tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên cho toàn quốc là không hợp lý. Vì vậy có ý kiến rằng, quy định hệ số chiếu sáng tự nhiên tiêu chuẩn cho địa phương Hà Nội (vĩ độ $21^{\circ}37'$), các địa phương khác, kể thêm hệ số kinh nghiệm, chẳng hạn Thanh Hóa, Nghệ An 0,75, trong nữa lấy 0,7 - chỉ là kinh nghiệm, cần nghiên cứu thêm trên cơ sở tổng kết nhiều số liệu quan trắc trong nhiều năm.

7. Độ chiếu sáng so sánh K_0

Giá trị tuyệt đối của độ rọi trong phòng do ánh sáng khuếch tán và ánh sáng trực tiếp qua cửa mái tạo nên, chỉ đặc trưng về số lượng, chưa cho biết về chất lượng ánh sáng lấy vô phòng. Mặt khác, tính chất tạo bóng của ánh sáng có ảnh hưởng rất lớn tới độ nhìn và khả năng phân biệt chi tiết.

Để có thể đánh giá toàn diện và chính xác điều kiện quang khí hậu khi nghiên cứu thiết kế công trình kiến trúc phải biết rõ giá trị độ chiếu sáng so sánh K_0 :

$$K_0 = \frac{B_1 - B_2}{B_1}$$

Trong đó :

B_1 - Độ chói trên bề mặt quan sát do ánh sáng trực tiếp gây ra

B_2 - Độ chói trên bề mặt quan sát do ánh sáng khuếch tán gây ra.

Tổng hợp nhiều số liệu quan trắc trong nhiều năm ở các địa phương cho thấy, góc cao mặt trời càng lên cao, độ sáng rõ của bóng càng rõ, giá trị của K_0 càng tăng. Khi đó, lượng mây trên bầu trời càng nhiều ánh sáng khuếch tán tăng lên làm giảm yếu giá trị K_0 , độ rõ của bóng càng mờ.

Sử dụng độ chiếu sáng so sánh do ánh sáng trực tiếp và ánh sáng khuếch tán gây ra, có thể tạo nên hoàn cảnh ánh sáng trong phòng gần với hoàn cảnh tự nhiên.

Những tư liệu về giá trị K_0 có ý nghĩa rất đặc biệt khi nghiên cứu thiết kế thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc, cũng như khi lựa chọn phương pháp xử lý nghệ thuật kiến trúc nội cảnh. Rõ ràng là, càng gần đúng với tự nhiên, giá trị K_0 biến thiên trong giới hạn tương đối nhỏ cũng bảo đảm đủ điều kiện gây mỹ cảm đối với mặt đứng kiến trúc và nội thất.

Hiện nay thường sử dụng màu, họa tiết, gờ chỉ trang trí làm phong phú thêm khả năng biểu hiện thẩm mỹ trên mặt đứng kiến trúc thì những hiểu biết về độ chiếu sáng so sánh K_0 càng trở nên trọng yếu. Ánh sáng, màu sắc là những yếu tố tạo hình hữu hiệu, đặc biệt hợp lý.

Thí dụ về bức xạ mặt trời :

Thí dụ 1- Bán kính trái đất $r = 6300\text{km}$, bán kính mặt trời $R = 695.10^3\text{km}$. Ánh sáng mặt trời đến mặt đất sau $8'20''$. Tính góc khối $d\omega_S$ từ mặt trời nhìn xuống mặt đất, và góc khối từ mặt đất nhìn lên mặt trời $d\omega_I$.

Giải :

Vận tốc ánh sáng $C = 300.000\text{ km/s}$, khoảng cách từ mặt đất đến mặt trời $d \cong 150.10^6\text{km}$. Diện tích biểu kiến của trái đất là diện tích hình tròn lớn πr^2 , của mặt trời là πR^2 . So với khoảng cách d , có thể coi r và R bằng đơn vị :

$$d\omega_I = \frac{\pi R^2}{d^2} = 67,5.10^{-6}\text{ Sr}$$

$$d\omega_S = \frac{\pi r^2}{d^2} = 5,55.10^{-9}\text{ Sr}$$

Thí dụ 2- Mặt trời ở thiên đỉnh, gây ra độ rọi nằm ngang trên mặt đất $E = 116.000\text{ lx}$.

Thừa nhận rằng, cường độ bức xạ I của mặt trời phân bố đều trên mặt đất. Xác định quang thông trên mặt đất ?

Giải :

Thừa nhận rằng, quang thông của mặt trời bức xạ xuống mặt đất, trên diện tích bằng diện tích hình tròn lớn của trái đất : $S = \pi r^2$, vuông góc với phương trung bình của mặt đất.

$$\begin{aligned} F &= E \cdot \pi r^2 = 116.10^3 \cdot \pi \cdot (6,3)^2 \cdot 10^{12} \\ &= 116.10^3 \cdot \pi \cdot 0,3969 \cdot 10^2 \cdot 10^{12} = 145.10^{17}\text{ lm} \end{aligned}$$

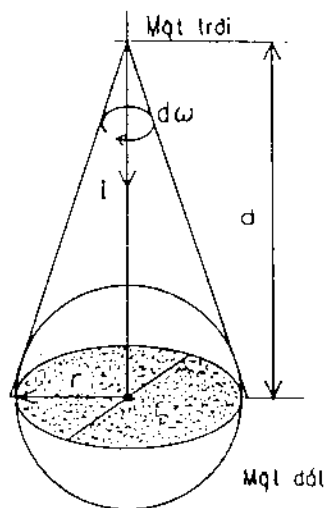
Quang thông này bức xạ trong góc khối $d\omega_S$, bằng :

$$I = \frac{F}{d\omega_S} = \frac{145.10^{17}}{5,55 \cdot 10^{-9}} = 26,1.10^{26}\text{ cd}$$

Quan sát từ mặt đất, trên lý thuyết, độ chói của mặt trời là không đổi, diện tích biểu kiến của mặt trời, bằng πR^2 , độ chói B của mặt trời, bằng :

$$B = \frac{I}{\pi R^2} = \frac{26,1 \cdot 10^{26}}{\pi (695)^2 \cdot 10^{12}} = \frac{26,1 \cdot 10^{26}}{\pi \cdot 4,83 \cdot 10^5 \cdot 10^{12}} = 1,72.10^9\text{ cd/m}^2$$

Buổi chiều và buổi sáng, độ chói của mặt trời giảm yếu là do tia bức xạ bị khúc xạ trong khí quyển.



Hình 5-17

Thí dụ 3- Một mét vuông mặt đất vuông góc với tia bức xạ mặt trời, trung bình nhận được một thông lượng năng lượng 1KW. Biết rằng, khi xuyên qua khí quyển, năng lượng bức xạ mặt trời bị giữ lại 29%.

Tính công suất tổng cộng của bức xạ mặt trời ?

Giải :

Năng lượng bức xạ của mặt trời tới trên bề mặt trái đất, diện tích bằng πr^2 , và chỉ nhận được 0,71 năng lượng bức xạ trong góc khối $d\omega_s$:

$$W_{\text{mặt trời}} = \frac{1\text{KW} \cdot 10^3 \cdot \pi r^2}{0,71} \frac{4\pi}{d\omega_s} = \frac{10^3 \cdot \pi r^2}{0,71} \frac{4\pi}{\frac{dS}{d^2}} = \frac{10^3 \cdot 4\pi d^2 \pi r^2}{0,71 \pi r^2}$$

$$= \frac{10^3 \cdot 4\pi d^2}{0,71} = 4 \cdot 10^{26} \text{W}$$

Thí dụ 4- Bức xạ khả kiến chiếm 41% năng lượng bức xạ mặt trời, biết rằng khí quyển hấp thu 14% năng lượng bức xạ khả kiến khi trời sáng. Tính hiệu quả ánh sáng mặt trời theo lm/W ?

Giải :

Theo trên đây, hiệu quả ánh sáng của mặt trời bằng 116.000 lm/1000W, ta có 116 lm/W.

Nếu kể tới các hệ số xuyên sáng của khí quyển, có thể suy ra hiệu quả ánh sáng của mặt trời :

$$116 \cdot \frac{0,71}{0,86} = 96 \text{ lm/W}$$

V. TÍNH CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

1. Độ rọi tổng hợp trong phòng

Khi thiết kế chiếu sáng tự nhiên, việc xác định độ rọi trong phòng liên quan tới một loạt những nhân tố khác thường, ngẫu nhiên và phức tạp.

Độ rọi trong phòng, trước tiên phụ thuộc độ rọi ngoài nhà (E_{ng}). Độ rọi ngoài nhà phụ thuộc vĩ độ địa lí địa phương, thời gian, điều kiện khí tượng một tháng, một năm, phụ thuộc tình hình ánh sáng trực tiếp (E_{tt}), hướng cửa lấy ánh sáng, ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng, từ các công trình xung quanh, từ mặt đất. Căn cứ vào tỉ lệ giữa độ rọi trực tiếp E_{tt} và độ rọi khuếch tán E_{kt} ngoài nhà có thể nhận đoán độ rọi trong phòng ngày trời nắng.

Có thể thừa nhận gần đúng rằng, độ rọi trên bề mặt được chiếu nắng lớn gấp 7 đến 9 lần độ rọi do ánh sáng khuếch tán gây ra.

Nước ta, trên mọi miền lãnh thổ đều có nhiều nắng, giá trị E_{lt} lớn, số ngày nắng trong năm nhiều, nên lưu ý việc chọn hướng nhà, chọn hệ thống chiếu sáng cho các xưởng sản xuất chính, chọn giải pháp che nắng hợp lí.

Vì rằng độ chói của bầu trời phân bố không đều, cho nên hướng cửa lấy ánh sáng khác nhau, ảnh hưởng của độ chói bầu trời khác nhau, và độ rọi lấy vào phòng cũng khác nhau.

Ánh sáng phản xạ từ mặt đất, từ các bề mặt của công trình chung quanh, từ các bề mặt trong phòng, làm cho độ rọi trong phòng tăng lên. Lượng tăng này phụ thuộc vào hệ số phản xạ của các bề mặt, vào kích thước và hình thức cửa lấy sáng.

Tác dụng của ánh sáng phản xạ đặc biệt lớn đối với các kiến trúc công cộng, nhà văn hóa, nhà ở, còn trong các nhà xưởng sản xuất thì nền nhà thường là màu tối, hoặc các thiết bị che chắn, do đó ánh sáng qua cửa mái vào phòng bị mặt nền hấp thu hết, tác dụng phản xạ không nhiều.

Tổng hợp những nhân tố trên đây, quang thông F tới 1 điểm nào đó trong phòng bằng tổng những quang thông sau đây (hình 5-18) :

- Quang thông khuếch tán của vòm trời trực tiếp vào phòng : F_{kt}
- Quang thông phản xạ từ các bề mặt trong phòng : F_o
- Quang thông phản xạ từ bề mặt các công trình đối diện : F_d
- Quang thông phản xạ từ mặt đất : F_s

Tương ứng, hệ số chiếu sáng tự nhiên e tại một điểm nào đó trong phòng, bằng :

$$E = e_{kt} + e_o + e_d + e_p$$

Tập hợp này bao gồm nhiều nhân tố ngẫu nhiên và khác thường, do đó, để đơn giản tính toán quang học, người ta đưa vào những giả thiết sau đây :

- Độ chói B của bầu trời phân bố đều.

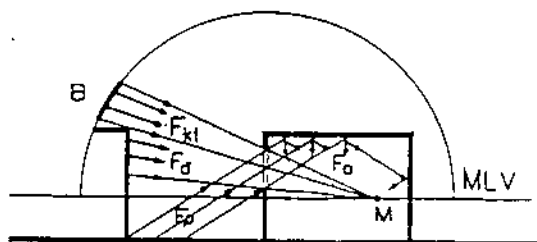
Chỉ những ngày đầy mây, trạng thái thực tế của bầu trời mới gần đúng giả thiết.

- Không xét độ rọi tăng thêm do ánh sáng trực tiếp (E_{lt}) gây ra.
- Không tính ảnh hưởng của ánh sáng phản xạ
- Không xét tới đặc điểm quang khí hậu của địa phương.

Trên cơ sở những giả thiết này, kết quả tính toán sẽ sai với thực tế, do đó phải hiệu chỉnh kết quả tính toán bằng một hệ số thực nghiệm đối với những nhân tố chưa kể tới trong tính toán, hoặc hiệu chỉnh bằng phương pháp tính bổ sung.

Dưới đây trình bày một phương pháp tính toán đơn giản nhất trong nhiều phương pháp được áp dụng trong thực tế.

Phương pháp tính toán này cho phép xác định được kích thước cửa lấy sáng, trong đó đã xét tới hình dáng, vị trí, kết cấu cửa, và điều kiện sử dụng của phòng.



Hình 5-18

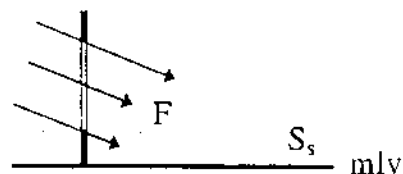
Kết hợp với hai giai đoạn thiết kế, phương pháp tính toán chia làm hai bước :

- Giai đoạn thiết kế sơ bộ, áp dụng phương pháp tính gần đúng hoặc dự đoán hình thức và kích thước cửa theo kinh nghiệm.
- Giai đoạn thiết kế kỹ thuật, áp dụng phương pháp kiểm tra cuối cùng hoặc bằng tính toán hoặc bằng biểu đồ.

2. Phương pháp gần đúng theo độ rọi E trong phòng

Mặt làm việc được xác định thì đồng thời cũng xác định được các định hướng cần thiết khác :

- Hướng ánh sáng tới, bao gồm cả tự nhiên và nhân tạo, đảm bảo quá trình chuyển tiếp nhịp nhàng và đều đặn.



- Tổ chức thông thoáng, che nắng, che mưa.
- Mối liên hệ giữa trong và ngoài nhà.
- Tổ chức thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc.

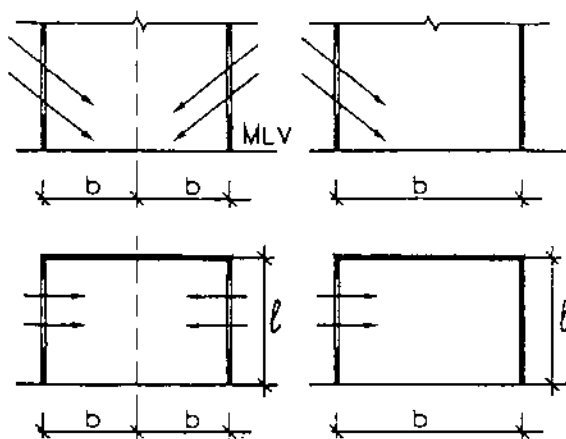
Trên cơ sở đó xác định hình dáng cửa lấy ánh sáng. Tính toán xác định gần đúng kích thước cửa theo độ rọi trung bình trong phòng E_{tb} như sau :

$$E_{tb} = \frac{F}{S_s}$$

Trong đó :

F : Quang thông tới trên mặt làm việc qua cửa lấy ánh sáng

S_s : Diện tích mặt làm việc, bằng diện tích sàn nhà.



Hình 5-19

Nếu chiều dài phòng là l, chiều sâu lấy ánh sáng là b. Mặt làm việc nằm ngang, thì quang thông F xác định bằng tích phân độ rọi E trên mặt làm việc theo chiều dài l và chiều sâu lấy ánh sáng b của phòng (hình 5-19).

$$F = \int \int E. dl .db$$

Nếu cửa là một băng dài trên chiều dọc phòng, thì độ rọi E tại những điểm (1, 2, 3, 4, 5, 6) cách cửa lấy ánh sáng độ sâu b, có thể thừa nhận là không đổi, khi đó, ta có :

$$F = l \int E db$$

Ở đây, E là độ rọi trong phòng, trên mặt cắt song song với mặt cửa lấy ánh sáng (hình 5-20).

Nếu lấy chiều dọc phòng l làm đơn vị ($l = 1$ đơn vị) thì quang thông F trong phòng tính với đơn vị chiều dọc, bằng :

$$F = \int E db$$

Giá trị của tích phân có thể xác định bằng phương pháp đồ giải : trục hoành ghi giá trị của b , tỉ lệ tùy ý (khoảng cách tới cửa lấy sáng). Tung độ, ghi độ rọi E tương ứng.

Giá trị của quang thông F rơi tới trên bề mặt làm việc xác định bằng diện tích giới hạn giữa đường cong và trục hoành (hình 5-20).

Nếu dùng hệ số xuyên sáng tổng hợp τ_0 để kể tự tổn thất ánh sáng khi xuyên qua cửa vào phòng. S_0 là diện tích cửa lấy ánh sáng. Độ rọi trên mặt ngoài cửa kính là E_0 .

Ta có :

$$E_0 = \frac{E_d}{S_0} ; \quad F_d = E_0 \cdot S_0$$

$$F = E_0 \cdot S_0 \tau_0 = F_d \cdot \tau_0$$

Phòng tương đối rộng, có thể thừa nhận rằng, toàn bộ quang thông vào phòng đều rơi trên mặt làm việc nằm ngang, do đó biểu thức tổng quát E_{tb} như sau :

$$F = E_{tb} \cdot S_s$$

$$F = E_0 \cdot S_0 \cdot \tau_0 = E_{tb} \cdot S_s$$

Hay là :

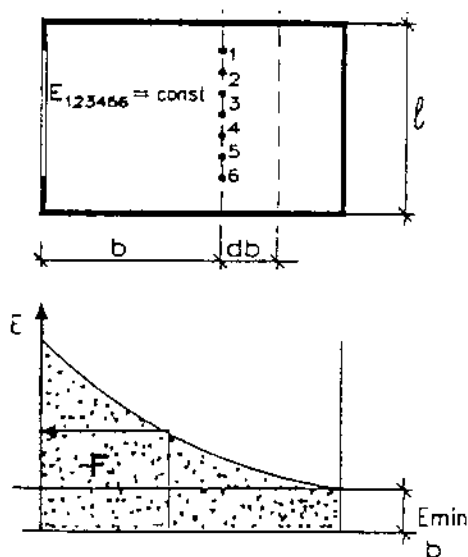
$$E_{tb} = \frac{S_0}{S_s} \tau_0 E_0 ; \quad m = \frac{S_0}{S_s} = \frac{E_{tb}}{E_0 \tau_0}$$

S_0/S_s - Gọi là hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng (m)

a. Cửa lấy ánh sáng thẳng đứng :

$$E_0 = 0,5 E_{ng}$$

$$E_{tb} = 0,5 \frac{S_0}{S_s} \tau_0 \cdot E_{ng}$$

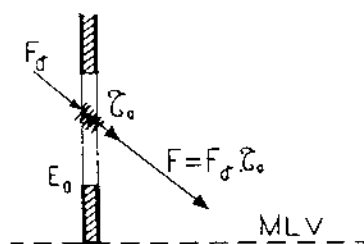


Hình 5-20

b. Cửa lấy ánh sáng nằm ngang :

Do đó, $E_0 = E_{ng}$

$$E_{tb} = \frac{S_0}{S_s} \tau_o \cdot E_{ng}$$



c. Cửa lấy ánh sáng nghiêng :

Hiệu quả lấy ánh sáng của cửa nghiêng bằng trung bình cộng 2 hình thức cửa trên đây :

$$E_{tb} = \frac{0,5 \frac{S_0}{S_s} \tau_o \cdot E_{ng} + \frac{S_0}{S_s} \tau_o \cdot E_{ng}}{2}$$

$$E_{tb} = \frac{3}{4} \frac{S_0}{S_s} \tau_o \cdot E_{ng} = K \frac{S_0}{S_s} \tau_o \cdot E_{ng}$$

d. Hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình (e_{tb}) :

Tương ứng, hệ số chiếu sáng tự nhiên e của các hình thức cửa bằng :

- Cửa lấy ánh sáng thẳng đứng :

$$e_{tb} = \frac{E_M}{E_{ng}} = \frac{E_{tb}}{E_{ng}} = 0,5 \frac{S_0}{S_s} \tau_o$$

$$m = \frac{S_0}{S_s} = 2 \frac{E_{tb}}{\tau_o}$$

- Cửa lấy ánh sáng nằm ngang :

$$e_{tb} = \frac{E_M}{E_{ng}} = \frac{E_{tb}}{E_{ng}} = \frac{S_0}{S_s} \tau_o$$

$$m = \frac{S_0}{S_s} = \frac{E_{tb}}{\tau_o}$$

- Cửa lấy ánh sáng nghiêng :

$$e_{tb} = \frac{E_M}{E_{ng}} = \frac{E_{tb}}{E_{ng}} = K \frac{S_0}{S_s} \tau_o$$

$$m = \frac{S_0}{S_s} = \frac{E_{tb}}{K \cdot \tau_o}$$

- Hệ số xuyên sáng tổng hợp τ_0 :

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$$

Trong đó, $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$: hệ số xuyên sáng của kính cửa, cánh cửa, lớp bụi bẩn trên kính cửa và kết cấu gây tối lỗ cửa (chắn hạn dầm kèo, ô-vân, balcon, cột v.v...)

3. Hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng m

Để tiện áp dụng trong thực tế thiết kế, từ những công thức tính toán trên, giáo sư N. M. Gucel suy dẫn thành những biểu thức xác định hệ số diện tích cửa lấy sáng m , trong đó kể tới ảnh hưởng của ánh sáng phản xạ và hình dáng cửa bằng những hệ số thực nghiệm :

a. Hệ thống chiếu sáng của mái (cửa trên) :

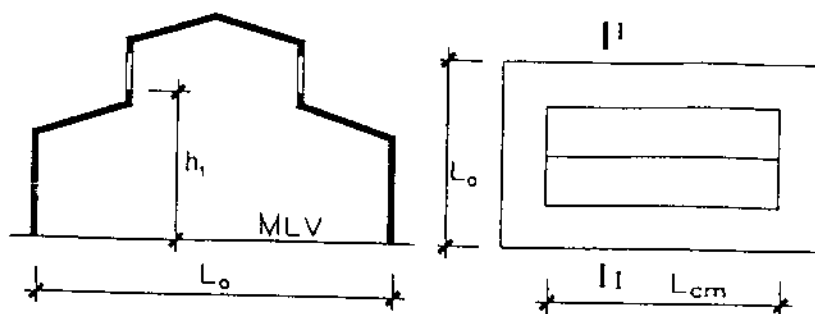
$$\frac{S_o}{S_s} 100\% = \frac{e_{ib}^{tc} \cdot \eta_{cm}}{\tau_o \cdot r_2} \%$$

Trong đó :

e_{ib}^{tc} - Hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình tiêu chuẩn của phòng (quy phạm quy định $e_{ib} = e_{ib}^{tc}$)

r_2 - Hệ số kể tới ảnh hưởng của ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra theo kết quả thực nghiệm (bảng 5-1)

η_{cm} - Hệ số tính năng lấy ánh sáng của cửa trên, biểu thị giá trị cửa trên cần thiết đủ đảm bảo hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình trong phòng bằng 1% (bảng 5-2).



Hình 5-21

Bảng 5-1. Giá trị r_2 kể tới ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra, khi chiếu sáng bằng cửa mái.

Số nhịp nhà	Hệ số phản xạ trung bình (ρ_{tb}) của tường, trần, sàn trong phòng	Giá trị r_2 khi h_1/L_0 bằng :			
		0,16	0,36	0,66	1
1	$\rho_{tb} = 0,5$	1,5	1,6	1,7	1,9
	$= 0,4$	1,4	1,5	1,6	1,7
	$= 0,3$	1,2	1,3	1,4	1,5
2	$= 0,5$	1,4	1,5	1,6	1,7
	$= 0,4$	1,3	1,4	1,5	1,6
	$= 0,3$	1,2	1,3	1,4	1,5
≥ 3	$= 0,5$	1,3	1,3	1,3	1,3
	$= 0,4$	1,2	1,2	1,2	1,2
	$= 0,3$	1,1	1,1	1,1	1,1

Chú thích :

Sử dụng cửa răng cưa thì giá trị r_2 trong bảng nhân thêm 1,2.

Nếu nền nhà màu sáng ($\rho_s \geq 0,3$) thì giá trị r_2 trong bảng nhân thêm 1,5.

Nếu mặt trong mái nhà màu tối, thì dù ρ_s rất lớn cũng không tăng độ rọi, vì trần mái hấp thu hầu hết ánh sáng phản xạ từ nền lên, không còn bao nhiêu để phản xạ xuống mặt làm việc. Hoặc khi bố trí nhiều thiết bị máy móc trên nền, mặt phản xạ của thiết bị máy móc rất nhỏ, hoặc do điều kiện làm việc cho sàn nhà quá bẩn thì không cần xét tới các dạng của ánh sáng phản xạ ($r_2 = 1$).

b. Hệ thống chiếu sáng cửa bên :

$$\frac{S_0}{S_s} 100 = \frac{e_{min}^{tc} \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} \%$$

Trong đó :

e_{min}^{tc} - Hệ số chiếu sáng tự nhiên nhỏ nhất tiêu chuẩn (quy phạm quy định).

r_1 - Hệ số kể đến ảnh hưởng của ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra (bảng 5-4).

K - Hệ số kể đến ảnh hưởng che khuất của công trình đối diện (hình 5-23)

η_0 - Hệ số tính năng lấy ánh sáng của cửa bên, phụ thuộc thông số hình học của cửa và của phòng (hình 5-22) và (bảng 5-3).

Bảng 5-2. Giá trị η_{cm} hệ số tính năng lấy ánh sáng của cửa trên

Loại cửa trên	Số lượng nhịp nhà	Giá trị η_{cm} khi tỉ lệ L_{cm}/h_1 bằng :								
		1			2			≥ 3		
		và khi tỉ lệ h_1/L_0 bằng :								
		0,4	0,7	1	0,4	0,7	1	0,4	0,7	1
Cửa mái 2 phía, Kính thẳng đứng (Cửa chữ nhật, chữ M)	1	5,2	8	9,9	4,7	7,3	8,9	3,9	6	7,3
	2	5,2	6,1	7,5	4,7	5,6	6,9	3,9	4,6	5,6
	≥ 3	4,7	4,7	4,7	4,3	4,3	4,3	3,5	3,5	3,5
Cửa mái 1 phía Kính thẳng đứng (Cửa răng cưa)	1	4,6	7,1	8,8	4	6,3	7,6	3,3	5,1	6,3
	2	4,6	5,4	6,7	4	4,7	5,8	3,3	3,9	4,8
	≥ 3	4,2	4,2	4,2	3,6	3,6	3,6	3	3	3
Cửa mái 2 phía Kính nghiêng (Cửa hình thang, chữ M)	1	3,7	4,3	5,3	3,2	3,8	4,6	2,7	3,1	3,8
	2	3,0	3,7	4,3	2,7	3,2	3,8	2,2	2,7	3,1
	≥ 3	3,0	3	3	2,7	2,7	2,7	2,2	2,2	2,2
Cửa mái 1 phía Kính nghiêng (Cửa răng cưa)	1	3	3,5	4,2	2,7	3,2	3,9	2,3	2,7	3,3
	2	2,5	3	3,5	2,3	2,7	3,2	1,9	2,3	2,7
	≥ 3	2,5	2,5	2,5	2,3	2,3	2,3	1,9	1,9	1,9
Cửa trời, lỗ lấy ánh Sáng trên mặt mái Kính dẹt, kính cốt kẽm	1	3,5	4,2	5,2	3,2	3,8	4,7	2,5	3	3,8
	2	3,5	3,8	4,2	3,2	3,5	3,8	2,5	2,8	3
	≥ 3	3,5	3,5	3,5	3,2	3,2	3,2	2,5	2,5	2,5

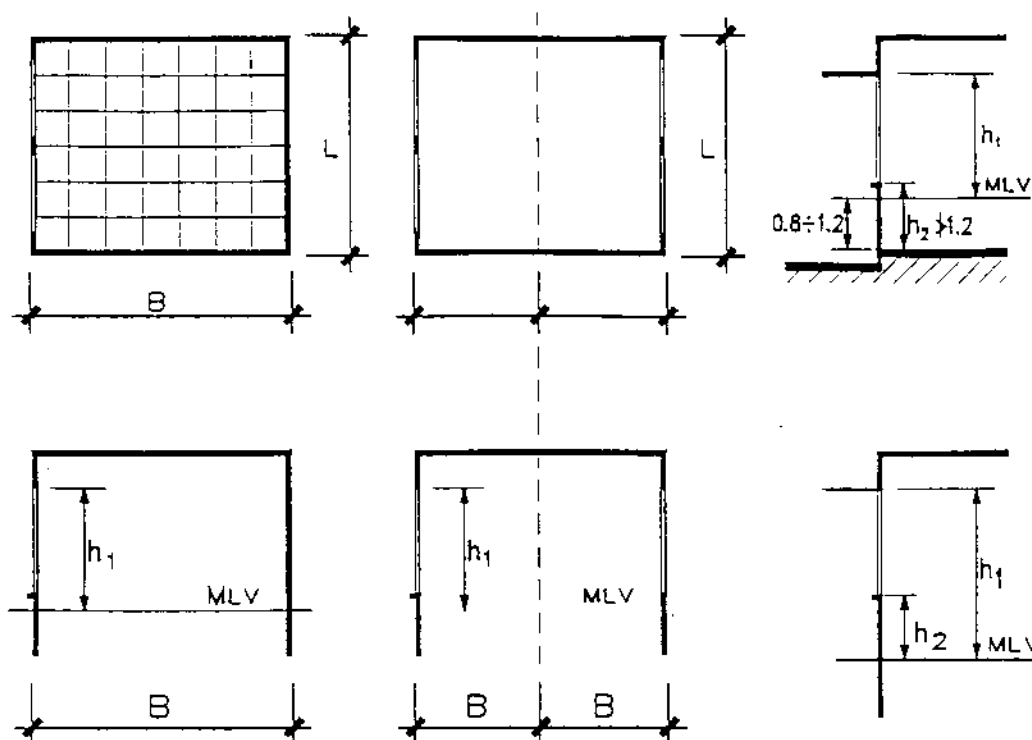
Bảng 5-3. Giá trị η_0

L/B	B/h ₁							
	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6
≥ 4	—	-	7,0	9,0	12	15	17	20
3	9,5	8,5	9,5	11,5	16	19	23	26
2	11,5	10,0	11,0	13,0	18	22	26	30
1,5	13,0	11,5	12,5	15,0	20	25	30	35
1	16,0	15,0	17,0	19,0	25	35	42	45
0,5	—	-	22	27,0	43	-	-	-

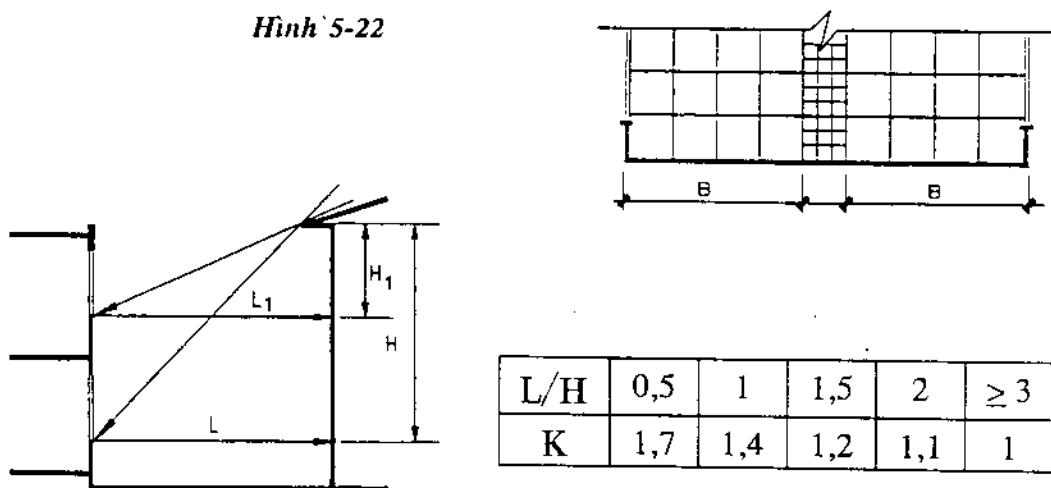
Chú thích :

Giá trị η_0 ở giữa các giá trị L/B và B/h₁, xác định bằng nội suy.

Giá trị η_0 trong bảng chỉ áp dụng cho cửa sổ có chiều cao từ mặt nền đến bậu cửa (chiều cao đặt cửa) không quá 1,2m - tương ứng với mặt làm việc cao 0,8 - 1,2m (hình 5-22).



Hình 5-22



Hình 5-23

Khi chiều cao đặt cửa lớn quá 1,2m, thì giá trị của η_0 xác định bằng :

$$\eta_0 = \eta_{01} - \eta_{02}$$

Trong đó :

η_{01} - Hệ số tính năng lấy ánh sáng của cửa cao h_1 , từ mặt làm việc đến mép trên cửa (hình 5-22).

η_{02} - Hệ số tính năng lấy sáng của cửa cao h_2 , từ mặt làm việc đến bậu cửa (hình 5-22), hoặc tính như cửa trên.

Bảng 5-4. Giá trị r_1

Hệ số phản xạ trung bình của tường, trần, sàn (ρ_{tb})	Chiếu sáng 1 bên (a)	Chiếu sáng 2 bên (b)
Màu sáng (trắng, hồng nhạt, vàng nhạt) 0,5	4	2,2
Màu sáng trung bình (vàng, xanh da trời) 0,4	3	1,7
Màu sẫm 0,3	2	1,2

Chú thích :

Nhà sản xuất chiếu sáng 1 bên, nếu không có tường trong thì giá trị r_1 (cột a) nhân thêm với 0,75.

Chiếu sáng 1 bên, chiều sâu lấy ánh sáng B của phòng là khoảng cách từ mặt ngoài của tường có cửa lấy ánh sáng đến mặt trong của tường đối diện hoặc đến mép cuối của mặt làm việc.

Chiếu sáng 2 bên, chiều sâu lấy ánh sáng B của phòng là khoảng cách từ mặt ngoài của tường có cửa lấy ánh sáng đến giữa phòng. Nếu giữa phòng có lối đi thì tính tới mép của lối đi đó.

Hệ số phản xạ trung bình ρ_{tb} của các bề mặt trong phòng xác định như sau :

Nếu trong phòng có n bề mặt, diện tích các bề mặt là $S_1, S_2, \dots, S_n$ tương ứng, hệ số phản xạ của các bề mặt đó là $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$, thì :

$$\rho_{tb} = \frac{S_1\rho_1 + S_2\rho_2 + \dots + S_n\rho_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

Bảng 5-5. Hệ số xuyên sáng tổng hợp τ_0 của các loại cửa

Loại phòng	Tính chất phòng phân theo mức bụi bẩn	Thí dụ loại phòng	Vị trí cửa sổ kính	Giá trị τ_0							
				Khung cánh cửa gỗ, B.T		Khung cánh thép, nhôm		Gạch thủy tinh rỗng	Kính có sóng		Tấm thủy tinh
				1 lớp kính	2 lớp kính	1 lớp kính	2 lớp kính		Kính có cốt	Kính 3 cốt	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Phòng thải nhiều bụi khói	Xưởng đúc, xưởng sản xuất ciment, xưởng rèn, kho vật liệu rời	Cửa thẳng đứng,	0,4	0,25	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
			Cửa nghiêng	0,3	0,2	0,4	0,25	0,2	0,25	0,3	0,25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Phòng thải ít bụi khói	Xưởng cán người Xưởng gia công cơ khí, in	Cửa thẳng đứng Cửa nghiêng	0,5 0,4	0,35 0,25	0,6 0,5	0,4 0,3	0,35 0,25	0,4 0,3	0,5 0,4	0,4 0,3
		Kiến trúc công cộng, nhà ở	Cửa thẳng đứng Cửa nghiêng	0,5 0,4	0,35 0,25	0,6 0,5	0,4 0,3	0,35 0,25	0,4 0,3	0,5 0,4	0,4 0,3

Chú thích :

- Nếu dùng kính khuếch tán ánh sáng hoặc kính có cốt kẽm, thì phải nhân giá trị trong bảng với 0,8.

- Khi có kết cấu che chắn ánh sáng đi vào cửa, tạo bóng trên bề mặt làm việc thì phải nhân giá trị trong bảng với hệ số c, như sau :

+ Dầm kèo kim loại $c = 0,9$

+ Dầm kèo B.T.C.T $c = 0,8$

+ Vòm, dầm, kèo toàn khối, tiết diện cao quá 50cm, $c = 0,8$

+ Dầm, kèo gỗ, gỗ thép hỗn hợp, vòm dầm bê tông toàn khối, tiết diện cao hơn 50cm, $c = 0,7$.

- Giá trị τ_0 trong bảng thành lập với điều kiện cửa kính được lau chùi đúng quy định thiết kế.

+ Phòng thải nhiều bụi, khói, tối thiểu 3 tháng lau chùi 1 lần.

+ Phòng thải ít bụi, khói, tối thiểu 6 tháng lau chùi 1 lần.

4. Phương pháp biểu đồ Danhiluk

Phương pháp biểu đồ Danhiluk được áp dụng để tính kiểm tra cuối cùng trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

a) Nguyên lý lập biểu đồ

Theo trên đây, ta đã biết, hệ số chiếu sáng tự nhiên tại điểm M bất kỳ e_M trên mặt làm việc trong phòng, bằng :

$$e_M = \frac{E_M}{E_{ng}} = \frac{B_{\sigma}}{B_{\pi}} = \frac{\sigma}{\pi}$$

Như vậy, muốn xác định giá trị của e_M thì phải xác định được giá trị của σ , là diện tích hình chiếu trên mặt phẳng nằm ngang của mảng trời nhìn thấy từ điểm tính toán qua cửa lấy sáng.

Để làm việc đó, A. M. Danhiluk đã làm như sau :

- Lấy điểm tính toán M trong phòng làm tâm, dựng bán cầu bán kính bằng đơn vị. Điểm M này cũng là đỉnh của góc khối nhìn thấy mảng trời chiếu sáng cho nó qua lỗ cửa.

Dùng 100 mặt phẳng tựa trên đường kính X-X của mặt phẳng chân trời, đường kính X-X song song với mặt cửa (H 5-24), chia bầu trời thành 100 dải, sao cho hình chiếu của mỗi dải trên mặt phẳng chân trời đều bằng nhau. Như vậy, mỗi dải dài vô hạn có giá trị tương đương hệ số chiếu sáng $e = 1\%$. Những mặt phẳng này cắt vòm trời thành 100 đường kinh tuyến.

- Lại dùng 100 mặt phẳng thẳng đứng song song nhau và song song với đường kính Y-Y, những mặt phẳng này vuông góc với mặt phẳng lấy ánh sáng, chia bầu trời thành 100 phần, sao cho hình chiếu của mỗi phần trên mặt phẳng chân trời đều bằng nhau. Những mặt phẳng này cắt vòm trời thành 100 đường vĩ tuyến (hình 5-24).

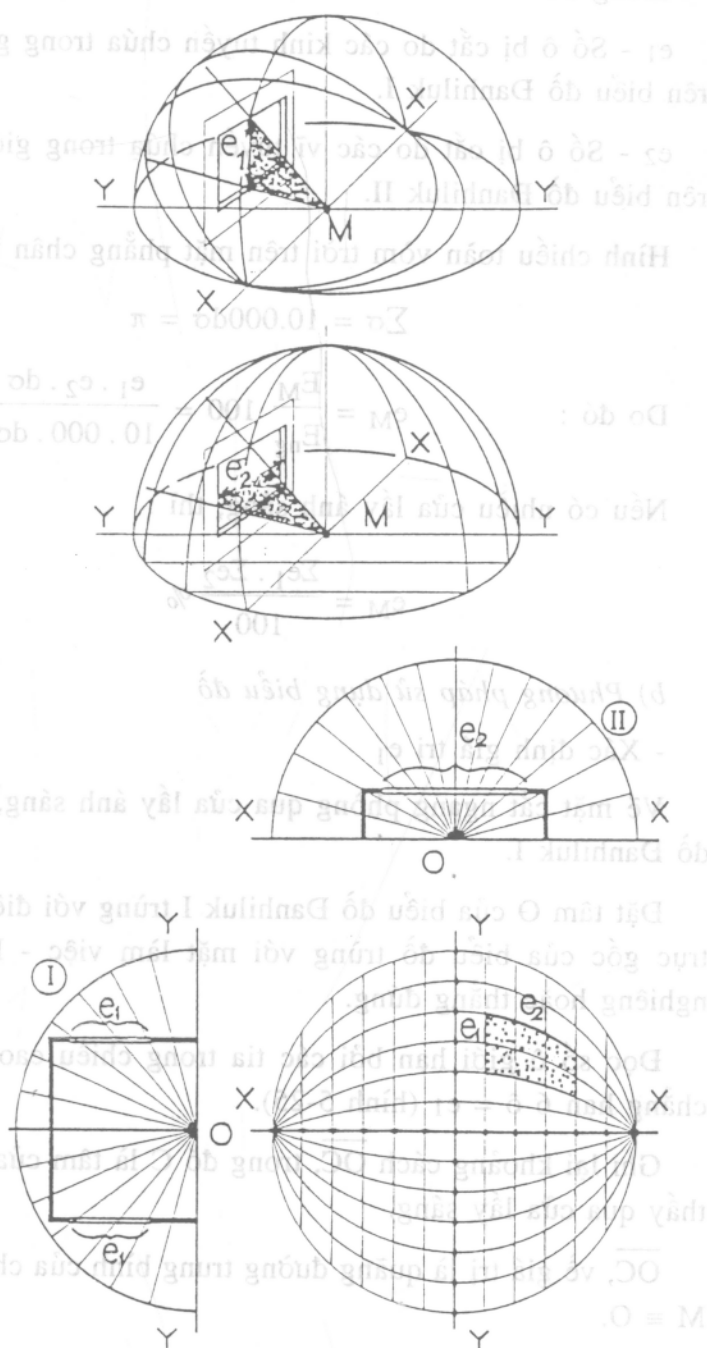
Như vậy, 100 đường kinh tuyến và 100 đường vĩ tuyến chia vòm trời thành $100 \times 100 = 10.000$ dơ, có hình chiếu trên mặt phẳng chân trời đều bằng nhau (hình 5-24).

- Lấy mặt phẳng nửa vòng tròn đi qua trục Y-Y :

Nối tâm của mặt phẳng nửa vòng tròn này với giao điểm giữa đường tròn với các kinh tuyến, ta có biểu đồ Danhiluk I (hình 5-24)

- Lấy mặt phẳng nửa vòng tròn đi qua trục X-X :

Nối tâm của mặt phẳng nửa vòng tròn này với giao điểm giữa vòng tròn với các vĩ tuyến, ta có biểu đồ Danhiluk II (hình 5-24).



Hình 5-24

Như vậy, nếu từ điểm tính toán M trong phòng, nhìn qua cửa lấy sáng, trên hướng chiều cao cửa chứa được số ô là e_1 , trên hướng nằm ngang cửa chứa được số ô là e_2 , thì diện tích mảng trời nhìn thấy qua lỗ cửa là :

$$\sigma = (e_1 \cdot e_2) d\sigma$$

Trong đó :

e_1 - Số ô bị cắt do các kinh tuyến chứa trong giới hạn chiều cao cửa - xác định trên biểu đồ Đanhiluk I.

e_2 - Số ô bị cắt do các vĩ tuyến chứa trong giới hạn chiều rộng cửa - xác định trên biểu đồ Đanhiluk II.

Hình chiếu toàn vòm trời trên mặt phẳng chân trời (bán kính $r =$ đơn vị), bằng :

$$\Sigma \sigma = 10.000 d\sigma = \pi$$

$$\text{Do đó : } e_M = \frac{E_M}{E_{ng}} 100 = \frac{e_1 \cdot e_2 \cdot d\sigma}{10.000 \cdot d\sigma} 100 = \frac{e_1 \cdot e_2}{100} \%$$

Nếu có nhiều cửa lấy ánh sáng, thì :

$$e_M = \frac{\Sigma e_1 \cdot \Sigma e_2}{100} \%$$

b) Phương pháp sử dụng biểu đồ

- Xác định giá trị e_1

Vẽ mặt cắt ngang phòng qua cửa lấy ánh sáng, tỉ lệ tùy ý, đủ đặt lọt trong biểu đồ Đanhiluk I.

Đặt tâm O của biểu đồ Đanhiluk I trùng với điểm tính toán M trên mặt làm việc, trục gốc của biểu đồ trùng với mặt làm việc - Mặt làm việc có thể nằm ngang, nghiêng hoặc thẳng đứng.

Đọc số ô giới hạn bởi các tia trong chiều cao cửa, số ô đó chính là giá trị e_1 , chẳng hạn 6 ô = e_1 (hình 5-25).

Ghi lại khoảng cách $\overline{OC}$, trong đó C là tâm cửa, đại diện tâm của mảng trời nhìn thấy qua cửa lấy sáng.

$\overline{OC}$, về giá trị là quãng đường trung bình của chùm sáng từ cửa tới điểm tính toán $M \equiv O$.

- Xác định giá trị e_2 :

Vẽ mặt bằng phòng qua cửa lấy ánh sáng, cùng tỉ lệ với mặt cắt.

Đặt tâm O của biểu đồ Đanhiluk II trên vết mặt cắt ngang, trục gốc của biểu đồ song song với trục dọc của cửa lấy ánh sáng (cũng là vuông góc với vết cắt ngang), cách tâm cửa một đoạn bằng OC (hình 5-25).

Đọc số ô giới hạn bởi các tia nằm trong phạm vi chiều rộng cửa, đó chính là e_2 , chẳng hạn $e_2 = 20^\circ$. Hệ số chiếu sáng tự nhiên e_M , tính trên biểu đồ, bằng :

$$e_M = \frac{e_1 \cdot e_2}{100} = \frac{6 \cdot 20}{100} = 1,2\%$$

Đây là hệ số chiếu sáng tự nhiên do độ rọi khuếch tán E_{kt} của bầu trời gây ra tại điểm M, chưa kể tới hệ số độ chói không đều của bầu trời q và hệ số xuyên sáng tổng hợp τ_0 của cửa.

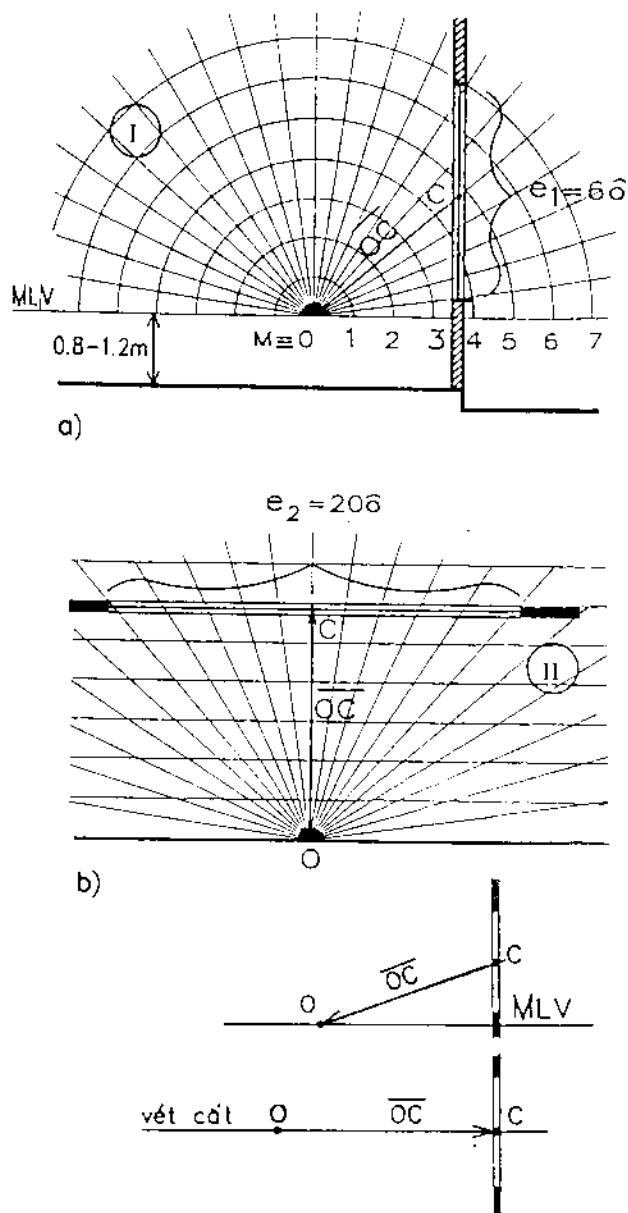
Để tiện sử dụng, trên biểu đồ I, vẽ thêm đường tròn đồng tâm, trên biểu đồ II, tương ứng, vẽ lưới đường thẳng song song. Lưới đường tròn và đường thẳng này là để đọc giá trị OC :

Đặt biểu đồ I trên mặt cắt ngang của phòng, đọc giá trị e_1 , đồng thời đọc kí hiệu vòng tròn trên biểu đồ đi qua tâm cửa lấy ánh sáng, kí hiệu đó chính là khoảng cách OC.

Trên biểu đồ II, tìm thấy đường thẳng nằm ngang có kí hiệu tương ứng, đặt đường thẳng này trùng với trục cửa lấy ánh sáng trên mặt bằng.

Ưu điểm của phương pháp biểu đồ Đanhiluk là biểu đồ tỉ lệ tùy ý, tỉ lệ bản vẽ phòng tùy ý, chỉ cần mặt bằng và mặt cắt cùng 1 tỉ lệ và đặt lọt được trong biểu đồ.

Nếu mặt cắt tỉ lệ 1/100, mặt bằng tỉ lệ 1/200, thì giá trị OC đọc trên biểu đồ I phải chia đôi khi đặt trên biểu đồ II.



Hình 5-25

5. Xác định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên thực tế

Giá trị e được xác định được từ biểu đồ Danhiluk chưa xét tới các yếu tố ảnh hưởng đối với độ rọi trong phòng :

- Khả năng xuyên sáng của cửa τ_0
- Tác dụng tăng thêm độ rọi do ánh sáng phản xạ.
- Ảnh hưởng do độ chói B của bầu trời phân bố không đều.

Do vậy, giá trị e tính được từ biểu đồ phải kể thêm 1 số hệ số hiệu chỉnh, xác định bằng thực nghiệm.

a) Chiếu sáng bằng hệ thống cửa bên (e_b) :

$$e_b = e_{kt} + e_0 + e_d + e_p$$

Trong đó (hình 5-26) :

e_{kt} - Hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng khuếch tán của mảng trời nhìn thấy từ điểm tính toán M qua cửa rọi vào phòng, bằng :

$$e_{kt} = \frac{e_1 \cdot e_2}{100} \tau_0 \cdot q$$

e_0 - Hệ số chiếu sáng tự nhiên tăng thêm do tác dụng phản xạ ánh sáng của các bề mặt trong phòng gây ra, bằng :

$$e_0 = e_{kt \min} \cdot (r_1 - 1)$$

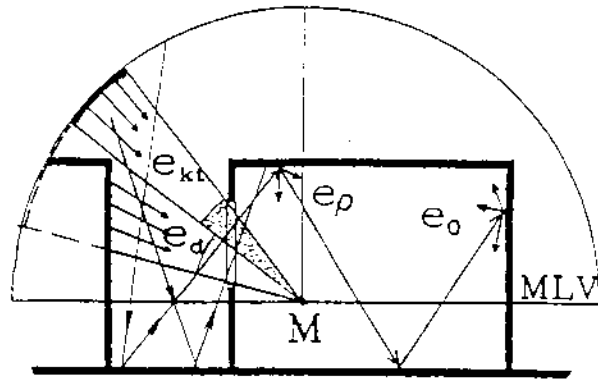
Trong biểu thức, $e_{kt \min}$ là giá trị e_{kt} nhỏ nhất xác định từ biểu đồ Danhiluk, bằng :

$$e_{kt \min} = \left[\frac{e_1 \cdot e_2}{100} \tau_0 \cdot q \right]_{\min}$$

- Lượng ánh sáng tăng thêm do tác dụng phản xạ của các bề mặt trong phòng e_0 thừa nhận là phân bố đều. Thực tế thì những vị trí gần mặt phản xạ, giá trị của e_0 lớn hơn những vị trí ở xa, nhưng chênh lệch không nhiều, cho nên để đơn giản tính toán, thừa nhận là phân bố đều.

- Hệ số r_1 kể đến tác dụng của ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra (bảng 5-4).

Về giá trị, r_1 càng lớn khi hệ số phản xạ trung bình ρ_{tb} của các bề mặt trong phòng càng tăng. Khi lấy ánh sáng 2 bên thì giá trị của r_1 sẽ giảm do mất nhiều diện tích tường để đặt cửa.



Hình 5-26

e_d - Hệ số chiếu sáng tự nhiên do mặt nhà đối diện màu sáng phản chiếu ánh sáng vào phòng, chỉ tính với phần diện tích mặt nhà che khuất mảng trời nhìn thấy qua cửa lấy ánh sáng, bằng :

$$e_d = 0,1 \frac{e_{1K} \cdot e_{2K}}{100} \tau_0$$

Trong biểu thức, e_{1K} và e_{2K} là giá trị đọc trên biểu đồ Đanhiluk I và II bị mặt nhà đối diện che khuất mảng trời nhìn thấy qua cửa.

Nếu diện tích của mảng trời bị che khuất không đáng kể và mặt nhà đối diện màu tối ($\rho < 0,2$), thì có thể bỏ qua e_d .

Nếu mặt nhà đối diện che khuất phần lớn mảng trời nhìn thấy qua cửa và có màu sáng ($\rho \geq 0,5$), được coi như nguồn sáng phản chiếu ánh sáng vào phòng, thì e_d bằng :

$$e_{kt} = 0,15 \frac{e_{1K} \cdot e_{2K}}{100} \tau_0$$

e_p - Hệ số chiếu sáng tăng thêm do tác dụng phản xạ ánh sáng của mặt đất, bằng :

$$e_p = e_{kt} \cdot \min(r_3 - 1) \tau_0$$

r_3 - Hệ số kể tới tác dụng phản xạ ánh sáng của mặt đất, lấy trong bảng 5-6

Chú thích :

Giá trị r_3 cho trong bảng chỉ trong trường hợp chiều sâu của phòng bằng 2,5 - 4 lần chiều cao từ mặt làm việc đến mép trên của cửa.

Bảng 5-6. Giá trị r_3

Hệ số phản xạ của mặt đất	Hệ số phản xạ của trần, tường trong phòng	r_3
0,2	0,7	1,1
0,3	0,7	1,2
0,4	0,7	1,3
0,6	0,7	1,5

b) Chiếu sáng bằng hệ thống cửa trên (cửa mái, cửa bên cao)

Chiếu sáng bằng cửa trên, thường bỏ qua e_p :

$$e_m = e_{kt} + e_0 + e_d$$

Trong đó :

e_{kt} - Hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng khuếch tán của phần bầu trời nhìn thấy từ điểm tính toán trên mặt làm việc qua cửa lấy ánh sáng, bằng :

$$e_{kt} = \frac{e_1 \cdot e_2}{100} \tau_0 \cdot q$$

e_0 - Hệ số chiếu sáng tự nhiên do tác dụng phản xạ của các bề mặt trong phòng gây ra, bằng :

$$e_0 = e_{kt.tb}(r_2 - 1)$$

$e_{kt.tb}$ - Là giá trị trung bình của hệ số chiếu sáng tự nhiên tại các điểm tính toán 1, 2, ..., n cách đều nhau trong phòng : $e_{kt.1}, e_{kt.2}, \dots, e_{kt.n}$ xác định từ biểu đồ Danhiluk, theo trung bình cimson, bằng :

$$e_{kt.tb} = \frac{\frac{e_{kt1}}{2} + e_{kt2} + e_{kt3} + \dots + \frac{e_{kt.n}}{2}}{n - 1}$$

e_d - Hệ số chiếu sáng tự nhiên do công trình đối diện che khuất phần lớn mảnh trời nhìn thấy qua cửa, và bề mặt của nó có màu sáng, trở thành nguồn sáng phản chiếu sáng vào phòng, bằng :

$$e_d = 0,1 \frac{e_{1K} \cdot e_{2K}}{100} \tau_0$$

c) *Chiếu sáng bằng hệ thống hỗn hợp của bên và cửa trên*

Chiếu sáng bằng hệ thống hỗn hợp thì hệ số chiếu sáng hỗn hợp e_{hh} bằng tổng của hệ thống chiếu sáng cửa bên e_b và hệ số chiếu sáng bằng cửa mái e_m :

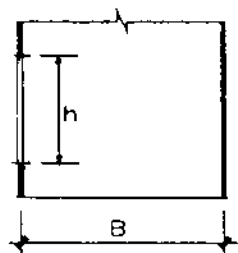
$$e_{hh} = e_b + e_m$$

Cần lưu ý là, chiếu sáng bằng hệ thống hỗn hợp thì độ rọi tăng thêm do tác dụng phản xạ ánh sáng của các bề mặt trong phòng thay đổi, do đó hệ số r_1 thay bằng r_4 (bảng 5-7).

Nếu trong bảng 5-7 không tìm thấy r_4 thì lấy r_1 trong bảng 5-4.

Bảng 5-7. Giá trị r_4

Hình thức cửa bên	ρ_{tb} của các bề mặt trong phòng	B/h				
		2	3	4	6	8
		r_4				
Lấy ánh sáng 1 bên	0,6	2,0	1,6	1,1	-	-
	0,4	1,6	1,3	1,0	-	-
Lấy ánh sáng 2 bên	0,6	-	-	2,0	1,6	1,3
	0,4	-	-	1,6	1,3	1,1



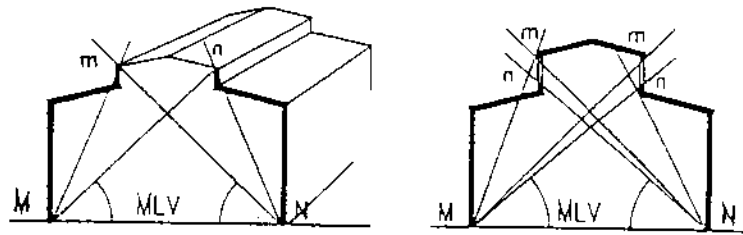
Có được giá trị e_{hh} tại các điểm tính toán 1, 2, 3, ..., n cách đều nhau trên mặt làm việc, xác định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên hỗn hợp trung bình e_{hh}^{tb} :

$$e_{hh}^{tb} = e_{m.tb} + e_{b.tb}$$

Cần lưu ý, biểu thức trung bình Cimson để tính giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình chỉ áp dụng khi các điểm tính toán cách đều nhau.

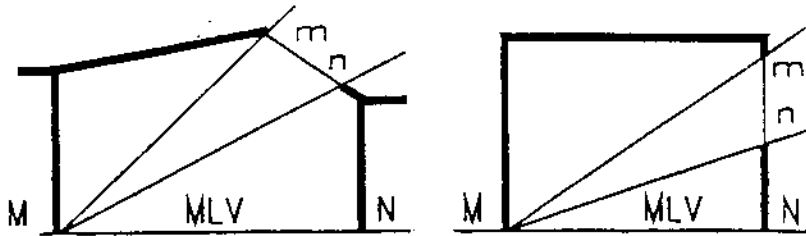
d) Phương pháp xác định hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình (e_{tb}) theo lý thuyết trường sáng

Dựa vào lý thuyết trường sáng, P. I. Khôrosilob xây dựng phương pháp xác định hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình rất đơn giản.



Hình 5-27

Theo phương pháp này, giá trị của e_{tb} có thể xác định bằng cách lập biểu đồ trên mặt cắt ngang của phòng hoặc nhịp nhà, và chỉ áp dụng khi chiều dài cửa lấy ánh sáng không nhỏ hơn 1/4 khoảng cách từ điểm tính toán xa nhất đến cửa lấy ánh sáng.



Hình 5-28

- Chiếu sáng bằng cửa trên
- + Chiếu sáng 2 bên (hình 5-27)

$$e_{tb} = \frac{(Mn + Nm) - (Mm + Nn)}{2MN}$$

Có nghĩa là hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình e_{tb} bằng tỉ số giữa tổng 2 đường chéo trừ tổng 2 cạnh bên với 2 lần nhịp nhà MN.

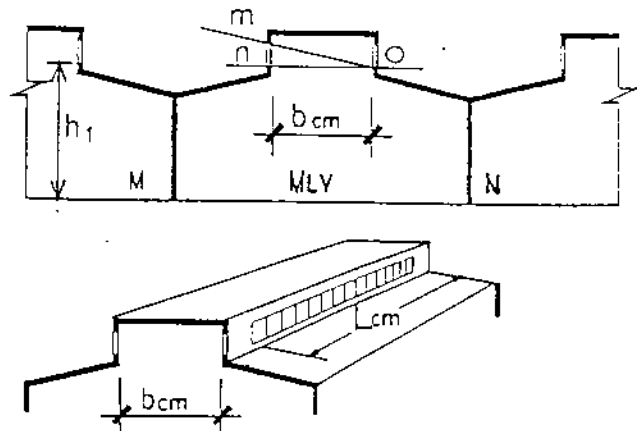
- + Chiếu sáng 1 bên (hình 5-28)

$$e_{tb} = \frac{mn + Mn - Mm}{MN}$$

Nếu chiếu sáng 2 bên thì nhân 2 giá trị trên.

- + Nhà nhiều khẩu độ (hình 5-29)

$$e_{tb} = \frac{mn + no - mo}{MN}$$



Hình 5-29

Nếu $b_{cm} < 3h_1$

Hay là $\frac{b_{cm}}{h_1} < 3$

Bảng 5-8. Giá trị K

B_{cm}/h_1	0,5	1	1,5	2	≥ 3
K	1,5	1,3	1,2	1,2	1

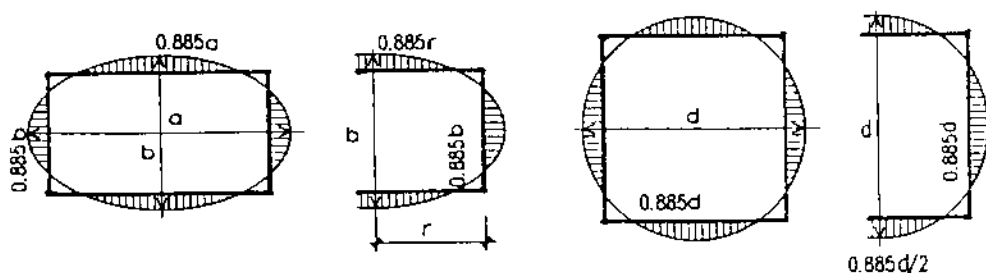
Thì giá trị e_{th} trên đây phải nhân thêm với hệ số K trong bảng (5-8)

Tức là, trong một mức độ nhất định, với cùng chiều rộng cửa b_{cm} , thì chiều cao đặt cửa h_1 càng nhỏ, giá trị e_{th} trong phòng càng tăng.

e) Cửa lấy ánh sáng có hình dáng đặc biệt (khác hình chữ nhật)

Phương pháp biểu đồ Đanhiluk chỉ áp dụng cho cửa hình chữ nhật. Nếu hình dáng cửa hình tròn, hình elíp, hình nửa tròn... phải biến đổi thành cửa chữ nhật tương đương.

Phương pháp biến đổi như sau (hình 5-30)



Hình 5-30

f) Xác định hệ số chiếu sáng tự nhiên theo đường đồng mức độ rọi (đường đẳng lux)

Phương pháp này áp dụng cho cửa có mặt bằng hình tròn hoặc hình vành khuyên.

- Cửa mặt bằng hình tròn (hình 5-31)

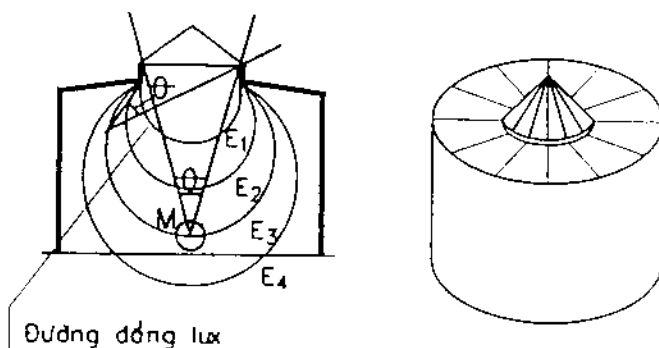
Hệ số chiếu sáng tự nhiên e bằng :

$$e = \frac{1 - \cos\theta}{2} = \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

Trong đó :

θ - Góc hợp bởi 2 tia nối từ điểm tính toán M đến 2 mép cửa trên mặt cắt qua cửa.

Nếu dựng mặt cầu tâm M bao kín cửa lấy ánh sáng, vì góc θ không đổi (cùng chắn một cung), cho nên mặt cầu chứa những điểm có độ rọi bằng nhau : mặt đẳng lux.



Hình 5-31

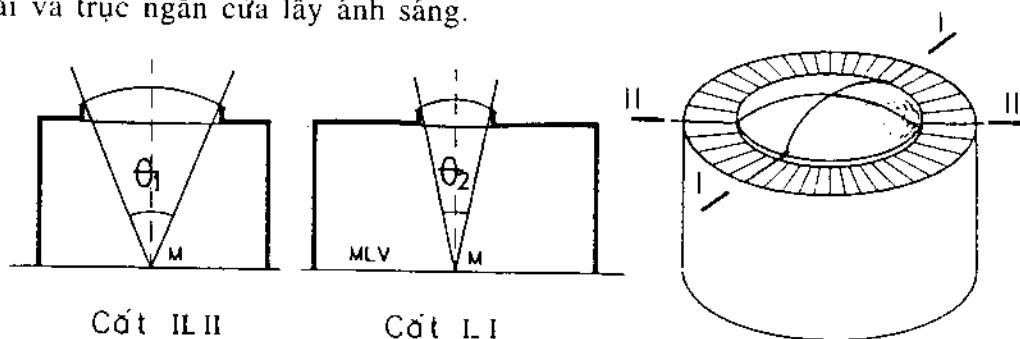
- Cửa mặt bằng hình vành khuyên

Hệ số chiếu sáng tự nhiên e bằng hiệu hệ số chiếu sáng của 2 cửa tròn, một cửa tròn có đường kính bằng trục ngắn và một cửa tròn có đường kính bằng trục dài của hình vành khuyên (hình 5-32).

$$e = \sin^2 \frac{\theta_1}{2} - \sin^2 \frac{\theta_2}{2}$$

Trong đó :

θ_1 và θ_2 - Là những góc có đỉnh tại điểm tính toán nối với mép cửa, theo phương trục dài và trục ngắn cửa lấy ánh sáng.



Hình 5-32

- Mặt bằng hình tròn, cửa bên cao (hình 5-33)

$$e = \sin^2 \frac{\theta_1}{2} - \sin^2 \frac{\theta_2}{2}$$

Khi thiết kế thành nhiều ô cửa, phân cách giữa các ô bằng trụ tường hoặc mảng tường, thì kết quả tính toán phải nhân thêm hệ số τ .

$$\tau = 0,9 \frac{a}{b + \sigma}$$

Trong đó :

a - Chiều rộng cửa lấy ánh sáng

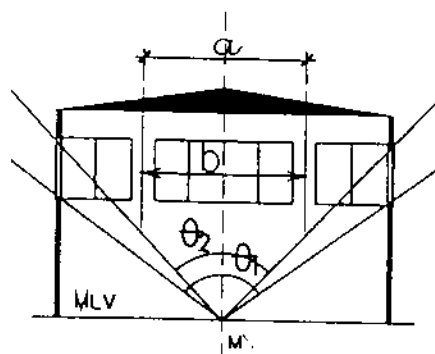
b - Khoảng cách giữa 2 tâm (trục) cửa

σ - Chiều dày tường

Thí dụ

Mặt bằng, mặt cắt phòng như (hình 5-34)

Phòng chiếu sáng cửa bên một phía, cửa kính, khuôn gỗ.

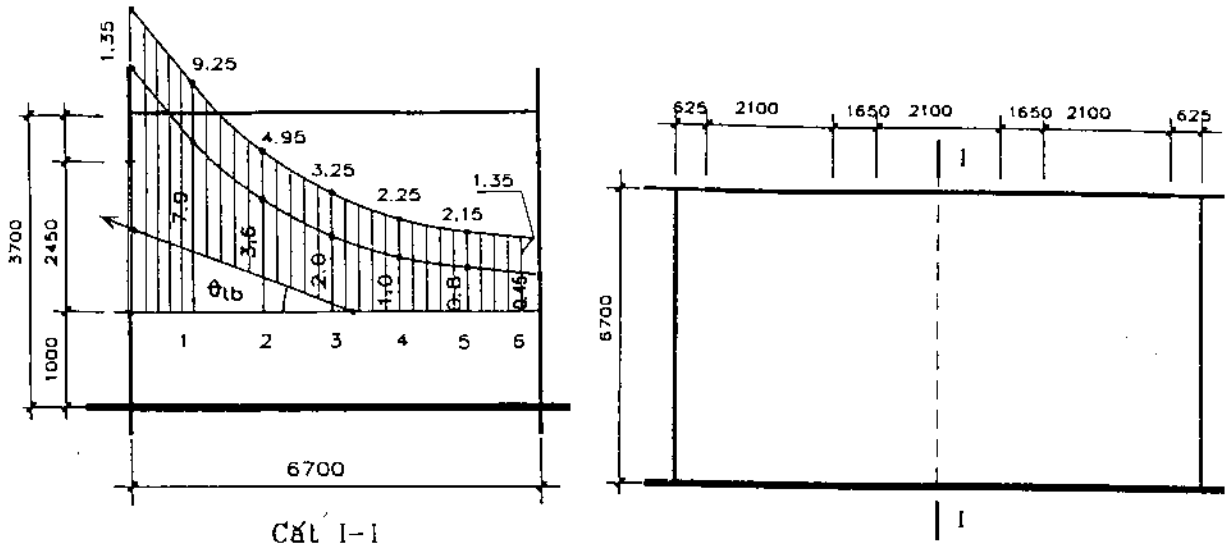


Hình 5-33

Các bề mặt trong phòng như tường, trần, sàn đều có màu sáng $\rho_{tb} = 0,5$

Bỏ qua lượng ánh sáng tăng thêm do tác dụng phản xạ của mặt đất $e_p = 0$ và của công trình đối diện $e_d = 0$.

Tính hệ số chiếu sáng tự nhiên tại các điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6 :



Hình 5-34

Vẽ mặt bằng, mặt cắt ngang của phòng, tỉ lệ tùy ý, đủ đặt lọt được trong biểu đồ Danhiluk.

Căn cứ mục đích sử dụng của phòng, chiều sâu lấy ánh sáng, ý đồ tổ chức thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc, yêu cầu đối với kết cấu che nắng, che mưa..., theo kinh nghiệm, sơ bộ xác định diện tích cửa. Hoặc áp dụng biểu thức tính hệ số diện tích cửa $m = S_0/S_s$ để sơ bộ xác định kích thước và hình dáng cửa cần thiết.

Căn cứ vào các điều kiện đã chọn, tra bảng : $\tau_0 = 0,5$; $r_1 = 4$; $\theta_{lb} = 30^\circ$; $q = 0,88$.

Công thức tính toán :

$$e_b = e_{kt} + e_0 + e_d + e_p = e_{kt} + e_0 + 0 + 0 =$$

$$= \frac{e_1 \cdot e_2}{100} \tau_0 \cdot q + \left[\frac{e_1 \cdot e_2}{100} \tau_0 q \right]_{\min} (r_1 - 1)$$

Kết quả tính toán ghi trong bảng sau :

Điểm tính toán	e_1		$\overline{OC}$	Σe_2		$e_1 \Sigma e_2$ 100	τ_0	q_{tb}	$e_{kt} =$ $\frac{e_1 \Sigma e_2}{100} \tau_{q_{tb}}$	e_{tc}^{min} (e_{tb})	e_0	$e =$ $e_{kt} + e_0 +$
	e_1	e_{1K}		Σe_2	Σe_{2K}							
1	28			63		17,64	0,5	0,88	7,9		1,35	9,25
2	15			54		8,1	-	-	3,6		-	4,95
3	8			50		4,5	-	-	2,0		-	3,35
4	5			46		2,3	-	-	1,0		-	2,35
5	4			44		1,76	-	-	0,8		-	2,15
6	2,5			40		1,00	-	-	0,45		-	1,80

$$e_{kt.min} = 0,45$$

VI. TÍNH ÁNH SÁNG PHẢN XẠ

Lượng ánh sáng tăng thêm do tác dụng phản xạ của các bề mặt trong phòng gây ra, về giá trị, quyết định bởi màu sắc và kích thước các bề mặt giới hạn của phòng. Khi diện tích các bề mặt này lớn, màu sáng, thì lượng tăng thêm rất đáng kể, đồng thời làm cho trường sáng trong phòng đồng đều hơn, trong nhiều trường hợp, nhất là khi chiều sâu lấy ánh sáng lớn, những vị trí xa cửa, nhận ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng là chủ yếu. Vấn đề này rất có ý nghĩa đối với thiết kế tổ chức nội thất.

1. Chiếu sáng bằng cửa bên

Khảo sát trường hợp đơn giản nhất, phòng hình hộp, chiếu sáng một bên (hình 5-35).

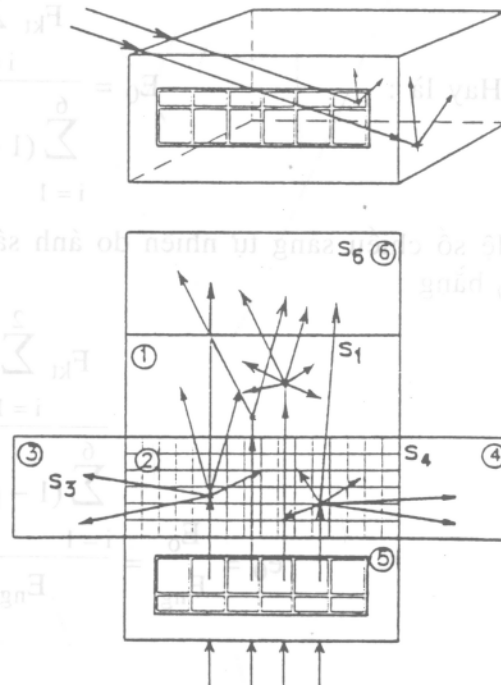
Độ rọi tại một điểm bất kì trong phòng, chủ yếu gồm 2 thành phần

- Độ rọi ánh sáng khuếch tán của mảng trời nhìn thấy qua cửa gây ra E_{kt}
- Độ rọi do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra E_0

$$E_M = E_{kt} + E_0$$

Bỏ qua ánh sáng phản xạ từ mặt đất, và ánh sáng phản chiếu từ công trình đối diện.

Có thể thừa nhận gần đúng rằng, sau khi phản xạ qua lại nhiều lần giữa các bề mặt giới hạn trong phòng, ánh sáng phân bố đều trên khắp các diện tích bao quanh trong phòng.



Hình 5-35

Giả sử quang thông của ánh sáng khuếch tán ngoài nhà rọi tới sàn nhà 2 và tường đối diện 1 là F_{kt}

Ta có :

$$E = \frac{F_{kt}}{S}$$

Ánh sáng phản xạ từ sàn 2 và tường 1 bằng :

$$F_p = \rho_2 F_{kt} + \rho_1 F_{kt} = F_{kt} \sum_{i=1}^2 \rho_i$$

ρ - Là hệ số phản xạ.

Ánh sáng phản xạ E_p này phản xạ tới khắp các bề mặt trong phòng, theo định luật bảo toàn năng lượng, nếu E_0 là độ rọi do ánh sáng phản xạ gây ra trên các bề mặt của phòng, ta có :

$$\begin{aligned} F_p &= F_{kt} \sum_{i=1}^2 \rho_i = \sum_{i=1}^6 E_0 S_i - \sum_{i=1}^6 E_0 \rho_i S_i \\ &= E_0 \sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i \end{aligned}$$

Hay là :

$$E_0 = \frac{F_{kt} \sum_{i=1}^2 \rho_i}{\sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i}$$

Hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra e_0 bằng :

$$e_0 = \frac{E_0}{E_{ng}} = \frac{\frac{F_{kt} \sum_{i=1}^2 \rho_i}{\sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i}}{E_{ng}} = \frac{F_{kt} \sum_{i=1}^2 \rho_i}{E_{ng} \sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i}$$

Dẫn giải biểu thức trên, ta có :

$$e_0 = \frac{c_{kt} \sum_{i=1}^2 \rho_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i}$$

Như vậy, giá trị e_0 phụ thuộc vào diện tích và hệ số phản xạ của bề mặt nhận ánh sáng từ ngoài nhà rọi tới và hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng, các bề mặt càng sáng, giá trị của e_0 càng tăng.

2. Chiếu sáng bằng cửa mái

Đối với nhà công nghiệp, chiếu sáng bằng cửa mái, ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra, có thể xác định bằng phương pháp tính từng bước theo quang thông phản xạ.

Trong nhà nhiều nhịp, giả sử rằng F là quang thông tới trên nền nhà do quang thông ngoài nhà F_{ng} qua cửa mái vào phòng, ρ_1 và ρ_2 là hệ số phản xạ của nền và trần nhà, ta có :

- Quang thông phản xạ lần thứ nhất từ nền lên trần $= F \cdot \rho_1$
- Quang thông phản xạ lần thứ hai từ trần xuống $= F \cdot \rho_1 \rho_2$
- Quang thông phản xạ lần thứ ba từ nền lên trần $= F \cdot \rho_1 \rho_2 \rho_1 = F \cdot \rho_1^2 \rho_2$
- Quang thông phản xạ lần thứ tư từ trần xuống $= F \cdot \rho_1^2 \rho_2 \rho_2 = F \rho_1^2 \rho_2^2$

Chỉ tính quang thông phản xạ từ trần xuống mặt làm việc, khi đó quang thông tổng cộng $F_{tổng}$ do ánh sáng khuếch tán của bầu trời qua cửa rọi trên mặt làm việc và quang thông phản xạ từ trần xuống, bằng :

$$\begin{aligned} F_{tổng} &= F + F \cdot \rho_1 \rho_2 + F \rho_1^2 \rho_2^2 + \dots \\ &= F [1 + (\rho_1 \rho_2) + (\rho_1^2 \rho_2^2) + \dots] \end{aligned}$$

Vì rằng $[1 + (\rho_1 \rho_2) + (\rho_1^2 \rho_2^2) + \dots]$ chính là triển khai Maclorin

của tỉ số : $\frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$

Cho nên : $F_{tổng} = F \frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$

Hay là :

$$\frac{F_{\text{tổng}}}{F} = \frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$$

S - Là diện tích nền nhà, cũng là diện tích mặt làm việc.

Với phòng chiếu sáng bằng cửa mái, ánh sáng qua cửa mái rơi thẳng xuống nền nhà, lượng ánh sáng phản xạ phụ thuộc chủ yếu vào hệ số phản xạ của nền và của trần, khi đó, độ sáng của nền nhà có ý nghĩa hàng đầu trong kiến trúc lấy ánh sáng bằng cửa mái.

Từ các công thức trên, có thể suy dẫn ra các kết quả sau :

$$r = \frac{E_{kt} + E_0}{E_{kt}} = \frac{e_{kt} + e_0}{e_{kt}} = \frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$$

Trong đó :

E_{kt} là hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng khuếch tán ngoài nhà, qua cửa lấy ánh sáng vào phòng gây ra.

Do đó, $r.e_{kt} = e_{kt} + e_0$

Hay là : $e_0 = r.e_{kt} - e_{kt}$
 $= e_{kt}(r - 1)$

r - Gọi là hệ số xét tới ảnh hưởng của ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra.

Giá trị r_2 cho trong bảng (5-1) trên đây là kết quả tính toán từ biểu thức này, với phòng trang trí màu sắc khác nhau, nền nhà có hệ số phản xạ $\rho_s \leq 0,3$.

Thực tế, ánh sáng phản xạ phân bố không đều trong phòng, nhưng sai lệch không nhiều, để đơn giản tính toán, thừa nhận là phân bố đều, và xác định theo trên đây đã trình bày, như sau :

- Chiếu sáng bằng cửa mái :

Hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra, bằng :

$$e_0 = e_{m.tb} (r_2 - 1)$$

Trong đó :

$e_{m.tb}$ - Hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình xác định theo Cimson hay P.I. Khôrôsilob.

- Chiếu sáng cửa bên :

Cũng thừa nhận gần đúng, hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra bằng :

$$e_0 = e_{kt.min} (r_1 - 1)$$

Ánh sáng phản xạ trong phòng khi chiếu sáng bằng cửa bên, muốn chính xác, phải nghiên cứu hiện tượng phản xạ nhiều lần giữa các bề mặt giới hạn của phòng, việc này làm cho bài toán vô cùng phức tạp.

3. Phương pháp tính ánh sáng phản xạ của Gop Kinson

Có nhiều phương pháp tính ánh sáng phản xạ, nhưng đáng chú ý nhất là công thức suy dẫn theo kinh nghiệm của Gop Kinson, được Ủy hội quốc tế công nhận (1959) :

$$e_0^{tb} = \frac{0,85S_0}{S(1 - \rho_{tb})} (C \cdot \rho_{tb.d} + 5\rho_{tb.tr}) \%$$

Trong đó :

e_0^{tb} - Hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra.

S_0 - Diện tích cửa lấy ánh sáng

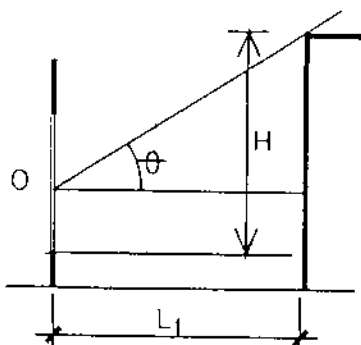
S - Tổng diện tích các bề mặt trong phòng

ρ_{tb} - Hệ số phản xạ trung bình của các bề mặt trong phòng

$\rho_{tb.d}$ - Hệ số phản xạ trung bình của nền nhà và bộ phận tường phía dưới mặt phẳng qua tâm cửa (không tính diện tích cửa)

$\rho_{tb.tr}$ - Hệ số phản xạ trung bình của nền nhà và bộ phận tường phía trên mặt phẳng qua tâm cửa (không tính diện tích cửa)

C - Hệ số kể tới tác dụng che khuất của công trình đối diện, lấy theo (bảng 5-8)



Bảng 5-8. Giá trị C

Góc che khuất phía trên đường chân trời θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
C	39	35	31	25	20	14	10	7	5

Khi sử dụng phương pháp tính toán này, có thể từ tỉ số e_{min}/e_0^{tb} sau đây để chuyển đổi từ giá trị e_0^{tb} thành e_{min} :

- Khi tường màu tối ($\rho < 0,1$) :

$$e_{min}/e_{0.tb} = 0,55$$

- Khi tường màu sáng trung bình ($\rho \approx 0,35$) :

$$e_{min}/e_{0.tb} = 0,7$$

- Khi tường màu sáng ($\rho = 0,6$) :

$$e_{\min}/e_{0.tb} = 0,85$$

4. Quan hệ giữa hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng với hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng

a) *Chiếu sáng bằng cửa trên*

Theo trên đây, ta có :

$$\frac{S_0}{S_s} 100 = \frac{e_{tc}^{tb} \cdot \eta_{cm}}{\tau_0} (1 - \rho_1 \rho_2)$$

Như vậy, với cùng một tiêu chuẩn chiếu sáng [e_{tc}^{tb}] với cấu trúc hệ thống cửa lấy ánh sáng đã chọn, thì hệ số phản xạ của nền ρ_1 và của trần ρ_2 càng lớn, tức là màu càng sáng, hệ số diện tích cửa càng nhỏ.

b) *Chiếu sáng bằng cửa bên*

Theo những dẫn giải trên, ta có kết quả :

$$\frac{S_0}{S_s} 100 = \frac{e_{\min}^{tc} \cdot \eta_0}{\tau_0 \left[\sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i + \sum_{i=1}^2 \rho_i S_i \right]} K \sum_{i=1}^6 (1 - \rho_i) S_i$$

Tương tự như cửa mái, tiêu chuẩn chiếu sáng đối với hệ thống chiếu sáng bằng cửa bên đã chọn [$e_{\min}^{tc}$], hình thức và cấu trúc cửa đã xác định, thì hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng và cửa trang thiết bị trong đó càng lớn, màu càng sáng, thì diện tích cửa càng giảm nhỏ.

5. Kết luận đang nhớ

Từ những suy dẫn tới các công thức tính ánh sáng phản xạ, đủ để có thể đưa ra một kết luận quan trọng trong thực tế ứng dụng, rằng màu sắc các bề mặt trong phòng, nhất là nền nhà, và trang thiết bị trong đó, nên là màu sáng, khi đó diện tích cửa lấy ánh sáng cần thiết sẽ giảm nhỏ.

6. Độ chói B_d trên mặt phản chiếu ánh sáng của công trình đối diện

Khi bề mặt của công trình đối diện trở thành nguồn sáng phản chiếu ánh sáng vào phòng, thì độ chói B_d của nó bằng :

$$B_d = \frac{R}{\pi} = \frac{\rho E}{\pi} = \frac{\rho (e E_{ng})}{\pi}$$

Trong đó :

R ; ρ ; E - Là độ trưng, hệ số phản xạ ánh sáng và độ rọi trên mặt phản chiếu ánh sáng của công trình đối diện.

$c = E/E_{ng}$ - Là hệ số chiếu sáng tự nhiên trên bề mặt phản chiếu ánh sáng của công trình đối diện ; độ chói bầu trời là B , ta có :

$$B_d = B\rho E$$

Biết được hệ số phản xạ ρ của bề mặt công trình đối diện và giá trị c của nó sẽ có giá trị của tỉ số B_d/B .

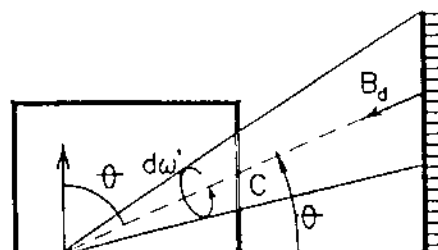
Thường nhận độ chói của mặt tường đối diện (hay của mặt đất) B_d bằng 1/10 độ chói của bầu trời đầy mây B cũng đủ chính xác trong ứng dụng thực tế. Cho nên hệ số chiếu sáng tự nhiên do công trình đối diện phản xạ ánh sáng vào phòng c_d xác định bằng biểu đồ Danhiluk, chỉ bằng 0,1 lần hệ số chiếu sáng tự nhiên do phần bầu trời nhìn thấy qua cửa bị công trình đối diện che khuất :

$$c_d = 0,1 \frac{e_{1K} \cdot c_{2K}}{100} \tau_o$$

Biết được B_d của bề mặt công trình đối diện, có thể xác định độ rọi E_M tại điểm M bất kì trên mặt làm việc trong phòng do bề mặt công trình đối diện phản chiếu ánh sáng vào phòng gây ra :

$$e_d = \rho \cdot c \frac{d\omega' \cdot \cos\theta'}{\pi}$$

Độ chói của bầu trời đầy mây $B = 1000 \div 1500$ nít.



