

PATRICK VANDEPLANQUE

KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG

Kỹ thuật
chiếu sáng
Kỹ thuật

chiếu sáng
Kỹ thuật
chiếu sáng

Kỹ thuật
chiếu sáng
Kỹ thuật
chiếu sáng
Kỹ thuật
chiếu sáng



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PATRICK VANDEPLANQUE

KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG

Những khái niệm cơ sở,
thiết kế chiếu sáng

In lần thứ 4, có sửa chữa

Người dịch : LÊ VĂN DOANH
ĐẶNG VĂN ĐÀO



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI

DICH TỪ NGUYÊN BẢN TIẾNG PHÁP

Patrick Vandeplanque

Ingénieur I.D.N. Docteur-Ingénieur

Agrégé de Physique Appliquée

Maître de conférences à l'I.U.T. de Béthune

(Université d'Artois)

L'éclairage

notions de base

projets d'installations

4e édition revue et complétée

$\frac{6.6C2.19}{KHKT - 2003}$ 787 - 61 - 2003

LỜI GIỚI THIỆU

Theo đà phát triển của sự nghiệp công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, các đô thị, khu công nghiệp, xa lộ, công trình văn hóa, thể thao đang và sẽ phát triển nhanh chóng. Việc chiếu sáng các công trình này trở nên mối quan tâm hàng đầu của các nhà kỹ thuật và giới mỹ thuật.

Trong lĩnh vực Kỹ thuật chiếu sáng ở Việt Nam, cho đến nay chưa có tài liệu tiếng Việt hoàn chỉnh. Nhằm khắc phục chỗ trống này chúng tôi giới thiệu cuốn sách *"Kỹ thuật chiếu sáng, những khái niệm cơ sở, thiết kế chiếu sáng"* của tác giả người Pháp Patrick Vandeplanque. Cuốn sách này có thể coi là tài liệu hoàn chỉnh nhất về kỹ thuật chiếu sáng. Bản dịch này dựa trên sách được tái bản lần thứ tư, có bổ sung thêm những tư liệu mới. Cuốn sách thể hiện những thành tựu của lĩnh vực kỹ thuật chiếu sáng của nước Pháp, một nước có truyền thống về những công trình xây dựng.

Cuốn sách chia làm 5 phần.

Phần thứ nhất giới thiệu các cơ sở vật lý của ánh sáng, phép đo ánh sáng.

Phần thứ hai trình bày những dụng cụ chiếu sáng, đưa ra các đặc tính kỹ thuật của các loại đèn thông dụng.

Phần thứ ba trình bày vấn đề chiếu sáng trong nhà, đưa ra phương pháp tính toán phòng tiếp tân, lớp học, phân xưởng, phòng triển lãm...

Phần thứ tư trình bày vấn đề chiếu sáng các công trình công cộng, chiếu sáng các xa lộ, các công trình thể thao, nguồn cung cấp cho các thiết bị chiếu sáng.

Phần thứ năm là phần mở rộng, trình bày lý thuyết mới nhất về chiếu sáng.

Toàn bộ cuốn sách có rất nhiều bảng tra cứu và ví dụ cụ thể về tính toán chiếu sáng theo các tiêu chuẩn của Ủy ban quốc tế về chiếu sáng C.I.E.

Trong lần tái bản này người dịch có hiệu đính và bổ sung một số đề mục để quyển sách chính xác và dễ hiểu hơn.

Với nội dung phong phú và thiết thực, cuốn sách là tài liệu tốt cho sinh viên ngành điện và ngành xây dựng, kiến trúc trong môn học Kỹ thuật chiếu sáng. Cuốn sách cũng là tài liệu tham khảo có giá trị cho các kỹ sư, cán bộ kỹ thuật làm việc trong lĩnh vực Kỹ thuật chiếu sáng.

Chúng tôi mong nhận được nhận xét, góp ý của đồng đạo bạn đọc về chất lượng bản dịch. Mọi thư từ góp ý xin gửi về Bộ môn thiết bị điện, khoa Năng lượng, trường Đại học Bách khoa Hà Nội. ĐT: 8692511. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn.

Người dịch

PHẦN THỨ NHẤT

PHÉP ĐO ÁNH SÁNG

1 SÓNG VÀ ÁNH SÁNG

1.1 Sóng điện từ

Ta gọi bức xạ điện từ là hiện tượng lan truyền đồng thời theo đường thẳng của điện trường biểu diễn bằng vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và từ trường biểu diễn bằng vectơ từ cảm $\vec{B}$.

Các trường này có tính chất sau đây :

- Sự phân bố trường theo phương truyền ký hiệu $\vec{x}$ là xoay chiều hình sin, có bước sóng λ và tiến hành trong hai mặt phẳng vuông góc sao cho $\vec{x}$, $\vec{E}$, $\vec{B}$ tạo nên một tam diện thuận.

- Các biên độ của trường tại một điểm tỷ lệ nghịch với khoảng cách từ điểm đó đến nguồn phát.

- Sự phân bố trường điện từ ở xa nguồn có biên độ suy giảm, có vận tốc phụ thuộc vào môi trường truyền sóng, còn gọi là vận tốc truyền hay vận tốc pha; do vậy ở một điểm đã cho trong không gian trường điện từ có tần số dao động ν .

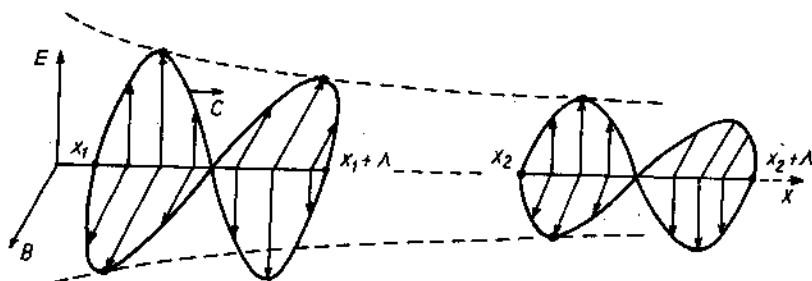
Một nguồn bức xạ bất kỳ ví dụ mặt trời phát vô số bức xạ :

- Số phương xung quanh nguồn là vô hạn.
- Với mỗi phương $\vec{x}$ có vô số mặt phẳng có thể chứa $\vec{E}$ và $\vec{B}$.
- Trong mỗi cặp mặt phẳng chứa $\vec{E}$ và $\vec{B}$ có vô số sóng điện từ gọi là "sóng phẳng" có bước sóng λ .

Chúng ta lấy trường hợp đơn giản nhất : sóng điện từ phẳng, bước

sóng λ , lan truyền trong chân không (hoặc trong không khí); Trong trường hợp này hai trường biến thiên cùng pha với vận tốc truyền là $C=3.10^8$ m/s. Một cách tự nhiên suy ra : $C = \nu \lambda$.

Hình 1.1 minh hoạ sự phân bố điện trường và từ trường ở một thời điểm đã cho tại hai vị trí của phương truyền một sóng phẳng trong chân không hoặc trong không khí.



Hình 1.1

Như vậy năng lượng điện từ được truyền tải quan hệ với tích vectơ $\vec{E} \wedge \vec{B}$ và thể hiện bằng các lượng tử hữu hạn tuân theo các định luật cơ học lượng tử. Có thể nói một cách đơn giản rằng sóng điện từ truyền các "hạt" nhỏ năng lượng gọi là các photon năng lượng

$$W = h\nu \quad (1).$$

Nhận xét này sẽ càng có ích bởi vì : vấn đề thu sóng ở khoảng cách nào đó từ nguồn phát cho phép thu lại năng lượng tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách.

1.2 Ánh sáng

Mọi sóng điện từ đều cùng tuân theo các định luật vật lý, cụ thể là các định luật truyền sóng, các định luật phản xạ và khúc xạ, nhưng ánh

(1) h là hằng số Planck bằng $6,6.10^{-34}$ J/Hz.

hường của sóng khác nhau rõ rệt tùy theo năng lượng được truyền, nghĩa là tùy theo bước sóng λ .

Trong sự phân loại sau đây có tồn tại một dải ưu tiên hẹp gồm giữa 780nm và 380nm (1 nanomet = 10^{-9} m) mà " mắt - não " con người có thể cảm nhận trực tiếp, đó là ánh sáng nhìn thấy hoặc gọi đơn giản là ánh sáng.

3000m	-	1000m	GO(sóng dài)				
1000m	-	100m	PO (sóng trung)	sóng Radio	} Các sóng Hertz		
100m	-	10m	OC (sóng ngắn)				
10m	-	0,5m	Vô tuyến truyền hình, FM.				
500mm	-	1mm	Rada				
1000 μ	-	0,78 μ	Hồng ngoại		} Các sóng ánh sáng mềm và cứng	} Các hiệu ứng sinh lý	
0,78 μ	-	0,38 μ	Ánh sáng nhìn thấy				
0,38 μ	-	0,01m	Tử ngoại				
100A°	-	0,01A°	Tia X				
<0,01A°			Tia γ				
			⋮				
			Các tia vũ trụ				

(1A° = 10^{-10} m)

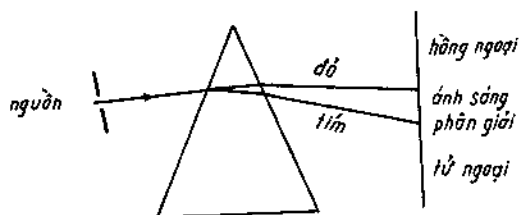
Do vậy mắt người là một bộ thu "thông dải" rất tinh vi, hơn nữa mắt có nhạy cảm màu đi từ màu đỏ đến màu tím ở mỗi bước sóng của dải 780 - 380nm. Sự cảm nhận này thay đổi tùy theo từng người và đã được Ủy ban quốc tế về chiếu sáng (C.I.E) mã hoá đưa ra các giới hạn cực đại của các phổ màu :

	380nm	439nm	498nm	568nm	592nm	631nm	780nm
	Tím	Xanh da trời	Xanh lá cây	Vàng	Da cam	Đỏ	
Tử ngoại	412 max	470	515	577	600	673	Hồng ngoại

Ta có thể nhìn thấy thành phần cấu tạo của tất cả nguồn sáng bằng cách cho chùm tia sáng qua cạnh của một lăng kính thủy tinh hoặc

thạch anh. Với mỗi bước sóng lăng kính thể hiện như một vật liệu có chiết suất khác nhau và do đó mỗi bức xạ đơn sắc bị lệch càng nhiều khi bước sóng của nó càng nhỏ (hình 1.2).

Nếu ánh sáng gồm một tổng hữu hạn các tia sáng có bước sóng khác nhau (các tia đơn sắc) ta quan sát thấy trên màn một phổ vạch theo



Hình 1.2

các giá trị λ khác nhau ứng với các màu đơn sắc.