Chương 6

THÀNH LẬP TIÊU CHUẨN CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

I. PHƯƠNG PHÁP THÀNH LẬP TIÊU CHUẨN CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

Khi chọn phương án cửa chiếu sáng phải xét toàn diện các yêu cầu sau đây :

Yêu cầu đối với trường ánh sáng phân bố trên mặt làm việc trong phòng.

Độ chói của mặt cửa trong tầm quan sát, tỉ lệ độ chói của các bề mặt trong phòng.

Mối quan hệ giữa chiếu sáng với thông gió tự nhiên, với che mưa, che nắng.

Khả năng tăng cường của ánh sáng trực xạ qua cửa vô phòng.

Cửa lấy ánh sáng là cầu nối giữa trong nhà và ngoài nhà : môi trường cảnh quan

Ý đồ tổ chức thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc.

Cấu tạo và kinh tế, bảo quản và sử dụng sau này.

1. Yêu cầu đối với trường ánh sáng phân bố trên mặt làm việc trong phòng

Yêu cầu này xuất phát từ mục đích sử dụng của phòng, điều kiện quan sát chi tiết vật phẩm trên mặt làm việc... cho nên trong kiến trúc và xây dựng, người ta phân cấp chiếu sáng cho từng loại phòng căn cứ theo mục đích sử dụng và điều kiện quan sát vật phẩm trên mặt làm việc trong phòng. Mỗi cấp chiếu sáng quy định một tiêu chuẩn chiếu sáng riêng bao gồm tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và tiêu chuẩn chiếu sáng nhân tạo.

Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên bao gồm 2 nội dung cơ bản :

- Quy định cường độ ánh sáng tự nhiên lấy vào phòng, về giá trị, xác định căn cứ theo điều kiện thị lực đối với công việc tiến hành trên mặt làm việc trong phòng.

- Chất lượng ánh sáng lấy vào phòng, những giải pháp tổng hợp tạo nên hoàn cảnh ánh sáng tốt nhất trong phòng.

Nội dung của tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên là cơ sở đầu tiên để lựa chọn chính xác hình thức và kích thước hệ thống chiếu sáng tự nhiên.

a) Về cường độ ánh sáng lấy vào phòng

Trong tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên, dùng giá trị của hệ số chiếu sáng tự nhiên $e(\%)$ để quy định cường độ ánh sáng lấy vào phòng theo cấp chiếu sáng khác nhau.

Căn cứ vào yêu cầu thị lực khác nhau đối với từng loại công việc trong nhà ở và nhà công cộng, tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên hiện hành của nước ta phân làm 4 cấp chiếu sáng : Cấp I, II, III, IV. Từ cấp I đến cấp III, mỗi cấp còn phân làm 3 cấp nhỏ a, b, c. Cấp IV là cấp chiếu sáng cho các gian phụ trợ (Xem TCXD 29 : 1991).

b) Về chất lượng ánh sáng lấy vào phòng

Nội dung này quan hệ mật thiết với những định luật về độ nhìn đối với vật quan sát.

Chúng ta đều biết, độ nhìn không những phụ thuộc vào độ rọi trên bề mặt vật quan sát mà còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nữa, như phương của ánh sáng tới, tỉ lệ giữa ánh sáng và bóng tối trên vật quan sát, tỉ lệ giữa độ chói của vật nhìn với bối cảnh trong tầm nhìn.

Môi trường ánh sáng quen thuộc của con người là môi trường ánh sáng tự nhiên với các tỉ lệ quen thuộc trong cảnh quan chung giữa độ chói của bầu trời, của mặt đất, của cây cỏ, của mặt nước, của các bề mặt chung quanh.

Nước ta nắng nhiều, mưa ẩm nhiều, cây cỏ xanh tươi, cho nên tỉ lệ độ chói tự nhiên tiện nghi giữa bầu trời với cảnh quan trong tầm nhìn và mặt đất là 10 : 7 : 3.

Ở xứ lạnh, tỉ lệ này là 5 : 3 : 1

Vùng khí hậu nóng khô là 10 : 3 : 1

Cho nên kiến trúc của các miền lãnh thổ nước ta, trong các phòng thường thấy tỉ lệ độ chói giữa trần : tường : nền nhà cũng là 10 : 7 : 3. Cảnh quan ngoại thất cũng thường theo tỉ lệ đó.

Theo tiêu chuẩn của Mĩ, tỉ lệ độ chói giữa các bề mặt trong phòng như sau :

Tỉ lệ độ chói B	B_0/B_{lv}	B_S/B_{lv}	$B_{tường}/B_{lv}$	$B_{trần}/B_{lv}$	$B_{th.bị}/B_{lv}$
Giá trị	≤ 40	$\geq 1/5$	$\geq 1/5$	$\geq 1/20$	$\geq 1/20$

Trong đó :

B_0 , B_S , $B_{tường}$, $B_{trần}$, $B_{th.bị}$, B_{lv} là độ chói của mặt cửa, của sàn, của tường, của trần, của thiết bị và của mặt làm việc trong phòng, và xác định bằng công thức :

$$B = \frac{\rho E}{\pi} \text{ nít}$$

Khi chọn phương án chiếu sáng tự nhiên thường căn cứ vào độ chói của bầu trời nhìn thấy qua cửa lấy ánh sáng. Độ chói này trong ngày có mây dao động trong khoảng từ 1000 đến 1500 nít. Những ngày trời trong, tác dụng tăng cường của ánh sáng trực tiếp rất lớn, tới 8, 9 lần ngày đầy mây :

- Bầu trời xanh thẫm : $B = 1500 \text{ cd/m}^2$ (nít)
- Bầu trời xanh mờ : $B = 6200 \text{ cd/m}^2$ (nít)
- Bầu trời mây trắng chói chang : $B = 30.000$ (nít)
- Mặt trời ở đỉnh đầu : $B = 165.10^7$ nít
- Mặt trời mới mọc : $B = 5.10^6$ nít

2. Hai phương pháp cơ bản để thành lập tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên

- Phương pháp gián tiếp (phương pháp hình học)
- Phương pháp trực tiếp (phương pháp kỹ thuật chiếu sáng)

a) Phương pháp gián tiếp

Căn cứ vào kinh nghiệm qua tổng kết những công trình đang sử dụng, quy định hệ số diện tích cửa $m = S_0/S_s$ cho những phòng mục đích sử dụng khác nhau. Phương pháp này đơn giản, trước nay vẫn được áp dụng khá phổ biến.

Vì rằng, tiêu chuẩn $m = S_0/S_s$ quy định căn cứ vào số liệu tổng kết nhiều công trình qua nhiều năm sử dụng, cho nên chỉ đáng tin cậy khi sử dụng phương án kiến trúc và kết cấu truyền thống. Đây cũng là khuyết điểm của phương pháp này.

Phương pháp gián tiếp chưa xét tới quy luật phân bố cũng như cường độ ánh sáng lấy vào phòng, là những nhân tố cơ bản về số lượng và chất lượng ánh sáng, cũng chưa xét tới sự tổn thất quang thông khi ánh sáng xuyên qua cửa, tác dụng tăng thêm của ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng, của mặt đất, của công trình đối diện phản chiếu ánh sáng vào phòng gây ra.

Vì những lẽ đó, tiêu chuẩn thành lập theo phương pháp này chỉ cho phép áp dụng trong những trường hợp đặc biệt, khi không có những yêu cầu về sự phân bố ánh sáng trên mặt làm việc hoặc trên những vùng nào đó trong phòng, khi không có hạn chế nào về độ nhìn tốt hay xấu đối với vật quan sát.

b) Phương pháp trực tiếp

Phương pháp trực tiếp là phương pháp hiện hành.

Phương pháp này quy định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên $e\%$ trong phòng tương ứng với hệ thống chiếu sáng được chọn.

Hệ số e quy định căn cứ theo độ rọi yêu cầu trên mặt làm việc.

Ưu điểm của phương pháp trực tiếp là không yêu cầu cứng nhắc đối với việc lựa chọn hệ thống cửa, phương pháp bố trí, giải pháp kết cấu và cấu tạo cửa lấy ánh sáng, mà chỉ yêu cầu đảm bảo đủ điều kiện độ rọi phù hợp với mục đích sử dụng của phòng. Phương pháp trực tiếp mở rộng các điều kiện lựa chọn hệ thống chiếu sáng tự nhiên, một yếu tố cấu thành chủ yếu trên mặt đứng kiến trúc.

Ưu điểm nữa của phương pháp trực tiếp là có thể so sánh giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên e tính toán với giá trị e đo đạc thực tế.

Việc lựa chọn hệ số chiếu sáng tự nhiên, trước tiên căn cứ vào đặc điểm của quá trình công nghệ và mục đích sử dụng của phòng, căn cứ này là điều kiện tiên quyết để xác định giá trị và sự phân bố độ rọi, phương của quang thông tới trên mặt làm việc.

Những phòng, trong đó quá trình công nghệ liên tục, tính chất công việc yêu cầu đảm bảo đủ độ rọi và phân bố đều trên toàn bộ mặt làm việc có ích.

Những phòng, tính chất công việc vừa yêu cầu đảm bảo đủ độ rọi chung vừa yêu cầu đảm bảo đủ độ rọi cao cho một số vị trí cục bộ nào đó, như viện bảo tàng, phòng trưng bày, yêu cầu độ rọi vùng trưng bày cao hơn vùng đứng quan sát, hoặc trong cung thể dục thể thao, độ rọi vùng đua đấu cao hơn vùng khán giả.

Có những loại phòng, phương của quang thông tới có ý nghĩa rất quan trọng như xưởng sản xuất tinh vi : mài kính quang học, xưởng lắp ráp đồng hồ, phòng học, phòng vẽ, xưởng thiết kế...

Có những loại phòng, cho phép phân bố độ rọi không đồng đều, chỉ yêu cầu đảm bảo đủ độ rọi tối thiểu ở vị trí cách cửa lấy ánh sáng xa nhất, như kiến trúc nhà ở, nhà hành chính, những công trình sinh hoạt văn hóa...

II. TIÊU CHUẨN CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

1. Các loại hệ thống lấy ánh sáng tự nhiên

Có 3 loại hệ thống cửa lấy ánh sáng tự nhiên :

- Hệ thống cửa bên, đặt trên tường bao che ngoài
- Hệ thống cửa trên, bao gồm cửa mái, cửa bên cao
- Hệ thống hỗn hợp cửa bên, cửa trên.

Khi thiết kế, việc lựa chọn hệ thống chiếu sáng nào phải căn cứ toàn diện những yêu cầu như chúng ta đã biết, trong đó, mục đích sử dụng, kích thước phòng, yêu cầu chiếu sáng, vị trí phòng trong mặt bằng, mặt cắt kiến trúc là những căn cứ có tính tiên quyết.

2. Những quy định chung trong tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên

Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên hiện hành quy định riêng cho từng loại hệ thống cửa :

- Đối với hệ thống chiếu sáng cửa bên, tiêu chuẩn quy định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên nhỏ nhất tại vị trí cách cửa lấy ánh sáng xa nhất, kí hiệu là $[e_{\min}^{lc}](\%)$.
- Đối với hệ thống chiếu sáng cửa trên, và hệ thống hỗn hợp cửa bên, cửa trên, tiêu chuẩn quy định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên trung bình, kí hiệu là $[e_{tb}^{lc}](\%)$

Những giá trị của $[e_{\min}^{lc}]$ và $[e_{tb}^{lc}]$ quy định trong tiêu chuẩn, thành lập trên cơ sở những điều kiện sau :

- Phòng thải ít bụi khói, mỗi năm lau chùi kính cửa ít nhất 2 lần. Mặt trong kết cấu bao che, 3 năm quét lại màu sáng 1 lần.
- Phòng thải nhiều bụi khói, mỗi năm lau chùi kính cửa ít nhất 4 lần, mặt trong kết cấu bao che, mỗi năm ít nhất quét lại màu sáng 1 lần.
- Khi quyết định cuối cùng kích thước cửa lấy ánh sáng, giá trị của hệ số chiếu sáng tự nhiên c tính toán, cho phép sai số $\pm 10\%$.
- Chiếu sáng tự nhiên cho phòng được đặc trưng bằng những giá trị của c tại một số điểm phân bố đều trên giao tuyến giữa mặt làm việc với mặt cắt qua cửa lấy ánh sáng ở giữa phòng.

- Khoảng cách giữa các điểm tính toán ở giữa cách đều nhau, điểm đầu tiên, cách mặt trong của tường mang cửa khoảng 0,7 mét. Điểm cuối cùng tại biên của mặt làm việc, cách cửa xa nhất, đối diện.

- Số điểm tính toán trên một mặt cắt, không ít hơn 5 điểm. Thường các điểm tính toán ở giữa cách nhau không quá 2m. Quy định này là để đường cong phân bố ánh sáng gần đúng với thực tế.

- Có những giải pháp hữu hiệu khắc phục các hiện tượng gây lóa mắt do ánh sáng trực tiếp (nắng) hoặc do ánh sáng phản xạ có tính định hướng mạnh gây ra trên vùng làm việc, trong tầm quan sát, có thể bằng cách chọn hướng nhà, hướng cửa hợp lý, có thể bằng kết cấu che nắng, bằng tổ chức cây xanh, sân vườn...

Màu sắc trong phòng, kể cả vật dụng và thiết bị nên sử dụng màu sáng, đồng thời có kế hoạch tu chỉnh theo quy định.

Cửa lấy ánh sáng bảm nhiều bụi khói, hệ số xuyên sáng sẽ giảm, màu sắc trong phòng không tu sửa, sẽ giảm yếu ánh sáng phản xạ, kết quả là ánh sáng lấy vào phòng không đủ, lượng điện tiêu hao cho chiếu sáng nhân tạo tăng lên, môi trường sống và làm việc trở nên xấu đi.

Khi thiết kế phải thiết kế đầy đủ các điều kiện để lau chùi kính cửa, để sơn quét lại phòng.

3. Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên cho các loại phòng

Bảng 6-1. Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên TCXD 29 : 1991

Kích thước vật quan sát (mm)	Cấp công việc	Phân cấp	Thời gian quan sát	HSCSTN (e%)	
				Chiếu sáng bằng cửa trên và cửa hỗn hợp (e _{tb})	Chiếu sáng bằng cửa bên (e _{min})
Từ 0,15 đến 0,3	I	a	- Thường xuyên	5	2,5
		b	- Chu kì, từng đợt	4	2,0
		c	- Không lâu	3	1,5
Từ 0,3 đến 0,5	II	a	- Thường xuyên	4	2,0
		b	- Chu kì, từng đợt	3	1,5
		c	- Không lâu	2	1,0
> 0,5	III	a	- Thường xuyên	3,0	1,5
		b	- Chu kì, từng đợt	2,5	1,0
		c	- Không lâu	2,0	0,5

Chú thích :

Được phép nâng lên một cấp khi có yêu cầu đặc biệt theo chuyên ngành hoặc yêu cầu vệ sinh : bếp, gian bán hàng, xưởng trường v.v...

Hệ số dự trữ K : Công trình công cộng và nhà ở, mỗi năm lau chùi 2 lần hệ thống cửa lấy ánh sáng, hệ số dự trữ khi xác định diện tích cửa, $K = 1,2$, tức là diện tích cửa thiết kế $S_c = 1,2S_0$.

Cần nhắc lại, rằng giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên e là số phần trăm của độ rọi trong nhà so với độ rọi ngoài nhà, xác định tại cùng thời điểm, trên 2 mặt phẳng nằm ngang trong và ngoài nhà, mặt phẳng nằm ngang trong nhà là mặt làm việc. Như vậy, giá trị của e trong tiêu chuẩn chỉ là quy định về số lượng ánh sáng lấy vào phòng, bằng bao nhiêu phần trăm ánh sáng ngoài nhà, tại cùng thời điểm. Độ rọi ngoài nhà E_{ng} tăng thì độ rọi trong nhà E_M cũng tăng.

Chất lượng ánh sáng lấy vào phòng, tiêu chuẩn hiện hành quy định độ đồng đều, tương quan độ chói, chỉ số lóa mắt của trường sáng trong phòng đối với hệ thống chiếu sáng của mái và cửa hỗn hợp.

Độ đồng đều của trường ánh sáng trong phòng, biểu thị bằng tỉ số e_{min}/e_{max} là giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên nhỏ nhất và lớn nhất tính được trong giới hạn mặt cắt của phòng.

Khi chiếu sáng bằng cửa bên thì không quy định độ đồng đều. Lấy ánh sáng bằng cửa bên, chiều sâu chiếu sáng càng lớn, độ rọi giảm xuống càng nhanh, độ đồng đều càng kém.

Chiếu sáng bằng cửa trên và cửa hỗn hợp, với cấp chiếu sáng I, II, III, tỉ số $e_{min}/e_{max} \geq 0,3$.

Nếu chọn hình thức cửa mái bất kì, trừ cửa răng cưa, nhà nhiều nhịp, nền nhà màu tối ($\rho < 0,3$) thì hệ số kể đến ảnh hưởng của ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra r_2 , xác định bằng :

$$r_2 = 1,2 \frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$$

Nếu là cửa răng cưa thì do tăng diện tích mặt trường phản xạ ánh sáng, nên giá trị r_2 bằng :

$$r_2 = \frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$$

Nếu nền nhà màu sáng ($\rho \geq 0,3$) :

$$r_2 = 1,5 \frac{1}{1 - \rho_1 \rho_2}$$

Trong đó : ρ_1, ρ_2 - Là hệ số phản xạ của nền và cửa trần.

Khi chiếu sáng tự nhiên đặc biệt, giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên e của cửa trên và cửa bên trong kiến trúc nhiều nhịp, phải xác định riêng cho từng nhịp một.

Kiến trúc công nghiệp 1 tầng, nhiều nhịp, chiếu sáng bằng hệ thống hỗn hợp, nhưng nhịp biên không có cửa trên mà chỉ có cửa bên thì phải xét giá trị $e_{kt.min}$, đồng thời đối chiếu với tiêu chuẩn $[e_{min}^{lc}]$.

Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên quy định giá trị $[e_{min}^{lc}]$ và $[e_{lb}^{lc}]$ không thể đánh giá độ rọi không gian. Trong tương lai sẽ xây dựng tiêu chuẩn đánh giá độ rọi chính xác hơn, trong đó quy định một tiêu chuẩn thống nhất $[e^{lc}]$ cho tất cả các hệ thống chiếu sáng tự nhiên.

Nhiều nước trên thế giới, trong tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên quy định một tiêu chuẩn $[e^{lc}]$ duy nhất, không phụ thuộc loại cửa lấy ánh sáng. Thực hiện được điều này chỉ khi nào 2 tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo hoàn toàn phù hợp với nhau, khi đó, giá trị e trong tiêu chuẩn không những quy định khá cao, mà còn bao hàm cả quy định sáng tối trên vật quan sát và bối cảnh. Phương pháp thành lập tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên như vậy chỉ hợp lý khi mức độ chiếu sáng nhân tạo trong phòng rất cao, đồng thời với chiếu sáng tự nhiên, kết hợp rộng rãi chiếu sáng cục bộ tại chỗ làm việc.

Bảng 6-2 giới thiệu tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên của một số nước.

Bảng 6-2. Giá trị e^{lc} của một số quốc gia

Cấp chiếu sáng	Mĩ	Anh Pháp	Đức	Ý	Nhật
	e^{lc}	e^{lc}	e^{lc}	e^{lc}	e^{lc}
I _a	10	-	10	-	10
I _b	10	20	-	6,6	5
II	5	10	5	3,3	2
III	3	4	2,66	-	1
IV	1	2	1,33	1,6	0,5
V	0,5	1	-	0,8	0,2
E_{gh}	10000	5000			5000

Chương 7

TRÌNH TỰ THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN

Trình tự thiết kế chiếu sáng tự nhiên, trường hợp chung nhất gồm 4 bước :

- Xác định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên tiêu chuẩn
- Chọn hệ thống và hình thức cửa lấy ánh sáng hợp lí
- Sơ bộ xác định diện tích cửa
- Kiểm tra giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên trong phòng.

I. XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ HỆ SỐ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN TIÊU CHUẨN [e⁶]

Căn cứ vào yêu cầu sử dụng của phòng, xác định cấp chiếu sáng, từ đó theo quy phạm nhà nước hiện hành, xác định giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên tiêu chuẩn.

Ánh sáng trong phòng đủ hay thiếu ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu suất công việc, sức khỏe của thị giác nói riêng và của con người nói chung. Do đó thiết kế chiếu sáng phải thỏa mãn những yêu cầu sau đây :

- Theo tính chất làm việc khác nhau, đảm bảo đủ độ rọi trên vùng làm việc.
- Độ rọi phân bố đồng đều phù hợp với điều kiện và yêu cầu quan sát trên mặt làm việc. Tránh tình trạng khi quan sát, mắt nhìn từ chỗ sáng sang tối và ngược lại, làm mỏi mắt.
- Không để ánh nắng rọi vào phòng gây chói mắt và tạo bóng quá đậm trên mặt làm việc.

Khi xác định tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên, ngoài yêu cầu đảm bảo đủ độ rọi phù hợp với tính chất công việc, còn phải xét tới điều kiện khí hậu, kinh tế và kĩ thuật.

Để đảm bảo độ nhìn phải xét tới đặc điểm thích nghi của mắt người trong trường ánh sáng chung và trong phạm vi quan sát. Độ rọi quá lớn cũng không cần thiết và lãng phí, vì tăng độ rọi tức là tăng diện tích cửa, làm tăng giá thành xây dựng, tổn kém trong quản lí sử dụng sau này.

II. CHỌN HỆ THỐNG VÀ HÌNH THỨC CỬA HỢP LÍ

Việc chọn lựa hệ thống chiếu sáng tự nhiên liên quan tới một loạt những yêu cầu, cần xử lí thỏa đáng như chúng ta đã biết, ở đây, chỉ xét tính năng lấy ánh sáng của cửa.

Hai hệ thống cửa lấy ánh sáng đều có những ưu khuyết điểm của nó.

1. Hệ thống chiếu sáng cửa bên

- Giá thành rẻ hơn cửa trên, không hạn chế số tầng nhà.

- Cấu tạo, quản lí, sử dụng đơn giản.
- Ánh sáng lấy vào phòng có tính định hướng mạnh, trong nhiều trường hợp, tính chất này giúp dễ phân biệt rõ hơn chi tiết vật quan sát, có khả năng tạo bóng.
- Ánh sáng phân bố không đều, không thỏa mãn yêu cầu của những quá trình làm việc cần ánh sáng phân bố đều.
- Hạn chế chiều sâu lấy ánh sáng, do đó hạn chế chiều rộng nhà.

a) Về chiều sâu lấy ánh sáng B

Chiều cao cửa phụ thuộc vào chiều cao nhà, do đó chiều sâu lấy ánh sáng tối đa $B_{\max}$ cho phép trong giới hạn :

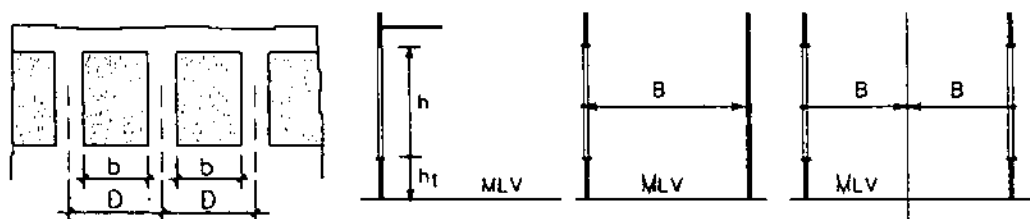
$$B_{\max} = a.h$$

Trong đó :

- a - Hệ số kinh nghiệm, ghi trong bảng 7-1
- h - Chiều cao thông thủy của cửa sổ.

Bảng 7-1 - Giá trị a (Tiêu chuẩn 6 cấp chiếu sáng)

b/Đ h_l/h	Chiếu sáng cấp I				Chiếu sáng cấp II				Chiếu sáng cấp III				Chiếu sáng cấp IV			
	Giá trị a khi b/Đ và h _l /h bằng															
	1	2/3	1/2	1/3	1	2/3	1/2	1/3	1	2/3	1/2	1/3	1	2/3	1/2	1/3
0	2	1,7	1,4	0,8	2,7	2,1	1,9	1,3	3,4	2,7	2,4	2	4,9	4,1	3,3	2,9
0,2	2,4	1,8	1,5	0,9	3,5	2,5	2,1	1,7	4	3,1	2,7	2,2	5,7	4,9	3,6	3,1
0,5	2,8	2	1,6	0,9	3,8	3	2,4	1,8	4,7	3,8	3,1	2,5	6,8	5,5	4,2	3,5
1	3,3	2,3	1,8	1	4,6	3,6	3	2	5,8	4,8	3,8	2,9	8,4	6,8	5,1	4,1
2	3,8	2,2	-	-	5,5	3,9	2,7	-	7,2	5,6	4,2	3	10,7	7,7	6,6	4,8
3	3,5	-	-	-	6,0	4,3	-	-	8	6,1	4,3	-	12	8,5	6,7	5,1
4	-	-	-	-	6,1	-	-	-	8,7	5,9	3	-	13	9	6,9	4,2
5	-	-	-	-	6,0	-	-	-	9,3	5,3	-	-	15	9,1	6	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5	-	-	-	15	9,6	5,8	-



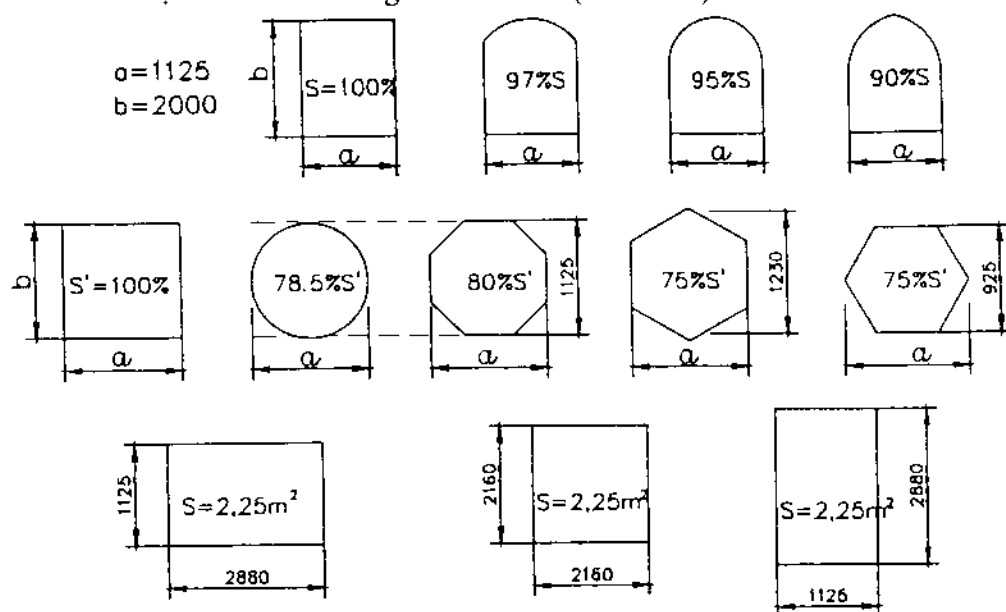
Chiều rộng phòng lớn, chiều sâu lấy ánh sáng sâu, thì hệ thống cửa bên không đủ thỏa mãn yêu cầu.

b) Hình dáng và vị trí cửa

Hệ thống chiếu sáng đã xác định, bước tiếp theo là chọn hình dáng và vị trí cửa.

Trong kiến trúc thường thấy hình thức cửa sau đây :

Cửa chữ nhật, vòng cung, cung tròn, vòm nhọn, bát giác, lục giác v.v... Trong đó, cửa chữ nhật sử dụng phổ biến nhất vì cấu tạo đơn giản, hiệu suất lấy ánh sáng cao so với các loại cửa khác cùng kích thước (hình 7-1).



Hình 7-1

Cửa hình chữ nhật nằm, hình chữ nhật đứng và hình vuông có cùng diện tích nhưng giá trị độ rọi và độ đồng đều của ánh sáng lấy vào phòng không giống nhau.

Nếu lần lượt đặt 3 loại cửa này vào một phòng có chiều sâu lấy ánh sáng $B = 4,5m$, cao $3,2m$, và rộng $3m$, bầu cửa sổ cao trên mặt nền $0,8m$, đặc trưng lấy ánh sáng của 3 loại cửa như sau (hình 7-2). Những trị số ghi trong hình vẽ là hệ số chiếu sáng tự nhiên (chưa xét ảnh hưởng che chắn ánh sáng của cửa).

Từ những số liệu trên hình 7-2, ta có kết quả sau :

Về cường độ ánh sáng lấy vào phòng, biểu thị bằng tổng các giá trị hệ số chiếu sáng e tại các điểm tính toán trên mặt làm việc :

Cửa chữ nhật đứng : $\Sigma_e = 58,6\%$

Cửa vuông : $\Sigma_e = 59\%$

Cửa chữ nhật nằm : $\Sigma_e = 53,5\%$

Như vậy, lượng ánh sáng lấy vào phòng, cửa chữ nhật nằm nhỏ hơn 2 cửa chữ nhật đứng và vuông khoảng 10%.

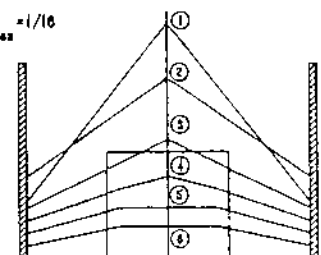
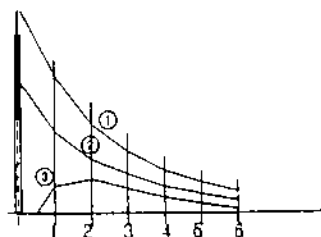
CỬA VUÔNG

NG

	①	②	③	
	0	10,05	24,8	10,05
①	1,4	7,6	10,4	7,6
②	1,6	3,4	4,2	3,4
③	1	1,8	2,1	1,8
④	0,7	0,9	1,1	0,9
⑤	0,4	0,6	0,6	0,6
⑥	0,3	0,4	0,4	0,4
	5,4	14,7	18,8	14,7

$\Sigma = 28,4$
 $= 14,2$
 $= 7,7$
 $= 4,3$
 $= 2,6$
 $= 1,8$
 $\Sigma = 69$

$l_{\min}/l_{\max} = 1/35$



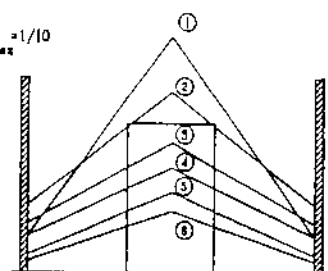
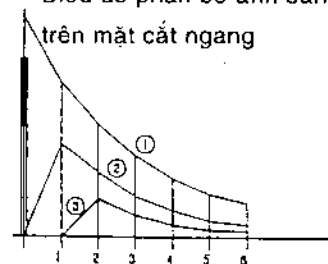
Biểu đồ phân bố ánh sáng trên mặt cắt ngang

CỬA CHỮ NHẬT ĐỨNG

Diagram illustrating the distribution of loads and reactions for a continuous beam structure with 6 spans and 7 supports. The beam is divided into 6 segments labeled 1 to 6. The length of each segment is given in meters (m) below the beam: 5, 13.9, 20.8, 13.9, 5. The total length is 58.6 m. The beam is supported by 7 supports, with the first and last supports being fixed and the intermediate ones being rollers. The beam is divided into 6 segments labeled 1 to 6. The length of each segment is given in meters (m) below the beam: 5, 13.9, 20.8, 13.9, 5. The total length is 58.6 m. The beam is supported by 7 supports, with the first and last supports being fixed and the intermediate ones being rollers.

	①	②	③	④	⑤	⑥	
0	0	29.2	0	0	0	0	
①	0.8	6.1	0.8	6.1	0.8		$\Sigma = 24.6$
②	1.4	3.4	4.8	3.4	1.4		$= 14.4$
③	1.1	2	2.4	2	1.1		$= 8.6$
④	0.8	1.2	1.8	1.2	0.8		$= 5.8$
⑤	0.5	0.7	0.8	0.7	0.5		$= 3.5$
⑥	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4		$= 2.3$
	5	13.9	20.8	13.9	5		$\Sigma = 58.6$

$l_{\min}/l_{\max} = 1/43$



Biểu đồ phân bố ánh sáng trên mặt cắt dọc song song mặt cửa

CỬA CHỮ NHẬT NẰM

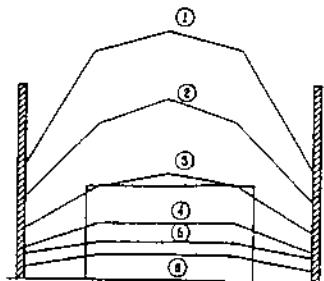
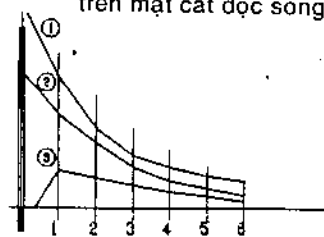
	①	②	③	
	0	21,9	28	21,9
①	2,1	7,2	9,2	7,2
②	1,5	3	3,5	3
③	0,9	1,4	1,6	1,4
④	0,5	0,8	0,8	0,8
⑤	0,4	0,5	0,5	0,5
⑥	0,2	0,3	0,3	0,3
	5,6	13,2	15,9	13,2

$\Sigma = 27,8$
 $= 12,5$
 $= 6,2$
 $= 3,4$
 $= 2,3$
 $= 1,3$

}

$l_{\min}/l_{\max} = 1/21$
 $\Sigma = 53,5$

$l_{\min}/l_{\max} = 1/2,7$



Hình 7-2

- Độ đồng đều, biểu thị bằng tỉ số $e_{\min}/e_{\max}$ trên cùng hướng, tổng hợp trong bảng sau :

Hình thức cửa	Hướng chiều sâu lấy ánh sáng	Hướng dọc theo mặt cửa
Cửa chữ nhật đứng	1/10	1/4,3
Cửa vuông	1/16	1/3,5
Cửa chữ nhật nằm	1/21	1/2,7

Như vậy, số lượng và độ đồng đều của ánh sáng trên 2 hướng ngang và dọc của phòng phụ thuộc vào tỉ lệ cao rộng, hình dáng cửa, đồng thời phụ thuộc vào độ cao đặt cửa trên tường (hình 7-3).

Tăng độ cao đặt cửa, độ rọi gần cửa giảm, nhưng những vị trí xa cửa, độ rọi tăng lên.

Cho nên, với cùng một tiêu chuẩn $e_{\min}^{lc}$, độ cao đặt cửa càng cao thì diện tích cửa cần thiết càng nhỏ.

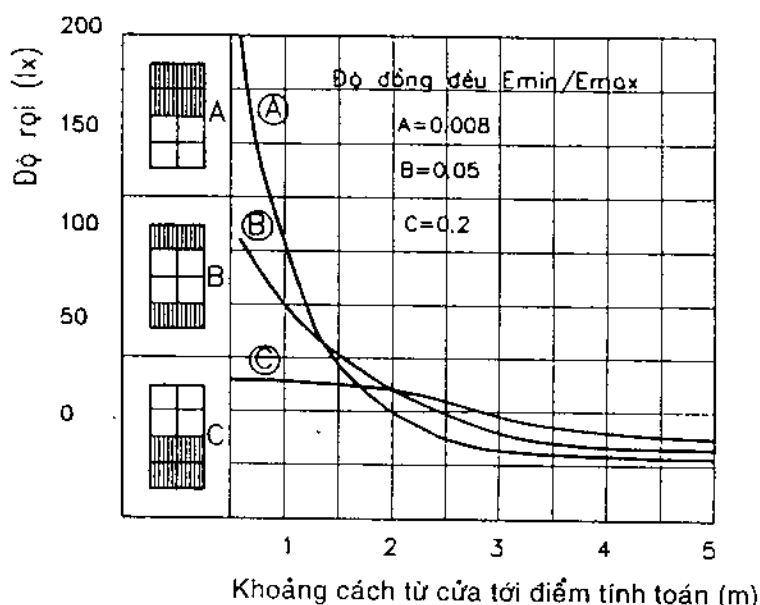
Nhưng không phải tuyệt đối, vì còn phụ thuộc vào chiều sâu lấy ánh sáng của phòng. Theo kinh nghiệm, khi chiều cao từ mặt làm việc đến mép trên cửa bằng chiều sâu lấy ánh sáng của phòng, thì với cùng một tiêu chuẩn độ rọi, diện tích cửa yêu cầu nhỏ nhất (hình 7-4).

Khi thiết kế cửa lấy ánh sáng, không phải chỉ đơn thuần căn cứ vào yêu cầu về số lượng ánh sáng lấy vào phòng, mà còn phải xem xét những yêu cầu về mặt tâm lí của con người, cửa lấy ánh sáng là cầu nối giữa trong nhà và ngoài nhà.

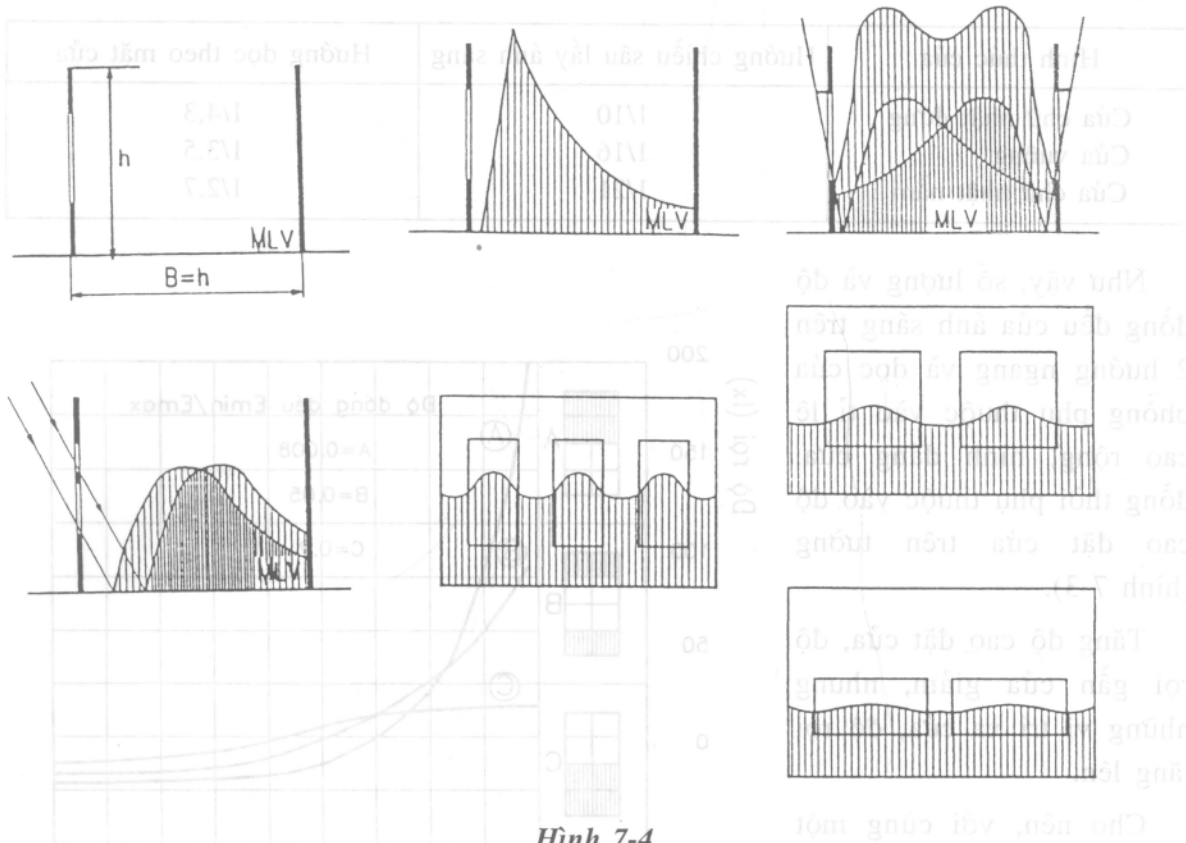
- Cửa chữ nhật đứng, ánh sáng đều hơn theo chiều sâu lấy ánh sáng, nhưng kém đều trên hướng dọc theo mặt cửa lấy ánh sáng, vì vậy thường áp dụng cho những phòng có chiều sâu lấy ánh sáng lớn (hình 7-4).

- Cửa chữ nhật nằm, ánh sáng đều hơn trên hướng dọc theo mặt cửa lấy ánh sáng, kém đều hơn trên hướng chiều sâu lấy ánh sáng.

- Cửa chữ nhật vuông, trên hai hướng của phòng ánh sáng phân bố tương đối đều.



Hình 7-3

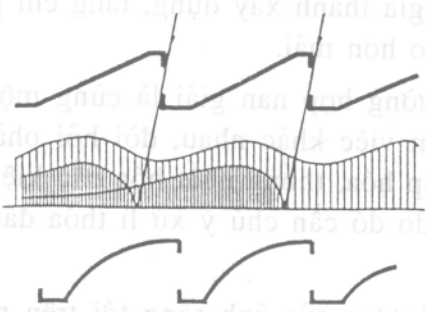
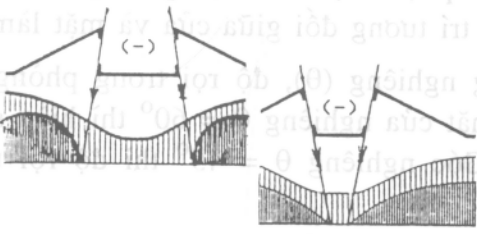
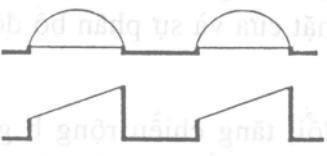
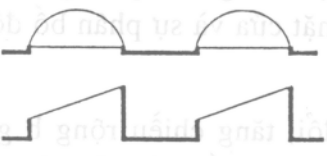


Hình 7-4

2. Hệ thống chiếu sáng cửa trên

Thường gặp những hình thức cửa sau đây :

Tên cửa	Hình dáng	Đặc trưng chiếu sáng
Cửa chữ nhật 2 phía (1)		- Có thể đạt $e^{tb} \approx 5\% \cdot e_{min}/e_{max} = 0,7 \div 0,8$ - Ít nắng vào, ít đóng bụi, dễ làm vệ sinh. Cùng 1 giá trị e^{tb}, diện tích kính nhiều hơn cửa nghiêng 60%. Cửa hướng bắc, ánh sáng ổn định.
Cửa hình thang (2)		- Có thể đạt $e^{tb} \approx 10\% \cdot e_{min}/e_{max} = 0,4 \div 0,6$ - Nắng vào nhiều, dễ đóng bụi hơn cửa (1) 15 ÷ 20% - Cùng 1 giá trị e^{tb}, kính ít hơn 60%

Cửa răng cửa đứng (3)		- Có thể đạt $e^{tb} \approx 7\% \cdot e_{min}/e_{max} = 0,65 \div 0,75$ - Năng ít vào, ánh sáng ổn định nếu cửa hướng Bắc - Ít đóng bụi bẩn - Cùng một e^{tb}, diện tích kính ít hơn cửa chữ nhật (15 ÷ 20)% vì ánh sáng phản xạ nhiều
Cửa răng cửa ngiêng (4)		- Có thể đạt $e^{tb} \approx 10\% \cdot e_{min}/e_{max} = 0,6 \div 0,7$ - Diện tích kính ít hơn cửa hình thang 15% khi cùng yêu cầu một giá trị e^{tb}
Cửa treo (5)	 	- Hình thức cửa này thường dùng cho các phòng trưng bày, triển lãm. e^{tb} có thể đạt 6 ÷ 7% - Kết hợp chiếu sáng và thông gió tốt, luôn luôn có vùng áp suất âm giữa 2 cửa. Ánh sáng lấy vào phòng khá ổn định
		- Có thể đạt $e^{tb} \approx 15\% \cdot e_{min}/e_{max} = 0,3 \div 0,4$ - Khó giải quyết thông gió - Cùng 1 giá trị e^{tb}, diện tích kính nhỏ hơn cửa (1) 50%
		- Có thể đạt $e^{tb} \approx 15\% \cdot e_{min}/e_{max} = 0,4 \div 0,5$ - Có thể dùng thủy tinh chất dẻo hoặc cốt kẽm chống nắng vào phòng.

Nhiệm vụ cơ bản của công tác thiết kế chiếu sáng là lựa chọn hình dáng, kích thước và vị trí cửa.

Bằng hệ thống chiếu sáng, bảo đảm cường độ, chất lượng, phương tới của ánh sáng lấy vào phòng, phù hợp với đặc điểm thao tác tại mọi vị trí trên mặt làm việc.

Trong các phòng sản xuất, ánh sáng khuếch tán quá mạnh, phân bố đồng đều sẽ làm nhòa cảm giác không gian khi quan sát vật thể không gian, khó phân biệt chi tiết trên vật quan sát. Trong trường hợp ánh sáng như vậy, thị giác làm việc căng thẳng, thời gian quan sát lâu hơn.

Diện tích cửa trên quá lớn, làm tăng giá thành xây dựng, tăng chi phí bảo quản sau này. Giá thành cửa mái luôn luôn cao hơn mái.

Trong thực tế thiết kế thường gặp trường hợp nan giải là cùng một nhà xưởng, một phòng làm việc nhưng tính chất làm việc khác nhau, đòi hỏi phải chiếu sáng khác nhau, nhưng do yêu cầu công nghiệp hóa, thống nhất hóa cấu kiện, yêu cầu tổ chức thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc v.v... do đó cần chú ý xử lý thỏa đáng trên cơ sở đủ ánh sáng trong phòng.

Khi xác định vị trí cửa, cần lưu ý phương hướng của ánh sáng tới trên mặt làm việc, thiết bị, vật phẩm và bản thân công nhân thao tác thường che chắn ánh sáng lẫn nhau.

3. Những nhân tố ảnh hưởng chất lượng lấy ánh sáng của cửa trên

a) Độ nghiêng của mặt cửa

Hiệu suất lấy ánh sáng của cửa mái phụ thuộc vào độ nghiêng của mặt cửa, vào hệ số diện tích cửa $m = S_0/S_s$, vào vị trí tương đối giữa cửa và mặt làm việc.

Cùng một diện tích, mặt cửa càng nghiêng (θ), độ rọi trong phòng càng tăng, nhưng độ đồng đều càng giảm. Khi mặt cửa nghiêng $\theta = 60^\circ$ thì hiệu suất lấy ánh sáng lớn hơn cửa thẳng đứng đúng 60%. Góc nghiêng $\theta = 45^\circ$ thì độ rọi trong phòng lớn nhất.

Do đó, mặt cửa nghiêng, diện tích cửa cần thiết càng giảm so với mặt cửa thẳng đứng, nhưng càng nghiêng càng dễ đóng bụi, nắng vào phòng càng nhiều, dễ thấm nước, (hình 7-5a) mô tả góc nghiêng θ của mặt cửa và sự phân bố độ rọi trong phòng.

b) Chiều rộng b của cửa mái

Khi chiều cao và chiều dài cửa không đổi, tăng chiều rộng b giữa 2 bên cửa thì giá trị e_{tb} tăng (hình 5-7b), độ đồng đều giảm. Đối với cửa hình thang, giá trị e_{tb} tăng lên rất nhiều, độ đồng đều thay đổi không đáng kể.

Nhà nhiều nhịp, nếu chiều cao và chiều rộng nhịp nhà nhỏ, tăng chiều rộng b thì độ rọi ở giữa nhà sẽ giảm. Tăng b quá nhiều thì các cửa che khuất lẫn nhau. Thông thường $b/L = (0,4 \sim 0,6)$. Cửa chữ nhật đứng, $h/b \leq 0,3$, không vượt quá 0,45.

c) Chiều cao đặt cửa h_1

- Nhà 1 hoặc 2 nhịp, chiều cao đặt cửa h_1 (hình 7-5c) càng cao thì giá trị e_{tb} càng nhỏ nhưng độ đồng đều càng tăng.

- Nhà 3 nhịp trở lên, chiều cao đặt cửa h_1 , không ảnh hưởng nhiều đối với giá trị e_{tb} trong phòng, vì khi chiều cao đặt cửa tăng lên, lượng ánh sáng trong nhịp đó giảm nhưng cửa của các nhịp khác bổ sung tới, do đó, đối với nhà nhiều nhịp không cần xét tới chiều cao đặt cửa h_1 đối với độ rọi trong phòng.

- Nếu nhà nhiều nhịp, chiều cao các nhịp khác nhau, trong đó có nhịp đặc biệt cao, hoặc đặc biệt thấp, cửa của các nhịp không thể bổ sung ánh sáng lẫn cho nhau, khi đó phải xét kỹ chiều cao đặt cửa h_1 (hình 7-6a)

d) Khoảng cách B giữa các cửa mái (hình 7-6b)

Khoảng cách B ảnh hưởng độ đồng đều của ánh sáng lấy vào phòng.

Để đảm bảo độ đồng đều của ánh sáng lấy vào phòng, giá trị $B_{\max}$ không nên vượt quá trị số cho trong bảng (7-2)

Bảng 7-2 - Giá trị $B_{\max}$ cho phép

Loại cửa	Khoảng cách $B_{\max}$ cho phép
Cửa chữ nhật và chữ M	4h
Cửa răng cưa, hình thang	2h
Cửa tam giác đỉnh nhọn	2,5h

Khoảng cách b' đảm bảo các cửa không che khuất lẫn nhau :

Cửa chữ nhật đứng và cửa hình thức tương tự : $b' \nlessgtr 1,5 (2h)$, (hình 7-6b)

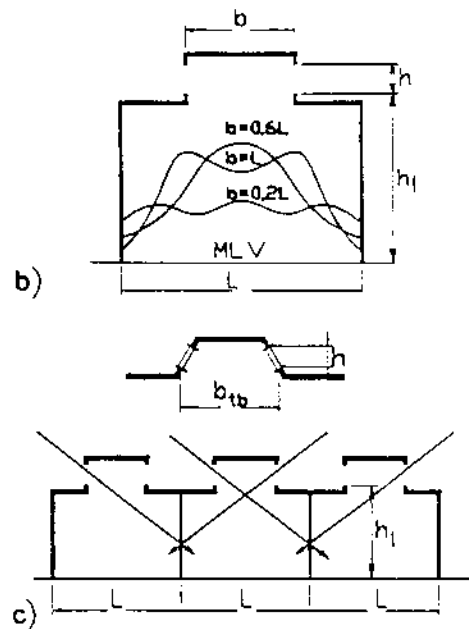
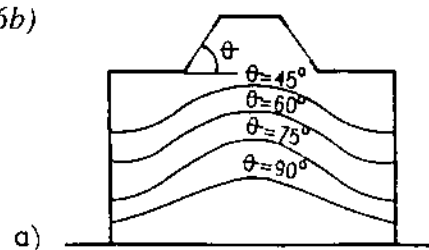
Cửa hình thang và cửa hình thức tương tự : $b' \nlessgtr 2h$

- Nhà 2 nhịp, cửa răng cưa, nếu trần, tường, nền đều là màu sáng hoặc màu nhạt thì không cần xét tới ảnh hưởng của chiều cao đối với độ rọi, vì phòng có nhiều bề mặt phản xạ ánh sáng, làm tăng đáng kể độ rọi trên mặt làm việc trong phòng.

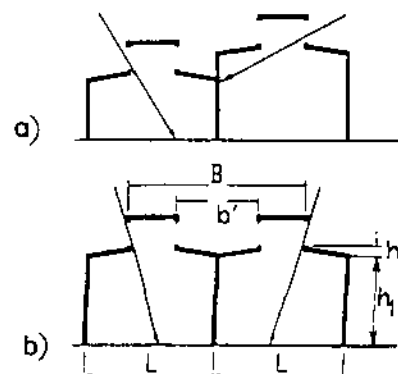
Hiệu suất lấy ánh sáng của các loại cửa khác nhau rất nhiều.

Nếu các loại cửa có cùng diện tích S_0 , chiều rộng $b = (0,4 - 0,6)L$, lấy cửa hình chữ nhật làm chuẩn (100%), ta có số liệu so sánh như sau :

Cửa chữ nhật, chữ M :	100%
Cửa hình thang :	160%
Cửa răng cưa, kính thẳng đứng :	120%
Cửa tam giác đỉnh nhọn :	230%



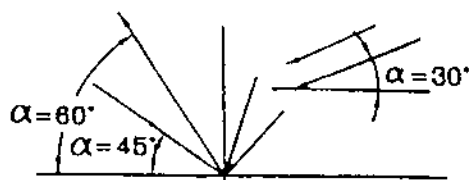
Hình 7-5



Hình 7-6

Khi chọn hệ thống lấy ánh sáng, cần lưu ý những giải pháp xử lý đặc biệt kèm theo, nhất là giải pháp chống chói lóa.

Gây nên hiện tượng chói lóa là do những chùm tia sáng vào phòng quá mạnh, hoặc do ánh sáng phản xạ từ những bề mặt nhẵn bóng rơi vào tầm mắt.



Hình 7-7

Khi chùm sáng tới hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc $\alpha < 30^\circ$, hoặc là ánh sáng phản xạ hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc $\alpha = 45 - 60^\circ$ sẽ gây hiện tượng chói lóa (hình 7-7).

Hiện tượng chói lóa làm nhòa hình thể thực của vật quan sát, do đó trong các phòng sản xuất, hiện tượng chói lóa dễ gây tai nạn lao động, trong các phòng trưng bày, làm cho người xem không nhìn rõ vật quan sát.

Mức độ chói lóa còn phụ thuộc vào sự biến đổi tương quan độ chói trung bình của chung quanh, cho nên tăng độ chói trung bình tương đối của bối cảnh cũng có thể giảm bớt mức độ chói lóa. Trong phòng, các bề mặt chung quanh (bối cảnh) là tường, trần, nền và các bề mặt thiết bị.

Trên mặt làm việc, ánh sáng luôn luôn nhiều hơn chung quanh, vật sáng nhất bao giờ cũng được chú ý nhiều nhất, cho nên chỉ khi nào độ rọi trên mặt làm việc đủ lớn so với chung quanh thì mới tạo được bề mặt làm việc tốt.

Tương quan giữa độ chói trên mặt làm việc với các bề mặt trong phòng phụ thuộc tính chất làm việc trong phòng đó. Theo tài liệu của nhiều nhà nghiên cứu Anh, Mỹ, trong phòng làm việc tinh vi, tỉ lệ độ chói trên mặt làm việc B_{lv} với các bề mặt của phòng B_{bc} như sau :

$$B_{lv}/B_{bc} = 10/1$$

Phòng làm việc tinh vi trung bình :

$$B_{lv}/B_{bc} = 3/1$$

Nếu biết độ chói trung bình B_{tb} của các bề mặt tường, trần, trong phòng thì độ chói cực đại trên mặt làm việc, theo tài liệu của V. V. Meskob :

$$B_{max} = \frac{180}{\sqrt[4]{\omega}} \sqrt[3]{B_{tb}} \quad ; \quad \text{nít}$$

Trong đó :

ω - Góc khối của mặt làm việc phát sáng (hình 7-8)

B_{tb} - Độ chói trung bình của tường, trần trong phòng

B_{max} - Độ chói lớn nhất của mặt làm việc

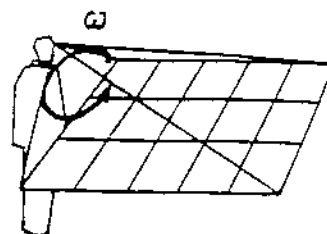
Trong các phòng sản xuất, giá trị tuyệt đối của độ chói B kiến nghị như sau :

Mặt cửa mái, phòng cao > 6m: 200 nít

Mặt cửa mái, phòng cao < 6m: 100 nít

Mặt cửa trên tầm nhìn của công nhân: 50 nít

Mặt cửa trong tầm nhìn của công nhân: 25 nít



Hình 7-8

III. SƠ BỘ XÁC ĐỊNH DIỆN TÍCH CỬA

1. Phương pháp biểu đồ Đanhiluk

Khi thiết kế, tư liệu thiết kế cho biết những dữ kiện sau đây :

Kích thước phòng : cao $\times$ rộng $\times$ dài = H $\times$ B $\times$ L. Phương vị nhà

Tính chất và đặc điểm làm việc trong phòng, từ đó xác định được tiêu chuẩn chiếu sáng [e_{min}^{tc}] hoặc [e_{tb}^{tc}]

Mạng lưới chịu lực : bước cột, khẩu độ, khe lún, khe nhiệt độ. .. vật liệu xây dựng, cấu tạo.

Một loạt những giải pháp : thông gió, che nắng, che mưa, ý đồ tổ chức thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc...

Những dữ kiện này cho phép xác định được một trong hai kích thước cửa lấy ánh sáng (hoặc là chiều cao cửa, hoặc là chiều rộng cửa), tương ứng với chiều cao đặt cửa cần thiết. Kích thước thứ hai của cửa xác định bằng biểu đồ Đanhiluk :

a) Hệ thống cửa bên

Ta có : $e_b = e_{k1} + e_0 + e_d + e_p$

Để đơn giản tính toán, bỏ qua e_d và e_p , tức là $e_d = e_p = 0$, đồng thời bỏ qua tác dụng che khuất của công trình đối diện, tức là $K = 1$.

Thay $e_b = [e_{min}^{tc}]$; e_{k1} xác định tại vị trí xa nhất trên mặt cắt ngang của phòng :

$$e_{min}^{tc} = \left[\frac{e_1 \cdot e_2}{100} \tau_0 \cdot q \cdot r_l \right]_{min}$$

Nếu chiều cao cửa đã xác định, tức là biết được giá trị của e_1 ; như vậy giá trị của e_2 bằng :

$$e_2 = \frac{100 e_{min}^{tc}}{e_1 \tau_0 \cdot q \cdot r_l}$$

Giá trị của e_1 , xác định bằng biểu đồ Đanhiluk I tại điểm tính toán xa nhất trên mặt cắt ngang của phòng.

Nếu có nhiều cửa thì thay e_2 bằng Σe_2 .

Nếu chiều rộng cửa đã xác định, từ biểu đồ Đanhiluk II, với khoảng cách $\overline{OC}$ giả định, ta có giá trị của e_2 hoặc Σe_2 . Khi đó giá trị e_1 bằng :

$$e_1 = \frac{e_{tb}^{tc} \cdot 100}{\Sigma e_2 \tau_0 \cdot q \cdot r_1}$$

b) Hệ thống cửa trên

Thông thường, căn cứ bước cột đã chọn, xác định chiều rộng cửa mái. Chọn điểm tính toán tùy ý (chú ý không nên chọn điểm tính toán mà tại đó có thể có giá trị e_{min} hoặc e_{max}). Dùng biểu đồ Đanhiluk II, xác định giá trị Σe_2 , sau đó dùng biểu đồ Đanhiluk I xác định giá trị e_1 , sao cho :

$$e_1 = \frac{100 e_{min}^{tc}}{\Sigma e_2 \tau_0 \cdot q \cdot r_2}$$

Chiều cao chứa các tia của e_1 chính là chiều cao cửa cần tìm.

c) Hệ thống cửa hỗn hợp

Căn cứ tình hình cụ thể, hoặc chọn phương án chiếu sáng cửa bên là chính, còn cửa mái chỉ để chiếu sáng bổ sung, hoặc là chiếu sáng bằng hệ thống cửa trên là chủ yếu, còn cửa bên chỉ có tác dụng chiếu sáng bổ sung.

Thông thường, khi khẩu độ nhà $> 9m$, số khẩu độ ≥ 3 , thì chiếu sáng bằng cửa mái là chủ yếu, vì trường hợp này chiều sâu lấy ánh sáng khá sâu so với chiều cao có thể đặt cửa bên, cho nên cửa bên chỉ chiếu sáng bổ sung.

Nói chung, khi thiết kế thực tế, căn cứ vào kiến trúc, mở cửa bên tối đa, từ đó tính giá trị e_{min} theo diện tích cửa bên đã xác định. Nếu giá trị e_{min} này chưa đủ tiêu chuẩn $[e_{min}^{tc}]$ thì dùng cửa mái chiếu sáng bổ sung.

- Cách xử lý tốt nhất là chỉ dùng cửa bên bổ sung ánh sáng cho một hoặc hai nhịp biên, chiếu sáng bằng cửa mái là chủ yếu. Đối với những nhịp ở xa, lấy ánh sáng bằng cửa mái. Khi chiều sâu lấy ánh sáng quá lớn, càng tăng chiều cao của cửa bên, độ đồng đều càng kém, phải tăng cửa mái, nâng giá trị e_{tb} lên rất cao so với tiêu chuẩn, nhiều khi vẫn không đạt được độ đồng đều yêu cầu.

- Tính toán xác định diện tích cửa lấy ánh sáng không phải là một bước tất yếu trong thiết kế, hoàn toàn có thể căn cứ vào những yêu cầu toàn diện của kiến trúc, xác định sơ bộ hình dáng và kích thước cửa cần thiết, sau đó tính toán kiểm tra trong giai đoạn thiết kế kỹ thuật.

2. Phương pháp hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng (m)

Theo trên đây ta có :

- Đối với cửa bên :

$$m = \frac{S_o}{S_p} 100 = \frac{e_{min}^{tc} \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} K (\%)$$

- Đối với cửa trên :

$$m = \frac{S_0}{S_p} 100 = \frac{e_{tb}^b \cdot \eta_{cm}}{\tau_0 \cdot r_2} (\%)$$

Từ đó có thể xác định giá trị S_0 cần thiết của cửa lấy ánh sáng.

IV. KIỂM TRA HỆ SỐ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN TRONG PHÒNG (GIAI ĐOẠN THIẾT KẾ KỸ THUẬT)

1. Nội dung công tác kiểm tra

- Kiểm nghiệm giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên so với tiêu chuẩn quy định.
- Kiểm nghiệm độ đồng đều của ánh sáng lấy vào phòng, tương quan độ chói trong trường sáng.

2. Các bước tính kiểm tra

- Căn cứ tính chất công việc trong phòng, chọn mặt cắt ngang điển hình qua cửa lấy ánh sáng. Trên giao tuyến giữa mặt cắt với mặt làm việc, chọn một số điểm tính toán giá trị e , (hình 7-9).

- Số điểm tính toán 5 điểm, để đường cong phân bố ánh sáng sát với thực tế. Điểm đầu tiên cách mặt trong của tường mang cửa 0,7m, điểm cuối cùng, trên mép cuối của mặt làm việc, các điểm giữa cách đều nhau và không lớn hơn 2 mét.

- Sử dụng biểu đồ Đanhiluk I và II xác định giá trị e_1 và e_2 tại các điểm tính toán đã chọn (1, 2, ..., 6).

- Tính giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên e tại các điểm 1, 2, ..., 6 có kể tới các yếu tố ảnh hưởng.

- Vẽ đường cong phân bố ánh sáng trên mặt cắt ngang I-I của phòng (hình 7-9).

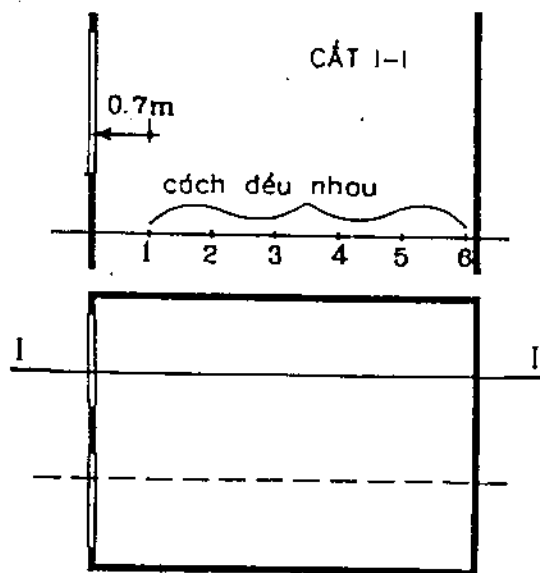
- Đối chiếu với tiêu chuẩn :

+ Hệ thống cửa bên : giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên tính toán e_{min}^t cho phép sai số với tiêu chuẩn $[e_{min}^{tc}] \pm 10\%$, tức là :

$$[e_{min}^{tc}] = e_{min}^t \pm 10\%$$

+ Hệ thống cửa trên, cửa hỗn hợp :

$$[e_{tb}^{tc}] = e_{tb}^t \pm 10\%.$$



Hình 7-9

Nếu chỉ có cửa mái, e_{tb}^l bằng (theo Cimson)

$$e_{tb}^l = \frac{\frac{e_1}{2} + e_2 + \dots + e_{n-1} + \frac{e_n}{2}}{n-1}$$

Nếu cửa mái và cửa bên, thì giá trị tính toán e_{tb}^l bằng :

$$e_{tb}^l = e_{tb}^m + e_{tb}^b$$

Giá trị e_{tb} có thể xác định bằng phương pháp P. I. Khôrôsilob.

Kiểm tra độ đồng đều của ánh sáng lấy vào phòng, chỉ áp dụng khi chiếu sáng bằng cửa trên và cửa hỗn hợp :

Cấp chiếu sáng I, II, III :

$$e_{\min}^l / e_{\max}^l \geq 0,3$$

Chọn màu sắc cho các bề mặt giới hạn của phòng. Kiểm tra tương quan độ chói giữa mặt cửa, các bề mặt của phòng.

Thí dụ :

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho xưởng cơ khí gồm 5 nhịp $\times$ 12m = 60m, dài 100m. Khung nhà bằng bê tông cốt thép, chiều cao từ mặt làm việc đến bậu cửa mái $h_1 = 8$ m. Hệ số phản xạ trung bình của tường và mặt trong mái $\rho_{tb} = 0,4$. Nhà chiếu sáng cấp III.

Giải :

Tiêu chuẩn chiếu sáng cấp III ; $e_{tb}^{tc} = 3,0\%$

Kết hợp với thông gió tự nhiên, áp dụng cửa mái chữ nhật, chiều rộng 2 lớp cửa bằng 0,5 nhịp : $b = 0,5L$. Cửa kính 1 lớp, khung thép thẳng đứng ; $\tau_0 = 0,5$, hệ số che lấp của khung bê tông cốt thép $C = 0,8$.

a) Sơ bộ xác định diện tích cửa :

Áp dụng công thức hệ số diện tích cửa m :

$$m = \frac{S_0}{S_s} 100 = \frac{e_{tb}^{tc} \cdot \eta_{cm}}{\tau_0 \cdot r_2 \cdot C}$$

Xác định η_{cm} :

- Cửa mái đặt dài suốt chiều dọc nhà : $L_{cm}/h_1 = 100/8 > 3$
- Nhịp nhà $L_0 = 12$ m, $h_1/L_0 = 8/12 \approx 0,7$
- Số nhịp nhà 5

Từ bảng 5-2, ta có $\eta_{cm} = 3,5$

Xác định r_2 :

Hệ số phản xạ trung bình $\rho_{tb} = 0,4$; $h_1/L_0 \approx 0,7$, số nhịp nhà 5

Từ bảng 5-1, cho ta $r_2 = 1,2$

Ta có
$$m = \frac{S_0}{S_s} 100 = \frac{3,0 \cdot 3,5}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2} = 22,0\%$$

Diện tích sàn trong phạm vi 1 nhịp và 1 bước cột 6m, bằng :

$$S_s = 12 \times 6 = 72m^2$$

Do đó :
$$S_0 = \frac{22 \cdot 72}{100} = 16m^2$$

Hai cửa 2 phía, dài suốt bước cột, do đó chiều cao cửa bằng :

$$h = \frac{S_0}{L} = \frac{16}{6 \times 2} = 1,4m$$

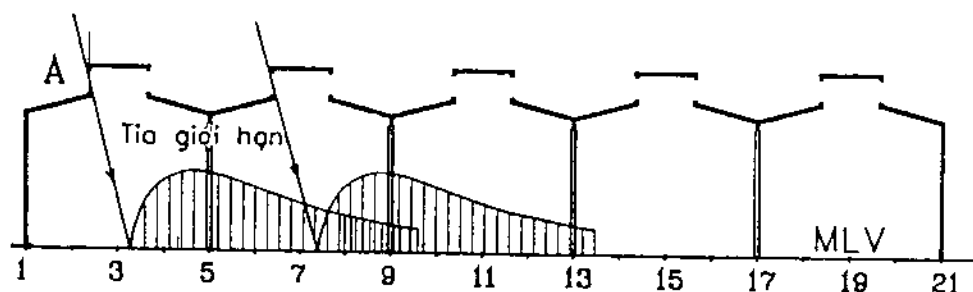
Như vậy, mỗi bước cột, mỗi nhịp có hai cửa mái, mỗi cửa diện tích bằng $6 \times 1,4 = 8,4m^2$

b) *Tính kiểm tra :*

- Vẽ mặt cắt ngang nhà với hệ thống cửa đã chọn, tỉ lệ tùy ý đủ đặt lọt được trong biểu đồ Đanhiluk I.

- Vẽ mặt bằng nhà, chiếu hệ thống cửa mái lên mặt bằng, cùng tỉ lệ với mặt cắt.

- Trên giao tuyến giữa mặt làm việc và mặt cắt ngang phòng, chia đều 21 điểm tính toán (hình 7-10), vẽ tia giới hạn. Mặt làm việc cao 0,8m.



Hình 7-10

- Lần lượt tính giá trị e trên các điểm đã chọn, giả sử điểm 5 do cửa A rơi vào. Dùng biểu đồ Đanhiluk I, điểm O của biểu đồ trùng với điểm 5, trục gốc của biểu đồ trùng với mặt làm việc, đọc được giá trị $e_1 = 2,5$ ô, $\overline{OC} = 55$.

- Dùng biểu đồ Đanhiluk II đặt lên mặt bằng, điểm O của biểu đồ cách tâm cửa một đoạn $\overline{OC} = 55$, trục gốc của biểu đồ song song với trục dọc của cửa, vì nhà lớn, nên mặt cắt vẽ tỉ lệ 1/200, mặt bằng tỉ lệ 1/1000, do đó khoảng cách $\overline{OC}$ đặt trên mặt bằng phải chia 5, tức là $\overline{OC}/5 = 55/5 = 11$ và đọc được $\Sigma e_2 = 90$ ô. Ta có :

$$e_5 = \frac{e_1 \cdot e_2}{100} = \frac{2,5 \cdot 90}{100} = 2,25\%$$

Bằng cách tương tự, tính được e tại 21 điểm ; $e_1, e_2, \dots, e_{21}$.

Giá trị hệ số chiếu sáng tự nhiên do ánh sáng khuếch tán của bầu trời gây nên bằng :

$$e_5^k = e_5 \cdot \tau_0 \cdot q$$

Hệ số chiếu sáng tự nhiên tổng hợp e^m bằng :

$$e_5^m = e_5^k + e_{0,5}$$

Trong đó, ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng e_0 đều bằng nhau tại các điểm tính toán.

Tương tự, ta tính được e^m tại tất cả các điểm : $e_1^m, e_2^m, \dots, e_{21}^m$.

Cuối cùng :

$$e_{tb}^m = \frac{e_1^m/2 + e_2^m + \dots + e_{20}^m + e_{21}^m/2}{21}$$

So sánh giá trị tính toán e_{tb}^m với tiêu chuẩn $[e_{tb}^{tc}]$, cho phép sai số $\pm 10\%$.

Kiểm tra độ đồng đều e_{min}/e_{max} , v.v...

V. ĐẶC ĐIỂM CHIẾU SÁNG CHO MỘT SỐ CÔNG TRÌNH DÂN DỤNG

Khi xét tính chất lấy ánh sáng của cửa trên, chúng ta đã đề cập khá đầy đủ những yêu cầu và điều kiện sử dụng cửa trên, cũng tức là những yêu cầu và điều kiện thiết kế chiếu sáng cho nhà sản xuất.

Sau đây, chúng ta nghiên cứu đặc điểm chiếu sáng cho một số công trình khác.

1. Chiếu sáng cho kiến trúc công cộng

Theo điều kiện sử dụng, có thể phân kiến trúc công cộng làm 2 loại :

- Loại sử dụng thường xuyên, suốt ngày đêm : bệnh viện,
- Loại sử dụng gián đoạn : trường học, viện bảo tàng, nhà trưng bày, các công trình văn hóa v.v...

Những công trình này, sử dụng chiếu sáng nhân tạo có thể tạo được hoàn cảnh ánh sáng đẹp và ổn định, nhưng không thể thiếu nhu cầu chiếu sáng tự nhiên. Ánh sáng tự nhiên có tính năng sinh lý rất cao, quan sát trong trường ánh sáng tự nhiên mới có được những cảm nhận thật về màu sắc của vật quan sát. Chiếu sáng và thông thoáng tự nhiên là hai nhu cầu thường thống nhất với nhau trong giải pháp xử lý kiến trúc, là yếu tố cấu thành cơ bản để tổ chức thẩm mỹ mặt đứng kiến trúc. Hệ thống chiếu sáng tự nhiên là cầu nối quan hệ giữa trong và ngoài nhà.

Chiếu sáng tự nhiên trong kiến trúc công cộng quan hệ mật thiết với xử lý nghệ thuật xử lý kiến trúc nội thất :

- Giáo đường Karnak (Ai Cập), xử lý độ rọi của ánh sáng tự nhiên giữa giáo đường rất cao và giảm nhanh ra chung quanh, ánh sáng ở cửa ra vào rất nhiều và giảm nhanh vào thâm cung, tạo cảm giác mê mông không cùng.

- Giáo đường Parfenon (Hy Lạp), xử lý ánh sáng tự nhiên đồng đều khắp phòng ($e_{tb} = 2\%$) và nhỏ hơn ngoài nhà khá nhiều, làm tăng cảm giác tĩnh mịch, tập trung.

- Ánh sáng tự nhiên trong phòng rất thấp, những điêu khắc, phù điêu không có bóng đổ đậm, tạo cảm giác hùng vĩ, cổ kính.

- Một số lễ đường có tháp tròn cao, bằng giải pháp xử lý chiếu sáng tự nhiên, tạo ở trần và tường có độ chói thấp, gây cảm giác nửa hoàng hôn. Trong bối cảnh đó, tổ chức một số tia sáng xuyên vào tháp từ các cửa ở chân tháp, đồng thời rọi sáng nhẹ lên đỉnh tháp, sẽ gây cảm giác tháp cao vợi vợi.

- Một số giáo đường xây dựng ở nước ta đầu thế kỷ này, thường thấy giải pháp chiếu sáng tự nhiên trong không gian lễ đường theo dạng : ánh sáng ở cửa ra vào khá nhiều, giảm nhanh theo chiều sâu, ánh sáng trong lễ đường phân bố đồng đều, mất khả năng tạo bóng, lượng ánh sáng thấp hơn ngoài nhà khá nhiều, trong trường ánh sáng như vậy, tiếng vang của những lời giảng giáo lý chậm rãi, gây cảm giác thiêng liêng trong không gian mê mông, hùng vĩ và cổ kính.

a) Chiếu sáng cho cung triển lãm, phòng trưng bày

Theo tính chất sử dụng, có thể phân làm mấy loại triển lãm sau đây :

- Nhà triển lãm những kỉ vật công cộng (viện bảo tàng), trong đó trưng bày những kỉ vật lịch sử, cách mạng, kỉ vật những hoạt động xã hội, những danh nhân hoạt động nghệ thuật và khoa học.

- Nhà trưng bày những tác phẩm nghệ thuật : tranh ảnh, nghệ thuật tạo hình, sản phẩm dệt, gia cụ, điêu khắc, v.v...

- Nhà triển lãm lịch sử : lịch sử cách mạng, lịch sử quân sự, v. v...

- Nhà trưng bày máy móc công nông nghiệp v.v...

Mỗi loại triển lãm hoặc trưng bày đều có yêu cầu chiếu sáng riêng, một số phòng chỉ yêu cầu trường ánh sáng khuếch tán thông thường, đủ cường độ và phân bố đều,

cũng có một số phòng, ngoài yêu cầu chiếu sáng chung như trên, còn yêu cầu phương của ánh sáng tới, những đặc tính phân bố ánh sáng trên vùng trưng bày, trên vùng đứng quan sát v.v... rất đặc biệt.

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho nhà triển lãm phải căn cứ những đặc điểm của vật phẩm trưng bày, cách bố trí, kích thước, màu sắc và cách xử lý trên bề mặt của vật phẩm v.v...

Đặc điểm bản thân của vật trưng bày rất nhiều, có thể là những vật phẩm phẳng : tranh ảnh, sản phẩm dệt, có thể là vật phẩm không gian : kiến trúc, mô hình, sa bàn, tác phẩm điêu khắc, có thể là vật phẩm động như : máy móc.

Phòng trưng bày vật phẩm phẳng :

Độ rọi vùng trưng bày lớn hơn độ rọi vùng đứng xem mới đảm bảo nhìn rõ vật quan sát.

- Tỷ số độ rọi trên mặt phẳng trưng bày E_{vf} với độ rọi trên mặt phẳng thẳng đứng qua mắt người quan sát E_{qs} .

$$\frac{E_{vf}}{E_{qs}} \gg 1$$

- Tỷ số độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang cách sàn 1 mét E_s với độ rọi trên mặt phẳng trưng bày :

$$\frac{E_{vf}}{E_{qs}} \ll 1$$

Phòng trưng bày vật phẩm không gian :

Để nhìn rõ vật phẩm không gian phải đảm bảo ánh sáng định hướng tốt. Vì rằng ánh sáng định hướng mới có khả năng làm bộc lộ những chi tiết trên vật quan sát. Ngoài ra, phải chú ý khả năng ít nhất có 3 hướng ánh sáng tự do tiếp xúc với vật phẩm trưng bày, tạo nên ánh sáng và bóng tối, làm nổi chi tiết của vật phẩm không gian.

Chú ý chọn hệ thống chiếu sáng có khả năng tạo ánh sáng định hướng vào phòng, đủ để tăng sức tạo bóng trên vật phẩm không gian.

Phòng trưng bày vật phẩm động :

Ngoài yêu cầu chiếu sáng chung cần đảm bảo độ rọi cao trong vùng trưng bày để thu hút sự chú ý của người xem khi vật phẩm hoạt động, đồng thời cũng để nhìn rõ vật trưng bày. Trong những phòng này không nên dùng ánh nắng trực tiếp.

Trong những phòng trưng bày vật phẩm phẳng thường lấy ánh sáng bằng hệ thống cửa mái và cửa bên cao, cố gắng tạo hoàn cảnh ánh sáng trên vật phẩm trưng bày gần với điều kiện tự nhiên ngoài nhà.

Vị trí cửa lấy ánh sáng và vị trí trưng bày phải đảm bảo góc bảo vệ chống lóa mắt $\alpha \leq 14^\circ$ (hình 7-11).

- Tránh đặt cửa trong tầm quan sát, vì rằng độ chói của mặt cửa thường lớn hơn độ chói của trần, tường và sàn, sẽ tạo nên hiện tượng phản quang gây chói mắt.

- Góc tạo nên giữa mặt tranh với phương trung bình của chùm sáng qua cửa vào phòng không nên vượt quá 40° để nhận ánh sáng phản xạ từ mặt tranh, thấy hình ảo của mặt cửa lấy ánh sáng, gây hiện tượng lóa mắt. Để khắc phục hiện tượng này, có thể đặt tranh nghiêng một góc $5 \div 10^\circ$ (hình 7-11).

- Có thể sử dụng cửa trực tiếp trên mặt mái, khi đó bố trí kết cấu che chắn để chuyển chùm sáng qua mặt cửa nằm ngang thành chùm sáng qua cửa thẳng đứng, rồi thẳng vào mặt phẳng trưng bày.

b) Chiều sáng cho cung thể dục

Thiết kế chiếu sáng cho cung thể dục, không thể dùng tiêu chuẩn hệ số diện tích cửa $m = S_0/S_s$, mà phải nghiên cứu tỉ mỉ số lượng và chất lượng ánh sáng tự nhiên kết hợp chặt chẽ với chiếu sáng nhân tạo.

Chung nhất, cần lưu ý một số yêu cầu sau đây :

- Ánh sáng không nên phân bố đều trên sân đua đấu và vùng khán giả ngồi, độ rọi trên sân đua đấu cao hơn khu vực ngồi xem. Độ đồng đều trên cả 2 khu vực $e_{\min}/e_{\max} > 0,3$.

- Trong toàn bộ thời gian đua đấu, không cảm nhận có sự biến đổi hoàn cảnh và điều kiện ánh sáng.

- Quá trình chuyển từ chiếu sáng tự nhiên sang chiếu sáng nhân tạo đảm bảo liên tục, không cảm nhận có sự chuyển tiếp ánh sáng cũng như đặc điểm ánh sáng. Để thực hiện được yêu cầu này có thể kết hợp giữa chiếu sáng tự nhiên và chiếu sáng nhân tạo, chuyển tiếp 2 loại ánh sáng bằng cách thay thế dần dần, bổ sung từng bước cho tới thay thế hoàn toàn. Thay đổi quá nhanh đặc điểm chiếu sáng làm cho điều kiện vận động trở nên khó khăn, độ nhìn trong trường đấu suy kém.

- Chọn loại đèn có thành phần quang phổ gần giống ánh sáng tự nhiên

- Trong tầm mắt của đấu thủ và người xem không nhìn thấy đèn và mặt cửa lấy ánh sáng.

Vị trí và cấu trúc cửa đảm bảo không để ánh nắng mặt trời lọt vào, nhất là trong thời gian về chiều, khi góc cao mặt trời $h \leq 30^\circ$, gây tình trạng chói mắt người xem và đấu thủ.

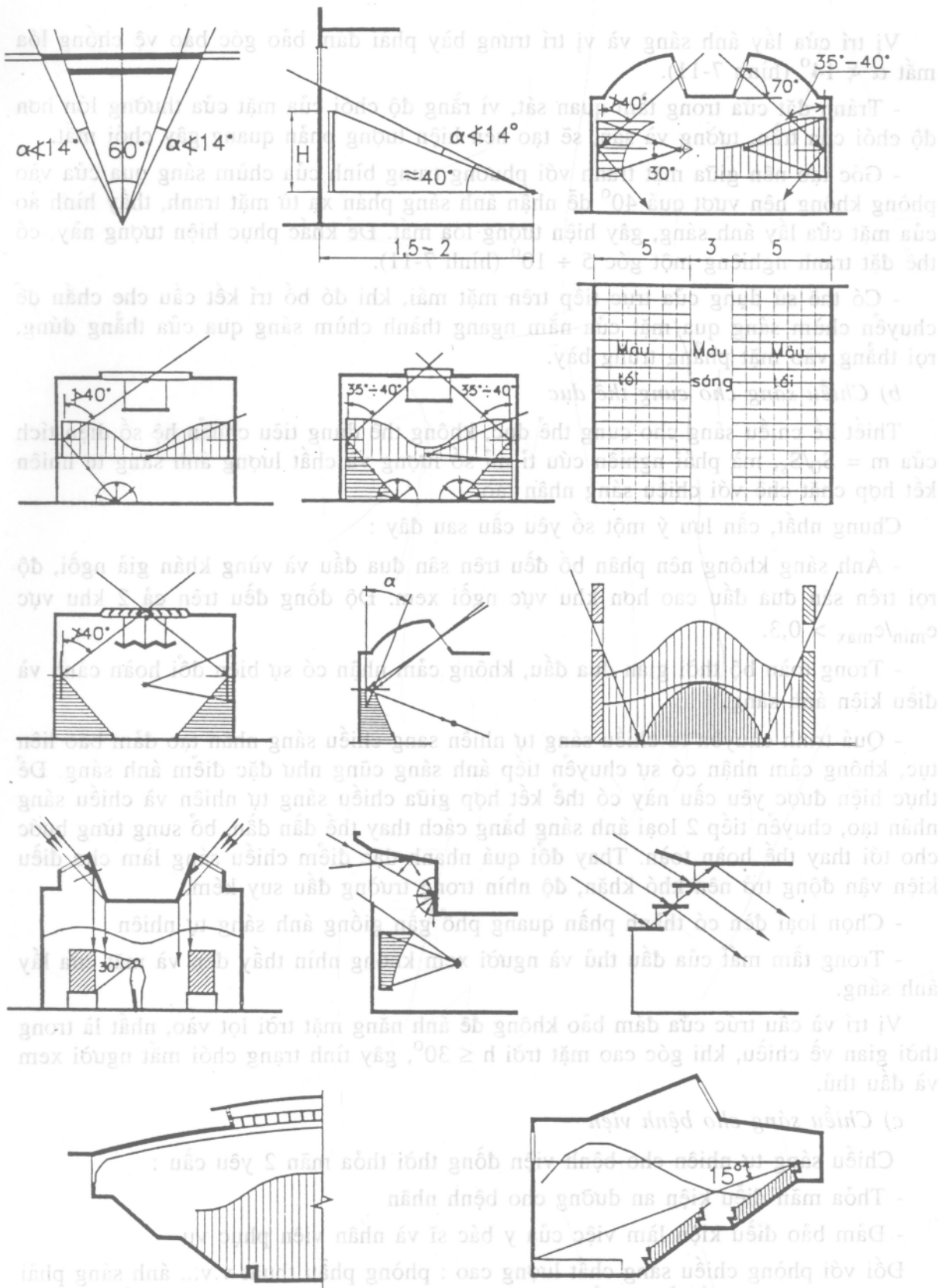
c) Chiều sáng cho bệnh viện

Chiếu sáng tự nhiên cho bệnh viện đồng thời thỏa mãn 2 yêu cầu :

- Thỏa mãn điều kiện an dưỡng cho bệnh nhân

- Đảm bảo điều kiện làm việc của y bác sĩ và nhân viên phục vụ

Đối với phòng chiếu sáng chất lượng cao : phòng phẫu thuật v.v... ánh sáng phải đủ cường độ, phân bố đều và ổn định, không che bóng, không gây lóa mắt. Thường đặt cửa ở hướng Đông-Bắc, Bắc, Tây-Bắc.



Hình 7-11

- Phòng bệnh nhân, yêu cầu ánh sáng dịu, đồng thời đảm bảo số giờ chiếu nắng vào phòng theo yêu cầu vệ sinh như tiêu chuẩn quy định.

Thời gian chiếu nắng phụ thuộc hướng cửa lấy ánh sáng, thường đặt cửa ở hướng Đông - Nam, hoặc hướng Nam.

Ở một số nước Châu Âu, số giờ chiếu nắng cho các phòng bệnh nhân, kiến nghị, mùa hè không ít hơn 8 giờ, mùa xuân, mùa thu không ít hơn 3 giờ.

d) Chiếu sáng cho trường trung tiểu học, nhà trẻ, mẫu giáo

Những loại công trình này, chiếu sáng và chiếu nắng yêu cầu rất cao. Ánh sáng không đủ, gây ra bệnh mắt trầm trọng, chiếu nắng không đủ là nguyên nhân gây ra các bệnh cảm cúm cho học sinh.