Ngược lại nếu ánh sáng gồm hỗn hợp liên tục của tất cả bước sóng khác nhau (ánh sáng "trắng") ta được một "phổ liên tục" chuyển từ màu này sang màu khác.

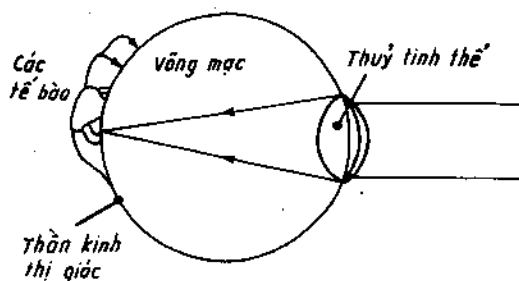
1.3 Con mắt người

Khó khăn chủ yếu của việc chiếu sáng làm trở ngại việc nghiên cứu trực tiếp bằng các định luật vật lý tổng quát là ở chỗ con mắt, công cụ thu các ấn tượng thị giác biến đổi theo quy luật không tuyến tính và biến thiên theo thời gian các ấn tượng quang học thành các tín hiệu có nguồn gốc điện để cho phép bộ óc tái tạo lại hiện tượng gọi là "thị giác".

Do vậy đứng trước sự chênh lệch rất lớn về khả năng của con mắt liên quan đến tuổi tác và khuyết tật của mắt chỉ cần lưu ý "con mắt quốc tế" như C.I.E. đã định nghĩa vào năm 1924, đối với người quan sát quy chiếu trung bình dưới 30 tuổi.

1.3.1 Sự hoạt động quang học

Giác mạc và nhất là thủy tinh thể tạo nên một hệ thống tập trung cho phép hình ảnh được tạo nên trên võng mạc, phía sau nhãn cầu (hình 1.3).



Hình 1.3

Con mắt khác với các dụng cụ quang học chủ yếu là nó rất mềm, thủy tinh thể có thể tụ tiêu hình ảnh mà chúng nhận được để tạo nên hình ảnh

rõ nét trên võng mạc một cách khác nhau. Đó là hiện tượng điều tiết của mắt.

1.3.2 Sự giải mã hình ảnh

Ở phía sau mắt, võng mạc được bao phủ bằng các tế bào thần kinh, thực chất là các tế bào quang điện liên hệ với bộ não bằng thần kinh thị giác phát dưới dạng luồng tín hiệu thần kinh ăn nhịp với ánh sáng kích thích vào nó.

Người ta phân biệt hai loại tế bào :

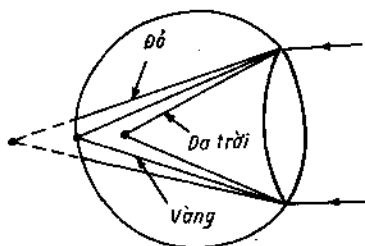
- *Tế bào hình nón* có khoảng 7 triệu tế bào. Chúng chiếm chủ yếu ở vùng giữa của võng mạc (fovéa) và được kích thích bằng các mức chiếu sáng cao (thị giác ban ngày hay "photopique"). Chúng đảm bảo tri giác màu.

- *Tế bào hình que* nhiều hơn tế bào hình nón (khoảng 120 triệu), chúng bao phủ phần còn lại của võng mạc ; có lẫn lộn một số ít tế bào hình nón và được kích thích bằng mức chiếu sáng thấp (thị giác ban đêm hoặc "scotopique"). Chúng chỉ truyền các tri giác đen trắng.

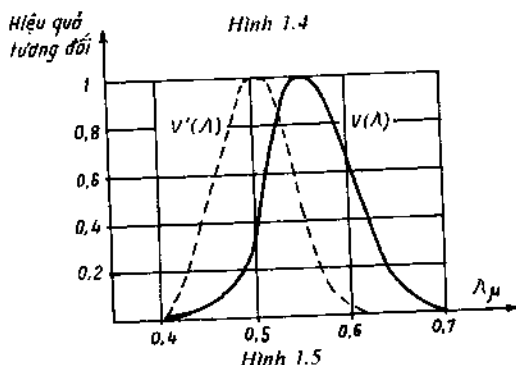
Tất nhiên không có ranh giới rõ rệt đối với sự vận động của hai loại tế bào này . Chúng làm việc nhiều hay ít tùy theo mức chiếu sáng nhất là trong miền thị giác "mésopique" là miền trung gian giữa thị giác ban ngày và thị giác ban đêm.

1.3.3 Các tính năng của mắt

- Vị trí trung tâm chủ yếu của các tế bào hình nón giải thích rằng tri giác màu chỉ có thể rõ nét khi hình ảnh được tụ tiêu trên võng mạc.



Hình 1.4



Hình 1.5

Khi con mắt "cố định" một mục tiêu, nói chung nó không thể phân biệt được màu của một mục tiêu khác thâm nhập vào thị trường của nó.

- Hai điểm của không gian được nhìn một cách phân biệt nếu hình ảnh của nó tạo nên cảm giác của hai tế bào khác nhau, tương ứng với sai lệch góc vào quãng 17.10^{-3} độ : đó là

khả năng phân biệt của mắt.

- Độ nhạy cảm của mắt đối với các bức xạ phụ thuộc vào các bước sóng của nó. Thực ra các tế bào hình nón chỉ nhạy cảm với các bức xạ gồm giữa 380nm ở đó chúng bắt đầu có cảm giác và 780nm ở đó chúng mất cảm giác, có tồn tại ít nhất một bước sóng ở đó sự nhạy cảm ánh sáng là cực đại theo định lý Rolle.

Điều này có thể được giải thích bằng sự khúc xạ của tia sáng qua mắt : các tia có bước sóng thấp (xanh da trời) bị lệch nhiều và hội tụ trước võng mạc một ít trong khi đó các tia màu đỏ hội tụ sau võng mạc một ít. Các tia sáng có bước sóng vào khoảng 550m tạo nên một hình

ảnh rõ nét trên võng mạc, cũng vậy năng lượng bức xạ tạo nên một cảm giác sinh động hơn (hình 1.4). Vì vậy người ta có thể xác định hiệu quả ánh sáng tương đối của mắt đối với thị giác ban ngày, đó là hàm $v(\lambda)$ (hình 1.5).

Quan hệ này thể hiện bộ lọc của mắt, sau đây chúng ta sẽ định nghĩa các đại lượng quang học mới mà hệ thống các đại lượng vật lý kinh điển chưa nêu đầy đủ.

Cuối cùng đối với thị giác ban đêm, C.I.E. đã định nghĩa một đường cong hiệu quả ánh sáng tương đối thứ hai $V'(\lambda)$ có dạng tương tự như $V(\lambda)$ nhưng lệch về các tia tử ngoại vào khoảng 50nm.

Như vậy hiệu ứng Purkinje đã được giải thích. Purkinje là nhà sinh lý Séc đã nhận thấy rằng các mặt màu xanh da trời và màu đỏ cũng như các ánh sáng ban ngày xuất hiện lúc rạng đông theo thứ tự màu ghi sáng và màu đen.

Chúng ta lưu ý tiếp theo rằng hàm $V'(\lambda)$ liên quan đến các mức chiếu sáng yếu và chỉ tác động đến lĩnh vực kỹ thuật chiếu sáng trong trường hợp đặc biệt.

1.4 Sự cần thiết các đơn vị mới

Tất cả nguồn sáng biến đổi năng lượng mà nó tiêu thụ thành một hoặc nhiều trong ba hiệu ứng sau đây : hoá, nhiệt, điện từ. Các bức xạ ánh sáng chỉ là một bộ phận nhỏ của các bức xạ điện từ, do vậy chúng chỉ mang theo một phần công suất của nguồn.

Đối với nhà vật lý, năng lượng bức xạ trong một giây theo mọi hướng là thông lượng năng lượng được tính bằng oát và nếu $W(\lambda)$ là phân bố phổ năng lượng của nguồn ta suy ra :

$$\text{Thông lượng năng lượng} = \int_0^{\infty} W(\lambda).d\lambda$$

Thông lượng năng lượng trong phổ nhìn thấy là :

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W(\lambda).d\lambda \quad \text{với } \lambda_1 = 380 \text{ nm và } \lambda_2 = 780 \text{ nm}$$

Đối với nhà kỹ thuật chiếu sáng, các năng lượng bằng nhau được bức xạ với các bước sóng khác nhau không gây ra đối với con mắt cùng một hiệu quả ánh sáng và do vậy cần phải chú ý đến đường cong $V(\lambda)$, do đó người ta định nghĩa quang thông Φ như sau :

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} W(\lambda).V(\lambda).d\lambda$$

người ta không dùng đơn vị oát nữa mà dùng một đơn vị mới gọi là lumen (lm) sẽ được trình bày ở chương tiếp theo.

Để làm rõ sự khác nhau giữa oát và lumen, chúng ta lưu ý rằng nếu một nguồn biến đổi tất cả các năng lượng của nó thành ánh sáng, 1 oát cung cấp 683 lm trong một tia đơn sắc bước sóng 555 nm, nhưng chỉ có 200 lm trong một phổ liên tục có năng lượng phân bố đều trong miền các bức xạ nhìn thấy.

2 CÁC ĐẠI LƯỢNG ĐO ÁNH SÁNG

Khái niệm quang thông là quan niệm đầu tiên của con người có quan hệ với các nguồn sáng, đó là ngọn nến và đèn măng sông không cho cùng một lượng ánh sáng.

Nhưng khái niệm này không nêu lên bất kỳ sự phân bố ánh sáng trong các miền khác nhau của không gian chiếu sáng, hơn nữa nó không thể đo được.

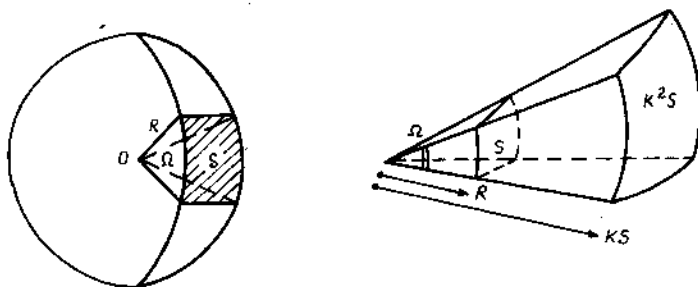
Điều đó đã thúc đẩy nhà vật lý Lambert ở thế kỷ 18 đưa ra các cơ sở của phép đo ánh sáng dựa trên cơ sở quang học, hình học và sinh lý học.

2.1 Góc khối - Ω , steradian, sr

Mặc dù khái niệm hình học này không chỉ dùng cho phép đo ánh sáng, nhưng cần thiết cho sự lập luận trong không gian nên ta cần nhắc lại định nghĩa của nó.

Có thể nói một cách đơn giản rằng góc khối, ký hiệu Ω , là góc trong không gian.

Ta giả thiết rằng một nguồn điểm đặt ở tâm O của một hình cầu rỗng bán kính R và ký hiệu S là nguyên tố mặt của hình cầu này.



Hình 2.1

Hình nón đỉnh O cắt S trên hình cầu biểu diễn góc khối Ω , nguồn nhìn mặt S dưới góc đó.

Ω được định nghĩa là tỷ số của S trên bình phương của bán kính :

$$\Omega = \frac{S}{R^2}.$$

Ta được giá trị cực đại của Ω khi từ O ta chắn cả không gian, tức là toàn bộ mặt cầu :

$$\Omega = \frac{S}{R^2} = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \text{ steradian.}$$

Do đó steradian là góc khối tức là "khai triển của hình nón" dưới góc đó một người quan sát đứng ở tâm một quả cầu có bán kính 1m nhìn thấy diện tích 1m^2 trên mặt cầu này (hình 2.1).

Nếu bán kính là K mét, mặt chắn sẽ là $K^2.\text{m}^2$.

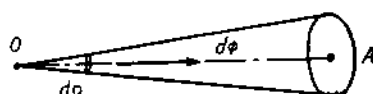
2.2 Cường độ sáng I - candela, cd

Đó là đại lượng mới nhất đưa vào hệ đơn vị S.I. hợp lý hoá (M.K.S.A), từ khái niệm về quang thông.

Trường hợp tổng quát một nguồn không phải luôn luôn phát sáng một cách giống nhau trong không gian. Chúng ta xét sự phát xạ thông lượng $d\Phi$ của nguồn O theo phương của điểm A là tâm của miền dS được nhìn từ O dưới góc khối $d\Omega$. Khi cho dS tiến tới không, $d\Omega$ cũng tiến tới không, song tỷ số $d\Phi/d\Omega$ tiến tới một giá trị tới hạn gọi là cường độ sáng của O tới A (hình 2.2),

$$\text{tức là } I_{OA} = \lim_{d\Omega \rightarrow 0} \frac{d\Phi}{d\Omega}.$$

Cường độ sáng luôn luôn liên quan với một phương cho trước được biểu diễn bằng một vectơ theo phương này và có độ lớn tính bằng candela (viết tắt : cd, còn gọi là nến).



Hình 2.2

Cần phải định nghĩa một đơn vị mẫu đặc trưng cho candela cũng như đơn vị chiều dài là mét. Sau một thời gian dài dùng đơn vị liên quan đến ánh sáng phát từ platin ở nhiệt độ đông đặc của nó, candela vừa có định nghĩa mới (tháng 10 năm 1979) do cơ quan đo lường đưa ra.

Candela là cường độ sáng theo một phương đã cho của nguồn phát một bức xạ đơn sắc có tần số 540.10^{12} Hz ($\lambda \approx 555$ nm) và cường độ năng lượng theo phương này là 1/683 oát trên steradian.

Để thấy rõ hơn ý nghĩa của đại lượng này trong thực tế, sau đây là một số đại lượng cường độ sáng của các nguồn sáng thông dụng :

Ngọn nến	:	0,8 cd	(theo mọi hướng)
Đèn sợi đốt 40 W / 220 V	:	35 cd	(theo mọi hướng)
Đèn sợi đốt 300 W / 220 V	:	400 cd	(theo mọi hướng)
Có bộ phản xạ	:	1500 cd	(ở giữa chùm tia)
Đèn iôt kim loại 2KW	:	14800 cd	(theo mọi hướng)
Có bộ phản xạ	:	250.000 cd	(ở giữa chùm tia)

2.3 Quang thông - Φ , lumen, lm

Đơn vị cường độ sáng candela do nguồn phát theo mọi hướng tương ứng với đơn vị quang thông tính bằng lumen. Lumen là quang thông do nguồn này phát ra trong một góc mở bằng một steradian.

Do đó nếu ta biết sự phân bố cường độ sáng của một nguồn trong không gian ta có thể suy ra quang thông của nó.

Trường hợp đặc biệt nhưng hay gặp, khi cường độ bức xạ I không phụ thuộc vào phương thì quang thông là :

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I \cdot d\Phi = 4\pi \cdot I$$

Ta cũng có thể tìm được quang thông do các nguồn nêu ở mục trên một cách dễ dàng.

2.4 Độ rọi - E , lux, lx

Người ta định nghĩa mật độ quang thông rơi trên một bề mặt là độ rọi, có đơn vị là lux :

$$E_{lx} = \frac{\Phi_{lm}}{S_{m^2}} \quad \text{hoặc } 1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$$

Khi sự chiếu sáng trên bề mặt không đều nên tính trung bình số học ở các điểm khác nhau để tính độ rọi trung bình. Sau đây là một số giá trị thông thường khi chiếu sáng tự nhiên hoặc nhân tạo :

Ngoài trời, buổi trưa trời nắng	: 100.000lx	Phòng làm việc	: 400 đến 600lx
Trời có mây	: 2000 đến 10.000lx	Nhà ở	: 150 đến 300lx
Trăng tròn	: 0,25lx	Phố được chiếu sáng	: 20 đến 50lx

Khái niệm về độ rọi, ngoài nguồn ra còn liên quan đến vị trí của mặt được chiếu sáng.

Ta coi một nguồn sáng điểm O , bức xạ tới một mặt nguyên tố dS ở cách O một khoảng r , một cường độ sáng I .

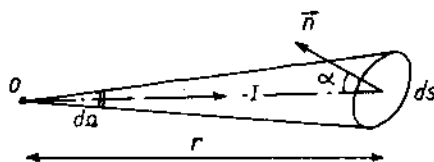
Gọi α là góc hợp bởi pháp tuyến $\vec{n}$ của dS với phương r (hình 2.3).

Góc khối $d\Omega$ chắn trên một hình cầu bán kính r , một diện tích bằng $dS \cdot \cos\alpha$.

$$d\Omega = \frac{dS \cos\alpha}{r^2} = \frac{d\Phi}{I}$$

từ đó suy ra :

$$E = \frac{d\Phi}{dS} = \frac{I \cos\alpha}{r^2}$$

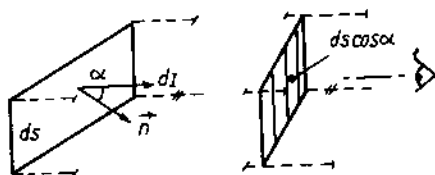


Hình 2.3

Biểu thức này đúng với các nguyên tố bề mặt chứng tỏ rằng độ rọi thay đổi với độ nghiêng tương đối của bề mặt và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách r . Ta cũng tìm thấy kết quả đã nêu ở mục 1.1, cụ thể là năng lượng điện từ (oát hoặc lumen) của một sóng biến thiên theo r^{-2} .

2.5 Độ chói - L , cd/m^2

Các nguyên tố diện tích của các vật được chiếu sáng nói chung phản xạ ánh sáng nhận được một cách khác nhau và tác động như một nguồn sáng thứ cấp phát các cường độ sáng khác nhau theo mọi hướng.



Hình 2.4

Để đặc trưng cho các quan hệ của nguồn, kể cả nguồn sơ cấp lẫn nguồn thứ cấp đối với mắt cần phải thêm vào các cường độ sáng cách xuất hiện ánh sáng.

Quan hệ này có thể được minh họa bằng nhận xét sau đây : ví dụ một đèn sợi

đốt 40W thực tế phát ra cùng một quang thông, do đó cùng một cường độ theo mọi hướng dù bóng đèn thủy tinh trong hay thủy tinh mờ. Tuy nhiên đối với mắt nó xuất hiện một cách khác nhau, chói mắt hơn khi bóng đèn bằng thủy tinh trong.

Người ta định nghĩa độ chói L trong một phương cho trước, của một

diện tích mặt phát dS như là tỷ số của cường độ sáng dI phát bởi dS theo phương này trên diện tích biểu kiến của dS :

$$L_{(cd/m^2)} = \frac{dI.(cd)}{dS.\cos\alpha(m^2)}$$

Về sau chúng ta sẽ thấy độ chói đóng vai trò cơ bản trong kỹ thuật chiếu sáng, nó là cơ sở của các khái niệm về tri giác và tiện nghi thị giác.

2.5.1 Tri giác nhìn thấy và sự tương phản

Hai tờ giấy trắng giống nhau, đặt cách nhau nhưng tiếp nhận các độ rọi khác nhau xuất hiện đối với con mắt một cách khác nhau.

Ngược lại cũng có khả năng con mắt không phân biệt được sự khác nhau nào giữa một tờ giấy màu ghi sáng ít được chiếu sáng đặt cạnh một tờ giấy màu ghi sẫm hơn nhưng được chiếu sáng nhiều hơn.

Đó là độ nhạy của mắt với sự tương phản, sự chênh lệch tương đối của hai độ chói của các vật cạnh nhau mà mắt có thể phân biệt được.

Đối với con mắt quan sát một vật có độ chói L_0 trên một nền có độ chói L_f chỉ có thể phân biệt được ở mức chiếu sáng vừa đủ nếu :

$$C = \frac{L_0 - L_f}{L_f} \geq 0,01$$

Trong thực tế kích thước và màu sắc của vật cũng tác động đến khả năng phân biệt của mắt điều đó kéo theo là mức độ chiếu sáng phải phù hợp với loại công trình cần chiếu sáng.

Xuất phát từ các nhận xét này Hội phiếu sáng nước Pháp (A.F.E.) đã đưa ra các mức chiếu sáng nhỏ nhất đối với các loại địa điểm khác nhau tùy theo mục đích sử dụng của chúng.

2.5.2 Tiện nghi nhìn và sự loá mắt

Khái niệm này có liên quan đến khái niệm ở trên, sự loá mắt là sự suy giảm hoặc tức thời mất đi cảm giác nhìn do sự tương phản quá lớn. Nói chung người ta chấp nhận độ chói nhỏ nhất để mắt nhìn thấy là

10^{-5} cd/m^2 và bắt đầu gây nên loá mắt ở 5000 cd/m^2 .

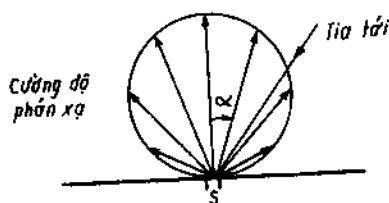
2.6 Định luật Lambert

Dù ánh sáng qua bề mặt trong suốt hoặc ánh sáng được phản xạ trên bề mặt mờ hoặc ánh sáng chịu cả hai hiện tượng trên bề mặt trong mờ, một phần ánh sáng được mặt này phát lại theo hai cách sau đây, trong đó cách nào chiếm ưu thế hơn là tùy theo vật liệu sử dụng :

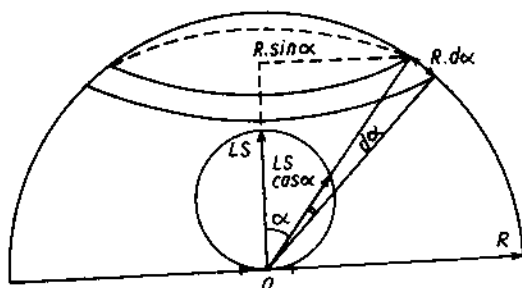
- Sự phản xạ hoặc khúc xạ đều tuân theo các định luật của quang hình học hay định luật Descartes.