Thiết kế chiếu sáng tự nhiên cho các lớp trung tiểu học, trước tiên nên xem xét những giải pháp hình thành hoàn cảnh ánh sáng có đủ điều kiện tạo nên độ nhìn tốt nhất cho học sinh : tập trung, thoải mái, hao phí thị lực ít nhất khi nhìn lên bảng, lên bàn học.

Trong lớp học, chất lượng ánh sáng là chỉ tiêu của hoàn cảnh ánh sáng tốt nhất về phương diện thị lực, trên mức độ rất lớn quyết định bởi giá trị độ rọi trên mặt bảng đen, trên bàn học.

Thông thường, chất lượng chiếu sáng của lớp học đánh giá bằng tỉ số độ chói giữa các bề mặt giới hạn của phòng với độ chói trên mặt bảng đen, trên mặt tập ghi trên bàn học. Vì vậy sơn đen mặt bảng và bàn học là sai lầm.

Những nghiên cứu của các nước Anh, Mỹ đều cho thấy độ chói trên tường, trần, trên bàn học có ảnh hưởng rất lớn đối với chất lượng ánh sáng trong lớp học.

Bằng kết quả thực nghiệm, tỉ lệ độ chói của các bề mặt trong tầm nhìn của học sinh tốt nhất như sau :

- Mục tiêu quan sát với các bề mặt lân cận : 3/1
- Mục tiêu quan sát với mặt tường trước mặt : 1,1/1
- Mục tiêu quan sát với mặt tường 2 bên : 1,4/1

Nếu sử dụng cửa sổ băng dài, tường, trần màu nhạt ($\rho_{tb} \geq 0,7$), mặt cửa bằng kính định hướng ánh sáng, tạo nên trường ánh sáng đồng đều trong phòng, thì có thể đạt được những tỉ lệ độ chói trên đây.

Xét các điều kiện cụ thể về mặt thi công và quản lí sau này, kiến nghị tỉ lệ độ chói giữa các bề mặt trong tầm nhìn của học sinh như sau :

- Giữa mặt giấy của vở học với mặt bàn : 3/1
- Giữa mặt giấy của vở học với mặt tường, trần : 10/1
- Mặt cửa và mặt tường giữa cửa : 20/1

Bàn ghế học màu nhạt có ảnh hưởng rất tốt đối với hoàn cảnh ánh sáng trong phòng, nếu sơn màu xanh lá cây nhạt, có thể giúp cho mắt làm việc yên tĩnh. Độ

chói của mặt bằng đen và những bảng biểu giảng dạy với độ chói của mặt tường có tác dụng rất đặc biệt với độ nhìn, kiến nghị tỉ lệ này là 1/3.

Trong thực tế sử dụng, những ngày có nhiều trực xạ mặt trời, ánh sáng tự nhiên trong phòng tăng lên đáng kể, làm cho lớp học quá sáng, độ chói trên các bề mặt trong tầm nhìn của học sinh tăng lên, làm cho thị lực rất mau mỏi mệt. Vì vậy cần có giải pháp hạn chế khả năng tăng cường ánh sáng lấy vào phòng khi có nhiều trực xạ mặt trời.

Tỉ lệ các kích thước cao $\times$ rộng $\times$ dài ($H \times B \times L$) của lớp học có ảnh hưởng rất lớn đối với ánh sáng lấy vào phòng. Xu hướng hiện nay là cố gắng thu nhỏ mặt bằng tổng thể của trường học, tức là rút ngắn khoảng cách giữa các khối lớp học, đồng thời hạ thấp chiều cao phòng học, nhằm mục đích giảm bớt chi phí xây dựng và bảo trì sau này.

Khảo sát thực tế cho thấy rằng, xu hướng này có thể thực hiện được khi các bề mặt trong phòng đều sử dụng màu sáng, cửa lấy ánh sáng bằng những lá chớp quay màu sáng, vừa chống được trực xạ vừa định hướng tốt ánh sáng lấy vào phòng.

Để tránh hiện tượng phản xạ mặt gương từ mặt cửa và từ các nguồn sáng nhân tạo, nên xử lí nhám các bề mặt tường, trần, tránh những bề mặt láng bóng.

Hướng đặt cửa lấy ánh sáng cho lớp học có tính chất quyết định đối với chất lượng ánh sáng lấy vào phòng cũng như yêu cầu vệ sinh. Do đó nên xử lí thỏa đáng khi thiết kế trường trung tiểu học, nhất là nhà trẻ và trường mẫu giáo.

Phương án chiếu sáng tự nhiên (và cả nhân tạo) lựa chọn thỏa đáng nhất khi nào tạo được hoàn cảnh ánh sáng ổn định trong suốt thời gian học của học sinh.

2. Chiếu sáng tự nhiên cho nhà ở

Chiếu sáng tự nhiên cho nhà ở đồng thời thỏa mãn 2 yêu cầu :

- Đảm bảo điều kiện vệ sinh
- Đủ ánh sáng để làm việc gia đình

Tất cả kiến trúc nhà ở hiện đại, từ thấp tầng đến cao tầng, đều áp dụng chung một tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên, chiếu sáng cấp V. Khảo sát thực tế cho thấy rằng, khi có công trình đối diện che chắn, hệ số chiếu sáng tự nhiên nhỏ nhất thực tế trong các phòng ở khác nhau rất nhiều, do 2 nguyên nhân :

- Tác dụng che chắn của công trình đối diện
- Phòng ở càng cao, mảng trời nhìn thấy qua cửa càng cao, ánh sáng vào phòng càng nhiều, vì phân bố độ chói của bầu trời tăng dần từ chân trời đến thiên đỉnh.

Chiều cao phòng, chiều cao đặt cửa, chiều sâu lấy ánh sáng có quan hệ mật thiết với nhau, và cuối cùng quan hệ với tỉ lệ giữa chiều dày và chiều cao khối kiến trúc

nhà ở. Đây là một trong nhiều lí do chọn phương án nhà ở hành lang giữa, mặc dầu nhà ở hành lang giữa có nhiều nan giải so với nhà ở hành lang bên.

Kiến trúc nhà ở có hình dáng càng phức tạp, lồi lõm càng nhiều, càng khó tránh khỏi những vi phạm nghiêm trọng đối với điều kiện chiếu sáng vệ sinh của tiêu chuẩn chiếu sáng.

Những không gian lõm, hẹp và tương đối sâu, ánh sáng trực xạ không tới được sẽ tạo điều kiện cho rêu mốc phát triển, vi khuẩn sinh trưởng do tình trạng lắng đọng ẩm, kết quả là làm xấu môi trường sống trong phòng ở.

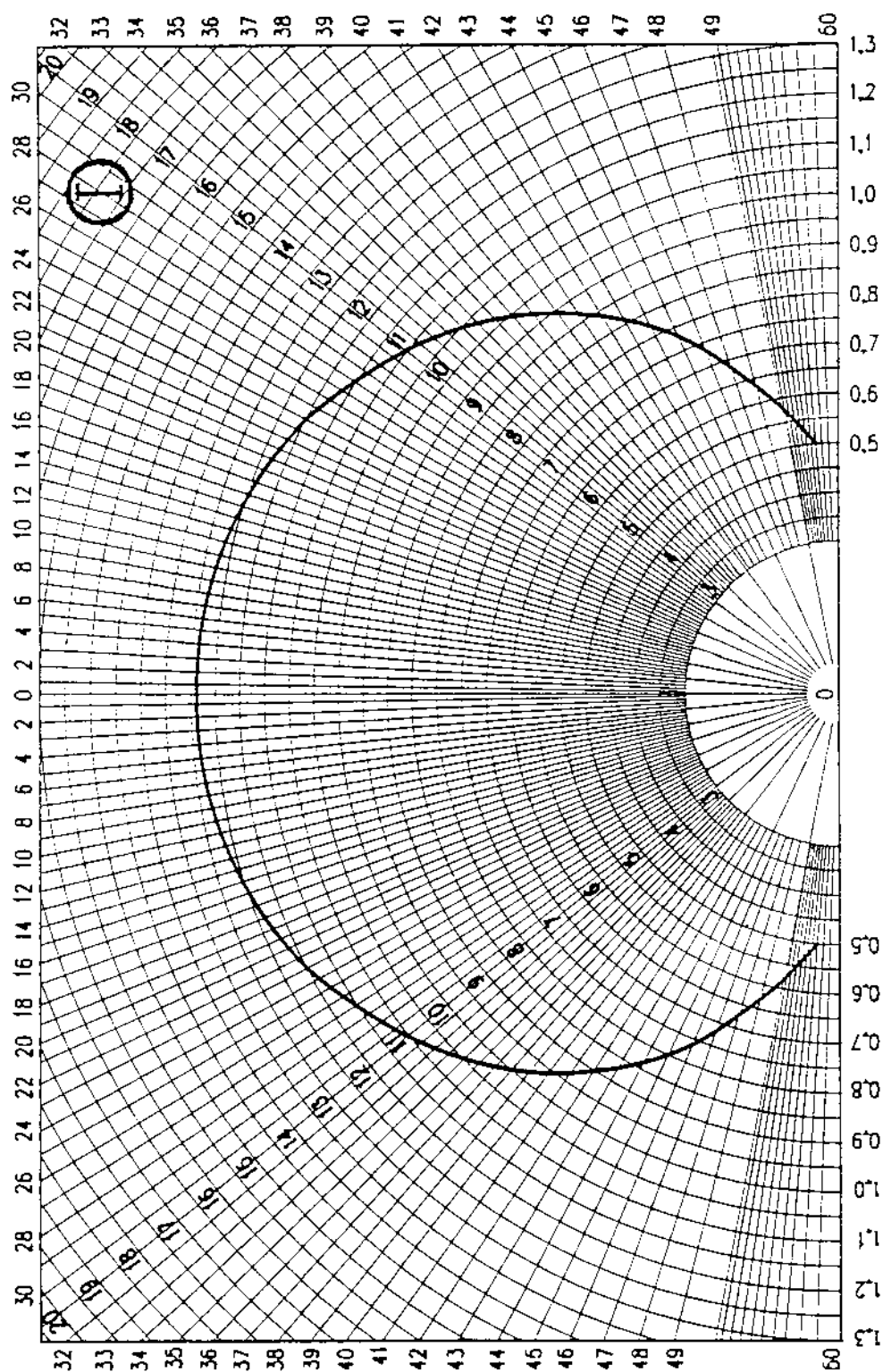
Ngoại hình của kiến trúc nhà ở đơn giản sẽ có nhiều thuận lợi để xử lí chiếu sáng tự nhiên thỏa đáng theo tiêu chuẩn vệ sinh và công việc trong nhà.

Kết quả nghiên cứu và khảo sát thực tế cho thấy rằng, kiến trúc nhà ở đô thị cao tầng, nếu mặt nhà màu sáng, chiều rộng đường phố không nên nhỏ hơn 2 lần chiều cao tầng nhà. Những chung cư đô thị hiện đại cao 4 - 5 tầng ở mặt tiền, đường phố rộng 30 - 35 mét trong thực tế, đủ đảm bảo các điều kiện kĩ thuật và tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên.

Trong xây dựng chung cư cao tầng, với mong muốn giảm giá thành xây dựng, tăng chiều sâu phòng khá sâu, điều này rất bất lợi về mặt chiếu sáng tự nhiên, vì rằng, với cùng một diện tích cửa lấy ánh sáng, tiêu chuẩn chiếu sáng cấp V, thì phòng hình vuông lớn hơn 25% so với phòng có hình dáng khác.

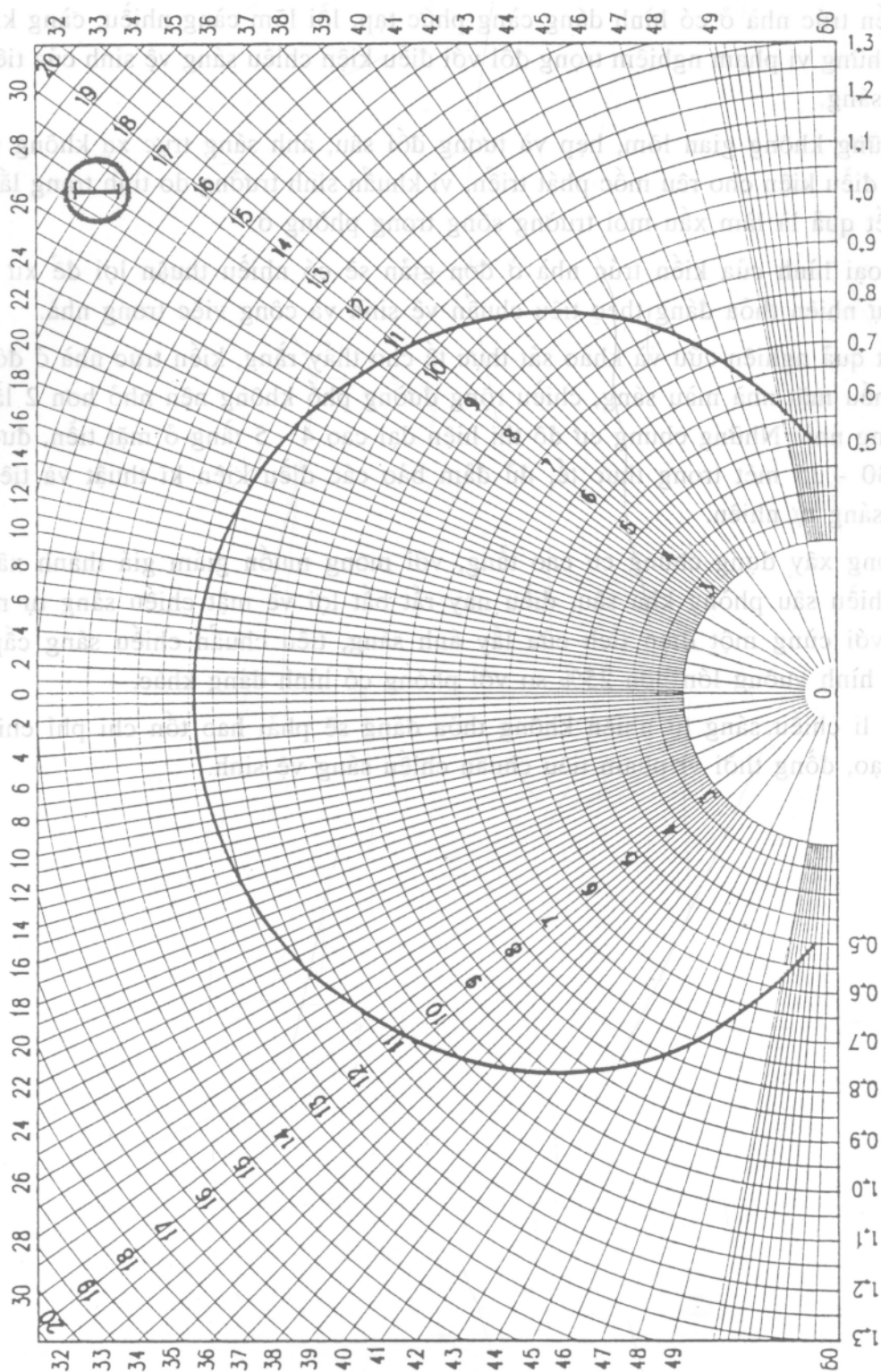
Xử lí chiếu sáng tự nhiên không thỏa đáng sẽ phải hao tốn chi phí chiếu sáng nhân tạo, đồng thời vi phạm tiêu chuẩn chiếu sáng vệ sinh.

BIỂU ĐỒ DANH LỤC I ĐỂ XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ e_1 TRÊN MẶT CẮT NGANG QUA PHÒNG



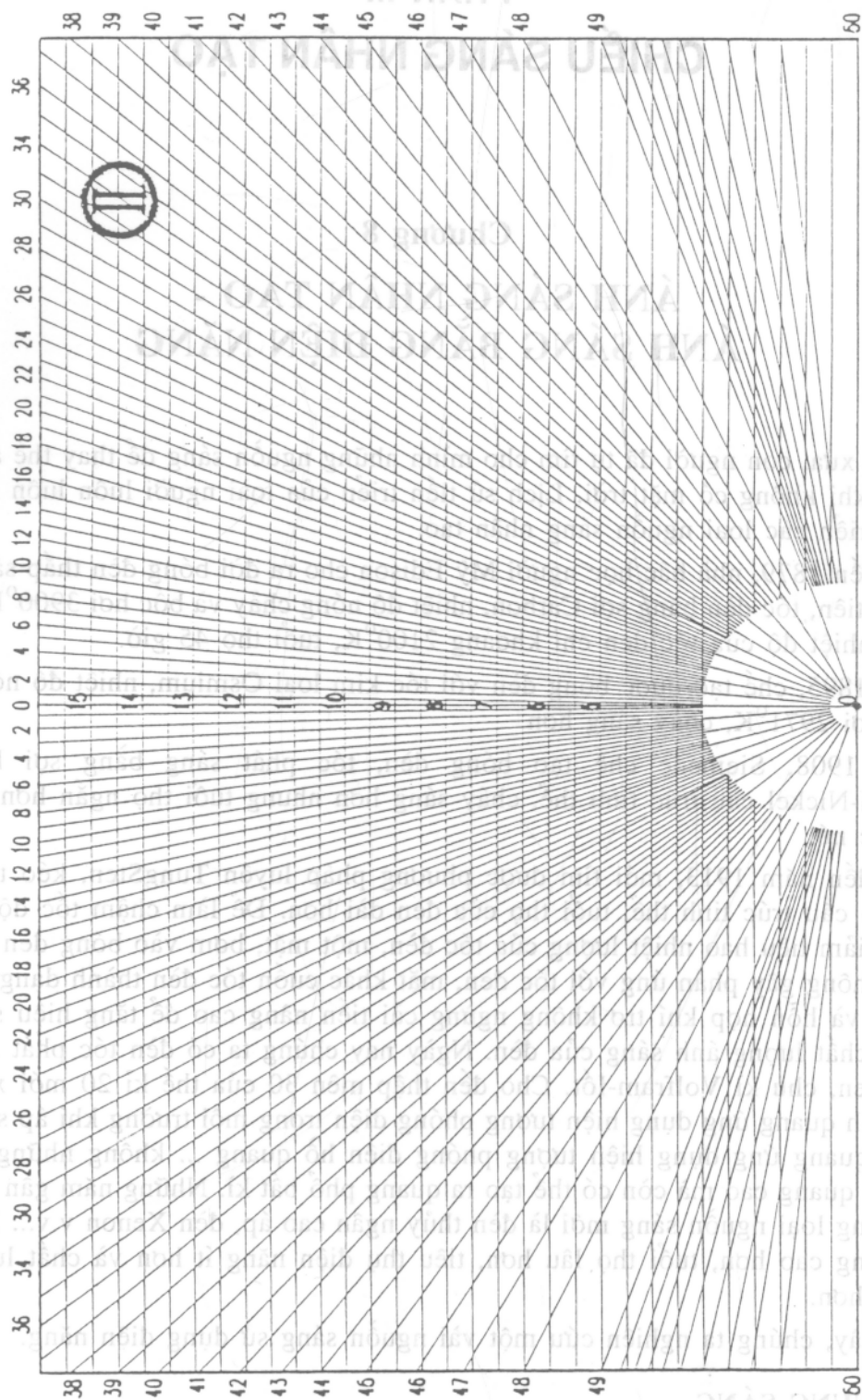
Dường cong để xác định độ chối sóng không đều q của bầu trời

BIỂU ĐỒ DANHLUK I ĐỂ XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ e_1 TRÊN MẶT CẮT NGANG QUA PHÒNG



Đường cong để xác định độ chói sáng không đều q của bầu trời

BIỂU ĐỒ DANHLUK II ĐỂ XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ e_2 TRÊN MẶT BẰNG PHÒNG



PHẦN III

CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO

Chương 8

ÁNH SÁNG NHÂN TẠO - ÁNH SÁNG BẰNG ĐIỆN NĂNG

Từ cổ xưa, con người đã tự tìm cho mình những nguồn sáng để thay thế ánh sáng mặt trời khi không có mặt trời. Lịch sử tiến triển của loài người luôn luôn kéo theo sự phát triển các loại nguồn sáng nhân tạo.

Cho đến 1879, nhà bác học người Mỹ Edison cho ra đời bóng đèn thấp sáng bằng điện đầu tiên, tóc đèn bằng sợi Carbon, nhiệt độ nóng chảy và bốc hơi 3900°K , nhưng thực tế, nhiệt độ của tóc đèn chỉ khoảng 2100°K , tuổi thọ 45 giờ.

Năm 1895, chế tạo được bóng đèn với tóc kim loại Osmium, nhiệt độ nóng chảy và bốc hơi 2971°K , cháy sáng hơn.

Năm 1908, Siemens chế tạo bóng đèn, tóc phát sáng bằng sợi hợp kim Tungsten-Nickel cấu trúc tinh thể, cháy sáng hơn nhưng tuổi thọ ngắn hơn các loại đèn trước nó.

Cho đến năm 1913, mới tìm được phương pháp luyện Tungsten, kéo thành sợi không có cấu trúc tinh thể, tuổi thọ của đèn dài hơn. Để làm chậm tốc độ bốc hơi và làm giảm tiêu hao nhiệt lượng của tóc đèn, một mặt, bơm vào bóng đèn hỗn hợp khí trơ không gây phản ứng với tóc đèn, mặt khác cuốn tóc đèn thành dạng lò xo ... Tóc đèn và hỗn hợp khí trơ không ngừng cải tiến nâng cao để tăng hiệu suất phát sáng và chất lượng ánh sáng của đèn. Ngày nay chúng ta có đèn tóc phát sáng chu kỳ Halogen, chu kỳ Wolfram-Iốt. Cho đến thập niên 30 của thế kỷ 20 mới xuất hiện đèn huỳnh quang ứng dụng hiện tượng phóng điện trong môi trường khí áp suất thấp. Đèn hồ quang ứng dụng hiện tượng phóng điện hồ quang ... không những có hiệu suất phát quang cao mà còn có thể tạo ra quang phổ bất kỳ. Những năm gần đây xuất hiện những loại nguồn sáng mới là đèn thủy ngân cao áp, đèn Xenon v.v... hiệu suất phát quang cao hơn, tuổi thọ lâu hơn, tiêu thụ điện năng ít hơn và chất lượng ánh sáng tốt hơn.

Sau đây, chúng ta nghiên cứu một vài nguồn sáng sử dụng điện năng.

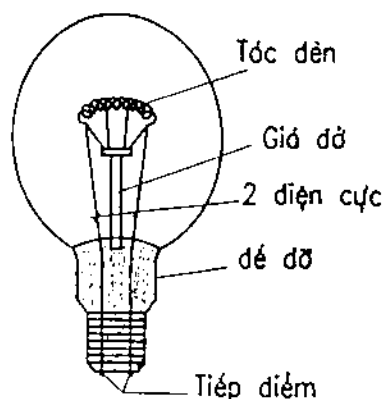
I. ĐÈN NUNG SÁNG

Đèn nung sáng còn gọi là đèn dây tóc, là loại đèn làm việc theo nguyên lý chất rắn phát sáng ở nhiệt độ lớn hơn 500°C .

Hiện nay, đèn nung sáng thường thấy là đèn có tóc phát sáng bằng sợi TungSten hoặc Volfram, là kim loại có nhiệt độ nóng chảy rất cao (36650K) đặt trong ống thủy tinh chịu nhiệt có độ chân không lớn hoặc chứa đầy khí trơ : Nitơ (N), Argon (Ar), Krypton (Kr). Cấu tạo đèn đơn giản, nhỏ, gọn (hình 8-1).

Tóc đèn chế tạo với các cơ điện áp từ 1,5V ÷ 300V. Ở điện áp nhỏ, sợi tóc đèn ngắn và dày, ở điện áp cao, tóc đèn dài và mảnh.

Chiều dài tóc đèn ở dạng lò xo bằng 1/10 chiều dài ở dạng kéo thẳng. Thực chất, tóc đèn là một điện trở, cho nên nếu tiết diện sợi tóc không đều, sẽ phát nóng cục bộ ở chỗ tiết diện nhỏ, dễ làm đứt tóc đèn, vì vậy tuổi thọ của đèn, trên mức độ khá lớn, phụ thuộc vào độ đồng đều của tóc đèn.



Hình 8-1

- Tóc đèn biến điện năng thành nhiệt năng và bức xạ ánh sáng theo hiệu ứng Junle-Lentz : nhiệt độ của tóc đèn càng cao không những tăng lượng bức xạ mà còn làm thay đổi thành phần quang phổ của bức xạ khả kiến, vì rằng bức xạ khả kiến chỉ xuất hiện khi các hạt chuyển động với động năng lớn. ở nhiệt độ thấp, chủ yếu là bức xạ hồng ngoại, độ dài bước sóng $\lambda \geq 760\text{m}\mu$, khi nhiệt độ tăng lên thì lượng bức xạ khả kiến tăng nhanh hơn bức xạ nhiệt, đồng thời màu của quang thông chuyển dần từ màu đỏ sang màu vàng, màu trắng. Khi nhiệt độ rất cao, ánh sáng có màu tím xanh.

- Hai điện cực nối nguồn với tóc đèn gồm 3 đoạn hàn nối liền nhau :
 - + Đoạn nằm trong bóng đèn, từ tóc đèn đến trụ đèn bằng Nikel.
 - + Đoạn nằm trong trụ thủy tinh, có hệ số dẫn nở với thủy tinh, bằng hợp kim gồm : 42%Fe + 30%Ni + 28%Cu.
 - + Đoạn nằm trong đuôi đèn bằng đồng.
- Bóng đèn, bằng thủy tinh chịu nhiệt, đường kính đủ đảm bảo thủy tinh không bị nóng nổ, công suất càng cao, bóng càng lớn. Có bóng trắng trơn, có bóng mờ. Bóng mờ cũng là bóng trắng trơn nhưng được bào nhám bằng acid flohydric (HF). Bóng mờ để giảm độ chói.
- Trụ đèn, làm bằng thủy tinh chì, có khả năng chịu nhiệt cao, thường làm bằng thủy tinh borocilicate.
- Khí trong bóng đèn, nạp khí vào bóng đèn nhằm 3 mục đích :
 - + Giảm tốc độ bốc hơi của tóc đèn.
 - + Giảm khả năng truyền nhiệt, tức là giảm sự mất mát nhiệt năng.
 - + Ngăn cản không tạo thành hồ quang giữa 2 điện cực.

Thường sử dụng các loại khí trơ : Nitơ (N), Argon (Ar), Kripton (Kr) hoặc hỗn hợp khí N với Kr hoặc N với Ar hoặc Kr với Xenon hoặc Azót-Ar v.v... Nạp khí vào bóng đèn với áp suất nhất định.

Đèn công suất nhỏ không nên nạp khí trơ vào bóng đèn, vì khi đó, khí trơ sẽ làm tăng cường độ dẫn nhiệt.

Những thông số đặc tính của đèn nung sáng.

Điện áp định mức

Công suất điện tiêu thụ.

Hiệu suất phát quang.

Quang thông, quang phổ của quang thông.

Thời gian sử dụng trung bình.

Tâm đèn, là tâm hình học của bộ phận phát sáng của đèn.

Kích thước của đèn

a) Về điện áp định mức : Tính bằng Vôn (V)

Là điện áp làm việc của đèn đảm bảo để đèn phát ra một lượng quang thông định mức trong thời gian định mức.

Một ưu điểm cơ bản của đèn nung sáng là có thể làm việc với điện áp thấp hơn nhiều so với điện áp định mức, cho nên thường sử dụng để chiếu sáng sự cố, chiếu sáng an toàn.

b) Công suất đèn : Tính bằng Watt (W)

Có nhiều loại, từ dưới 1W ÷ 1500W. Quang thông cũng từ 1 lumen (lm) đến vài chục ngàn lm. Đường kính bóng đèn lớn nhỏ rất phong phú từ đèn trái ớt đến đèn pha lớn đến vài chục centimet.

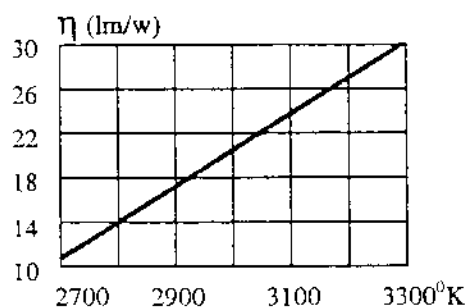
c) Hiệu suất phát quang η :

Tính bằng tỉ số giữa quang thông F của đèn với công suất điện W tiêu thụ, thông số này là chỉ tiêu kinh tế cơ bản của các loại đèn :

$$\eta = \frac{F}{W}$$

Đèn nung sáng, η trong khoảng từ 7-28 lm/watt : Hiệu suất phát sáng rất thấp, hiệu quả kinh tế kém.

Đèn có khí trơ, hiệu suất phát sáng quan hệ tuyến tính với nhiệt độ của tóc nung (hình 8-2). Cho nên khả năng phát sáng luôn luôn kèm theo cường độ bức xạ nhiệt.



Hình 8-2

d) Quang thông :

Quang phổ của quang thông của đèn nung sáng chứa nhiều thành phần màu đỏ, vàng. So với ánh sáng ban ngày, thiếu nhiều màu xanh, lam, chàm, tím, khác xa với ánh sáng tự nhiên ban ngày.

Do đó không sử dụng đèn nung sáng để chiếu sáng trưng bày cần phân biệt màu sắc thật của vật quan sát.

e) Thời gian sử dụng trung bình :

Tiêu chuẩn quy định, khi lượng quang thông giảm yếu thấp hơn 85% quang thông định mức của đèn thì đèn hết tuổi thọ. Thông thường, tuổi thọ của đèn nung sáng thông dụng khoảng 1000h, đèn chu kì I ốt, tuổi thọ trung bình đến 3000h.

Do sự bốc hơi trong quá trình nung sáng, đường kính của tóc đèn nhỏ dần, điện trở tăng dần, hơi tóc đèn bám trên mặt trong của bóng đèn, bóng đèn mờ dần, kết quả là giảm yếu hiệu suất phát sáng, quang phổ hướng dần về bước sóng dài (ánh sáng màu đỏ).

Đèn chu kì Vônfram - Iốt có nhiều ưu điểm về hiệu suất phát quang và thời gian sử dụng, vì hơi Iốt (hoặc hóa chất thuộc nhóm Halogen như Brôm, Iốt, Fluor, Chlore) hóa hợp với hơi Vônfram từ tóc đèn bốc ra, hỗn hợp khí này gặp tóc đèn, hơi Vônfram bám vào tóc đèn và giải phóng Iốt, chu trình tái hồi này lặp đi lặp lại, giữ cho tóc đèn lâu mòn hơn, thời gian sử dụng lâu dài hơn. Tuy nhiên, công nghệ sản xuất loại đèn này phức tạp, giá thành cao, hạn chế sử dụng phổ cập. Mặt khác, điều kiện sử dụng cũng khắc khe, yêu cầu phải đặt đèn nằm ngang, độ dốc i cho phép nhỏ hơn 4%, để hơi Halogen phân bố đầy trong bóng đèn, chu trình tái hồi Vônfram đồng đều trên chiều dài tóc đèn. Nếu $i \geq 4\%$, hơi Halogen sẽ tụ ở đầu thấp, còn đầu cao rất loãng, chu trình tái hồi Vônfram không còn hiệu dụng.

Cần lưu ý rằng, số lượng và chất lượng quang thông của đèn chịu ảnh hưởng khá lớn vào mức độ ổn định của điện áp định mức. Điện áp định mức thay đổi $\pm 1\%$ thì quang thông định mức thay đổi $\pm 2,7\%$, thời gian sử dụng định mức trung bình thay đổi $\pm 1,3\%$. Điện áp định mức giảm, thành phần quang phổ nghiêng về màu đỏ, vàng. Điện áp định mức tăng, tốc độ bốc hơi nhanh hơn, tóc đứt sớm hơn thời hạn định mức trung bình.

II. ĐÈN HUỖNH QUANG (NGUỒN SÁNG PHÓNG ĐIỆN TRONG CHẤT KHÍ)

Đèn huỳnh quang xuất hiện, đánh dấu bước tiến nhảy vọt trong lịch sử phát triển nguồn sáng nhân tạo.

1. Sự phóng điện trong chất khí và hơi kim loại

Nguyên lí phát sáng của đèn huỳnh quang là dùng điện năng kích thích những phản ứng phát sáng của một số hóa chất có tiềm năng phát quang, gọi là hiện tượng huỳnh quang. Hiện nay, thường thấy đèn huỳnh quang sử dụng phản ứng quang điện,

phản ứng phát sáng của bột tinh thể do sự kích thích của bức xạ tử ngoại. Bột tinh thể huỳnh quang thường dùng là Vol-Framat canxi và Manhê, Silicat kẽm v.v... tráng thành lớp mỏng trên mặt trong của bóng đèn. Rút không khí trong bóng đèn đến áp suất 0,01 mmHg và bơm hơi thủy ngân áp suất thấp khoảng vài chục mmHg cùng với một ít khí trơ để tăng tính dẫn điện cho bóng đèn. Khí trơ thường dùng là Nêon, Argon, Krypton. Nhiệt độ làm việc của đèn rất thấp.

Khi nạp điện vào 2 cực đèn sẽ xuất hiện một điện trường giữa 2 cực, điện trường này tác động lên những điện tử và ion tự do trong hơi thủy ngân, kết quả là điện tử di chuyển về phía Anốt, còn ion đi về phía Catốt, hình thành dòng điện. Các điện tử di chuyển với động năng đầy đủ sẽ ion hóa các nguyên tử của khí mà nó gặp trên đường đi, làm xuất hiện những điện tử và ion mới. Dưới tác dụng của điện áp cao, làm nảy sinh ở gần Catốt những ion có giá tốc lớn đập vào Catốt, giải phóng những điện tử mới trên bề mặt Catốt, những điện tử mới này trở thành nguồn ion hóa. Kèm theo quá trình ion hóa là sự phát sáng không gây ra nhiệt - sự phóng điện lạnh.

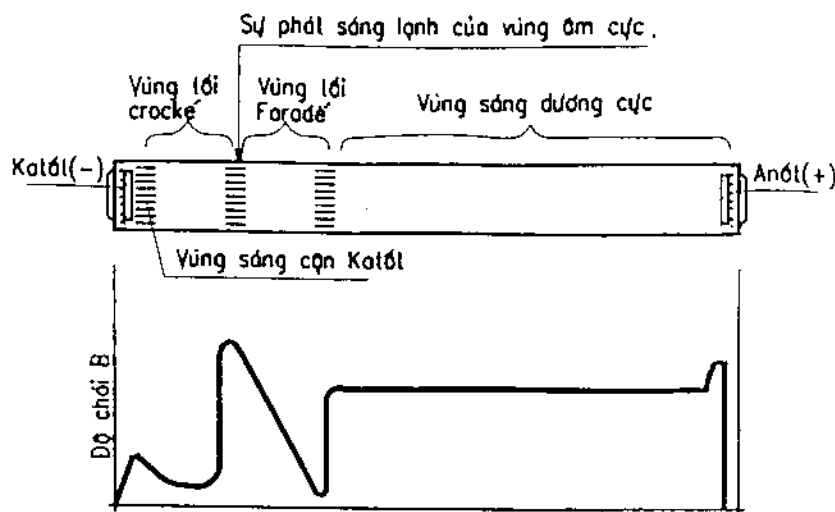
Trị số điện áp làm xuất hiện sự phát sáng đầu tiên do phóng điện lạnh gọi là điện áp môi. Điện áp môi xác định giới hạn dưới của điện áp cần thiết phải cấp cho đèn để tạo nên hiện tượng tự phóng điện.

Trị số điện áp môi phụ thuộc nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu là chủng loại và áp suất của khí chứa trong đèn, khoảng cách giữa 2 điện cực, chất liệu của Catốt. Có thể giảm trị số điện áp bằng cách tạo trước một lượng ion hóa trong chất khí hoặc phủ lên Catốt một lớp mỏng kim loại kiềm hoặc kiềm thổ để giảm công giải phóng điện tử.

Chẳng hạn, với đèn chứa hơi thủy ngân, nếu Catốt bằng sắt Nikel thì điện áp môi là $380 \div 520V$, nhưng khi chứa hơi nêon thì điện áp môi là $150 \div 245V$. Đèn chứa hỗn hợp hơi nêon - argon, Catốt bằng Xêzi-Nikel thì điện áp môi chỉ cần 35V.

Hình 8-3, mô tả quá trình phóng điện lạnh và độ chói phân bố trên chiều dài của ống đèn.

Vùng sáng dương cực là nguồn bức xạ ánh sáng chủ yếu do phóng điện lạnh. Khi áp suất hơi trong đèn tăng, vùng sáng này sẽ phát triển về phía Catốt. Sự phát sáng của dương cực thường áp dụng cho các đèn khí cao áp sử dụng trong quảng cáo.



Hình 8-3

Quá trình phóng điện lạnh và phân bố độ chói dọc đèn

Sự phát sáng lạnh ở âm cực như đèn neon thường sử dụng làm đèn tín hiệu hoặc chỉ báo. Hiệu suất của loại đèn này thấp nên ít dùng để thắp sáng. Thực tế, thường sử dụng Catốt bằng Vonfram có phủ một lớp oxyde hoạt hóa để tăng khả năng phóng điện tử.

Khi xuất hiện bức xạ tăng nhiệt và điện áp giáng trên Catốt, thì tia lửa điện xuất hiện - sự phóng điện hồ quang, cho nên hiện tượng phóng điện hồ quang được đặc trưng bằng chỉ số điện áp giáng, trị số này không quá 10V. Sự phóng điện hồ quang trong khí và hơi kim loại áp suất thấp xuất hiện đồng thời với sự phát sáng đều trên chiều dài đèn.

Áp suất của hơi và mật độ dòng điện tăng thì số lượng va chạm và nhiệt độ khí trơ cũng tăng theo, khi áp suất khí đạt tới vài trăm mmHg thì nhiệt độ của nó tăng tới 5000°K, hơn nữa làm cho nhiệt độ ở giữa trục của chùm hồ quang với thành ống đèn chênh lệch rất lớn, kết quả là sự phóng điện thu nhỏ thành một sợi chỉ sáng chói.

Độ chói sáng rất lớn của phóng điện hồ quang tương ứng với điện áp cấp cho đèn khá thấp nên được áp dụng rộng rãi trong thực tế, hiệu quả kinh tế rất cao.

Quá trình phóng điện trong chất khí không ổn định, luôn luôn có chiều hướng tăng, mặc dầu điện áp cấp cho đèn không đổi, do đó chế độ thắp sáng của đèn không ổn định. Để khắc phục nhược điểm này, cần thiết lắp nối tiếp với đèn 1 điện trở điều dòng.

Khi đèn làm việc với dòng điện xoay chiều, cần phải mắc nối tiếp với đèn bộ chấn lưu (tăng phô) và con chuốt khởi động (Staxte), giúp cho đèn khởi động nhanh và làm việc ổn định.

2. Đèn phóng điện qua chất khí

Trong các loại nguồn sáng phóng điện qua chất khí, đèn thủy ngân thông dụng nhất. Theo áp suất hơi thủy ngân trong đèn, có thể phân loại như sau :

Đèn thủy ngân áp suất thấp, áp suất từ 0,01 ~ 1mmHg

Đèn thủy ngân áp suất cao, áp suất từ 0,3 ~ 3 ata

Đèn thủy ngân siêu cao áp, áp suất từ 3 ~ vài trăm ata

a) Đèn thủy ngân áp suất thấp :

Thường sử dụng để diệt khuẩn, sát trùng trong không khí, nước, thực phẩm, gọi là đèn khử trùng.

Cấu tạo đèn gồm một ống thủy tinh màu tím, bức xạ tử ngoại có thể xuyên qua được. Trong ống đèn chứa hỗn hợp khí thủy ngân argon. Hai điện cực là 2 lò xo kẹp bằng Vonfram. Khi nạp điện, điện phóng qua hỗn hợp khí giữa 2 cực, làm xuất hiện những bức xạ tử ngoại, trong đó, khoảng 80% là bức xạ sóng ngắn, $\lambda = 254\text{m}\mu$.

b) Đèn thủy ngân áp suất cao :

Thường thấy có đèn thủy ngân thạch anh, đèn thủy ngân argon, cường độ sáng rất cao.

Đèn thủy ngân thạch anh cấu tạo gồm một ống thủy tinh thạch anh, 2 điện cực ở 2 đầu ống, bên trong ống đèn chứa hơi argon và một số giọt thủy ngân. Định lượng số giọt thủy ngân trên cơ sở khi thủy ngân bốc hơi tạo được áp suất tương ứng với công suất đèn (khoảng 0,4 ~ 0,8 ata).

Phần lớn bức xạ khả kiến của đèn thủy ngân thạch anh có màu vàng lục, cũng là nguồn bức xạ nhiều tử ngoại.

c) Đèn thủy ngân siêu cao áp :

Đèn này cấu tạo gồm một ống thạch anh chứa hỗn hợp khí Argon và một số giọt thủy ngân, gọi là ống phóng điện, ống phóng điện có điện cực tự nung. Toàn bộ ống này đặt trong bầu thủy tinh thường hoặc thủy tinh xuyên được bức xạ tử ngoại. Áp suất hơi thủy ngân trong ống thạch anh khoảng 5 ~ 15 ata, do đó hiệu suất phát quang của đèn có thể đạt tới 30 ~ 40 lm/w. Công suất của loại đèn này thường chế tạo từ 80 ÷ 1000w, thời gian sử dụng tới mấy ngàn giờ. Trong lưới điện áp xoay chiều, đèn làm việc với bộ chấn lưu.

Vì rằng đèn thủy ngân không có bức xạ khả kiến bước sóng dài, làm cho màu của ánh sáng khác nhiều với ánh sáng tự nhiên.

Để cho phổ bức xạ khả kiến giống ánh sáng trắng ban ngày, thường phủ lên bầu thủy tinh một lớp mỏng bột huỳnh quang, nhờ tác dụng kích thích của bức xạ tử ngoại do phóng điện trong hơi thủy ngân, bột huỳnh quang bức xạ ánh sáng bước sóng dài.

Quang phổ bức xạ của các chất huỳnh quang không giống nhau, chẳng hạn canxi - Vonframat, bức xạ ánh sáng màu lam đậm, Manhê - Vonframat phát sáng màu lam nhạt, cilicat kẽm phát sáng màu lục, cilicat canxi phát sáng màu đỏ tía v.v... Hỗn hợp các chất huỳnh quang theo tỉ lệ nhất định có thể tạo được quang phổ theo ý muốn.

Như vậy, bức xạ toàn phần của đèn, bao gồm ánh sáng mờ yếu do phóng điện qua hơi thủy ngân và ánh sáng cường độ mạnh bức xạ từ hỗn hợp các chất huỳnh quang tạo nên ánh sáng gần với ánh sáng trắng ban ngày.

3. Đèn huỳnh quang áp suất thấp

Ngoài những nguồn sáng phóng điện trong chất khí trên đây, đèn huỳnh quang áp suất thấp là loại đèn được sử dụng rộng rãi trong kĩ thuật chiếu sáng hiện nay.

Quá trình phát sáng của loại đèn này gồm 2 giai đoạn : giai đoạn phóng điện giữa 2 điện cực qua hơi thủy ngân kèm theo hiện tượng phát quang cùng với sự xuất hiện các tia năng lượng, giai đoạn nối tiếp, những tia năng lượng này tác động lên hỗn hợp các chất huỳnh quang tạo nên bức xạ nhìn thấy.

Để tăng hiệu suất phát quang, thường dùng chất huỳnh quang bức xạ có chiều dài bước sóng λ xấp xỉ bằng chiều dài bước sóng bức xạ của thủy ngân $\lambda = 254\text{m}\mu$, khi đó sẽ có khoảng 60% năng lượng điện phóng qua hơi thủy ngân chuyển thành

bức xạ khả kiến, do đó hiệu suất "lượng tử hóa" rất cao, kết quả của hiện tượng trùng sóng.

Chiều dài bóng đèn quyết định do điện áp làm việc của đèn, chiều dài đủ đảm bảo để đèn làm việc ổn định khi điện áp cấp cho đèn chỉ bằng phân nửa điện áp của lưới điện. Bởi vậy, khi điện áp nguồn $110 \div 127\text{V}$, chiều dài bóng đèn $0,3 \div 0,6\text{m}$, điện áp nguồn 220V , chiều dài bóng $0,9 \div 1,5\text{m}$.

Đường kính của ống đèn tính toán sao cho hiệu suất phát quang tối ưu.

Lớp huỳnh quang tráng bên trong ống, chiều dày vừa đủ, không dày quá cũng không mỏng quá. Nếu mỏng quá sẽ không tiếp thụ hết lượng bức xạ tử ngoại do phóng điện trong hơi thủy ngân sản sinh ra, nếu dày quá sẽ tiêu hao nhiều lượng bức xạ tử ngoại ẩn sâu trong chiều dày lớp huỳnh quang. Sự phóng điện trong hỗn hợp hơi thủy ngân Arrgon, chính hỗn hợp này bảo đảm việc mồi đèn, nâng cao hiệu suất phát quang và bảo vệ Katốt không bị phá hỏng.

Áp suất tối ưu của hơi thủy ngân để đạt được lượng cực đại của bức xạ cộng hưởng (bước sóng $\lambda = 185 \div 254\text{m}\mu$), trong khoảng $0,006 \div 0,01\text{mmHg}$, tương ứng với nhiệt độ thành ống $40^\circ \div 50^\circ\text{C}$.

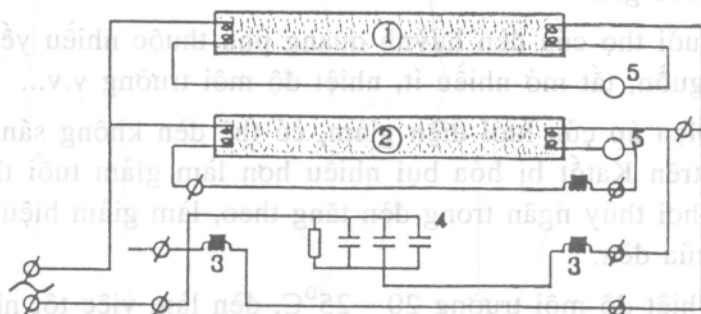
Khi bức xạ tử ngoại kích thích hỗn hợp huỳnh quang phát sáng, một lượng năng lượng khá lớn biến thành nhiệt năng, chỉ có khoảng 22% điện năng cấp cho đèn chuyển thành quang năng, cho nên hiệu suất phát quang lớn nhất của đèn ánh sáng trắng chỉ đạt $60 \div 70 \text{ lm/W}$ cao hơn đèn nung sáng rất nhiều.

Đèn huỳnh quang cũng như những loại đèn phóng điện trong chất khí, khi đặt vào nguồn điện xoay chiều,

quang thông dao động tương ứng với dao động của dòng điện xoay chiều, gây nên hiện tượng ẩn hiện rất bất lợi đối với độ nhìn, nhất là quan sát những vật phẩm chuyển động, tạo nên những cảm nhận sai lệch, không thật.

Đèn huỳnh quang ánh sáng trắng thông dụng hiện nay, quang thông dao động tới 35% còn đèn có ánh sáng ban ngày, trị số dao động tới 65%, trong khi đèn nung sáng chỉ dao động $5 \sim 15\%$.

Trong thực tế sử dụng, có nhiều phương pháp khắc phục hiện tượng ẩn hiện này, chẳng hạn mắc 2 đèn có chuyển pha nhân tạo v.v... (hình 8-4).



Hình 8-4 : Sơ đồ mắc 2 đèn có chuyển pha nhân tạo

Đèn 1 và 2

3 : Cuộn cảm ổn định

4 : Nhóm tụ điện

5 : Bộ phận mồi

Hiện nay, chủng loại đèn huỳnh quang rất phong phú, màu của ánh sáng cũng đa dạng, đáng lưu ý có mấy loại sau :

Đèn huỳnh quang ánh sáng trắng ban ngày, ánh sáng trắng lạnh, ánh sáng trắng nóng.

Đèn ánh sáng trắng ban ngày có phổ màu gần giống màu bức xạ của vật đen tuyệt đối ở nhiệt độ 6500°K , cho nên sử dụng đèn này làm chuẩn cho ánh sáng ban ngày nhân tạo. Ánh sáng của loại đèn này đảm bảo cảm nhận màu chính xác.

Ánh sáng của một số đèn có phổ màu tương ứng với bức xạ khả kiến của vật đen tuyệt đối ở nhiệt độ 4850 và 3500°K trung gian giữa ánh sáng ban ngày và ánh sáng của đèn nung, tương ứng với nhiệt độ 2700°K của vật đen tuyệt đối, phổ màu gần giống ánh sáng của đèn nung.

Một nhược điểm nữa của hầu hết đèn huỳnh quang và đèn phóng điện trong chất khí là ánh sáng thiếu thành phần bước sóng dài (đỏ, da cam, vàng).

Tuổi thọ của đèn huỳnh quang xác định bằng độ giảm quang thông theo thời gian sử dụng. Tiêu chuẩn quy định độ sụt giảm quang thông không lớn hơn 40% quang thông định mức của đèn thì hết hạn sử dụng, theo quy định này, tuổi thọ trung bình là 5.000 giờ.

Tuổi thọ của đèn huỳnh quang phụ thuộc nhiều yếu tố như độ ổn định của điện áp nguồn, tắt mở nhiều ít, nhiệt độ môi trường v.v...

Điện áp của lưới điện giảm, có thể đèn không sáng hoặc sáng nhưng lớp oxyde phủ trên Katốt bị hóa bụi nhiều hơn làm giảm tuổi thọ của đèn. Điện áp tăng, áp suất hơi thủy ngân trong đèn tăng theo, làm giảm hiệu suất phát quang và giảm tuổi thọ của đèn.

Nhiệt độ môi trường $20 - 25^{\circ}\text{C}$, đèn làm việc tốt nhất, nhiệt độ môi trường giảm hoặc tăng đều phá hoại sự cân bằng nhiệt của đèn với môi trường, làm giảm hiệu suất phát quang và tuổi thọ của đèn. Khi nhiệt độ giảm xuống 0°C , mỗi đèn rất khó khăn với sơ đồ mắc đèn bình thường.

Những nghiên cứu khả năng làm việc của đèn ở tần số nguồn cao cho thấy, khi tần số nguồn điện lên tới $3000 \div 4000 \text{ Hz}$, hiệu suất phát sáng của đèn tăng 6 đến 15% với công suất tiêu thụ điện năng không đổi, tuổi thọ của đèn cũng tăng 12% đồng thời giảm nhỏ dao động của quang thông.

Đèn huỳnh quang làm việc với dòng điện cao tần sẽ giảm đáng kể khối lượng và kích thước của điện trở ổn định dòng, tiết kiệm vật liệu dẫn điện, chế tạo cũng đơn giản.

4. Đèn huỳnh quang cải tiến

Đèn mắt ếch ánh sáng trắng là dạng đèn huỳnh quang cải tiến, cấu tạo nhỏ gọn, bắt sáng nhanh, không có tiếng ồn khi khởi động. Bóng đèn chế tạo theo kiểu đèn nung sáng, cực và các bộ phận khác của đèn đặt chung trong bóng đèn. Quang thông của đèn cũng giống đèn huỳnh quang cùng loại.

5. Đèn phóng điện

Nguyên lí làm việc của đèn dựa theo hiện tượng phóng điện trong chất khí khác nhau, áp suất hơi khác nhau. Thường thấy có 3 loại :

- Đèn phóng điện sáng cận âm cực Katốt, đèn sáng dương cực, Katốt nguội (đèn ống cao thế).

- Đèn phóng điện hồ quang.

a) Đèn phóng điện sáng cận âm cực Katốt :

Chỉ sáng ở cận âm cực. Điện cực bằng sắt hoặc hợp kim, hơi chứa trong đèn là hơi thủy ngân hoặc hỗn hợp khí trơ, áp suất từ $5 \div 25\text{mmHg}$. Điện áp $70 \div 300\text{V}$. Điện trở của đèn $5.10^4\Omega$ đến $3.10^5\Omega$.

Đặc điểm của đèn là công suất rất nhỏ, cường độ sáng yếu, quang thông khoảng 1 lm, cường độ dòng điện chỉ vài mA, công suất tiêu thụ vài W.

Thường mắc đèn song song trong mạch điện để báo hiệu. Đèn làm việc với nguồn 1 chiều hoặc xoay chiều.

b) Đèn phóng điện sáng dương cực Anốt nguội (ống cao thế) :

Là loại đèn phát sáng vùng dương cực với Anốt nguội.

Cấu tạo đèn gồm có ống thủy tinh dài hơn 2,5m, đường kính ống khoảng 2~ 5cm, điện cực có dạng hình trụ bằng đồng điện giải, Ni hoặc Fe, bên ngoài điện cực thường bọc thủy tinh chịu nhiệt để kết tụ các chất thoát ra từ điện cực. Khí nạp vào ống đèn phụ thuộc vào ý định tạo màu của ánh sáng. Các khí tạo màu thường dùng :

Loại khí	Màu ánh sáng	Loại khí	Màu ánh sáng
Arrgon	Xanh lam	Ne + Hg + TTUran	Xanh lá cây
Néon	Hồng	CO ₂	Trắng
Hélium	Đa cam	Kripton	Tím nhạt
Ne + Hg	Xanh dương	Xénon	Xanh lơ

Áp suất cực đại của khí trong đèn từ 5 đến 20mmHg.

Chiều dài đèn càng dài, quang thông càng tăng, tiêu thụ điện năng càng nhiều . Đèn làm việc với điện áp 1000V.

Sử dụng loại đèn này làm quảng cáo, có thể tạo hình tùy ý. Quá trình làm việc chớp sáng liên tục, vì vậy thường gắn mạch điện tử tự động điều khiển. Công suất tiêu thụ không lớn lắm, và phụ thuộc vào loại khí, chiều dài, đường kính ống đèn. Tuổi thọ của đèn khoảng 2000 giờ.

c) Đèn phóng điện hồ quang :

Có nhiều loại hồ quang : Hg, Na, Sodium v.v...

Phóng điện hồ quang xuất hiện khi các chất huỳnh quang hóa hơi. Quang thông của đèn rất lớn, tỏa sáng rộng, thường áp dụng ngoài nhà, nếu đặt trong nhà cần có độ cao lớn hơn 8 mét.

Có nhiều loại đèn hồ quang tùy thuộc vào loại áp suất khi hóa hơi của chất huỳnh quang sử dụng trong đèn.

Các chất huỳnh quang thường sử dụng là Halogen (F, Cl, Br, I), Hg, Na. Sodium cho ánh sáng vàng, thủy ngân cho ánh sáng màu trắng.

Công suất của đèn thường $80 \div 700\text{W}$. Hiệu suất phát quang từ $46 \div 117 \text{ lm/w}$ (đèn hồ quang Hg 80w , 3700lm, đèn Sodium 400w , 47.000lm), do đó thường dùng chiếu sáng đường phố, sân bay, bến cảng v.v...

Theo áp suất hơi trong đèn, có 3 loại đèn hồ quang :

- Đèn hồ quang áp suất thấp : áp suất $< 1 \text{ ata}$
- Đèn hồ quang áp suất cao : áp suất $2 \div 10 \text{ ata}$
- Đèn hồ quang siêu cao áp : áp suất $> 20 \text{ ata}$.

Cấu tạo thường thấy của đèn hồ quang gồm, ống phóng điện bằng thạch anh, điểm nóng chảy 1000°C , nhiệt độ tại tâm hồ quang tới 6000°C và giảm dần ra ngoài, ở thành ống chỉ còn 800°C .

Hai đầu ống phóng điện đặt 2 điện cực chính bằng Vonfram tâm các chất BaO, Ca v.v..., không có bộ phận nung nóng trước điện cực, ngoài ra còn đặt thêm 1 điện cực phụ gọi là đèn 2 cực, hoặc 2 cực phụ gọi là đèn 4 cực, những cực phụ này bằng kim loại thường, mỗi cực phụ đặt gần 1 cực chính và nối với nhau bằng 1 điện trở.

Ống phóng đặt trong bầu thủy tinh chịu nhiệt, mặt trong bầu tráng 1 lớp bột huỳnh quang để lọc tia cực tím, bảo vệ ống phóng.

Khi nạp điện, điện áp chưa đủ tạo nên sự phóng điện giữa 2 cực chính, chỉ đủ để hình thành sự phóng điện giữa cực chính và cực phụ gần nhất, nhờ đó tạo thành 1 số điện tử và ion tự do, đồng thời đốt nóng 2 cực chính, thủy ngân hoặc Na trong đèn bắt đầu hóa hơi, áp suất tăng dần, ánh sáng từ mờ ảo sáng dần lên, khi áp suất hơi đạt tới giá trị định mức, hồ quang xuất hiện từ 2 cực chính, đèn sáng rực rỡ.

III- DỤNG CỤ CHIẾU SÁNG

Dụng cụ chiếu sáng bao gồm toàn bộ những thiết bị, phụ kiện kèm theo nguồn sáng, hình thành hệ thống chiếu sáng hoàn chỉnh, một mặt đảm bảo những điều kiện làm việc tối ưu của đèn, mặt khác đảm bảo nâng cao hiệu quả phục vụ của nguồn sáng.

1. Nhiệm vụ của dụng cụ chiếu sáng

Nhiệm vụ của dụng cụ chiếu sáng rất đa dạng :

- Phân bố ánh sáng của nguồn phù hợp với mục đích chiếu sáng.
- Bảo vệ, không để mắt nhìn thấy độ chói quá cao của nguồn sáng.

- Bảo vệ nguồn sáng không bị hư hỏng do tác dụng cơ học, bám bụi, che mưa, nắng, gió.

- Để cố định và đưa điện vào nguồn sáng.

- Bộ phận quang học của chao chụp thay đổi quang phổ của đèn.

Chủng loại dụng cụ chiếu sáng rất phong phú, nhưng chung quy có 2 loại cơ bản :

- Dụng cụ chiếu sáng gần gồm các loại chao, chụp, máng đèn, đưa ánh sáng tới những khoảng cách gần.

- Dụng cụ chiếu sáng xa, gồm các loại pha đèn với chao chụp đưa ánh sáng đi xa.

a) Phân phối ánh sáng của nguồn phù hợp mục đích sử dụng

Có các loại chao chụp phản xạ, xuyên qua, khúc xạ ánh sáng.

Có nhiều loại chao, chụp phản xạ ánh sáng như phản xạ định hướng, phản xạ khuếch tán, phản xạ hỗn hợp định hướng khuếch tán, phản xạ khuếch tán hoàn toàn. Tương tự, chao chụp xuyên sáng cũng có xuyên sáng định hướng, xuyên sáng khuếch tán, xuyên sáng hỗn hợp định hướng khuếch tán, xuyên sáng khuếch tán hoàn toàn (chương 3).

b) Tính chất phản xạ hoặc xuyên qua

Tính chất này hình thành do lớp phủ hoặc bằng tác dụng cơ học như mài mờ, đánh bóng v.v... trên bề mặt chao chụp. Lớp phủ có thể là trắng men, mạ kim loại, hóa chất v.v...

Hình dạng cấu tạo chao chụp có tính chất quyết định để phân bố ánh sáng (hình 8-4a).

Tính chất của lớp phủ quyết định hệ số phản xạ ρ .

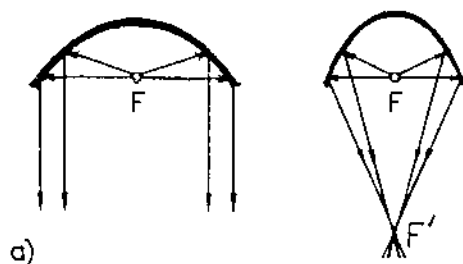
Lớp phủ mặt gương ρ có thể đạt 0,85, trắng bạc $\rho = 0,93$, sơn trắng mờ $\rho = 0,8$ v.v...

c) Tính chất xuyên sáng

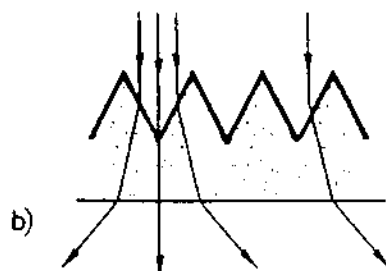
Khả năng xuyên sáng phụ thuộc vào độ trong suốt, độ nhám, độ mịn và hình dạng cấu tạo của chao chụp. Chao chụp hình cầu, trong suốt, tia tới từ nguồn xấp xỉ 90° , hệ số xuyên sáng $\tau = 0,8 \sim 0,9$. Với thủy tinh trong suốt có hạt trắng nhỏ, sẽ xuyên sáng khuếch tán $\tau \approx 0,1 \sim 0,6$. Đa số chao chụp xuyên sáng hỗn hợp khuếch tán, định hướng $\tau = 0,6 \sim 0,9$.

d) Tính chất khúc xạ ánh sáng

Ánh sáng sẽ đổi phương truyền khi liên tiếp đi qua các lăng kính. Chao chụp khúc xạ ánh sáng cấu tạo bằng thủy tinh hoặc bằng nhựa trong suốt một mặt phẳng lồi, một mặt răng cưa. Góc nhọn của răng cưa phải nghiên cứu thấu đáo khi chế tạo nhằm phân tán hoặc tập trung ánh sáng theo vị trí nguồn (hình 8-4b).



a)



b)

Hình 8-4a, b

2. Đặc tính kĩ thuật của dụng cụ chiếu sáng

Đặc tính kĩ thuật của dụng cụ chiếu sáng có 3 nội dung :

- Đường cong phân bố độ rọi hoặc đường cong cường độ sáng.
- Hiệu suất phát quang η
- Góc bảo vệ.

a) Đường cong phân bố độ rọi

Mô tả sự phân bố ánh sáng trong không gian chung quanh đèn. Tùy thuộc loại đèn để chọn phương pháp thành lập đường cong phân bố độ rọi, có thể thành lập trên mặt phẳng tùy ý qua trục dọc của đèn, có thể thành lập trong hệ tọa độ cực hoặc tọa độ vuông góc.

Trong thực tế, theo sự phân bố ánh sáng trong không gian chung quanh đèn, có 2 loại :

- Đèn phân bố ánh sáng đối xứng chung quanh trục của nó ; đường cong phân bố ánh sáng thành lập trên mặt phẳng thẳng đứng bất kì chứa trục đèn (mặt phẳng kinh tuyến).

- Đèn phân bố ánh sáng không đối xứng trong không gian chung quanh đèn, thường sử dụng đường cong đẳng Candéla trong tọa độ cực hoặc tọa độ vuông góc, căn cứ vào kết quả đo cường độ sáng trên nhiều mặt phẳng chứa trục đèn (mặt phẳng kinh tuyến (α)), đồng thời xác định trên nhiều mặt phẳng vĩ tuyến dọc trục đèn (φ) (hình 8-4c).

Đường cong cường độ sáng của đèn đối xứng và không đối xứng, theo quy ước chung, thành lập trên mặt phẳng kinh tuyến chứa trục đèn có quang thông $F = 1000\text{lm}$ (hình 8-4c).

Trên cơ sở thừa nhận sự phụ thuộc tỉ lệ giữa cường độ sáng I_α trên phương α (tạo thành với trục đèn trong mặt phẳng kinh tuyến chứa trục đèn) với quang thông F . Từ đường cong cường độ sáng với $F = 1000\text{lm}$, ta có hệ số tỉ lệ $a = I_\alpha/1000$. Hệ số tỉ lệ này giúp tìm cường độ sáng của đèn có công suất bất kì khi biết quang thông của nó.

Nói chung, nhà chế tạo cung cấp đường cong cường độ sáng trong hệ tọa độ cực, cùng với hiệu suất phát quang η và thời hạn sử dụng như là "chứng minh thư" của đèn xuất xưởng.

Hình 8-6a cho dạng đường cong cường độ sáng tương ứng với đặc trưng phân bố ánh sáng của đèn. Hiệp hội thấp sáng thế giới (C.I.E) phân thành 20 cấp từ phân bố ánh sáng trực tiếp định hướng A đến phân bố gián tiếp T.

b) Hiệu suất phát quang η và tính năng phản xạ của chụp đèn

Hiệu suất phát quang của đèn đo bằng tỉ số giữa quang thông của đèn (đèn và chụp) F_d với quang thông của bóng đèn (nguồn) F_b :

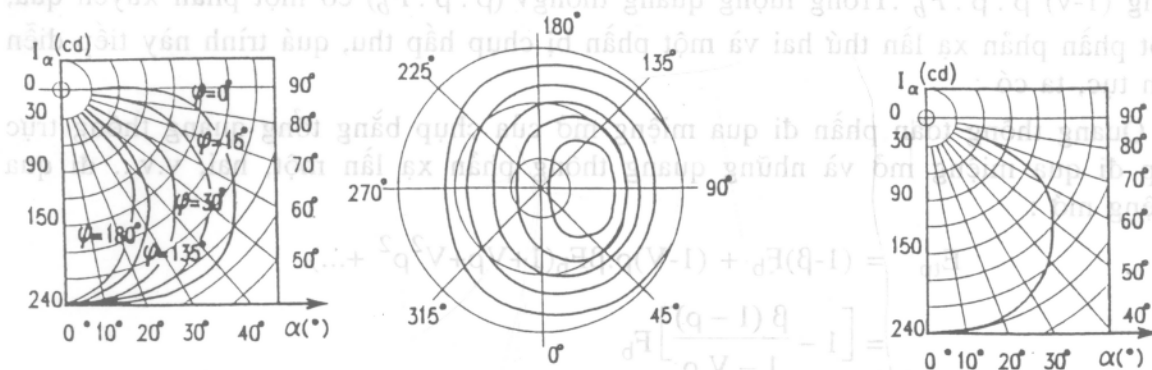
$$\eta = \frac{F_d}{F_b}$$

Hiệu suất phát quang của đèn thường trong khoảng từ 0,4 đến 0,8

Giá trị của η phụ thuộc vào vật liệu chế tạo, vào cấu trúc hình dáng của chao, chụp đèn.

Sự biến đổi quang thông khi đặt bóng đèn vào chụp có ý nghĩa rất lớn trong thực tế.

Chúng ta xét trường hợp bóng đèn có quang thông F_b đặt trong chụp hở bán cầu trên bằng thủy tinh (hình 8-5).

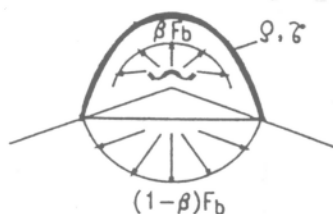


Hình 8-4c

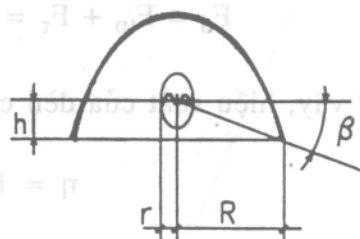
Đường cong $I_{\alpha, \varphi}$ trên mặt phẳng kinh tuyến chứa trục đèn của nguồn sáng không đối xứng.

Đường cong đẳng candela (I) trong hệ tọa độ cực, tập hợp kết quả đo trên nhiều mặt phẳng kinh tuyến chứa trục đèn.

Đường cong I_{α} trên mặt kinh tuyến chứa trục đèn của nguồn đối xứng.



Hình 8-5



Hình 8-6

Trực tiếp định hướng, Trực tiếp khuếch tán, Bán trực tiếp



Hình 8-6a : Dạng đường cong cường độ ánh sáng theo đặc trưng phân bố ánh sáng của đèn. CIE phân thành 20 cấp từ trực tiếp định hướng A đến phân bố gián tiếp T.

Hệ số xuyên sáng và hệ số phản xạ của chụp là τ , ρ .

Hệ số thu sáng của mặt chụp là β . Quang thông rơi tới mặt trong chụp bằng $\beta.F_b$. Quang thông qua miệng mở của chụp rơi xuống không gian phía dưới bằng $(1-\beta).F_b$.

Quang thông tới mặt trong chụp, một phần xuyên qua, bằng $\tau(\beta.F_b)$; một phần phản xạ trở ra, bằng $\rho(\beta.F_b)$; và một phần hấp thu trong chụp bằng $\alpha(\beta.F_b)$. Quang thông phản xạ lần thứ nhất từ mặt trong chụp, một phần trở lại mặt chụp lần thứ hai, phần này bằng $V(\rho.\beta.F_b)$, một phần đi qua miệng mở rơi xuống phía dưới bằng $(1-v)\rho.\beta.F_b$. Trong lượng quang thông $V(\rho.\beta.F_b)$ có một phần xuyên qua, một phần phản xạ lần thứ hai và một phần bị chụp hấp thu, quá trình này tiếp diễn liên tục, ta có :

Quang thông toàn phần đi qua miệng mở của chụp bằng tổng quang thông trực tiếp đi qua miệng mở và những quang thông phản xạ lần một, hai, v.v... đi qua miệng mở :

$$\begin{aligned} E_{tp} &= (1-\beta)F_b + (1-V)\rho.\beta F_b(1+V\rho+V^2\rho^2+\dots) \\ &= \left[1 - \frac{\beta(1-\rho)}{1-V\rho}\right] F_b \end{aligned}$$

- Tổng quang thông xuyên qua chụp, bằng :

$$F_{\tau} = \tau.\beta F_b(1+V\rho+V^2\rho^2+\dots) = \frac{\tau.\beta}{1-V\rho} F_b$$

- Tổng quang thông của đèn bằng :

$$F_d = F_{tp} + F_{\tau} = \left[1 - \frac{\beta(1-\tau-\rho)}{1-V\rho}\right] F_b$$

Như vậy, hiệu suất của đèn chụp hỏ bằng :

$$\eta = 1 - \frac{\beta.\alpha}{1-V\rho}$$

Trong đó, hệ số hấp thu $\alpha = (1-\tau-\rho)$

Từ biểu thức η , dễ dàng rút ra những kết luận sau :

- Giảm nhỏ hệ số hấp thu α , η tăng lên.
- Tăng hệ số thu nhận ánh sáng β của chụp, η giảm.

Giá trị của β phụ thuộc hình dáng, kích thước của chụp, phụ thuộc vị trí tương đối giữa bóng với chụp.

- Hệ số quang thông tới mặt chụp lần thứ 2 (V), về giá trị, xác định bằng tỉ số giữa diện tích phản xạ ánh sáng của mặt chụp F_{ρ} với diện tích miệng mở của chụp F_m :

$$V = F_{\rho} / F_m$$

Khi V tăng, hiệu suất η của đèn giảm.

Nếu chao chụp không xuyên sáng, $\tau = 0$, khi đó :

$$\rho + \alpha = 1$$

$$\alpha = 1 - \rho$$

$$\eta = 1 - \frac{\beta(1 - \rho)}{1 - V\rho}$$

Nếu chao chụp phản xạ khuếch tán, hệ số phản xạ $\rho = \rho_K$, ta có :

$$\eta = 1 - \frac{\beta(1 - \rho_K)}{1 - V\rho_K}$$

Chao chụp phản xạ mặt gương, cấu trúc hình dáng sao cho $V = 0$, tức là sau lần phản xạ thứ nhất, toàn bộ ánh sáng rọi vào không gian phía dưới, khi đó η bằng :

$$\eta = 1 - \beta(1 - \rho)$$

Cho nên, hiệu suất của đèn, trên mức độ rất lớn phụ thuộc chất liệu chế tạo, hình dáng, kích thước của chụp đèn, phụ thuộc tính chất của bề mặt phản xạ, vị trí tương đối giữa bóng với chụp.

c) Góc bảo vệ β

Góc bảo vệ β (hình 8-6) là góc hợp bởi đường thẳng nằm ngang đi qua tim bóng đèn với đường thẳng nối tim đèn đến mép miệng mở của chụp. R là bán kính chụp đèn, r là bán kính tốc nung sáng, và h là chiều cao từ miệng mở của chụp tới tim tốc nung, ta có :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{R + r}$$

Góc bảo vệ β và chiều cao treo đèn liên quan tới hiện tượng lóa mắt, vì vậy căn cứ vào giá trị của β , quy phạm quy định độ cao treo đèn.

3. Phân loại đèn (bao gồm nguồn sáng và dụng cụ chiếu sáng)

Có nhiều cách phân loại đèn, có thể phân theo kiểu dáng cấu tạo, theo mục đích chiếu sáng, có thể theo đặc trưng phân bố ánh sáng của đèn.

a) Theo đặc trưng phân bố ánh sáng có 4 loại cơ bản (hình 8-6a).

- Phân bố ánh sáng trực tiếp, hơn 90% quang thông rọi trực tiếp xuống mặt làm việc, vì vậy ánh sáng không mất nhiều do tường và sàn nhà hấp thu, tuy nhiên dễ tạo bóng vật phẩm trên mặt làm việc. Có thể phân bố nhiều điểm sáng để giảm khả năng tạo bóng.

- Chiếu sáng bán trực tiếp, có khoảng 60% ÷ 90% ánh sáng trực tiếp rọi xuống mặt làm việc, do đó các bề mặt trần và tường cũng được rọi sáng, hiện tượng tạo bóng trên mặt làm việc giảm yếu nhiều, hoàn cảnh ánh sáng tiện nghi hơn.

- Phân bố ánh sáng hỗn hợp, khoảng 40% ÷ 60% ánh sáng trực tiếp rọi xuống mặt làm việc, trường hợp này, các bề mặt giới hạn của phòng, nên sử dụng màu sáng để phản xạ ánh sáng xuống mặt làm việc, tăng hiệu quả phát sáng của đèn.

- Phân bố ánh sáng gián tiếp, hơn 90% quang thông hướng lên trên, hoàn cảnh ánh sáng tạo nên trong phòng do sự phản xạ của các bề mặt giới hạn. Trong phòng bệnh nhân, phòng ở khách sạn, phòng ngủ v.v..., thường áp dụng dạng chiếu sáng này.

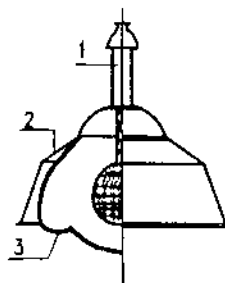
Từ 4 loại phân bố ánh sáng, mỗi loại còn chia thành một số nhóm nhỏ, tính chất phân bố ánh sáng rất khác nhau, Ủy ban chiếu sáng quốc tế C.I.E phân thành 20 cấp phân bố ánh sáng, từ phân bố ánh sáng trực tiếp định hướng A đến phân bố ánh sáng gián tiếp T.

Sự phân bố ánh sáng của đèn quyết định do dụng cụ chiếu sáng.

b) Theo kiểu dáng cấu tạo dụng cụ chiếu sáng

Có thể phân thành 5 loại :

- Đèn hở, chụp đèn có miệng mở.
- Đèn kín, chụp đèn là một quả cầu tròn bằng thủy tinh xuyên sáng.
- Đèn chống ẩm, vật liệu và cấu tạo đảm bảo chống được ẩm ướt.
- Đèn chống bụi.
- Đèn chống nổ, đảm bảo không xuất hiện tia lửa điện, nếu có nổ, chỉ xảy ra trong nội bộ đèn, hoặc không xảy ra nổ.



c) Theo mục đích chiếu sáng

Có 2 loại chiếu sáng là chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ.

d) Theo cách mắc đèn

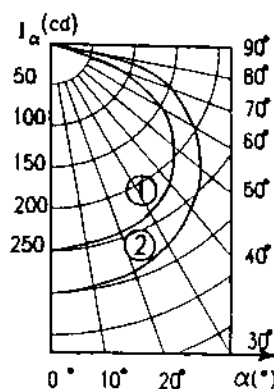
Có các loại đèn treo, đèn trần, đèn tường, đèn cột.

4. Đèn chiếu sáng trong nhà

Đèn chiếu sáng trong nhà có 2 loại thông dụng là đèn nung sáng và đèn huỳnh quang.

a) Đèn nung sáng

Có 3 loại là đèn thông dụng, đèn chống nổ, đèn sử dụng trong môi trường đặc biệt (ẩm ướt, nhiều bụi, môi trường hóa học hoạt tính).



Hình 8-7 : Đèn vạn năng

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1- Cổ đèn | Đường cong cường độ sáng I_a |
| 2- Chụp phản xạ | ① Có mặt tán xạ |
| 3- Mặt tán xạ | ② Không có mặt tán xạ |

Đèn thông dụng :

Sử dụng trong điều kiện bình thường, phổ biến nhất là đèn vạn năng (hình 8-7).

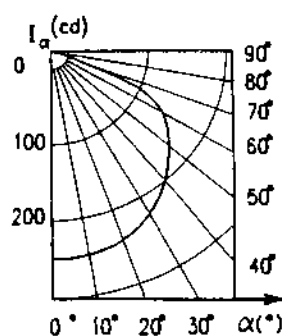
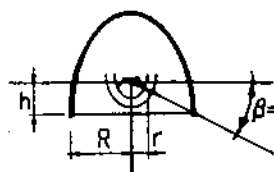
Phía trong, mặt phản xạ 2 tráng men silicat trắng. Mặt tán xạ 3, bằng thủy tinh mờ, bọc kín bóng nung để chống bụi và chống chói.

Đường cong cường độ sáng I_α thành lập với quang thông giả định $F = 1000$ lm. Hiệu suất của đèn 70%. Góc bảo vệ β từ $15^\circ \div 18^\circ$.

- Trong chiếu sáng công nghiệp, thường dùng chụp đèn chiếu sáng sâu, mặt trong tráng men màu trắng (hình 8-8). So với đèn vạn năng, quang thông của đèn này tập trung hơn. Hiệu suất của đèn $60 \sim 65\%$, góc bảo vệ $\beta = 25^\circ \div 30^\circ$. Có thể lắp thêm mặt tán xạ chống bụi.

Đèn phản xạ mặt gương (phản xạ định hướng) :

Có khả năng tập trung ánh sáng rất cao, độ cao treo đèn lớn, chụp phản xạ mặt gương thường có dạng parabol, bóng đèn gương có dạng bán ellíp (hình 8-9), tuổi thọ khoảng $700 \div 800$ giờ. Chụp đèn yêu cầu đảm bảo an toàn cao đối với tác động cơ học và nước thấm vào đèn.

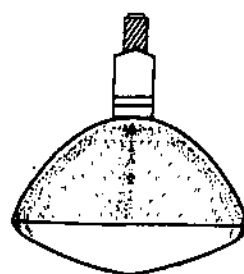


Đèn chống nổ :

Hình 8-8 : Đèn chiếu sáng sâu

Tùy môi trường làm việc, chọn sử dụng đèn có độ an toàn cao, không nổ, không cháy.

Độ an toàn quyết định do những vòng đệm đàn hồi không bắt lửa đặt giữa mối liên kết các bộ phận. Trong cổ chụp đèn có hộp dập hồ quang. Chụp đèn có thể có hoặc không mặt phản quang, mặt xuyên sáng bằng vật liệu trong suốt hoặc mờ. Khi không có mặt phản quang, hiệu suất đạt 70%, khi có mặt phản quang 45%. Góc bảo vệ $\beta \neq 15^\circ$. Chụp đèn thường bằng nhôm, bầu xuyên sáng bằng vật liệu trong suốt hoặc mờ, đủ độ bền với áp suất làm việc 10 ata, đủ sức chống nổ. Hơi nóng trong đèn qua làm nguội và thoát ra ở nắp chụp chỗ liên kết giữa thân với bầu chụp.



Hình 8-9
Bóng đèn gương

Đèn sử dụng trong môi trường không bình thường :

Loại đèn này có thể phân thành 2 nhóm là đèn dùng trong môi trường ẩm ướt, nhiều bụi, có tạp chất hóa học hoạt tính, và đèn dùng trong môi trường như trên nhưng ít bụi.

Cấu tạo đèn thuộc nhóm thứ nhất, chụp bằng sứ hoặc bằng nhôm, lắp đặt kín không thấm ẩm và hơi, có hoặc không có mặt phản quang. Bóng đèn bằng thủy tinh mờ hoặc trong suốt. Đuôi đèn cấu tạo đặc biệt, các bộ phận tiếp xúc với môi trường không bị ăn mòn, dây dẫn cách điện tốt.

Đèn thuộc nhóm thứ hai, tương tự như trên, có mặt phản xạ hoặc khuếch tán bằng thủy tinh.

b) Đèn bóng huỳnh quang

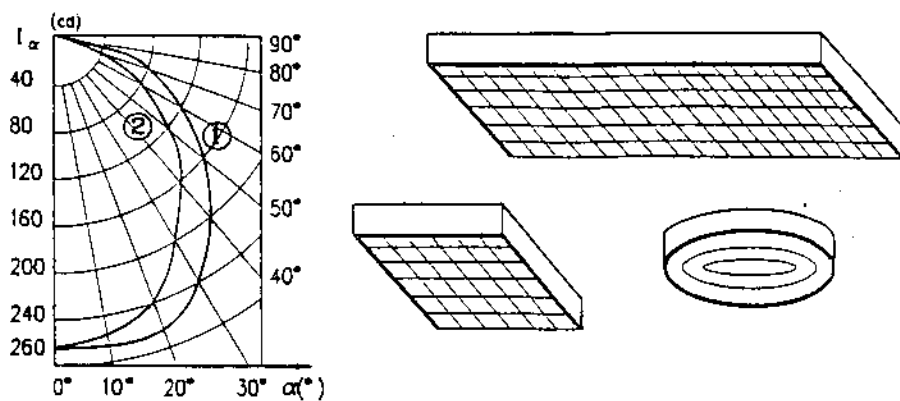
Hiện nay đèn huỳnh quang rất phong phú, từ kiểu dáng đến công suất tiêu thụ của bóng đèn. Dụng cụ chiếu sáng từ loại rất thực dụng đến những kiểu cách có tính trang trí cao (hình 8-10).

Đèn hộp thường sử dụng 2 hoặc 4 bóng để khắc phục hiện tượng dao động của quang thông, trường sáng ổn định.

Trên mặt phẳng thẳng đứng, đường cong cường độ sáng có dạng cosin, trên mặt phẳng nằm ngang, đường cong cường độ sáng phụ thuộc góc bảo vệ của đèn. Có thể sử dụng chụp phản xạ định hướng để tập trung ánh sáng của đèn, nhưng chế tạo khó, giá thành cao, nên ít thông dụng.

Công suất của đèn huỳnh quang thường thấy từ $30W \cong 40W$. Máng gắn đèn bằng kim loại hoặc nhựa, trong đó chứa bộ phận khởi động, đuôi đèn và tang phô.

Hiệu suất của đèn $\eta = 70\% \sim 75\%$.



Hình 8-10 :

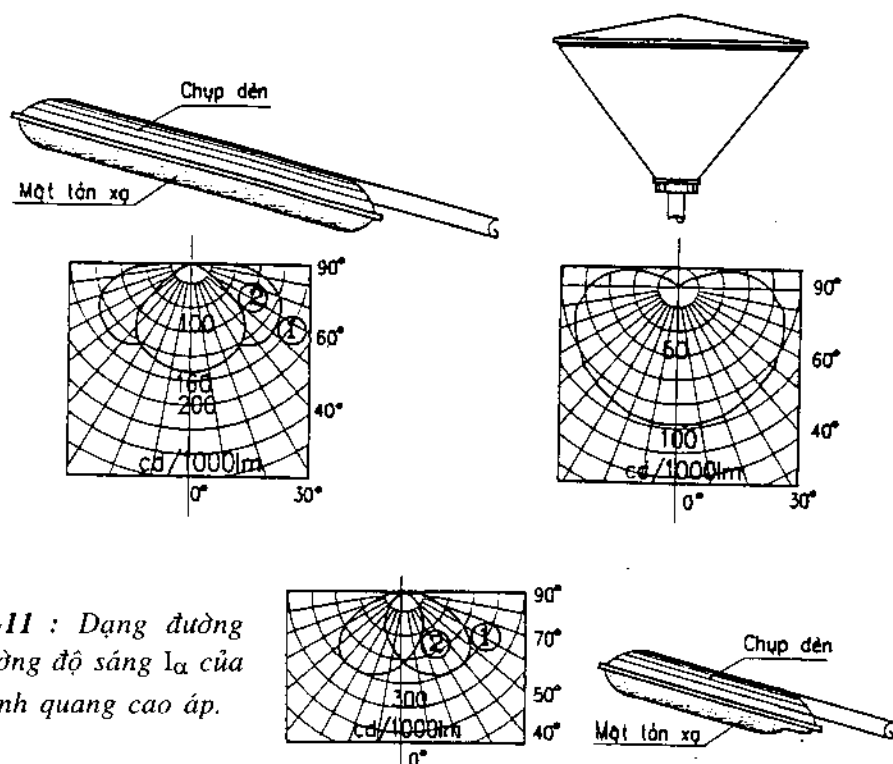
- 1) Trên mặt phẳng nằm ngang
- 2) Trên mặt phẳng thẳng đứng

5. Đèn chiếu sáng ngoài nhà

Yêu cầu cơ bản đối với đèn chiếu sáng ngoài nhà là quang thông phân bố rộng và tương đối xa vì chiều cao đặt đèn lớn. Cấu tạo đảm bảo chống được mưa gió, nước không lọt vào đèn, cách điện an toàn cao.

Trước đây sử dụng đèn nung sáng, ngày nay, hầu hết dùng đèn cao áp thủy ngân và huỳnh quang để chiếu sáng ngoài nhà, chiếu sáng quảng trường, đường phố, nhà ga, bến tàu, công viên, đường hầm v.v.... Ưu điểm của đèn này là tạo được độ rọi lớn trên mặt làm việc, quang phổ tốt hơn đèn nung sáng, kiểu dáng đẹp, hao phí điện năng ít. Khuyết điểm duy nhất của đèn này là giá thành cao, khởi động phức tạp.

Trong đèn có thể lắp 1 hoặc 2 bóng cao áp thủy ngân huỳnh quang. Mặt tản xạ bằng chất dẻo hoặc trong suốt, hoặc có vân, hoặc mài mờ, lắp đặt bên dưới chụp (hình 8-11).



Hình 8-11 : Dạng đường cong cường độ sáng I_{α} của đèn huỳnh quang cao áp.

6. Một số nguồn sáng cấu tạo theo kiến trúc

Loại nguồn sáng này thường thấy có máng phát sáng, trần và panel phát sáng, thực chất là một chi tiết cấu tạo của kiến trúc.

a) Máng phát sáng (hình 8-12a)

Là một yếu tố cấu tạo gắn trong kiến trúc, cho nên bằng vật liệu kiên cố hay không kiên cố, nhưng có tính trang trí rất cao. Về kĩ thuật, đảm bảo cho góc che β , ở vị trí xa nhất không thấy đèn. Khoảng cách giữa nguồn sáng với trần và tường đồng thời thỏa mãn 2 yêu cầu :

- Hơi nóng không làm cháy nám mặt tường và trần
- Ánh sáng phân bố đều trên trần.

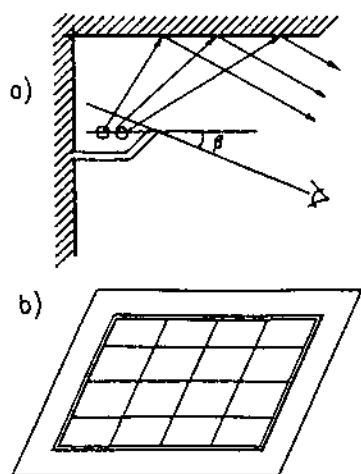
b) Trần sáng, panel sáng (hình 8-12b)

Hai loại mặt phát sáng này giống nhau về cấu tạo, chỉ khác nhau về diện tích bề mặt phát sáng. Diện tích panel nhỏ hơn diện tích trần sáng. Thay vì trần không xuyên sáng, cấu tạo trần bằng vật liệu xuyên sáng, nguồn sáng và hệ thống kĩ thuật đặt trên trần.

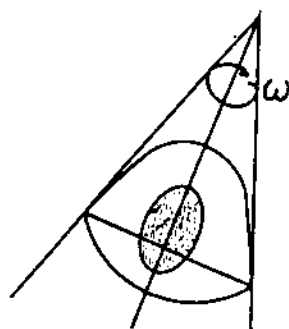
Hệ khung trần đỡ mặt phát sáng vừa đảm bảo tính thẩm mỹ, vừa đảm bảo mặt phát sáng làm việc an toàn.

Để cho quang thông phân bố đều, cần bố trí đèn hợp lí theo 2 khoảng cách : d là khoảng cách giữa các bóng đèn, và h là khoảng cách từ tâm đèn đến mặt phát sáng. Theo kinh nghiệm, nên đảm bảo tỉ lệ đối với đèn nung sáng $d/h \approx 0,9$ đối với đèn huỳnh quang $d/h \approx 2,4$. Ngoài ra, cần đảm bảo tỉ lệ độ chói giữa mặt phát sáng và các bộ phận tối của trần, tỉ lệ này trong khoảng từ $5 \div 20$. Cũng theo kinh nghiệm, nếu trần màu sáng thì diện tích mặt phát sáng ít nhất bằng $1/4$ diện tích toàn trần đủ thỏa mãn tỉ lệ độ chói trên đây.

Mặt phát sáng bằng thủy tinh hoặc bằng chất dẻo làm việc ổn định ở nhiệt độ tối đa 70°C , cho nên khoảng cách h không nên nhỏ hơn 100mm.



Hình 8-12



Hình 8-13

7. Đèn pha (đèn chiếu sáng xa)

Sử dụng đèn pha để chiếu sáng mặt đứng kiến trúc, sân vận động v.v...

Đặc trưng kĩ thuật của đèn pha :

Cường độ sáng, tầm xa chiếu sáng tối đa, góc mở ω của chùm sáng.

Hệ số có ích, xác định bằng tỉ số giữa quang thông có ích với quang thông toàn phần của đèn.

Hiệu suất phát sáng.

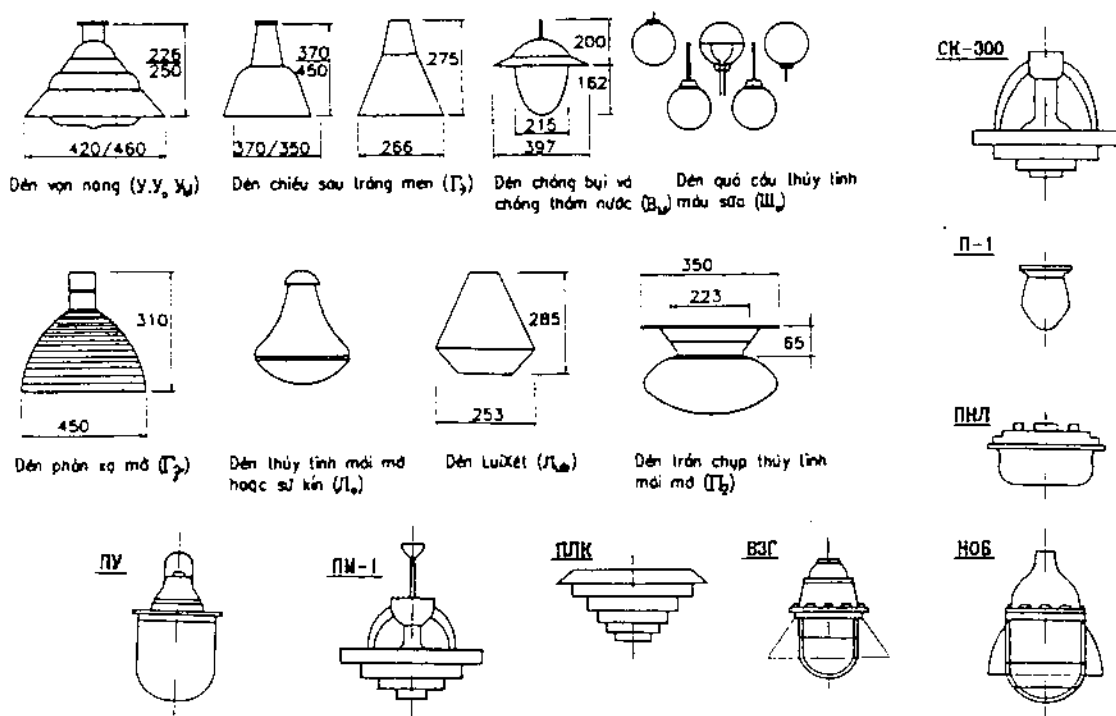
Với điện áp xác định, cường độ sáng tối đa phụ thuộc vào góc mở tối đa ω của chùm sáng (hình 8-13).

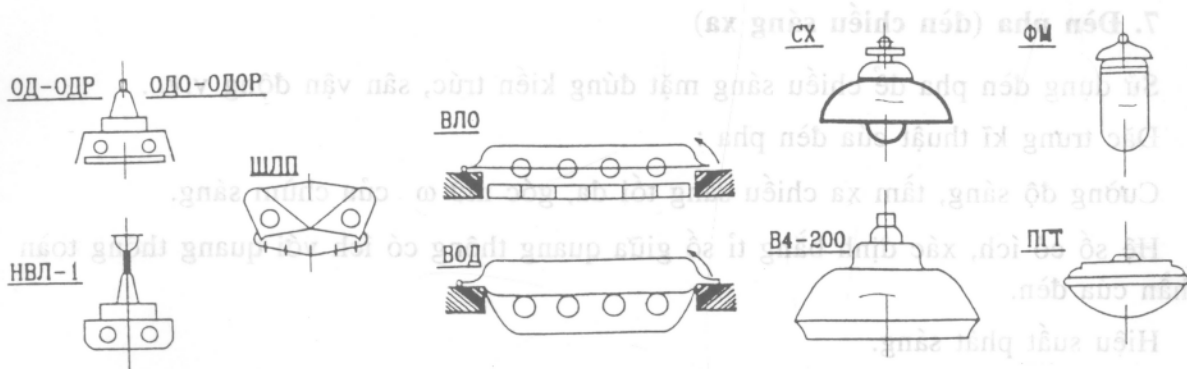
Tầm xa xác định bằng khoảng cách tới mặt được rọi, và mặt này nhận được cường độ sáng không ít hơn 1/10 cường độ sáng tối đa của đèn. Trên mức độ tiên quyết, cường độ sáng tối đa quyết định tầm xa chiếu sáng.

Góc mở có ích của đèn pha thường thấy trong khoảng từ $16^\circ \sim 30^\circ$ trên cả 2 phương nằm ngang và thẳng đứng.

Hiệu suất phát sáng của đèn tùy thuộc loại bóng đèn, cấu trúc pha phân bố ánh sáng. Thông thường hiệu suất phát sáng của đèn pha khoảng 30% ~ 60%.

8. Một số kiểu dáng dụng cụ chiếu sáng thường thấy-Tư liệu của Liên Xô cũ





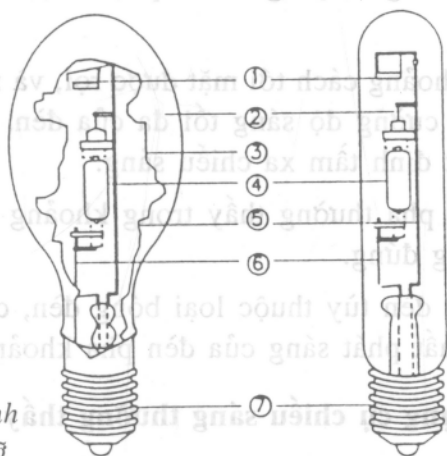
Đèn HPI(T) halogen kim loại cao áp

Tư liệu Philips

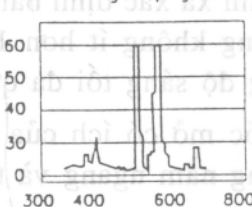
1. Vòng cố định giữ chân không cao, đảm bảo hiệu quả cực đại cho đèn
2. Vỏ ngoài hình ống hoặc elip bằng thủy tinh bền không chịu ảnh hưởng của khí quyển.
3. Lớp phủ bên trong
4. Ống phóng điện thạch anh
5. Màng sông bảo vệ giá đỡ
6. Điện vào / giá đỡ
7. Dui xoáy E40

Bóng đèn huỳnh quang HPL-N

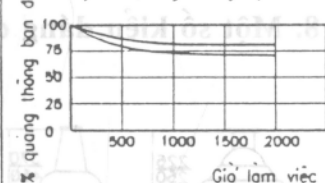
1. Giá đỡ
2. Vỏ ngoài bằng thủy tinh không chịu ảnh hưởng khí quyển
3. Lớp phủ bên trong
4. Điện vào/giá đỡ
5. Ống phóng điện thạch anh
6. Điện cực phụ
7. Điện cực chính
8. Điện trở mồi
9. Dui xoáy



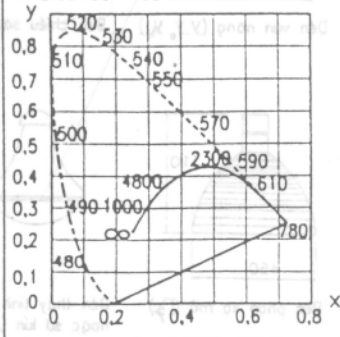
Phân bố
Phổ năng lượng



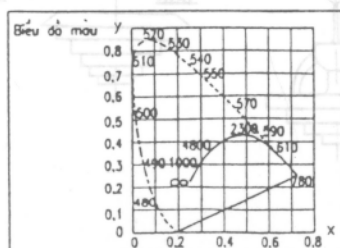
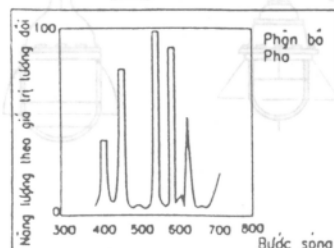
Duy trì quang thông định mức

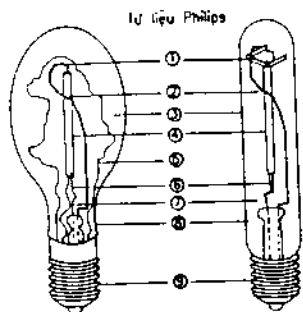


Biểu đồ màu

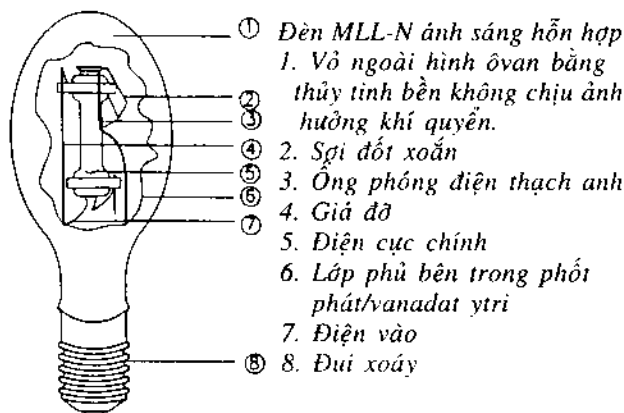


Tư liệu Claude





Tủ liệu Philips

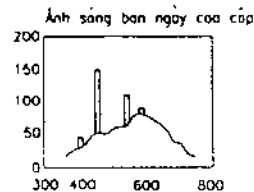
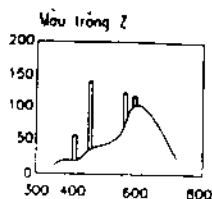


Đèn SON-SON/T hơi natri cao áp

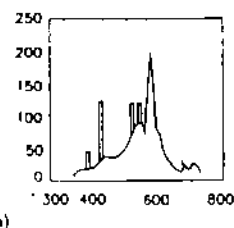
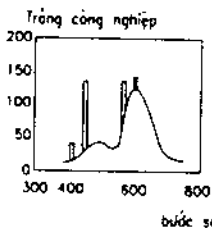
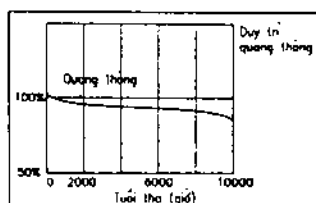
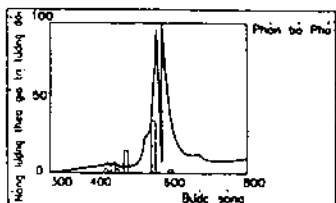
1. Giá đỡ giữ đèn ống phóng điện thẳng hàng
2. Đầu điện vào/giá xoắn cải thiện đặc tính quang học
3. Bóng đèn hình ống hoặc elip bằng thủy tinh bền, ít chịu ảnh hưởng khí quyển.
4. Ống phóng điện Oxit nhôm trong để có hiệu suất tối đa
5. Lớp phủ bên trong
6. Thiết bị giãn nở để khử ứng suất nhiệt trên mối hàn và ống phóng điện
7. Điện vào/giá đỡ
8. Chất hút khí để giữ chân không cao đảm bảo hiệu quả cực đại trong quá trình đèn làm việc
9. Đui xoáy E40.

Đèn HỮNG QUANG

PHỤ PHỐ PHỐ



Phy lý Á(1) - Tủ liệu Claude



IV. QUY PHẠM, TIÊU CHUẨN CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO

Ánh sáng tự nhiên có tính năng sinh lý rất cao, cho nên những nghiên cứu, sáng chế nguồn sáng nhân tạo đều hướng tới mục tiêu tạo được hoàn cảnh ánh sáng gần giống ánh sáng tự nhiên.

Trong điều kiện kinh tế kỹ thuật cho phép, quy phạm chiếu sáng nhân tạo thành lập tiêu chuẩn theo hướng nói trên. Theo sự tăng trưởng kinh tế và phát triển kỹ thuật, quy phạm nâng cao dần tiêu chuẩn, từng bước hoàn thiện tiện nghi chiếu sáng nhân tạo, hòa nhập với chiếu sáng tự nhiên.

Cũng như chiếu sáng tự nhiên, quy phạm chiếu sáng nhân tạo thành lập các tiêu chuẩn căn cứ theo quy luật độ nhìn của thị giác đối với vật quan sát trong trường nhìn và hoàn cảnh ánh sáng cụ thể.

1. Những điều kiện và yêu cầu của quy phạm

- Độ chói hợp lí trên mặt làm việc
- Tương quan độ chói giữa vật quan sát và bối cảnh trong tầm nhìn
- Không gây lóa mắt
- Phân bố độ rọi đủ và hợp lí trên mặt làm việc, bao gồm cường độ (số lượng), chất lượng và tính định hướng của ánh sáng. Màu của ánh sáng.
- Tạo được phản ứng tâm sinh lí hưng phấn, năng động, một hoàn cảnh ánh sáng an toàn trong lao động.
- Tăng sức biểu hiện những tổ chức thẩm mỹ kiến trúc : mặt đứng kiến trúc, nội ngoại thất, quảng trường, đường phố, đền đài, lăng tẩm v.v...

2. Quy phạm, tiêu chuẩn

Quy phạm quy định tiêu chuẩn chiếu sáng nhân tạo bao gồm 2 nội dung :

- Cường độ ánh sáng trên mặt làm việc, biểu thị bằng độ rọi nhỏ nhất E_{min} . Giá trị của E_{min} biểu thị số lượng ánh sáng tối thiểu cần có trên mặt làm việc.
- Chất lượng ánh sáng trên mặt làm việc và trong toàn không gian phòng, bao gồm độ đồng đều của trường sáng, không lóa mắt, tương quan độ chói giữa vật quan sát và bối cảnh trong tầm nhìn, tính định hướng cần có của ánh sáng tới, màu của ánh sáng v.v...

a) Quy phạm

Phân biệt quy định tiêu chuẩn chiếu sáng nhân tạo cho nhà ở và công trình công cộng, cho công nghiệp và cho chiếu sáng ngoài nhà như quảng trường, đường phố, sân vận động, sân ga, bến bãi, công viên v.v... tương ứng với 2 phương thức chiếu sáng là chiếu sáng chung và chiếu sáng cục bộ trong chiếu sáng chung gọi là chiếu sáng hỗn hợp.

b) Phân cấp chiếu sáng

Tương tự như chiếu sáng tự nhiên, phân cấp chiếu sáng nhân tạo căn cứ theo đặc điểm công việc và kích thước vật quan sát.

Tiêu chuẩn xây dựng TCXD 16 : 1986, phân các phòng của công trình công cộng thành 3 nhóm (bảng 8-1) :

- Nhóm 1 : Văn phòng, phòng làm việc, phòng thiết kế, phòng bác sĩ, phòng mổ, lớp học, giảng đường, phòng thí nghiệm, phòng nhóm trẻ, lớp mẫu giáo, phòng đọc v.v...

- Nhóm 2 : Phòng ăn, uống, gian bán hàng, gian triển lãm, gian trưng bày vật phẩm phẳng v.v...

- Nhóm 3 : Phòng hòa nhạc, hội trường, phòng khán giả, phòng giải lao trong nhà hát, CLB, rạp chiếu bóng, sảnh đón v.v...

Bảng 8-1

Kích thước vật quan sát (mm)	Cấp công việc	Phân cấp	Thời gian tiến hành công việc	Độ rọi nhỏ nhất (L_x)	
				Đèn huỳnh quang	Đèn nung sáng
0,15 đến 0,3	I	a	Thường xuyên	400,0	200
		b	Từng đợt có tính chu kì	300,0	150
		c	Không lâu	150,0	75
Từ 0,3 đến 0,5	II	a	Thường xuyên	300,0	150
		b	Từng đợt có tính chu kì	200,0	100
		c	Không lâu	100,0	50
Lớn hơn 0,5	III	a	Thường xuyên	150	75
		b	Từng đợt có tính chu kì	100	50
		c	Không lâu	75	30

Bảng (8-2), phân cấp chiếu sáng nhà sản xuất, quy phạm phân thành 7 cấp, mỗi cấp trong đó còn chia ra 4 nhóm nhỏ theo độ tương phản sáng tối K giữa vật quan sát và bối cảnh trong trường nhìn.

$$K = \frac{B_v - B_b}{B_b}$$

Trong đó :

B_v - Độ chói của vật quan sát (cd/m^2)

B_b - Độ chói của bối cảnh (cd/m^2)

Độ chói của bối cảnh phân biệt có 3 cấp là sáng, trung bình và tối

Gọi là sáng khi hệ số phản xạ của bề mặt $\rho > 4$.

Trung bình khi $\rho = 0,2 \div 0,4$ và gọi là tối khi $\rho < 0,2$.

Độ tương phản cũng phân biệt có 3 cấp :

- Độ tương phản lớn, khi giá trị của $K > 0,5$
- Độ tương phản trung bình, khi giá trị của $K = 0,2 \div 0,5$
- Độ tương phản nhỏ, khi giá trị của $K < 0,2$

Giá trị độ rọi tối thiểu E_{min} quy định cho mỗi cấp chiếu sáng, đã tính tới trường hợp quan sát trong bối cảnh tối, tức là quan sát trong điều kiện khó khăn nhất (bảng 8-2).

c) *Chiếu sáng sự cố*

Quy phạm quy định 2 trường hợp chiếu sáng sự cố :

- Chiếu sáng sự cố để làm việc tiếp tục khi mất điện.
- Chiếu sáng sự cố để thoát người khi mất điện.

d) Chiều sáng bảo vệ

Đảm bảo độ rọi tối thiểu cho công tác bảo vệ ban đêm.

e) Những căn cứ để lựa chọn phương thức chiếu sáng

- Phương thức chiếu sáng chung phân bố ánh sáng đều áp dụng trong trường hợp vị trí làm việc phân bố đều và ổn định trên bình diện rộng, tính chất công việc giống nhau, không cần quan sát chi tiết, chỉ cần quan sát chung, không yêu cầu tính định hướng của ánh sáng tới.

Phương thức chiếu sáng chung, phân bố ánh sáng không đều áp dụng trong trường hợp có nhiều nhóm công việc khác nhau, yêu cầu độ rọi không giống nhau trên mặt làm việc.

Phương thức chiếu sáng hỗn hợp là chiếu sáng chung kết hợp chiếu sáng cục bộ, trong trường hợp này, độ rọi cho chiếu sáng chung không nên thấp hơn 10 % tiêu chuẩn quy định, đảm bảo mắt không trải qua quá trình thích nghi sáng tối hoặc tối sáng khi di chuyển tầm nhìn.

Trên mặt làm việc, khoảng cách giữa các vị trí công việc khá lớn, độ rọi yêu cầu cao, tại mỗi vị trí công việc cần có ánh sáng định hướng khác nhau và thường xuyên thay đổi do yêu cầu quan sát trong quá trình làm việc.

Không được sử dụng chiếu sáng cục bộ thay thế cho chiếu sáng chung.

h) Chiều sáng các công trình thể thao

Phương tới của tia sáng : Ngoài phạm vi gây lóa, thường phải lớn hơn 70° so với tầm nhìn nằm ngang, mặt khác hướng của tia sáng tới không đối diện với hướng di chuyển của vận động viên. Đảm bảo độ rọi trên mặt sân và mọi hướng trên mặt đứng, trong độ cao 2m từ mặt sân.

Trong các nhà thi đấu : Bóng chuyền, bóng rổ, quần vợt, bóng đá, không cho phép bố trí đèn và cửa lấy ánh sáng trên tường (4 mặt tường), trừ những đèn tản xạ ánh sáng.

Không cho phép sử dụng đèn chiếu sáng nâu, phân bố ánh sáng trực tiếp trong các hồ bơi có mái. Chiếu sáng sự cố trong trường hợp này phải đảm bảo độ rọi trên toàn mặt hồ không nhỏ hơn 5 lux.

3. Quy định chất lượng chiếu sáng

Qui phạm hiện hành của ta đặc biệt lưu ý 3 chỉ tiêu chất lượng ánh sáng :

Độ rọi trụ E_{lr} , đánh giá mức độ no quang thông của trường sáng trên 2 phương ngang và đứng.

Hiện tượng lóa mắt, đặc trưng bằng chỉ số lóa mắt M và N.

M là chỉ số lóa mắt mắt tiện nghi nhìn, đánh giá chất lượng sáng của trường sáng trong phòng (xem chương 4), xác định trên suốt chiều dọc giữa phòng, cách nền 1,5m.

N là chỉ số lóa mắt đánh giá chất lượng phát quang của hệ thống chiếu sáng (xem chương 4)

Chỉ số màu của ánh sáng R_a

a) Độ rọi trực E_{tr}

Độ rọi trực xác định trên trục dọc giữa phòng, cách nền 1,5m (chiều cao trung bình người đứng quan sát). Chỉ áp dụng khi chiếu sáng chung.

Bảng 8-2. Phân cấp chiếu sáng và tiêu chuẩn chiếu sáng sản xuất trong nhà TCXD 16:1986

Cấp chiếu sáng theo tính chất công việc	Kích thước vật quan sát (mm)	Phân cấp	Đặc điểm trường nhìn		Độ rọi tối thiểu E_{min} (lux)			
			Độ tương phản K	Bối cảnh	Đèn huỳnh quang		Đèn nung sáng	
					C.S hỗn hợp	C.S chung	C.S hỗn hợp	C.S chung
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cấp I Rất chính xác	< 0,1	a	nhỏ	tối	2000	500	1000	200
		b	nhỏ	sáng	1500	500	750	200
			trung bình	tối	1500	500	750	200
		c	trung bình	sáng	1000	400	500	200
Cấp II Chính xác cao	$\geq 0,1$ $\leq 0,3$		lớn	tối	1000	400	500	200
		d	lớn	sáng	500	200	300	100
		a	nhỏ	tối	1500	500	750	200
		b	nhỏ	sáng	750	300	400	100
Cấp III Chính xác	> 0,3 $\leq 1,0$		trung bình	tối	750	300	400	100
		c	trung bình	sáng	500	150	300	75
			lớn	tối	500	150	300	75
		d	lớn	sáng	400	100	200	50
Cấp IV Chính xác vừa	> 1,0 ≤ 10	a	nhỏ	tối	750	200	400	100
		b	nhỏ	sáng	500	150	300	75
			trung bình	tối	500	150	300	75
		c	trung bình	sáng	400	100	200	50
			lớn	tối	400	100	200	50
		d	lớn	sáng	300	100	150	50
		a	nhỏ	tối	100	100	100	30
		b	nhỏ	sáng	100	100	100	30
			trung bình	tối	100	100	100	30
		c	trung bình	sáng	75	75	75	20
			lớn	tối	75	75	75	20
		d	lớn	sáng	75	75	75	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cấp V Thô sơ	> 10	Không phụ thuộc vào hệ số phản xạ ρ của bối cảnh và độ tương phản K giữa vật và bối cảnh			75	75	75	-
Cấp VI	Chỉ cần quan sát theo dòng vận chuyển của quá trình công nghệ, không cần phân biệt chi tiết vật quan sát				50	50	10	-
Cấp VII	Mặt làm việc của các thiết bị, dụng cụ, sản phẩm và vật liệu tự phát sáng				100	100	20	-

Mức độ no quang thông trong phòng đặc trưng bằng mật độ quang thông trung bình ΔF phân bố trên diện tích S_t (m^2) của mặt trụ, khi $S \rightarrow 0$; hình trụ đường kính D , chiều cao h , đặt đứng:

$$E_{tr} = \lim_{S_t \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{S_t} = \lim_{\substack{D \rightarrow 0 \\ h \rightarrow 0}} \frac{\Delta F}{S_t} ; \quad \text{lux}$$

Giá trị của E_{tr} trong phòng bằng tổng 2 độ rọi của đèn rọi tới $E_{tr,d}$ và các bề mặt giới hạn của phòng phản chiếu tới $E_{tr,p}$:

$$E_{tr} = E_{tr,d} + E_{tr,p}$$

Do đó, độ rọi trụ phụ thuộc nhiều yếu tố:

Kích thước hình học của phòng. Màu sắc và hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng.

Chiều cao treo đèn H_p và loại đèn

Màu sắc và hệ số phản xạ của trang thiết bị, của chế phẩm sản xuất trong phòng.

Độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang E_n trong phòng.

Về kích thước hình học của phòng, chiều cao treo đèn H_p đặc trưng bằng chỉ số phòng i , như sau:

$$i = \frac{S}{H_p(a+b)}$$

Trong đó:

S - Diện tích phòng (m^2)

$S = a \times b$ (m^2)

a, b - Chiều rộng, chiều dài phòng.

b) Loại nguồn sáng :

Trong thực tế, chủng loại đèn rất phong phú, để tiện sử dụng có thể quy các loại đèn thành 4 nhóm điển hình với 4 đường cong cường độ sáng tiêu biểu (hình 8-14)

Khi thiết kế, so sánh đường cong độ sáng của đèn đã chọn với 4 đường cong cường độ sáng tiêu biểu, để xác định đèn đã chọn thuộc nhóm nào, và tính độ rọi trụ theo nhóm đèn đó.

c) Có thể áp dụng những toán đồ sau để xác định độ rọi E_{tr} :

Độ rọi trụ E_{tr} nhỏ nhất và độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang tiêu chuẩn E_n trong phòng (mặt làm việc nằm ngang) có quan hệ như sau :

$$m = \frac{E_n}{E_{tr}}$$

Tỉ số m , chỉ số phòng i và hệ số phản xạ ρ của các bề mặt giới hạn trong phòng có quan hệ qua lại hoàn toàn xác định, kết quả thực nghiệm ghi trong các toán đồ (hình 8-14b, c, d, e).

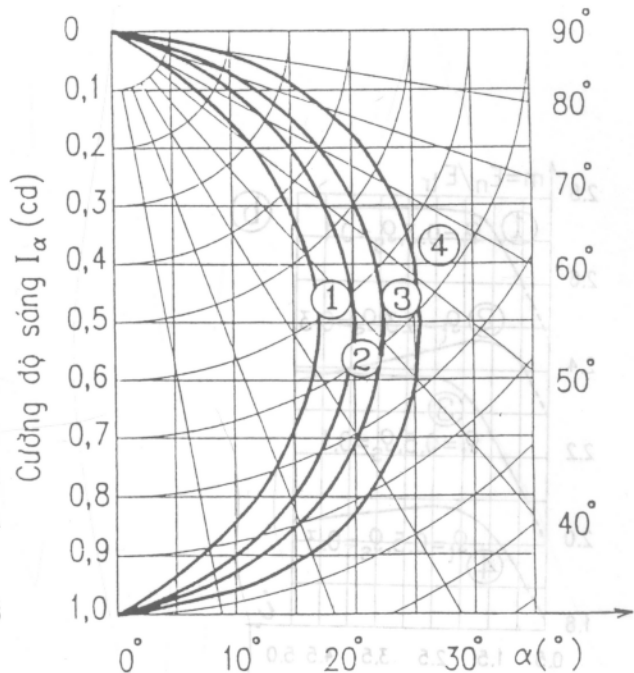
Từ các biểu đồ (hình 8-14b, c, d, e), tìm được giá trị m thích hợp. Từ cấp chiếu sáng của công trình xác định giá trị độ rọi tiêu chuẩn E_n trên mặt phẳng nằm ngang ta có độ rọi trụ tính toán thiết đặt thực tế bằng :

$$E_{tr} = \frac{E_n}{m} \geq [E_{tr}]$$

Trong đó, $[E_{tr}]$ - Độ rọi trụ tiêu chuẩn quy phạm quy định (bảng 8-6).

Thí dụ :

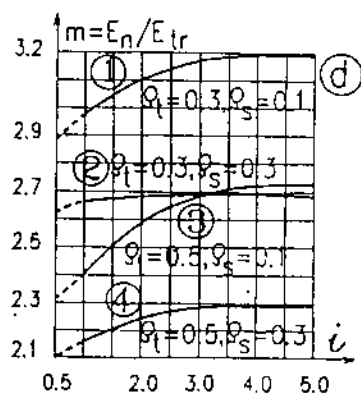
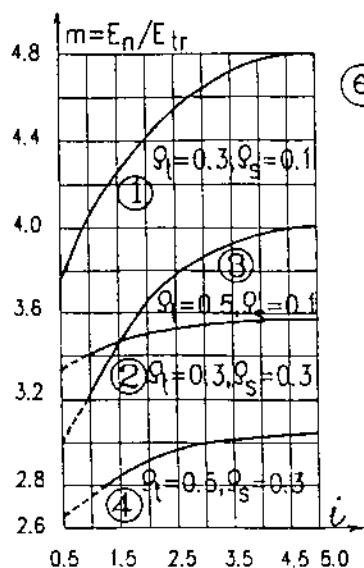
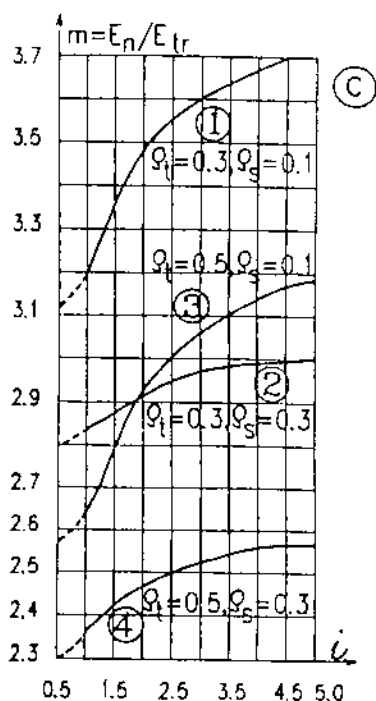
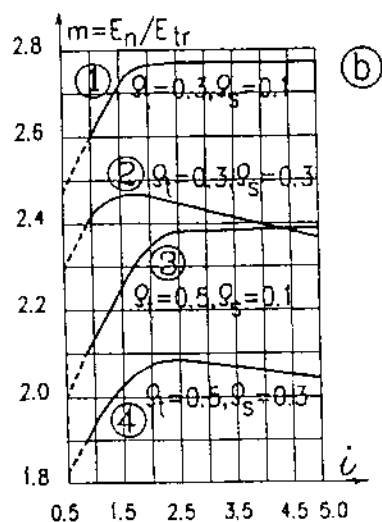
Tính độ rọi trụ nhỏ nhất cho phòng triển lãm cao $\times$ rộng $\times$ dài $= 5 \times 9 \times 30m^3$, chiều cao treo đèn $h_p = 3,6m$. Hệ số phản xạ của tường $\rho_t = 0,3$; của sàn $\rho_s = 0,1$. Tiêu chuẩn độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang cách sàn $0,8m$ là $E_n = 200 \text{ lux}$. Độ rọi trụ tiêu chuẩn $[E_{tr}] = 50 \text{ lux}$ (đèn huỳnh quang).



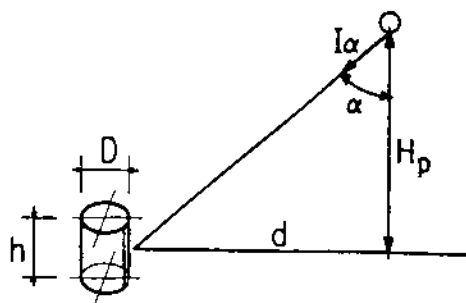
Hình 8-14

Đường cong cường độ sáng của 4 nhóm đèn điển hình

- 1) $I_\alpha = I_0 \cdot \cos \alpha$; 2) $I_\alpha = I_0 \cdot \cos^{1,43} \alpha$;
3) $I_\alpha = I_0 \cdot \cos^2 \alpha$; 4) $I_\alpha = I_0 \cdot \cos^3 \alpha$.



- b) với $I_\alpha = I_0 \cos \alpha$;
 c) với $I_\alpha = I_0 \cos^{1.43} \alpha$;
 d) với $I_\alpha = I_0 \cos^2 \alpha$;
 e) với $I_\alpha = I_0 \cos^3 \alpha$



Hình 8-14a

Hình 8-14 (b, c, d, e)
 Đường cong quan hệ giữa m và i với hệ số phản xạ trung bình của trần $\rho_{tr} = 0,5$, đã kể tới hệ số dự trữ K , tương ứng với I_α , ρ_1 , ρ_s khác nhau.

Giải :

Chỉ số phòng i :

$$i = \frac{S}{H_p (a+b)} = \frac{9 \times 30}{3,6 (9 + 30)} = \frac{270}{140,4} = 1,92$$

Sử dụng đèn huỳnh quang thuộc nhóm 1 (hình 8-14), tương ứng $I = I_0 \cos \alpha$. Từ biểu đồ (hình 8-14b), đường cong số 1 ($\rho_t = 0,3$, $\rho_s = 0,1$), tìm được $m = 2,78$.

$$E_{tr} = \frac{E_n}{m} = \frac{200}{2,78} \approx 72 \text{ lux} > [50 \text{ lux}] = [E_{tr}]$$

Đạt yêu cầu

d) Nhiệt độ màu, chỉ số màu của ánh sáng

+ Nhiệt độ màu :

Màu của ánh sáng quyết định mức độ trung thực màu của vật quan sát. Tính trung thực và tính biến màu trên vật quan sát có ý nghĩa to lớn trong nghệ thuật chiếu sáng kiến trúc.

Mọi người vẫn thường coi ánh sáng trắng ban ngày là ánh sáng có quang phổ liên tục từ màu tím $\lambda = 380$ mμ đến màu đỏ $\lambda = 760$ mμ, trong toàn miền bức xạ điện từ khả kiến. Thực ra, ánh sáng ban ngày thay đổi đáng kể theo góc cao mặt trời và theo điều kiện khí hậu.

Để có căn cứ đánh giá màu của ánh sáng trong miền bức xạ khả kiến, người dùng màu bức xạ nhiệt toàn phần của vật đen tuyệt đối khi đốt nóng từ 2000 đến 10.000° K làm chuẩn so sánh đối với mọi nguồn sáng tự nhiên và nhân tạo.

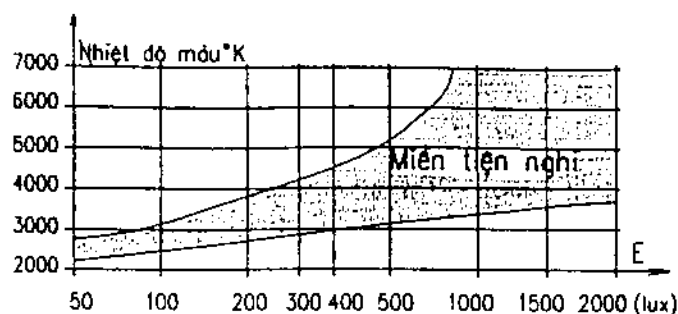
Thực nghiệm cho kết quả sau :

- Đốt nóng vật đen tuyệt đối lên 2500 đến 3000°K cho ánh sáng lúc mặt trời lặn, ánh sáng đèn nung sáng chứa nhiều bức xạ màu đỏ, ánh sáng nóng.

- Đốt nóng tới nhiệt độ 4500 ÷ 5500° cho bức xạ giống ánh sáng tự nhiên ngày trời trong.

- Đốt nóng tới 6000 đến 8000°K, bức xạ ánh sáng giống ánh sáng tự nhiên ngày đầy mây, ánh sáng lạnh chứa nhiều bức xạ màu xanh da trời, (hình 8-15).

Kết quả thực nghiệm về sinh lý cảm nhận ánh sáng của mắt người (của Kruithof), cho thấy rằng những nguồn nhiệt độ màu thấp, miền tiện nghi ở độ rọi thấp. Với độ rọi cao, cần phải sử dụng nguồn sáng lạnh, nhiệt độ màu cao.



Hình 8-15

*Biểu đồ thực nghiệm xác định
miền tiện nghi màu của bức xạ khả kiến
(của Kruithof)*

Kết quả thực nghiệm này chỉ dẫn phương hướng chọn nguồn sáng trong chiếu sáng nhân tạo.

+ Chỉ số màu :

Để tiện ứng dụng trong thực tế, người ta chia mức độ lệch màu của ánh sáng làm 100 bậc. Bậc 0 là màu của ánh sáng đơn sắc và bậc 100 là ánh sáng trắng của vật đen tuyệt đối bức xạ ở nhiệt độ cao. Thang bậc này gọi là chỉ số màu R_a của ánh sáng. Trong ứng dụng thực tế, mọi người chấp nhận phân bậc chỉ số màu như sau :

$R_a < 50$: Màu của vật quan sát biến đổi hoàn toàn (nhiệt độ màu $t_m < 3000$ đến 4500°K).

$R_a < 70$: Chiếu sáng trong công nghiệp không yêu cầu phân biệt màu chính xác ($t_m = 4000 \div 6000^\circ\text{K}$).

$70 < R_a < 85$: Chiếu sáng trong trường hợp không yêu cầu cao về phân biệt màu vật quan sát ($t_m = 4500 \div 6500^\circ\text{K}$).

$R_a > 85$: Chiếu sáng trong nhà ở và những nơi yêu cầu phân biệt màu chính xác ($t_m = 5000 \div 6500^\circ\text{K}$)

Tiêu chuẩn TCXD 16 : 1986 quy định cụ thể chỉ số màu R_a đối với từng loại công việc, tương ứng với từng loại đèn thông dụng (bảng 8 - 3).

e) Phương pháp đánh giá chất lượng chiếu sáng trong nhà theo chỉ số lóa mắt mất tiện nghi M

Tiêu chuẩn xây dựng TCXD16 : 1986, quy định cụ thể trình tự của phương pháp đánh giá chất lượng chiếu sáng trong các công trình công cộng theo chỉ số lóa mắt mất tiện nghi M.

Trình tự đó tóm tắt như sau :

Xác định đèn đã chọn thuộc nhóm nào trong 4 nhóm tiêu biểu (hình 8-14)

Xác định chỉ số phòng $[i_b]$ quy định trong tiêu chuẩn (bảng 8-4)

Xác định chỉ số phòng i của phòng cần chiếu sáng.

So sánh i với $[i_b]$:

Nếu $i < [i_b]$ thì đạt yêu cầu

Nếu $i > [i_b]$ thì không đạt yêu cầu, phải chọn lại

Thí dụ :

Xưởng thiết kế, cao $\times$ rộng $\times$ dài = $3 \times 6 \times 12$ (m^3). Hệ số phản xạ của trần $\rho_{tr} = 0,7$, $\rho_t = 0,5$ và $\rho_s = 0,1$. Sử dụng 2 loại đèn là đèn phân nhóm 7 thuộc nhóm I, (I_7) và đèn phân nhóm 2 thuộc nhóm III. Chỉ số lóa mắt tiện nghi tiêu chuẩn $M = 40$.

Giải :

Xác định giá trị chỉ số i_b . Theo bảng 8-4, tương ứng với $M = 40$, đèn nhỏ I_7 , $i_b = 1,5$, ($\rho_t = 0,5$; $\rho_s = 0,1$). Đèn nhóm III₂, chỉ số M, không vượt quá tiêu chuẩn quy định với mọi giá trị của i .

Xác định giá trị chỉ số phòng i :

$$i = \frac{S}{H_p (a + b)} = \frac{12 \times 6}{2,7 (12 + 6)} = 1,48$$

So sánh i_b và i :

$i = 1,48 < i_b = 1,5$ đảm bảo giới hạn yêu cầu của chỉ số lóa mắt mất tiện nghi $M = 40$.

Bảng 8-3. Chọn đặc tính màu của nguồn sáng theo công việc
TCXD 16 : 1986

	Đặc điểm công việc	$[E_{min}](lx)$ trong hệ thống C.S chung	Chỉ số màu R_a nhỏ nhất	Nhiệt độ màu $^{\circ}K$	Loại nguồn sáng có đủ tiêu chuẩn yêu cầu
1	Cần phân biệt màu chính xác (xưởng may, xưởng in...)	≥ 300	90	5000 ÷ 6500	Đèn huỳnh quang (H.Q), ánh sáng trắng lạnh đã cải tiến màu Đèn H.Q ánh sáng ban ngày đã cải tiến màu, đã bổ sung bức xạ cực tím
2	Cần phân biệt và so sánh màu chính xác	≥ 300	85	4000 ÷ 6500	Như trên
3	Cần phân biệt màu, không cần so sánh màu	≥ 300	85	4000 ÷ 6500	Như trên
4	(xưởng lắp ráp điện tử, xưởng đóng sách, phòng ăn)	150 ÷ 300	55	3000 ÷ 4500	Đèn H.Q ánh sáng trắng đã cải tiến màu
5		< 150	55	2700 ÷ 3500	Đèn H.Q ánh sáng trắng. Đèn nung sáng
6	Công việc không yêu cầu phân biệt màu, vật quan sát không sắc	≥ 300	55	3500 ÷ 6000	Đèn H.Q ánh sáng trắng, đèn Halogen kim loại, đèn H.Q ánh sáng trắng đã cải tiến màu.
7	Xưởng gia công kim loại	150 ÷ 300	50	3000 ÷ 4500	Đèn H.Q ánh sáng trắng, ánh sáng trắng lạnh, ánh sáng trắng đã cải tiến màu
8	Xưởng rèn, cơ quan hành chính	< 150	45	2700 ÷ 3500	Đèn H.Q ánh sáng trắng, ánh sáng trắng đã cải tiến màu. Đèn nung sáng
9	Chỉ yêu cầu quan sát chung	≥ 150	55	2700 ÷ 4500	Đèn H.Q ánh sáng trắng, ánh sáng trắng đã cải tiến màu. Đèn nung sáng

Bảng 8-4. Chỉ số phòng i_b TCXD 16 : 1986

Nhóm đèn và phân nhóm đèn	Hệ số phản xạ	Chỉ số lóa mắt mắt tiện nghi tiêu chuẩn M										
		15		25				40				60
	ρ_t	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
	ρ_s	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1
Phân nhóm		Giá trị i_b										
Đèn nhóm I $I = I_0 \cos \alpha$ (gồm 9 phân nhóm)	1	-	-	2,2	1,5	1,1	1,0	+	+	4,2	2,4	+
	2	-	-	1,5	1,3	1,0	-	+	+	2,6	2,4	+
	3	-	-	1,3	1,2	-	-	+	4,4	2,2	1,4	+
	4	-	-	1,2	1,1	-	-	+	3,1	1,4	1,3	+
	5	-	-	1,2	1,1	-	-	4,2	2,5	1,3	1,2	3,8
	6	-	-	1,1	1,0	-	--	2,6	2,2	1,2	1,1	2,5
	7	-	-	1,1	1,0	-	-	1,9	1,5	1,2	1,1	2,2
	8	1,6	1,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	9	1,4	1,1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Đèn nhóm II $I = I_0 \cos^{1,43} \alpha$ (gồm 7 phân nhóm)	1	1,0	-	+	2,4	1,2	1,1	+	+	+	+	+
	2	-	-	2,7	2,0	1,1	1,0	+	+	+	+	+
	3	-	-	2,4	1,4	1,0	-	+	+	+	2,4	+
	4	-	-	1,4	1,2	-	-	+	+	+	1,5	+
	5	-	-	1,2	1,0	-	--	+	+	2,1	1,3	+
	6	-	-	1,1	1,0	-	-	+	3,5	1,4	1,2	+
	7	-	-	1,1	1,0	-	-	+	2,3	1,2	1,1	4,0
Đèn nhóm III $I = I_0 \cos^2 \alpha$ (gồm 8 phân nhóm)	1	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	-	-	+	+	+	1,1	+	+	+	+	+
	3	-	-	+	+	1,1	-	+	+	+	+	+
	4	-	-	1,2	1,1	-	-	+	+	2,3	1,4	+
	5	-	-	+	1,4	-	--	+	+	+	+	+
	6	4,5	4,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	7	4,2	1,0	4,0	2,4	1,3	1,1	+	+	+	3,9	+
	8	4	-	2,4	1,6	1,2	1,1	+	+	+	2,4	+
Đèn nhóm IV $I = I_0 \cos^3 \alpha$ (4 phân nhóm)	1	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+
	2	-	-	-	-	-	-	2,0	1,1	-	-	1,3
	3	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
	4	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Ghi chú :

Dấu (+) : chỉ số M không vượt quá giới hạn quy định với mọi giá trị của i.

Dấu (-) : chỉ số M vượt quá giới hạn quy định với mọi giá trị của i

Hệ số phản xạ của trần $\rho_{tr} = 0,5 \div 0,7$

Chỉ số tiêu chuẩn :

M = 90 cần được bảo đảm trong mọi trường hợp và mọi điều kiện.

M = 60 cần được bảo đảm với mọi giá trị của hệ số phản xạ của tường ρ_t , và của sàn ρ_s , trừ trường hợp $\rho_t = 0,3$ và $\rho_s = 0,1$ theo (bảng 8-4).

M = 15, tiêu chuẩn quy định với hệ số phản xạ $\rho_t = 0,5$; $\rho_s = 0,3$ và $\rho_t = 0,5$, $\rho_s = 0,1$ đối với phân nhóm đèn 8,9 thuộc nhóm đèn I, và phân nhóm 6, 7, 8 thuộc nhóm đèn III. Ngoài ra không yêu cầu bảo đảm.

g) Chỉ số lóa mắt mất tiện nghi tiêu chuẩn [M] :

Tiêu chuẩn xây dựng TCXD 16 : 1986 quy định tiêu chuẩn [M] đối với phương thức chiếu sáng chung. Khi thiết kế không được vượt quá những giá trị cho trong bảng 8-5.

Chỉ số lóa mắt mất tiện nghi xác định trên trục dọc giữa phòng, ở độ cao 1,5m trên sàn nhà (chiều cao người đứng).

Không quy định chỉ số lóa mắt mất tiện nghi cho những phòng, chiều dài không lớn hơn 2 lần chiều cao treo đèn tính từ nền nhà.

**Bảng 8-5. Giá trị [M] theo điều kiện làm việc trong công trình dân dụng.
TCXD 16:1986**

Điều kiện công việc	Chỉ số [M] tương ứng với độ rọi tiêu chuẩn E_{min} trên mặt phẳng làm việc	
	Khi $E_{min} \leq 200$	Khi $E_{min} \geq 300$
- Hướng nhìn lên, tia nhìn hợp với mặt phẳng nằm ngang một góc $\geq 45^\circ$ Phòng bệnh nhân, phòng mổ, phụ sản, phòng khám bệnh..., phòng thể thao, nhà trẻ, mẫu giáo...	25	15
- Hướng nhìn nằm ngang hoặc hướng xuống dưới : tất cả các phòng thuộc cấp I và II	60	40
- Quan sát chung : các phòng thuộc cấp III	90	60

**Bảng 8-6. Tiêu chuẩn độ rọi trụ $[E_{tr}]$ trong công trình dân dụng
TCXD 16:1986**

Yêu cầu bảo hòa ánh sáng trong phòng	Độ rọi trụ tiêu chuẩn $E_{tr,min}$ lx	
	Đèn huỳnh quang	Đèn nung sáng
- Rất cao : Hội trường, phòng họp, phòng khánh tiết ... cao cấp	100	50
- Cao : Hội trường, phòng họp, phòng khánh tiết trung bình, giảng đường có chiếu phim, phòng đọc, phòng khán giả, rạp xiếc, gian trưng bày hàng hoá.	75	30
- Bình thường : Phòng trưng bày tranh ảnh, phòng triển lãm, nhà văn hoá, câu lạc bộ, rạp chiếu phim...	50	-

E_{tr} trên các vật phẩm không gian TCXD 16:1986

Hệ số phản xạ của bề mặt vật phẩm ρ	E_{tr} tương ứng với độ rọi trung bình trên vật phẩm (lx)	
	từ 75 ÷ 100	> 100
$\rho < 0,5$	1250	1500
$\rho = 0,5 \div 0,8$	750	1250
$\rho > 0,8$	400	750

h) Dao động của độ rọi trên mặt làm việc

Độ rọi trên mặt làm việc phân bố đồng đều và ổn định. Điện áp làm việc không nhỏ hơn 97,5% và không lớn hơn 105% điện áp định mức của bóng đèn.

Dao động của độ rọi trên mặt làm việc có thể do 2 nguyên nhân :

Dao động của điện áp trong lưới điện

Dao động do lắp đặt đèn không chắc chắn

Độ rọi dao động thường xuyên với biên độ lớn làm cho mắt mau mỏi.

Mắt trung bình có khả năng nhận biết những dao động của độ rọi khi điện áp thay đổi quá 1,5%. Cho nên nếu dao động của điện áp cấp cho đèn nhỏ hơn 1,5% đủ đảm bảo độ ổn định tốt. Nếu dao động của điện áp trong khoảng từ 1,5 ÷ 4% thì không cho phép xuất hiện quá 10 lần trong 1 giờ, còn nếu điện áp dao động lớn hơn 4% thì không được xuất hiện quá 1 lần trong 1 giờ.

4. Hệ số dự trữ K_d

K_d - Độ rọi tính toán $E_{dt}/$ Độ rọi định mức E_{dm}

Hệ số dự trữ để sử dụng khi ánh sáng bị suy giảm do bụi bẩn, do đèn già yếu, do hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng giảm dần (bảng 8-7).

Bảng 8-7. Hệ số dự trữ cho các loại đèn, K_d

Tính chất phòng	Hệ số dự trữ K_d		Chế độ lau chùi đèn
	Đèn huỳnh quang	Đèn nung sáng	
Phòng nhiều bụi khối	2,0	1,7	4 lần/tháng
Phòng bụi khối trung bình	1,8	1,5	3 lần/tháng
Phòng ít bụi khối	1,5	1,3	2 lần/tháng

V. TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO

Tính toán chiếu sáng nhân tạo, thông thường theo trình tự sau đây :

Căn cứ tính chất và đặc điểm công việc, lựa chọn phương thức chiếu sáng : chiếu sáng chung hay chiếu sáng hỗn hợp.

Chọn loại đèn (bóng và chụp) phù hợp với yêu cầu của công việc.

Xác định độ rọi tiêu chuẩn, chất lượng ánh sáng cần có theo quy phạm

Lựa chọn cách bố trí đèn, tính số lượng đèn và công suất tiêu thụ

Tính kiểm tra kết quả thiết kế và điều chỉnh thiết kế cuối cùng.

Những nội dung này gắn liền với tổ chức thẩm mỹ nội thất kiến trúc.

1. Phân loại nguồn sáng

Khi tính toán chiếu sáng nhân tạo, thường gặp 3 loại nguồn sáng là nguồn điểm, nguồn đường và nguồn mặt (đèn hay nguồn sáng là tên chung bao gồm bóng đèn và dụng cụ đèn).

a) Nguồn điểm

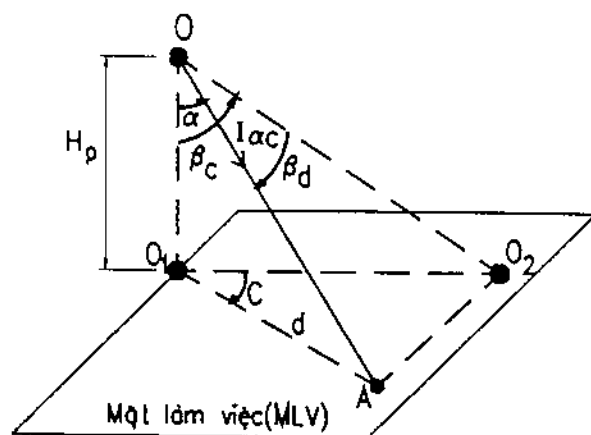
Khi khoảng cách từ nguồn đến mặt làm việc (mặt rọi sáng) lớn hơn rất nhiều so với kích thước của nguồn sáng đều có thể coi nguồn sáng là nguồn điểm. Nói chung, với mọi loại nguồn sáng, khi kích thước của nó không lớn hơn 0,2 khoảng cách chiếu sáng đều được coi là nguồn điểm.

Tương quan giữa nguồn O và điểm rọi sáng A trên mặt làm việc có thể xác định bằng 3 tọa độ : H_p , α và C hoặc H_p , β_c và β_d (hình 8-16)

Trong đó

H_p - Chiều cao treo đèn, tính từ mặt làm việc (m).

α , C, β_c và β_d - Góc tọa độ của phương cường độ sáng $I_{\alpha, C}$ tới điểm A.



Hình 8-16

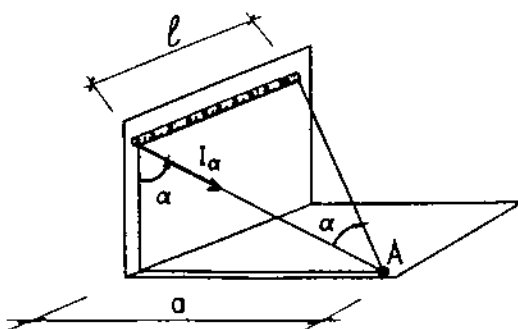
Nếu nguồn sáng treo gần MLV, khoảng cách H_p xấp xỉ bằng kích thước của nguồn thì không dùng đường cong cường độ sáng I_α trên mặt phẳng dọc trục đèn, mà phải dùng đường đẳng lux trên mặt phẳng nằm ngang hoặc mặt phẳng đứng.

Khi chiếu sáng tại chỗ, tương quan giữa nguồn O với điểm rọi sáng A hoàn toàn xác định bằng tọa độ H_p và $d = O_1A$.

b) Nguồn đường

Nguồn sáng thiết đặt thành dây dài, hoặc liên tục hoặc cách quãng, phương án thường thấy khi sử dụng đèn huỳnh quang hoặc panel phát sáng, chiều dài của dây tương đương với khoảng cách từ nguồn đến mặt làm việc.

Phân bố quang thông của nguồn đường, đặc trưng bằng đường cong cường độ sáng trong chiều dài $l = 1$ mét của nguồn, trên mặt phẳng dọc và ngang. Khi đó, tương quan giữa nguồn và điểm rọi sáng A hoàn toàn xác định bằng 3 tọa độ H_p và 2 góc α và γ (hình 8 -17).



Hình 8 -17

c) Nguồn mặt (mặt phát sáng)

Trần phát sáng, cửa sổ phát sáng, tập hợp nhiều panel phát sáng, kích thước các cạnh của mặt phát sáng xấp xỉ bằng khoảng cách chiếu sáng.

Đặc trưng khả năng phát sáng của nguồn mặt bằng độ chói phân bố trên mặt phát sáng và trong không gian.

Mặt phát sáng với độ chói phân bố đều sử dụng ngày càng rộng rãi trong các công trình công cộng.

2. Độ rọi E và độ lệch quang thông ΔF trên mặt làm việc

Độ rọi trên mặt làm việc trong phòng luôn luôn bao gồm 2 thành phần là độ rọi trực tiếp từ nguồn rọi tới E_{tt} và độ rọi do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt trong phòng gây ra E_p

$$E = E_{tt} + E_p$$

E_{tt} trên mặt làm việc là do cường độ phát sáng của nguồn và tương quan giữa nguồn với điểm tính toán trên mặt làm việc, điểm tính toán càng xa nguồn, độ rọi nhận được càng giảm.

E_p trên mặt làm việc, về giá trị, phụ thuộc vào lượng quang thông của nguồn rọi tới các bề mặt giới hạn của phòng, hệ số phản xạ của các bề mặt đó, tỉ lệ các kích thước hình học của phòng. Có thể thừa nhận E_p phân bố đều trên mặt làm việc.

Lượng quang thông rọi tới các bề mặt của phòng phụ thuộc vào kiểu loại và phương pháp bố trí nguồn sáng.

Khi thiết kế, tính toán giá trị quang thông F_d theo bóng đèn, luôn luôn có một lượng sai lệch ΔF so với quang thông cần thiết F_t xác định từ độ rọi tiêu chuẩn :

$$\Delta F\% = \frac{F_d - F_t}{F_t} 100$$

Nếu độ lệch ΔF trong giới hạn từ - 10 đến + 20% của F_d , có thể chấp nhận được, ngoài giới hạn trên, phải chọn lại đèn, hoặc thay đổi số lượng, cách bố trí đèn.

3. Phương pháp bố trí đèn

Có 2 căn cứ để chọn phương pháp bố trí đèn :

Theo tính chất và yêu cầu đối với công việc

Tổ chức thẩm mỹ nội thất kiến trúc. Nội dung này có tính năng tâm sinh lý cao, hoặc là tạo được tâm sinh lý hưng phấn, tập trung hoặc là chán nản, tản mạn.

a) Hai phương pháp bố trí đèn trong phương thức chiếu sáng chung

Bố trí phân tán đều theo lưới ô cờ hoặc bố trí so le. Phương pháp này thường áp dụng trong trường hợp công việc không cần tính định hướng của ánh sáng.

Bố trí phân tán từng nhóm đều, trong mỗi nhóm, đèn bố trí theo lưới ô cờ hoặc bố trí so le. Phương pháp này áp dụng trong trường hợp có trang thiết bị che tối trên mặt làm việc, công việc cần có tính định hướng của ánh sáng.

Cả hai phương pháp trên đều phải thoả mãn 2 nội dung :

Khoảng cách tối ưu giữa các đèn, không cách này cho hiệu quả kinh tế cao nhất về chi phí trang thiết bị, dây dẫn, hao tổn điện năng, an toàn trong sử dụng và bảo quản.

Đảm bảo một hoàn cảnh ánh sáng phù hợp với công việc, tạo được tâm sinh lý hưng phấn trong lao động, một nội thất mỹ cảm.

Trong kĩ thuật chiếu sáng nhân tạo, thường dùng "*chỉ số khoảng cách Δn* " giữa các đèn để đánh giá hiệu quả kinh tế và chất lượng ánh sáng trong phòng :

$$\Delta n = \frac{L}{H_p}$$

Trong đó :

L - Khoảng cách giữa các đèn.

H_p - Chiều cao treo đèn tính từ mặt làm việc.

Nhiều khảo sát thực tế cho thấy, chỉ số khoảng cách Δn ứng với công suất tiêu thụ nhỏ nhất của đèn luôn luôn lớn hơn khoảng cách giữa các đèn đảm bảo một hoàn cảnh ánh sáng tối ưu. Theo đó, thường chọn $\Delta n < 1,25$.

b) Hai chỉ số kinh tế

- Có thể lấy tỉ số giữa độ rọi tối thiểu $E_{\min}$ (lux) với công suất đơn vị P_d (W/m^2) để đánh giá tính kinh tế về mặt tiêu hao năng lượng :

$$b_n = \frac{E_{\min}}{P_d} \quad ; \quad \frac{\text{lux}}{\text{Watt}}$$

Về giá trị, b_n càng lớn càng tiết kiệm.

- Như vậy, chỉ số b_n chính là hiệu suất phát quang của nguồn sáng.

Chỉ số đánh giá mức độ tiết kiệm về mặt chiếu sáng, xác định bằng tỉ số quang thông có ích của nguồn rọi tối trên mặt làm việc F_h với tổng quang thông bức xạ của n đèn nF_d

$$b_q = \frac{F_h}{nF_d} = \frac{E_{\min} S}{n F_d}$$

Về giá trị b_q càng lớn càng tiết kiệm.

Trong đó :

S - Diện tích mặt làm việc (m^2)

F_d - Quang thông bức xạ của một bóng đèn

Căn cứ vào giá trị b_n và b_q để chọn chỉ số khoảng cách ($\Delta n = L/H_p$) tối ưu.

Trước tiên, bảo đảm chỉ tiêu b_q , sau đó dựa vào công suất đơn vị P_d (W/m^2) của bóng đèn để tìm giá trị Δn tối ưu.

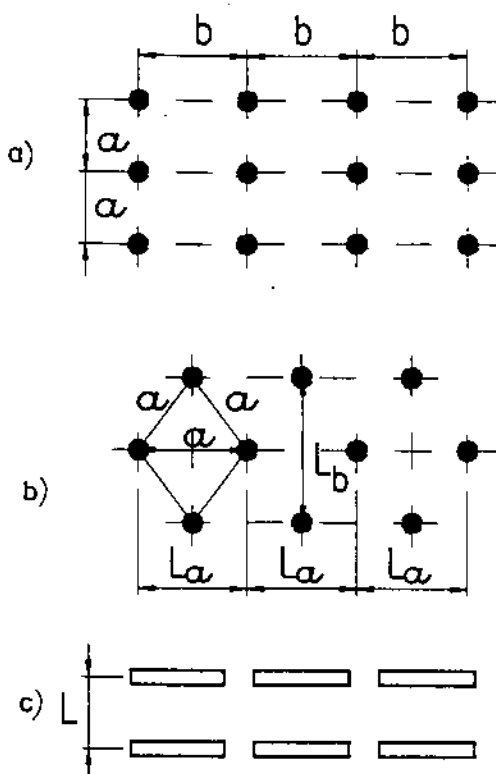
Bố trí đèn theo lưới ô cờ chữ nhật (hình 8-18a)

$$\Delta n = \frac{L}{H_p} = \frac{\sqrt{a \cdot b}}{H_p}$$

Hay là $L = \sqrt{a \cdot b}$, là khoảng cách tương đối giữa các đèn. Bố trí đèn theo lưới hình thoi (2 tam giác đều ghép lại) xem (hình 8-18b) ánh sáng phân bố tốt nhất, khi đó khoảng cách tương đối $L_a = a$ và $L_b = \sqrt{3} \cdot a$

Đèn huỳnh quang bố trí thành hàng, thì L chính là khoảng cách giữa các hàng đèn (hình 8-18c)

Có thể lấy giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của tích số ($E_{\min} \cdot K_d \cdot H_p^2$) để đặc trưng cho loại đèn cần tìm, tương ứng với chỉ số khoảng cách tối ưu $\Delta n = L/H_p$ (bảng 8-8).



Hình 8-18

Mặt phẳng bố trí đèn phân cách với cổ trần
 $h_c = 0,5 \div 0,7$ m.

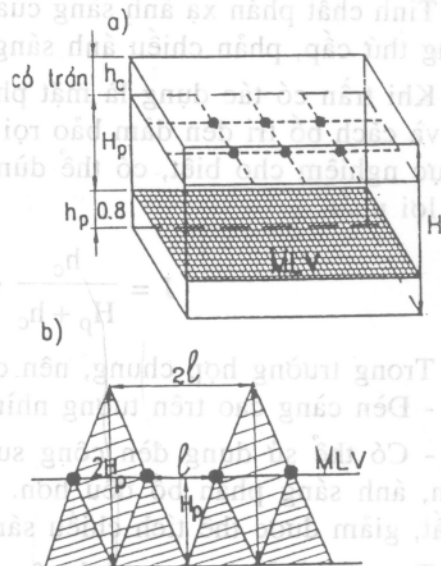
Mặt làm việc (MLV) cách nền nhà 0,8m
 (hình 8-19a)

Các chùm sáng chụp xuống mặt làm việc
 cách nhau một khoảng l . Độ đồng đều phụ
 thuộc vào tỉ số l/H_p . (Hình 8-19b) mô tả các
 tam giác ánh sáng giống nhau. Bố trí đèn cần
 thiết đảm bảo giá trị cực đại của tỉ số l/H_p .

Giá trị $(l/H_p)_{\max}$ trong khoảng từ 0,6 đến
 1,7, phụ thuộc vào đèn phân bố ánh sáng trực
 tiếp hay gián tiếp xuống mặt làm việc, có thể
 lấy trung bình bằng 1,5. Đối với đèn phân bố
 ánh sáng gián tiếp, $l/H_p \leq 6$.

Khoảng cách q từ đèn cuối cùng đến
 tường trừ trường hợp mặt làm việc tối sát
 tường :

$$\frac{1}{3} \leq q \leq \frac{1}{2}$$



Hình 8-19

Bố trí đèn và phân bố ánh sáng.

Bảng 8-8. L/H_p với 2 cực trị (nhỏ nhất và lớn nhất) của $(E_{\min} \cdot K_d \cdot H_p^2)$

Một vài loại đèn	Công suất của bóng đèn (W)		$\Delta n = L/H_p$		Hai cực trị của $(E_{\min} K_d H_p^2)$ của bóng đèn (lux)	
	Không nhỏ hơn	Không lớn hơn	Theo b_n	Theo b_q	Nhỏ nhất	Lớn nhất
Đèn vạn năng không có kính che	100	500	1,9	1,5	150	1800
Đèn vạn năng có kính che	100	500	1,8	1,4	150	1700
Đèn chiếu sâu trắng men	150	1000	1,8	1,4	300	5000
Bóng đèn gương đặt trong đèn chiếu sâu trắng men	300	500	0,9	0,9	2000	4000
Đèn liu xét thủy tinh	60	200	1,7	1,4	150	700
Đèn cầu thủy tinh màu sữa	60	1000	2,8	2,0	30	1800
Đèn trần một bóng đèn	40	100	2,8	2,0	15	100
Đèn trần 2 bóng đèn	2×40	2×100	2,0	1,5	50	300
Đèn PH có kính mờ	40	200	2,8	2,0	15	200
Đèn CK - 300	150	300	1,7	1,5	200	700

Khi mặt làm việc tới sát tường : $q = (0,25 \div 0,3)L$

Khi sát tường là lối đi : $q = (0,4 \div 0,5)L$

Tính chất phản xạ ánh sáng của tường có tác dụng biến mặt tường thành mặt phát sáng thứ cấp, phản chiếu ánh sáng xuống mặt làm việc.

Khi trần có tác dụng là mặt phát sáng thứ cấp, thì khoảng cách từ đèn đến trần, h_c và cách bố trí đèn đảm bảo rọi sáng đều lên trần, không có mảng sáng mảng tối. Thực nghiệm cho biết, có thể dùng "chỉ số treo đèn" J để chọn chiều cao treo đèn có lợi nhất.

$$J = \frac{h_c}{H_p + h_c} \text{ với } H_p \geq 2h_c \text{ và } 0 \leq J \leq 1/3$$

Trong trường hợp chung, nên chọn H_p cực đại, vì mấy lí do :

- Đèn càng cao trên tường nhìn nằm ngang sẽ giảm gây lóa mắt.
- Có thể sử dụng đèn công suất lớn, số lượng đèn ít hơn, khoảng cách đèn xa hơn, ánh sáng phân bố đều hơn. Với $J = 0,2$ đến $0,25$, độ rọi trên trần đồng đều nhất, giảm được thể tích chiếu sáng.

Trong nhà ở và công trình công cộng, độ chói trung bình của mặt phát sáng, của nguồn điểm, nguồn đường không lớn hơn 5000 lux khi góc tới của ánh sáng 40° so với mặt phẳng nằm ngang. Phòng bệnh nhân, phòng ngủ của nhà trẻ, lớp học độ chói này phải nhỏ hơn 2000 nit.

Trong các phòng khác của bệnh viện, trường học, nhà trẻ, độ chói này phải nhỏ hơn 3000 nit (hình 8-20a)

Để đảm bảo chất lượng ánh sáng trong lớp học, còn quy định độ chói trong phạm vi từ 0° đến 60° so với phương thẳng đứng, không lớn hơn 4000 nit, từ 60° đến 90° , $B > 2000$ nit (hình 8-20b).

Góc bảo vệ, trong mọi trường hợp từ 15° đến 30° tùy thuộc loại đèn.

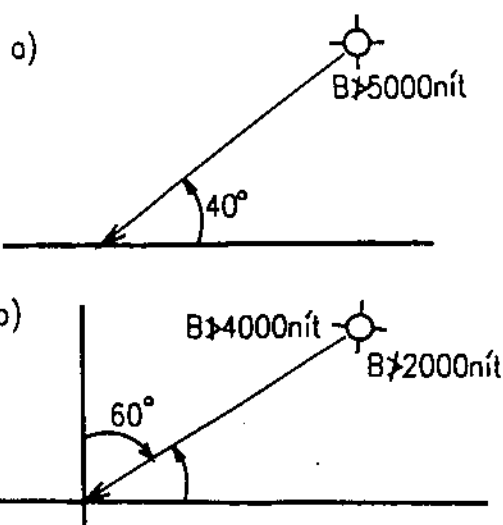
c) *Bố trí đèn chiếu sáng tại chỗ (chiếu sáng cục bộ)*

Chiếu sáng tại chỗ rất đa dạng, không có những quy tắc chung để bố trí đèn. Cần phải nghiên cứu từng trường hợp cụ thể, những yêu cầu và những tính chất riêng biệt của công việc để bố trí đèn phù hợp.

4. Trình tự tính toán đối với phương thức chiếu sáng chung

a) *Trình tự tính toán :*

Những nội dung trình bày trên đây có thể tóm tắt gồm 5 bước.



Hình 8-20a, b

- Căn cứ vào tính chất và yêu cầu của công việc, căn cứ vào đặc điểm môi trường trong phòng, chọn loại đèn phù hợp, đèn ở đây bao gồm bóng đèn và dụng cụ đi theo, có ý nghĩa rất lớn đối với tổ chức thẩm mỹ nội thất kiến trúc.

- Xác định chỉ số khoảng cách $\Delta n = L/H_p$ tối ưu (tham khảo bảng 8-8)

- Xác định chiều cao treo đèn H_p có lợi nhất (căn cứ theo chiều cao phòng, chiều cao mặt làm việc h_p , chiều cao cổ trần h_c), chỉ số treo đèn J :

$$H_p = H - (h_c + h_p) \text{ và } J = h_c/(H_p + h_c)$$

- Tính sơ bộ khoảng cách giữa các đèn, căn cứ giá trị của Δn kết hợp với J :

$$L = \Delta n.H_p$$

Giá trị của L xác định theo (hình 8-18).

- Tính số lượng đèn cần thiết đủ phân bố hợp lý trên chiều dài và chiều rộng phòng.

Trên phương chiều dài A của phòng, số lượng đèn cần thiết $n_a = A/L$

Trên phương chiều rộng B của phòng, số lượng đèn cần thiết $n_b = B/L$

Ở đây cần lưu ý khoảng cách từ đèn cuối cùng đến tường q .

Số lượng đèn cần thiết : $N = n_a \times n_b$

Tất cả những nội dung trên đây phải đồng thời thỏa mãn 2 yêu cầu về số lượng và chất lượng ánh sáng (bao gồm giá trị độ rọi tiêu chuẩn $E_{\min}$, độ lệch quang thông ΔF , và những yêu cầu về chất lượng ánh sáng).

b) Cơ sở để xác định phương pháp tính toán

Có 3 căn cứ để xác định phương pháp tính toán. Khi thiết kế tùy từng trường hợp cụ thể lựa chọn phương pháp tính toán phù hợp.

- Xác định độ rọi theo cường độ sáng I_α của nguồn (xem chương 2)

$$E = \frac{I_\alpha \cos \alpha}{r^2}$$

- Xác định độ rọi từ quang thông :

$$E = \frac{F}{S}$$

- Xác định độ rọi từ quan hệ giữa độ rọi E và độ chói B của nguồn :

$$E = B \cdot \omega \cdot \cos \alpha$$

Tính độ rọi theo cường độ sáng I_α của nguồn, thích hợp để tính độ rọi do nguồn sáng điểm gây ra trên mặt làm việc, có thể xác định chính xác độ rọi trực tiếp tại mọi điểm bất kì trên mặt làm việc, nhưng không tính đến ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng gây ra. Phương pháp này thường gọi là "phương pháp điểm".

Tính độ rọi từ quang thông, thích hợp để xác định độ rọi trung bình trên mặt làm việc. Phương pháp này cho phép xác định chính xác độ rọi của ánh sáng phản xạ, và thường gọi là phương pháp "hệ số lợi dụng quang thông".

Cuối cùng là phương pháp xác định độ rọi do nguồn sáng mặt (mặt phát sáng) gây ra trên mặt làm việc.

5. Phương pháp hệ số lợi dụng quang thông

Phương pháp này áp dụng cho phương thức chiếu sáng chung trong phòng kín, mặt làm việc nằm ngang, không có trang thiết bị công kênh che tối trên mặt làm việc. Nhờ tính chất phản xạ, trần, tường có tác dụng như những bề mặt phát sáng thứ cấp, bức xạ ánh sáng xuống mặt làm việc, do đó quang thông tổng cộng rọi tới mặt làm việc, F bằng tổng quang thông trực tiếp F_{tt} tới từ nguồn và quang thông phản xạ F_p tới từ các bề mặt giới hạn của phòng :

$$F = F_{tt} + F_p$$

Hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng xác định bằng cách đo thực tế, bằng dụng cụ đo độ rọi (lux kế) hoặc bằng cách so sánh với bảng màu tiêu chuẩn :

Màu trắng sáng, thạch cao trắng	80%
Các màu rất sáng, màu trắng nhạt	70%
Màu vàng, xanh lá cây nhạt, màu ciment	50%
Các màu nguyên chất, gạch trần	30%
Các màu tối, kính thủy tinh	10%

Mặt làm việc, hệ số phản xạ có thể ánh chừng trong khoảng $0,1 \div 0,3$.

Do tính chất hấp thụ ánh sáng của dụng cụ chiếu sáng, của các bề mặt giới hạn của phòng, cho nên $F < nF_d$ (n là số lượng đèn, F_d là quang thông bức xạ của một đèn).

a) Hệ số lợi dụng quang thông của đèn (còn gọi là hệ số có ích)

Xác định bằng tỉ số giữa quang thông rọi tới trên mặt làm việc F với quang thông bức xạ của đèn F_d ; nếu có n đèn là nF_d :

$$u = \frac{F}{nF_d}$$

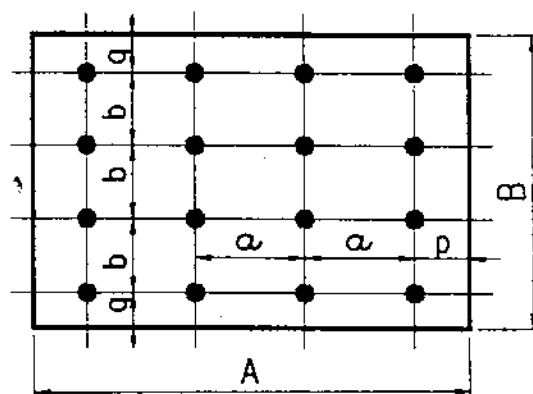
Tỉ số này phụ thuộc nhiều yếu tố :

Loại đèn, hiệu suất phát quang của đèn

Chiều cao treo đèn

Màu của các bề mặt giới hạn của phòng

Chỉ số phòng $i = S/H_p(a + b)$;
với $0,6 \leq i \leq 5$.



Hình 8-21

Như vậy, với đèn đã chọn, quang thông bức xạ F_d hoàn toàn xác định, thì $F = F_{tt} + F_p$ càng lớn, giá trị của u càng tăng. Độ cao treo đèn càng cao thì u càng giảm.

Màu của các bề mặt giới hạn của phòng càng sáng, hệ số phản xạ càng lớn, u càng tăng.

Thiết lập một phòng chuẩn với nhiều tập hợp các yếu tố phụ thuộc thay đổi khác nhau, tiến hành trắc quan thực tế, xác định được giá trị hệ số lợi dụng quang thông u , tương ứng với từng tập hợp các yếu tố cho trước (xem phụ lục II).

b) Tiêu chuẩn UTE 71-121 (xem phụ lục III)

Năm 1984, Liên đoàn kĩ thuật điện UTE công bố tiêu chuẩn đơn giản áp dụng cho lưới bố trí đèn ô cờ chữ nhật, một dạng bố trí đèn thường áp dụng nhất (hình 8-21).

Đặc trưng hình học của hệ thống bố trí đèn xác định bằng 4 chỉ số :

- Chỉ số lưới :

$$i_m = \frac{2(a \times b)}{H_d(a + b)}$$

- Chỉ số biên :

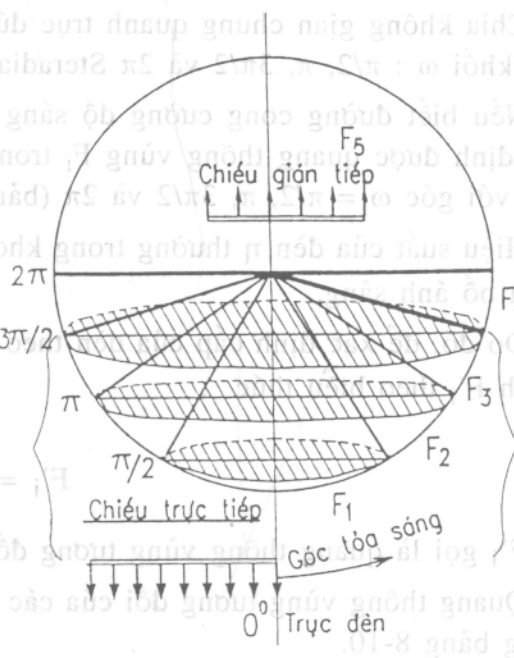
$$i_p = \frac{A \cdot p + B \cdot q}{H_p(A + B)}$$

- Chỉ số phòng :

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A + B)}$$

- Chỉ số treo đèn :

$$J = \frac{h_c}{H_p + h_c}$$



Hình 8-22

Trong thực tế xây dựng, các phòng sẽ không hoàn toàn giống như phòng chuẩn. Giá trị hệ số u sẽ có sai khác. Mức độ sai khác phụ thuộc vào giá trị của chỉ số lưới i_m và chỉ số biên i_p .

Liên đoàn UTE thành lập hệ số sử dụng quang thông u trong tiêu chuẩn với :

10 giá trị của i : 0,6 ; 0,8 ; 1 ; 1,25 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; 4 ; 5

4 giá trị của i_m : 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2

3 giá trị của i_p : 0 ; $i_m/2$; i_m

2 giá trị của J : 0 ; 1/3

Với các giá trị $0,6 < i > 5$ không ảnh hưởng tới giá trị của u .

Đặc tính quang học của phòng biểu thị bằng những nhóm hệ số phản xạ của trần ρ_1 , của tường ρ_3 và của sàn ρ_4 (hệ số phản xạ của cổ trần ρ_2 gộp vào trần nhà ρ_1).

Cấp đèn, hiệu suất bức xạ trực tiếp và gián tiếp

Từ đường cong trắc quang của nguồn 1000 lm, bằng phương pháp tích phân, xác định được quang thông bức xạ trong phạm vi không gian khác nhau chung quanh nguồn, từ đó xác định cấp, tổng quang thông bức xạ và hiệu suất của đèn. Từ chương 2, ta biết :

Quang thông dF_θ bức xạ trong góc khối $d\omega$, bằng :

$$dF_\theta = dI_\theta \cdot d\omega$$

Trong đó, dI_θ - Cường độ sáng trên phương θ .

Chia không gian chung quanh trục đứng qua tâm đèn thành 5 hình nón, ứng với góc khối ω : $\pi/2$, π , $3\pi/2$ và 2π Steradian (hình 8-22)

Nếu biết đường cong cường độ sáng I (nhà chế tạo cung cấp theo đèn), có thể xác định được quang thông vùng F_i trong 5 miền không gian giới hạn bằng 5 hình nón với góc $\omega = \pi/2$, π , $3\pi/2$ và 2π (bảng 8-9)

Hiệu suất của đèn η thường trong khoảng 0,4 đến 0,8, không đặc trưng khả năng phân bố ánh sáng.

Do đó, để xác định cấp của đèn theo hiệu suất η nên chuyển đổi quang thông F_i thành F'_i theo biểu thức :

$$F'_i = \frac{F_i}{\eta} (\%)$$

F'_i gọi là quang thông vùng tương đối, tính bằng % của F_i .

Quang thông vùng tương đối của các cấp đèn theo tiêu chuẩn UTE.C.71-121, ghi trong bảng 8-10.

Tiêu chuẩn UTE.C.71-121 chia các loại đèn thành 10 cấp từ A đến J và T, theo dạng phân bố ánh sáng trong không gian (hình 8-6a), từ chiếu sáng trực tiếp đến chiếu sáng gián tiếp.

Quang thông vùng tương đối F'_i

Quang thông vùng tương đối F'_i là số phần trăm quang thông F_i của đèn phân bố trong không gian trên mặt làm việc, giới hạn bằng 5 hình nón tỏa sáng, ứng với các góc khối ω từ $\pi/2$ đến 2π .

Về giá trị, F'_i phụ thuộc vào cấp đèn, chỉ số phòng i , chỉ số lưới i_m , chỉ số biên i_p và ghi nhận trong tiêu chuẩn UTE (bảng 8-11).

Trong thực tế tính toán, có thể nội suy tuyến tính các giá trị trên.

- Nội suy chỉ số i_p :

Biểu thị i_p theo phần trăm của i_m : $i_p = \alpha i_m$

Xác định giá trị F'_i theo cặp giá trị $[i_m, i_p = \alpha i_m]$, nếu i_m xấp xỉ một trong các giá trị cho trong bảng.

- Nội suy chỉ số i_m :

Có thể tính toán theo giá trị của i_m và $i_p = \alpha i_m$, sau đó nội suy.

- Nội suy chỉ số phòng i :

Quá trình tính toán trên đây căn cứ vào giá trị i tiêu chuẩn nhỏ hơn giá trị thực tế. Bằng phương pháp tương tự, tiến hành tính toán với giá trị i lớn hơn.

Để dễ hiểu hơn, ta xét thí dụ sau :

Chiếu sáng bằng đèn cấp E, với các chỉ số $i = 3,6$; $i_m = 1,2$ và $i_p = 0,3$, như vậy $i_p = 0,25i_m$, quang thông F'_i ở giữa các giá trị $i = 3$ và $i = 4$.

*Với $i = 3$:

$i_m = 1,2$, F'_i ở giữa 2 giá trị $i_m = 1$ và $1,5$

$i_m = 1$, tiêu chuẩn UTE (bảng 8-11), cho :

i_p	0	0,5	1
F'_i	641	764	849

$$; F'_i = 641 + (764 - 641) \frac{0,25}{0,5} = 702$$

$i_m = 1,5$, $i_p = 0,25 \times i_m = 0,375$. Tiêu chuẩn cho :

i_p	0	0,75	1,5
F'_i	585	783	887

$$; F'_i = 585 + (783 - 585) \frac{0,375}{0,5} = 684$$

$i_m = 1,2$, $i_p = 0,3$, ta có F'_i bằng :

$$F'_i = 702 - (702 - 684) \frac{1,2 - 1}{1,5 - 1} = 695$$

*Với $i = 4$, tương tự như trên, ta có :

$i_m = 1$, $i_p = 0,25i_m = 0,25$. Tiêu chuẩn cho :

i_p	0	0,5	1
F'_i	714	820	889

$$; F'_i = 714 + (820 - 714) \frac{0,25}{0,5} = 767$$

$$i_m = 1,5, i_p = 0,25 \quad i_m = 0,375 :$$

$$\begin{array}{ccc} i_p & 0 & 0,75 & 1,5 \\ F_i & 665 & 833 & 917 \end{array} ; F'_i = 665 + (833 - 665) \frac{0,375}{0,5} = 749$$

$$i_m = 1,2, i_p = 0,3 :$$

$$F'_i = 767 - (767 - 749) \left(\frac{1,2 - 1}{1,5 - 1} \right) = 760$$

$$* \text{Với } i = 3,6 ; i_m = 1,2 ; i_p = 0,3 :$$

$$F'_i = 695 + (760 - 695) \left(\frac{3,6 - 3}{4 - 3} \right) = 743$$

**Bảng 8-9. Quang thông giới hạn trong 5 hình nón
UTE - C - 71-121 (1984)**

Hình nón giới hạn	Góc tỏa sáng θ	Cường độ sáng I	Quang thông vùng F_i
Hình nón góc khối $\pi/2$	16,6	I_1	$F_1 = \frac{\pi}{6} \sum_1^3 I_i$
	29	I_2	
	37,6	I_3	
Giữa hình nón $\pi/2$ và π	44,9	I_4	$F_2 = \frac{\pi}{6} \sum_4^6 I_i$
	51,3	I_5	
	57,2	I_6	
Giữa hình nón π và $3\pi/2$	62,7	I_7	$F_3 = \frac{\pi}{6} \sum_7^9 I_i$
	68	I_8	
	73	I_9	
Giữa hình nón $3\pi/2$ và 2π	78	I_{10}	$F_4 = \frac{\pi}{6} \sum_{10}^{12} I_i$
	82,8	I_{11}	
	87,6	I_{12}	
Bán cầu trên	93,2	I_{13}	$F_5 = \frac{2\pi}{6} \sum_{13}^{21} I_i$
	127,7	I_{18}	
	99,6	I_{14}	
	136,2	I_{19}	
	106,1	I_{15}	
	146,4	I_{20}	
	112,9	I_{16}	
	160,8	I_{21}	
	120	I_{17}	

Hiệu suất của đèn η = hiệu suất của nửa bán cầu dưới η_d + hiệu suất nửa bán cầu trên η_{tr}

$$= \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{1000} + \frac{F_5}{1000} + \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}{1000}$$

Đối với hầu hết đèn huỳnh quang, có thể bỏ qua chỉ số khuếch tán, chỉ sử dụng hai đường cong phân bố ánh sáng trên 2 mặt phẳng đối xứng theo chiều dọc và ngang của trục ống đèn. Trên hình 8.23 đường liên tục biểu diễn đường cong phân bố ánh sáng trên mặt phẳng theo chiều ngang, đường đứt biểu diễn đường cong phân bố ánh sáng trên mặt phẳng theo chiều dọc của trục đèn.