- Sự phản xạ hoặc truyền khuếch tán theo định luật Lambert.

Ta không cần nghĩa các hiện tượng này. Vấn đề này được đề cập lại khi nghiên cứu các đèn. Sau đây thiết lập mối liên hệ giữa độ rọi nhận được trên mặt S, hệ số phản xạ $\rho < 1$ và các cường độ sáng phản xạ trong nửa không gian phía trên mặt phẳng S trong trường hợp hay gặp độ chói của S không phụ thuộc vào phương quan sát.



Hình 2.5



Hình 2.6

Loại khuếch tán này là tuyến tính và thường gặp ở các vật liệu mịn, nó truyền ánh sáng nhận được theo mọi hướng ví dụ tờ giấy, sơn mờ, các vật liệu xây dựng. Độ chói L của S là không đổi, chỉ số

khuyến tán, đường bao của các vectơ cường độ sáng là một hình cầu tiếp tuyến với S và có đường kính LS (hình 2.5).

Mặt S nhận một quang thông ES, phản xạ một quang thông ρES . Chúng ta coi một hình nón có góc khối $d\Omega$, là phần không gian gồm giữa hai hình nón có góc đỉnh 2α và $2(\alpha + d\alpha)$ (hình 2.6). Trên nửa hình cầu bán kính R tâm O, diện tích S, mặt bị chắn bằng $d\Omega$ là một vành tròn có bán kính trong $R \cdot \sin\alpha$ và chiều rộng $R \cdot \operatorname{tg} d\alpha \approx R \cdot d\alpha$. Diện tích này gần bằng $2\pi R \sin\alpha R d\alpha$ ⁽¹⁾.

tức là
$$d\Omega = \frac{2\pi R \sin\alpha R d\alpha}{R^2} = 2\pi \sin\alpha d\alpha$$

Quang thông phản xạ do mặt S là tổng ở bán cầu trên của các nguyên tố $d\Phi$ phát trong góc khối $d\Omega$, với $d\Phi = I \cdot d\Omega$ và $I = L \cdot S \cdot \cos\alpha$

$$\rho ES = \int_{\text{bán cầu trên}} I \cdot d\Omega = LS\pi \int_0^{\pi/2} \sin 2\alpha d\alpha = LS\pi \left| \frac{-\cos 2\alpha}{2} \right|_0^{\pi/2}$$

$\rho E = L\pi$

 (định luật Lambert)

Nếu áp dụng cách giải thích ở trên cho một mặt truyền ánh sáng khuếch tán, ví dụ một tờ giấy nilông trong mờ có hệ số τ thì quang thông truyền là τES và do vậy $\tau E = L\pi$

Nói chung ta gọi độ sáng - M là tỷ số quang thông phát bởi nguyên tố diện tích dù nguyên nhân phát có thể là phản xạ, truyền dẫn hoặc phát xạ nội tại như mặt màn hình của máy thu hình.

Độ sáng tính bằng lumen.m⁻² (nhưng không phải là lux) bởi vì đó là quang thông phát chứ không phải là quang thông thu.

Khi độ sáng do khuếch tán, định luật Lambert được tổng quát hoá là :

$M = L\pi$

(1) Các phép tính gần đúng này bỏ qua các số gia lớn hơn 1 cho kết quả hoàn toàn phù hợp với kết quả tính quang thông bằng tích phân mặt trên nửa hình cầu.

2.7 Bài tập

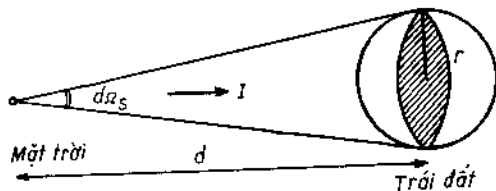
Một số bài tập đơn giản cho phép chúng ta làm quen với các đơn vị và mối giới thiệu, đó là các đơn vị cần thiết để hiểu các chương tiếp theo.

2.7.1 Bức xạ mặt trời

• Bán kính trái đất là $r = 6300\text{km}$, bán kính mặt trời $R = 695.10^3\text{km}$. Ánh sáng mặt trời đến trái đất sau 8 phút 20 giây. Tính góc khối để từ mặt trời nhìn thấy trái đất $d\Omega_s$ và từ trái đất nhìn thấy mặt trời $d\Omega_t$.

Trả lời : Biết vận tốc ánh sáng $C = 300.000\text{ km/giây}$, khoảng cách trái đất mặt trời là $d = 150.10^6\text{ km}$.

Diện tích biểu kiến của mặt trời cũng như của trái đất là diện tích hình tròn lớn của mặt trời bằng πR^2 , của trái đất là πr^2 . Bỏ qua R và r so với d (hình 2.7) :



Hình 2.7

$$d\Omega_t = \frac{\pi R^2}{d^2}$$

$$\text{hoặc } d\Omega_s = \frac{\pi r^2}{d^2}$$

$$d\Omega_t = 67,5.10^{-6}\text{ sr}$$

$$d\Omega_s = 5,55.10^{-9}\text{ sr}$$

• Biết rằng mặt trời ở thiên đỉnh gây ra độ rọi ngang là 116.000 lux , xác định quang thông trên mặt đất, cường độ sáng bức xạ bằng nhau theo mọi hướng cũng như độ rọi của nó đối với người quan sát trên mặt đất.

Trả lời : Ta có thể chấp nhận rằng quang thông $d\Phi$ gửi tới mặt đất là quang thông bị chắn bởi một diện tích πr^2 vuông góc với phương trái đất - mặt trời.

$$\text{Do đó } d\Phi = E.\pi r^2 = 116.10^3 \pi (6,3)^2.10^{12} = 145.10^{17}\text{ lm.}$$

Quang thông này toả tia trong góc khối $d\Omega_s$.

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega_s} = \frac{145 \cdot 10^7}{5,55 \cdot 10^{-9}} = 26,1 \cdot 10^{26} \text{cd}$$

Đối với một người quan sát trên trái đất độ chói của mặt trời về lý thuyết là không đổi, mật biểu kiến luôn luôn là vòng tròn lớn πR^2 .

$$L = \frac{I}{\pi R^2} = \frac{26,1 \cdot 10^{26}}{\pi (695)^2 \cdot 10^{12}} \approx 1,72 \cdot 10^9 \text{ cd/m}^2$$

Nhận xét : Sự giảm độ chói ở buổi sáng và buổi chiều là do sự khúc xạ của tia sáng bị xiên góc khi đi vào trong bầu khí quyển trái đất.

- Một mét vuông trái đất có pháp tuyến hướng về mặt trời trung bình nhận được thông lượng năng lượng 1kW. Biết rằng bầu khí quyển giữ lại 29% dòng năng lượng mặt trời. Công suất tổng cộng của bức xạ mặt trời bằng bao nhiêu ?

Trả lời : Dòng năng lượng rơi trên trái đất bị chắn bởi một mặt πr^2 và ứng với 0,71 lần mặt trời phát ra trong góc khối $d\Omega_s$.

$$W_{\text{mặt trời}} = \frac{10^3 \pi r^2}{0,71} \times 4 \frac{\pi}{d\Omega_s} = \frac{10^3 4\pi \cdot d^2}{0,71} \approx 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

- Trong miền các bức xạ ánh sáng, mặt trời phát 41% năng lượng điện từ của nó. Biết rằng khí quyển hấp thụ 14% năng lượng này khi trời sáng. Hiệu quả ánh sáng của mặt trời tính theo lm/w bằng bao nhiêu ?

Trả lời : Chỉ cần nhận xét rằng nhìn từ trái đất hiệu quả ánh sáng của mặt trời bằng 116.000lm/1000W tức là 116lm/W.

Mặt trời được coi như một nguồn sáng và tính đến các hệ số truyền của khí quyển suy ra hiệu quả ánh sáng của mặt trời :

$$116 \cdot \frac{0,71}{0,86} = 96 \text{ lm/W.}$$

2.7.2 Nguồn sáng điểm

- Một người ngồi vào bàn đọc sách dưới ánh sáng của một bóng đèn điện có quang thông 1380lm toả tia như nhau theo mọi hướng và được

treo ở 1,3m từ giữa bàn

1) Khoảng cách từ giữa bàn đến chỗ đặt sách bằng bao nhiêu để độ rọi của nó là 50 lux ?

Độ chói bằng bao nhiêu nếu hệ số phản xạ của các trang sách $\rho = 0,7$? (khuyếch tán thẳng)

2) Bóng đèn đặt ở tâm một quả cầu mờ có đường kính 0,3m, khuyếch tán theo định luật Lambert 80% quang thông của nguồn. Độ chói của dụng cụ bằng bao nhiêu ?

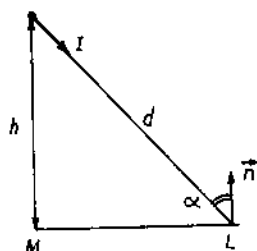
Trả lời : Cường độ toả tia của nguồn theo mọi hướng (hình 2.8) là

$$I = \frac{\Phi}{4\pi} = \frac{1380}{4\pi} \approx 110 \text{ cd}$$

Độ rọi ngang trên quyển sách là :

$$E = \frac{I}{d^2} \cos \alpha, \text{ với } d \cdot \cos \alpha = h = 1,3\text{m}$$

$$\cos \alpha = \sqrt[3]{\frac{E \cdot h^2}{I \cdot \pi}} = \sqrt[3]{\frac{50 \cdot (1,30)^2}{110}} = 0,916$$



Hình 2.8

Quyển sách cần phải được đặt cách giữa bàn một khoảng ML bằng:

$$ML = h \cdot \tan \alpha = 1,3 \cdot 0,438 = 0,57\text{m}$$

Quyển sách khuyếch tán ánh sáng theo định luật Lambert, độ chói của nó bằng :

$$L = \frac{\rho E}{\pi} = \frac{0,7 \cdot 50}{\pi} = 11,1 \text{ cd/m}^2$$

Do vậy quả cầu phát theo mọi hướng một cường độ sáng bằng 0,8 lần cường độ sáng của bóng đèn và độ chói theo phương quan sát bất kỳ là tỷ số của cường độ sáng này trên mặt biểu kiến là vòng tròn lớn của quả cầu :

$$L_{\text{quả cầu}} = \frac{0,8 \cdot 110}{\pi (0,15)^2} = 1245 \text{ cd/m}^2.$$

2.7.3 Nguồn sáng đường

Ta coi một đèn ống có chiều dài $l = 1,2\text{m}$ như một nguồn sáng đường. Cường độ sáng phát ra I được quan sát ở xa trên đường vuông góc với trục của ống là 300 cd (hình 2.9)

Ống khuếch tán theo định luật Lambert.

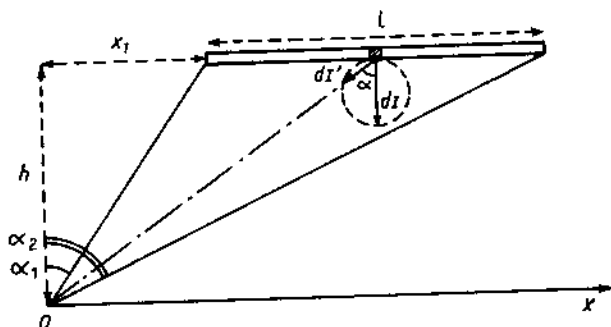
1) Đường kính đèn ống là 38mm , độ chói bằng bao nhiêu ?

2) Để xác định độ rọi ngang ở điểm O có pháp tuyến với mặt ở điểm O vuông góc với trục của ống, hãy xác định :

- Độ rọi nguyên tố dE ở điểm O do một nguyên tố của đèn ống dx gây ra;

- Độ rọi do toàn ống gây ra $E = f(l, l, h, \alpha_1, \alpha_2)$;

- Tìm giá trị bằng số, cho $h = 2,4\text{m}$ và $x_1 = 0,8\text{m}$.



Hình 2.9

Trả lời :

1) Diện tích biểu kiến của ống là hình chữ nhật $1200\text{mm} \times 38\text{mm}$. Độ chói là : $300/(1,2 \cdot 0,038) = 6580\text{ cd/m}^2$. Giá trị này lớn thường được biểu diễn bằng cd/cm^2 khi nguồn có thể gây nên khó chịu khi nhìn.

2) Một nguyên tố dx toả tia theo chiều vuông góc một cường độ sáng $dI = I(dx/l)$ và theo phương O một cường độ sáng $dI' = dI \cdot \cos \alpha$, vì hệ số khuếch tán của dx trong mặt phẳng này là một vòng tròn đường

kính dI.

Khoảng cách từ O đến dx là $h/\cos\alpha$, giá trị dE là :

$$dE = \frac{dI' \cos\alpha}{(h/\cos\alpha)^2} = \frac{I}{h^2} \cdot \cos^4\alpha \cdot dx$$

Giá trị của E là tổng theo chiều dài ống của tất cả giá trị dE do các nguyên tố dx của trục hoành x. Chú ý rằng $\tan\alpha = \frac{h}{x}$ và do đó $\frac{d\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{dx}{h}$, suy ra :

$$\begin{aligned} E &= \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} dE = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{I}{h^2} \cdot \cos^2\alpha \cdot d\alpha = \frac{I}{h^2} \left| \frac{\alpha}{2} + \frac{\sin 2\alpha}{4} \right|_{\alpha_1}^{\alpha_2} \\ &= \frac{I}{2h^2} \left| \alpha_2 - \alpha_1 + \frac{\sin 2\alpha_2 - \sin 2\alpha_1}{2} \right|, \end{aligned}$$

ở đây α_1 và α_2 là các cận của tích phân $\alpha_1 = 0,32$ rd và $\alpha_2 = 0,69$ rd.

Kết quả độ rọi ngang ở O là 29,4 lux.

2.7.4 Lux kế

Về nguyên tắc lux kế là dụng cụ đo tất cả các đại lượng ánh sáng. Dụng cụ gồm một tế bào selen quang điện (pin quang điện) biến đổi năng lượng nhận được thành dòng điện và cần được nối với một miliampe kế.

Độ nhạy của dụng cụ tương ứng với độ nhạy của mắt, dụng cụ cần có bộ lọc, đường cong đáp ứng tần số của nó được xác định theo hàm $V(\lambda)$ (thị giác ban ngày). Thang đo của dụng cụ chia theo lux.

• Đo cường độ sáng

Nếu tế bào chỉ được chiếu sáng trực tiếp bằng một nguồn đặt ở khoảng cách r và toả tia có cường độ sáng I theo phương pháp tuyến với tế bào, biểu thức $I = E \cdot r^2$ cho giá trị của cường độ sáng.

Sử dụng phương pháp này rõ ràng bao hàm một điều là không có bất cứ nguồn thứ cấp nào khác chiếu sáng tế bào như các vật hay các thành phần xạ đã làm, vì thế người ta sơn mặt đen ($\rho = 0,05$) chỗ tiến

hành đo cường độ sáng.

• **Đo độ chói**

Tế bào quang điện hình tròn diện tích s và độ rọi e đặt trong một hình trụ kín chiều dài d và lỗ có bán kính r (hình 2.10).

Dụng cụ được hướng vuông góc vào một tường có độ rọi E giả thiết là đều, ở khoảng cách D .

Cần phải chọn tỷ số d/r như thế nào để thang đo của miliampe kế 300 lx chỉ độ chói của tường với thang đo 3000 cd/m^2 .

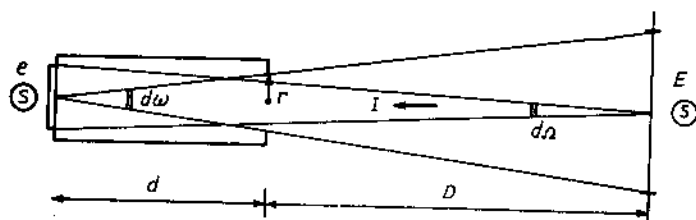
Trả lời : Từ tế bào quang điện, góc khối $d\omega$ chắn trên tường một diện tích S là :

$$S = \pi r^2 \cdot \left(\frac{D+d}{d} \right)^2$$

Diện tích này phát về phía tế bào một quang thông $d\Phi$ trong góc $d\Omega$

$$d\Phi = I \cdot d\Omega = LS \cdot d\Omega \text{ và } d\Omega = \frac{s}{(D+d)^2}$$

$$\text{Độ rọi của tế bào là : } e = \frac{d\Phi}{s} = L\pi \left(\frac{r}{d} \right)^2$$



Hình 2.10

Để thang đo của dụng cụ trở thành 3000 cd/m^2 cần có:
 $d = r\sqrt{10\pi} = 5,6r$.

Nhận xét : Trong trường hợp sự khuếch tán của tường là thẳng, biết độ rọi của tường là E . Ta xác định được ngay độ chói L nhờ định luật Lambert và hệ số phản xạ của tường ρ .

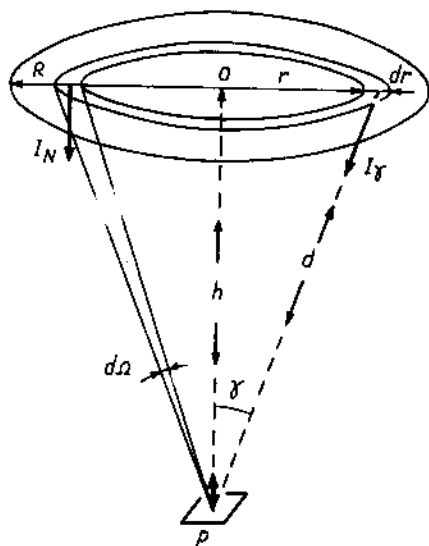
2.7.5 Nguồn sáng mặt

Một lỗ lấy ánh sáng tương tự như một mặt phẳng hình tròn bán kính R và khuếch tán ánh sáng thẳng với độ chói L (độ chói của bầu trời).

Ta tính toán độ rọi ngang ở điểm P của sàn, thẳng đứng từ tâm O của lỗ lấy ánh sáng có $OP = h$ (hình 2.11).

1) Xác định độ rọi dE do nguyên tố diện tích của lỗ dS nhìn từ P dưới góc khối $d\Omega$.

2) Dẫn ra độ rọi ngang E ở P do các lỗ lấy ánh sáng gây ra. Lấy $R = 1\text{m}$, $h = 5\text{m}$, $L = 1000 \text{ cd/m}^2$ (trời mây).



Hình 2.11

3) So sánh kết quả này với kết quả khi coi lỗ ánh sáng như một nguồn điểm tại O .

4) Độ rọi này sẽ bằng bao nhiêu khi R tiến tới vô cùng? (trường hợp vòm trời).

Trả lời :

1) Mỗi nguyên tố diện tích dS của lỗ lấy ánh sáng phát theo phương pháp tuyến một cường độ $I_N = L.dS$, và theo hướng P là $I_\gamma = L.dS.\cos\gamma$.

Một hình vành khăn cơ sở của lỗ lấy ánh sáng bán kính r , chiều rộng dr và diện tích $dS = 2\pi r.dr$, phát một cường độ sáng I_γ về P tạo nên độ rọi :

$$dE = \frac{I_\gamma}{d^2} \cdot \cos\gamma = \frac{LdS\cos^2\gamma}{d^2} \quad (1)$$

Hình vành khăn này được nhìn từ P dưới một góc khối :

$$d\Omega = \frac{dS \cdot \cos \gamma}{d^2} = \frac{dE}{L \cos \gamma}$$

Từ đó suy ra tất cả nguyên tố diện tích có độ chói không đổi L nhìn từ điểm P dưới góc khối $d\Omega$ tạo nên độ rọi ngang dE là :

$$dE = L d\Omega \cos \gamma \quad (2)$$

ở đây γ là góc giữa pháp tuyến ở dS và phương từ P

2) Độ rọi toàn phần trực tiếp là tổng các độ rọi riêng phần dE trong lỗ lấy ánh sáng.

Vì $d\Omega = 2\pi \sin \gamma \cdot d\gamma$ (xem mục 2.6) và vì $\sin \gamma$ biến thiên từ 0 đến $R/\sqrt{R^2 + h^2}$.

suy ra :

$$\begin{aligned} E &= \int_{\text{lỗ lấy ánh sáng}} L \cdot d\Omega \cdot \cos \gamma = \int_0^{\gamma_{\max}} 2\pi L \sin \gamma \cos \gamma d\gamma = 2\pi L \int_0^{\frac{R}{\sqrt{R^2 + h^2}}} \sin \gamma \cdot d(\sin \gamma) \\ &= \pi L \frac{R^2}{R^2 + h^2} \end{aligned} \quad (3)$$

ở đây $E = \frac{\pi \cdot 1000 \cdot 1}{26} = 120,8 \text{ lux}$

3) Khi coi lỗ lấy ánh sáng như một nguồn sáng điểm ở O, cường độ sáng hướng về P là :

$$I = L \pi R^2, \text{ suy ra } E = \frac{I}{h^2} = \pi L \cdot \frac{R^2}{h^2} = 125,6 \text{ lux}$$

Sai số gặp phải trở nên không đáng kể với giá trị $h/R > 10$, đúng như nghiên cứu dụng cụ đo độ chói đã tiến hành trước đây.