Nhà sản xuất cung cấp kèm theo đèn đường cong phân bố ánh sáng các vùng, hiệu suất và cấp đèn. Nhà thiết kế có thể sử dụng đường cong trắc quang trung bình để áp dụng phương pháp của tiêu chuẩn trên đây.

**Bảng 8-10. Cấp đèn và quang thông vùng tương đối F'_i -
Tiêu chuẩn UTE - C - 71 - 121**

Cấp đèn	Phân bố quang thông	F'_1		$F'_1 + F'_2$		$F'_1 + F'_2 + F'_3$	
A	Chiếu sáng trực tiếp	900	830 - 870	967	897 - 1000	1000	930 - 1000
B	-	767	697 - 837	933	863 - 1000	1000	930 - 1000
C	-	633	563 - 703	900	830 - 970	967	897 - 1000
D	-	533	463 - 603	833	763 - 903	967	897 - 1000
E	-	433	363 - 503	767	697 - 837	967	897 - 1000
F	-	400	330 - 470	867	797 - 937	1000	930 - 1000
G	-	367	297 - 437	667	597 - 737	900	830 - 970
H	-	333	263 - 403	600	530 - 670	833	763 - 903
I	-	267	197 - 337	667	597 - 737	933	863 - 1000
J	-	233	163 - 303	500	430 - 570	733	663 - 803
T	Chiếu sáng gián tiếp	Không kể phân bố quang thông bán cầu trên					

Thí dụ phân cấp đèn :

Trong phòng sử dụng loại đèn phân bố quang thông hỗn hợp, quang thông phân bố trong 5 hình nón : $F_1 = 210$, $F_2 = 143$, $F_3 = 123$, $F_4 = 54$, $F_5 = 160$. Tính hiệu suất η và xác định cấp đèn theo tiêu chuẩn UTE.

Giải :

Công thức chuyển đổi trên đây đã nói tới :

$$F'_i = \frac{F_i}{\eta} \text{ hay là } \eta = \frac{F_i}{F'_i}$$

Vì là bóng đèn chuẩn, $F'_i = 1000 \text{ lm}$, do đó :

$$\eta_d = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4}{F'_i} = \frac{210 + 143 + 123 + 54}{1000} = 0,53$$

$$\eta_{tr} = \frac{F_5}{F'_i} = \frac{160}{1000} = 0,16$$

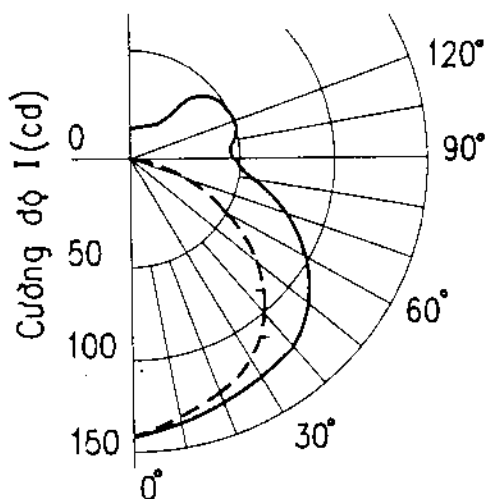
Hiệu suất tổng hợp của đèn :

$$\eta = \eta_d + \eta_{tr} = 0,53 + 0,16 = 0,69.$$

Cấp đèn bức xạ trực tiếp xuống bán cầu dưới :

$$F'_1 = \frac{F_1}{\eta_d} = \frac{210}{0,53} = 396$$

Từ bảng 8-10, ta tìm thấy đèn cấp EFGH



Hình 8-23

$$F'_1 + F'_2 = \frac{F_1 + F_2}{\eta_d} = \frac{210 + 143}{0,53} = 666$$

Từ bảng 8-10, ta tìm thấy đèn cấp GH

$$F'_1 + F'_2 + F'_3 = \frac{F_1 + F_2 + F_3}{\eta_d} = \frac{210 + 143 + 123}{0,53} = 898$$

Từ bảng 8-10, ta tìm thấy đèn cấp GH

Chọn cấp G là cấp gần giá trị trung bình nhất

Đặc trưng phân bố quang thông của đèn :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Chiếu trực tiếp xuống bán cầu dưới : } \eta_{tr} G = 0,53G \\ \text{Chiếu gián tiếp ở bán cầu trên : } \eta_{tr} G = 0,16T \end{array} \right\} \eta G = 0,53G + 0,16T$$

Cần lưu ý :

- Khi tính hiệu suất bức xạ ở bán cầu dưới η_d , có mặt F_4

- Khi tính phân bố quang thông thực tiếp, không kể F_4

c) Độ rọi trung bình E_{tb} , hệ số độ rọi z , quang thông F_d cần có

Độ rọi trung bình trên mặt làm việc, có thể xác định bằng biểu thức :

$$E_{tb} = \frac{F_{tt} + F_p}{S} = \frac{F}{S} = \frac{u \cdot n \cdot F_d}{S}$$

Vì có sự hấp thu bức xạ của dụng cụ chiếu sáng của các bề mặt, cho nên $F < nF_d$. Nhiệm vụ của chiếu sáng nhân tạo là đảm bảo giá trị $E_{\min}$ trên mặt làm việc theo quy định của quy phạm. Về giá trị, độ rọi trung bình E_{tb} luôn luôn lớn hơn độ rọi tối thiểu $E_{\min}$.

Để đánh giá hoàn cảnh ánh sáng, người ta dùng hệ số độ rọi tối thiểu Z , xác định bằng :

$$Z = \frac{E_{tb}}{E_{\min}}$$

Giá trị của Z phụ thuộc vào loại đèn, khoảng cách thiết đặt đèn.

Từ biểu thức E_{tb} , hệ số độ rọi tối thiểu Z , kể tới hệ số dự trữ K_d , ta có trị số quang thông của 1 đèn :

$$F_d = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_d \cdot Z}{n \cdot u} ; \quad \text{lm}$$

Căn cứ vào giá trị F_d và điện áp của lưới điện, chọn bóng đèn chuẩn có quang thông xấp xỉ bằng F_d .

Bảng 8-11. Giá trị quang thông vùng tương đối F'_i theo điều kiện chuẩn - Tiêu chuẩn U.T.E

Chỉ số phòng $i = 1,5$

Cấp đèn	Chỉ số lưới i_m											
	0,5			1			1,5			2		
	Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p		
	0	0,25	0,5	0	0,5	1	0	0,75	1,5	0	1	2
A	668	789	894	544	852	960	433	922	967	327	943	
B	627	740	828	521	783	900	425	844	927	323	874	
C	580	676	758	493	707	838	411	760	889	314	807	
D	536	619	691	463	643	765	392	688	819	305	727	
E	493	562	624	432	580	693	374	616	750	297	647	
F	522	589	659	467	600	753	409	637	844	319	703	
G	435	493	546	384	510	603	334	539	651	269	559	
H	395	447	494	349	462	514	304	489	585	246	503	
I	418	464	512	380	471	577	341	494	645	277	523	
J	324	361	398	292	370	443	259	389	485	212	404	
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Giá trị F'_i theo tiêu chuẩn hiện hành : Tiêu chuẩn NF S 10-001

* Cột trống cho trường hợp không thực hiện được vì lưới quá lớn so với phòng

Chỉ số phòng $i = 2$

Cấp đền	Chỉ số lưới i_m											
	0,5			1			1,5			2		
	Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p		
	0	0,25	0,5	0	0,5	1	0	0,75	1,5	0	1	2
A	735	845	921	625	886	967	525	939	973	483	966	966
B	701	799	872	605	832	927	517	878	946	435	912	956
C	657	743	813	576	767	877	499	806	912	423	849	937
D	620	696	761	549	715	823	483	748	861	415	788	895
E	584	650	708	523	664	769	467	691	811	406	728	855
F	615	682	749	557	691	831	500	717	893	433	773	952
G	523	580	630	471	593	682	423	615	719	371	646	760
H	478	529	574	430	541	620	388	561	652	341	588	688
I	515	564	614	472	571	676	433	587	726	383	624	784
J	400	439	476	366	446	518	335	461	552	296	486	587
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(*) Các giá trị F'_1 tính theo tiêu chuẩn hiện hành - Tiêu chuẩn NF S 10-001

Chỉ số phòng $i = 2,5$

Cấp đền	Chỉ số lưới i_m											
	0,5			1			1,5			2		
	Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p		
	0	0,25	0,5	0	0,5	1	0	0,75	1,5	0	1	2
A	782	877	939	683	909	975	594	944	980	497	972	977
B	753	839	900	665	865	944	584	895	959	494	930	970
C	709	786	846	634	805	899	563	832	923	478	874	945
D	679	748	805	612	763	857	548	787	885	471	827	918
E	649	710	763	590	722	816	534	741	848	465	780	890
F	678	740	801	621	748	873	564	768	914	487	823	966
G	588	642	689	537	653	735	489	668	764	429	701	805
H	540	589	630	483	598	672	450	613	698	396	641	734
I	586	635	682	542	640	737	499	652	776	442	692	832
J	460	498	533	425	503	571	392	515	598	347	541	633
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(*) Các giá trị F'_1 tính theo tiêu chuẩn hiện hành - Tiêu chuẩn NF S 10-001

Chỉ số phòng $i = 3$

Cấp đèn	Chỉ số lưới i_m											
	0,5			1			1,5			2		
	Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p			Chỉ số biên i_p		
	0	0,25	0,5	0	0,5	1	0	0,75	1,5	0	1	2
A	816	899	953	727	927	983	637	963	967	561	982	985
B	790	866	920	710	889	957	629	920	973	558	943	980
C	747	815	868	678	831	913	606	859	939	539	887	952
D	721	784	835	659	797	881	595	821	913	534	848	933
E	696	753	803	641	764	849	585	783	887	529	809	913
F	721	779	835	668	786	894	611	806	945	550	843	975
G	638	688	731	589	694	773	589	713	808	491	734	834
H	588	634	673	544	642	710	499	656	742	455	676	766
I	638	685	731	596	690	780	552	702	827	505	728	862
J	507	543	577	492	548	611	437	558	642	402	577	666
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(*) Các giá trị F'_1 tính theo tiêu chuẩn hiện hành - Tiêu chuẩn NF S 10-001

Đối với đèn huỳnh quang, giá trị của z có thể thừa nhận trong khoảng 1,1 - 1,2.

Bảng (8-12) trình bày giá trị của Z đối với một số đèn tiêu chuẩn.

Bảng 8-12. Giá trị của Z đối với một vài loại đèn tiêu chuẩn
(Tư liệu Liên Xô cũ)

Loại đèn	L/H_p			
	0,8	1,2	1,6	2,0
	Z			
Đèn vụn năng không có kính che Y	1,2	1,15	1,25	1,5
Đèn vụn năng có kính che Y_0	1,27	1,22	1,33	1,55
Đèn chiếu sâu trắng men Γ_3	1,15	1,1	1,2	1,4
Đèn luxet thủy tinh Π_{11}	1,0	1,0	1,2	1,2
Đèn vụn năng có kính che mài mờ Y_M	1,2	1,15	1,25	1,5
Đèn quả cầu thủy tinh màu sữa	1,0	1,0	1,1	1,3
Bóng đèn gương	1,2	1,4	1,5	1,8
Đèn vành xuyên CK-300	1,0	1,0	1,2	1,3
Đèn trần bán cầu dưới bằng thủy tinh màu sữa	1,0	1,0	1,1	1,2

Thí dụ :

Thiết kế chiếu sáng nhân tạo cho một xưởng thiết kế dài $\times$ rộng $\times$ cao = $15 \times 15 \times 3,3(\text{m}^3)$

Hệ số phản xạ của trần $\rho_1 = 70\%$, của tường $\rho_3 = 50\%$, của mặt làm việc $\rho_4 = 10\%$.

Sử dụng 56 đèn loại CK-300, chiều cao treo đèn $H_p = 2\text{m}$. Độ rọi tiêu chuẩn $E_{\min} = 200 \text{ lux}$.

Tính công suất bóng đèn ? Cho biết điện áp của lưới điện là 220V. Mặt làm việc cao 0,8m

Giải :

Xác định chỉ số phòng i :

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)} = \frac{15 \times 15}{2(15 + 15)} = 3,75$$

- Hệ số dự trữ $K_d = 1,3$ (phòng ít bụi khói, bảng 8-7)
- Hệ số độ rọi tối thiểu $Z = 1$, (với $L/H_p = 2,3/2 = 1,15$, xấp xỉ 1,2, bảng 8-12)
- Hệ số sử dụng quang thông $u = 0,525$ (căn cứ theo i và ρ , đèn CK-300, phụ lục II, nội suy).

Quang thông của mỗi bóng đèn F_d bằng :

$$F_d = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_d \cdot Z}{n \cdot u} = \frac{200 \cdot 225 \cdot 1,3 \cdot 1,0}{56 \cdot 0,525} = 1990 \text{ lm}$$

Chọn bóng đèn 150W, quang thông định mức $F_{dm} = 1900 \text{ lux} < F_d = 1990$ (bảng 8-14) chấp nhận được.

- Độ lệch quang thông ΔF :

$$\Delta F\% = \frac{F_{dm} - F_d}{F_d} 100 = - 4,5\% > - 10\%, \text{ chấp nhận được.}$$

Tổng công suất yêu cầu P , bằng :

$$P = nP_d = 56 \cdot 150\text{w} = 8400\text{W}$$

Bài toán có thể thực hiện bằng cách, xác định tổng quang thông của n đèn (nF_d) từ đó suy ra số lượng bóng đèn n :

$$n = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_d \cdot Z}{F_d \cdot u}$$

Cuối cùng, cần lưu ý chất lượng đèn đã chọn, và phương pháp bố trí đèn phải đạt được :

- Nhiệt độ màu, chỉ số màu của ánh sáng
- Quang thông phân bố phù hợp với tính chất và yêu cầu của công việc trên mặt làm việc.
- Thẩm mỹ nội thất kiến trúc. Tiện nghi nhìn tối ưu.

Thí dụ 2 :

Tính chiếu sáng nhân tạo cho giảng đường có kích thước cao $\times$ rộng $\times$ dài = $4 \times 8 \times 21(\text{m}^3)$. Hệ số phản xạ của trần $\rho_1 = 70\%$, của tường $\rho_3 = 50\%$ và của mặt làm việc $\rho_4 = 10\%$.

Sử dụng đèn huỳnh quang cấp E, J = 0 (bố trí đèn sát trần). Lưới điện áp 220V

Giải :

Chiều cao treo đèn $H_p = 4,0 - 0,8$ (chiều cao mặt làm việc) = $3,2\text{m}$

Chỉ số phòng :

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)} = \frac{8 \times 21}{3,2 (8 + 21)} = 1,81$$

Hệ số dự trữ $K_d = 1,5$ (đối với phòng ít bụi khói đèn huỳnh quang, bảng 8-7)

Hệ số độ rọi tối thiểu Z (dự kiến bố trí 2 hàng đèn) :

$$\Delta n = L/H_p = \sqrt{4 \times 2,1/3,2} = 0,91$$

$$p = 1, q = 2, z = 1,2 \text{ (đèn huỳnh quang, hình 8-24a)}$$

Hệ số lợi dụng quang thông u (phụ lục III)

Chỉ số phòng $i = 1,81$, (giữa 1,5 và 2), nội suy $u = 0,79$. Độ rọi tiêu chuẩn $E_{\min} = 200 \text{ lux}$.

Tổng quang thông cần thiết (nF_d) :

$$nF_d = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_d \cdot Z}{u} = \frac{200(8 \times 21) \cdot 1,5 \cdot 1,2}{0,79} = 76,557 \text{ lm}$$

Số lượng đèn n cần thiết : chọn đèn 40W, ống dài 1,2m, $F_{dm} = 2000 \text{ lm}$, do hãng Claude sản xuất (phụ lục IV), đèn ánh sáng ban ngày, nhiệt độ bức xạ 6500°K , chỉ số màu $R_a = 92$. Đèn thế hệ 1. Số lượng đèn cần thiết n :

$$n = F_d/F_{dm} = 76,557/2000 = 38,3 \text{ lấy tròn } 40 \text{ đèn.}$$

Bố trí đèn : Theo dự kiến ban đầu, bố trí 2 hàng đèn chạy dọc nhà, mỗi hàng 20 đèn đôi (hình 8-24a). Có thể bố trí đèn theo (hình 8-24b) :

$$\Delta n = L/H_p = \frac{5}{\sqrt{2}} / 3,2 = 3,54/3,2 = 1,1$$

Công suất đơn vị :

$$P_d = \frac{40 \text{ đèn} \times 40\text{W}}{A \cdot B} = \frac{1600}{168} = 9,5 \text{ W/m}^2$$

Chỉ số tiết kiệm ánh sáng, và tiết kiệm năng lượng b_q và b_n :

+ 2 cách bố trí đèn hoàn toàn giống nhau.

+ Chỉ số khoảng cách Δn xấp xỉ nhau : 0,91 và 1,1.

Chỉ số tiết kiệm năng lượng (b_n), tốt :

$$b_n = \frac{E_{\min}}{P_d} = \frac{200}{9,5} = 21$$

$$b_q = \frac{E_{\min} \cdot S}{n \cdot F_d} = \frac{200 \times 168}{40 \times 2000} = 0,42$$

Chỉ số $b_q = 0,42$, chứng tỏ chưa tận dụng được ánh sáng, nguyên nhân là chiều cao treo đèn quá lớn, giảm nhỏ hệ số lợi dụng quang thông u . Lãng phí thể tích chiếu sáng.

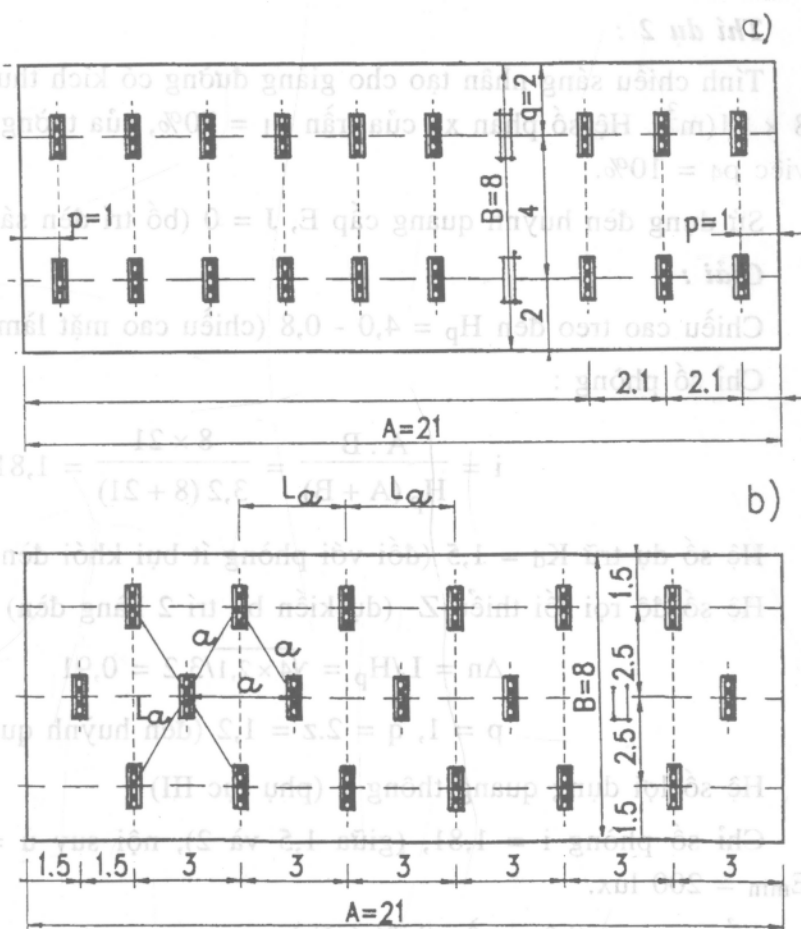
Độ lệch quang thông ΔF :

$$\Delta F\% = \frac{F_{dm} - F_d}{F_d} 100 = \frac{2.000 \times 40 - 76.557}{76.557} 100 = 4,5\% < + 20\%$$

Theo tiêu chuẩn UTE 71-121, căn cứ vào cấp đèn phân theo đặc điểm phân bố quang thông, phân biệt 2 hệ số sử dụng quang thông, trực tiếp u_d và gián tiếp u_{tr} , tương ứng với 2 hiệu suất phát sáng trực tiếp η_d và gián tiếp η_{tr} , do đó quang thông bức xạ cần thiết của n đèn bằng :

$$nF_d = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot k_d}{\eta_d u_d + \eta_{tr} u_{tr}} ; \quad \text{lm}$$

Thông thường, nhà sản xuất cung cấp các giá trị $\eta_d u_d + \eta_{tr} u_{tr}$, hay là hệ số u theo hệ số phản xạ của các bề mặt giới hạn của phòng và chỉ số phòng i .



Hình 8-24a, b

6. Nguồn sáng điểm

Khi khoảng cách bố trí đèn quá lớn, hoặc khi chiếu sáng cục bộ, chiếu sáng ngoài nhà v.v... không thể tính chiếu sáng theo phương pháp hệ số sử dụng quang thông mà phải tính bằng phương pháp điểm. Phương pháp điểm còn áp dụng để tính độ rọi tại một điểm bất kì trên mặt làm việc phức tạp có thể là mặt phẳng nằm ngang, thẳng đứng hoặc nghiêng.

Nhược điểm của phương pháp điểm là bỏ qua tác dụng của ánh sáng phản xạ do các bề mặt trong phòng tạo nên trên mặt làm việc, cho nên phương pháp điểm thường áp dụng tính chiếu sáng cho các phòng sản xuất có hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng nhỏ, hoặc chiếu sáng ngoài nhà.

a) Tính độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang

Khi tính độ rọi, thông thường, trước tiên tính với bóng đèn chuẩn, quang thông $F = 1000 \text{ lm}$. Vì rằng đường cong cường độ ánh sáng của đèn, thành lập với bóng đèn giả định, quang thông $F = 1000 \text{ lm}$.

Khi xác định độ rọi hoặc quang thông của đèn thực tế, cần phải hiệu chỉnh theo bóng đèn chuẩn, quang thông 1000 lm .

Độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang xác định từ bóng đèn chuẩn, gọi là độ rọi giả định e_n (là độ rọi của đèn thứ n). Nếu chuyển mặt phẳng nằm ngang thành mặt phẳng bất kì, thì độ rọi e_n phải nhân thêm hệ số φ . Như vậy, độ rọi tại một điểm nào đó trên mặt phẳng bất kì, do m đèn rọi tới, bằng :

$$e_1\varphi_1 + e_2\varphi_2 + \dots + e_n\varphi_n = \sum_{n=1}^{n=m} e_n\varphi_n$$

Độ rọi tại một điểm nào đó trong phòng, ngoài những đèn đã thiết đặt cho điểm đó ra, còn có những đèn thiết đặt cho những điểm tính toán ở xa tạo nên, đồng thời còn có độ rọi do ánh sáng phản xạ từ các bề mặt giới hạn của phòng phản chiếu tới. Xét tới độ rọi tăng cường do các yếu tố đó tạo nên, cần phải nhân kết quả tính toán với hệ số "độ rọi tăng cường μ " ($\mu > 1$). Như vậy, độ rọi tại một điểm bất kì trên một mặt phẳng bất kì, bằng :

$$\mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n\varphi_n$$

Nếu như thừa nhận rằng, cường độ sáng trên phương tùy ý của đèn tỉ lệ thuận với quang thông của bóng đèn, thì độ rọi thực tế tại điểm bất kì, bằng :

$$E = \frac{F_d \mu}{1.000 \cdot K_d} \sum_{n=1}^{n=m} e_n \varphi_n$$

Trong đó :

F_d - Quang thông thực của bóng đèn đã chọn

K_d - Hệ số dự trữ bằng độ rọi tính toán E_{tt}/E_{dm} độ rọi định mức. Độ rọi định mức E_{dm} bằng độ rọi lúc đầu E_0/E_t độ rọi sau thời gian t sử dụng (bảng 8-7).

μ - Hệ số độ rọi tăng cường (bảng 8-13).

Nếu sử dụng đèn công suất khác nhau, thì phải tính riêng biệt từng đèn độc lập. Khi đó, độ rọi tại điểm bất kì, bằng :

$$E = \frac{\mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n \varphi_n F_d}{1000 \cdot K_d}$$

Đây là biểu thức chung của phương pháp điểm.

Nếu sử dụng đèn cùng công suất, độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang, bằng :

$$E = \frac{F_d \mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n}{1000 \cdot K_d}$$

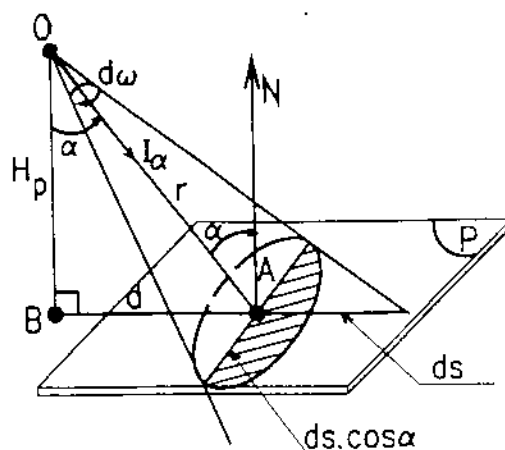
BA = d
PO = H_p
OA = r

Để đạt được giá trị độ rọi cần thiết E trên mặt làm việc, quang thông cần có F_d của mỗi đèn ($E = E_{min}$, tiêu chuẩn quy định) bằng:

$$F_d = \frac{1000E \cdot K_d}{\mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n}$$

Độ rọi giả định e_n có thể xác định theo biểu thức suy từ (hình 8-25) :

Khoảng cách r từ nguồn sáng O đến điểm A trên nguyên tố diện tích dS , α là góc hợp bởi pháp tuyến N với tia sáng tới A.



Hình 8-25

I_α là cường độ sáng của nguồn O bức xạ xuống mặt dS (nguồn lấp bóng chuẩn)
 Quang thông dF bức xạ xuống mặt dS bằng :

$$dF = I_\alpha \cdot d\omega$$

Nhưng :

$$d\omega = \frac{dS \cdot \cos\alpha}{r^2}$$

Cho nên :

$$dF = I_\alpha \cdot \frac{dS \cdot \cos\alpha}{r^2}$$

Độ rọi E, bằng :

$$E = \frac{dF}{dS} = \frac{I_\alpha \cdot \cos\alpha}{r^2}$$

Nhưng

$$r = \frac{H_p}{\cos\alpha}$$

Do đó, độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang bằng :

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3\alpha}{H_p^2}$$

Dễ dàng nhận thấy rằng, độ rọi E tại một điểm bất kì trên mặt phẳng nằm ngang phụ thuộc chiều cao treo đèn H_p và khoảng cách d (khoảng cách trên mặt phẳng nằm ngang giữa hình chiếu của nguồn (B) với điểm tính toán (A)).

Căn cứ vào sơ đồ thiết đặt thực tế, xác định giá trị H_p và d, kết hợp với đặc điểm phân bố ánh sáng của các loại đèn, thay vào biểu thức dưới đây để xác định được độ rọi E cần thiết :

$$E = \frac{I_\alpha \cdot \cos^3\alpha}{H_p^2}$$

Trong đó, cường độ sáng I_α của đèn lấp bóng chuẩn, quang thông $F = 1000 \text{ lm}$. (tìm trong phụ lục I).

Căn cứ vào tập hợp 3 yếu tố H_p , d và đặc điểm phân bố quang thông của các loại đèn, có thể thiết lập phương pháp đồ giải, tìm giá trị của E cần thiết theo những điều kiện cụ thể đã biết.

Một phương pháp đơn giản hơn là sử dụng đường cong độ rọi tương đối ξ .

Độ rọi tương đối trên mặt phẳng nằm ngang, khi $H_p = 1\text{m}$, bằng :

$$\xi = I_\alpha \cdot \cos^3\alpha$$

Như vậy :
$$e = \frac{\xi}{H_p^2}$$

Hình 8-25a cho thấy :

Tọa độ của e là d và H_p .

Tọa độ của ξ là d/H_p và $1m$.

Do đó có thể lấy : $\tan \alpha = \frac{d}{H_p}$ là hàm tự

biến của độ rọi tương đối. Đường cong độ rọi tương đối thành lập theo nguyên lý này. Có thể từ I_α , tìm được ξ , kết hợp chiều cao trên đèn H_p , tính được e.

Nếu có nhiều đèn, chiều cao treo đèn giống nhau, ta có :

$$\sum e = \frac{\sum \xi}{H_p^2}$$

$$F_d = \frac{1000E \cdot K_d H_p^2}{\mu \sum \xi}$$

Sử dụng phương pháp độ rọi tương đối để tính chiếu sáng ngoài nhà cho kết quả rất đáng tin cậy, và chính xác hơn so với phương pháp sử dụng đường cong đẳng lux sẽ được trình bày sau.

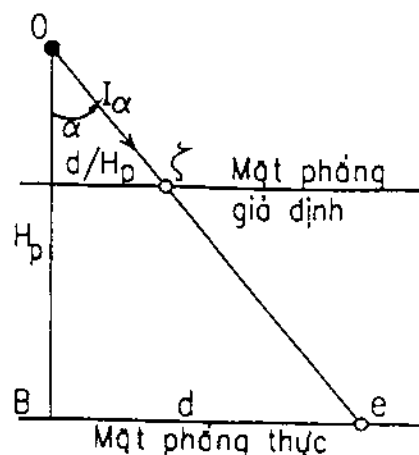
Khi tính toán thiết kế với quy mô lớn, phương pháp xác định giá trị e đơn giản nhất là phương pháp sử dụng đường cong đẳng lux (đẳng độ rọi).

Chúng ta đều biết, có thể dựng 2 trục tọa độ trong không gian quan tâm đèn, trục thẳng đứng h, và trục nằm ngang d. Theo sự biến thiên của h và d, có thể tìm được những điểm cùng giá trị độ rọi, nối các điểm cùng giá trị độ rọi sẽ có đường đẳng độ rọi. Đường đẳng độ rọi cho ở phụ lục V (tư liệu của Liên Xô cũ).

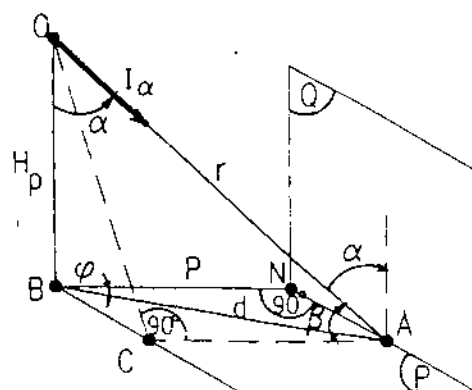
Khi tính độ rọi trên mặt phẳng nghiêng, lấy giá trị tìm được từ biểu đồ đường đẳng lux nhân với hệ số chuyển hoán ψ (trình bày sau đây), sẽ cho giá trị độ rọi trên mặt phẳng nghiêng E_{ng} cần tìm.

b) Tính độ rọi trên mặt phẳng thẳng đứng

Điểm A trên mặt phẳng thẳng đứng Q nhận ánh sáng từ nguồn O rọi tới (hình 8-26).



Hình 8-25a



Hình 8-26 :

$$\begin{aligned} BN &= P = \lambda CA \\ BA &= d, \angle OAC = \beta \\ OA &= r, \angle AOB = \alpha \\ OB &= H_p, \beta = 90^\circ - \alpha \end{aligned}$$

Để tính độ rọi tại A trên mặt phẳng thẳng đứng Q, ta dựng mặt phẳng nằm ngang đi qua điểm A và vuông góc với mặt phẳng Q, mặt phẳng P. Tam giác vuông ΔOCA cho quan hệ sau :

$$\frac{AC}{OA} = \cos\beta = \frac{P}{r}, \text{ và } P = r \cdot \cos\beta$$

Là biểu thức cơ bản của phương pháp điểm.

Độ rọi trên mặt đứng tại A, bằng :

$$E_{d.A} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos\beta}{r^2 \cdot K_d} = \frac{I_{\alpha} \cdot P}{r^2 \cdot K_d}$$

$$\frac{H_p}{r} = \cos\alpha \text{ hay là } r = \frac{H_p}{\cos\alpha}$$

Cuối cùng, ta có :

$$E_{d.A} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos\alpha}{r^3 \cdot K_d} = \frac{I_{\alpha} \cdot P}{\left(\frac{H_p}{\cos\alpha}\right)^3 \cdot K_d}$$

$$= \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3\alpha}{H_p^2 \cdot K_d} \cdot \frac{P}{H_p} = E_A \cdot \frac{P}{H_p}$$

$$E_{d.A} = E_A \frac{P}{H_p} ; \quad \text{lx}$$

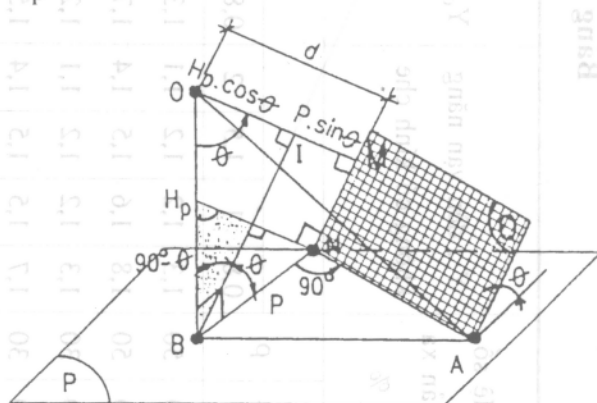
Nếu hình chiếu của tia sáng ($OA = r$) vuông góc với mặt phẳng thẳng đứng Q, thì :

$$E_{d.A} = E_A \cdot \tan\alpha = E_A \frac{d}{H_p}$$

c) Tính độ rọi trên mặt phẳng nghiêng ($E_{ng.A}$)

Tính độ rọi tại A trên mặt phẳng nghiêng Q.

Dựng mặt phẳng nằm ngang qua điểm A hợp với mặt phẳng Q một góc θ (hình 8-27).



Hình 8-27

$$\begin{aligned} OB &= H_p \cdot NB = P \cdot \sin\theta \\ OI &= H_p \cos\theta \cdot IM = P \cdot \sin\theta \\ OM &= d = H_p \cos\theta + P \cdot \sin\theta \end{aligned}$$

Bảng 8-13. Hệ số độ rọi tăng cường μ

Vị trí điểm tính toán	Hệ số phản xạ %	Y : đèn vạn năng không có kính che		Y _o : đèn vạn năng có kính che		Y _M : đèn vạn năng có kính che nửa màu mờ		J ₁₁ : đèn lui xét thủy tinh, đèn cầu, đèn sắt trần màu sữa				J ₂ : đèn chiếu sâu trắng men										
		$\Delta n = L/H_p$																				
		ρ_{tr}	ρ_t	0,8	1	1,5	2	0,8	1	1,5	2	0,8	1	1,5	2	0,8	1	1,5	2			
Giữa phòng	70	50	1,3	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	1,25	1,16	1,16	1,12	Trần tường màu sáng, không nền tính bằng phương pháp điểm				1,2	1,1	1,1	1,1
Gần sát tường	70	50	1,8	1,6	1,5	1,4	1,7	1,4	1,4	1,3	1,6	1,4	1,35	1,35	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3			
Giữa phòng	50	30	1,3	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,15	1,10	1,07	1,06	1,5	1,4	1,6	1,7	1,2	1,1	1,1	1,1
Gần sát tường	50	30	1,7	1,5	1,5	1,4	1,5	1,3	1,2	1,2	1,35	1,25	1,2	1,2	1,8	1,7	1,6	1,8	1,3	1,2	1,2	1,1
Giữa phòng	30	30	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,15	1,1	1,07	1,06	1,3	1,2	1,4	1,6	1,1	1,1	1,1	1,1
Gần sát tường	30	30	1,5	1,2	1,2	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,6	1,5	1,4	1,6	1,2	1,2	1,1	1,1

Tương tự như đã chứng minh, $E_{d.A}$:

$$E_{ng.A} = EA \frac{d}{H_p}$$

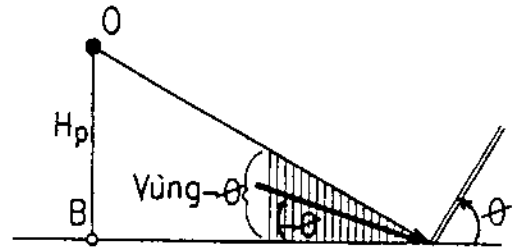
$$d = H_p \cdot \cos\theta \pm P \cdot \sin\theta$$

Trong đó, P - Khoảng cách gần nhất giữa hình chiếu B của nguồn tới giao tuyến giữa 2 mặt phẳng P và Q .

Dấu $(\pm P \cdot \sin\theta)$ biểu thị vị trí khác nhau của góc θ (hình 8-28).

$$\text{Do đó, } E_{ng.A} = E_A \left(\cos\theta \pm \frac{P}{H_p} \sin\theta \right)$$

$$\text{Đặt : } \left(\cos\theta \pm \frac{P}{h_p} \sin\theta \right) = \psi,$$



Hình 8-28

Góc θ của mặt phẳng nghiêng khác nhau

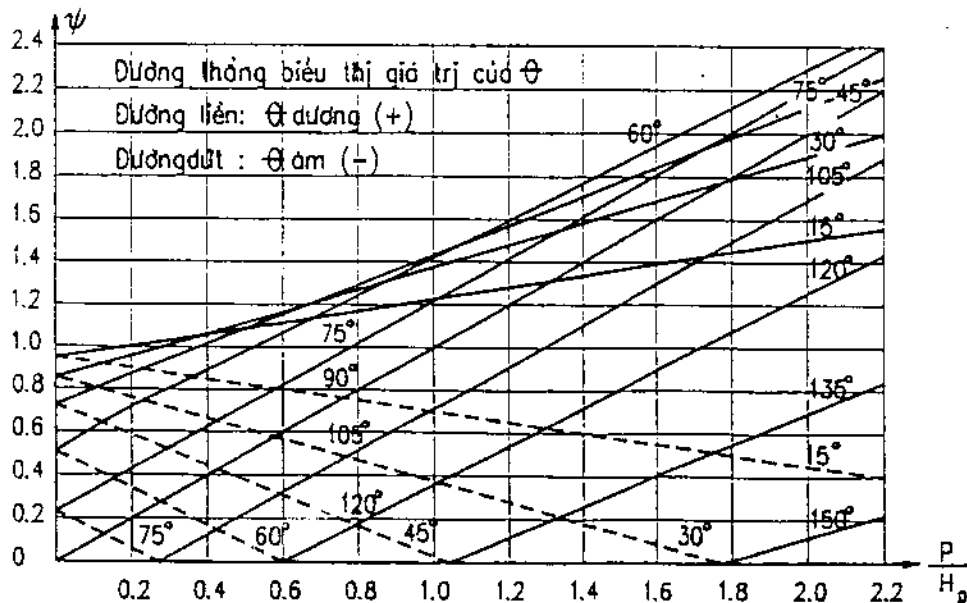
ψ gọi là hệ số chuyển hoán :

$$E_{ng.A} = E_A \cdot \psi$$

Giá trị của ψ có thể xác định bằng phương pháp đồ giải (hình 8-29)

d) Trình tự tính toán và thí dụ áp dụng

Với phương thức chiếu sáng chung, độ rọi phân bố đều, yêu cầu đảm bảo độ rọi trên toàn mặt làm việc không nhỏ hơn giá trị tiêu chuẩn E_{min} (quy phạm quy định), do đó khi tính toán phải căn cứ vào giá trị Σe bất lợi nhất để xác định quang thông của bóng đèn phù hợp, thỏa mãn yêu cầu sử dụng.



Hình 8-29 : Quan hệ giữa ψ và P/H_p

- Vị trí bất lợi nhất tùy thuộc vào hình dáng phòng, phương pháp bố trí đèn, chẳng hạn góc G bất lợi nhất, thứ đến là điểm F (hình 8-30). Các điểm A, B, C cũng là những điểm bất lợi. Những điểm có lợi nhất là những điểm ngay bên dưới đèn.

- Khi tính độ rọi tại một điểm nào đó, cần phải xem xét ảnh hưởng của các đèn chung quanh đối với điểm đó, cuối cùng lấy tổng các đèn rọi tới sẽ có giá trị Σe . Giá trị của các hệ số K_d , μ , có thể tìm thấy ở các bảng cho sẵn.

- Tính được giá trị Σe của điểm bất lợi nhất, thay vào các công thức tính toán hữu quan, sẽ xác định quang thông cần thiết của bóng đèn, theo đó, lựa chọn bóng đèn tiêu chuẩn tương ứng. Nếu như quang thông yêu cầu chênh lệch nhiều với quang thông của bóng đèn tiêu chuẩn thì có thể, hoặc là thay đổi cách bố trí đèn, hoặc là thay đổi số lượng đèn. Trong những phòng lớn, yêu cầu chiếu sáng tương đối cao, nên nghiên cứu một số phương án bố trí khác nhau, sau đó, so sánh chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật của các phương án, để tìm phương án tối ưu.

Thí dụ 1 :

Sơ đồ bố trí đèn như (hình 8-30), phòng rộng 10m, dài 15m. Đèn vạng năng có kính che Y_0 . Tính quang thông cần thiết của bóng đèn. Chiều cao treo đèn $H_p = 2,5m$, độ rọi tiêu chuẩn $E_{min} = 50lux$. Phòng không có bụi khói $\rho_{tr} = 70\%$, $\rho_t = 50\%$. $K_d = 1,3$.

Giải :

Tìm giá trị hệ số độ rọi tăng cường μ

$$\Delta n = L/H_p \approx \sqrt{a \cdot b} / 2,5 = \sqrt{4 \times 3,5} / 2,5 = 1,5$$

Điểm tính toán B ở giữa phòng, ρ_{tr} , $\rho_t = 70, 50$;
 $\Delta n = 1,5$, đèn Y_0 (bảng 8-13) cho $\mu = 1,1$.

Rọi sáng điểm B, gồm $n = 4$ đèn (7.8.11.12), khoảng cách d bằng nhau và bằng :

$$d = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{2} = \frac{\sqrt{4^2 + 3,5^2}}{2} = 2,7m$$

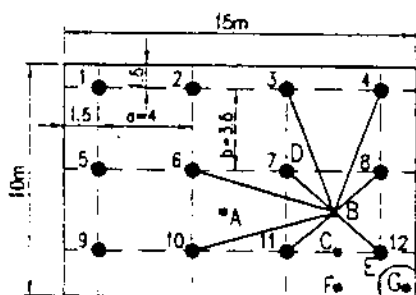
Có thể đo d trên bản vẽ.

Các đèn ở xa $n = 2$, đèn (3, 4), khoảng cách d đo trên bản vẽ bằng 5,6m

$n = 2$, đèn (6, 10), khoảng cách d đo trên bản vẽ bằng 6,3m

Tính theo độ rọi giả định e_n

Từ phụ lục V, với đèn vạng năng có kính che Y_0 , và H_p , d, tìm được giá trị các độ rọi giả định e_n ứng với từng nhóm đèn gần và xa đối với điểm B.



Hình 8-30

Gợi ý chọn vị trí tính toán

- Nhóm n = 4 đèn gần (7.8.11.12) : d = 2,7, e = 5,8, ne = 4 × 5,8 = 23,2
 - Nhóm n = 2 đèn xa (3, 4), d = 5,6, e = 0,8, ne = 2 × 0,8 = 1,6
 - Nhóm n = 2 đèn xa (6, 10), d = 6,3, e = 0,6, ne = 2 × 0,6 = 1,2
- $$\Sigma e = 26,0$$

Bằng phương pháp tương tự, tính được Σe tại các điểm C, D. Kết quả ghi trong bảng sau :

	d (m)	n	e	n.e
Điểm B :	2,7	4	5,8	23,2
	5,6	2	0,8	1,6
	6,3	2	0,6	1,2
				$\Sigma e = 26$
Điểm C :	2	2	10,0	20,0
	4	2	2,1	4,2
	6	1	0,7	0,7
				$\Sigma e = 24,9$
Điểm D :	0	1	24,0	24,0
	3,5	2	3,1	6,2
	4,0	2	2,1	4,2
	5,3	4	1,0	4
				$\Sigma e = 38,4$

Kết quả tính toán cho thấy điểm C là điểm bất lợi nhất trong 3 điểm B, C, D. Do đó, xác định quang thông của đèn cần thiết đảm bảo đủ tiêu chuẩn cho điểm C : $\Sigma e = 24,9$.

Công thức tính toán :

$$F_d = \frac{1000 \cdot E_{\min} \cdot K_d}{\mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n} = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1,3}{1,1 \cdot 24,9} = 2.373 \quad \text{lm}$$

Điện áp của lưới điện 220V, tra bảng 8-13 chọn bóng đèn 200W, quang thông $F_d = 2700 \text{ lm}$.

Khi đó, độ rọi lớn nhất tại điểm D bằng.

$$E_D = \frac{\sum_{n=1}^{n=m} F_d}{1000 \cdot K_d} = \frac{2700 \cdot 1,1 \cdot 38,4}{1000 \cdot 1,3} = 88 \quad \text{lux}$$

Độ rọi tại C, bằng :

$$E_C = \frac{2700 \cdot 1,1 \cdot 24,9}{1000 \cdot 1,3} = 57 \quad \text{lux}$$

Bảng 8-14. Quang thông đèn nung sáng

Công suất (W)	Quang thông định mức F_d (lm)		Kích thước bóng đèn (mm)			Hiệu suất η (lm/W)	
	127V	220V	D	L	H	127V	220V
15	130	105	61	104	-	8,6	7,0
25	235	205	61	104	-	9,4	8,2
40	440	370	61	110	-	11,0	9,25
60	740	620	61	110	-	12,3	10,33
75	980	840	66	125	-	13,0	11,2
100	1.400	1.240	66	125	94	14,0	12,4
150	2.300	1.900	81	170	130	15,3	12,66
200	3.200	2.700	81	170	130	16,0	13,5
300	5.150	4.350	112	232	180	17,16	14,5
500	9.100	8.100	112	232	180	18,2	16,2
750	14.250	13.100	152	335	250	19,0	17,46
1.000	19.500	18.200	152	335	250	19,5	18,20
1.500	29.500	28.000	187	335	250	19,6	18,66

Thí dụ 2 :

Tính quang thông định mức của bóng đèn yêu cầu, đảm bảo độ rọi $E = 10 \text{ lx}$, tại điểm A trên mặt đứng (hình 8-31). Sử dụng đèn vụn năng có kính che Y_o , khoảng cách đèn 6 mét. Điểm A nằm ở giữa 2 đèn. Hệ số dự trữ $K_d = 1,3$, $\mu = 1,1$.

Giải :

Hai phương án thiết đặt là bố trí đèn giữa phòng S_1 ; hoặc bố trí đèn trên tường đối diện S trực đèn nghiêng 40° với mặt thẳng đứng.

Phương án a :

Chiều cao treo đèn :

$$H_p = 3,5\text{m} - 1,5\text{m} = 2\text{m}$$

$$d = \sqrt{3^2 + 1,5^2} = 3,3\text{m} \text{ (hình 8-31b)}$$

Phụ lục V, từ đường cong đẳng độ rọi của đèn Y_o :

$$H_p = 2\text{m} ; d = 3,3\text{m}$$

Tìm thấy $e = 3 \text{ lux}$, $n = 2$ đèn, do đó $\sum e = 2 \times 3 = 6 \text{ lx}$

$$E_{d.A} = E_A \frac{P}{H_p} ; \text{ lux}$$

$$\text{Trong đó, } E_A = \frac{F_d \cdot \mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n}{1000 \cdot K_d}$$

Hay là :

$$E_{d.A} = \frac{F_d \cdot \mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n}{1000 \cdot K_d} \cdot \frac{P}{H_p}$$

Như vậy, quang thông yêu cầu bằng :

$$F_d = \frac{1000 \cdot K_d \cdot E_{d.A} \cdot H_p}{\mu \sum_{n=1}^{n=m} e_n \cdot P} = \frac{1000 \cdot 1,3 \cdot 10 \cdot 2}{1,1 \cdot 6 \cdot 1,5} = 2.626 \text{ lm}$$

Tra bảng 8-14 với điện áp lưới điện 220V, chọn đèn công suất 200w, $F_{dm}=2700 \text{ lm}$

Phương án b :

Để dễ tính toán, dựng mặt phẳng nghiêng qua A, góc nghiêng $\theta=50^\circ$ (mặt phẳng OA_1 , hình 8-31c).

Theo bố trí đèn, đo thực tế, chiều cao treo đèn $H_p = \overline{SO} = 3,4\text{m}$

$$P = \overline{OA_1} = 1,5 \cdot \sin 40^\circ = 1\text{m}$$

$$\overline{OA} = d = \sqrt{3^2 + 1^2} = 3,2\text{m}$$

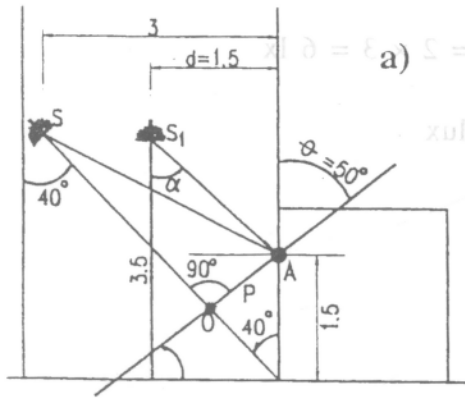
Từ phụ lục V, đèn vạn năng có kính che Y_0 tìm được $e = 4,2 \text{ lux}$, $n = 2$ đèn, $\sum e = 2 \times 4,2$.

Tìm hệ số chuyển hoán ψ . Từ (hình 8-29) với $\theta = 50^\circ$, $P/H_p = 1/3,4 = 0,29$, tìm được $\psi = 0,9$.

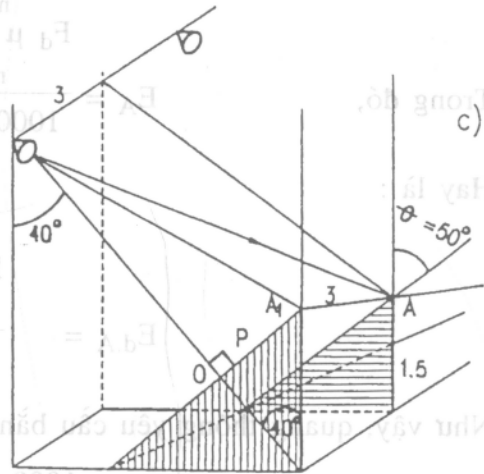
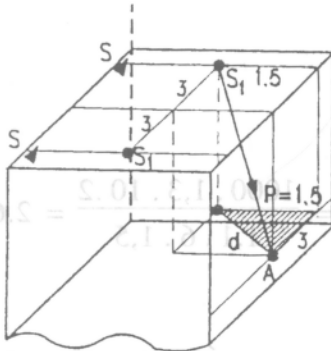
$$\text{Như vậy : } F_d = \frac{1000 \cdot E_{\min} \cdot K_d}{\psi \cdot \mu \sum_{n=1}^2 e_n} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 1,3}{0,9 \cdot 1,1 \cdot 8,4} = 1,563 \text{ lm}$$

Điện áp lưới điện 220V, đèn 150W, $F_{dm} = 1900 \text{ lm}$.

Kết quả tính toán cho biết, phương án b tiết kiệm hơn phương án a.



b)



Hình 8-31 : Sơ đồ tính toán của thí dụ 2

Thí dụ 3 :

Chiếu sáng nhân tạo cho phòng làm việc
cao $\times$ rộng $\times$ dài = $4 \times 8 \times 8$ (m³)

Người ta bố trí 4 đèn luxet thủy tinh màu
sữa, bóng đèn 200W, điện áp 127V. Chiều cao
treo đèn $H_p = 3$ m. Mặt làm việc cao 0,8m.
Kiểm tra độ rọi tại A và B trên mặt phẳng nằm
ngang, (hình 8-32). Hệ số dự trữ $K_d = 1,3$.

Giải :

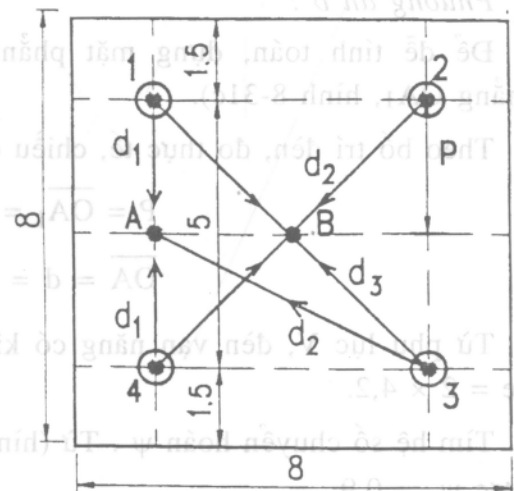
Độ rọi tại A là E_A

- Do đèn 1 và 4 rọi tới :

$$d_1 = 2,5\text{m} ; \quad \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{d_1}{H_p} = \frac{2,5}{3} ; \quad \alpha_1 = 40^\circ ; \quad \cos^3 \alpha_1 = 0,45.$$

Theo phụ lục I đèn lắp bóng chuẩn 1000 lm ; $I_{\alpha_1=40^\circ} = 140\text{cd}$.

Độ rọi giả định tại A do một đèn chuẩn tạo nên bằng :



Hình 8-32 : Sơ đồ thí dụ 3

$$E_{A1} = \frac{I_{\alpha 1} \cdot \cos^3 \alpha_1}{H_p^2 \cdot K_d} = \frac{140 \cdot 0,45}{3^2 \cdot 1,3} = 5,5 \quad \text{lx}$$

Thực tế, bóng 200W (bảng 8-13) quang thông $F_{dm} = 3200 \text{ lm}$.

Hệ số độ rọi tăng cường $\mu = 1,5$ (hệ số phản xạ của trần $\rho_{tr} = 30\%$, của tường $\rho_t = 30$, $\Delta n = L/H_p = 5/3 = 1,7$).

Độ rọi thực tại A là E_{tA} , do $n = 2$ đèn, bằng :

$$E_{tA} = \frac{\mu \cdot F_{dm}}{1000} \cdot n E_{A \cdot 1} = \frac{1,5 \cdot 3200}{1000} \cdot 2 \cdot 5,5 = 52,8 \quad \text{lx}$$

Do đèn 2 và 3 rọi tới : $d_2 = 5,6\text{m}$; $\tan \alpha_2 = d_2/H_p = 5,6/3 = 1,87$;

$$\alpha_2 = 62^\circ ; \cos^3 \alpha_2 = 0,1.$$

Từ phụ lục I, đèn luxet lắp bóng chuẩn, quang thông 1000 lm : $I_{\alpha 2} = 77 \text{ cd}$.

$$E_{A2} = \frac{I_{\alpha 2} \cdot \cos^3 \alpha_2}{H_p^2 \cdot K_d} = \frac{77 \cdot 0,1}{3^2 \cdot 1,3} = 0,66 \quad \text{lx (do 1 đèn tạo nên)}$$

Tương tự như trên :

$$E_{tA2} = \frac{\mu \cdot F_{dm}}{1000} \cdot n \cdot E_{A \cdot 2} = \frac{1,5 \cdot 3200}{1000} \cdot 2 \cdot 0,66 = 5,5 \quad \text{lux}$$

Tổng độ rọi do 4 đèn cấp tới A trên mặt phẳng nằm ngang E_{tA} :

$$E_{tA} = E_{tA1} + E_{tA2} = 52,8 + 5,5 = 58,3 \quad \text{lux}$$

Độ rọi tại B :

$$d_3 = 3,55\text{m} ; \tan \alpha_3 = d_3/H_p = 3,55/3 = 1,2$$

$$\alpha_3 = 50^\circ ; \cos^3 \alpha_3 = 0,26$$

Từ phụ lục I, đèn luxet lắp bóng chuẩn, quang thông 1000 lm :

$$I_{\alpha 3} = 110 \text{ cd}, n = 4 \text{ đèn}.$$

$$E_B = n \frac{I_{\alpha 3} \cdot \cos^3 \alpha_3}{H_p^2 \cdot K_d} = 4 \frac{110 \cdot 0,26}{3^2 \cdot 1,3} = 9,8 \quad \text{lux}$$

Độ rọi thực tế tại B, do $n = 4$ đèn tạo nên, bằng :

$$E_{tB} = \frac{\mu \cdot F_{dm}}{1000} \cdot E_B = \frac{1,5 \cdot 3200}{1000} \cdot 9,8 = 47 \quad \text{lux}$$

7. Nguồn đường

Nguồn sáng là nguồn đường, thường là đèn huỳnh quang, cũng có thể là đèn nung sáng, thiết đặt thành hàng, thành dãy, tạo thành một đường sáng hoặc nhiều đường sáng song song nhau.

Có thể thừa nhận đèn huỳnh quang là một ống phát sáng hình trụ, độ chói phân bố đều trên suốt chiều dài ống đèn. Quang thông phân bố trên mặt cắt ngang và dọc theo ống đèn không giống nhau.

Nghiên cứu sự phân bố cường độ sáng của ống đèn trần cho thấy rằng, đường cong cường độ sáng trên mặt phẳng thẳng góc với trục đèn có dạng là những đường tròn, tâm nằm trên trục đèn, cho nên cường độ sáng trên mặt cắt ngang bằng nhau trên mọi hướng.

Nếu đặt ống đèn vào chụp, thì trên mặt cắt dọc chứa trục đèn, quang thông phân bố theo quy luật của vật phản xạ khuếch tán, đường đặc tính phân bố ánh sáng có dạng hình cosin. Cường độ sáng cực đại có xu hướng thẳng góc với trục đèn.

Sự phân bố ánh sáng của đèn huỳnh quang, trên mặt phẳng ngang vuông góc với trục đèn, phụ thuộc vào hình dáng của mặt phản xạ trong chụp đèn, đường cong phân bố ánh sáng không còn dạng hình tròn. Chụp phản xạ khuếch tán, đường cong có dạng hình cosin, còn chụp phản xạ mặt gương, đường cong cường độ sáng có dạng phức tạp hơn.

Phân bố quang thông trên mặt cắt dọc trục đèn, khi có chụp và khi để trần không khác nhau nhiều, và được thừa nhận, với mọi đèn huỳnh quang, đường cong đặc tính phân bố ánh sáng trên mặt cắt dọc trục đèn có dạng hình cosin.

Thường bố trí đèn huỳnh quang song song với mặt làm việc.

a) Tính theo cường độ sáng I_α

Chúng ta đều biết, độ rọi tại một điểm trên mặt phẳng nằm ngang, do nguồn sáng điểm gây ra bằng :

$$E = \frac{dF}{dS} = \frac{I_\alpha \cdot \cos\alpha}{r^2}$$

Nếu điểm tính toán nằm trên mặt phẳng vuông góc với tia sáng, $\alpha = 0$, ta có :

$$E' = \frac{I_\alpha}{r^2}$$

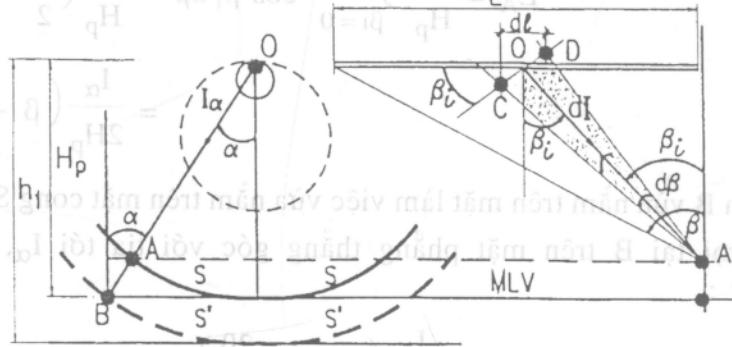
Khi đó, $E = E' \cos\alpha$ hay là $E/E' = \cos\alpha$

Có thể coi nguồn đường là tổng hữu hạn những nguồn điểm liên tiếp $\sum dl = L$ (hình 8-33).

Để tính độ rọi tại B trên mặt làm việc (MLV) nằm ngang, ta dựng mặt cong phụ SS bán kính H_p . Trên nguồn đường dài L, lấy một nguyên tố chiều dài dl , và coi là nguồn điểm, do đó, độ rọi dE_A do nguồn điểm dl gây ra tại A, bằng :

Hình 8-33 :

Sơ đồ tính toán
đối với nguồn đường
SS - Mặt cong phụ
bán kính H_p
 $OB = h_1, OA = H_p$



$$dE_A = \frac{dl \cdot \cos \beta_i}{r^2}$$

$$r = OA = H_p / \cos \beta_i$$

Do đó :

$$dE_A = \frac{dl \cdot \cos^3 \beta_i}{H_p^2}$$

Trên đây đã trình bày, cường độ sáng trên mặt phẳng dọc chứa trục đèn có dạng cosin. Nếu I_α là cường độ sáng theo phương α (hình 8-33) trên mặt phẳng nằm ngang vuông góc với đơn vị chiều dài trục đèn, ta có :

$$dl = I_\alpha \cdot \cos \beta_i \cdot d\beta$$

Và :

$$dE_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos^4 \beta_i \cdot d\beta}{H_p^2}$$

Vì $d\beta$ khá bé, nên có thể coi dây cung CD bằng cung của $d\beta$:

$$d\beta = \frac{dl \cdot \cos \beta_i}{r^2} = \frac{dl \cdot \cos^2 \beta_i}{H_p}$$

Do đó,

$$dl = \frac{d\beta \cdot H_p}{\cos^2 \beta_i}$$

Cuối cùng :

$$dE_A = \frac{I_\alpha \cdot \cos^4 \beta_i \cdot d\beta}{H_p^2} = \frac{I_\alpha \cdot \cos^2 \beta_i \cdot d\beta}{H_p}$$

Như vậy, độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang tại A, do nguồn đường dài L rọi tới, bằng :

$$E_A = \frac{I_\alpha}{H_p} \int_{\beta_i=0}^{\beta} \cos^2 \beta_i d\beta = \frac{I_\alpha}{H_p} \left(\frac{\beta}{2} + \frac{\sin 2\beta}{4} \right)$$

$$= \frac{I_\alpha}{2H_p} \left(\beta + \frac{\sin 2\beta}{2} \right)$$

Điểm B vừa nằm trên mặt làm việc vừa nằm trên mặt cong $S'S'$ bán kính $h_1 = H_p + \overline{AB}$.

Độ rọi tại B trên mặt phẳng thẳng góc với tia tới I_α , theo kết quả tích phân trên đây :

$$E'_B = \frac{I_\alpha}{2h_1} \left(\beta + \sin \frac{2\beta}{2} \right)$$

Từ (hình 8-33), ta có : $H_p/h_1 = \cos \alpha$ hay là $h_1 = H_p/\cos \alpha$.

Do đó :

$$E'_B = \frac{I_\alpha \cos \alpha}{2H_p} \left(\beta + \sin \frac{2\beta}{2} \right)$$

Vì rằng điểm B nằm trên mặt phẳng vuông góc với tia tới I_α , nên $\alpha = 0$, trên đây đã dẫn chứng :

$$E_B = E'_B \cos \alpha = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha}{2H_p} \left(\beta + \sin \frac{2\beta}{2} \right)$$

Để dễ dàng tính toán, chúng ta chuyển qua sơ đồ tính toán (hình 8-34), từ điểm B nhìn toàn nguồn đường dưới góc β :

$$\beta = \arctg \frac{L}{r}$$

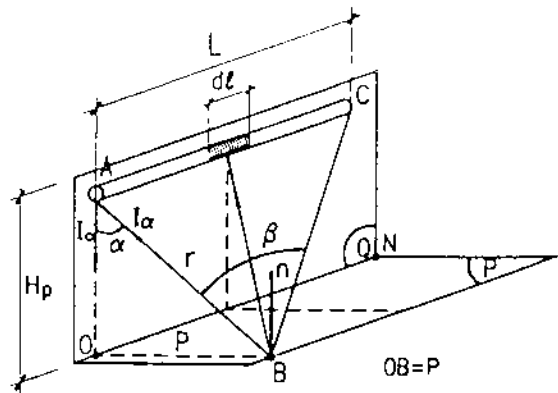
$$\sin \frac{2\beta}{2} = \frac{2 \sin \beta \cos \beta}{2} = \sin \beta \cos \beta$$

$$\text{và} \quad \cos \beta = \frac{r}{BC} = \frac{r}{\sqrt{r^2 + L^2}}$$

$$\sin \beta = \frac{L}{BC} = \frac{L}{\sqrt{r^2 + L^2}}$$

Kết quả cuối cùng :

$$E_B = \frac{I_\alpha \cos^2 \alpha}{2H_p} \left(\arctg \frac{L}{r} + \frac{r \cdot L}{r^2 + L^2} \right)$$



Hình 8-34. $OB = P$

Nhiều kết quả tính toán thiết kế cho thấy, khi chiều dài nguồn đường $L \geq 3,5H_p$, có thể thừa nhận nguồn đường có chiều dài vô cùng, khi đó, giá trị trong ngoặc tiến tới $\pi/2$, do đó :

$$E_B = \frac{I_\alpha \cdot \pi \cdot \cos^2 \alpha}{4H_p}$$

Tương ứng, vì rằng $\alpha = 0$, $\cos \alpha = 1$, cho nên tại điểm O, độ rọi E_o bằng :

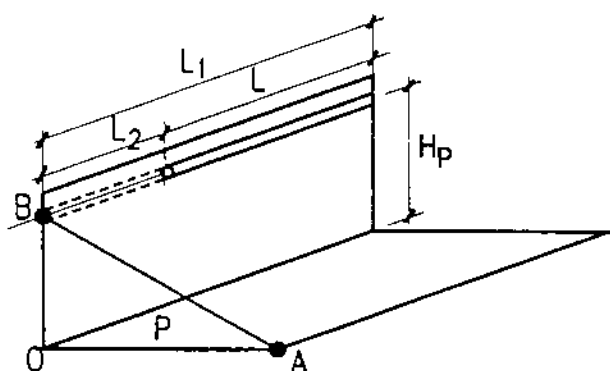
$$E_o = \frac{I_\alpha \cdot \pi}{4H_p}$$

b) Tính theo độ rọi tương đối ε

Phương pháp này do G.M. Knoring đề nghị, nhằm mục đích đơn gọn quá trình tính toán. Tính theo cường độ sáng rõ ràng là quá nặng nề.

Để tính theo độ rọi tương đối ε , trước tiên giả định 2 điều kiện chuẩn :

- Mật độ quang thông của nguồn đường $F' = 1000 \text{ lm/m}$
- Chiều cao treo đèn $H_p = 1\text{m}$, trên mặt làm việc.



Hình 8-35

Trên cơ sở đó, thiết lập đường đẳng lux (đẳng độ rọi) tuyến tính tương ứng với các loại đèn khác nhau (hình 8-36).

Mật độ quang thông F' của nguồn đường xác định bằng tỉ số giữa quang thông của toàn bộ nguồn đường F với chiều dài L của nguồn đường đó : $F' = F/L \text{ (lm/m)}$.

Đường đẳng lux tuyến tính của các loại đèn theo điều kiện chuẩn, thường thiết lập trong hệ tọa độ decatt, tung độ là giá trị $L' = L/H_p$. Hoành độ là giá trị $P' = P/H_p$; $L'_1 = L_1/H_p$; $L'_2 = L_2/H_p$ (hình 8-35).

Độ rọi tương đối ε là hàm số của L' và P' : $\varepsilon = f(L', P')$.

Công thức tính toán :

$$F' = \frac{1000 \cdot E \cdot K_d \cdot H_p}{\mu \Sigma \varepsilon} \quad ; \quad \text{lm/m}$$

Trong đó : μ - Hệ số độ rọi tăng cường, đã tính tới độ rọi gia tăng của ánh sáng phản xạ từ các bề mặt giới hạn của phòng.

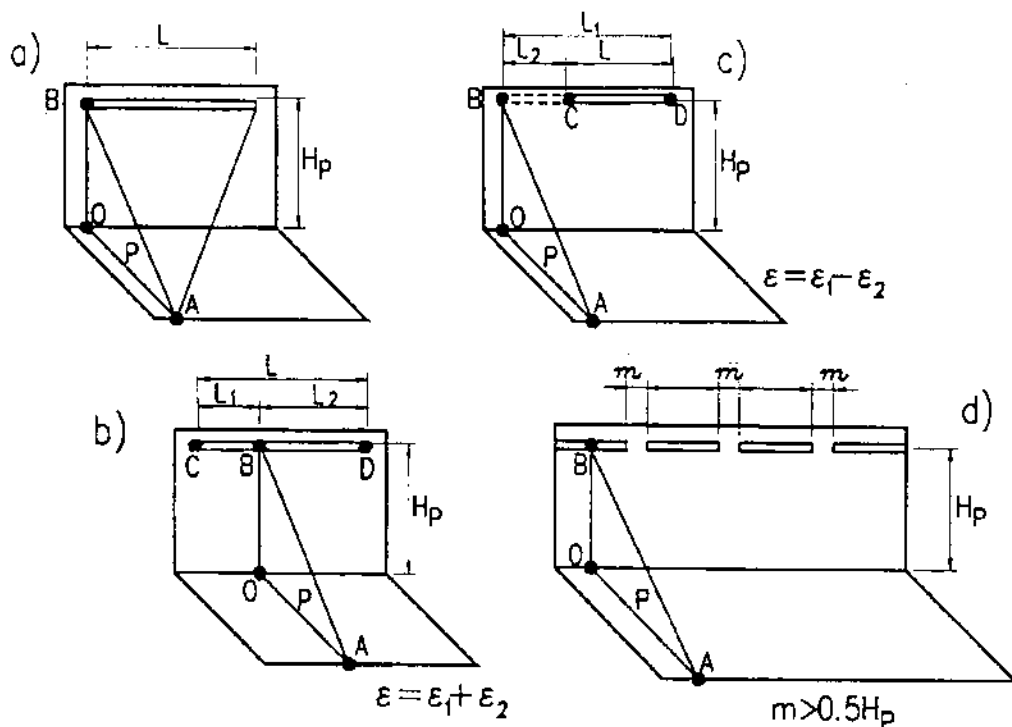
Quang thông cần có của nguồn đường bằng :

$$F = F' \cdot L \quad ; \quad \text{lm}$$

Với :

L - Là chiều dài tổng cộng của nguồn đường. Từ đó xác định số lượng, công suất của đèn trong dãy.

$\Sigma \epsilon$ - Tổng độ rọi tương đối do toàn bộ các hàng (dãy) đèn rọi tới điểm tính toán.



Hình 8-36

a, b, c) Nguồn đường liên tục ; d) Nguồn đường gián đoạn ($m > 0,5H_p$)

Trường hợp hình chiếu của đầu đèn không trùng với điểm tính toán thì áp dụng nguyên tắc cộng tác dụng :

Hình 8.36b : Điểm tính toán A nằm trong hàng đèn $\epsilon_{CD} = \epsilon_{CB} + \epsilon_{BD} = \epsilon_1 + \epsilon_2$

Hình 8.36c : Điểm tính toán A nằm ngoài hàng đèn : $\epsilon_{CD} = \epsilon_{BD} - \epsilon_{BC} = \epsilon_1 - \epsilon_2$

Trường hợp mặt phẳng làm việc nghiêng 1 góc θ so với mặt phẳng nằm ngang, thì :

$$F' = \frac{1000 \cdot E \cdot K_d \cdot H_p}{\psi \cdot \mu \Sigma \epsilon}$$

Trong đó ψ - Là hệ số phụ thuộc vào góc θ và tỉ lệ P/H_p , xác định từ biểu đồ (hình 8-37).

Khi bố trí một hàng đèn, các đèn nối tiếp nhau, hoặc là liên tục hoặc là gián đoạn. Nếu m là khoảng cách gián đoạn giữa các đèn trong cùng một hàng đèn,

G. M. Knoring đề nghị và được nhiều người thừa nhận, như sau :

- Khi $m \leq 0,5H_p$, thừa nhận nguồn đường là liên tục.
- Khi $m > 0,5H_p$, hàng đèn gián đoạn, phải tính độ rọi theo từng đèn riêng biệt.

Thông thường, tại vị trí ứng với điểm cuối của hàng đèn, độ rọi có giá trị nhỏ nhất. Độ rọi ở vị trí giữa 2 hàng đèn nhỏ hơn độ rọi của điểm nằm ngay dưới hàng đèn.

Để đảm bảo độ rọi đồng đều trên mặt làm việc, có nhiều phương pháp :

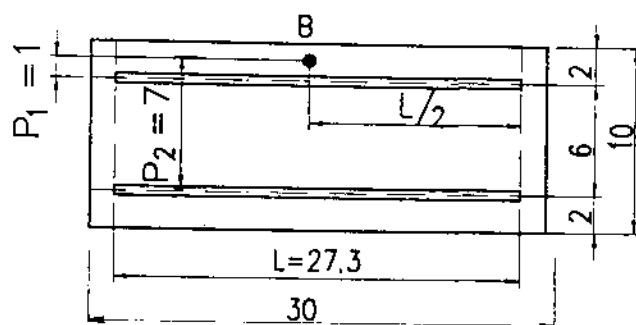
- Kéo dài hàng đèn ra ngoài mặt làm việc một đoạn bằng $0,5H_p$.
- Hoặc là tăng gấp đôi mật độ quang thông ở đoạn cuối của hàng đèn.
- Hoặc là ở cuối của hàng đèn, thiết đặt thêm một hàng đèn bổ sung, vuông góc với hàng đèn chính.

Thí dụ 4 :

Thiết kế chiếu sáng nhân tạo cho một xưởng may có kích thước :

$$\text{cao} \times \text{rộng} \times \text{đài} = 4 \times 10 \times 30(\text{m}^3)$$

Độ rọi tiêu chuẩn trên mặt làm việc cách sàn $0,8\text{m}$ là $E_{\min} = 400 \text{ lx}$. Sử dụng đèn huỳnh quang, bố trí thành 2 hàng liên tục chạy dọc nhà, cách tường dọc 2m . Điện áp của lưới điện $380/220\text{V}$, công suất của đèn 40W , có lưới chắn sáng, chiều dài 1 đèn là $1,3\text{m}$; thiết đặt nối tiếp 21 đèn $\times 1,3\text{m} = 27,3\text{m}$ (hình vẽ)



Hình vẽ cho thí dụ 4

Giải :

Vị trí kiểm tra điểm B ở giữa hàng đèn, cách tường dọc 1m trên mặt phẳng nằm ngang, $P_1 = 1\text{m}$ và $P_2 = 7\text{m}$.

Chiều cao treo đèn trên mặt làm việc $H_p = 2,6\text{m}$.

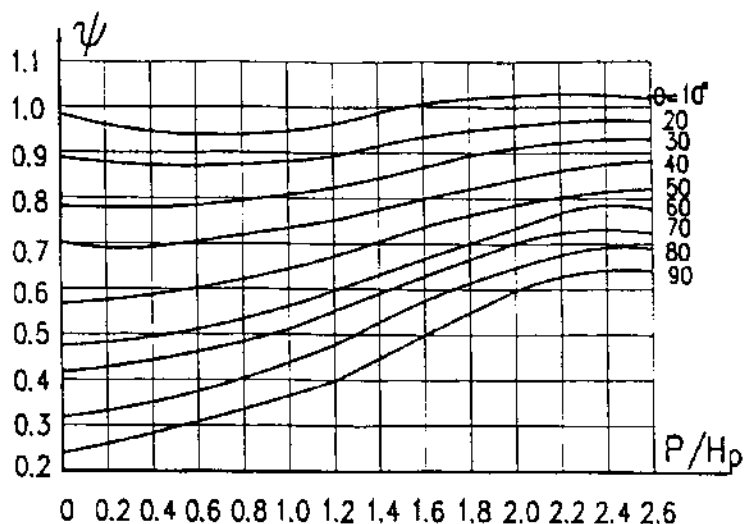
$$P'_1 = \frac{P_1}{H_p} = \frac{1}{2,6} = 0,39$$

$$P'_2 = \frac{P_2}{H_p} = \frac{7}{2,6} = 2,7$$

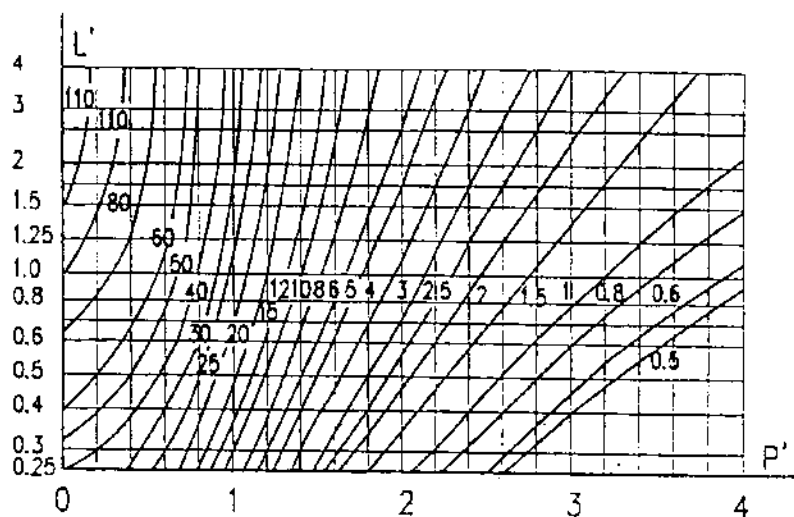
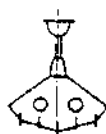
$$L'_1 = \frac{L_1}{2H_p} = \frac{27,3}{2 \cdot 2,6} = 5,2$$

$$L'_2 = \frac{L_1}{2H_p} = \frac{27,3}{2 \cdot 2,6} = 5,2$$

Hình 8-37
Quan hệ ψ ,
 P/H_p và θ

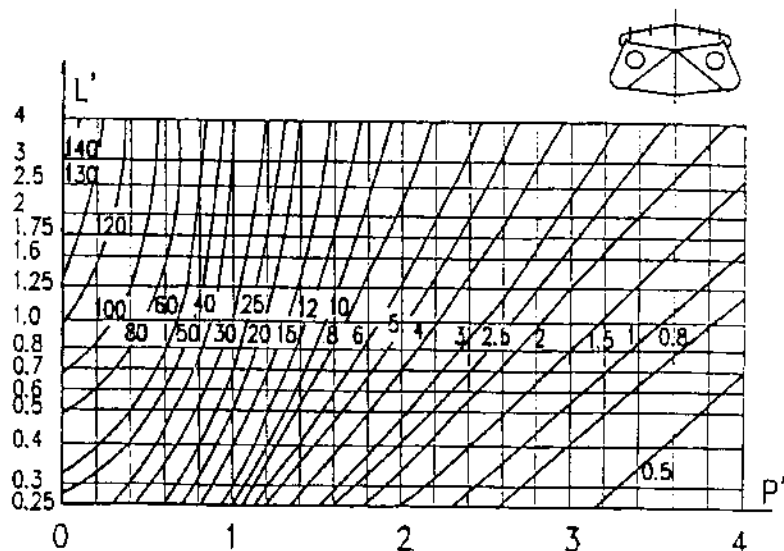


a) Đèn H.Q có ô
chấn sáng IIIOD



b) Đèn H.Q có ô
chấn sáng III, III

Hình 8-38 a,b
Đường đẳng lux,
mật độ quang thông
chuẩn $F = 1000 \text{ lm/m}^2$
 $H_p = 1 \text{ m}$
Để tìm độ rọi
tương đối $\varepsilon = f(L', P')$



Từ biểu đồ (hình 8-38a) đường thẳng lux tuyến tính của đèn huỳnh quang có ô chấn sáng, tìm được :

$$\left. \begin{matrix} P'_1 = 0,39 \\ L'_1 = 5,2 \end{matrix} \right\} \varepsilon_1 = 110 \quad \text{lx} \quad \left. \begin{matrix} P'_2 = 2,7 \\ L'_2 = 5,2 \end{matrix} \right\} \varepsilon_2 = 4,7 \quad \text{lx}$$

Tổng độ rọi tương đối tại B do 2 hàng đèn rọi tới bằng :

$$\sum \varepsilon = 2\varepsilon_1 + 2\varepsilon_2 = 2(110 + 4,7) = 229,4 \text{ lx.}$$

Hệ số dự trữ $K_d = 1,5$, hệ số độ rọi tăng cường $\mu = 1,3$.

Mật độ quang thông F' , bằng :

$$F' = \frac{1000 \cdot E \cdot K_d \cdot H_p}{\mu \sum \varepsilon} = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1,5 \cdot 2,6}{1,3 \cdot 229,4} = \frac{1 \cdot 560 \cdot 000}{298,22} = 5.231 ; \quad \text{lm/m}$$

Nếu sử dụng đèn 3 bóng, F_{dm} của mỗi bóng bằng 2480 lm, chiều dài mỗi đèn l_d bằng 1,3m (phụ lục IV), mật độ quang thông thực tế, bằng :

$$F'_{tt,d} = \frac{3 \cdot F_{dm}}{l_d} = \frac{3 \cdot 2480}{1,3} = 5.723 ; \quad \text{lm/m}$$

Khi đó, độ rọi thực tế tại B, bằng :

$$E_B = 400 \frac{5723}{5231} = 438 ; \quad \text{lx}$$

Đèn cuối cùng của dãy, lắp 4 bóng để tăng độ rọi trên biên của mặt làm việc.

Từ (hình 8-36), đối với nguồn đường liên tục, vị trí tương đối giữa điểm tính toán với hình chiếu của đèn trên mặt phẳng nằm ngang, phân biệt có 3 trường hợp :

Điểm tính toán ở đầu hàng đèn (hình 8-36a)

Khoảng cách từ hình chiếu của đèn trên mặt phẳng nằm ngang O, đến điểm tính toán A là $OA = P$. Chiều dài của hàng đèn là L. Như vậy $P' = P/H_p$ và $L' = L/H_p$

Ứng với P'_A và L'_A , từ biểu đồ đường thẳng lux tuyến tính của đèn tương ứng, tìm được giá trị độ rọi tương đối $\varepsilon = f(P'_A, L'_A)$.

Nếu có n hàng đèn đồng rọi tới A, thì tổng độ rọi tương đối $\varepsilon_t = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i$

Từ đó xác định mật độ quang thông F' (lm/m), chọn loại đèn thích hợp, tính được mật độ quang thông thực tế, và độ rọi thực tế tại A.

Điểm tính toán nằm trong phạm vi hình chiếu trên mặt phẳng nằm ngang của hàng đèn (hình 8-36b). Trình tự tính toán như thí dụ 4.

Điểm tính toán nằm ngoài hàng đèn (hình 8-36c), trình tự tính toán :

Xác định khoảng cách $OA = P$

Xác định chiều dài hàng đèn L ,
 L_1 và L_2 .

$$P' = P/H_p$$

$$L'_1 = L_1/H_p$$

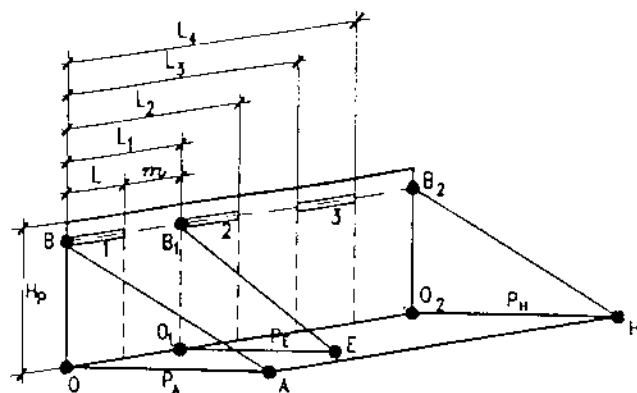
$$L'_2 = L_2/H_p$$

Tra độ rọi tương đối :

$$\varepsilon_1 = f(P', L'_1)$$

$$\varepsilon_2 = f(P', L'_2)$$

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$



Hình 8-39
 Nguồn đường gián đoạn

Đối với nguồn đường gián đoạn, $m > 0,5H_p$

Điểm tính toán A, E, H là 3 vị trí điển hình ở đầu, ở giữa và ở ngoài hàng đèn (hình 8-39).

Tính mật độ quang thông F' tại A ở đầu hàng đèn, tổng hợp trong bảng sau :

Từ điểm	Đến đèn	P (m)	P/H_p	L (m)	L/H_p	ε	$\varepsilon_{\text{tổng}}$
A	1	P_A	PA/H_p	L	L/H_p	ε_1	ε_1
	2			L_1	L_1/H_p	ε_2	$\varepsilon_3 - \varepsilon_2$
				L_2	L_2/H_p	ε_3	
	3			L_3	L_3/H_p	ε_4	$\varepsilon_5 - \varepsilon_4$
				L_4	L_4/H_p	ε_5	

Độ rọi tương đối tổng hợp

$$\Sigma \varepsilon = \varepsilon_1 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_2) + (\varepsilon_5 - \varepsilon_4)$$

Mật độ quang thông yêu cầu :

$$F' = \frac{1000 \cdot E \cdot K_d \cdot H_p}{\mu \Sigma \varepsilon}$$

Thí dụ :

Chiếu sáng nhân tạo cho một phòng rộng $\times$ dài $\times$ cao = $6 \times 8 \times 4(m^3)$. Chiều cao mặt làm việc 0,8m, đèn đặt sát trần. Hệ số dự trữ $K_d = 1,5$. Hệ số độ rọi tăng cường $\mu = 1,1$. Tính độ rọi tại A và B. Sử dụng đèn có chụp xuyên sáng khuếch tán. Mỗi vị trí có 2 đèn 40W, $F_{dm} = 2200$ lm, điện áp 220V.