4/ Cuối cùng biểu thức (3) trực tiếp cho tỷ số độ rọi - độ chói trong trường hợp lỗ lấy ánh sáng có bán kính vô cùng, tức là trường hợp cả bầu trời.

$$E = \pi L \text{ bằng } 3141 \text{ lux}$$

2.7.6 Lumen kế hình cầu tích phân

Khi một nguồn toả tia một cách bất kỳ trong không gian, ta có thể đo toàn bộ quang thông của nó bằng một quả cầu tích phân hoặc lumen kế.

Nguyên lý :

Nguồn S đặt ở tâm quả cầu bán kính R phía trong sơn một chất khuếch tán màu trắng có hệ số phản xạ ρ giống nhau với mọi bước sóng nhìn thấy. Quang thông nhận được trên mặt được phản xạ liên tiếp suy giảm mỗi lần là ρ . Độ rọi ở mọi điểm là tổng độ rọi trực tiếp sẽ thay đổi nếu các cường độ sáng là bất kỳ và các độ rọi phản xạ nhiều lần được coi là tổng không đổi do sự trộn các tia.

Ta chỉ quan tâm đến độ rọi gián tiếp và đo chúng bằng một tế bào C có bảo vệ độ rọi trực tiếp bằng màn E (hình 2.12).

Tính toán độ rọi gián tiếp :

- Nếu nguồn có quang thông $\Phi = 2000$ lm và bán kính quả cầu R = 0,62m, độ rọi trung bình trực tiếp là bao nhiêu ?

- Xác định biểu thức của các độ rọi phản xạ bậc 1, 2... n và tính độ rọi toàn phần gián tiếp theo Φ , R, ρ .

Ta gọi hằng số cầu là K sao cho $\Phi = K.E$ gián tiếp. Xác định K biết $\rho = 0,8$

- Thực tế quả cầu không phải chân không và chính nó là nguồn hấp thụ các tia. Ta lấy K bằng thực nghiệm bằng 1,1, lấy độ rọi gián tiếp $E_0 = 1320$ lux với nguồn mẫu $\Phi_0 = 1453$ lm.

- Hiệu chỉnh phép đo - Dùng đèn phụ

Nếu đèn có $d_{\text{đèn}}$ khác đèn mẫu, hệ thống thay đổi và cần phải hiệu chỉnh kết quả. Ta đặt một đèn phụ sau một màn và đo khi đèn này sáng (hình 2.13).

→ E_1 : độ rọi gián tiếp với đèn mẫu tắt ở 800 lx

→ E_2 : độ rọi gián tiếp với đèn cần đo tắt ở 762 lx

Không dùng đèn phụ, đèn cần đo ở S có $E_{\text{gián tiếp}} = 1130$ lx. Quang

thông thật của đèn bằng bao nhiêu ?

Trả lời :

- Độ rọi trung bình trực tiếp trên mặt cầu là

$$E_{\text{trực tiếp}} = \frac{\Phi}{4\pi R^2} = 414 \text{ lux}$$

- Độ rọi phản xạ bậc n là $\rho^n \cdot E_{\text{trực tiếp}}$

Độ rọi gián tiếp là tổng các độ rọi phản xạ bằng :

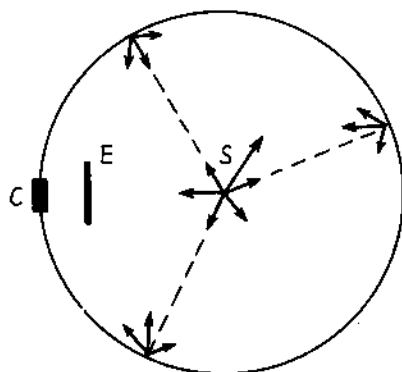
$$E_{\text{gián tiếp}} = \sum_1^{\infty} E_{\text{trực tiếp}} \cdot \rho^n = E_{\text{trực tiếp}} \sum_1^{\infty} \rho^n = E_{\text{trực tiếp}} \cdot \frac{\rho}{1 - \rho} = \frac{\Phi}{4\pi R^2} \cdot \frac{\rho}{1 - \rho}$$

$$\text{Do đó } \Phi = \frac{4\pi R^2 \cdot (1 - \rho)}{\rho} \cdot E_{\text{gián tiếp}} = K \cdot E_{\text{gián tiếp}} \text{ với } K = 1,207$$

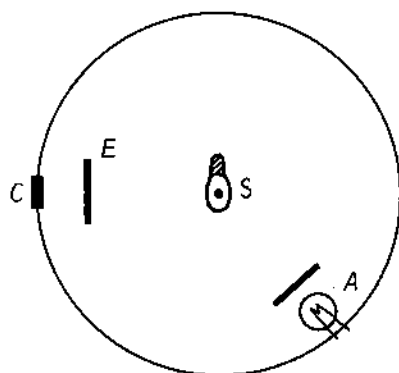
- Đèn phụ cho phép hiệu chỉnh sự chênh lệch độ hấp thụ giữa các vật của đèn mẫu và của đèn cần đo.

$$\text{Do đó } \Phi = 1,1 E_{\text{gián tiếp}} \frac{E_1}{E_2} = 1305 \text{ lm}$$

Thực ra nếu đèn cần đo hấp thụ nhiều hơn đèn mẫu ($E_2 < E_1$) quang thông thực của nó phải lớn hơn so với quang thông đọc được.



Hình 2.12



Hình 2.13

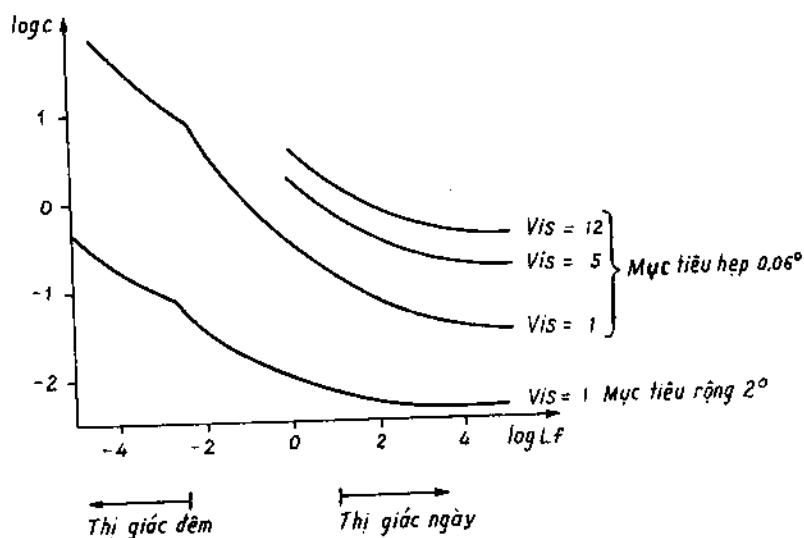
2.8 Độ nhìn rõ và các tính năng nhìn

Tất nhiên cách chúng ta nhìn thấy các vật phụ thuộc vào độ tương phản của nó nhưng cũng còn phụ thuộc kích thước của vật và độ chói của nền, điều đó dẫn tới sự kích hoạt của các tế bào hình nón (thị giác ngày) hoặc các tế bào hình que (thị giác đêm).

- Định nghĩa độ tương phản $C = (L_o - L_f)/L_f$ chứng tỏ một vật sáng trên nền tối, $C > 0$ biến thiên từ 0 đến $+\infty$ đối với vật tối trên nền sáng, $C < 0$ biến thiên từ 0 đến -1.

Những nghiên cứu sinh lý chứng tỏ rằng các tế bào thị giác võ não có các đáp ứng tỷ lệ theo lôgarit của độ tương phản. Vì thế các tính năng nhìn được biểu diễn theo $\log C$.

- Đối với một độ chói của nền và kích thước của vật đã cho ta có thể xác định ngưỡng tương phản C_s ứng với giá trị cực tiểu của C cho phép phân biệt được vật. Blackwell đã đưa ra quan niệm độ nhìn rõ như tỷ số C/C_s cho phép đánh giá tính năng nhìn.



Hình 2.14

Ví dụ :

$$\begin{array}{lcl} \text{Độ nhìn rõ } \frac{C}{C_s} = 1 & \rightarrow \text{tính năng} & = 10\% \\ & \approx 7,5 & \rightarrow & = 84\% \\ & = 12 & \rightarrow & = 90\% \end{array}$$

Hình 2.14 chứng tỏ rằng đối với độ nhìn rõ 1, giá trị của ngưỡng tương phản càng thấp khi vật càng rộng và nền càng sáng.

Ta cũng nhận thấy rằng dưới vài phần trăm cd/m^2 là thị giác đêm và trên vài cd/m^2 trở nên là thị giác ngày.

Xuất phát từ những khái niệm này ta có thể xác định mức độ chói của nền do đó xác định độ rọi đối với mỗi loại kích hoạt.

3. MÀU CỦA CÁC NGUỒN

3.1 Ánh sáng trắng

3.1.1 Nhiệt độ của màu

Ánh sáng trắng đã được định nghĩa như ánh sáng có phổ năng lượng liên tục trong miền bức xạ nhìn thấy. Ví dụ đó là trường hợp ánh sáng tự nhiên ban ngày, nhưng khái niệm này vẫn còn thiếu chính xác, chất lượng ánh sáng trong ngày thay đổi một cách đáng kể tùy theo các điều kiện khí hậu.

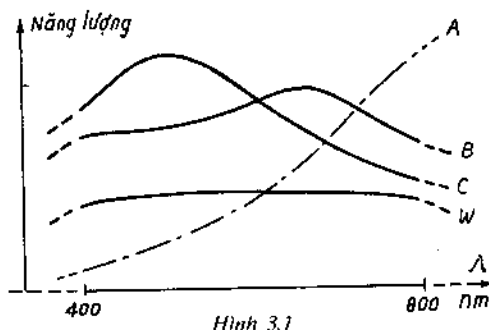
Hình 3.1 nêu lên đường cong phổ năng lượng theo đặc tính của nguồn. Nguồn này gọi là "nguồn sáng".

Như vậy nguồn sáng A liên quan đến đèn sợi đốt giàu bức xạ màu đỏ.

Nguồn sáng B biểu diễn ánh sáng ban ngày trời sáng và C khi trời u ám giàu bức xạ màu xanh da trời.

Cuối cùng nguồn bức xạ W do đèn xenon có tính chất toả tia năng lượng không đổi trong phổ nhìn thấy và không phụ thuộc vào bước sóng λ .

Để đặc trưng rõ hơn khái niệm về ánh sáng "trắng" theo đó tập



Hình 3.1

trung các bức xạ màu đỏ hoặc màu xanh da trời ta gán cho nó khái niệm về "nhiệt độ màu" tính bằng độ Kelvin. Đó là mô tả màu của một nguồn bằng cách so sánh với màu của một vật đen nói chung được nung nóng giữa 2000 và 10.000K.

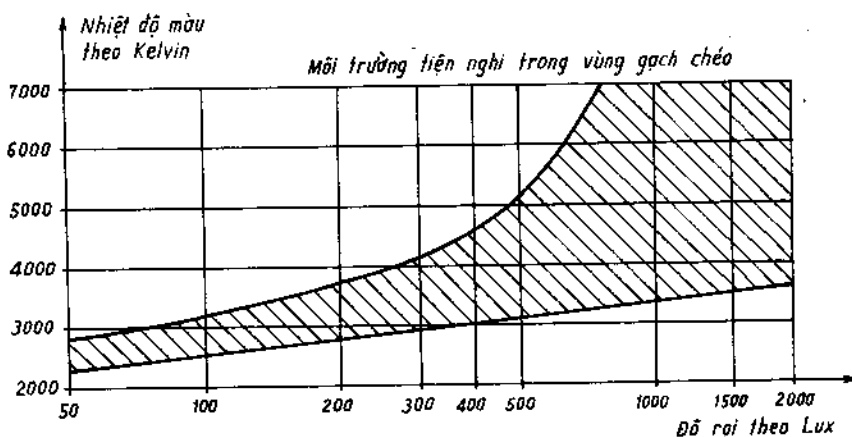
Nói chung nhiệt độ này không phải nhiệt độ của nguồn, trừ khi nguồn chính là vật đen bị nung nóng.

Sau đây ta có thể xác định độ lớn của nhiệt độ màu này đối với các ánh sáng trắng khác nhau thường gặp :

2500 - 3000K : ánh sáng mặt trời lặn, đèn sợi đốt, ánh sáng "nóng", giàu bức xạ màu đỏ

4500 - 5500K : ánh sáng ban ngày trời sáng

6000 - 8000K : ánh sáng trời có mây - Ánh sáng "lạnh" giàu bức xạ màu xanh da trời.



Hình 3.2

Nhiều công trình và thử nghiệm về sinh lý đã được tiến hành, cụ thể là công trình của Kruithof đã chứng minh rằng các nguồn nhiệt độ màu thấp chỉ được chấp nhận ở mức độ rọi thấp trong khi đó các mức độ rọi cao đòi hỏi các nguồn "lạnh" có nhiệt độ màu cao.

Do vậy xuất hiện một tiêu chuẩn lựa chọn nguồn sáng đầu tiên để thực hiện một độ rọi đã cho trong môi trường tiện nghi. Quan hệ này được cho theo biểu đồ Kruithof (hình 3.2) nó sẽ tạo nên một "điều kiện tiện nghi" trong tất cả thiết kế chiếu sáng nhân tạo.

3.1.2 Chỉ số màu (thể hiện màu, hoàn màu)

Đó là khái niệm cực kỳ quan trọng đối với sự lựa chọn tương lai của các nguồn sáng.

Cùng một vật được chiếu sáng bằng các nguồn sáng chuẩn khác nhau hoặc bằng một vật đen có các nhiệt độ khác nhau sẽ xuất hiện các màu khác nhau nhưng không chịu bất kỳ sự biến đổi màu nào. Ví dụ một bức tranh thể hiện màu khác nhau giữa buổi trưa và buổi chiều tối nhưng theo định nghĩa, các màu vẫn luôn luôn thể hiện một cách tối ưu.

So sánh với một vật đen có cùng nhiệt độ màu, một nguồn nào đó làm biến màu của các vật được chiếu sáng, sự biến đổi màu này do sự phát xạ phổ khác nhau được đánh giá xuất phát từ các độ sai lệch màu và gán cho nguồn một chỉ số màu (I.R.C hoặc R_a theo ngôn ngữ Anh) nó biến thiên từ 0 đối với một ánh sáng đơn sắc đến 100 đối với vật đen.

Trong thực tế ta chấp nhận sự phân loại sau đây :

$R_a < 50$: chỉ số không có ý nghĩa thực tế. Các màu hoàn toàn bị biến đổi.

$R_a < 70$: các sử dụng công nghiệp khi sự thể hiện màu thứ yếu.

$70 < R_a < 85$: các sử dụng thông thường ở đó sự thể hiện màu không quan trọng.

$R_a > 85$: các sử dụng trong nhà ở hay các ứng dụng công nghiệp đặc biệt

3.2 Ánh sáng màu

3.2.1 Ba biến của thị giác

Các đại lượng đo ánh sáng xác định ở chương trước đặc trưng cho ánh sáng về số lượng nhưng không đặc trưng về chất lượng.

Chất lượng này có liên quan với cảm nhận sinh lý của màu mà con mắt cảm thấy trước một vật có màu được chiếu sáng bằng một nguồn bất kỳ. Khó khăn chính của việc nghiên cứu bức xạ khác nhau nhận được một cách đồng thời bằng các tế bào hình nón, ngược với tai có khả năng phân biệt đối với các tần số âm thanh. Thực ra cảm giác màu chỉ được đặc trưng bằng ba thông số :

- Độ chói liên quan đến số lượng ánh sáng và được đo bằng phép đo ánh sáng.

- Độ trội là bước sóng đơn sắc có màu gần nhất.

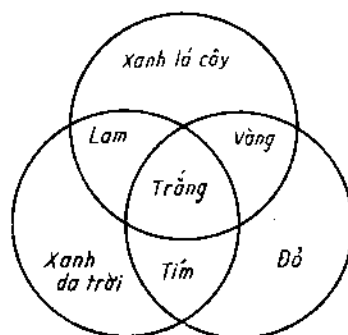
- Độ thuần khiết đánh giá tỷ lệ màu thuần khiết trong một tập hợp màu trắng khác nhau. Do đó ta nói màu là "trắng đậm hay trắng nhạt". Vì thế thị giác là một hiện tượng ba biến.

3.2.2 Tính ba màu

Trên một tờ giấy trắng chúng ta để các điểm có hai hoặc ba màu kề liền nhau, khi đó mắt quan sát thấy một hỗn hợp của các màu đơn sắc và khôi phục lại một cảm giác màu trong đó bước sóng trội gồm giữa các màu đơn sắc thành phần.

Ví dụ người ta có thể nhận được màu xanh lá cây bằng cách phối hợp màu xanh da trời và màu vàng.

Một thí nghiệm tương tự được thực hiện bằng cách xếp chồng lên một màn màu



Hình 3.3

trắng ánh sáng xanh lá cây và đỏ với một liều lượng thích hợp tạo nên một vàng vàng.

Bằng cách chọn ba màu gọi là màu sơ cấp hay màu cơ bản sao cho phối hợp giữa hai màu trong ba màu không thể tạo nên màu thứ ba và hai trong ba màu đó ở đầu cùng của phổ nhìn thấy có khả năng nhận được tất cả các màu sắc mong muốn.

Năm 1931 Ủy ban quốc tế về chiếu sáng (C. I. E) đã xác định các màu này bằng hệ thống RGB.

R	(Red - màu đỏ)	700nm
G	(Green - xanh lá cây)	546nm
B	(Blue - xanh da trời)	436nm

Hình 3.3 nêu lên các khả năng tổng hợp màu từ ba màu sơ cấp này.

Chú ý rằng một hỗn hợp với liều lượng hợp lý của ba bức xạ này không phải là ánh sáng trắng về phương diện vật lý, nhưng có ấn tượng thị giác màu trắng giống như màu của đèn chuẩn, như màu trắng W.

Các ánh sáng có cùng sắc thái gọi là đồng màu.

Cuối cùng người ta sẽ gọi các màu bổ xung đó là hai màu với một tỷ lệ độ chói nào đó cho ta màu trắng.

Đó là nguyên lý trộn ba màu đã quen biết bằng thực nghiệm từ cổ đại, nó phối hợp nguyên lý thị giác ba biến. Do vậy đó là hiệu ứng sinh lý của mắt chứ không phải là hiệu ứng vật lý của ánh sáng nhưng nó tác động bằng các định luật tuyến tính (định luật Grassman) theo đó các quang thông màu tuân theo các tính chất toán học của các đại lượng đại số. Độ chói của một hỗn hợp màu là tổng độ chói của các màu thành phần.

3.2.3 Hệ thống RGB

Để xác định đơn vị đo màu trong hệ thống này cần phối hợp với mỗi màu sơ cấp một độ chói tương đối xác định sao cho tổng của ba bức xạ tạo nên ánh sáng đúng với ánh sáng do một đèn chuẩn tạo nên.

Nếu chọn ánh sáng màu trắng bằng năng lượng W làm chuẩn, các

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

dẫn đến : $x + y + z = 1$.

Từ đó rút ra :

- Các toạ độ màu trắng chuẩn W mỗi thành phần bằng 1/3
- Mỗi màu có thể biểu diễn trong mặt phẳng Ox, Oy vì nó chỉ phụ thuộc vào hai biến.

Điều này đã được biểu diễn bằng biểu đồ x, y của C. I. E. trên hình 3.6, ở đây ta phân biệt :

- Đường cong các màu phổ thuần khiết hay quỹ đạo phổ, mặt lõm quay xuống dưới, chia độ theo bước sóng. Đường cong này không khép kín.

- Đường màu đỏ tia nối các điểm 380 và 780 nm biểu diễn ánh sáng hỗn hợp đỏ và tím.

- Đường các màu toả tia của vật đen theo nhiệt độ của nó. Đường này vẽ bằng nét đứt và chia độ theo Kelvin và có các điểm liên quan đến các đèn chuẩn cụ thể là A (2855 K) và W (5400 K).

Như vậy tất cả các màu được biểu diễn bằng một điểm C ở trong miền giới hạn quỹ tích phổ và đường màu đỏ tia.

Việc sử dụng biểu đồ này như sau :

- Các màu bổ xung so với màu trắng W.