1	2	3	4	5	6	7	8
	6	2	$= 2/3,2 = 0,652$	5,1	$= 5,1/3,2 = 1,593$	103	$(103-98) = 5$
				3,9	$= 3,9/3,2 = 1,218$	98	
	9	4	$= 4/3,2 = 1,25$	5,1	$= 5,1/3,2 = 1,593$	35	$(35-32) = 3$
				3,9	$= 3,9/3,2 = 1,218$	32	
B	1	5	$= 5/3,2 = 1,562$	1,2	$= 1,2/3,2 = 0,375$	7	$= 7$
	2	5	$= 5/3,2 = 1,562$	4,2	$= 4,2/3,2 = 1,313$	17	$(17-15) = 2$
				3	$= 3/3,2 = 0,938$	15	
	3	5	$= 5/3,2 = 1,562$	7,2	$= 7,2/3,2 = 2,25$	23	$(23-20) = 3$
				6	$= 6/3,2 = 1,875$	20	
	4	3	$= 3/3,2 = 0,9375$	1,2	$= 1,2/3,2 = 0,375$	28	$= 28$
	5	3	$= 3/3,2 = 0,9375$	4,2	$= 4,2/3,2 = 1,3125$	62	$(62-52) = 10$
				3	$= 3/3,2 = 0,9375$	52	
	6	3	$= 3/3,2 = 0,9375$	7,2	$= 7,2/3,2 = 2,25$	70	$(70-68) = 2$
				6	$= 6/3,2 = 1,875$	68	
	7	1	$= 1/3,2 = 0,3125$	1,2	$= 1,2/3,2 = 0,375$	55	$= 55$
	8	1	$= 1/3,2 = 0,3125$	4,2	$= 4,2/3,2 = 1,3125$	124	$(124-110)=14$
				3	$= 3/3,2 = 0,9375$	110	
	9	1	$= 1/3,2 = 0,3125$	7,2	$= 7,2/3,2 = 2,25$	132	$(132-130) = 2$
				6	$= 6/3,2 = 1,875$	130	

$$\sum \varepsilon_A = 88 + 60 + 26 + 3 + 5 + 3 = 185$$

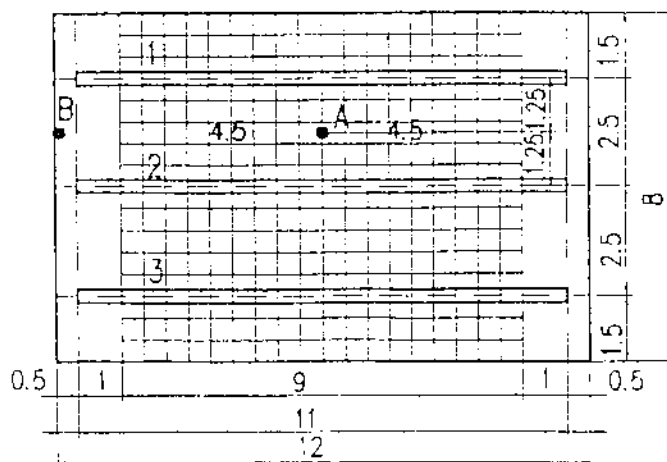
$$\sum \varepsilon_B = 7 + 2 + 3 + 28 + 10 + 2 + 55 + 14 + 2 = 123$$

Thí dụ 6 :

Tính chiếu sáng nhân tạo cho một văn phòng rộng x dài x cao = $8 \times 12 \times 4(\text{m}^3)$. Mặt làm việc cao 0,8m, đèn treo cách trần 1,2m. Sử dụng đèn huỳnh quang chiếu sáng trực tiếp, có ô che sáng, góc bảo vệ 15° , thiết đặt đèn theo nguồn đường, sơ đồ bố trí dự kiến như hình vẽ. Độ rọi yêu cầu trên mặt làm việc $E_{\min}=150\text{lx}$. Cho biết $K_d=1,5$; $\mu = 1,1$.

Hình vẽ cho thí dụ 6 : A,B hai vị trí bất lợi.

a) Phần gạch caro : mặt làm việc trong hàng đèn.
b) Mặt làm việc bằng diện tích phòng.



Hình vẽ cho thí dụ 6. A, B hai vị trí bất lợi

a) phần gạch caro : mặt làm việc trong hàng đèn.
b) Mặt làm việc bằng diện tích phòng.

b) Mặt làm việc bằng diện tích phòng.

Giải :

- Chiều cao treo đèn $H_p = 4 - (0,8 + 1,2) = 2\text{m}$
- Hai vị trí bất lợi : A cho trường hợp (a) và B cho trường hợp (b)
- Nội dung tính toán thống kê trong bảng sau.

Sơ đồ (hình 8-36a)

Từ điểm	Đến đèn	P(m)	$P' = P/H_p$	L(m)	$L' = L/H_p$	ϵ	ϵ_{Σ}
A	1,2	1,25	$= 1,25/2 = 0,625$	5,5	$= 5,5/2 = 2,75$	80	$4.80 = 320$
	3	3,75	$= 3,75/2 = 1,875$	5,5	$= 5,5/2 = 2,75$	13	$2.13 = 26$
							$\Sigma \epsilon_A = 346$
B	1,2	1,25	$= 1,25/2 = 0,625$	11,5	$= 11,5/2 = 5,75$	80	$2(80 - 20) = 120$
				0,5	$= 0,5/2 = 0,25$	20	
	3	3,75	$= 3,75/2 = 1,875$	11,5	$= 11,5/2 = 5,7$	14	$(14-2) = 12$
				0,5	$= 0,5/2 = 0,25$	2	
							$\Sigma \epsilon_B = 132$

Trường hợp mặt làm việc nằm trong hàng đèn.

Điểm A là điểm bất lợi, mật độ quang thông yêu cầu :

$$F' = \frac{1000 \cdot E \cdot K_d \cdot H_p}{\mu \Sigma \epsilon_A} = \frac{1000 \cdot 150 \cdot 1,5 \cdot 2}{1,1 \cdot 346} = 1182 \approx 1200 \text{ lm/m}$$

- Quang thông cần thiết cho mỗi dãy đèn F bằng :

$$F = 1200 \times 11 = 13.200 \text{ lm}$$

- Đèn huỳnh quang có chụp chắn sáng 30W, $F_{dm} = 1200 \text{ lm}$. Bóng đèn dài 894mm.
- Số lượng đèn cần thiết trong mỗi dãy n bằng :

$$n = \frac{F}{F_{dm}} = \frac{13200}{1200} = 11 \text{ bóng}$$

Chọn 6 đèn, mỗi đèn 2 bóng, mật độ quang thông thực tế F'_{tt} của mỗi dãy bằng :

$$F = n \frac{F_{dm}}{L} = 12 \frac{1200}{11} = 1.309 \text{ lm/m} \approx 1.300 \text{ lm/m}$$

- Kiểm tra đặc điểm của nguồn đường, thừa nhận chiều dài đèn l_d bằng chiều dài bóng đèn, chiều dài tổng cộng của 1 hàng đèn : $L_1 = 6 \text{ đèn} \times 0,894 = 5,364\text{m}$

Khoảng cách giữa các đèn trong dãy 1 :

$$l = \frac{L - L_1}{n - 1} = \frac{11 - 5,364}{6 - 1} = 1,1272\text{m}$$

Tỉ lệ l/H_p :

$$l/H_p = 1,1272/2 = 0,5636 \approx 0,5$$

Có thể thừa nhận là nguồn đường liên tục. Bố trí đèn như hình vẽ là hợp lí.

Số lượng đèn cho 3 hàng đèn là 18 đèn. Số bóng đèn 36 bóng. Công suất tiêu thụ cho riêng đèn bằng $30\text{W} \times 36 \text{ bóng} = 1080\text{W}$.

- Độ rọi thực tế tại A :

$$E_A = \frac{E_{\min} \cdot F'_u}{F'} = 150 \cdot \frac{1300}{1300} = 150 \quad \text{lx}$$

- Độ rọi thực tế tại B, ($\mu = 1,3$ vì B ở sát tường)

$$E_B = \frac{E'_u \cdot \mu \cdot \sum \epsilon_B}{1000 \cdot K_d \cdot H_p} = \frac{1300 \cdot 1,3 \cdot 132}{100 \cdot 1,5 \cdot 2} \approx 74 \quad \text{lux}$$

- Công suất đơn vị của phòng p, bằng :

$$P = \frac{P}{S} = \frac{1080}{12 \times 8} = 11,2 \quad \text{w/m}^2$$

Trường hợp mặt làm việc bằng diện tích phòng : $12 \times 8 = 96 \text{ m}^2$.

Khi đó điểm B là điểm bất lợi nhất.

Mật độ quang thông F' trên chiều dài của hàng đèn bằng :

$$F' = \frac{1000 \cdot E_{\min} \cdot K_d \cdot H_p}{\mu \sum \epsilon_B} = \frac{1000 \cdot 150 \cdot 1,5 \cdot 2}{1,3 \cdot 132} = 2622 \text{ lm/m}$$

Quang thông cần thiết của 1 hàng đèn $L = 11$ mét bằng :

$$F = F' \cdot l = 2622 \cdot 11 = 28.842 \text{ lm.}$$

Chọn đèn có ô chấn sáng công suất 30W, $F_{dm} = 1.200 \text{ lm}$. Chiều dài đèn $l_d = 0,894\text{m}$.

Số lượng bóng đèn trong 1 dãy n bằng :

$$n = \frac{F}{F_{dm}} = \frac{28.842}{1.200} = 24 \quad \text{bóng đèn/1 dãy}$$

Chọn 8 đèn, mỗi đèn 3 bóng công suất 30W/bóng. Mật độ quang thông thực tế F'_u , bằng :

$$F'_u = \frac{n \cdot F_{dm}}{L} = \frac{8 \cdot 3 \cdot 1200}{11} = 2.618 \text{ lm/m} \approx F' = 2.622 \text{ lm/m}$$

- Không cần kiểm tra độ lệch quang thông ΔF .
- Chiều dài tổng cộng 8 đèn trong hàng đèn : $L_1 = 8 \times 0,894 = 7,152\text{m}$
- Khoảng cách gián đoạn giữa các đèn trong hàng đèn 1 :

$$l = \frac{L - L_1}{n - 1} = \frac{11 - 7,152}{7 - 1} = 0,64\text{ m}$$

$l/H_p = 0,64/2 = 0,32 < 0,5$, nguồn đường liên tục

- Độ rọi thực tế tại B :

$$E_B = E_{\min} \frac{F'_{tt}}{F'} = 150 \frac{2 \cdot 618}{2 \cdot 622} \approx 150 \text{ lx}$$

- Độ rọi thực tế tại A :

$$E_A = \frac{F'_{tt} \cdot \mu \cdot \sum \epsilon_A}{1000 \cdot K_d \cdot H_p} = \frac{2618 \cdot 1,1 \cdot 364}{1000 \cdot 1,5 \cdot 2} = 349 \text{ lux}$$

- Công suất điện tiêu thụ :

$$24 \text{ đèn} \times 3 \text{ hàng} \times 30\text{W} = 2.160\text{W}$$

- Công suất đơn vị P_d , bằng :

$$P_d = \frac{2 \cdot 160}{12 \cdot 8} = 22,5 \text{ W/m}^2$$

- Kiểm tra các điều kiện kĩ thuật và tiện nghi :

Chỉ số treo đèn J :

$$J = \frac{h_c}{H_p + h_c} = \frac{1,2}{2 + 1,2} = 0,375$$

J chấp nhận được, vì yêu cầu $0 \leq J \leq 1/3$

Chỉ số khoảng cách $l/H_p = 0,55/2 = 0,273$. Đèn chiếu trực tiếp xuống mặt làm việc, giá trị của chỉ số, hợp lí.

Chỉ tiêu kinh tế về tiêu hao năng lượng b_n :

$$b_n = \frac{E_{\min}}{P_d} = \frac{150}{22,5} = 6,7 \text{ lx/watt.}$$

Hiệu suất quá thấp.

Chỉ số tiết kiệm về chiếu sáng b_q :

$$b_q = \frac{E_{\min} \cdot S}{n \cdot F_{dm}} = \frac{50 \cdot (12 \times 8)}{72 \cdot 1200} = 0,17$$

Chỉ số b_q còn quá thấp.

Giá trị của b_n và b_q càng lớn càng tiết kiệm.

Đặc tính màu của nguồn sáng :

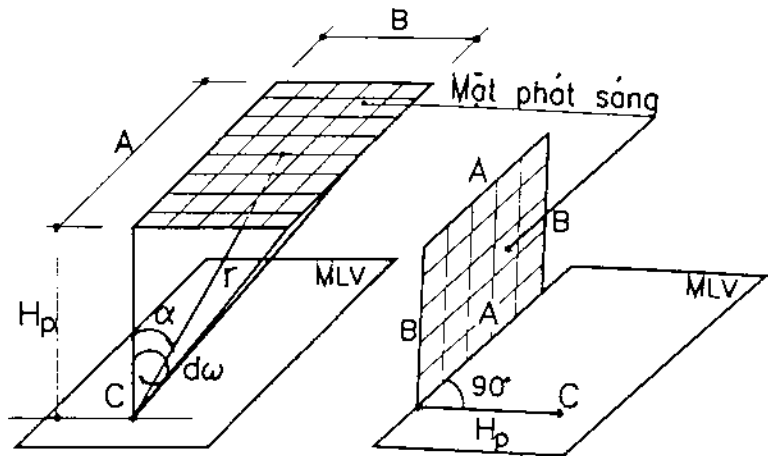
Sử dụng đèn huỳnh quang ánh sáng trắng bình thường, bảng 8-3 cho biết, nhiệt độ màu 2700 - 3500°K, chỉ số màu $R_a = 55$, tương ứng với $E_{\min} = 150 \text{ lx}$, phù hợp với phòng làm việc không yêu cầu so sánh màu.

Từ kết quả tính toán dễ dàng nhận thấy rằng giải pháp nguồn đường đã chọn cho mặt làm việc bằng diện tích phòng là không hợp lí, để đảm bảo độ rọi tại B, ở biên của mặt làm việc, $E_{\min} = 150 \text{ lx}$, thì độ rọi tại A là điểm bất lợi giữa 2 hàng đèn. $E_A = 349 \text{ lux}$, lớn hơn yêu cầu quá nhiều, cho nên các chỉ tiêu kinh tế về năng lượng b_n và chiếu sáng b_q quá thấp, công suất đơn vị P_d cũng quá cao.

8. Nguồn mặt (mặt phát sáng) song song với mặt làm việc

Mặt phát sáng thường là một phần hoặc phần lớn diện tích trần, cũng có thể là những ô phát sáng phân bố đều trên mặt trần. Mặt phát sáng là một bộ phận của cấu tạo trần.

Xét trường hợp phổ biến nhất, mặt phát sáng hình chữ nhật, mặt làm việc song song với mặt phát sáng (hình 8.40).



Hình 8.40

Sơ đồ tính toán - mặt phát sáng hình chữ nhật

Có 2 phương pháp tính toán :

- Tính từng điểm
- Tính theo hệ số lợi dụng quang thông.

Có trường hợp, kết hợp đồng thời cả 2 phương pháp để tính toán.

Sau đây giới thiệu phương pháp từng điểm.

Trong chương 2, chúng ta đã biết quan hệ giữa độ chói B của mặt phát sáng và độ rọi E của mặt được rọi sáng (hình 8-40).

$$E = B \cdot d\omega \cdot \cos\alpha$$

Theo định luật hình chiếu góc khối :

$$d\omega \cdot \cos\alpha = d\sigma$$

Mặt phát sáng phân bố đều trong giới nội góc khối ω , tương ứng diện tích hình chiếu là σ , do đó :

$$E = B\sigma$$

Để đơn giản tính toán, cần thiết áp dụng khái niệm "hệ số độ rọi e" :

$$e = \frac{\sigma}{\pi}$$

Trong đó : π là giá trị cực đại của σ .

Do đó : $E = B.e.\pi$

Vì rằng, mặt phát sáng phân bố đều, cho nên độ trưng $R = B\pi$, nếu kể thêm hệ số dự trữ K_p , hệ số độ rọi tăng cường μ , ta có :

$$E = \frac{R \cdot e \cdot \mu}{K_d} ; \quad lx$$

Đối với đèn huỳnh quang, hệ số $\mu = 1,3$ nếu điểm tính toán ở sát tường, và $\mu = 1,1$ nếu điểm tính toán ở giữa phòng. Hệ số dự trữ $K_p = 1,5$.

Giá trị của hệ số độ rọi e , xác định từ biểu đồ Ratne (hình 8.41) và (hình 8.42).

Biểu đồ (hình 8.41) để tính độ rọi trên mặt phẳng làm việc vuông góc với mặt phát sáng hình chữ nhật nằm ngang.

Biểu đồ (hình 8.42) để tính độ rọi trên mặt phẳng làm việc vuông góc với mặt phát sáng hình chữ nhật thẳng đứng.

Cần lưu ý, khi sử dụng biểu đồ Ratne, điểm tính toán phải trùng với hình chiếu trên mặt phẳng làm việc của một trong 4 góc của mặt phát sáng hình chữ nhật (hình 8.40).

Nếu điểm tính toán không trùng với hình chiếu trên mặt làm việc của một trong 4 góc của mặt phát sáng thì phải tính theo phương pháp tổ hợp (hình 8.43).

Nếu độ rọi $E = E_{\min}$ là độ rọi yêu cầu, độ trưng R của mặt phát sáng, bằng :

$$R = \frac{E_{\min} \cdot K_d}{\mu \cdot e} ; \quad lm/m^2$$

Quang thông cần thiết của các bóng đèn đặt trong mặt phát sáng, bằng :

$$F = \frac{R \cdot S}{\eta \cdot \tau \cdot \varphi \cdot \gamma} ; \quad lm$$

Trong đó :

S - Diện tích của mặt phát sáng (m^2)

η - Hiệu suất của đèn đặt trong mặt phát sáng.

τ - Hệ số xuyên sáng của chụp che sáng, thường là mặt kính thủy tinh hoặc chất dẻo trong suốt hoặc mờ.

φ - Hệ số kể tới phần quang thông của đèn không rọi tới mặt phát sáng - thường giá trị $\varphi = 0,85 \div 0,9$. Để tăng giá trị của φ , thường cấu tạo thêm mặt phản xạ, chụp phía trên bóng đèn phản chiếu ánh sáng xuống mặt phát sáng.

γ - Hệ số kể tới tác dụng của các ô chắn sáng trong cấu tạo mặt phát sáng, thường giá trị của $\gamma = 0,9 \div 0,95$.

Công suất và số lượng bóng đèn trong mặt phát sáng, trong nhiều trường hợp quyết định bởi yêu cầu phân bố độ chói đồng đều trên bề mặt phát sáng. Độ đồng đều cho phép, bằng :

$$v = \frac{B_{\max}}{B_{\min}} \leq 1,5$$

Kết quả thực nghiệm cho biết, để đảm bảo phân bố độ chói đồng đều trên mặt phát sáng, bố trí đèn nên như sau :

- Nếu khoảng cách giữa các đèn từ 1 ÷ 1,5m, chiều cao treo đèn cách mặt phát sáng 0,4 ÷ 0,6m.

- Nếu khoảng cách giữa các đèn từ 1,5 ÷ 2,4m, chiều cao treo đèn cách mặt phát sáng 0,6 ÷ 0,8m.

Thông thường, chiều cao treo đèn cách mặt sáng không vượt quá 1m.

Trên cơ sở đảm bảo độ đồng đều cho phép, chọn loại đèn có quang thông phù hợp F_{dm} . Số lượng đèn cần thiết n, bằng :

$$n = \frac{F}{F_{dm}}$$

Thí dụ 7 :

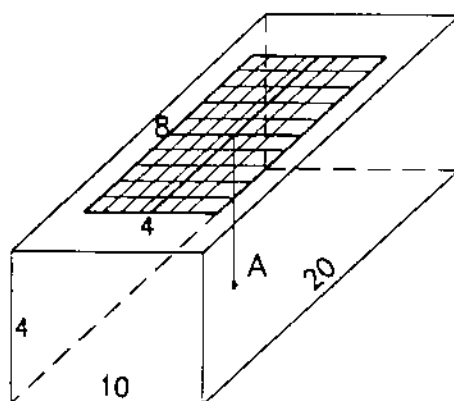
Phòng làm việc diện tích $S = 10 \times 20 = 200(m^2)$, cao $H_p = 4m$, trần sáng $4 \times 8m^2$. Độ trung của mặt phát sáng $R = 180 lm/m^2$. Hệ số dự trữ $K_d = 1,5$, hệ số độ rọi tăng cường $\mu = 1,1$. Tính độ rọi E tại điểm giữa của sàn nhà (xem sơ đồ của thí dụ 7).

Giải :

Từ sơ đồ tính toán ta có : $B/H_p = 4/4 = 1$ và $A/H_p = 2/4 = 0,5$, biểu đồ (hình 8.41) cho giá trị $c = 9\%$ (0,09)

Do đó độ rọi tại A, E_A , bằng :

$$E_A = 4 \cdot \frac{R \cdot c \cdot \mu}{K_d} = 4 \cdot \frac{180 \cdot 0,09 \cdot 1,1}{1,5} = 47,52 \quad \text{lux}$$



Sơ đồ tính toán cho thí dụ 7

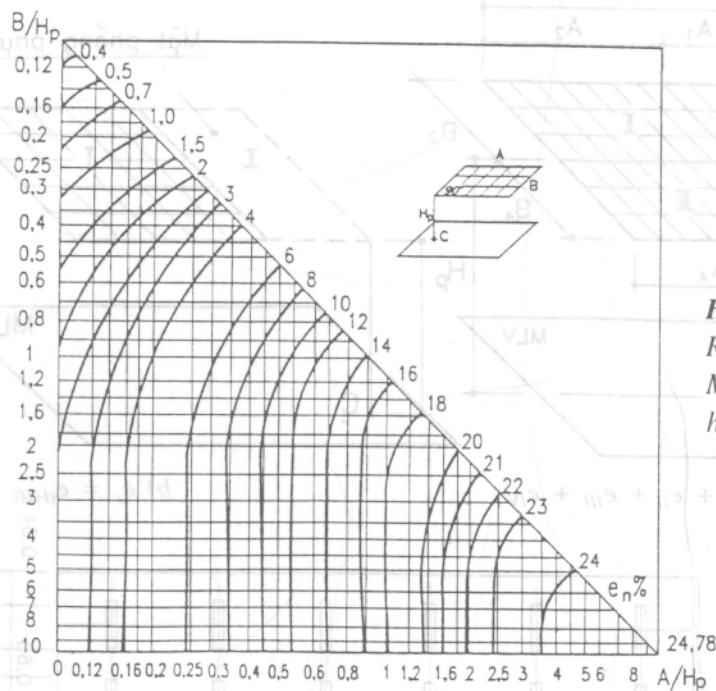
Thí dụ 8 :

Tính chiếu sáng nhân tạo cho phòng làm việc diện tích $S = 18 \times 12m^2$. Trần sáng đặt giữa trần, mặt sáng bằng thủy tinh mờ diện tích $8 \times 12m^2$. Chiều cao tính toán $H_p = 4m$. Độ rọi yêu cầu $E_{\min} = 150 lx$. Tính số lượng, công suất bóng đèn cần thiết ? Hệ số dự trữ $K_d = 1,5$. $\mu = 1,1$ (giữa phòng) ; $\mu = 1,3$ (gần tường).

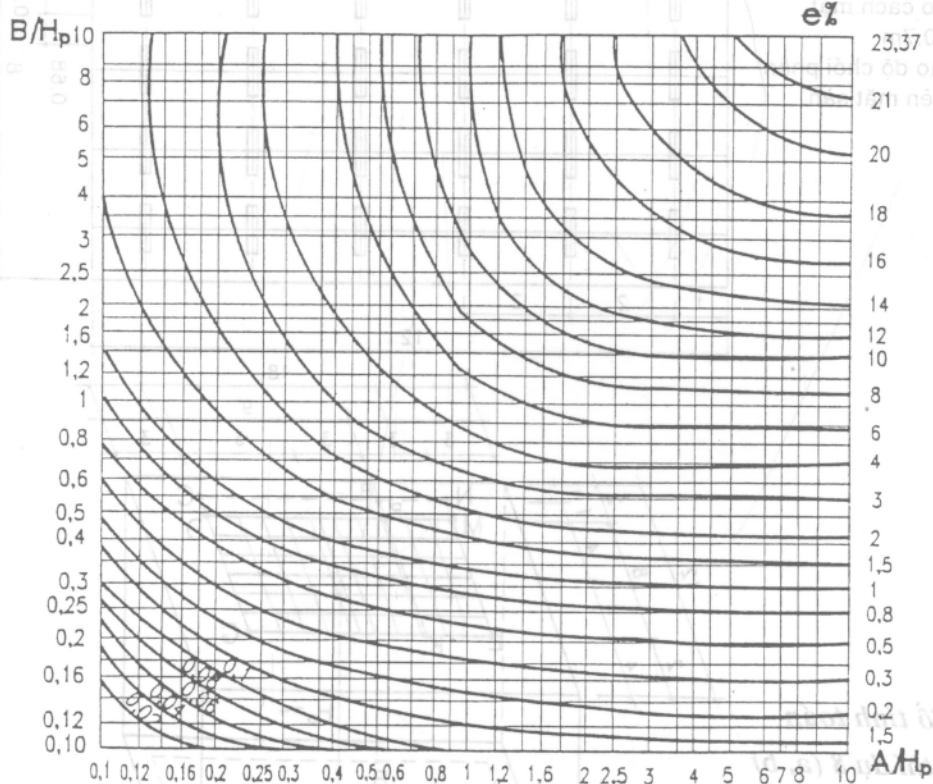
Giải :

Sơ đồ tính toán như hình vẽ. Chọn 2 điểm tính toán điển hình là điểm A ở giữa mặt làm việc và điểm B ở biên của mặt làm việc.

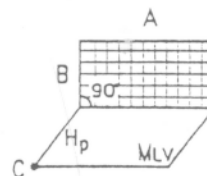
Mặt phát sáng MDGL : $8 \times 12m^2$. Mặt phát sáng giả tưởng MNCD

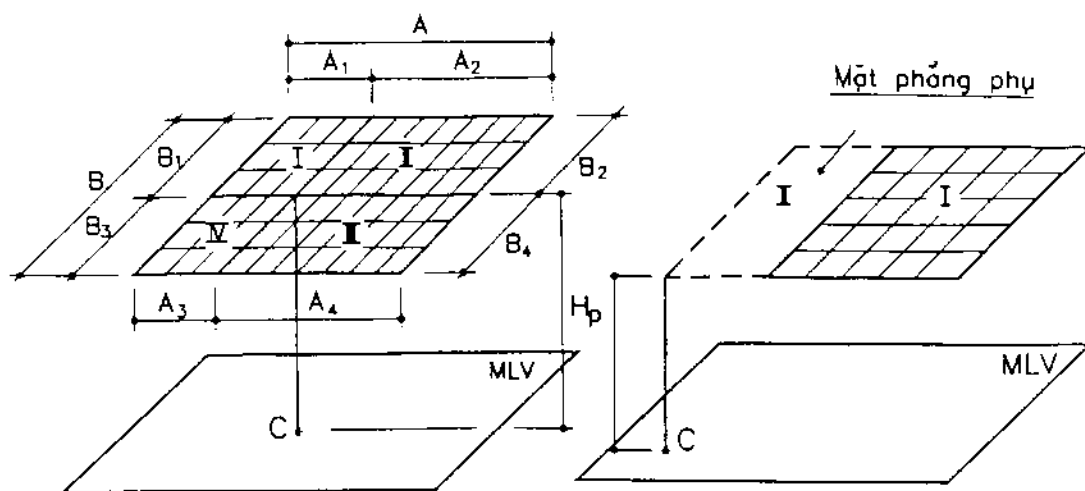


Hình 8.41. Biểu đồ Ratne để tính độ rọi trên MLV // mặt phát sáng hình chữ nhật.



Hình 8.42. Biểu đồ Ratne để tính độ rọi do mặt phát sáng thẳng đứng, hình chữ nhật, vuông góc với mặt làm việc.



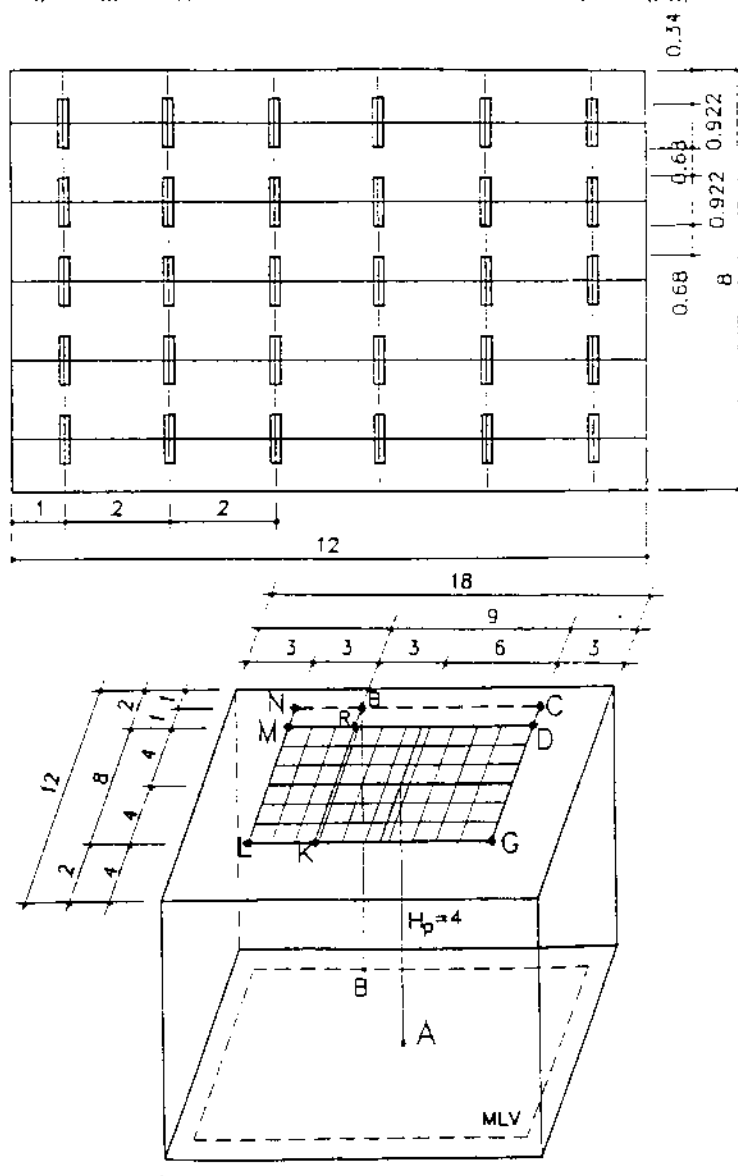


Hình 8.43. a) $e_c = e_I + e_{II} + e_{III} + e_{IV}$

b) $e_c = e_{(I+II)} - e_{II}$

Hình vẽ bố trí đèn của thí dụ 8

- Góc bảo vệ của chụp đèn 15° theo hai phương
- Đèn treo cách mặt kính mở 0,7m
- Đảm bảo độ chói phân bố đều trên mặt sàn



Sơ đồ tính toán cho thí dụ 8 (a, b)

Tính độ rọi tại điểm A :

Độ trung cần thiết của mặt phát sáng :

$$R = \frac{E_{\min} \cdot K_d}{\mu \cdot c}$$

$A/H_p = 6/4 = 1,5$ $B/H_p = 4/4 = 1$; Hình 8.41 cho giá trị $c = 15,7\% = 0,157$

Do đó :

$$R = \frac{150 \cdot 1,5}{1,1 \cdot 4 (0,157)} = 326 \text{ lm/m}^2$$

Quang thông cần thiết F bằng :

$$E = \frac{R \cdot S}{\eta \cdot \tau \cdot \varphi \cdot \gamma} ; \quad \text{lm}$$

Trong đó :

S - Diện tích mặt phát sáng : $S = 12 \times 8 = 96\text{m}^2$

η - Hiệu suất của đèn đặt trong mặt phát sáng, $\eta = 0,7$

τ - Hệ số xuyên sáng thủy tinh mờ, $\tau = 0,7$

φ - Hệ số kể tới phần quang thông của đèn không rọi tới mặt phát sáng $\varphi = 0,9$

γ - Hệ số kể tới tác dụng che chắn của các ô cấu tạo mặt phát sáng, $\gamma = 0,95$.

Như vậy

$$R = \frac{326 \cdot 96}{0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 74.800 \quad \text{lm}$$

Chọn bóng đèn huỳnh quang ánh sáng trắng, công suất 30W, $F_{dm} = 1400 \text{ lm}$, số lượng đèn cần có, bằng :

$$n = \frac{F}{F_d} = \frac{74.800}{1.400} = 53 \text{ bóng. Chọn 60 bóng để dễ bố trí}$$

Quang thông thực tế của 60 bóng bằng :

$$F_{tt} = 1400 \times 60 = 84.000 \text{ lm}$$

Độ lệch quang thông ΔF , bằng :

$$\Delta F = \frac{F_{tt} - F}{F} = \frac{84.000 - 74.800}{74.800} = 12,3 ; 13\% < 20\%$$

Chọn đèn có chụp lắp 2 bóng, chiều dài của đèn $l_d = 0,922\text{m}$, rộng 0,2m. Bố trí 6 đèn một hàng theo chiều dài và 5 hàng theo chiều rộng của mặt phát sáng (chiều dài của đèn dọc theo chiều rộng của mặt sáng, xem hình vẽ của thí dụ 8)

Góc bảo vệ của chụp đèn 15° theo cả 2 phương.

Đèn treo cách mặt kính mờ 0,7m. Đảm bảo độ chói phân bố đều trên mặt sáng.

Công suất điện cung cấp cho toàn bộ đèn (không kể tiêu hao ở chấn lưu) bằng :

$$P = 30W \times 60 \text{ bóng} = 1800 \text{ W}$$

Công suất đơn vị p bằng :

$$p = \frac{P}{S} = \frac{1 \cdot 800}{18 \times 12} = 8,3W/m^2$$

Tính độ rọi tại B :

Điểm B ở sát tường, hệ số $\mu = 1,3$

Độ trưng cần thiết, bằng :

$$R = \frac{E_{\min} \cdot K_d}{\mu \cdot e}$$

Mặt sáng NBKL :

$$\left. \begin{array}{l} a_1/H_p = 3/4 = 0,75 \\ b_1/H_p = 9/4 = 2,25 \end{array} \right\} \text{ biểu đồ (hình 8.41) cho } e_1 = 14,2\% = 0,142$$

Mặt sáng BRMN :

$$\left. \begin{array}{l} a_2/H_p = 3/4 = 0,75 \\ b_2/H_p = 1/4 = 0,25 \end{array} \right\} \text{ biểu đồ (hình 8.41) cho } e_2 = 4,5\% = 0,045$$

Mặt sáng BCGK

$$\left. \begin{array}{l} a_3/H_p = 9/4 = 2,25 \\ b_3/H_p = 9/4 = 2,25 \end{array} \right\} \text{ Tương tự, } e_3 = 21,5\% = 0,215$$

Mặt sáng BCDR :

$$\left. \begin{array}{l} a_4/H_p = 9/4 = 2,25 \\ b_4/H_p = 1/4 = 0,25 \end{array} \right\} \text{ Tương tự, } e_4 = 6\% = 0,06$$

Tổng đại số các hệ số độ rọi Σe , bằng :

$$\Sigma e = e_1 - e_2 + e_3 - e_4 = 0,142 - 0,045 + 0,215 - 0,06 = 0,252$$

Như vậy, độ trưng cần thiết bằng :

$$R = \frac{150 \cdot 1,5}{1,3 \cdot 0,252} = 746 \quad \text{lm/m}^2$$

Quang thông cần thiết của mặt phát sáng F :

$$F = \frac{R \cdot S}{\eta \cdot \tau \cdot \varphi \cdot \gamma} = \frac{746 \cdot 96}{0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,9} \approx 171.000 \quad \text{lm}$$

Chọn đèn có chụp 2 bóng, mỗi bóng công suất 40W, $F_{dm} = 1920 \quad \text{lm}$.

Như vậy, số lượng đèn cần có bằng :

$$n = F/F_{dm} = 171.000/1920 = 89 \text{ bóng, lấy tròn } 90 \text{ bóng.}$$

Không cần kiểm tra độ lệch quang thông ΔF vì chỉ tăng một bóng đèn.

Kích thước của đèn : $1,32 \times 0,2\text{m}$; 45 đèn $\times$ 2 bóng.

Bố trí đèn theo sơ đồ của mục a), trên chiều dài 9 đèn, và 5 dãy theo chiều rộng của mặt phát sáng. Khi đó, khoảng cách giữa các đèn :

- Trên phương chiều rộng :

$$l_1 = \frac{8 - 5 \cdot 1,32}{5} = 0,28 \text{ m}$$

- Trên phương chiều dài :

$$l_2 = \frac{12 - 5 \cdot 0,2}{9} = 1,135 \text{ m}$$

Độ cao treo đèn cách mặt kính mờ 0,4m

Công suất tiêu thụ cần thiết của 90 bóng đèn (không tính tiêu hao trong chấn lưu) bằng :

$$P = 40\text{W} \times 90 \text{ bóng} = 3600\text{W}$$

Công suất đơn vị p :

$$p = P/S = 3600/12,18 = 16,6 \text{ w/m}^2$$

Phản nhận xét và kết luận đối với phương án bố trí đèn và kết quả tính toán trên đây dành cho độc giả.

9- Nguồn mặt thẳng góc với mặt làm việc

Theo ý đồ kiến trúc, nhiều trường hợp, thiết kế mặt phát sáng trên tường, dưới dạng những cửa sổ phát sáng.

Trình tự tính toán như sau :

Xác định quang thông của một cửa phát sáng F :

$$F = nF_d ; \quad \text{lm}$$

Trong đó : n- Số lượng bóng đèn huỳnh quang trong một cửa sổ.

F_d - Quang thông của một bóng đèn trong đó lm.

Xác định độ trưng R của một cửa sổ :

$$R = \frac{\eta \cdot F}{S}$$

Trong đó : η , F và S lần lượt là hiệu suất, quang thông của cửa và diện tích cửa.

- Tính độ rọi tại điểm tính toán trên mặt làm việc với cửa sổ phát sáng gần nhất, điểm A chẳng hạn E_{A1} bằng :

$$E_{A1} = \frac{R \cdot e \cdot \mu}{K_d} \cdot I_x$$

Mặt phát sáng vuông góc với mặt làm việc, giá trị của $\mu = 1,1$ đến $1,2$.

Hệ số độ rọi e xác định từ biểu đồ Ratne (hình 8.42).

Lần lượt tính độ rọi tại A do các cửa sổ xa hơn rọi tới : $E_{A2}, E_{A3}, \dots$

Những cửa sổ quá xa điểm tính toán, xét thấy ảnh hưởng không lớn đối với độ rọi tại A, có thể bỏ qua.

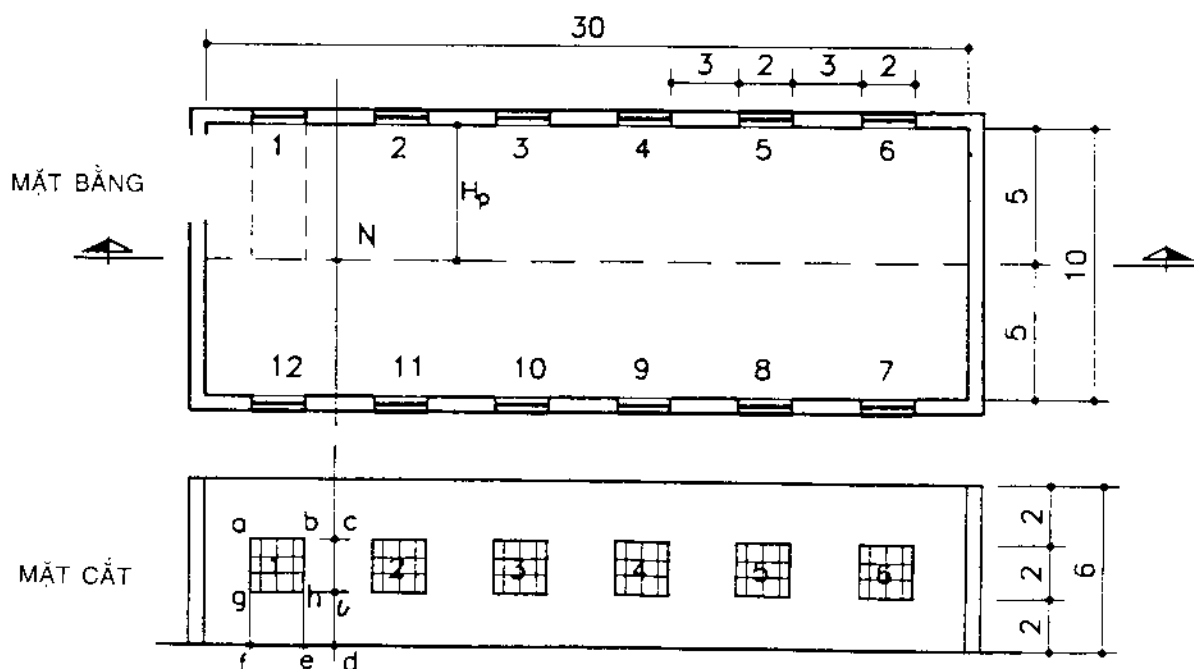
Như vậy, độ rọi tại A bằng :

$$E_A = E_{A1} + E_{A2} + \dots + E_{An} = E_{\min} + 10\%$$

Nếu vượt quá 10% thì phải hoặc là chọn lại đèn, hoặc mở rộng diện tích cửa, tăng số lượng bóng đèn, và tính lại theo các bước trên đây.

Thí dụ 9 :

Phòng nghỉ của đại lễ đường cao $\times$ rộng $\times$ dài = $6 \times 10 \times 30(m^3)$. Trên 2 bức tường dọc phòng, bố trí 12 cửa sổ phát sáng ở cao độ 2m. Kích thước mỗi cửa $2 \times 2m^2$. Khoảng cách các cửa 3m. Hốc tường đặt cửa sơn trắng, mặt cửa lắp kính mờ. Hiệu suất phát quang $\eta = 0,55$, mỗi cửa có 36 bóng đèn huỳnh quang ánh sáng trắng 30W, $F_{dm} = 1140 \text{ lm}$, khoảng cách thông thủy giữa 2 bóng đèn 0,11m (đèn thế hệ thứ nhất, đường kính ống đèn 38mm), đảm bảo không nhỏ hơn 3 lần đường kính bóng đèn. Tính độ rọi tại N trên mặt sàn ?



Hình vẽ cho thí dụ 9

Giải :

Điểm N cách đều 4 cửa sổ phát sáng 1,2 và 11, 12

Quang thông của một cửa sổ :

$$F = n.F_{dm} = 36.1140 = 41.040 \text{ lm.}$$

Độ trưng trung bình của mặt phát sáng :

$$R = \frac{\eta \cdot F}{S} = \frac{0,55 \cdot 41.040}{2 \times 2} = 5.643 \text{ lm/m}^2$$

Độ rọi tại N do cửa 1 rọi tới :

$$E_{N1} = \frac{R \cdot e \cdot \mu}{K_d}$$

Tìm giá trị e_1 :

Mặt phát sáng giả định acdf :

$$\left. \begin{array}{l} A/H_p = 3,5/5 = 0,7 \\ B/H_p = 4/5 = 0,8 \end{array} \right\} \text{ Từ biểu đồ (hình 8-42) cho } e_1 = 3,5\% = 0,035$$

Mặt sáng giả định bcde :

$$\left. \begin{array}{l} A/H_p = 1,5/5 = 0,3 \\ B/H_p = 4/5 = 0,8 \end{array} \right\} \text{ Từ biểu đồ (hình 8-42) cho } e_2 = 1,85\% = 0,0185$$

Mặt sáng ghef :

$$\left. \begin{array}{l} A/H_p = 2/5 = 0,4 \\ B/H_p = 2/5 = 0,4 \end{array} \right\} \text{ Từ biểu đồ (hình 8-42) cho } e_3 = 0,8\% = 0,008$$

Hệ số độ rọi tổng hợp tại N do cửa 1 rọi tới, bằng :

$$\Sigma e = e_1 - e_2 - e_3 = 0,035 - 0,0185 - 0,008 = 0,0085.$$

4 cửa sổ đối xứng rọi tới N, gồm cửa 1,2,11,12 :

$$E'_{N1} = 4.E_{N1} = 4.35,17 \text{ lx} = 140,68 \text{ lx.}$$

Bằng phương pháp tương tự, xác định độ rọi do 4 cửa kế cận 9,10,3,4 rọi tới N.

Kết quả tính toán bằng :

$$E''_{N1} = 36 \text{ lx}$$

Các cửa 5,6,7 và 8 ở xa điểm N, có thể bỏ qua.

Cuối cùng, độ rọi tại N, E_N bằng :

$$E_N = E'_{N1} + E''_{N1} = 140,68 + 36 = 177 \text{ lx}$$

10. Kiểm tra các điều kiện tiện nghi

Mục đích của điều kiện tiện nghi là nhằm bảo đảm một hoàn cảnh ánh sáng tốt, trong đó, việc quan sát nhanh chóng, thoải mái, một tâm sinh lý hưng phấn.

Hoàn cảnh ánh sáng tốt, phụ thuộc nhiều yếu tố, trong đó những yếu tố đóng vai trò quyết định như sau :

a) Màu của nguồn sáng

Trên đây đã trình bày, yếu tố này đặc trưng bằng nhiệt độ màu và chỉ số màu R_a , là một trong những căn cứ để lựa chọn nguồn sáng.

b) Không gây lóa mắt

Yêu cầu này phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chiều cao treo đèn, góc bảo vệ của đèn, phương của ánh sáng tới v.v... như đã trình bày trong các chương mục trước.

c) Tương phản độ chói giữa đèn và trần (r)

Là một trong những yêu cầu về cân bằng độ chói trong trường sáng. Cần đảm bảo tỉ số độ chói giữa đèn và trần, r như sau :

$$r = \frac{\text{Độ chói của đèn nhìn thấy dưới góc } \gamma = 75^\circ}{\text{Độ chói trung bình của trần}}$$

- Đối với những công việc tinh xảo, chính xác cao, $r < 20$ (công việc cấp 2)
- Đối với những công việc bình thường (cấp 1), $r < 50$

Thông thường, nếu trần có hệ số phản xạ lớn, mặt làm việc có màu sáng (ρ_4 lớn), cấu trúc đèn có chao chụp tốt và hợp lí, đủ đảm bảo được yêu cầu độ tương phản độ chói giữa đèn và trần.

d) Độ chói trên các mặt tường và mặt làm việc

Nếu độ rọi trên các mặt tường giới hạn của phòng E_3 và trên mặt làm việc E_4 , nếu đảm bảo tỉ lệ sau đây :

$$0,5 < E_3/E_4 < 0,8$$

Khi nhìn vật quan sát trên mặt làm việc, hệ số phản xạ hỗn hợp của vật quan sát và nền đặt vật quan sát trong giới hạn đủ để nhìn rõ là ρ_n , ánh sáng phản xạ tuân theo định luật Lambert, khi đó, độ chói quán át B_n bằng :

$$B_n = \frac{\rho_n \cdot E_4}{\pi}$$

Độ chói trên các mặt tường giới hạn của phòng B_3 cần đảm bảo tương quan tối ưu với B_n để cho quá trình thích nghi ngắn nhất (hoặc bằng không) khi di chuyển nhanh tầm nhìn.

Nếu tính chất phản xạ ánh sáng của các mặt tường tuân theo định luật Lambert, thì tỉ số độ chói B_n/B_3 có thể xác định bằng độ rọi E_4 và E_3 với hệ số phản xạ của nó.

Hình 8.43 biểu diễn mối quan hệ giữa E_3 và E_4 với $\rho_n = 0,8$ (giả định nhìn 1 mảng trắng trên mặt làm việc), phần gạch chéo.

Nếu $\rho_n < 0,8$, giá trị độ chói sẽ giảm, khi đó giá trị E_3 đọc trên biểu đồ phải nhân với $\rho_n/0,8$.

đ. Độ rọi trung bình E_i trên các bề mặt giới hạn của phòng

Độ rọi trung bình của trần và cổ trần E_1 , của tường E_3 và của mặt làm việc E_4 , có thể xác định bằng biểu thức :

$$E_i = \frac{n \cdot F_d}{1000 \cdot a \cdot b} (R_i F'_i + S_i)$$

Trong đó : $i = 1, 3$ và 4

n - Số đèn

a, b Là diện tích phòng (m^2)

F_d - Quang thông của một đèn.

F'_i - Quang thông vùng tương đối (bảng 8-11)

$R_i S_i$ - Hệ số trong quy chuẩn UTE, phụ thuộc vào chỉ số phòng i , chỉ số treo đèn J , các nhóm hệ số phản xạ ρ_1, ρ_3, ρ_4 và cấp đèn (bảng 8-15).

Giá trị của J xác định theo thực tế. Trường hợp giá trị của J vượt quá xa giới hạn 0 và 1/3, có thể nội suy các giá trị độ rọi.

Thí dụ 10 :

Một nhà hàng, diện tích $15 \times 15 = a \times b = 225m^2$, cao 3,3m. Mặt làm việc cao 0,85m. Trần nhà màu sáng $\rho_1 = 0,7$. Tường màu xanh lá cây $\rho_3 = 0,5$. Nền nhà màu tối, mặt bàn màu nâu, $\rho_4 = 0,1$.

Người ta thiết kế những hốc trần đặt đèn nung sáng công suất $\leq 100W$, có mặt phản xạ ánh sáng. Chỉ số treo đèn $J = 0$. Đèn cấp B, chiếu sáng trực tiếp.

Độ rọi tiêu chuẩn $E_{min} = 200 \text{ lux}$. Hệ số độ rọi tối thiểu $Z = 1,2$. Hệ số dự trữ $K_d = 1,3$ (hình 8.15), biểu đồ tiện nghi màu Kriuthof, cho thấy với độ rọi tiêu chuẩn trên đây, nhiệt độ màu 2500 - 3800°K, sử dụng đèn nung sáng là hợp lí, chỉ số màu $R_a < 50$, tuy nhiên không thể yêu cầu quan sát màu đúng thật của vật phẩm. Về mặt tiêu thụ điện năng, cũng không kinh tế. Xét về mỹ quan thì giải pháp này đạt được hiệu quả mong muốn, mặt khác tránh được hiện tượng lóa mắt trực tiếp do góc nhìn xấu.

Chiều cao treo đèn :

$$H_p = 3,3 - 0,85 = 2,45m$$

Chỉ số phòng :

$$i = \frac{a \cdot b}{H_p (a + b)} \approx 3$$

Độ đồng đều của ánh sáng phụ thuộc vào tỉ số giữa khoảng cách cực đại của đèn l với chiều cao treo đèn H_p (hình 8.19a,b) : $0,6 < l/H_p < 1,7$. Có thể chọn $l/H_p = 0,8$ tức là $l = 1,96m \approx 2m$.

Bố trí 8 đèn/l hàng, khoảng cách tới tường $q = 0,5m = p$

Phòng vuông, bố trí 8 hàng đèn, tổng số $8 \times 8 = 64$ đèn.

Quang thông tổng yêu cầu, F :

Hệ số lợi dụng quang thông u với đèn cấp B, $J = 0$, $i = 3$, $\rho_1 = 0,7$, $\rho_3 = 0,5$, $\rho_4 = 0,1$ gọi là tập hợp hệ số phản xạ 751. Phụ lục III cho $u = 0,97$.

$$F = \frac{E_{\min} \cdot S \cdot K_d \cdot Z}{u} = \frac{200 \cdot 225 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{0,97} \approx 72.371 \text{ lm}$$

Như vậy, quang thông của bóng đèn, F_d bằng :

$$F_d = 72.371/64 = 1130 \text{ lm.}$$

Chọn đèn 100W, $F_d = 1240 \text{ lm}$ (bảng 8.14).

Kiểm tra giải pháp :

Bố trí đèn theo ô lưới vuông, $l = 2m$, khoảng cách biên $p = q = 0,5$

Chỉ số lưới i_m :

$$i_m = \frac{2(l \times l)}{H_p(l + l)} = \frac{2(2 \times 2)}{2,45(2 + 2)} = \frac{8}{9,8} = 0,816$$

Chỉ số biên i_p :

$$i_p = \frac{l \cdot p + l \cdot q}{H_p(l + l)} = \frac{2 \times 0,5 + 2 \times 0,5}{2,45(2 + 2)} = \frac{2}{9,8} = 0,2$$

Xác định quang thông vùng tương đối F'_i , (bảng 8.11) Tiêu chuẩn U.T.E

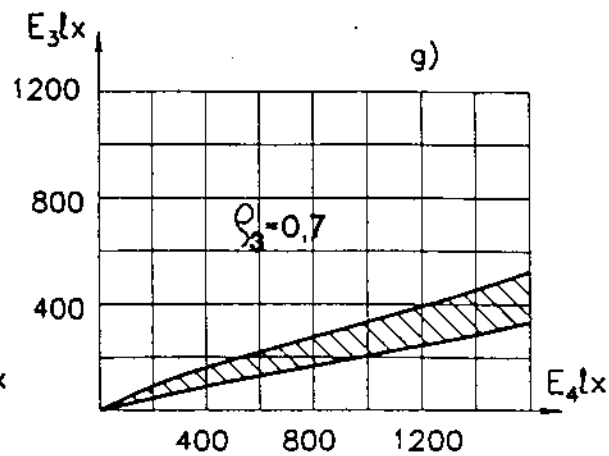
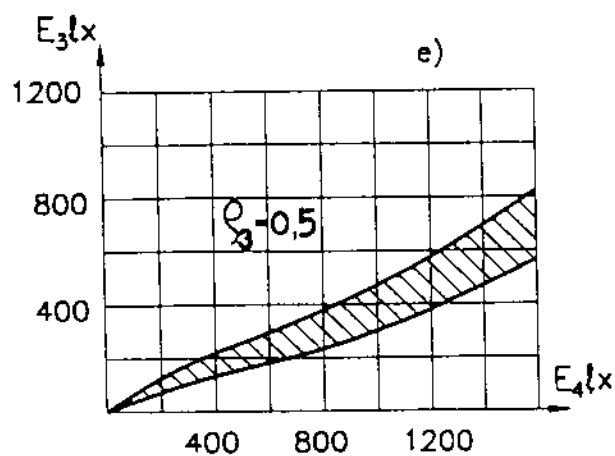
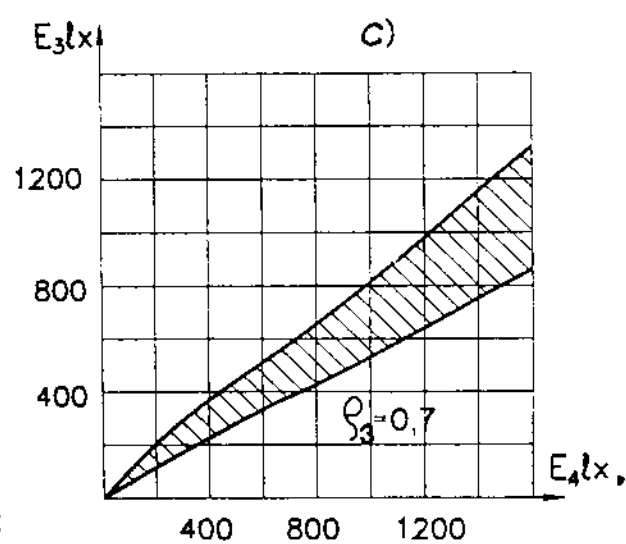
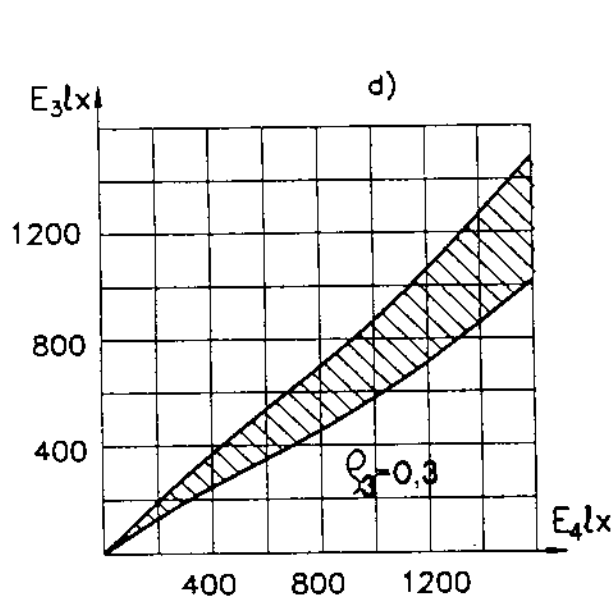
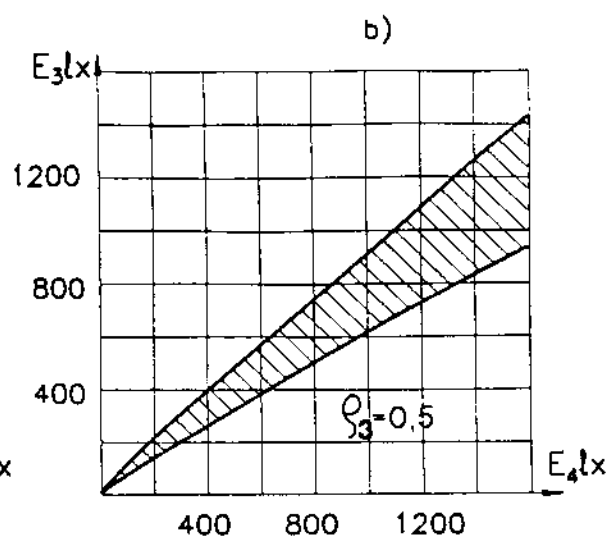
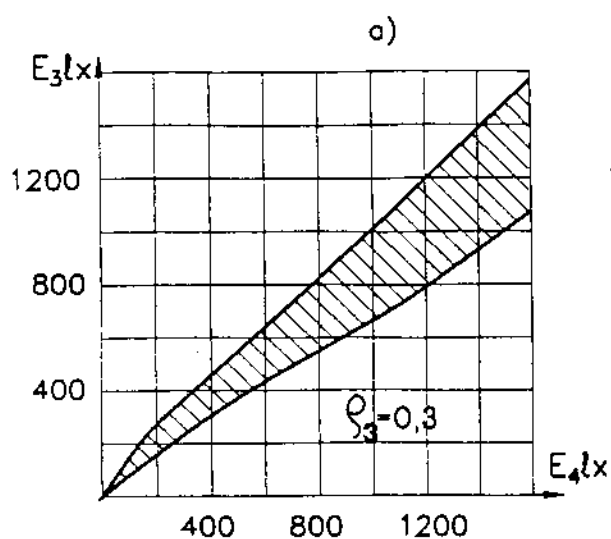
Với $i = 3$, $i_p = \alpha \cdot i_m = (0,2/0,816)i_m = 0,245i_m$, i_m ở giữa 1 và 0,5

Với $i_m = 1$: $F'_i = 710 + (889 - 710) \cdot (0,245/0,5) = 798$.

Với $i_m = 0,5$, $i_p = \alpha \cdot i_m = 0,245i_m = 0,245 \times 0,5 = 0,1225$, tiêu chuẩn cho :

$$F'_i = 790 + (866 - 790) \frac{\alpha \cdot i_m}{i_p} = 790 + 76 \frac{0,1225}{0,25} = 827$$

$$\text{Do đó : } F'_i = 798 + (827 - 798) \frac{0,816 - 0,5}{1 - 0,5} = 816$$



Hình 8.44. Các quan hệ tiện nghi E_3/E_4 với $\rho_n = 0.8$
 a.b.c : Áp dụng cho trường hợp chung và các màu vàng, trắng nhạt
 d.e.g : Áp dụng cho tường màu vàng đậm hoặc nhạt.

Bảng 8.15 - Các giá trị hệ số R và S - Tiêu chuẩn U.T.E

Chỉ số treo	Chỉ số phòng	Hệ số phản xạ	Giá trị của R, S để tính độ rọi trung bình trên :								
			Trần và cổ trần			Tường			Mặt làm việc		
			$E_1 = \frac{n \cdot F}{1000ab} (R_1 F'_i + S_1)$			$E_3 = \frac{n \cdot F}{1000ab} (R_3 F'_i + S_3)$			$E_4 = \frac{n \cdot F}{1000ab} (R_4 F'_i + S_4)$		
j	i	$\rho_1 \quad \rho_3 \quad \rho_4$	R1	S ₁		R ₃	S ₃		R ₄	S ₄	
				Cấp			Cấp			Cấp	
				A ÷ J	T		A ÷ J	T		A ÷ J	T
0	2,5	8 7 3	-0,204	523	1306	-1,481	1770	596	0,566	673	851
		8 7 1	-0,308	40	1150	-1,575	1659	457	0,488	580	734
		7 7 3	-0,196	504	1258	-1,467	1732	504	0,587	619	717
		7 7 1	-0,302	393	1129	-1,558	1636	392	0,516	544	630
		7 5 3	-0,044	324	1205	-1,321	1560	454	0,774	398	653
		7 5 1	-0,174	257	1096	-1,432	1503	360	0,694	358	586
		7 3 1	-0,065	143	1069	-1,324	1390	333	0,846	198	547
		7 1 1	0,029	44	1045	-1,232	1293	310	0,976	62	515
		5 5 1	-0,169	251	1067	-1,414	1478	251	0,723	315	407
		5 3 1	-0,063	140	1048	-1,319	1378	234	0,856	176	383
		5 1 1	0,029	44	1032	-1,235	1290	219	0,972	55	363
		3 3 1	-0,062	137	1028	-1,313	1364	137	0,865	156	226
3 1 1	0,028	43	1019	-1,237	1286	130	0,968	49	215		
0	3	8 7 3	-0,204	534	1308	-1,739	2037	610	0,555	694	881
		8 7 1	-0,308	402	1141	-1,834	1918	460	0,476	595	755
		7 7 3	-0,196	514	1259	-1,724	1998	514	0,577	638	742
		7 7 1	-0,303	396	1122	-1,816	1386	396	0,505	558	649
		7 5 3	-0,042	335	1213	-1,575	1825	470	0,768	416	658
		7 5 1	-0,176	263	1094	-1,689	1763	368	0,684	370	610
		7 3 1	-0,065	148	1070	-1,578	1648	344	0,840	208	576
		7 1 1	0,032	46	1049	-1,481	1546	323	0,977	65	546
		5 5 1	-0,171	256	1065	-1,671	1763	256	0,714	325	424
		5 3 1	-0,064	145	1049	-1,572	1633	241	0,851	184	404
		5 1 1	0,032	45	1034	-1,484	1542	227	0,972	58	385
		3 3 1	-0,063	142	1029	-1,566	1620	142	0,861	161	237
3 1 1	0,031	45	1020	-1,487	1538	135	0,967	51	228		

Giá trị R và S, quy chuẩn UTE (bảng 8.15) cho :

$$R_1 = -0,176 ; R_3 = -1,689 \text{ và } R_4 = 0,684$$

$$S_1 = 263 ; S_3 = 1763 \text{ và } S_4 = 370$$

Xác định độ rọi của trần E_1 , của tường E_3 và của mặt làm việc E_4 .

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{n \cdot F_d}{1000 \cdot a \cdot b} (R_1 F'_1 + S_1) \\ &= \frac{64 \cdot 1240}{1000 \cdot 225} (-0,176 \cdot 816 + 263) = 42 \quad \text{lx} \end{aligned}$$

$$E_3 = 0,3527 (-1,689 \cdot 816 + 1763) = 135 \quad \text{lx}$$

$$E_4 = 0,3527 (0,684 \cdot 816 + 370) = 327 \quad \text{lx}$$

Tiện nghi của giải pháp :

- Tương phản giữa đèn, trần : $r < 50$. Ở đây, vì đèn đặt chìm trong trần, cho nên độ chói quan sát dưới góc 75^0 , với đèn chiếu sáng trực tiếp cấp B, chấp nhận được. Thực tế thì đèn cấp B không phát sáng ở góc 75^0 .

- Độ rọi ở trần $E_1 = 42 \text{ lx}$, là quá thấp, không phát huy tính chất phản xạ ánh sáng của trần màu sáng ($\rho_1 = 0,7$).

- Độ rọi ở tường $E_3 = 135 \text{ lx}$, trên mặt làm việc $E_4 = 327 \text{ lx}$. Chênh lệch này quá lớn (hình 8-44b) cho thấy, nếu hệ số phản xạ của vật quan sát trên mặt làm việc $\rho_n = 0,8$, độ rọi trên các mặt tường tương ứng với $E_4 = 327 \text{ lx}$, phải từ 200 đến 300 lx mới đảm bảo độ tương phản tiện nghi.

- Nếu $\rho_n = 0,4$ thì $E_3 = 135 \times (0,4/0,8) = 67 \text{ lx}$.

Có thể tăng cường độ rọi E_3 bằng cách thiết đặt thêm một số đèn trang trí trên tường, hướng ánh sáng lên mặt tường.

- Độ lệch quang thông ΔF :

$$\Delta F = \frac{F_{tt} - F}{F} = \frac{64 \times 1240 - 72 \cdot 371}{72 \cdot 371} = 10\% \text{ chấp nhận được}$$

Với hệ số dự trữ $K_d = 1,3$, sau 1 năm sử dụng, độ rọi E_3 và E_4 bằng :

$$E_3 = 135/1,3 = 104 \quad \text{lx}$$

$$E_4 = 327/1,3 = 252 \quad \text{lx}$$

$E_4 = 252$, (biểu đồ hình 8-44b) cho giá trị $E_3 = 180$ đến 250 lx , như vậy sau 1 năm sử dụng, độ tương phản giữa mặt tường và mặt làm việc không đảm bảo tiện nghi.

Nếu mỗi đèn đặt trong hộp phát quang, kích thước:

$a \times b \times c = 300 \times 300 \times 50(\text{mm}^3)$, khi đó, ta có :

- Độ chói trung bình của trần phản xạ khuếch tán phân bố đều, (theo định luật Lambert), bằng :

$$B_l = \frac{E_l \cdot \rho_l}{K_d \cdot \pi} = \frac{42 \cdot 0,7}{1,3 \cdot \pi} = 7,2 \text{ cd/m}^2$$

- Độ chói của mặt đèn, dưới góc nhìn 75° :

- Cường độ sáng I_α dưới góc 75° bằng 76 cd (đèn 1000 lm) :

$$I_\alpha = 76 \cdot 1240 / 1000 = 94 \text{ cd}$$

- Diện tích mặt đèn nhìn thấy dưới góc 75° , S bằng:

$$S = a \cdot b \cdot \cos 75^\circ + a \cdot c \cdot \sin 75^\circ$$

$$= 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,26 + 0,3 \cdot 0,05 \cdot 0,97 = 0,03795 \text{ m}^2$$

$$I_{d\alpha 75} = 94 / 0,03795 = 2477 \text{ cd/m}^2$$

Như vậy, độ tương phản độ chói giữa đèn và trần, r bằng :

$$r = \frac{\text{Độ chói của đèn nhìn dưới góc } 75^\circ}{\text{Độ chói trung bình của trần}} = \frac{2477}{7,2} = 344$$

Trần nhà quá tối, sẽ gây loá mắt nghiêm trọng đối với các điểm sáng :

Lưu ý quan trọng :

- Giá trị độ rọi E_i trên các bề mặt giới hạn của phòng tỉ lệ thuận với tổng quang thông thực tế của phòng, với $(R_i F_i + S_i)$

- Giá trị của R_i , S_i phụ thuộc vào giá trị của nhóm phản xạ của trần, tường và mặt làm việc (ρ_1, ρ_3, ρ_4) (Xem bảng 8-15). Giá trị của nhóm ρ_1, ρ_3, ρ_4 làm thay đổi đáng kể hiệu quả của giải pháp, cả về mặt kinh tế lẫn chất lượng của trường ánh sáng trong phòng.

- Khi sử dụng đèn ống dài, nên đặt trục dọc của đèn trùng với phương nhìn để giảm gây loá mắt.

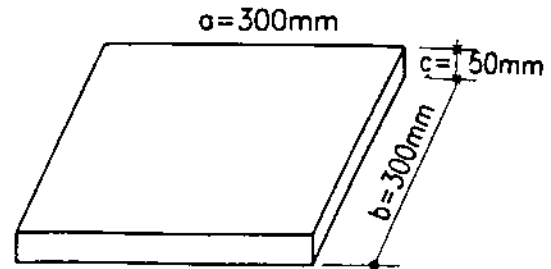
- Khi sử dụng mặt phát sáng (trần sáng) với yêu cầu độ rọi cao, cần lưu ý tỉ lệ độ chói giữa mặt phát sáng với đèn:

+ Độ rọi 500 lx : $B_{\text{đèn}}/B_{\text{mặt phát sáng}} = 30$ lần

+ Độ rọi 1000 lx : $B_{\text{đèn}}/B_{\text{mặt phát sáng}} = 12$ lần

+ Độ rọi 1500 lx : $B_{\text{đèn}}/B_{\text{mặt phát sáng}} = 8$ lần.

Trong trường hợp đó, có thể chấp nhận độ chói trung bình $B = 200$ đến 300 cd/m^2 .



11. Mặt phát sáng sử dụng ánh sáng tự nhiên

Chỉ tính với ánh sáng khuếch tán của bầu trời có độ chói B phân bố đều, bằng 3000 cd/m². Độ chói này phân bố đều trên mặt cửa lấy ánh sáng.

Thí dụ 11 :

Một nhà xưởng dài × rộng × cao = 35 × 13,6 × 4,75(m³). Thiết đặt trên trần nhà 15 ô cửa lấy ánh sáng tự nhiên, 5 hàng theo chiều dài, 3 hàng theo chiều rộng, diện tích của mỗi cửa 1m². Hệ số phản xạ của trần, tường và mặt làm việc $\rho_1, \rho_2, \rho_4 = 0,7; 0,5; 0,3$. Mặt làm việc cao 0,85m.

Giải :

Chiều cao treo đèn $H_p = 4,75 - 0,85 = 3,9$ m. Từ đó, xác định giá trị các chỉ số :

- Chỉ số phòng $i = 2,5$
- Chỉ số lưới $i_m = 1,5$
- Chỉ số biên $i_p = 0,584$

a) Ta có các quan hệ (chương I đã chứng minh) :

- Quang thông cầu:

$$F_{\text{cầu}} = 4\pi I_0$$

Trong đó I_0 là cường độ sáng của nguồn trên phương vuông góc với mặt bị rọi
Hay là $I_0 = F_{\text{cầu}}/4\pi$ cd

Nếu diện tích biểu kiến của mặt phát sáng là $S_{\text{biểu kiến}}$ (m²) :

- Độ chói của mặt phát sáng B, bằng :

$$B_{\text{cầu}} = \frac{I_0}{S_{\text{biểu kiến}}} = \frac{I_0}{4\pi R^2} \quad ; \quad \text{cd/m}^2$$

Trong đó, R là bán kính của mặt phát sáng (m)

Nếu mặt phát sáng là hình tròn, diện tích bằng πR^2 , quang thông trong bán cầu dưới, bằng $F_{\text{cầu}}/2$, khi đó, độ rọi trung bình $E_{\text{tb}} = E_{\text{cầu}}/2\pi R^2$. Góc khối bức xạ ω xác định bằng hình nón có góc mở ở đỉnh là 2α , sao cho :

$$d\omega = 2\pi \cdot \sin\alpha \cdot d\alpha$$

Do đó $\omega = 2\pi(1 - \cos\alpha)$.

Giá trị của α ứng với góc khối ω , cho trong bảng sau :

ω	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π	(Stéradian)
α	41,4°	60°	75,5°	90°	(độ)

Quang thông bức xạ trong vùng :

$$F_i = \int_{\text{vùng}} I_{\alpha} d\omega = \int_0^{\alpha} I_{\alpha} 2\pi \sin \alpha \cdot d\alpha$$

$$F_i = \int_0^{\omega} d\omega = \int_0^{\alpha} 2\pi \sin \alpha \cdot d\alpha$$

$$= \int_0^{\alpha} 2\pi \cos \alpha \cdot d\alpha = \pi B \cdot S (\sin \alpha)^2$$

Lấy hết các giá trị α trong bảng trên, ta có :

$$F_1 = \pi.B.S.0,437$$

$$F_1 + F_2 = \pi.B.S.0,750$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = \pi.B.S.0,937$$

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = \pi.B.S.1$$

Đèn cấp E, theo quy chuẩn UTE

Các giá trị F'_i lấy theo quy chuẩn UTE (bảng 8.11)

$$F'_i = 534 + \frac{(741 - 534)}{0,75} 0,584 = 695$$

Độ rọi trên các mặt tường do quang thông $F_d = \pi.B.S$ lm của 1 cửa rọi tới, bằng :

$$E_i = \frac{n \cdot F_d}{1000 \cdot a \cdot b} (R_i F'_i + S_i) = \frac{15 \cdot \pi \cdot 3000 \cdot 1}{1000 (35 \cdot 13,6)} (R_i F'_i + S_i)$$

$$= 0,297 \cdot (R_i F'_i + S_i)$$

$$E_1 = 0,297 (-0,0044.695 + 324) = 87 \quad \text{lx}$$

$$E_3 = 0,297 (-1,321.695 + 1560) = 190 \quad \text{lx}$$

$$E_4 = 0,297 (0,774.695 + 398) = 278 \quad \text{lx}$$

Chương 9

CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO NGOÀI NHÀ

I. KHÁI NIỆM CHUNG

Chiếu sáng nhân tạo ngoài nhà khi không có mặt trời, nói tắt là chiếu sáng ngoài nhà, bao gồm chiếu sáng để làm việc ngoài trời, để nhìn rõ lối đi, đảm bảo an toàn giao thông, chiếu sáng các công trình nghệ thuật, chiếu sáng mặt đứng kiến trúc v.v... Về hình thức, có thể chiếu sáng gần, có thể chiếu sáng từ xa, về giải pháp, có chiếu sáng tập trung, có chiếu sáng phân tán trải rộng.

Thông qua sự phát triển của kỹ thuật, thiết bị chiếu sáng, bao gồm cả nguồn sáng, cải tiến không ngừng. Phương pháp tính toán cũng ngày một hoàn thiện hơn, chính xác hơn, từ chỗ chỉ yêu cầu đủ đảm bảo hoạt động ban đêm, đến nay còn phải đảm bảo nghệ thuật chiếu sáng, đủ sức tạo được mỹ cảm khi cảm nhận cảnh quan ban đêm.

Từ 1965, Ủy ban thấp sáng thế giới (C.I.E) đưa ra phương pháp tỉ số R thay thế cho phương pháp độ rọi. Phương pháp tỉ số R xét tới độ chói trung bình và hệ số phản xạ của mặt đường, độ tương phản của ánh sáng trong trường quan sát v.v... nhằm tạo được trí giác nhìn tối ưu.

Qua kết quả nghiên cứu những thống kê và thực nghiệm, đã thiết lập các tiêu chuẩn tiện nghi cần thiết để kiểm tra hiệu quả của các giải pháp chiếu sáng đã chọn.

Năm 1975, C.I.E công bố phương pháp tính toán theo "độ chói điểm". Nội dung của phương pháp là tính dần từng điểm theo giải pháp thiết kế đã chọn. Phương pháp này cho phép kiểm tra và đánh giá chất lượng chiếu sáng thực tế của thiết kế.

Ngày nay đã có sự hỗ trợ của máy tính, nên việc tính toán nhanh gọn, chính xác. Phương pháp tỉ số R thường áp dụng để thiết kế sơ bộ, kết quả đủ tin cậy đối với cách bố trí chiếu sáng kinh điển.

1. Những nguyên lý cơ bản

Thiết kế chiếu sáng cho đường bộ, quảng trường, mục đích chủ yếu phải đạt được là tạo được một trí giác nhìn nhanh nhất, chính xác.

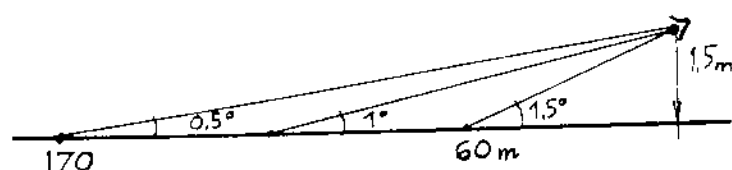
Trí giác nhìn nhanh và chính xác phụ thuộc vào các yếu tố sau :

- Độ chói trung bình của mặt đường mà người lái xe nhìn thấy trong tầm xa 100m khi thời tiết khô ráo. Yêu cầu này phụ thuộc vào cấp đường : mật độ giao thông, tốc độ, đô thị lớn hay nhỏ, nông thôn hay thị tứ.

- Điều kiện quan sát dưới góc $0,5^\circ$, 1° và $1,5^\circ$ trên tầm xa từ 60-170m (hình 9.1)

- Độ đồng đều của ánh sáng phân bố trên mặt đường, đặc trưng bằng độ chói B tại các điểm khác nhau của lưới điểm tính toán trải trên mặt đường, trong tầm nhìn.

Tính chất phản xạ ánh sáng của mặt đường là phản xạ hỗn hợp, khuếch tán định hướng.



Hình 9-1

Lưới điểm tính toán :

Trong khoảng cách giữa 2

cột đèn, các điểm tính toán cách đều nhau khoảng 5m trên 2 phương ngang và dọc của trục đường.

Giảm tối thiểu hiện tượng lóa mắt, có thể nói hiện tượng lóa mắt là nguồn căn của sự mệt mỏi, làm mất tri giác nhìn. Gây lóa mắt chủ yếu là do bối cảnh, do đèn không đủ góc bảo vệ, do độ chói trung bình của mặt đường không hợp lí v.v... xuất hiện trong tầm quan sát của trường nhìn.

Người ta chia hiện tượng lóa mắt làm 9 cấp, cấp 1 là không chịu được, đến cấp 9 là không cảm nhận được gọi là "chỉ số lóa mắt G" (Glare index). Thiết kế phải đảm bảo chỉ số $G = 5$ (chấp nhận được).

Hiệu quả dẫn hướng quan sát : những điểm sáng trên đường vòng, màu của các nguồn sáng tín hiệu trên đường v.v...

2. Cấp chiếu sáng

CIE đưa ra 5 cấp chiếu sáng đối với những trục đường quan trọng (bảng 9-1)

Bảng 9-1. Cấp chiếu sáng CIE

Cấp	Loại đường	Đặc điểm	Độ chói trung bình tiêu chuẩn (B_{tb}) (cd/m^2)	Độ đồng đều chung $u_o = \frac{B_{min}}{B_{tb}}$	Độ đồng đều dọc đường $u_l = \frac{B_{min}}{B_{max}}$	Chỉ số tiện nghi G
A	Xa lộ cao tốc		2	0,4	0,7	6
B	Đường chính Đường rẽ	Sáng Tối	2 1 đến 2	0,4	0,7	5 6
C	Đường có người đi bộ	Sáng Tối	2 1	0,4	0,7	5 6
D	Phố chính Phố buôn bán		2	0,4	0,7	4
E	Đường vắng	Sáng Tối	1 0,5		0,5	4 5

Trong tính toán thiết kế thực tế, phải kể thêm hệ số dự trữ để duy trì độ chói tiêu chuẩn, do đó giá trị của độ chói tiêu chuẩn sẽ tăng hơn giá trị quy định trong thời gian đầu sử dụng.

Giá trị $u_0 = 0,4$ có thể đảm bảo tri giác nhìn nhanh và chính xác.

Cảm nhận bối cảnh ẩn hiện gọi là "hiệu ứng bậc thang". Nếu giá trị của $u_1 > 0,7$, hiệu ứng này không còn nữa.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 682 : 1996, chỉ định độ rọi tối thiểu E_{min} (lx) với 5 cấp đô thị (bảng 9.2).

Bảng 9-2. Tiêu chuẩn TCVN 682 : 1996 E_{min} (lux)

Công trình	Đô thị loại I	Đô thị loại II	Đô thị loại III, IV	Đô thị loại V
Đường				
Đường cao tốc	6			
Đường chính	4	2	1	0,5
Đường khu vực	2	1	0,5	0,5
Đường trong khu nhà ở:				
Khu nhà nhiều tầng	2	1	0,5	0,5
Khu nhà thấp tầng	0,5	0,5	0,2	0,2
Công viên				
Cổng	3	2	1	1
Đường trong công viên	0,5	0,5	0,2	0,2
Vườn cây, bãi cỏ	0,2	0,2	0,1	0,1

II. PHƯƠNG PHÁP TỈ SỐ R

Đối với đèn phân bố quang thông đối xứng, độ đồng đều của độ rọi phụ thuộc vào phương pháp bố trí đèn, độ chói trung bình phụ thuộc vào độ rọi trung bình và hệ số phản xạ của mặt đường.

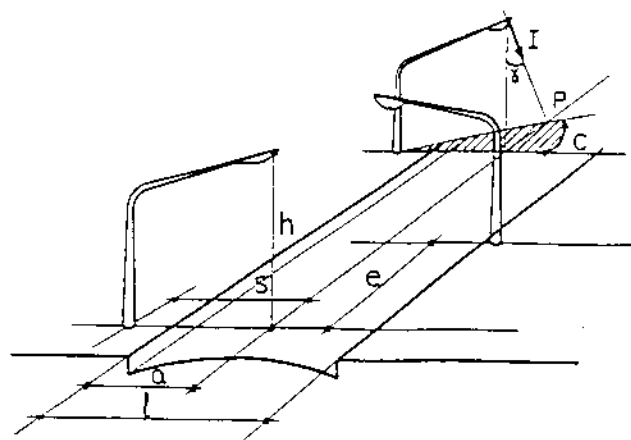
1. Chiều cao treo đèn h (hình 9.2)

Sơ đồ bố trí đèn đường như hình 9.2

Trong đó :

h - Chiều cao treo đèn

l - Chiều rộng mặt đường



Hình 9.2

c- Khoảng cách giữa 2 đèn liên tiếp

S- Khoảng cách hình chiếu của đèn đến chân cột

a- Khoảng cách hình chiếu của đèn đến mép đường.

2. Phương pháp bố trí đèn

a) Bố trí 1 bên đường

Áp dụng trong các trường hợp lòng đường hẹp, 1 bên đường có cây xanh, chỗ đường lượn cong v.v... Ở đoạn đường uốn cong, bố trí đèn phía đường cong ngoài để không cản tầm nhìn (hình 9.3a). Độ đồng đều của độ rọi trên phương ngang của đường được đảm bảo khi $h \geq 1$.

b) Bố trí đèn so le ở 2 bên đường (hình 9.3b)

Áp dụng khi lòng đường rộng, 2 chiều vận chuyển. Độ rọi phân bố đều hơn. Độ đồng đều của độ chói trên phương ngang của đường đủ đảm bảo khi tỉ số $h/l \geq 2/3$.

Khi lòng đường rộng hoặc khi yêu cầu phải treo đèn cao, có thể bố trí đèn đối diện nhau (hình 9.3c). Khi đó, cần đảm bảo tỉ số $h/l \geq 0,5$ để đảm bảo độ chói phân bố đều.

c) Bố trí dọc theo tâm đường (hình 9-3d)

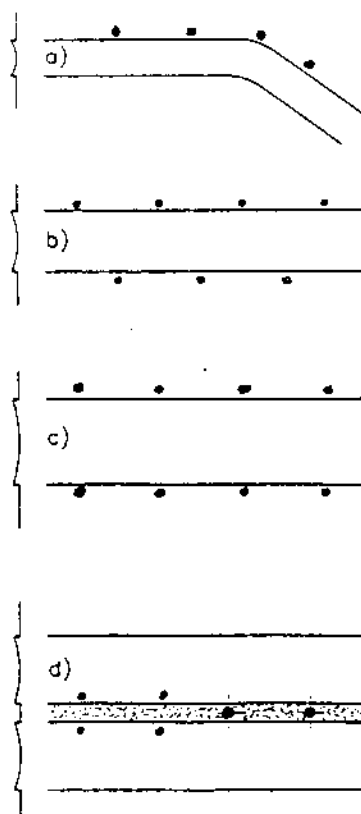
Áp dụng cho đường đôi, có bờ phân cách ở giữa. Trường hợp này có thể dùng trụ chữ T, 2 cánh mang đèn vươn ra 2 phía đường. Cũng có thể đặt đèn theo dây nguồn treo, giải pháp này không cản tầm nhìn, và ít có hiện tượng gây lóa mắt. Tuy nhiên không thẩm mỹ và khi bảo trì thường trở ngại giao thông do xe thang bảo trì đứng trên đường.

d) Khoảng cách đèn :

Khoảng cách giữa các đèn liên tiếp, xác định dựa trên những căn cứ sau đây :

- Độ đồng đều của độ rọi trên phương dọc của mặt đường
- Đặc tính bức xạ ánh sáng của đèn
- Độ cao treo đèn.

Mặt cắt ngang lòng đường thường cấu tạo có dạng cong lồi đối xứng qua trục đường. Theo đó, thường sử dụng 3 loại đèn là đèn chụp sâu, đèn



Hình 9-3 a, b, c, d

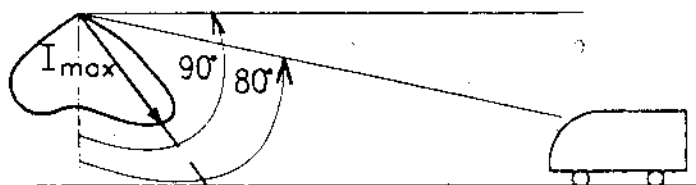
chụp trung bình và đèn chụp rộng. Mỗi kiểu chụp tương ứng với góc bảo vệ chống lóa mắt khác nhau (hình 9-4)

Đèn kiểu chụp rộng không sử dụng chiếu sáng cho các dòng vận chuyển, vì góc bảo vệ không đủ. Loại đèn này thường sử dụng cho đường trong các khu nhà ở, quảng trường, công viên, nơi có nhiều người đi bộ. Nếu đặt đèn trong chụp quả cầu xuyên sáng khuếch tán thì độ chói của đèn sẽ giảm, có thể chấp nhận được.

Loại đèn	Hướng $I_{\max}$	$I_{\max}$ dưới góc 90°	$I_{\max}$ dưới góc 80°
Đèn chụp sâu	$0^\circ \div 65^\circ$	10cd/1000lm	30cd/1000lm
Đèn chụp trung bình	$0^\circ \div 75^\circ$	50cd/1000lm	300cd/1000lm
Đèn chụp rộng	$0^\circ \div 90^\circ$		

Đèn chiếu sâu, góc bảo vệ đủ điều kiện chống lóa mắt, nhưng dễ tạo nên hiệu ứng bậc thang, do khoảng cách đèn không hợp lí. Loại đèn này sử dụng nguồn điểm.

- Đèn chụp trung bình thường sử dụng bóng dạng ống, chẳng hạn bóng Natri áp thấp hoặc ống huỳnh quang.



Hình 9-4

Giá trị cực đại của tỉ số e/h (hình 9-2) đảm bảo độ chói B phân bố đều theo trục dọc đường.

Bảng 9-3

Cách bố trí đèn	$(e/h)_{\max}$	
	Đèn chụp sâu	Đèn chụp trung bình
Một bên và 2 bên đối diện	3	3,5
2 bên so le	2,7	3,2

Đối với đèn chế tạo trước năm 1989, giá trị e/h phải lớn hơn 0,5.

3. Công suất đèn

a) Độ rọi trung bình trên mặt đường E_{tb}

Tùy thuộc vào tính chất của lớp phủ mặt đường, vào loại đèn đã chọn, cách bố trí tuân thủ các điều kiện nêu trên đây, với thời tiết khô ráo, bằng thực nghiệm, tỉ số R xác định như sau :

$$R = \frac{\text{Độ rọi trung bình } E_{tb} (lx)}{\text{Độ chói trung bình } B_{tb} (cd/m^2)}$$

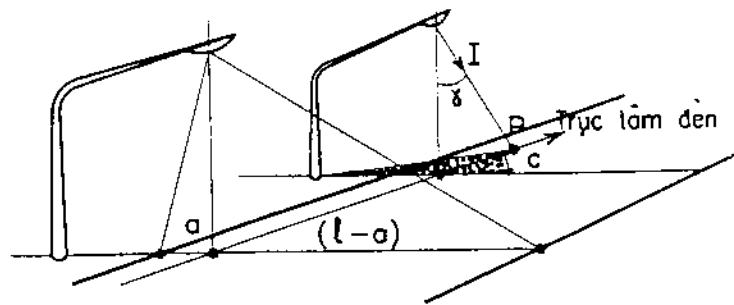
Bảng 9-4

Loại đèn	$R_a = \frac{E_{tb}}{B_{tb}}$					
	Bê tông		Tính chất lớp phủ mặt đường			
	Sạch	Bẩn	Sáng	Trung bình	Tối	Hệ đường
Đèn chụp sâu	11	14	14	19	25	18
Đèn chụp trung bình	8	10	10	14	18	13

Khi đã đảm bảo được độ chói trung bình cần thiết, phải tăng độ rọi càng cao khi mặt đường càng tối. Nên sử dụng mặt đường màu sáng.

b) Hệ số sử dụng của đèn

Hệ số sử dụng của đèn tính bằng số % quang thông do đèn rọi xuống diện tích hữu ích của mặt đường rộng l .

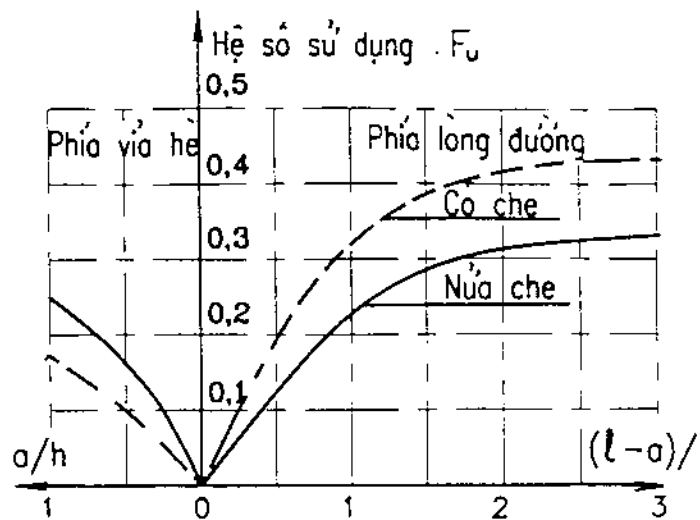


Hình 9-5

Với loại đèn đã chọn, hệ số sử dụng F_u phụ thuộc vào góc mở của chùm sáng cắt ngang qua mặt đường (hình 9-5). Trục tâm đèn chia chùm sáng làm 2 phần :

- Phần từ trục tâm đèn đến bờ hè phía chân đèn, khoảng cách a dương, xác định bằng a/h .
- Phần từ trục tâm đèn đến bờ hè đối diện, xác định bằng $(l - a)/h$.

Tương ứng với 2 phần của chùm sáng, phân biệt có 2 hệ số sử dụng là $F_{u,1}$ (trước) và $F_{u,s}$ (sau) :



Hình 9-6

- Khi $a > 0$: $F_u = F_{u,t} + F_{u,s}$

- Khi $a < 0$: $F_u = F_{u,t} - F_{u,s}$

Nhà chế tạo thường cho các hệ số này dưới dạng đồ thị. Hình 9-6 biểu diễn các giá trị thường dùng nhất.

c) Hệ số già hóa, V

Hệ số già hóa kể tới sự già hóa, và bám bụi của bóng đèn, pha đèn. Giá trị của hệ số tính với thời gian làm việc của đèn trong thời gian 1 năm.

Độ suy giảm quang thông, V_1 dự tính theo thời gian hoạt động của đèn (bảng 9-5).

Độ suy giảm quang thông do bám bụi, V_2 , tính theo năm (bảng 9-6).

Bảng 9-5

Thời gian	Đèn Natri cao áp	Đèn ống huỳnh quang	Bóng huỳnh quang	Đèn Natri áp thấp
3000h/năm	$V_1 = 0,95$	$V_1 = 0,9$	$V_1 = 0,85$	$V_1 = 0,85$
6000h/năm	$V_1 = 0,90$	$V_1 = 0,85$	$V_1 = 0,8$	$V_1 = 0,8$
9000h/năm	$V_1 = 0,85$	$V_1 = 0,8$	$V_1 = 0,75$	

Bảng 9-6

Loại đèn	Không lọc	Có lọc
Khí quyển ô nhiễm	$V_2 = 0,65$	$V_2 = 0,7$
Khí quyển không ô nhiễm	$V_2 = 0,9$	$V_2 = 0,95$

Hệ số già hóa V bằng :

$$V = V_1 \cdot V_2 = \frac{\text{Quang thông của đèn sau 1 năm sử dụng}}{\text{Quang thông ban đầu}}$$

d) Lựa chọn đèn

Như vậy, quang thông của đèn sau 1 năm sử dụng bằng :

$$F_d = \frac{(I \cdot e) \cdot B_{tb} \cdot R}{V \cdot F_u} \quad ; \quad \text{lm}$$

Ngoài căn cứ vào quang thông yêu cầu, khi lựa chọn đèn còn phải xem xét toàn diện những đặc điểm cần thiết khác của đèn như tuổi thọ, màu ánh sáng, khả năng lắp đặt v.v... để đạt được hệ số sử dụng tốt nhất với số lượng đèn ít nhất, giá cả hợp lí.

Người thiết kế còn phải quan tâm tới quy trình bảo trì, lau chùi, chi phí vận hành và bảo dưỡng thiết bị chiếu sáng.

III. KIỂM TRA

1. Chỉ số tiện nghi G

Phân loại đèn theo kiểu dáng có đèn chụp sâu, chụp trung bình, việc phân loại này rất khó đánh giá chất lượng đèn về phương diện gây lóa mắt.

Một số nhà sản xuất đề nghị dùng chỉ số (I.S.L) xác định từ tính chất khuếch tán ánh sáng của đèn, để đánh giá chất lượng của đèn trên phương diện gây lóa mắt. Chỉ số này càng cao, càng ít gây lóa mắt.

Thông thường, giá trị của I.S.L dao động trong khoảng từ 3 đến 6.

Hiện tượng lóa mắt phụ thuộc vào những yếu tố sau :

- Độ cao của đèn tính từ tầm mắt : $h' = h - 1,5m$
- Độ chói trung bình của mặt đường : B_{tb}
- Số lượng đèn trên mỗi kilômét đường : P

Từ đó, chỉ số tiện nghi G, bằng :

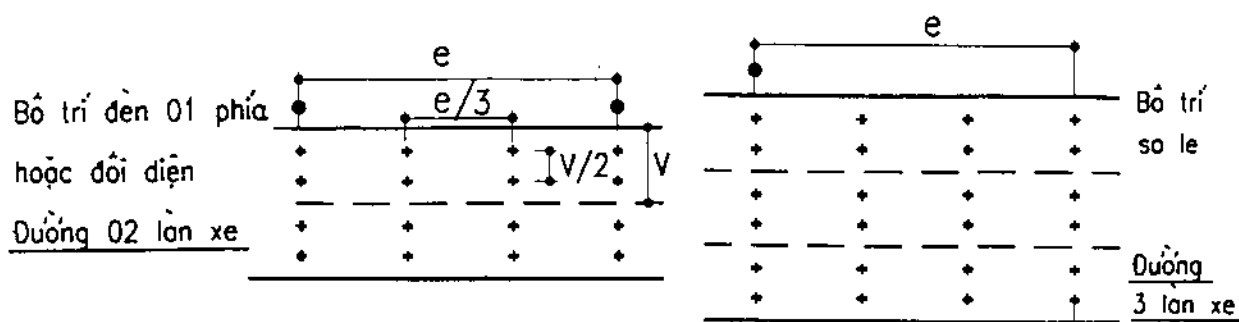
$$G = I.S.L + 0,97 \log B_{tb} + 4,41 \log h' - 1,46 \log P$$

Giá trị của G theo tiêu chuẩn của CIE (bảng 9-1)

2. Kiểm tra hiện trường

Khi thiết kế đã thực hiện, cần tiến hành thực đo phân bố độ chói B và độ rọi E trên mặt đường.

Theo CIE cần đo độ chói và độ rọi tại các góc của ô lưới kiểm tra (hình 9-7). Cấu tạo ô lưới kiểm tra theo trục dọc đường, khoảng cách các điểm kiểm tra bằng $e/3$, theo chiều rộng mặt đường, khoảng cách bằng $V/2$. Độ rọi, độ chói trung bình là giá trị trung bình cộng của tất cả các điểm đo trên ô lưới kiểm tra.

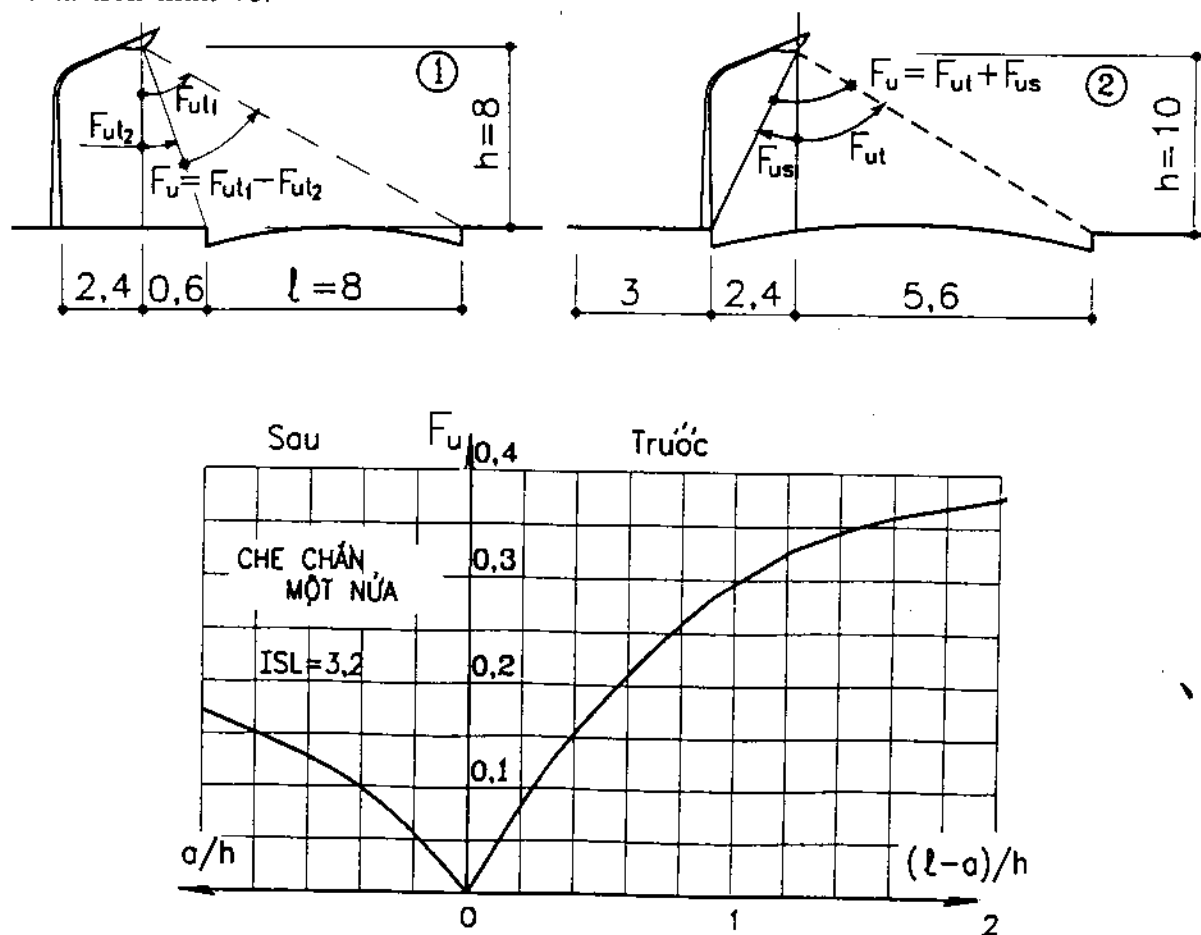


Hình 9-7. Ô lưới kiểm tra của C.I.E

Thí dụ 1

Chiếu sáng cho đường cấp C, đường dài 1600m, mặt đường loại trung bình, lòng đường rộng $l = 8\text{m}$. Vĩa hè rộng mỗi bên 3m. Tốc độ lưu thông trung bình, có người đi bộ. Không tính ánh sáng do 2 mặt phố buôn bán rọi ra đường. Độ chói yêu cầu $B_{th} = 2\text{cd/m}^2$. Cột đèn cao $h=8,1$ hoặc 12m , độ vươn ra $S = 2,4\text{m}$.

Sử dụng đèn có chụp trung bình, không dùng đèn ống. Đặc tính kỹ thuật của đèn mô tả trên hình vẽ.



Hình vẽ cho thí dụ 1

Giải :

Chọn cột đèn cao h

Chọn phương án bố trí đèn 1 phía, tiết kiệm chi phí cấp điện.

Xét 2 phương án a, b

a) $a = -0,6\text{m}$

$h = 8\text{m}$

$(l - a)/h = 8,6/8 = 1,075$,

do đó $F_{u,t1} = 0,305$

$a/h = 0,6/8 = 0,075$, do đó $F_{u,t2} = 0,022$

Như vậy, $F_u = F_{u,t1} - F_{u,t2} = 0,305 - 0,022 = 0,283$

b) $a = 2,4\text{m}$
 $h = 10\text{m}$
 $(l - a)/h = 5,6/10 = 0,56$, do đó $F_{ut} = 0,186$
 $a/h = 2,4/10 \approx 0,24$, do đó $F_{us} = 0,06$

Tổng hợp trong bảng sau :

a	(h = 8m). F_u	(h = 10m). F_u	(h = 12m). F_u
a = - 0,6	$F_{u.t1} = 0,305$ - $= 0,283$	$F_{u.t1} = 0,262$ - $= 0,244$	$F_{u.t1} = 0,229$ - $= 0,214$
	$F_{u.t2} = 0,022$	$F_{u.t2} = 0,018$	$F_{u.t2} = 0,015$
a = 2,4	$F_{u.t1} = 0,22$ + $= 0,29$	$F_{u.t1} = 0,186$ + $= 0,246$	$F_{u.t1} = 0,153$ + $= 0,223$
	$F_{u.t2} = 0,07$	$F_{u.t2} = 0,06$	$F_{u.t2} = 0,07$

Kết quả tính toán cho thấy, cột cao 8m, $a = 2,4\text{m}$ sẽ cho hiệu quả cao nhất với giá trị của hệ số sử dụng F_u cao nhất.

Độ đồng đều của độ chói dọc trục đường

Với đèn chụp trung bình, bố trí 1 bên, đảm bảo độ chói phân bố đều theo trục dọc đường khi tỉ số $(e/h)_{\max} \leq 3,5$. Nếu chọn $h = 10$, thì khoảng cách cực đại của đèn là 35m (bảng 9-3).

Chiều dài đường 1600m. Số khoảng cách bằng $1600/35 \approx 46$. Như vậy yêu cầu 47 đèn.

Bảng 9-4, cho $R = 14$. Với $F_u = 0,244$, quang thông của mỗi đèn cần thiết bằng :

$$F_d = \frac{(l \cdot e) \cdot B_{tb} \cdot R}{F_u} = \frac{8 \cdot 34,8 \cdot 2 \cdot 14}{0,244} = 31.950 \quad \text{lm}$$

Đèn Natri áp thấp 180W, 32.000 lm có dạng ống không hợp với chụp đèn, hơn nữa, đèn Natri bức xạ ánh sáng đơn sắc, chỉ số màu $R_a = 0$ không dùng cho các khu dân cư.

Thử so sánh các phương án

- Nếu chọn $h = 10$, có thể rút ngắn khoảng cách giữa các đèn để sử dụng đèn Natri cao áp 250w, 25.000 lm. Cần 60 đèn, khoảng cách $e = 27,2\text{m}$, đủ đảm bảo $B_{tc} = 2\text{cd/m}^2$.

- Nếu chọn $h = 8\text{m}$, khoảng cách $e_{\max} = 28\text{m}$, hệ số sử dụng $F_u = 0,283$. Quang thông của đèn F_d bằng :

$$F_d = \frac{(l \cdot e) \cdot B_{tb} \cdot R}{F_u} = \frac{8 \cdot 28 \cdot 2 \cdot 14}{0,283} = 22.160 \quad \text{lm} < 25.000 \quad \text{lm}$$

Yêu cầu 58 đèn, khi đó :

$$B_{tb} = B_{tb}^{tc} \frac{F_{tt}}{F_d} = 2 \cdot \frac{25 \cdot 000}{22 \cdot 160} = 2,25 \text{ cd/m}^2$$

Nếu chọn $h = 12\text{m}$, phải sử dụng đèn Natri cao áp $W = 400\text{W}$, $F_{tt} = 47.000\text{lm}$, khoảng cách $e_{\max} = 42\text{m}$, $F_u = 0,214$. Khi đó, với 39 đèn :

$$B_{tb} = \frac{F_{tt} \cdot F_u}{(l \cdot e)R} = \frac{47000 \cdot 0,214}{8 \cdot 42 \cdot 14} = 2,14 \text{ cd/m}^2$$

Giải pháp sau cùng có lợi nhất bởi công suất tiêu thụ, độ chói thực tế xấp xỉ nhau, nhưng số lượng đèn ít hơn, vỉa hè được chiếu sáng tốt hơn, vì $F_u = F_{ut1} - F_{ut2}$. Giá trị $F_{u,12}$ lớn nên F_u giảm.

Chỉ số tiện nghi G

Với $h = 12\text{m}$; $e = 42\text{m}$; $B_{tb} = 2,14 \text{ cd/m}^2$; $ISL = 3,2$; $p = 24,4$; $h' = 10,5\text{m}$

Do đó :

$$G = ISL + 0,97 \log B_{tb} + 4,41 \log h' - 1,46 \log p$$

$$= 3,2 \times 0,97 \log 2,14 + 4,41 \log 10,5 - 1,46 \log 24,4 = 6 \text{ chấp nhận được}$$

IV. BỐ TRÍ ĐÈN GIỮA LÒNG ĐƯỜNG, TRÊN BỜ PHÂN CÁCH 2 LÀN XE

Thí dụ 2 :

Sơ đồ của thí dụ như hình vẽ.

Đường dài 960m, lớp phủ trung bình. Sử dụng bóng đèn Natri áp thấp. Chiều cao treo đèn $h = 10\text{m}$. Chụp đèn kín, khí quyển không bị ô nhiễm, bảo trì hàng năm đúng quy định. $B_{tb}^{tc} = 2 \text{ cd/m}^2$. Khoảng cách đèn cực đại đảm bảo độ đồng đều trên chiều dọc đường, $e_{\max} = 35\text{m}$ tương ứng với chụp trung bình, cần 29 đèn.

Dự tính thời gian làm việc của đèn 3000 giờ/năm :

$$V_1 = 0,85 \quad ; \quad V_2 = 0,95$$

(bảng 9-5,9-6).

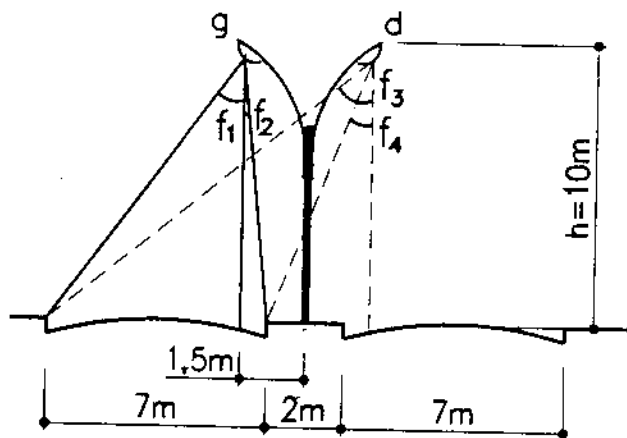
Hệ số già hóa V bằng :

$$V = V_1 \cdot V_2 = 0,85 \cdot 0,95 = 0,8$$

Vì rằng, hệ số sử dụng F_u phụ thuộc công suất của đèn, loại đèn, do đó trước tiên phải chọn đèn và tính gần đúng từng bước.

Theo tư liệu của Philips, chọn đèn SRS 201, bóng Sox 135W (phụ lục IV).

Xác định F_u cho tuyến bên trái :



Hình vẽ cho thí dụ 2

- Đèn g :

Phía trước tâm đèn : $(l - a)/h = (7 - 0,5)/10 = 0,65$; $f_1 = 0,185$

Phía sau tâm đèn : $a/h = 0,5/10 = 0,05$; $f_2 = 0,02$

Hệ số sử dụng bên trái : $F_{u,g} = f_1 + f_2 = 0,205$

- Đèn d :

Phía trước tâm đèn : $a/h = (7 + 2 + 0,5)/10 = 0,95$; $f_3 = 0,24$

$a/h = (2 + 0,5)/10 = 0,25$; $f_4 = 0,09$

Hệ số sử dụng : $F_{u,d} = 0,15$

Hệ số sử dụng của 2 đèn g và d :

$$F_u = F_{u,g} + F_{u,d} = 0,205 + 0,15 = 0,355$$

Quang thông bán đầu của đèn bằng :

$$F_d = \frac{(l \cdot e) \cdot B_{tb}^{tc} \cdot R}{V \cdot F_u} = \frac{(7 \cdot 35) \cdot 2 \cdot 14}{0,8 \cdot 0,355} = 24.150 \text{ lm}$$

Có thể sử dụng đèn 135W, $F_{tt} = 22500 \text{ lm}$, kiểu chụp trung bình

Độ chói trung bình ban đầu bằng :

$$B_{tb} = \frac{F_{tt} \cdot F_u}{(l \cdot e)R} = \frac{22500 \cdot 0,355}{(7 \cdot 35) \cdot 14} = 2,33$$

Chỉ số đặc trưng của đèn $ISL = 3,8$

Chỉ số tiện nghi G bằng :

$$G = ISL + 0,97 \log B_{tb} + 4,41 \log h' - 1,46 \log p$$

$$= 3,8 + 0,97 \log 2,33 + 4,41 \log (10 - 1,5) - 1,46 \log 29 = 6,1$$

Chấp nhận được với
chiếu sáng cấp A.

Tư liệu Philips. Đèn
SRS 201 - SOX 135' :

$F_d = 22500 \text{ lm}$ chụp
trung bình

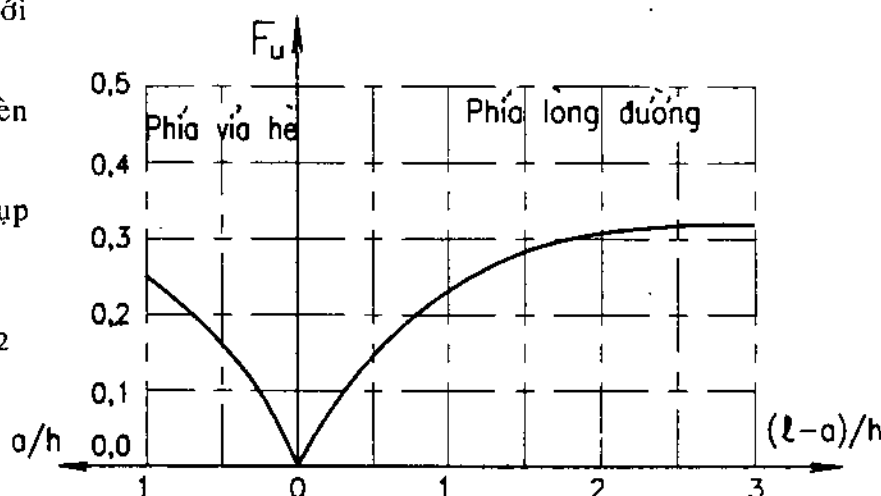
$ISL = 3,8$

$I_{max} = 233 \text{ cd/m}^2$

Với $\gamma = 70^\circ$

$C = 0^\circ$

Độ nghiêng 10°

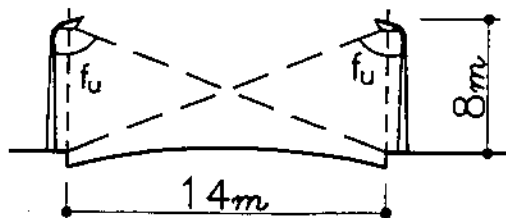


Số liệu cho thí dụ 2

V. BỐ TRÍ ĐÈN 2 BÊN ĐỐI DIỆN

Thí dụ 3 :

Lòng đường rộng 14m, lớp phủ mặt đường màu sáng, hai bên đường là phố buôn bán chính, ánh sáng của các tủ kính bày hàng và ánh sáng quảng cáo rơi trên mặt đường thành những vệt sáng. Do đó, độ chói trung bình ban đầu trên mặt đường $B_{tb} = 2,2 \text{ cd/m}^2$ mới xóa được những vệt sáng đó. Cột đèn đặt sát lòng đường, trục tâm đèn trùng với mép bờ lề, tức là $a = 0$. Sử dụng đèn của hãng Philips, loại HGS, chụp sâu, $R = 14$, ánh sáng trắng, $R_a = 65$.



Hình vẽ cho thí dụ 3

Cột đèn cao 8m. Khoảng cách cực đại $e = 3h = 24\text{m}$. Bố trí 2 bên đối diện, vì $a = 0$, nên 2 đèn có cùng hệ số sử dụng phía trước (phía lòng đường), xem sơ đồ bố trí

$$l/h = 14/8 = 1,75$$

Đèn HGS 201/212, 2 bóng 125W, $f_u = 0,38$. Loại 1 bóng 250W, $f_u = 0,46$ (phụ lục IV).

Mỗi đèn phụ trách một nửa lòng đường, do đó quang thông của mỗi đèn cần có bằng :

- Sử dụng loại đèn 1 bóng 250W, quang thông $F_d = 14.000\text{lm}$

Tư liệu Philips (Phụ lục IV).

Đèn HGS 201 - 212

- 2HPLN125:

Che chắn

$$ISL = 5,4$$

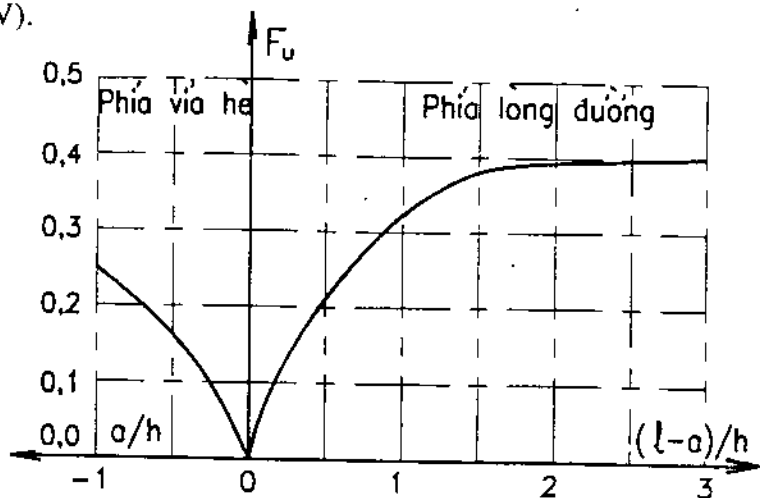
$$I_{\max} = 312 \text{ cd/1000lm,}$$

Với $\gamma = 55^\circ$

$$C = 10^\circ$$

Độ nghiêng : 10°

Quang thông yêu cầu :



Số liệu cho thí dụ 3

$$F = \frac{1}{2} \frac{(l \cdot e) \cdot B_{tc} \cdot R}{F_u} = \frac{1}{2} \frac{(14 \cdot 24) \cdot 2,2 \cdot 14}{0,46} = 11.250 \text{ lm}$$

Quang thông của đèn F_d vượt quá 25% yêu cầu.

- Sử dụng loại 2 bóng $\times 125\text{W}$, $F_d = 2 \times 6500 \text{ lm}$

Quang thông yêu cầu :

$$F = \frac{1}{2} \frac{(l \cdot e) \cdot B_{tb} \cdot R}{F_u} = \frac{1}{2} \frac{(14 \cdot 24) \cdot 2,2 \cdot 14}{0,38} = 13.600 \text{ lm}$$

Nên chọn loại đèn này.

Chỉ số tiện nghi G :

$$G = ISL = 0,97 \log B_{tb} + 4,41 \log h' - 1,46 \log p$$

$$= 5,4 + 0,97 \log 2,2 + 4,41 \log (8 - 1,5) - 1,46 \log 84 = 6,5$$

Lưu ý : Trong trường hợp độ rọi rất cao của phố xá buôn bán, có thể làm thay đổi quá trình thích nghi của mắt tài xế. Chỉ số tiện nghi G chỉ áp dụng cho những tuyến đường thẳng và cũng đã kể tới hoàn cảnh ánh sáng của phố xá buôn bán, nhưng khi độ rọi của 2 mặt phố quá cao, cần phải xem xét cụ thể.

Chỉ số tiện nghi G = 6,5, thực tế có thể chấp nhận được nhưng tiện nghi không cao.

VI. PHƯƠNG PHÁP ĐỘ CHÓI ĐIỂM

Độ rõ khi quan sát ngoài trời phụ thuộc vào sự phân bố độ rọi không gian, tức là tỉ lệ sáng tối trên vật quan sát và bối cảnh. Do đó để xác định tiêu chuẩn độ chói phân bố trên mặt xa lộ, người ta tiến hành thực nghiệm như sau :

Chọn vật quan sát là một khối không gian tiêu chuẩn, kích thước $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}^3$, đặt trên mặt đường, trong tầm nhìn của người lái xe (gọi là chướng ngại tiêu chuẩn).

Tạo độ tương phản độ chói giữa vật quan sát B_v với độ chói trên mặt đường $B_d = B_d$:

$$K = \frac{B_v - B_d}{B_d} = 0,2 \text{ là tiêu chuẩn nhìn rõ.}$$

1. Độ chói của mặt đường

Tính chất phản xạ ánh sáng của mặt đường, tại điểm quan sát P bất kì, phụ thuộc vào các thông số góc γ , góc lệch β và góc nhìn α (hình 9-8).

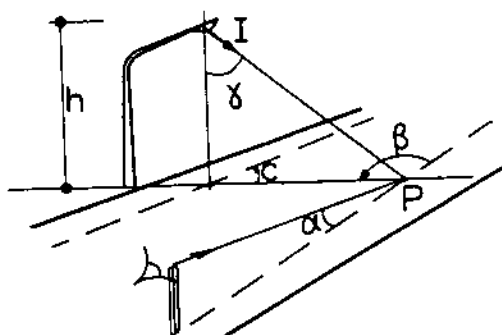
Tính chất phản xạ ánh sáng của mặt đường, hoàn toàn không phải phản xạ theo phương pháp tuyến của mặt đường ($B = \rho E / \pi = \text{const}$), cũng không phải phản xạ khuếch tán hoặc khuếch tán phân bố đều.

Cho nên độ chói quan hệ với độ rọi :

$$B = qE$$

Ở đây, giá trị của q phụ thuộc vào (α , β , γ) ; q (α , β , γ) gọi là hệ số chói.

Góc nhìn α , thường xấp xỉ bằng 1° , với khoảng cách nhìn và độ cao của mắt người lái xe trong điều kiện thông thường. Như vậy, giá trị của q chỉ còn phụ thuộc vào góc lệch β và góc của tia tới γ ; $[q(\beta, \gamma)]$



Hình 9-8

Chiều cao treo đèn là h , cường độ sáng của đèn về phương p , như chương 1 đã chứng minh, độ chói B bằng :

$$B = q \frac{I}{h^2} \cos^3 \gamma = R \frac{I}{h^2} \quad ; \quad R(\beta, \gamma)$$

$R = q \cos^3 \gamma$ gọi là hệ số độ chói quy đổi.

Thực nghiệm với chướng ngại tiêu chuẩn, trên những mặt đường có lớp phủ khác nhau và thay đổi vị trí tương đối của đèn, xác định được giá trị của R theo góc lệch β và γ , $R(\beta, \gamma)$, theo bảng 9-8, trong đó cho giá trị $R' = R \cdot 10^4$. Tức là $R = R' \cdot 10^{-4}$.

2. Phân loại lớp phủ mặt đường

Tính chất phản xạ ánh sáng của mặt đường phụ thuộc rất nhiều yếu tố như chất kết dính, cấp phối, cỡ hạt, màu của cốt liệu, phương pháp thi công, sự mài mòn của xe cộ đi lại, bụi phủ trên mặt đường, các điều kiện của khí quyển. Do đó, C.I.E đưa ra 4 loại lớp phủ mặt đường tiêu chuẩn, kí hiệu từ R_1 đến R_4 . Xác định theo 2 chỉ tiêu là hệ số nhìn rõ Q_0 và hệ số sử dụng S_1, S_2 .

a) Hệ số nhìn rõ Q_0

Hệ số nhìn rõ Q_0 là giá trị trung bình của hệ số độ chói q :

$$Q_0 = \frac{\int q d\omega}{\int d\omega}$$

Tích phân trong toàn bán cầu trên, tại điểm tính toán. Như vậy, giá trị của Q_0 , đặc trưng cho khả năng phản xạ trung bình của mặt đường, giá trị của Q_0 dao động từ 0,05 tối, đến 0,11 sáng.

b) Hệ số sử dụng S_1 và S_2

S_1 được xác định theo tỉ số của $R(\beta, \gamma)$, với $\beta = 0$, $\gamma = 0$ và $\gamma = 2$:

$$S_1 = \frac{R(0; 2)}{R(0; 0)}$$

Giá trị của S_1 càng lớn, mặt đường càng sáng. Để có được tính chất phản xạ tuân theo định luật Lambert, giá trị của $Q_0 = 0,09$.

S_2 chỉ để xác định giá trị của S_1 .

$$S_2 = \frac{Q_0}{R(0, 0)}$$

Việc phân loại mặt đường chủ yếu căn cứ S_1 và S_2 điều kiện thực tế :

Lớp phủ khô và đã qua nhiều tháng làm việc

Chất liệu của lớp phủ, (bảng 9-7)

R_1 : Lớp phủ bitum với vật liệu nhân tạo màu sáng ít hơn 15% hoặc 30% cốt liệu rất sáng.

Cốt liệu sỏi chứa thành phần máu sáng là chủ yếu hoặc đá trắng 100%. Bê tông ciment.

R₂ - Bitum chứa 10 - 15% chất màu trắng nhân tạo. Bitum có đa số hạt cốt liệu lớn hơn 10mm.

Lớp phủ mặt, sau khi thi công bằng nhựa đường còn mới.

R₃ - Bitum nguội, cỡ hạt của cốt liệu < 10mm, kết cấu đặc chắc.

R₄ - Phủ nhựa đường sau nhiều tháng sử dụng.

3. Trình tự tính độ chói trung bình trên mặt đường

Sơ đồ tính toán (hình 9-9) với các kích thước hình học của đèn.

Đặc tính quang học của đèn, cường độ bức xạ I(c, γ) do nhà sản xuất cung cấp.

Đặc tính quang học của mặt đường R(β, tgγ)

Mạng lưới điểm tính toán : mỗi làn xe lấy 2 điểm tính toán trên phương ngang và 3 hoặc 6 hoặc 9 điểm theo phương dọc của mặt đường, tương ứng với khoảng cách cột đèn 18 ; 36 ; 54 mét.

Độ rọi tại mọi điểm tính toán là tổng độ rọi do đèn của chính nó với đèn phía trước và phía sau rọi tới.

Thí dụ sơ đồ bố trí đèn như (hình 9-9), lòng đường có 3 làn xe. Vị trí quan sát cách cột đèn gần nhất 60m. Vị trí quan sát tại 1/4 chiều rộng lòng đường (có thể bên phải hoặc bên trái), và quan sát toàn bộ các điểm của mặt lưới.

Tính độ rọi, độ chói tại các điểm của mặt lưới.

Xác định giá trị trung bình và độ đồng đều của độ rọi, độ chói :

Độ đồng đều của độ chói trên toàn mặt lộ tính toán U₀ bằng :

$$U_0 = B_{\min}/B_{\max}$$

Độ đồng đều của độ chói trên phương dọc, tính với làn xe có trị số B nhỏ nhất

$$U_1 = B_{\min}/B_{\max}$$

Kết quả tính toán theo sơ đồ bố trí đèn (hình 9-9), với 2 phương án bố trí 1 bên và bố trí 2 bên so le, theo độ rọi trung bình E_{tb} giống nhau.

Kết quả tính toán cho thấy, bố trí đèn 1 bên, độ rọi khác nhau tùy thuộc vị trí quan sát.

Bố trí 2 bên so le, độ đồng đều chung tốt hơn.

Bảng 9-7. Cấp đường phân theo hệ số độ chói quy đổi R

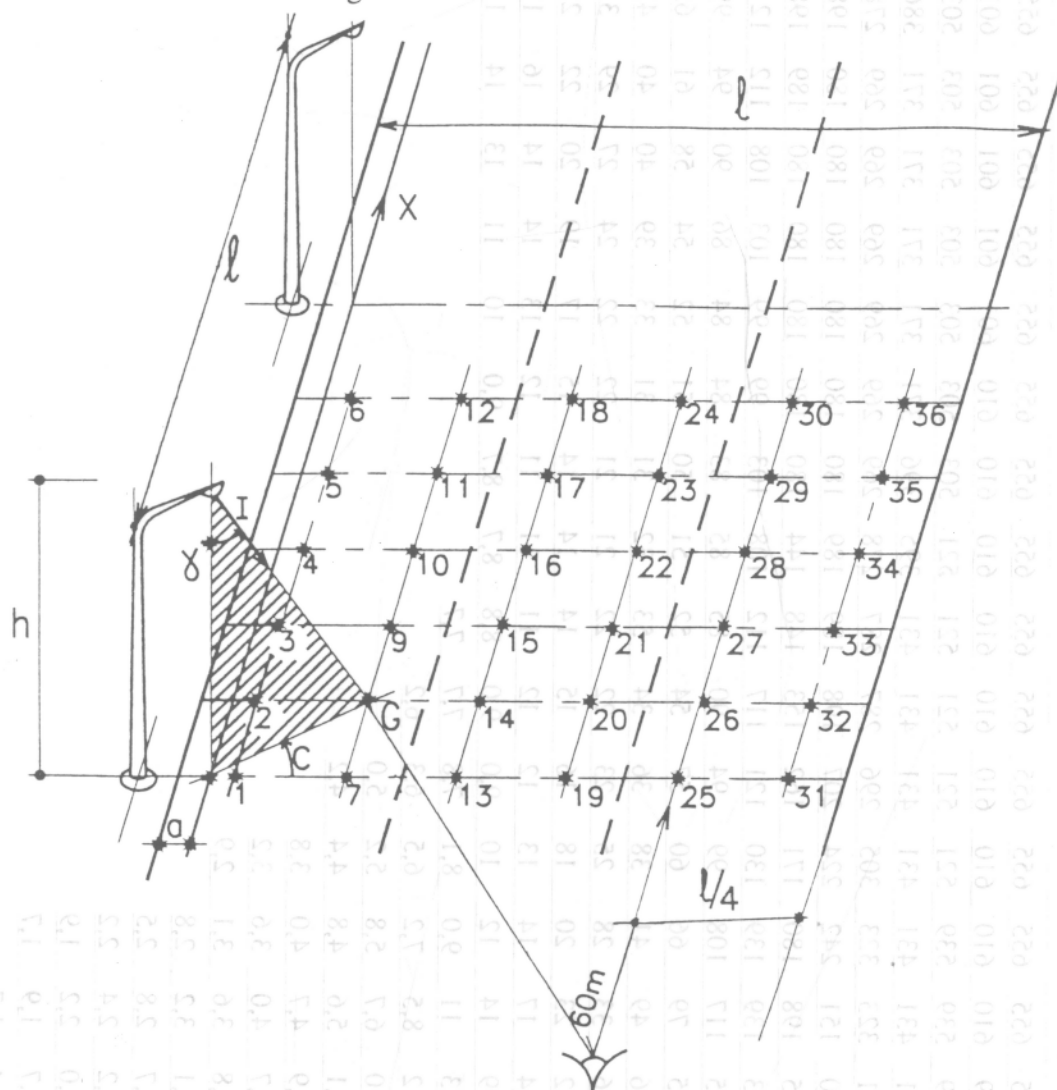
Cấp R	S ₁	S1 điển hình	Q ₀ điển hình
R ₁	< 0,45	0,25	0,1
R ₂	0,45 ÷ 0,85	0,58	0,07
R ₃	0,85 ÷ 1,35	1,11	0,07
R ₄	> 1,35	1,55	0,08

Thí dụ 3 : Sơ đồ bố trí đèn như hình vẽ.

Đường rộng $l = 8\text{m}$. Chiều cao treo đèn $h = 10\text{m}$

Khoảng cách giữa các đèn $e = 30\text{m}$

Đèn nhô ra đường $a = 2\text{m}$



Hình 9-9

Sử dụng bóng đèn Natri HP 250W-25000 lm. Cường độ bức xạ trên phương γ , bằng $I_\gamma = 600 \cdot \cos^2 \gamma / 1000 \text{ lm}$. Vị trí quan sát P cách đèn B = 100m, cách mép đường 2m.

Tính độ rọi E và độ chói B đối với người quan sát khi 2 đèn A và B bật sáng. Cho biết cấp đường R₄.

Giải :

Đèn B :

Phương của cường độ sáng I_γ , tới điểm P với $\gamma = 47^\circ 1'$ và $I_{\gamma \cdot B \cdot P} = 6945 \text{ cd}$, tạo nên độ rọi $E = 21,9 \text{ lx}$.

Bảng 9-8. Giá trị $R_1 = q \cos^3 \gamma \cdot 10^4$

$\frac{\text{tg} \gamma}{\beta_0}$	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655	655
0,25	619	619	619	619	610	610	610	610	610	610	610	610	610	601	601	601	601	601	601	601
0,5	539	539	539	539	539	539	521	521	521	521	521	503	503	503	503	503	503	503	503	503
0,75	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	431	395	395	371	371	371	371	386	395	395
1	341	341	341	341	323	323	305	296	287	287	278	269	269	269	269	269	269	278	278	278
1,25	269	269	269	260	151	242	224	207	198	189	189	180	180	180	180	180	180	198	207	234
1,5	224	224	224	215	198	180	171	162	153	148	144	180	180	180	180	180	180	198	207	224
1,75	189	189	171	153	139	139	130	121	117	112	108	103	99	99	103	108	112	121	130	139
2	12	162	157	135	117	108	99	94	90	85	85	83	84	84	86	90	94	99	103	111
2,5	121	121	117	95	79	66	60	57	54	52	51	50	51	52	54	58	61	65	69	75
3	94	94	86	66	49	41	38	36	34	33	32	31	31	33	39	40	40	43	47	51
3,5	81	80	66	46	33	28	25	23	22	22	21	21	22	22	24	27	29	31	34	38
4	71	69	55	32	23	20	18	16	15	14	14	14	15	17	19	20	22	23	25	27
4,5	53	59	40	24	17	14	13	12	12	11	11	11	12	13	14	14	16	17	19	21
5	57	52	36	19	14	12	10	9,0	9,0	8,8	8,7	8,7	9,0	10	11	13	14	15	16	16
5,5	51	47	31	13	11	9,0	8,1	7,8	7,7	7,7	7,7									
6	47	42	25	12	8,5	7,2	6,5	6,3	6,2											
6,5	43	38	22	10	6,7	5,8	5,2	5,0												
7	40	34	18	8,1	5,6	4,8	4,4	4,2												
7,5	37	31	15	6,9	4,7	4,0	3,8													
8	35	28	14	5,7	4,0	3,6	3,2													
8,5	33	25	12	4,8	3,6	3,1	2,9													
9	31	23	10	4,1	3,2	2,8														
9,5	30	22	9,0	3,7	2,8	2,5														
10	29	20	8,2	3,2	2,4	2,2														
10,5	28	18	7,3	3,0	2,2	1,9														
11	27	16	6,6	2,7	1,9	1,7														
11,5	26	15	6,1	2,4	1,7															
12	25	14	5,6	2,2	1,6															

Bảng 9-8. Giá trị $R_2 = q \cos^3 \gamma \cdot 10^4$

tgγ \ B ₀	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390
0,25	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	379	368	357	357	346	346	346	335	335	335
0,5	411	411	411	411	403	403	384	379	370	346	325	303	281	281	271	271	271	260	260	260
0,75	379	379	379	368	357	346	326	303	281	260	238	216	206	206	206	206	206	206	206	206
1	335	335	335	335	292	291	260	238	216	195	173	152	152	152	152	152	141	141	141	141
1,25	303	303	292	271	238	206	184	152	130	119	108	100	103	106	108	108	114	114	119	119
1,5	271	271	260	227	179	152	141	119	108	93	80	76	76	80	84	87	89	91	93	95
1,75	249	238	227	195	152	124	106	91	78	67	61	52	54	58	63	67	69	71	73	74
2	227	216	195	152	117	95	80	67	61	52	45	40	41	45	49	52	54	56	57	58
2,5	195	190	146	110	74	58	48	40	35	30	27	24	26	28	30	33	35	38	40	41
3	160	155	115	67	43	33	26	21	18	17	16	16	17	17	18	21	22	24	26	27
3,5	146	131	87	41	25	18	15	13	12	11	11	11	11	11	12	14	15	17	18	21
4	132	113	67	27	15	12	10	9,4	8,7	8,2	7,9	7,6	7,9	8,7	9,6	11	12	13	15	17
4,5	118	95	50	20	12	8,9	7,4	6,6	6,3	6,1	5,7	5,6	5,8	6,3	7,1	8,4	10	12	13	14
5	106	81	38	14	8,2	6,3	5,4	5,0	4,8	4,7	4,5	4,4	4,8	5,2	6,2	7,4	8,5	9,5	10	11
5,5	96	69	29	11	6,3	5,1	4,4	4,1	3,9	3,8										
6	87	58	22	8,0	5,0	3,9	3,5	3,4	3,2											
6,5	78	50	17	6,1	3,8	3,1	2,8	2,7												
7	71	43	14	4,9	3,1	2,5	2,3	2,2												
7,5	67	38	12	4,1	2,6	2,1	1,9													
8	63	33	10	3,4	2,2	1,8	1,7													
8,5	58	28	8,7	2,9	1,9	1,6	1,5													
9	55	25	7,4	2,5	1,7	1,4														
9,5	52	23	6,2	2,2	1,5	1,3														
10	49	21	5,6	1,9	1,4	1,2														
10,5	47	18	5,0	1,7	1,36	1,2														
11	44	16	4,4	1,6	1,2	1,1														
11,5	42	14	4,0	1,5	1,1															
12	41	13	3,6	1,4	1,1															

Bảng 9-8. Giá trị $R_3 = q \cos^3 \gamma \cdot 10^4$

γ	β_0	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0		294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294
0,25		326	326	321	321	317	312	308	308	303	298	294	280	271	262	258	253	249	244	240	240
0,5		344	344	339	339	328	326	317	308	298	289	276	262	235	217	204	199	199	199	194	194
0,75		357	353	353	339	321	303	285	267	244	222	204	176	158	149	149	149	145	136	136	140
1		362	362	352	326	276	249	226	204	181	158	140	118	104	100	100	100	100	100	100	100
1,25		357	357	348	298	244	208	176	154	136	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	78
1,5		353	348	326	267	217	176	145	117	100	86	78	72	60	57	58	60	60	60	61	62
1,75		339	335	303	231	172	127	104	89	79	70	62	51	45	44	45	46	45	45	46	47
2		326	321	280	190	136	100	82	71	62	54	48	39	34	34	34	35	36	36	37	38
2,5		289	280	222	127	86	65	54	44	38	34	25	23	22	23	24	24	24	24	24	25
3		253	235	163	85	53	38	31	25	23	20	18	15	15	14	15	15	16	16	17	17
3,5		217	194	122	60	35	25	22	19	16	15	13	9,9	9,0	9,0	9,9	11	11	12	12	13
4		190	163	90	43	26	20	16	14	12	9,9	9,0	7,4	7,0	7,1	7,5	8,3	8,7	9,0	9,0	9,9
4,5		163	136	73	31	20	15	12	9,9	9,0	8,3	7,7	5,4	4,8	4,9	5,4	6,1	7,0	7,7	8,3	8,5
5		145	109	60	24	16	12	9,0	8,2	7,7	6,8	6,1	4,3	3,2	3,3	3,7	4,3	5,2	6,5	8,9	7,1
5,5		127	94	47	18	14	9,9	7,7	6,9	6,1	5,7										
6		113	77	36	15	11,0	9,0	8,0	6,5	5,1											
6,5		104	68	30	11	8,3	6,4	5,1	4,3												
7		95	60	24	8,5	6,5	5,2	4,3	3,4												
7,5		87	53	21	7,1	5,3	4,4	3,6													
8		83	47	17	6,1	4,4	3,6	3,1													
8,5		78	42	15	5,2	3,7	3,1	2,6													
9		73	38	12	4,3	3,2	2,4														
9,5		69	34	9,9	3,8	3,5	2,2														
10		65	32	9,0	3,3	2,4	2,0														
10,5		62	29	8,0	3,0	2,1	1,9														
11		59	26	7,1	2,6	1,9	1,8														
11,5		56	24	6,5	2,4	1,8															
12		53	22	5,6	2,1	1,8															

Bảng 9-8. Giá trị $R_4 = q \cos^3 \gamma \cdot 10^4$

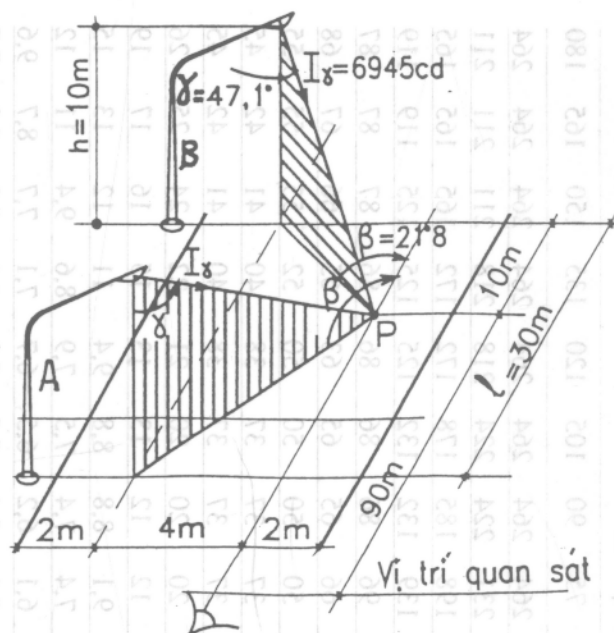
γ	β_0	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
0,25	297	317	317	317	317	317	310	304	290	284	277	271	224	231	224	224	218	218	211	211	211
0,5	330	343	343	343	330	330	310	297	284	277	264	251	218	198	185	178	172	172	165	165	165
0,75	376	383	370	350	330	330	304	277	251	231	211	198	165	139	132	132	125	125	119	119	119
1	396	396	396	330	290	251	218	198	185	185	165	145	112	96	86	86	86	86	87	87	87
1,25	403	409	370	310	251	211	178	152	132	115	103	77	66	65	65	65	63	65	66	67	68
1,5	409	396	356	284	218	172	139	115	100	88	79	61	50	50	50	50	50	52	55	55	55
1,75	409	396	343	251	178	139	108	88	75	66	59	44	37	37	37	37	38	40	41	42	45
2	409	383	317	224	178	139	108	88	75	66	59	44	37	37	37	37	38	40	41	42	45
2,5	396	356	254	152	100	73	55	45	37	32	28	21	20	20	20	20	21	22	24	25	26
3	370	304	211	95	63	44	30	25	21	17	16	13	12	12	12	13	13	15	16	17	19
3,5	343	271	165	63	40	26	19	15	13	12	11	9,8	9,1	8,8	8,8	8,8	9,4	11	12	13	15
4	317	238	132	45	24	16	13	11	9,6	9,0	8,4	7,5	7,4	7,4	7,4	7,5	7,9	8,6	9,4	11	12
4,5	297	211	106	33	17	11	9,2	7,9	7,3	6,6	6,3	6,3	6,3	6,1	6,2	6,5	6,7	7,1	7,7	8,7	9,6
5	277	185	79	24	13	8,3	7,0	6,3	5,7	5,1	5,0	5,0	5,0	5,1	5,4	5,5	5,8	6,1	6,3	6,9	7,7
5,5	257	161	59	19	9,9	7,1	5,7	5,0	4,5	4,5	4,2										
6	244	140	46	13	7,7	5,7	4,8	4,1	3,8												
6,5	231	122	37	11	5,9	4,6	3,7	3,2													
7	218	106	32	9,0	5,0	3,8	3,2	2,6													
7,5	205	94	26	7,5	4,4	3,3	2,8														
8	193	82	22	6,3	3,7	2,9	2,4														
8,5	184	74	19	5,3	3,2	2,5	2,1														
9	174	66	16	4,6	2,8	2,1															
9,5	169	59	13	4,1	2,5	2,0															
10	164	53	12	3,7	2,2	1,7															
10,5	158	49	11	3,3	2,1	1,7															
11	153	45	9,5	3,0	2,0	1,7															
11,5	149	41	8,4	2,5	1,7																
12	145	37	7,7	2,5	1,7																

Phương quan sát hợp với hình chiếu trên mặt lộ của tia sáng đèn B tới P 1 góc $\beta = 21,8^\circ$. Từ bảng 9-8, cấp đường $R_4 = q \cdot \cos^3 \gamma \cdot 10^4 = 227$, độ chói $B = 1,58 \text{ cd/m}^2$

Đèn A :

$\gamma = 63,9^\circ$; $I_{\gamma \cdot A \cdot P} = 2907 \text{ cd}$;
 $E = 2,5 \text{ lx}$; $\beta = 168,7^\circ$; $R_4 = 34 \cdot 10^4$,
 độ chói tại P : $B = 0,1 \text{ cd/m}^2$

Khi 2 đèn đều sáng, $B_{A \cdot B} = 1,68 \text{ cd/m}^2$ và $E_{A \cdot B} = 24,4 \text{ lx}$.



Hình vẽ cho thí dụ 3

VII. CHIẾU SÁNG CÔNG TRÌNH THỂ THAO NGOÀI TRỜI

Chiếu sáng công trình thể thao không giống như chiếu sáng trong nhà và chiếu sáng quảng trường đường phố, khi thiết kế tính toán đòi hỏi phải nghiên cứu tỉ mỉ, đảm bảo thỏa mãn nhiều yêu cầu khác nhau :

Có đủ độ rọi trung bình trên mặt sân nằm ngang với độ đồng đều rất cao. Độ đồng đều xác định bằng tỉ số giữa độ rọi nhỏ nhất $E_{\min}$ và độ rọi trung bình trên mặt sân nằm ngang E_{tb} ; $E_{\min}/E_{tb}$.

Trong mọi trường hợp, E_{tb} không nhỏ hơn 100 lx.

Có đủ độ rọi trên phương thẳng đứng, cách mặt sân 1m, đối với mọi vị trí quan sát. Yêu cầu này nhằm đảm bảo nhìn rõ quả bóng di chuyển trong không gian, hoặc quay camera truyền hình tại chỗ.

Thỏa mãn các yêu cầu tiện nghi của đấu thủ và của khán giả, không có hiện tượng lóa mắt ở mọi vị trí quan sát của cầu thủ và khán giả. Độ đồng đều và độ tương phản của ánh sáng đảm bảo nhìn rõ, nhanh, chính xác.

Tính định hướng của ánh sáng phù hợp với các thể loại đua đấu.

Đấu thủ và khán giả không nhận biết quá trình chuyển tiếp từ ánh sáng tự nhiên qua ánh sáng nhân tạo, bao gồm cường độ, chất lượng, màu của ánh sáng.

Khi yêu cầu độ rọi rất cao, lớn hơn 1000 lx, rất khó khăn đảm bảo độ rọi trung bình và các yêu cầu về chất lượng ánh sáng.

Bảng 9-9, giới thiệu tiêu chuẩn chiếu sáng thường gặp, trong trường hợp bố trí đèn đối xứng, đối diện, theo chiều dọc sân (nước ngoài).

Số điểm tính toán phân bố theo lưới vuông hoặc chữ nhật, trước đây, số điểm tính toán thường từ 10 đến 25 điểm, nay nhờ sự giúp đỡ của máy tính, có thể tính với số điểm nhiều hơn, đảm bảo chính xác hơn.

1. Chiếu sáng bằng đèn pha

Chiếu sáng bằng đèn pha, là giải pháp được áp dụng rộng rãi, không những trong công trình thể thao có mái hoặc không có mái, mà cả cho công viên, quảng trường, sân ga v.v...

Ưu điểm cơ bản của đèn pha là quang thông chủ yếu tập trung xung quanh trục bức xạ của đèn, số cột ít, diện tích chiếu sáng rộng, khoảng cách chiếu sáng xa.

Bảng 9-9

Môn thể thao	Độ rọi làm việc (lux)	Độ đồng đều min	Số cột	Chiều cao min (m)	Khoảng cách min từ cột đến sân
Bóng đá (bóng bầu dục)	100 - tập luyện 200/600 - đua đấu	0,5 0,7	8 6	16 18	5 đến 10
Bóng chuyền	800 - T. V màu 150 - tập luyện	0,7	4	20	
Bóng rổ	300/600 - đua đấu	0,7	4 hoặc 6	9	3
Bóng ném	300 - tập luyện				
Quần vợt	600 - đua đấu	0,7	4 hoặc 6	9	3
Đường chạy điền kinh	$\geq 0,5$ E sân bãi				
		0,6		13	

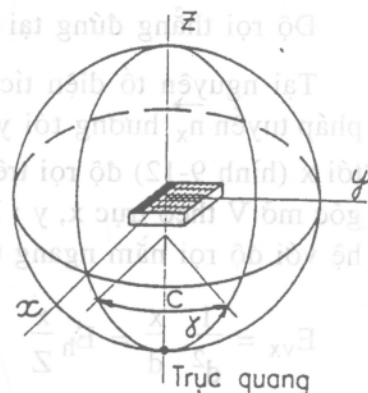
Góc mở của chùm sáng phụ thuộc vào cấu trúc đèn, góc mở biểu thị bằng 2 thông số C, γ (hình 9-10). Góc nhìn còn gọi là góc tới của tia sáng không cho phép vượt quá 65° so với pháp tuyến của mặt phẳng nằm ngang (giới hạn gây lóa). Góc tới càng lớn thì cường độ sáng càng yếu.

Người ta dựng hệ tọa độ không gian oxyx liên hệ giữa đèn và sân, nguồn bức xạ quang thông chuẩn 1000 lm chung quanh trục quang của nó. Cường độ sáng của đèn trên phương khác nhau biểu diễn trong hệ tọa độ B, β (hình 9-11).

Điểm P, tọa độ xy, chiều cao đặt đèn Z và góc tới V, độ rọi trên mặt phẳng nằm ngang tại P, phụ thuộc vào những thông số sau :

Khoảng cách từ P tới đèn, d bằng :

$$d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$



Hình 9-10

α - Góc hợp bởi pháp tuyến n và tia tới tại P :

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{d}\right)$$

β - Góc hợp bởi tia tới P và trục quang :

$$\beta = \arctg\left[\frac{|x|}{\sqrt{y^2 + x^2}}\right]$$

Hình vẽ mô tả tính chất đối xứng của phân bố quang thông quanh trục quang của đèn pha. Tuy nhiên cần phân biệt, khoảng cách chiếu sáng tỉ lệ nghịch với cường độ sáng. Cho nên cường độ sáng sẽ khác nhau khi $B < 0$ và $B > 0$.

B - Góc mở của mặt phát quang so với mặt phẳng chứa trục quang (song song với mặt xOz)

$$B = \arctg\left(\frac{y}{z} - V\right)$$

Khi đã biết giá trị của β và B , xác định cường độ sáng I tới P , theo số liệu của nhà chế tạo kèm theo đèn. Chùm sáng càng tập trung, việc xác định cường độ sáng theo phương càng cần thiết.

Do đó, độ rọi nằm ngang tại P , với nguồn chuẩn 1000 lm, bằng :

$$E_{(xy)} = \frac{1}{d^2} \cos\alpha \quad ; \quad lx$$

Xác định độ rọi thẳng đứng trên một nguyên tố diện tích có độ cao h' so với mặt đất, cũng tương tự. Thừa nhận rằng, độ cao Z' bằng :

$$Z' = Z - h'$$

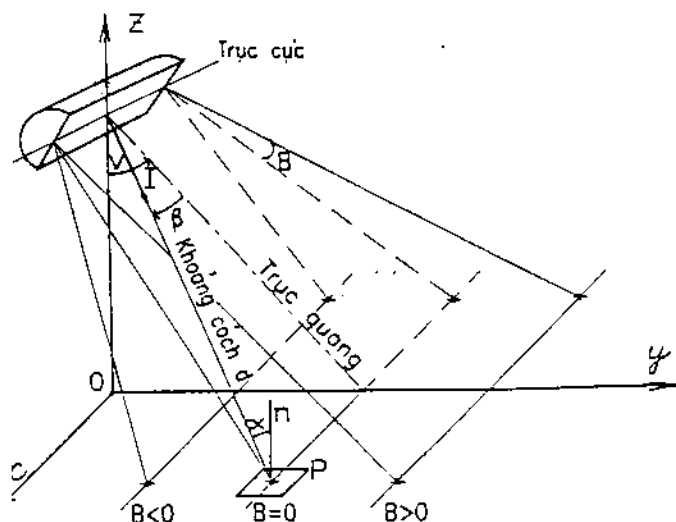
Xác định chính xác pháp tuyến của nguyên tố diện tích tại những điểm tính toán trên mặt sân, từ đó tính độ rọi thẳng đứng.

Độ rọi thẳng đứng tại P , bằng :

Tại nguyên tố diện tích chứa P , pháp tuyến n_x hướng tới y , n_y hướng tới x (hình 9-12) độ rọi trên phương góc mở V theo trục x, y : E_{vxy} quan hệ với độ rọi nằm ngang tại P , E_h :

$$E_{vx} = \frac{1}{d^2} \frac{x}{d} = E_h \frac{x}{Z}$$

$$E_{vy} = \frac{1}{d^2} \frac{y}{d} = E_h \frac{y}{Z}$$



Hình 9-11

Như vậy :

$$E_{vx}^2 + E_{vy}^2 = E_h \cdot \tan^2 \alpha$$

Nếu pháp tuyến hướng tới chân cột đèn (hướng $\vec{OP}$) thì độ rọi thẳng đứng, bằng :

$$E_v = \frac{1}{d^2} \sin \alpha = e_h \tan \alpha$$

Lưu ý rằng, độ rọi tại mọi điểm là tổng độ rọi do các đèn rọi tới từ các cột khác nhau.

2. Trình tự tính toán

Có thể tóm tắt trình tự tính toán như sau :

Lựa chọn đèn theo mục đích sử dụng (đèn nung sáng Halogen, đèn phóng điện hơi thủy ngân, hay Natri, đèn Halogen kim loại v.v...).

Xác định khoảng cách tới mép sân, số lượng cột

Xác định chiều cao treo đèn

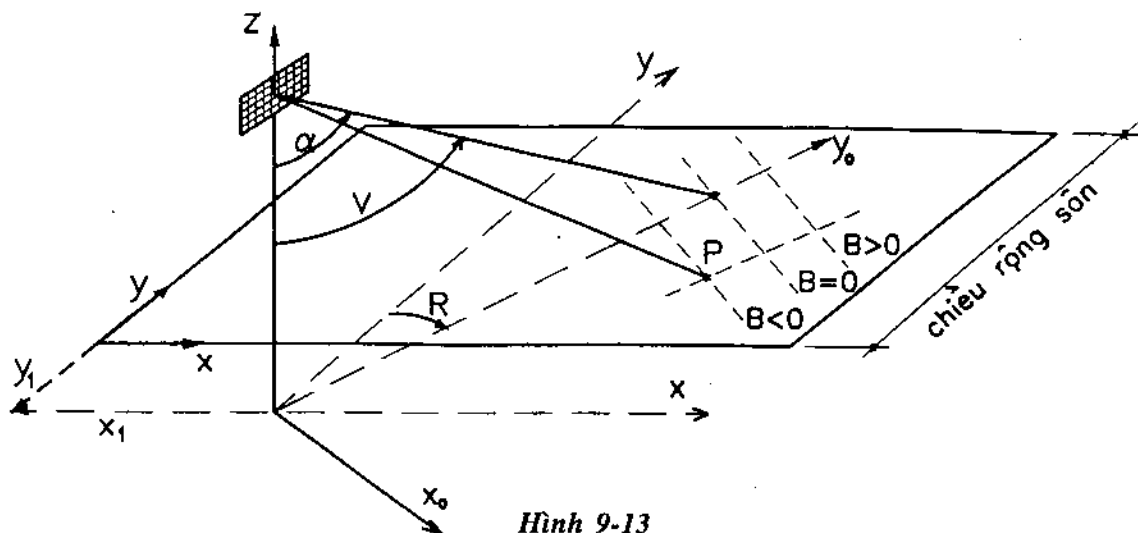
Đặt đèn cố định hay quay quanh trục OZ để phân bố ánh sáng đều hơn. Nếu là cấu tạo đèn quay, góc quay R là dương khi quay vào giữa sân, khi đó ta có tam diện x_0, y_0 và z (hình 9-13), khoảng cách đến sân, trên biên ngang x_1 , trên biên dọc y_1 .

Xác định lưới điểm tính toán, tính giá trị d, α , β , B tương ứng.

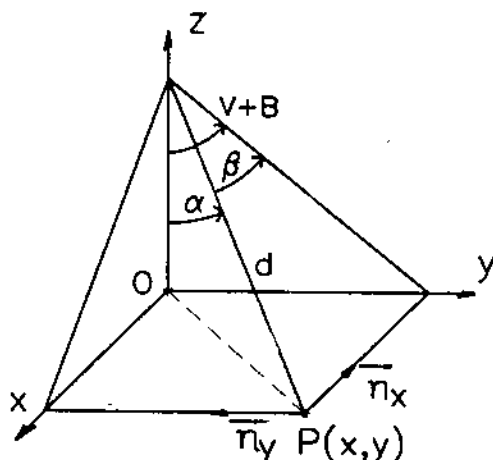
Tính độ rọi từng điểm mắt lưới. Tính độ đồng đều của độ rọi, nếu kết quả không đạt, có thể phải bố trí lại đèn và tính kiểm tra kết quả.

Cần lưu ý rằng, độ rọi tại mọi điểm trên sân là tổng độ rọi do toàn bộ đèn rọi tới, từ độ rọi trung bình E_0 , độ đồng đều u_0 có thể xác định được hệ số sử dụng thực tế η :

$$\eta = \frac{\text{Tổng quang thông thực tế trên sân } E_0 \cdot S}{\text{Tổng quang thông thực tế của toàn bộ đèn } n \cdot F_d}$$



Hình 9-13



Hình 9-12

Thí dụ 4 :

Thiết kế sơ bộ chiếu sáng sân bóng đá :

Sân bóng đá kích thước $105 \times 65(m^2)$. Độ rọi yêu cầu 100 lx. Sử dụng đèn pha bóng lồi kim loại công suất 2000W, 180klm.

Chọn đèn T4/EXT của hãng Mazda, chứng minh thư của đèn kèm theo.

Sơ đồ bố trí đèn như hình vẽ, trong đó cột cao $Z = 30m$, khoảng cách từ đèn đến sân $y_1 = 6,5m$. Tìm $x_1 = ?$; số đèn ?, số cột ?

Giải :

Hệ số sử dụng của đèn pha trong khoảng từ $0,25 \div 0,42$, có thể lấy 0,32 để ước tính số lượng đèn n :

$$n = \frac{S \cdot E_0}{\eta \cdot F_d} = \frac{105 \cdot 65 \cdot 100}{0,32 \cdot 180 \cdot 000} \approx 12 \text{ đèn pha}$$

Thử đưa ra một số giải pháp so sánh :

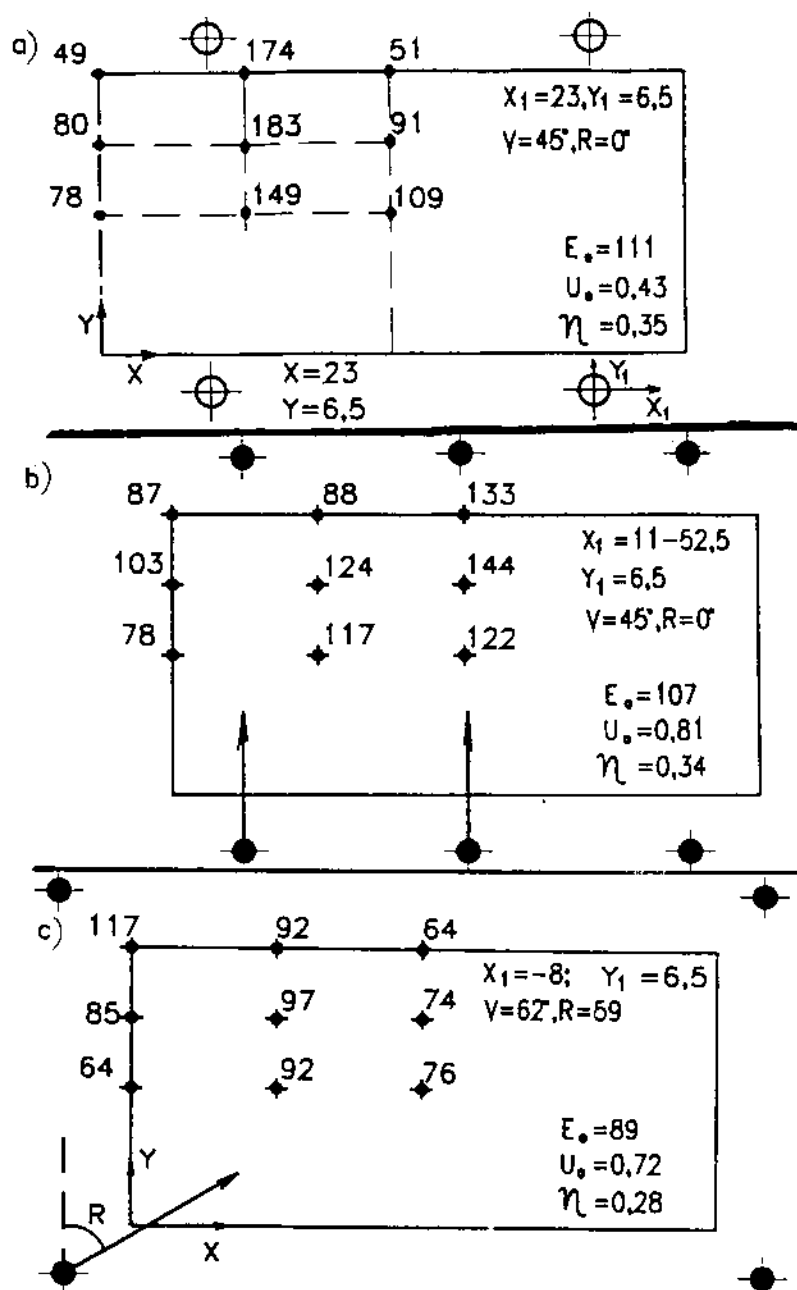
a) **Bố trí 4 cột, góc quay**
 $R = 0,540 \text{ klm/cột}$.

Tính độ rọi trên 1/4 sân, kết quả tính toán ghi trong sơ đồ. Tọa độ cột $x_1 = 23m$, $y_1 = 6,5m$; $V = 45^\circ$; $R = 0$.

Muốn nâng cao độ đồng đều chỉ còn cách tăng chiều cao đặt đèn, nhưng khi đó, độ rọi trung bình E_0 sẽ giảm. Cũng có thể phân tán tính định hướng của từng đèn.

b) **6 cột, góc quay**
 $R = 0,360 \text{ klm/cột}$

Tăng số lượng cột thì độ đồng đều tốt hơn mà không giảm hệ số sử dụng η nhưng tốn kém hơn.



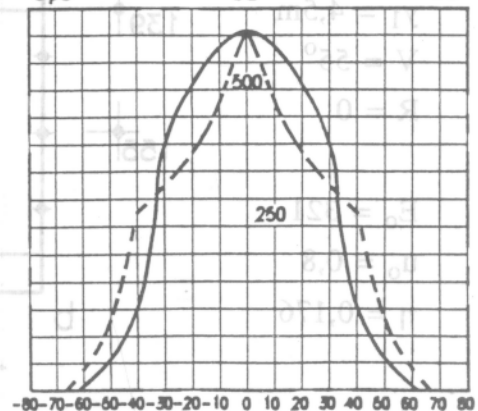
Hình vẽ cho thí dụ 4

Đèn T4/EXT (hãng Mazda) – 540 Km/cột cho thí dụ 4

B/β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-65	12	10	8	7	0	0	0	0	0	0
-60	40	19	29	18	12	0	0	0	0	0
-55	88	75	63	53	28	8	0	0	0	0
-50	113	101	99	83	52	11	0	0	0	0
-45	200	164	146	133	70	23	5	0	0	0
-40	258	229	205	171	87	36	6	0	0	0
-35	290	265	237	192	103	46	7	0	0	0
-30	319	295	261	211	115	56	10	0	0	0
-25	341	321	293	240	244	67	14	0	0	0
-20	389	357	344	283	177	81	17	0	0	0
-15	483	436	407	326	192	91	19	0	0	0
-10	493	481	424	345	185	90	18	0	0	0
-5	534	516	460	362	176	77	17	0	0	0
0	674	590	509	402	165	63	15	0	0	0
5	565	540	465	362	158	62	15	0	0	0
10	533	466	401	311	143	58	15	0	0	0
15	439	410	341	268	134	55	13	0	0	0
20	382	366	297	236	117	49	12	0	0	0
25	340	300	240	180	91	41	10	0	0	0
30	239	213	185	136	63	32	8	0	0	0
35	196	180	161	114	50	25	6	0	0	0
40	166	158	148	100	40	18	5	0	0	0
45	146	138	128	76	28	12	4	0	0	0
50	100	91	81	42	14	6	0	0	0	0
55	28	31	40	17	10	4	0	0	0	0
60	44	39	28	23	7	0	0	0	0	0
65	16	15	15	13	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Góc mở của chùm sáng

Chiều	/max/2	/max/10
Ngang	56	111
đọc	68	100



Hình vẽ cho thí dụ 4

c) 4 cột đặt ở 4 góc, góc quay $R > 0,540$ klm/cột

Tọa độ x âm (-), góc quay $R > 0$, góc nhìn tăng, nhưng lưu ý không quá 65° , do đó chiều cao cột tăng (30 đến 42m).

Kết quả tính toán cho thấy, độ rọi trung bình giảm đáng kể. Độ đồng đều chấp nhận được.

Qua 3 phương án bố trí và kết quả tính kiểm tra, chúng ta có thể lựa chọn phương án tốt nhất cho ứng dụng thực tế.

Căn cứ để lựa chọn, trước tiên là đảm bảo độ rọi yêu cầu, hiệu quả chất lượng ánh sáng và chỉ số màu của nguồn. Hiện nay đèn lốt thường được sử dụng nhiều nhất.

Thí dụ 5 :

Chiếu sáng sân quần vợt :

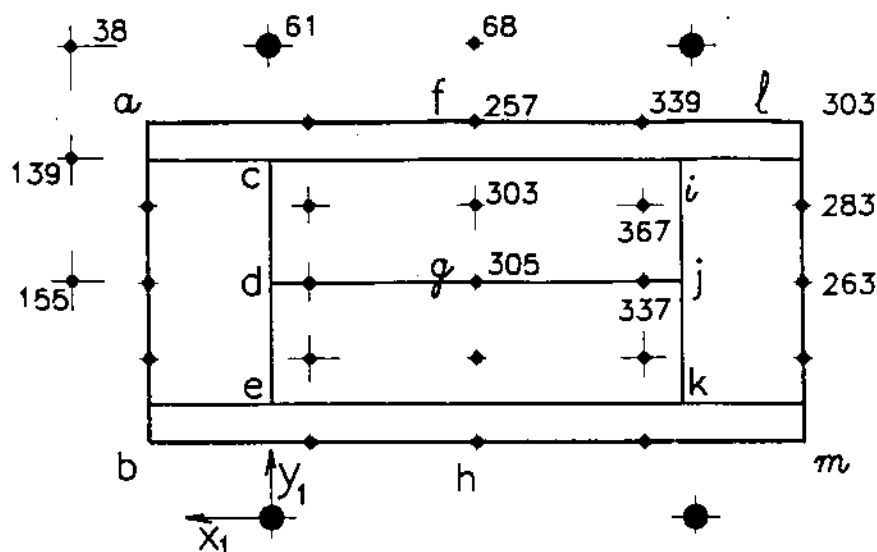
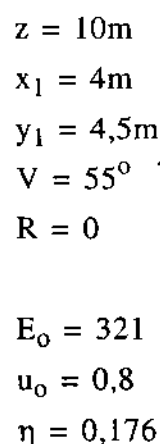
Diện tích sân $24 \times 11\text{m}^2$. Độ rọi $E_{\min} = 300\text{ lx}$, chỉ số màu tốt.

Nên chọn đèn tương đối mạnh là đèn nung sáng khí trơ loại 1000W, 25.000 lm, hoặc đèn Iodua kim loại 400W, 30.000lm, là những loại đèn phân bố ánh sáng đối xứng, có thể tham khảo tư liệu của hãng Mazda : Cormoran 400/1000. Mỗi cột có thể mang tối đa 4 đèn.

Khoảng cách giữa cột và biên sân $y_1 = 4,5\text{m}$, 4 cột, cột cao $Z = 10\text{m}$.

Hệ số sử dụng η thường khoảng $\leq 0,2$. Như vậy, mỗi cột phải đảm bảo một quang thông 100 klm/cột, 4 đèn pha 30.000 lm.

Kết quả tính toán ghi trong sơ đồ gồm 25 điểm trong sân và 15 điểm ngoài sân. Trong thực tế, nhiều trường hợp chỉ cần tính toán, và kiểm tra thực nghiệm tại 13 vị trí từ a đến m, trong đó, các vị trí f, g, h, kiểm tra độ rọi thẳng đứng (mặt phẳng cao hơn mặt sân).



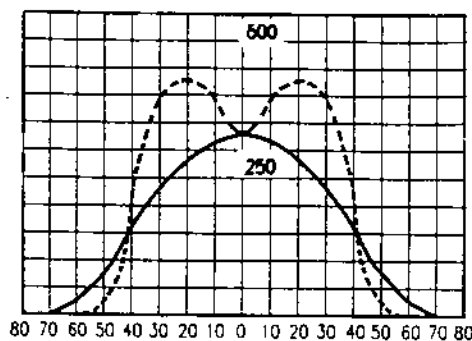
Cormoran 400/1000

B/ β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	327	311	281	231	163	83	21	4	1	0
5	332	323	303	252	178	88	22	4	1	0
10	374	352	323	270	190	92	22	4	1	0
15	404	379	342	284	194	91	21	4	1	0
20	414	392	349	292	190	85	18	4	1	0
25	410	390	346	278	180	73	15	4	1	0
30	385	368	326	245	159	61	11	3	1	0
35	327	316	285	181	116	47	8	3	1	0
40	219	226	178	117	74	31	6	3	1	0
45	79	100	84	63	43	19	5	3	1	0
50	20	33	31	26	21	9	5	3	1	0
55	8	10	9	10	10	8	3	2	0	0
60	5	5	5	5	5	4	3	2	0	0
65	3	3	4	3	3	3	2	1	0	0
70	2	2	3	2	2	3	2	1	0	0
75	2	2	2	2	2	2	1	0	0	0
80	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tư liệu Mazda

Góc mở của chùm sáng

Chiều	/max/2	/max/10
Ngang	56	111
dọc	68	100



Hình vẽ cho thí dụ 5

Thí dụ 6 :

Sân quần vợt diện tích $24 \times 11(\text{m}^2)$, chiếu sáng bằng 4 đèn pha đặt đối xứng, cột cao $Z = OZ = 14\text{m}$. Khoảng cách cột $y_1 = 5\text{m}$, $x_1 = 3\text{m}$.

Độ nghiêng của trục quang hợp với phương thẳng đứng $V = 38^\circ$. Mặt phẳng trục quang hướng vào giữa sân, hợp với mặt phẳng cột đèn vuông góc với chiều dài sân 1 góc $R = 28^\circ$ (sơ đồ).

Sử dụng đèn Iốt kim loại T4/EXT của hãng Mazda 90 klm.

Tính :

Độ rọi nằm ngang tại T (điểm quét của trục quang) ?

Cường độ bức xạ của 1 đèn tới điểm M ở giữa sân ?

Độ rọi ngang thực tế tại M ?

Giải :

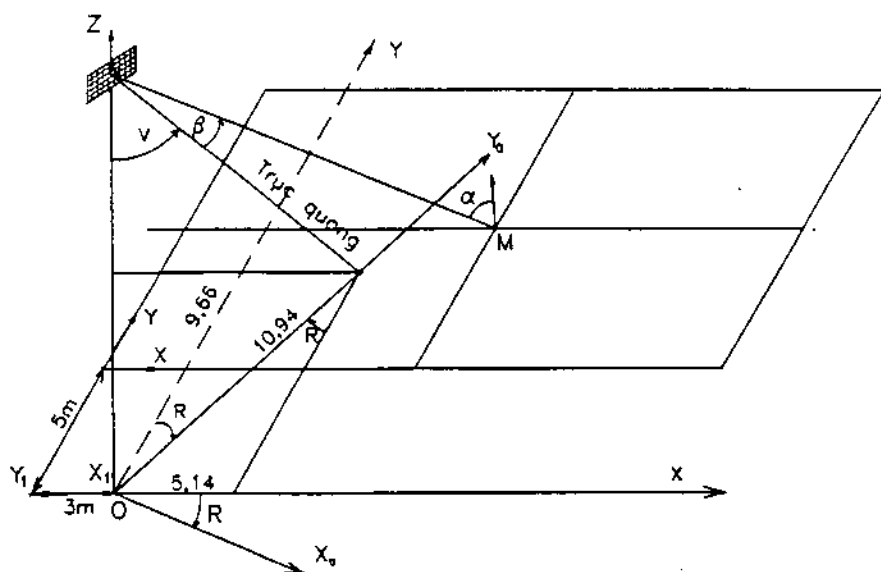
Trong hệ tọa độ x_0y_0z : $x_0 = 0$

$$y_0 = Z \tan V = 14 \cdot \tan 38^\circ = 10,94\text{m}$$

Chuyển hệ tọa độ x_0y_0z sang tọa độ xyz theo góc xoay R :

$$y = y_0 \cdot \cos R = 10,94 \cdot \cos 28^\circ = 9,66\text{m}$$

$$x = y_0 \cdot \sin R = 10,94 \cdot \sin 28^\circ = 5,14\text{m}$$



Hình vẽ cho thí dụ 6

Chuyển gốc tọa độ về góc sân :

$$y = 9,66 - 5 = 4,66\text{m}$$

$$x = 5,14 + 3 = 8,14\text{m}$$

Cường độ sáng tại góc sân, $V = 0$, bằng 614 cd/Klm

Do đó, độ rọi nằm ngang tại T :

$$E = \frac{I}{Z} \cos^3 V = \frac{90 \cdot 614}{14^2} \cdot \cos^3 38^\circ = 138 \text{ lx}$$

Tọa độ của M : $x = 12 - 3 = 9\text{m}$

$$y = 5,5 + 5 = 10,5\text{m}$$

Suy ra : $x_0 = 3,02\text{m}$

$$y_0 = 13,5\text{m}$$

Cường độ sáng rọi tới M, với góc mở rộng B, bằng :

$$\text{tg}(V + B) = \frac{y_0}{Z} \quad \text{vậy góc mở rộng } B = 5,96^\circ$$

Góc mở β , bằng :

$$\text{tg}\beta = \frac{x_0}{\sqrt{y_0^2 + x_0^2}},$$

$$\beta = 8^\circ 38'$$

Bằng phép nội suy :

Với cùng $I = 530 \text{ cd/1 klm}$, ta có $530 \times 90 = 47.700\text{cd}$.

Độ rọi tại M do 1 đèn pha tạo nên bằng :

$$E = \frac{I}{ZM^2} \cos^3 \alpha = 87,6 \text{ lx}$$

Trong đó α_1 , bằng :

$$\overline{ZO}, \overline{ZM}; \text{tg}\alpha = \frac{\sqrt{x_0^2 + y_0^2}}{Z}; \quad \alpha = 44,65^\circ$$

Với 4 đèn pha, đối xứng, độ rọi tại M bằng :

$$E_M = 4 \cdot 87,6 = 350 \text{ lx}$$

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC I

TU LIỆU CỦA LIÊN XÔ CŨ

Cường độ ánh sáng I_{α} của đèn nung sáng (cd) với quang thông chuẩn 1000lm

α	$I_{\alpha}(cd)$									
	Đèn vạn năng không có kính che	Đèn vạn năng có kính che	Đèn chiếu sâu trắng men	Đèn luxét thủy tinh	Đèn bán che bằng sứ	Đèn trần 1 bóng	Đèn trần 2 bóng	Đèn quả cầu thủy tinh màu sữa	Đèn chụp vành ΠH1	Đèn chụp vành CK- 300
0°	235	177	263	141	62	59	88	63	82	16
5	234	177	269	142	62	59	87	63	83	17
15	229	174	259	144	64	61	86	63	86	26
25	206	162	237	144	57	63	83	63	90	34
35	195	142	214	146	59	63	80	62	85	36
45	167	121	179	133	70	62	72	61	49	31
55	140	100	91	88	75	61	64	60	35	26
65	114	76	30	51	76	61	57	59	34	22
75	16	42	12	50	74	61	52	58	27	16
85	3	11		46	74	61	48	56	23	13
90		6		45	76	61	45	55	25	37
95		3		45	77	61	44	54	30	90
105				47	72	61	41	53	86	107
115				47	58	58	32	51	92	118
125				47	39	52	19	47	95	118
135				45	17	39	13	14	94	118
145				40	10	18	9	42	89	118
155				37	7	7	5	38	75	95
165				37	5		3	34	45	93
175				36	2			33	23	22
180				35				3	15	22
Công suất max của bóng W	200 500	200 500	200 500	100 200	60/109	0/109	2×60 2×100	từ 60 đến 100	300	300
Góc bảo vệ	16°	16°	32°	35°					40°	
Hiệu suất %	69	95	61	83	73	68	55	67	73	80

Cường độ sáng của đèn huỳnh quang Ia với quang thông chuẩn 1000 lm

Mã hiệu đèn																
α°	OI				OIP		OIC		OOP		AOI					
	HOE -150		HOE 300	B3Г -200	B4A -200	B.I-250 B.I-500 B.I-750 B.I-1000		B.I3 -500 -750								
	I _a (cd)															
						Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc	Mặt cắt đọc
0	117	99	130	117	299	692	1425	242	242	246	202	208	208	150	150	150
5	119	100	132	125	297	690	1280	241	241	244	202	205	208	142	150	150
15	135	109	162	154	273	604	880	230	241	233	193	192	208	127	149	149
25	127	111	141	140	249	429	427	215	237	211	227	181	205	137	209	146
35	107	104	117	120	213	308	165	190	216	210	160	148	198	106	146	135
45	95	94	98	90	175	172	96	158	183	142	171	118	157	81	135	115
55	85	83	80	104	122	67	72	119	138	106	96	82	104	14	87	87
65	71	71	67	85	56	20	28	76	93	96	60	50	70	10	60	60
75	55	54	17	2	15	1	1	40	40	35	25	25	25	5	47	47
85	9	11	4		2			10	10	10	10	10	10	0	37	37
90	2	7	2								0	0	0	0	36	36
95											10	25	25	0	37	37
105											20	40	40	5	41	41
115											38	38	38	22	50	50
125											48	48	48	42	54	54
135											47	47	47	55	63	63
145											37	30	30	64	79	79
155											25	15	15	73	81	81
165											10	5	5	80	82	82
175											5			96	82	82
180														88	88	88
Công suất max của bóng W :	150	300	200	200	250, 500 750, 1000	750		2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40	2 × 30 2 × 40
	15°	15°	15°	≈20°				15° phương ngang	15° phương ngang	15° phương ngang	15° cả 2 phương	15° cả 2 phương	15° cả 2 phương	30° cả 2 phương	30° cả 2 phương	30° cả 2 phương
Góc bảo vệ	46	45	45	45	60	75	75	75	68	82	75	75	75	80	80	80
Hiệu suất %																

PHỤ LỤC II

TƯ LIỆU CỦA LIÊN XÔ CŨ
Hệ số có ích (hệ số lợi dụng quang thông) η % của đèn lấp bóng nung sáng

Chỉ số phòng i	ρ	Y						Y_M						$Y_{II} - 500$						Γ_3						$\Gamma_{II} - 500$						Π_{TT-100}																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		30			50			70			30			50			70			30			50			70			30			50			70			30			50			70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
		10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	ρ_1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Hệ số có ích (hệ số lợi dụng quang thông) η % của đèn lắp bóng nung sáng

Chỉ số phòng i	ρ	B3I-300						B3I-200						B.4A-200						B.4A-200						P.II-60						P.II-200					
		không có mặt phản xạ			có mặt phản xạ			không có mặt phản xạ			không có mặt phản xạ			có mặt phản xạ			không có mặt phản xạ			có mặt phản xạ			không có mặt phản xạ			có kính trong suốt			có kính màu sữa								
		30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70	30	50	70						
ρ ₁	ρ ₃	ρ ₄	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50					
			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
			9	13	18	19	15	17	21	22	10	14	21	22	15	17	21	22	7	11	16	17	8	11	16	17	10	10	10	10	10	10	10	10			
			11	16	22	23	19	21	24	26	13	17	24	25	19	21	25	26	10	13	20	20	11	14	19	20	11	11	11	11	11	11	11	11			
0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	13	18	24	26	22	23	27	28	15	20	27	28	22	24	27	29	11	15	23	23	12	16	22	23	12	12	12	12	12				
					15	20	26	28	23	25	29	30	17	22	29	31	24	26	29	31	13	17	24	25	14	17	24	25	14	14	14	14	14	14	14		
					16	21	28	30	25	27	30	32	18	24	32	34	25	27	30	32	14	18	26	27	15	18	26	27	15	15	15	15	15	15	15	15	
					17	22	30	32	26	28	31	33	20	26	34	36	27	29	32	34	15	19	27	28	16	20	27	28	16	16	16	16	16	16	16	16	
1,10	1,25	1,50	1,75	2,00	19	24	32	35	28	30	33	35	22	28	36	39	28	30	33	36	16	21	29	31	17	21	29	31	17	17	17	17	17				
					21	27	35	38	30	32	35	38	24	31	39	43	30	32	35	38	18	23	32	34	19	24	32	34	19	19	19	19	19	19	19		
					23	29	37	41	31	33	36	40	27	33	42	46	32	34	37	40	20	25	33	36	21	25	33	36	21	21	21	21	21	21	21	21	
					24	30	39	43	33	35	38	41	28	35	44	49	33	35	39	42	21	26	35	38	22	27	35	39	22	22	22	22	22	22	22	22	
2,25	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00	26	32	40	45	34	36	39	43	30	37	46	51	34	36	39	43	22	28	36	40	23	28	36	40	23	28	36	40	23			
						27	33	42	46	35	37	40	44	31	38	47	52	36	37	40	44	23	29	37	41	24	30	37	41	24	24	24	24	24	24	24	24
						29	35	44	49	36	38	41	46	33	40	49	55	37	38	41	46	25	31	39	44	26	32	39	44	26	26	26	26	26	26	26	26
						30	37	45	51	38	39	42	47	35	42	51	58	38	40	42	47	26	33	41	46	27	33	41	46	27	27	27	27	27	27	27	27
4,00	5,00	32	38	47	53	39	40	43	48	37	44	53	59	39	41	43	48	28	34	42	48	28	34	42	48	28	28	28	28	28	28	28	28				
		35	40	49	55	40	41	44	50	39	46	55	62	40	42	44	49	29	36	44	50	30	36	44	50	30	30	30	30	30	30	30	30				

Hệ số có ích (hệ số lợi dụng quang thông) $u\%$ của đèn lắp bóng nung sáng

Chỉ số phòng	II-2												II-M-1												CK-300																		
	50						70						50						70						50						70												
	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50	30	50					
ρ_1	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30			
ρ_3	12	14	16	17	14	15	16	17	19	20	23	19	20	23	25	21	20	21	24	25	12	14	15	16	17	20	21	12	14	15	16	17	20	21	12	14	15	16	17	20	21		
ρ_4	16	17	20	20	18	19	20	23	19	20	23	19	20	23	25	24	25	29	30	14	15	17	18	19	20	24	26	15	17	18	19	20	24	26	15	17	18	19	20	24	26		
0,6	18	19	22	22	21	22	24	25	22	23	26	28	27	28	26	28	27	28	32	33	16	17	19	20	22	23	27	16	17	19	20	22	23	27	16	17	19	20	22	23	27	30	
0,7	20	21	24	24	22	23	26	28	24	25	27	29	30	31	27	29	30	34	35	18	19	22	22	25	26	30	33	18	19	22	22	25	26	30	33	18	19	22	22	25	26	30	33
0,8	21	22	25	26	24	25	27	29	26	27	29	31	32	33	29	31	32	35	38	20	21	23	24	27	28	32	35	20	21	23	24	27	28	32	35	20	21	23	24	27	28	32	35
1,0	22	23	26	27	25	27	29	31	27	29	31	33	34	35	31	33	34	38	40	22	23	25	26	29	30	34	37	22	23	25	26	29	30	34	37	22	23	25	26	29	30	34	37
1,1	24	25	28	29	27	29	30	33	29	31	33	35	36	38	33	35	36	40	43	23	25	26	28	32	33	36	40	23	25	26	28	32	33	36	40	23	25	26	28	32	33	36	40
1,25	26	28	30	31	29	31	33	35	32	34	35	38	39	41	35	38	39	42	46	26	28	29	31	35	37	40	43	26	28	29	31	35	37	40	43	26	28	29	31	35	37	40	43
1,5	28	30	32	33	31	33	34	38	34	36	38	40	41	44	38	40	41	45	50	28	30	31	33	38	41	42	46	28	30	31	33	38	41	42	46	28	30	31	33	38	41	42	46
1,75	29	31	33	35	32	35	36	39	35	38	39	41	43	47	39	41	43	47	52	30	32	33	35	40	43	44	48	30	32	33	35	40	43	44	48	30	32	33	35	40	43	44	48
2,0	31	32	34	36	33	37	37	41	37	39	41	43	45	49	41	43	45	49	54	32	34	34	36	42	46	51	51	32	34	34	36	42	46	51	51	32	34	34	36	42	46	51	51
2,25	32	34	35	37	35	38	38	42	38	41	42	44	46	51	42	44	46	51	56	33	36	36	38	44	48	53	53	33	36	36	38	44	48	53	53	33	36	36	38	44	48	53	53
2,5	33	36	37	39	37	41	40	44	40	43	44	46	49	54	44	46	49	54	59	35	38	38	40	47	51	56	56	35	38	38	40	47	51	56	56	35	38	38	40	47	51	56	56
3,0	35	37	38	40	38	42	42	46	42	45	45	48	51	57	45	48	51	57	61	37	40	40	42	49	54	58	58	37	40	40	42	49	54	58	58	37	40	40	42	49	54	58	58
3,5	36	39	39	41	40	44	43	48	43	47	46	50	53	59	46	50	53	59	63	38	41	41	43	50	55	60	60	38	41	41	43	50	55	60	60	38	41	41	43	50	55	60	60
4,0	38	41	41	44	42	47	44	50	45	49	48	52	55	62	48	52	55	62	66	40	43	42	44	53	60	63	63	40	43	42	44	53	60	63	63	40	43	42	44	53	60	63	63
5,0	38	41	41	44	42	47	44	50	45	49	48	52	55	62	48	52	55	62	66	40	43	42	44	53	60	63	63	40	43	42	44	53	60	63	63	40	43	42	44	53	60	63	63

Hệ số có ích (hệ số lợi dụng quang thông) $\eta\%$ của đèn lắp bóng huỳnh quang

Chỉ số phòng i	p	AOI						OI						OJO						OJP						OJOP						IH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		50			70			30			50			70			30			50			70			30			50			70			30			50			70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		30	50	30	50	30	70	10	30	50	70	30	50	70	10	30	50	70	10	30	50	70	10	30	50	70	10	30	50	70	10	30	50	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
0,6	p ₁																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Hệ số có ích u% của đèn lắp bóng huỳnh quang

Chỉ số phòng i	ρ	.171503												.171584												.172544															
		50						70						50						70						50						70									
		30		50		30		30		50		30		30		50		30		30		50		30		30		50		30		30		50		30		30		50	
		10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30	10	30		
0,6	20	20	22	23	20	21	22	24	18	19	21	22	19	20	22	23	21	22	25	26	22	23	21	22	25	26	22	23	21	22	25	26	22	23	21	22	25	26	22	23	
0,7	22	22	25	25	22	23	25	26	21	21	24	25	21	22	24	26	24	25	28	29	25	26	24	25	28	29	25	26	24	25	28	29	25	26	24	25	28	29	25	26	
0,8	24	25	27	27	24	25	27	28	22	23	25	27	23	24	26	28	27	27	30	32	28	29	27	27	30	32	28	29	27	27	30	32	28	29	27	27	30	32	28	29	
0,9	25	26	28	29	26	27	29	30	24	25	27	29	25	26	28	30	29	29	33	34	30	31	29	30	33	34	30	31	29	30	33	34	30	31	29	30	33	34	30	31	
1,0	27	28	29	31	27	29	30	32	26	26	28	30	26	27	29	31	31	32	35	36	32	33	31	32	35	36	32	33	31	32	35	36	32	33	31	32	35	36	32	33	
1,1	28	29	30	32	29	30	31	33	27	28	30	31	28	29	30	33	33	34	37	38	34	35	33	34	37	38	34	35	33	34	37	38	34	35	33	34	37	38	34	35	
1,25	30	31	32	34	30	32	32	35	29	30	31	33	29	31	32	35	35	37	39	41	37	39	37	39	41	37	39	37	39	41	37	39	41	37	39	41	37	39	41	37	
1,50	32	33	34	36	32	35	35	38	31	32	33	35	32	34	34	37	38	40	42	44	40	42	40	42	44	40	42	40	42	44	40	42	44	40	42	44	40	42	44	40	
1,75	34	35	36	38	34	37	36	40	33	34	35	37	33	36	36	39	41	43	45	47	43	45	43	45	47	43	45	43	45	47	43	45	47	43	45	47	43	45	47		
2,00	35	37	37	39	35	39	38	41	34	36	36	38	35	38	37	41	43	45	47	49	45	47	43	45	47	49	45	47	43	45	47	49	45	47	43	45	47	49	45		
2,25	36	38	38	41	37	40	39	43	35	37	37	40	36	39	38	42	45	47	49	51	47	49	45	47	49	51	47	49	45	47	49	51	47	49	51	47	49	51	47		
2,5	37	39	39	42	38	41	40	44	36	38	38	41	37	41	39	43	46	49	52	48	50	46	49	52	48	50	46	49	52	48	50	46	49	52	48	50	46	49	52		
3,0	38	41	40	43	39	43	41	46	38	40	39	42	38	43	40	45	48	51	54	50	52	48	51	54	50	52	48	51	54	50	52	48	51	54	50	52	48	51			
3,5	39	42	41	44	40	45	42	47	39	42	40	44	40	44	41	47	50	53	56	52	54	50	53	56	52	54	50	53	56	52	54	50	53	56	52	54	50	53			
4,0	40	43	42	45	41	46	43	48	40	43	41	45	41	46	42	48	51	55	58	54	57	51	55	58	54	57	51	55	58	54	57	51	55	58	54	57	51	55			
5,0	41	45	43	46	42	48	44	50	41	45	42	46	42	47	43	49	53	58	61	56	59	53	58	61	56	59	53	58	61	56	59	53	58	61	56	59	53	58			

PHỤ LỤC III :

Hệ số có ích u% Tiêu chuẩn U.T.E - 71 - 121 (1984)

$j = 0$	0,6	82	75	80	74	70	67	62	58	66	61	58	61	58
	0,8	92	83	90	82	80	76	71	68	75	71	67	70	67
	1,0	98	88	96	87	87	81	77	74	80	76	73	76	73
	1,25	104	92	101	91	93	86	82	79	84	81	78	80	78
	1,5	108	95	105	94	97	89	85	82	87	84	82	83	81
	2,0	113	98	110	99	103	93	90	88	92	89	87	88	86
	2,5	116	100	113	99	107	96	93	91	94	92	90	91	89
	3,0	119	102	115	101	110	98	96	94	96	94	93	93	92
	4,0	122	104	118	101	114	101	99	97	99	97	96	96	95
	5,0	124	105	120	104	117	102	101	100	100	99	98	98	97
	i	$u\%$ đèn cấp A $i_m = 0,5 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	78	78	77	72	68	65	61	58	65	61	58	61	58
	0,8	88	81	87	81	77	74	70	67	74	70	67	70	67
	1,0	94	86	93	85	84	80	76	73	79	75	73	75	72
	1,25	100	90	98	98	89	84	81	78	84	80	78	80	77
	1,5	104	93	102	92	94	88	84	81	87	84	81	83	81
	2,0	109	97	107	96	100	92	89	87	91	88	86	87	86
	2,5	113	99	110	98	104	95	92	90	94	91	89	90	89
	3,0	116	101	113	100	107	97	95	93	97	94	92	92	91
	4,0	120	103	116	102	112	100	98	97	98	97	96	96	98
	5,0	122	104	118	103	115	102	100	99	100	99	98	97	96

p trần	8	8	7	7	7	7	7	7	7	5	5	5	3	3
p tường	7	7	7	7	5	5	3	1	5	3	1	3	1	1
p mặt làm việc	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$j = 0$	0,6	81	75	80	74	69	66	61	58	65	61	58	60	57
	0,8	91	82	89	81	79	75	70	68	73	69	66	69	66
	1,0	97	87	95	86	85	80	75	72	79	74	72	74	71
	1,25	103	92	100	90	92	85	81	78	84	80	77	79	77
	1,5	107	94	104	93	96	88	84	81	86	83	80	82	80
	2,0	112	97	109	98	102	92	89	86	91	88	86	87	85
	2,5	116	100	112	99	106	95	92	90	94	91	89	90	88
	3,0	118	101	115	100	109	97	95	93	95	94	92	92	91
	4,0	122	103	117	102	114	100	98	96	98	97	95	95	94
	5,0	124	104	119	103	116	102	100	99	100	99	97	97	96
	i	$u\%$ đèn cấp B $i_m = 1 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	77	72	77	72	67	65	60	57	65	60	57	60	57
	0,8	86	80	85	80	76	73	69	66	73	69	66	68	66
	1,0	93	85	91	84	82	78	74	71	78	74	71	73	71
	1,25	99	90	97	89	88	83	80	77	83	79	77	79	76
	1,5	103	92	101	91	92	86	83	80	85	82	79	82	79
	2,0	109	96	106	95	99	91	88	85	90	87	85	86	84
	2,5	113	99	110	98	103	94	91	89	93	90	88	89	88
	3,0	115	100	112	99	106	96	94	92	95	93	91	92	90
	4,0	119	103	116	102	111	99	97	96	98	96	94	95	93
	5,0	122	104	118	103	114	101	99	98	99	98	97	97	96

PHỤ LỤC III : Hệ số có ích u% Tiêu chuẩn U.T.E - 71 - 121 (1984)

$j = 0$	0,6	72	66	70	65	58	56	50	46	55	49	45	49	45
	0,8	83	76	81	74	70	66	60	55	64	59	55	59	55
	1,0	91	81	88	80	77	72	66	62	71	66	62	65	61
	1,25	98	87	95	85	85	79	73	69	77	73	69	72	68
	1,5	102	90	99	88	90	82	77	73	81	76	73	75	72
	2,0	108	94	105	94	97	88	83	80	86	82	79	81	78
	2,5	112	97	109	95	102	91	87	84	89	86	83	85	82
	3,0	115	99	111	97	105	93	90	87	91	89	86	87	85
	4,0	119	101	114	99	109	96	94	91	94	92	90	90	89
	5,0	121	102	118	101	112	98	96	94	96	94	92	92	91
	i	$u\%$ đèn cấp C $i_m = 1 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	68	63	67	63	56	54	49	45	54	49	45	49	45
	0,8	79	73	77	72	67	64	59	55	63	58	55	58	55
	1,0	86	79	85	78	74	70	65	61	70	65	61	64	61
	1,25	93	85	91	84	81	77	72	68	76	72	68	71	68
	1,5	98	88	96	87	86	81	76	72	80	75	72	75	72
	2,0	105	93	102	92	93	86	82	79	85	81	78	81	78
	2,5	109	96	106	94	98	90	86	83	88	85	82	84	82
	3,0	112	97	109	96	102	92	89	86	91	88	85	87	84
	4,0	116	100	113	99	107	96	93	90	94	91	89	90	88
	5,0	119	101	115	100	110	97	95	93	96	93	92	97	90

p trần	8	8	7	7	7	7	7	7	5	5	5	3	3
p tường	7	7	7	7	5	5	3	1	5	3	1	3	1
p mặt làm việc	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

$j = 0$	0,6	66	61	65	60	52	49	43	38	48	42	38	42	37
	0,8	77	70	75	69	63	59	52	47	58	52	47	51	47
	1,0	89	80	87	79	76	71	65	61	69	64	60	64	60
	1,25	95	85	92	83	82	76	70	65	74	69	65	68	65
	1,5	101	89	98	87	88	81	76	72	79	75	71	74	70
	2,0	107	93	104	93	95	86	82	78	84	81	77	79	76
	2,5	111	96	108	95	100	90	86	83	88	84	81	83	81
	3,0	114	98	111	97	104	93	89	86	91	88	85	86	84
	4,0	118	101	114	99	109	96	93	91	94	91	89	90	88
	5,0	121	102	116	101	112	98	96	93	96	94	92	92	91
	i	$u\%$ đèn cấp D $i_m = 1,5 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	62	58	61	57	49	48	42	37	47	41	37	41	37
	0,8	73	67	72	67	60	57	51	47	57	51	47	51	47
	1,0	85	78	83	77	73	69	64	60	68	63	60	63	59
	1,25	91	82	89	81	78	74	69	65	73	68	64	68	64
	1,5	97	87	94	86	85	79	74	71	78	74	70	73	70
	2,0	104	92	101	91	92	85	81	77	84	80	77	79	76
	2,5	108	95	105	93	97	89	85	81	87	84	81	83	80
	3,0	111	97	108	96	101	92	88	85	90	87	84	86	84
	4,0	116	100	112	99	106	95	92	90	93	91	89	90	88
	5,0	119	101	115	100	110	97	95	92	95	93	93	92	90

PHỤ LỤC III : **Hệ số có ích u% Tiêu chuẩn U.T.E - 71 - 121 (1984)**

$j = 0$	0,6	61	56	59	55	45	43	36	30	42	35	30	35	30
	0,8	72	66	70	64	56	53	45	40	52	45	39	44	39
	1,0	84	75	81	74	69	64	57	52	63	56	52	56	51
	1,25	90	80	88	79	76	70	63	58	68	62	58	61	57
	1,5	97	85	93	83	82	76	69	64	74	68	64	67	63
	2,0	104	90	100	90	91	82	77	73	80	76	72	74	71
	2,5	109	94	105	92	97	87	82	78	85	81	77	79	76
	3,0	112	96	108	95	101	90	86	82	88	85	81	83	80
	4,0	117	99	111	98	107	94	91	88	92	89	87	88	85
	5,0	120	101	115	100	110	97	94	91	94	92	90	90	89
	i	$u\%$ đèn cấp E $i_m = 1,5 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	56	53	55	52	43	41	35	30	41	34	30	34	30
	0,8	67	62	66	61	53	51	44	39	50	44	39	44	39
	1,0	79	72	77	71	65	62	56	51	61	55	51	55	51
	1,25	86	78	84	77	72	68	62	57	67	61	57	61	57
	1,5	92	83	90	82	79	74	68	64	73	67	63	67	63
	2,0	100	89	97	87	87	81	76	72	79	75	71	74	71
	2,5	105	92	102	91	93	85	81	77	84	80	76	79	76
	3,0	109	95	106	94	98	89	85	81	87	84	81	82	80
	4,0	114	98	111	97	104	93	90	87	91	88	86	87	85
	5,0	118	100	114	99	108	96	93	91	94	91	89	90	88

p trần	8	8	7	7	7	7	7	7	7	5	5	5	3	3
p tường	7	7	7	7	5	5	3	1	5	3	1	3	1	1
p mặt làm việc	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$j = 0$	0,6	56	52	54	51	40	38	30	24	37	29	24	29	24
	0,8	70	64	68	62	54	51	43	37	49	42	37	41	36
	1,0	89	80	87	79	75	71	65	60	69	64	60	63	59
	1,25	96	95	93	84	83	77	71	67	75	71	67	70	66
	1,5	102	90	99	88	89	82	77	73	80	76	72	75	72
	2,0	109	95	105	95	97	88	84	81	86	83	80	82	79
	2,5	113	98	110	96	103	92	89	86	91	88	85	86	84
	3,0	116	99	112	98	106	94	91	88	92	90	87	88	86
	4,0	119	101	115	100	110	97	95	92	95	93	91	91	90
	5,0	121	103	117	101	113	99	97	95	97	95	93	93	92
	i	$u\%$ đèn cấp F $i_m = 2 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	51	48	51	48	37	36	29	24	36	29	24	28	24
	0,8	65	60	64	60	51	49	41	36	48	41	36	41	36
	1,0	85	77	83	77	72	69	63	59	68	63	59	63	59
	1,25	92	83	90	82	80	75	70	66	74	70	66	69	66
	1,5	98	88	95	87	86	80	76	72	79	75	72	74	71
	2,0	105	93	102	92	94	87	83	80	85	82	79	81	79
	2,5	110	97	107	95	100	91	88	85	90	87	84	86	84
	3,0	113	98	110	97	103	93	90	97	92	89	86	88	86
	4,0	117	101	113	99	107	96	94	91	95	92	90	91	89
	5,0	119	102	116	101	111	98	96	94	96	94	93	93	91

PHỤ LỤC III : Hệ số có ích u% Tiêu chuẩn U.T.E - 71 - 121 (1984)

$j = 0$	0,6	58	54	56	52	42	40	32	26	39	31	26	31	26
	0,8	69	62	66	61	52	49	40	35	47	40	34	39	34
	1,0	79	71	76	69	63	59	51	45	57	50	45	49	44
	1,25	86	76	83	74	70	64	57	51	63	56	50	55	50
	1,5	92	81	89	79	76	70	63	57	68	62	56	60	56
	2,0	99	87	96	86	85	77	71	65	75	69	64	68	64
	2,5	105	90	101	88	91	82	76	71	79	74	70	73	69
	3,0	108	93	104	91	96	85	80	76	83	79	75	77	74
	4,0	113	96	109	95	102	90	86	82	88	84	81	82	79
	5,0	117	99	112	97	106	93	89	86	90	87	84	86	83
	i	$u\%$ đèn cấp G $i_m = 1,5 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	53	50	52	49	39	38	31	26	38	31	26	31	26
	0,8	63	59	62	58	49	47	39	34	46	39	34	39	34
	1,0	74	68	73	67	60	57	50	44	56	49	44	49	44
	1,25	81	73	79	72	66	62	55	50	61	55	50	54	50
	1,5	87	78	85	77	71	68	61	56	67	61	56	60	55
	2,0	96	85	93	83	81	75	69	64	74	68	64	67	63
	2,5	101	89	98	87	88	80	74	70	78	73	69	72	69
	3,0	105	92	102	90	93	84	79	75	82	78	74	76	73
	4,0	111	95	117	94	99	89	85	81	87	83	80	82	79
	5,0	114	98	110	96	104	92	88	85	90	87	84	85	83

p trần	8	8	7	7	7	7	7	7	5	5	5	3	3
p tường	7	7	7	7	5	5	3	1	5	3	1	3	1
p mặt làm việc	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

$j = 0$	0,6	57	52	55	51	40	38	30	25	37	30	24	29	24
	0,8	66	60	64	59	49	46	38	32	45	37	31	36	31
	1,0	77	69	74	67	60	56	47	41	54	46	41	46	41
	1,25	83	74	80	72	66	61	53	46	59	52	46	51	46
	1,5	89	78	85	76	72	66	58	52	64	57	52	56	51
	2,0	96	84	93	83	81	73	66	60	71	65	59	61	58
	2,5	101	87	97	86	87	78	71	66	75	70	65	68	64
	3,0	105	90	101	88	91	81	75	70	79	74	69	72	68
	4,0	111	94	106	92	98	86	81	76	84	79	75	78	74
	5,0	119	96	109	94	102	89	85	81	87	83	79	81	78
	i	$u\%$ đèn cấp H $i_m = 1,5 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	52	48	51	48	38	36	29	24	36	29	24	29	24
	0,8	61	57	60	56	46	44	36	31	44	36	31	36	31
	1,0	71	65	70	64	56	53	46	41	53	46	40	45	40
	1,25	78	71	76	69	62	59	51	46	58	51	45	50	45
	1,5	84	76	82	74	69	64	57	51	63	56	51	56	51
	2,0	92	82	89	80	77	71	65	59	70	63	58	63	58
	2,5	98	86	95	84	83	76	70	64	74	69	64	68	63
	3,0	102	89	99	87	88	80	74	69	78	73	68	72	68
	4,0	108	93	104	91	95	85	80	76	83	79	75	77	74
	5,0	112	95	108	94	100	89	84	80	86	82	79	81	78

PHỤ LỤC III :

Hệ số có ích u% Tiêu chuẩn U.T.E - 71 - 121 (1984)

$j = 0$	0,6	51	47	49	46	34	32	23	17	31	23	17	22	17
	0,8	63	57	61	56	45	43	33	27	41	33	26	32	26
	1,0	78	70	75	68	61	57	49	43	55	48	42	47	42
	1,25	85	76	82	74	69	64	56	50	62	55	50	54	50
	1,5	91	80	88	78	75	69	61	55	67	60	55	59	54
	2,0	100	87	96	87	86	78	71	66	75	70	65	69	64
	2,5	106	91	102	90	93	83	78	73	81	76	72	75	71
	3,0	109	94	105	92	97	86	81	77	84	80	76	78	75
	4,0	114	96	110	96	103	91	87	83	89	85	82	84	81
	5,0	118	99	113	98	108	94	91	88	92	89	86	87	85
	i	$u\%$ đèn cấp I $i_m = 2 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	46	43	45	43	31	30	22	17	30	22	17	22	17
	0,8	58	54	56	53	42	40	32	26	40	32	26	32	26
	1,0	73	67	71	65	58	55	48	42	54	47	42	47	42
	1,25	81	73	79	72	66	62	55	50	61	54	49	54	49
	1,5	86	78	84	76	71	67	60	55	65	59	54	59	54
	2,0	96	85	93	84	82	76	70	65	74	69	65	68	64
	2,5	102	90	99	88	90	82	76	72	80	75	71	74	71
	3,0	106	92	103	91	94	85	80	76	83	79	75	78	75
	4,0	112	96	108	94	101	90	86	83	88	85	82	83	81
	5,0	115	99	112	97	105	93	90	87	91	88	86	87	85

p trần	8	8	7	7	7	7	7	7	7	5	5	5	3	3
p tường	7	7	7	7	5	5	3	1	5	3	1	3	1	1
p mặt làm việc	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

$j = 0$	0,6	51	47	49	45	33	31	23	16	30	22	16	21	16
	0,8	61	55	58	53	42	40	30	23	38	30	23	29	23
	1,0	73	65	70	63	55	51	42	35	49	41	35	40	35
	1,25	79	70	76	69	61	57	48	41	55	47	40	45	40
	1,5	84	74	80	71	66	60	51	44	58	50	43	49	43
	2,0	92	80	88	79	75	68	60	53	65	58	52	57	51
	2,5	97	84	93	82	81	73	65	59	70	63	58	62	57
	3,0	101	86	97	84	85	76	69	62	73	67	61	65	60
	4,0	106	90	102	88	92	81	75	69	78	73	68	71	66
	5,0	110	93	105	91	96	84	79	73	82	77	72	75	71
	i	$u\%$ đèn cấp J $i_m = 2 = 2i_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	46	43	45	42	30	29	21	16	29	21	16	21	16
	0,8	55	51	54	50	39	37	29	23	37	29	23	28	23
	1,0	67	62	66	60	51	49	41	35	48	40	34	40	34
	1,25	74	67	72	66	58	54	46	40	53	45	40	45	39
	1,5	79	71	76	69	62	58	50	43	56	49	43	48	42
	2,0	88	78	85	76	71	66	58	52	64	57	51	56	51
	2,5	94	82	90	80	78	71	64	57	69	62	57	61	56
	3,0	98	85	94	83	82	74	67	61	72	66	61	65	60
	4,0	103	89	99	87	89	80	73	68	77	72	67	70	66
	5,0	107	82	103	90	94	83	77	72	81	76	71	74	70

PHỤ LỤC III : Hệ số có ích $u\%$ Tiêu chuẩn U.T.E - 71 - 121 (1984)

ρ trần	8	8	7	7	7	7	7	7	5	5	5	3	3
ρ tường	7	7	7	7	5	5	3	1	5	3	1	3	1
ρ mặt làm việc	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

$j = 0$	0,6	47	43	40	37	29	28	23	19	19	16	13	9	8
	0,8	56	51	47	43	37	35	29	25	24	21	18	12	10
	1,0	63	56	53	48	43	40	35	31	28	24	22	14	13
	1,25	69	61	58	52	49	45	40	36	31	28	25	16	15
	1,5	74	65	62	56	54	49	44	40	34	31	28	18	17
	2,0	80	70	68	60	60	55	50	47	38	35	33	20	19
	2,5	85	73	71	63	65	58	54	51	40	38	36	22	21
	3,0	88	75	74	64	68	61	57	54	42	40	38	23	22
	4,0	92	78	77	67	72	64	61	59	44	43	41	25	24
	5,0	94	79	79	68	75	66	64	61	46	44	43	26	25
	i	$u\%$ đèn cấp T								$i_m = 1 = 2i_p$				
$j = \frac{1}{3}$	0,6	28	26	24	23	14	13	8	5	10	6	3	4	2
	0,8	37	34	32	30	20	19	13	9	14	9	6	6	4
	1,0	44	41	38	35	26	24	17	13	18	13	9	8	5
	1,25	52	47	45	41	32	30	23	17	22	16	12	10	7
	1,5	58	52	50	45	37	35	27	22	25	19	15	12	9
	2,0	66	59	57	51	45	42	34	29	30	24	20	15	12
	2,5	73	64	62	55	51	47	40	34	33	28	24	17	14
	3,0	77	67	65	58	55	50	44	39	36	31	27	19	16
	4,0	83	71	70	62	62	55	50	45	39	35	31	21	18
	5,0	87	74	73	64	66	59	54	50	41	38	35	23	20

PHỤ LỤC IV

GIỚI THIỆU MỘT SỐ ĐÈN THƯỜNG GẤP

TƯ LIỆU CỦA HÃNG PHILIPS, MAZDA, CLAUDE v.v... CỦA LIÊN XÔ CŨ CỦA OSRAM

Đèn huỳnh quang khởi động bằng starter

Công suất	Kích thước	Đui	Màu sắc	Quang thông	Kí hiệu	Mã
6	212	16	điểm kép	Blane Z	200	đèn 6W BZ 03600
8	288	16	điểm kép		330	đèn 8W BZ 03700
20	590	38	điểm kép		930	đèn 20W BZ 3500 04000
20	590	38	điểm kép	Blane 3500	1100	đèn 20W BI 04001
20	590	38	điểm kép		1150	đèn 20W LI 04002
20	590	38	điểm kép		1000	đèn 20W RF 04003
20	590	38	điểm kép		850	đèn 40W BZ 03004
40	1200	38	điểm kép		2450	đèn 40W BZ 04300
40	1200	38	điểm kép		2900	đèn 40W B 3500 04301
40	1200	38	điểm kép		3200	đèn 40W BI 04302
40	1200	38	điểm kép		2450	đèn 40W LI 04303
40	1200	38	điểm kép		2100	đèn 40W RF 04304
40	1200	38	điểm kép		2900	đèn ATF 40 04308
80					4550	
	1500	38	điểm kép	Blane Z		đèn 80/65 W BZ 05200
65					3750	
80					5900	
	100	38	điểm kép			đèn 80/65 W BI 05202
65					5100	

Đèn tròn					Kí hiệu	Mã
Công suất	Kích thước	Đui	Màu sắc	Quang thông		
32	305	32	4 chân	Blanze Z	1400	đèn CL 32W BZ 04200
40	410	32	4 chân	Blanze Z	1950	đèn CL 40W BZ 04800

Tính năng chính của ống huỳnh quang thế hệ 1 - $\phi 38\text{mm}$

		T ^o K	R _a	20w0,6m	40w1,2m	65w1,5m	105w2,4m
P, M	Tiên nghi 27	2700	95	700 lm	1750 lm	2800 lm	
P, M	Mặt trời 32	3000	85	850	2100	3250	
C	Màu trắng ấm	3000	55	1350	3200		8950
P	Màu mặt trời 33	3000	85	1250	3200	5100	
C	Tối ưu	3600	75	1100	3000	4900	
C	Hoa hồng Pháp	3700	80	850	2100		
M	Sáng lux	3800	85	850	2100	3300	
M	Sinh động	3800	90	800	2000	3200	
C	Màu trắng Z	3900	73	930	2450	3750	6300
P	Sáng ngời 34	4000	85	850	2100	3300	
P	Màu sáng 84	4000	85	1250	3200	5100	
C, M, P	Trắng công nghiệp	4300	65	1150	3200	5100	8900
	Hài hòa	5000	90	800	2000	3250	
M	Sáng ban ngày	5800	84	1000	2450		
C	Sáng ban ngày 85	6500	92	800	2000	3300	
M, P	Màu ban ngày 86	6500	82	1150	3050	5000	

Ống thế hệ thứ hai - $\phi 26\text{mm}$

				18w	36w	58w
P	Màu mặt trời 83					
C	Màu trắng 83	3000	85	1400	3350	5300
M	Loại sáng BRL					
P	Màu mặt trời 84					
C	Màu trắng 84	4000	85	1400	3350	5300
P	Loại sáng					
C	Sáng ban ngày 86	6000	85	1350	3200	5100

*Tên hãng sản xuất :

C : Claude, P : Philips, M : Mazda

Tư liệu Philips

Đèn SON - SON/T hơi natri cao áp

1. Giá đỡ giữ đèn ống phóng điện thẳng hàng
2. Đầu điện vào/giá xoắn cải thiện đặc tính quang học
3. Bóng hình ống hoặc elip bằng thủy tinh bền ít chịu ảnh hưởng khí quyển
4. Ống phóng điện ôxit nhôm để đạt hiệu suất tối đa
5. Lớp phủ bên trong
6. Thiết bị dẫn nổ để khởi ứng suất nhiệt trên mối hàn và ống phóng điện
7. Điện vào/giá đỡ
8. Chất hút khí để giữ chân không cao đảm bảo hiệu quả cực đại trong quá trình đèn làm việc
9. Đui xoáy E40

Tư liệu Claude

CÔNG SUẤT VÀ QUANG THÔNG

Các kiểu đèn phóng điện 20/240V thông dụng (không kể ống huỳnh quang)

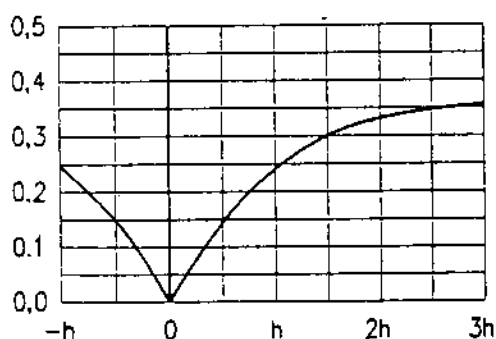
Natri áp suất thấp	P_w F lm	18 1800	35 4800	55 8000	90 22500	135 33000			
Natri cao áp bóng sáng	P_w F lm	50 3300 4000	70 5800 6500	150 14000 15500	210 18000	250 25000 26000	350 34000	400 47000 48000	1000 120000 125000
Halogen	P_w F lm	35 2400	70 5000	150 11200	250 17000	400 32500	1000 93000	2000 185000	
Bóng huỳnh quang loại cao áp	P_w F lm	50 2000 2000	80 3800 3850	125 6300 6500	250 13500 14000	400 23000 24000	700 42000	1000 60000	2000 125000
Ánh sáng hỗn hợp	P_w F lm			160 3150	250 5700	500 14000			

*** Tư liệu của Philips**

SRS 201 - SOX 55	SRS 201 - SOX 135
Chụp vữa	Chụp vữa
I.S.L : 4,5	I.S.L : 3,8
$I_{max} = 285 \text{ cd/1000 lm}$ với $C = 10^0, \gamma = 70^0$	$I_{max} = 233 \text{ cd/1000 lm}$ với $C = 0^0, \gamma = 70^0$
Điều chỉnh vị trí 2	Điều chỉnh vị trí 2
Chụp vữa	Chụp vữa
I.S.L : 3,9	I.S.L : 3,3
$I_{max} = 285 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^0, \gamma = 70^0$	$I_{max} = 252 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=30^0, \gamma = 70^0$
Điều chỉnh vị trí 2	Điều chỉnh vị trí 2
Độ nghiêng 10^0	Độ nghiêng 10^0

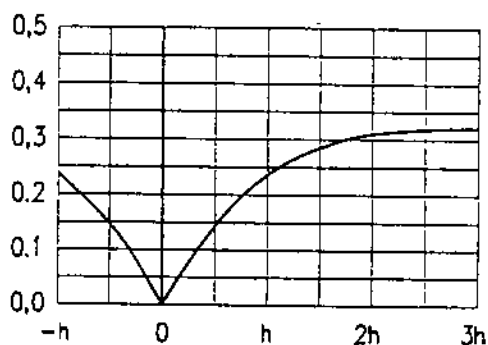
**Philips
SRS 201-SOX 55**

Hệ số sử dụng
Phía vỉa hè Phía đường



SRS 201-SOX 135

Hệ số sử dụng
Phía vỉa hè Phía đường



Ví dụ áp dụng

SRS 21 - SOX 180

Bố trí một bên

Độ cao đèn 12m

Nhô ra 0m

$E_{tb} = 18 \text{ lux}$

Khoảng cách 48m

$B_{tb} = 1,3 \text{ cd/m}^2$

Chiều rộng đường 10,5m

$U_0 = 0,61$

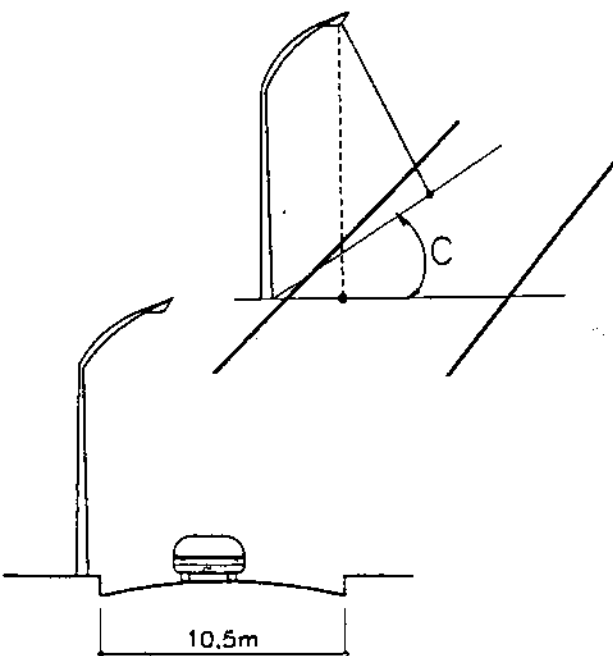
Lớp phủ cấp R2, $q_0 = 0,07$

$U_1 = 0,78$

$S_1 = 0,58$

$S_2 = 1,80$

$G = 5,6$

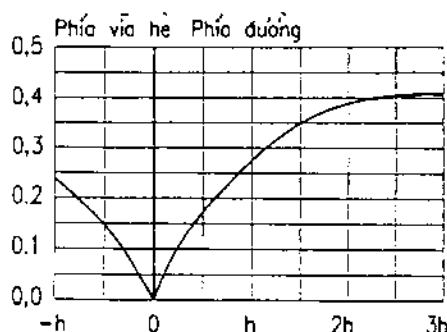


* Tư liệu của Philips

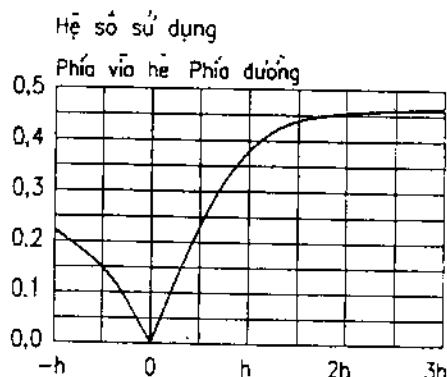
HGS 201/212-2 x HPLN 80	SGS – SON 25
Chụp sâu	Chụp sâu
I.S.L : 5,4	I.S.L : 54,8
$I_{max} = 312 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ, \gamma = 55^\circ$	$I_{max} = 446 \text{ cd/1000 lm}$ với $C = 15^\circ, \gamma = 58^\circ$
Độ nghiêng 0°	Độ nghiêng 0°

HGS 201/212-2 x HPLN 125	SGS – SON 150
Che chắn	Chụp sâu
I.S.L : 5,4	I.S.L : 5,6
$I_{max} = 312 \text{ cd/1000 lm}$ với $C = 10^\circ, \gamma = 55^\circ$	$I_{max} = 312 \text{ cd/1000 lm}$ với $C = 15^\circ, \gamma = 58^\circ$
Độ nghiêng 10°	Độ nghiêng 0°

Hệ số sử dụng

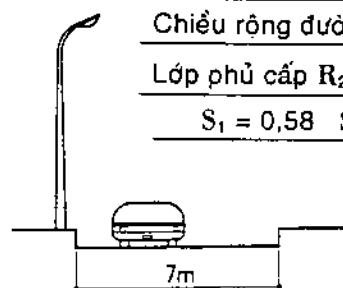
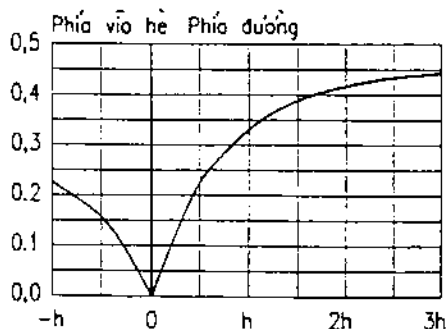


SGS – SON 250
Chụp sâu
I.S.L : 5,1
$I_{max} = 414 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=15^\circ, \gamma = 53^\circ$
Độ nghiêng 0°



SGS 201/207-2 x SON 50
Chụp sâu
I.S.L : 5,6
$I_{max} = 319 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ, \gamma = 57,5^\circ$
Độ nghiêng 0°

SGS 201/207-2 x SON 70	Ví dụ áp dụng
Chụp sâu	SRS201 – SOX180
I.S.L : 5,6	Bố trí một bên
$I_{max} = 391 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ, \gamma = 57,5^\circ$	Độ cao đèn 12m
Độ nghiêng 0°	Độ nhô ra : $-0,5\text{m}$ $E_{tb} = 25 \text{ lux}$



Khoảng cách : 23m	$B_{tb} = 1,7 \text{ cd/m}^2$
Chiều rộng đường : 7m	$U_0 = 0,47$
Lớp phủ cấp $R_2, q_0 = 0,07$	$U_1 = 0,7$
$S_1 = 0,58$ $S_2 = 1,80$	$G = 7,1$

PHỤ LỤC V

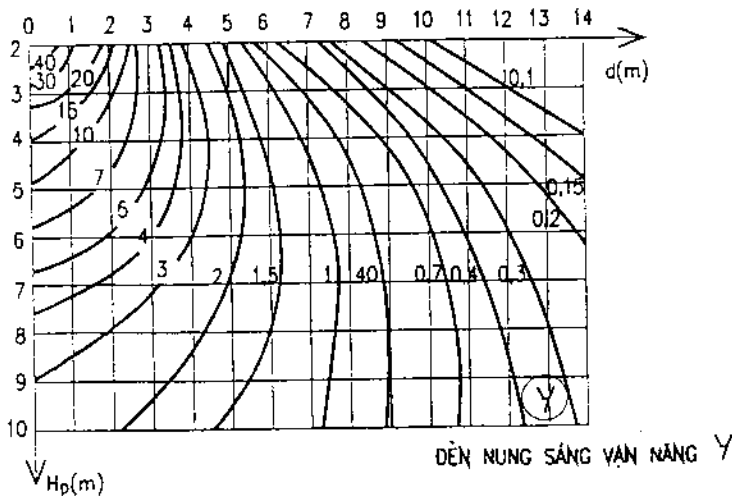
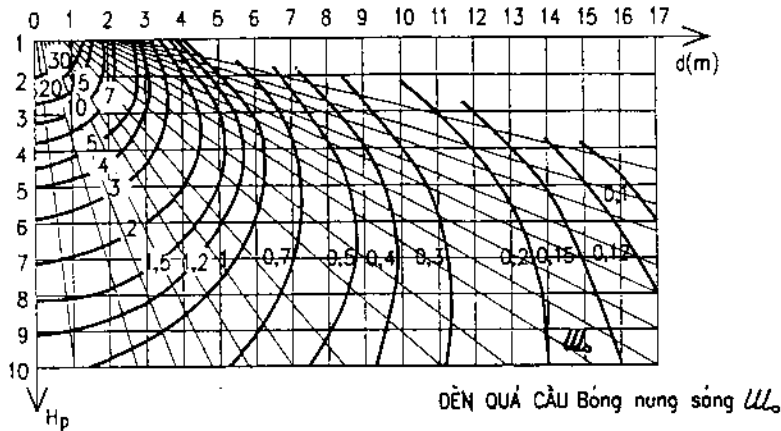
TƯ LIỆU CỦA LIÊN XÔ CŨ

Đường đẳng lux (đẳng độ rọi) theo điều kiện chuẩn để tìm giá trị :

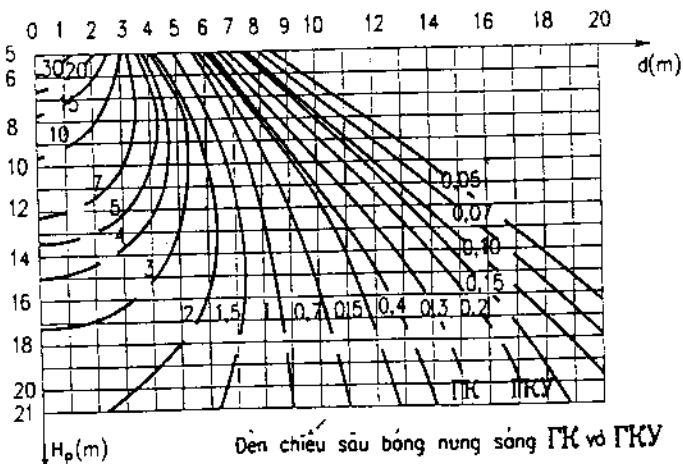
- Độ rọi giả định : $e_n = f(H_p, d)$

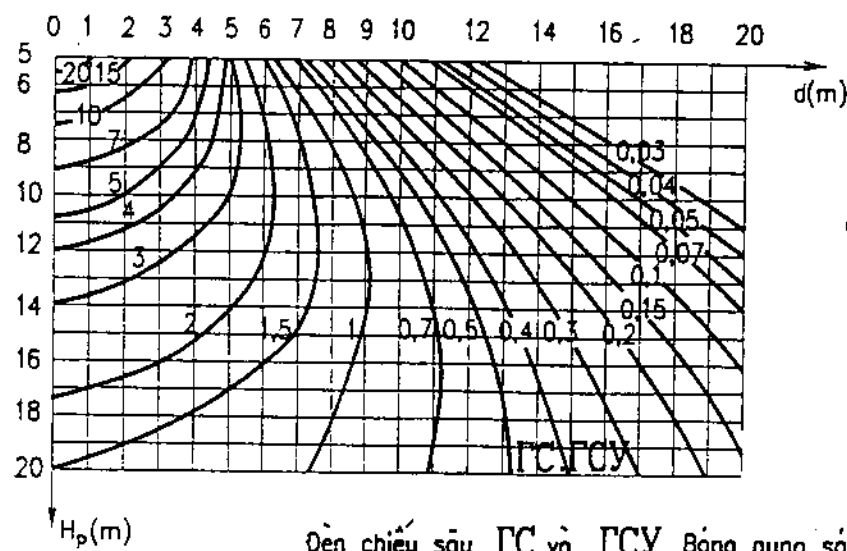
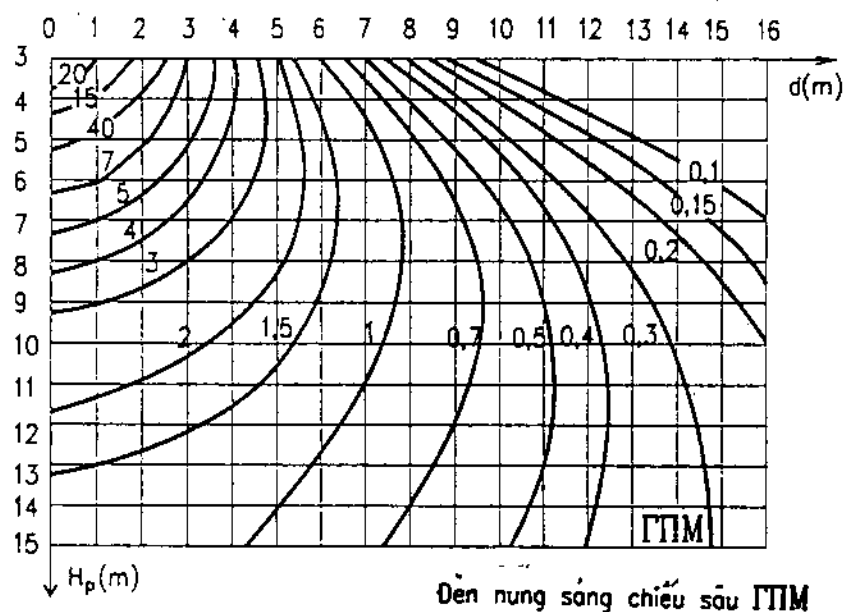
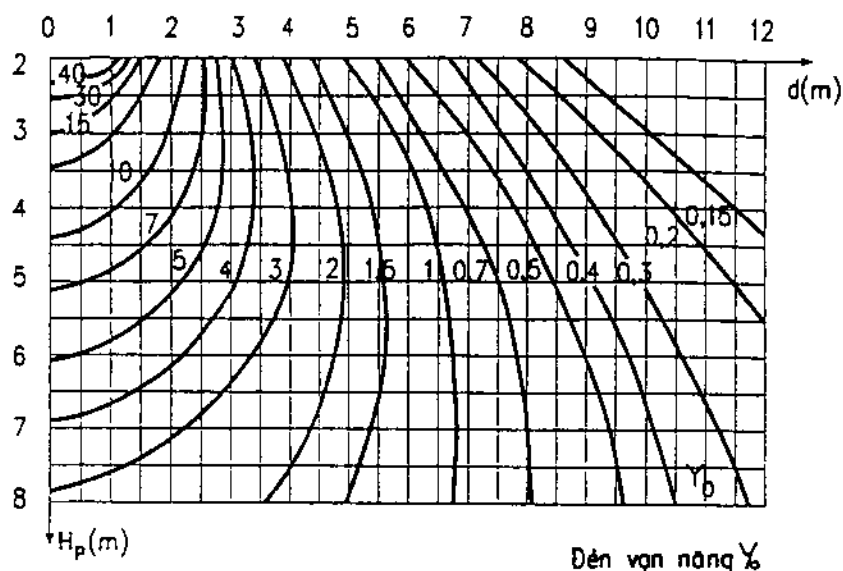
- Độ rọi tương đối : $\varepsilon = f(L', P')$

của một số đèn thường gặp.

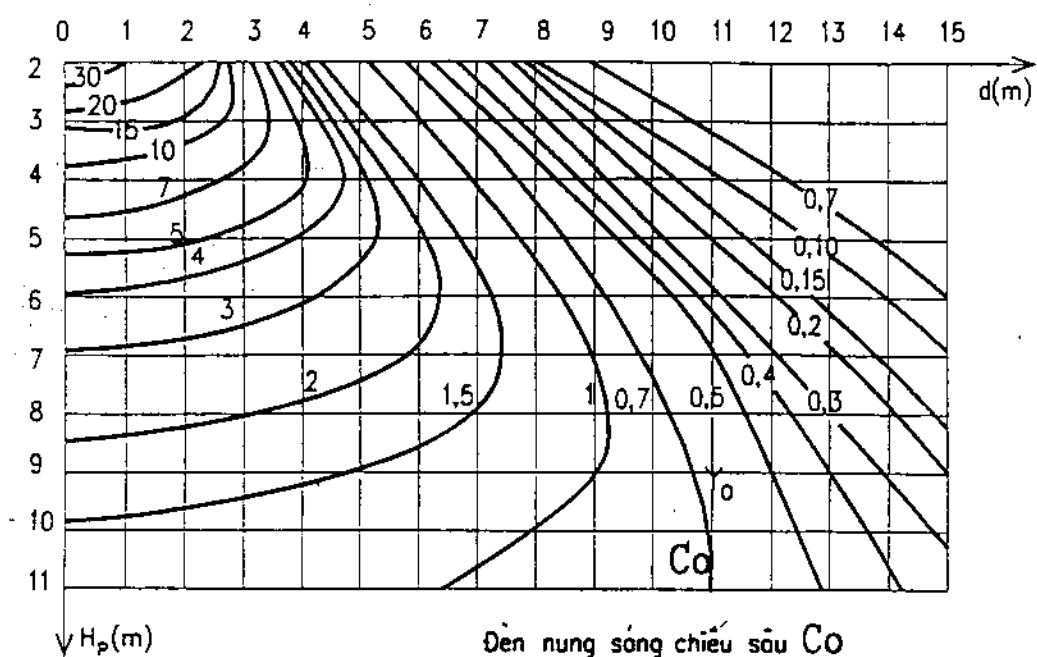


Đường đẳng lux,
quang thông chuẩn
 $F=1000\text{lm}$.
để tìm giá trị $e_n=f(H_p, d)$

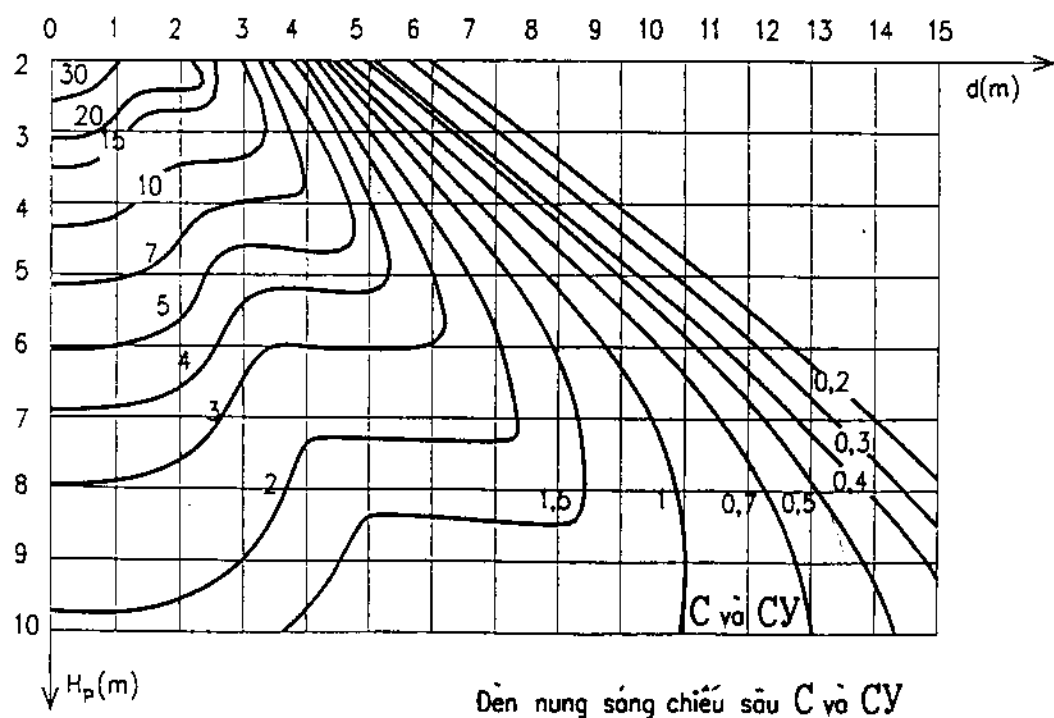


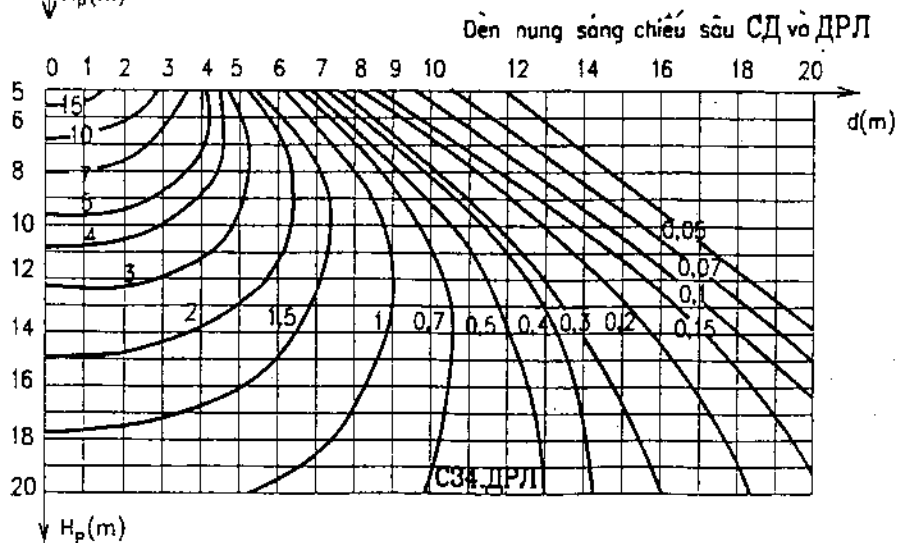
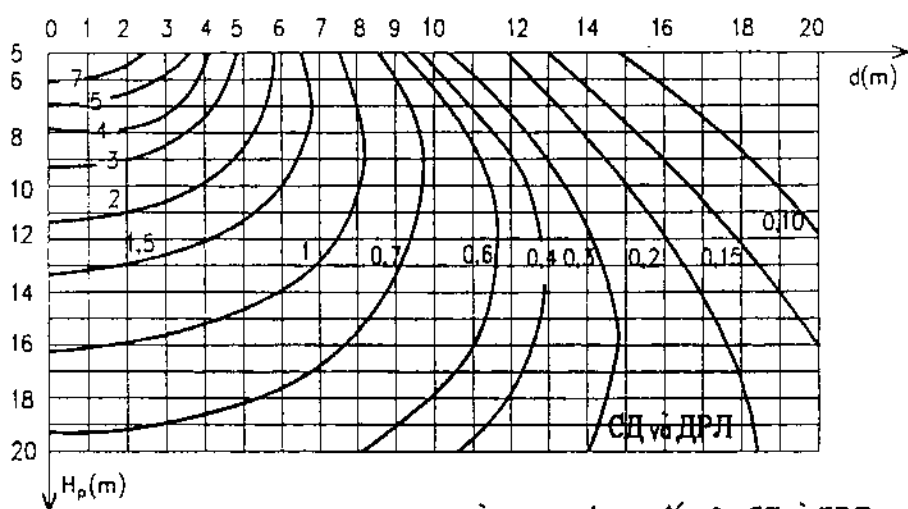
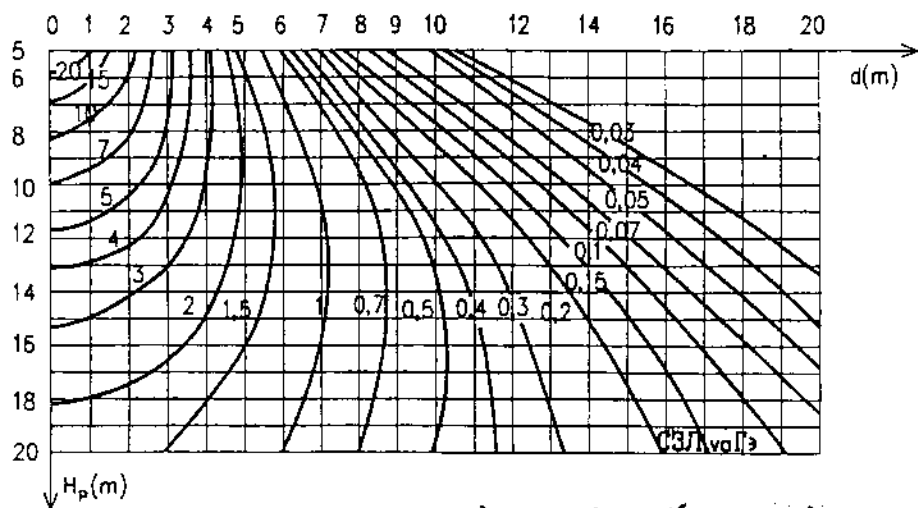


Đường đẳng lux,
quang thông
chuẩn $F=1000lm$,
để tìm
giá trị $e_n=f(H_p, d)$.



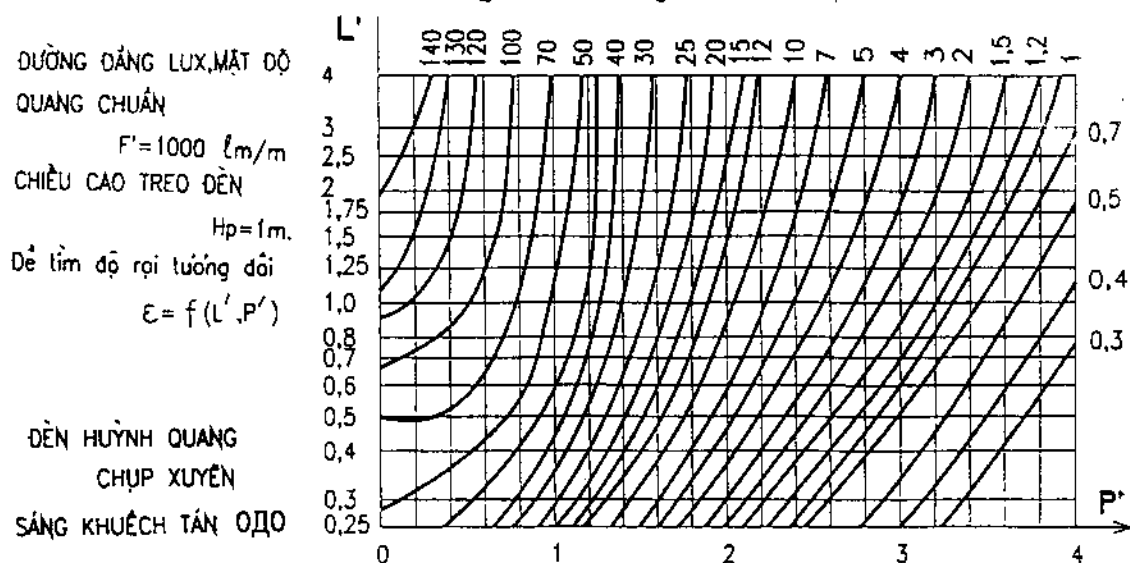
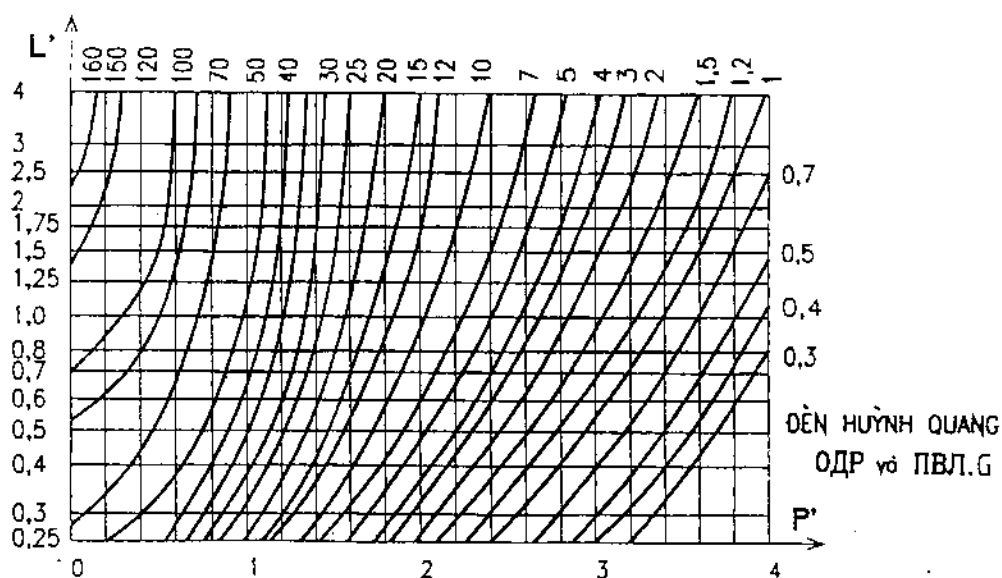
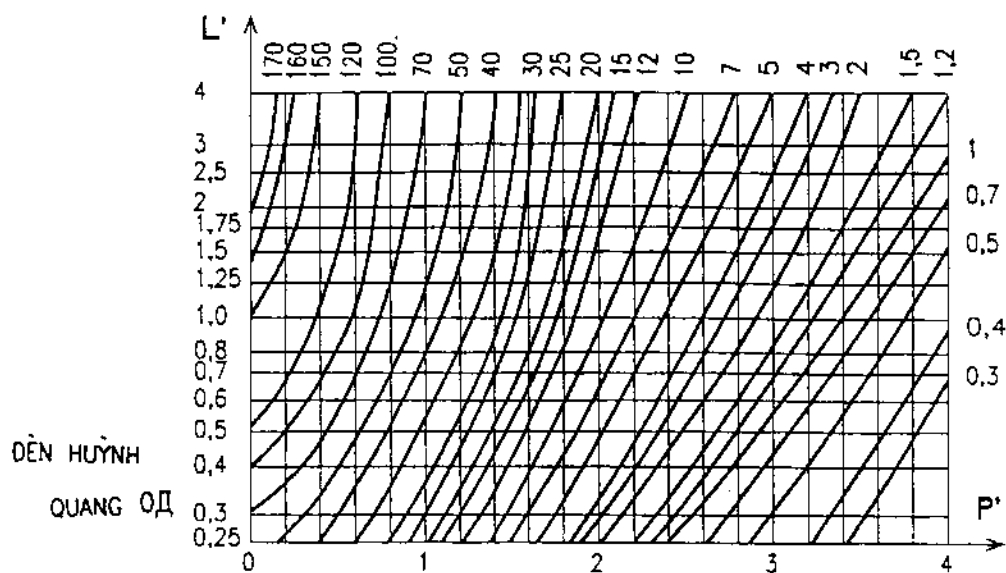
Đường đẳng lux, quang thông chuẩn $F=1000\text{lm}$.
để tìm giá trị $e_n=f(H_p, d)$

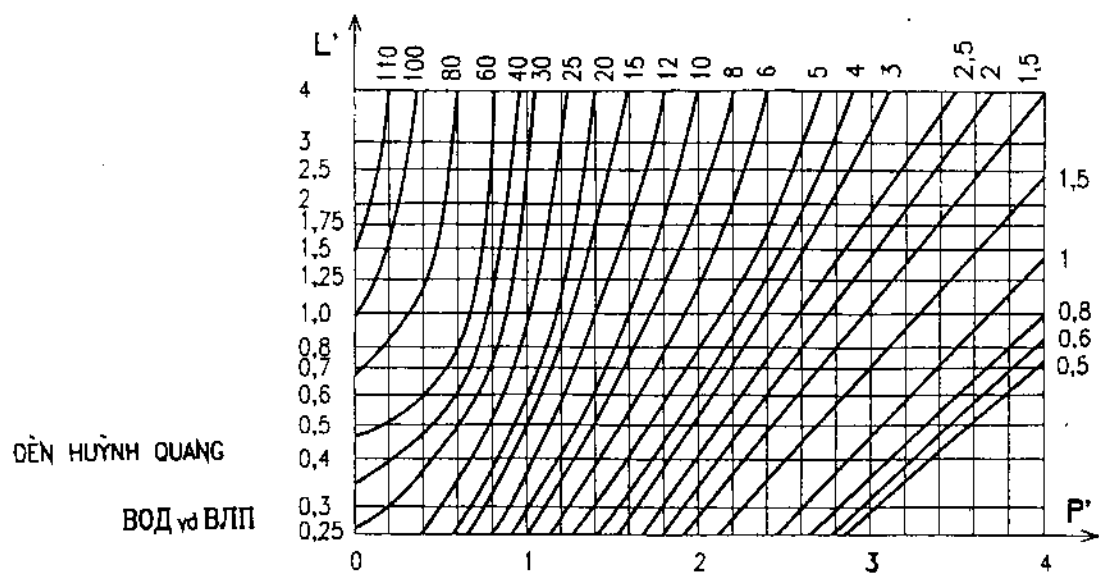
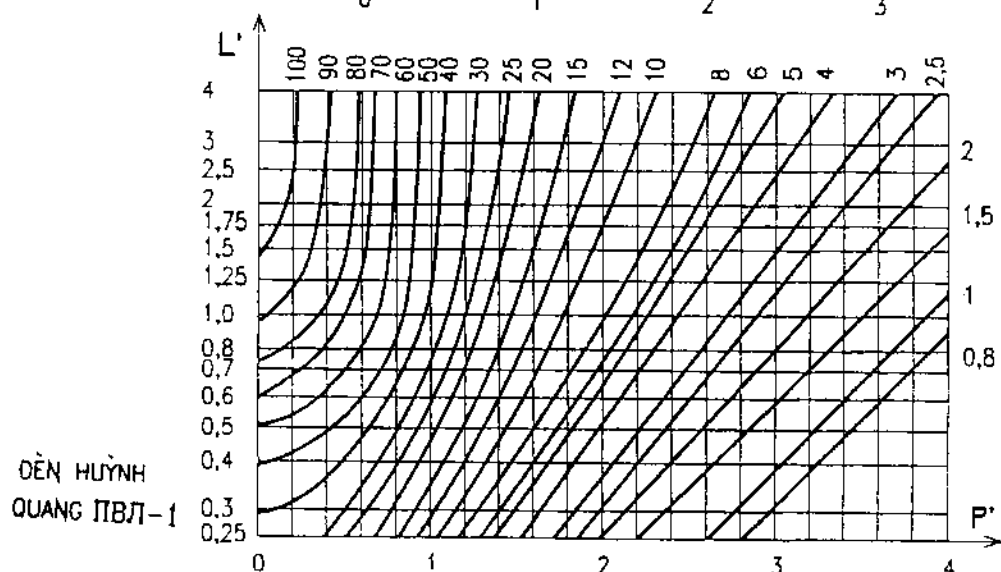
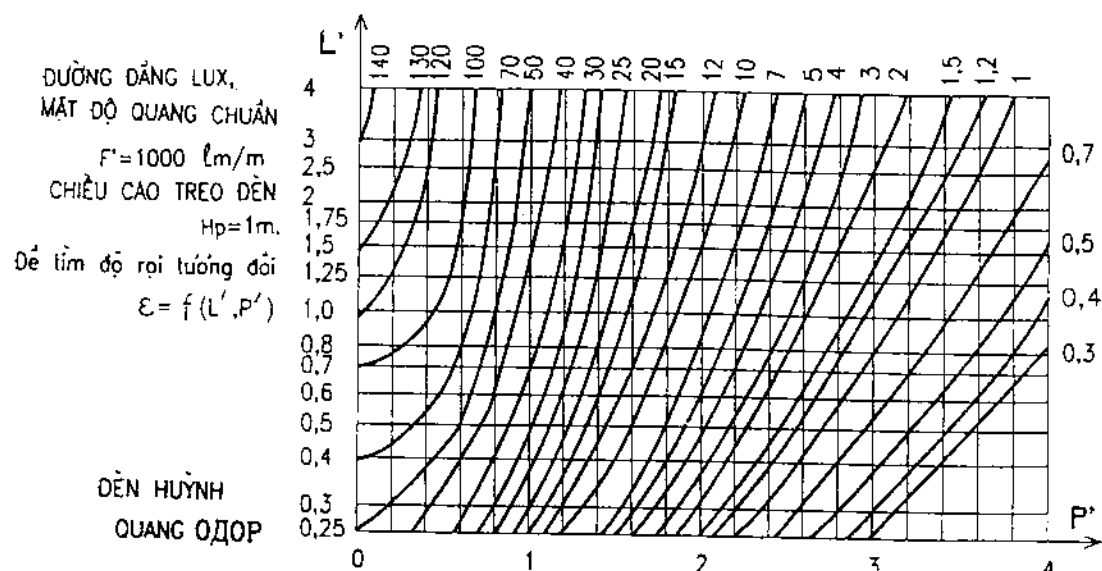




Đường đồng lux, quang thông chuẩn $F=1000lm$.

để tìm giá trị $e_n=f(H_p, d)$





TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên và nhân tạo các công trình kiến trúc, Bộ Xây dựng – Nhà Xuất bản Xây dựng Hà Nội
- Vật lý kiến trúc Phạm Ngọc Đăng – Nhà xuất bản Giáo dục 1966
- Vật lý xây dựng Phạm Ngọc Đăng – Phạm Đức Nguyên – Lương Minh, Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội 1982
- Bài Giảng "Thiết kế chiếu sáng nhân tạo các công trình xây dựng" Bộ môn điện kỹ thuật – Trường đại học Kiến trúc Hà Nội
- Bài giảng "Quang học kiến trúc" Việt Hà – Nguyễn Ngọc Giả – Trường đại học Kiến trúc TP. HCM
- Bài Giảng "Thiết kế chiếu sáng nhân tạo các công trình kiến trúc" Trần Thị Mỹ Hạnh – Trường đại học Kiến trúc TP. HCM
- Chiếu sáng tự nhiên các công trình kiến trúc Thẩm Thiên Hành – Bản Trung văn 1956
- Thiết kế chiếu sáng công xưởng Bản Trung văn 1955
- Giáo trình kiến trúc vật lý Nhà xuất bản Công nghiệp Trung Quốc – (tái bản lần thứ 5)
- Основы Строительной Физики Тусев НМ – Nhà xuất bản Xây dựng Mockova (M) 1975
- Естественное освещение зданий Тусев НМ – Nhà xuất bản Xây dựng Mockova (M) 1961
- Осветительные установки Мешков ВВ – Nhà xuất bản Xây dựng Mockova (M) 1972
- Справочная книга по светотехнике Епанешников ММ – Nhà xuất bản Xây dựng Mockova (M) 1958
- L'éclairage Notions de base projets d'installtions (tái bản lần thứ 4), Patrick Vandeplangue
- Architectural physics Hopkinson – Lighting 1963
- Ernst Neufert Architects' data

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
PHẦN I : NHỮNG KIẾN THỨC CHUNG VỀ KỸ THUẬT CƠ SỞ CỦA NGHỆ THUẬT CHIẾU SÁNG	
Chương 1 : KHÁI NIỆM VỀ BẢN CHẤT CỦA ÁNH SÁNG	
I. Sóng điện từ, sự tạo thành sóng điện từ	5
II. Những tính chất chung của sóng điện từ	6
III. Sóng điện từ phẳng đơn sắc	6
IV. Phân loại sóng điện từ	6
V. Ánh sáng - bức xạ điện từ khả kiến	7
VI. Định luật cơ bản của quang hình học	8
Chương 2 : ĐẠI LƯỢNG VÀ ĐƠN VỊ ĐO ÁNH SÁNG	
I. Đặc điểm của phép đo ánh sáng	10
1. Trắc quang chủ quan	10
2. Trắc quang khách quan	10
II. Thông lượng bức xạ, cường độ quang phổ	10
III. Hàm số thị kiến, quang thông	12
IV. Cường độ sáng	15
1. Góc khối (góc không gian, góc đặc)	15
2. Radiant (rad)	15
3. Stéradian (Sr)	15
4. Biểu thức của góc khối nhìn từ điểm 0 tới mặt ds	15
5. Cường độ sáng	16
V. Độ rọi	19
VI. Độ trưng	20
VII. Độ chói	21
VIII. Quan hệ giữa độ chói và độ trưng của mặt phát sáng	23
IX. Quan hệ giữa độ chói của mặt phát sáng với độ rọi của mặt được rọi sáng	25
Chương 3 : TÍNH CHẤT PHÁT SÁNG CỦA VẬT LIỆU	
I. Đặc điểm chung	28
1. Tính chất phản xạ	29
2. Tính chất xuyên qua	32
II. Đặc trưng chiếu sáng kiến trúc	32

Chương 4 : ĐỘ NHÌN VÀ NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG

I. Cấu tạo và sự thu nhận ánh sáng của mắt	34
II. Thị giác ban ngày, thị giác hoàng hôn	34
1. Thị giác ban ngày	35
2. Thị giác hoàng hôn	35
3. Quá trình thích nghi	35
4. Cực cận, cực viễn	36
5. Độ chói chủ quan	36
III. Ánh sáng màu, tính ba biến của thị giác và hệ quả	38
1. Tính ba màu của ánh sáng trong cảm nhận thị giác	38
2. Biểu đồ màu xy	40
3. Phương pháp sử dụng biểu đồ màu xy	41
4. Hòa màu	42
5. Biểu đồ màu u'v'	44
IV. Những nhân tố ảnh hưởng tới độ nhìn	45
1. Góc nhìn và năng suất phân li	45
2. Tỷ lệ độ chói giữa vật quan sát và bối cảnh	48
3. Độ chói của vật quan sát	50
4. Khoảng cách giữa vật và mắt	51
5. Thời gian quan sát.	51
6. Hiện tượng lóa mắt do độ chói trong trường sáng	51

PHẦN II : CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN (CSTN)

Chương 5 : ÁNH SÁNG MẶT TRỜI

I. Hệ số chiếu sáng tự nhiên (HSCSTN)	55
II. Định luật cơ bản của quang học kiến trúc	56
1. Định luật hình chiếu góc khối	56
2. Định luật gần đúng của kĩ thuật chiếu sáng	58
III. HSCSTN mặt cầu, mặt bán cầu, độ rọi trụ	59
1. Đặc trưng cho độ rọi không gian	59
2. Độ rọi nửa hình trụ	61
IV. Quang khí hậu - khí hậu ánh sáng	63
1. Nguồn sáng tự nhiên	63
2. Ánh sáng trực tiếp của mặt trời	64
3. Ánh sáng khuếch tán của bầu trời	67
4. Sự phân bố độ chói của bầu trời	69
5. Biểu đồ quang khí hậu	71
6. Hệ số quang khí hậu	73

7. Độ chiếu sáng so sánh	74
V. Tính chiếu sáng tự nhiên	76
1. Độ rọi tổng hợp trong phòng	76
2. Phương pháp tính gần đúng theo độ rọi trong phòng	78
3. Hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng m	81
4. Phương pháp biểu đồ	86
5. Xác định giá trị HSCSTN thực tế	90
VI. Tính ánh sáng phản xạ	97
1. Chiếu sáng bằng cửa bên	97
2. Chiếu sáng bằng cửa mái	99
3. Phương pháp tính ánh sáng phản xạ Gop Kin Son	101
4. Quan hệ giữa hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng với hệ số phản xạ của các bề mặt trong phòng	102
5. Kết luận đáng nhớ	102
6. Độ chói trên mặt phản chiếu ánh sáng của công trình đối diện	102
Chương 6 : THÀNH LẬP TIÊU CHUẨN CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN	
I. Phương pháp thành lập tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên (CSTN)	104
1. Yêu cầu đối với trường ánh sáng phân bố trên mặt làm việc trong phòng	104
2. Hai phương pháp cơ bản để thành lập tiêu chuẩn CSTN	106
II. Tiêu chuẩn chiếu sáng tự nhiên	107
1. Các loại hệ thống cửa lấy ánh sáng tự nhiên	107
2. Những quy định chung trong tiêu chuẩn CSTN	107
3. Tiêu chuẩn CSTN cho các loại phòng	108
Chương 7 : TRÌNH TỰ THIẾT KẾ CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN	
I. Xác định giá trị HSCSTN tiêu chuẩn	111
II. Chọn hệ thống và hình thức cửa hợp lí	111
1. Hệ thống chiếu sáng cửa bên	111
2. Hệ thống chiếu sáng cửa trên	116
3. Những nhân tố ảnh hưởng chất lượng ánh sáng của cửa trên	118
III. Sơ bộ xác định diện tích cửa	121
1. Phương pháp biểu đồ Danhiluk	121
2. Phương pháp hệ số diện tích cửa lấy ánh sáng	122
IV. Kiểm tra HSCSTN trong phòng	123
1. Nội dung công tác kiểm tra	123
2. Các bước tính kiểm tra	123
V. Đặc điểm chiếu sáng cho một số công trình dân dụng	126
1. Chiếu sáng cho kiến trúc công cộng	126
2. Chiếu sáng tự nhiên cho nhà ở	132

PHẦN III : CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO

Chương 8 : ÁNH SÁNG NHÂN TẠO - ÁNH SÁNG BẰNG ĐIỆN NĂNG

I. Đèn nung sáng	136
II. Đèn huỳnh quang	139
1. Sự phóng điện trong chất khí và hơi kim loại	139
2. Đèn phóng điện qua chất khí	141
3. Đèn huỳnh quang áp suất thấp	142
4. Đèn huỳnh quang cải tiến	144
5. Đèn phóng điện	145
III. Dụng cụ chiếu sáng	146
1. Nhiệm vụ của dụng cụ chiếu sáng	146
2. Đặc tính kĩ thuật của dụng cụ chiếu sáng	148
3. Phân loại đèn	151
4. Đèn chiếu sáng trong nhà	152
5. Đèn chiếu sáng ngoài nhà	154
6. Một số nguồn sáng cấu tạo theo kiến trúc	155
7. Đèn pha	157
8. Một số kiểu dáng dụng cụ chiếu sáng thường thấy	157
IV. Quy phạm tiêu chuẩn chiếu sáng nhân tạo	159
1. Những điều kiện và yêu cầu của quy phạm	160
2. Quy phạm, tiêu chuẩn	160
3. Quy định chất lượng chiếu sáng	162
4. Hệ số dự trữ	172
V. Tính toán chiếu sáng nhân tạo	173
1. Phân loại nguồn sáng	173
2. Độ rọi, độ lệch quang thông trên mặt làm việc	174
3. Phương pháp bố trí đèn	175
4. Trình tự tính toán đối với phương thức chiếu sáng chung	178
5. Phương pháp hệ số lợi dụng quang thông	180
6. Nguồn sáng điểm	193
7. Nguồn đường	206
8. Nguồn mặt song song với mặt làm việc	220
9. Nguồn mặt thẳng góc với mặt làm việc	227
10. Kiểm tra các điều kiện tiện nghi	230
11. Mặt phát sáng sử dụng ánh sáng tự nhiên	237

Chương 9 : CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO NGOÀI NHÀ

I. Khái niệm chung	239
--------------------	-----

1. Những nguyên lý cơ bản	239
2. Cấp chiếu sáng	240
II. Phương pháp tỉ số R	241
1. Chiều cao treo đèn	241
2. Phương pháp bố trí đèn	242
3. Công suất đèn	243
III. Kiểm tra	246
1. Chỉ số tiện nghi	246
2. Kiểm tra hiện trường	246
IV. Bố trí đèn giữa lòng đường trên bờ phân cách làn xe	249
V. Bố trí đèn 2 bên đối diện	251
VI. Phương pháp độ chói điểm	252
1. Độ chói của mặt đường	252
2. Phân loại lớp phủ mặt đường	253
3. Trình tự tính độ chói trung bình trên mặt đường	254
VII. Chiếu sáng công trình thể thao ngoài trời	260
1. Chiếu sáng bằng đèn pha	261
2. Trình tự tính toán	263

PHỤ LỤC

PHỤ LỤC I : Tư liệu của Liên Xô cũ	270
PHỤ LỤC II : Tư liệu của Liên Xô cũ	272
PHỤ LỤC III : Hệ số có ích theo quy chuẩn U.T.E 71-121 (1984)	277
PHỤ LỤC IV : Chứng minh thư của một vài loại đèn thường gặp (Tư liệu của các hãng Philips, Mazda, Claude v.v...)	283
PHỤ LỤC V : Tư liệu của Liên Xô cũ Đường đẳng lux theo điều kiện chuẩn, để tìm giá trị độ rọi giả định và độ rọi tương đối	288
TÀI LIỆU THAM KHẢO	294

QUANG HỌC KIẾN TRÚC

CHIẾU SÁNG TỰ NHIÊN VÀ CHIẾU SÁNG NHÂN TẠO

Chịu trách nhiệm xuất bản :
KTS. VŨ QUỐC CHÍNH

Biên soạn :	VIỆT HÀ - NGUYỄN NGỌC GIẢ
Biên tập :	BÙI HỮU HẠNH
Trình bày :	VŨ HỒNG THANH
Vẽ bìa :	Hs. NGUYỄN HỮU TÙNG
Chế bản điện tử :	PHÒNG MÁY TÍNH NXBXD
Sửa bản in :	BÙI HỮU HẠNH

In 2000 cuốn khổ 14,5 × 20,5cm tại xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng kí kế hoạch xuất bản số 42/XB-QLXB-90, ngày 14/1/1998. In xong nộp lưu chiểu tháng 9/1998.

$\frac{6X - 6X^2}{XD - 98}^{42 - 98}$

Giá 39.000đ