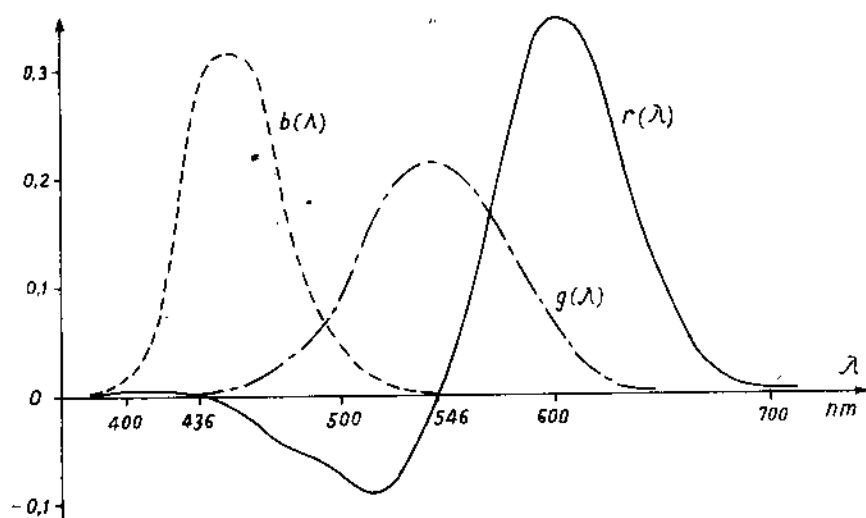
Màu bổ xung của một màu phổ tinh khiết nhận được bằng cách nối điểm biểu diễn quỹ tích phổ với điểm W bằng đường cắt với quỹ tích phổ.

Như vậy các bước sóng gồm giữa 780 và 569nm (đỏ, da cam, vàng) có các bước sóng bổ xung gồm giữa 493 và 380nm (xanh da trời, tím)

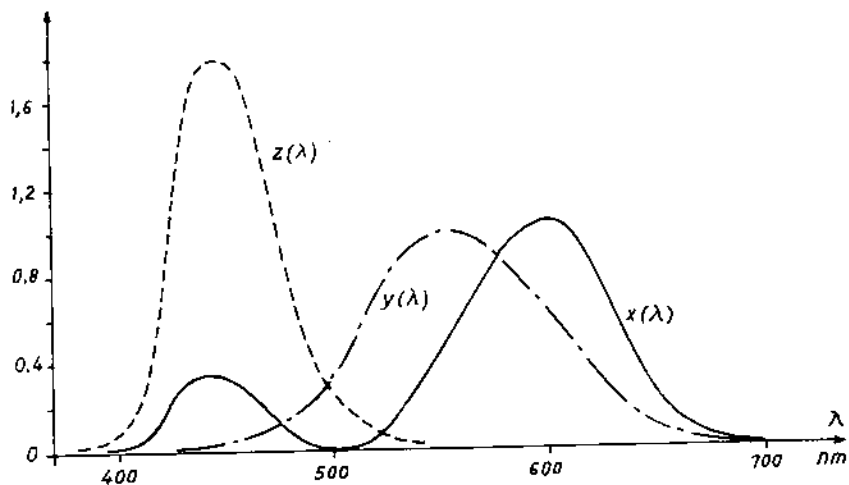
Các bước sóng gồm giữa 569 và 493nm (xanh lá cây) chỉ có một đường bổ xung (xanh da trời + đỏ), ví dụ ta nối đó là màu tia bổ xung 530nm.

- Độ trội của một màu C nhận được bằng cách nối đường thẳng nối

W ở C với quỹ tích phổ. Như vậy đối với các màu biểu diễn bằng các điểm M, N và P (thứ tự là màu đỏ, xanh lá cây và xanh da trời của truyền hình màu) các đường thẳng WM, WN, WP chỉ ra các bước sóng



Hình 3.4



Hình 3.5

trội là 608, 524 và 474nm (các điểm M', N' và P').

- Độ tinh khiết của một màu càng ít khi nó là trắng nhạt, nghĩa là điểm biểu diễn của nó gần W.

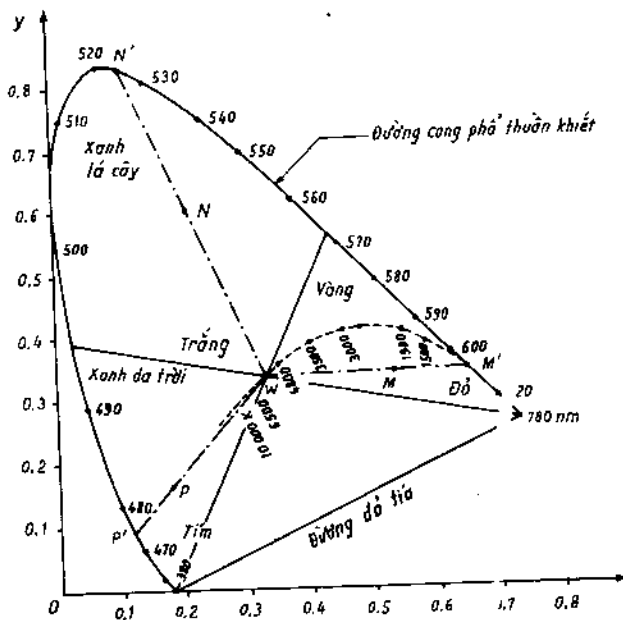
Độ tinh khiết màu N cho theo tỷ số của các đoạn WN' trên WN', nhưng tính điều đã nói ở trên vì tọa độ biểu diễn độ chói, độ chói của N' (0,83) lớn hơn của N(0,6).

Do đó suy ra :

$$\text{độ tinh khiết của N} = \frac{|WN|}{|WN'|} \cdot \frac{0,60}{0,83} = 0,546 \cdot \frac{0,60}{0,83} = 0,755$$

$$\text{độ tinh khiết của M} = \frac{|WM|}{|WN'|} \cdot \frac{0,325}{0,32} = 0,641$$

$$\text{độ tinh khiết của P} = \frac{|WP|}{|WP'|} \cdot \frac{0,11}{0,17} = 0,430$$



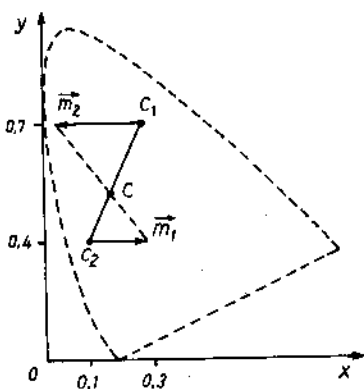
Hình 3.6

3.2.5 Trộn dòng màu

Việc chọn hai màu được đặc trưng bằng các tọa độ ba màu của nó $C_1(x_1, y_1)$ và $C_2(x_2, y_2)$ cũng như các độ chói của chúng Y_1 và Y_2 , cho quang thông C , trong đó

- độ chói là tổng của các độ chói thành phần.

- các tọa độ C là trọng tâm của các màu C_1 và C_2 biểu diễn bằng "các khối lượng"



Hình 3.7

$$m_1 = \frac{Y_1}{y_1} \text{ và } m_2 = \frac{Y_2}{y_2}$$

Một cấu trúc trọng tâm của các vectơ $\vec{m}_1$ ở C_2 và $\vec{m}_2$ ở C_1 song song và ngược chiều cho phép tìm được điểm C là trọng tâm của hỗn hợp bằng đồ thị. Trên hình 3.7 đặc trưng bằng :

$$C_1 \quad \begin{matrix} x_1 = 0,25 \\ y_1 = 0,7 \end{matrix} \quad \text{độ chói } Y_1 = 14 \text{ cd/m}^2$$

$$C_2 \quad \begin{matrix} x_2 = 0,1 \\ y_2 = 0,4 \end{matrix} \quad Y_2 = 12 \text{ cd/m}^2$$

$$\text{vectơ } \vec{m}_1 \text{ có khối lượng } \frac{14}{0,7} = 20$$

$$\text{và } m_2 = \frac{12}{0,4} = 30$$

Màu tổng hợp C được đặc trưng bằng $x = 0,06$ $y = 0,52$.

Độ chói của nó bằng $Y = Y_1 + Y_2 = 26 \text{ cd/m}^2$.

Áp dụng :

Ta xếp chồng các dòng ánh sáng của ba nguồn M , N và P như sau:

$$M \text{ (đỏ)} \begin{cases} x_m = 0,53 \\ y_m = 0,34 \end{cases} \quad N \text{ (xanh lá cây)} \begin{cases} x_n = 0,21 \\ y_n = 0,60 \end{cases} \quad P \text{ (xanh da trời)} \begin{cases} x_p = 0,18 \\ y_p = 0,17 \end{cases}$$

Các nguồn này biểu diễn 3 chùm tia sáng có cùng độ mở của vô tuyến truyền hình màu.

Nguồn M có độ chói 100 cd/m².

Giá trị độ chói của các nguồn N, P phải bằng bao nhiêu để hỗn hợp trộn là màu trắng W?

Trả lời :

91 cd/m² của màu xanh lá cây N và 44 cd/m² của màu xanh da trời P.

3.2.6 Biểu đồ màu đều u' v'

Trong biểu đồ xy sự sai khác giữa hai màu được đo bằng khoảng cách giữa các điểm biểu diễn không tương ứng với cảm nhận sự sai khác màu.

Như vậy hai điểm cạnh nhau có x, y nhỏ sẽ phân biệt như những sắc thái khác nhau và sẽ không còn đúng nữa nếu các tọa độ của nó lớn. Biểu đồ này không phải là biểu đồ màu đều.

Để khắc phục nhược điểm này, từ 1976 C.I.E. đã đưa ra biến đổi tương ứng của biểu đồ xy thành biểu đồ u' v' theo công thức :

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

Các khoảng cách bằng nhau giữa hai điểm sẽ được đánh giá bằng mắt như nhau và ta sẽ xác định sự khác nhau bằng khoảng cách trên mặt phẳng u' v'

Nhận xét :

Các biểu đồ trên cho phép giải quyết các vấn đề màu (bổ xung quang thông màu) nhưng việc đánh giá màu phải dùng khái niệm độ rõ hoặc độ chói.

Thực vậy việc cảm nhận một bảng màu sẽ xấu đi nếu độ chói quá lớn (trời nắng giữa trưa) hoặc quá tối (lúc tối)

Như vậy để trở lại không gian ba chiều cho phép so sánh các màu của mặt, ta định nghĩa độ rõ L^* phụ thuộc vào Y theo biểu thức

$$L^* = 116 \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} - 16, \text{ trong đó } Y_n \text{ là giá trị } Y \text{ của mặt trắng chuẩn.}$$

Do đó ta làm việc trong không gian màu $L^* u^* v^*$ hoặc trong không gian $L^* a^* b^*$ hoặc u^*, v^*, a^*, b^* được suy ra từ u', v' hoặc từ X, Y bằng cách lấy u'_0, v'_0, X_0 và Y_0 của màu trắng chuẩn.

Vì vậy, ta xác định :

Sự chênh độ rõ ΔL^*

$$\text{Độ chênh sắc } \Delta C = \sqrt{\Delta u^{*2} + \Delta v^{*2}} \text{ hoặc } \sqrt{\Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}.$$

$$\text{Độ chênh màu } \Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta u^{*2} + \Delta v^{*2}} \text{ hoặc } \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}.$$

PHẦN THỨ HAI

CÁC DỤNG CỤ CHIẾU SÁNG

4 ĐÈN SỢ ĐỐT

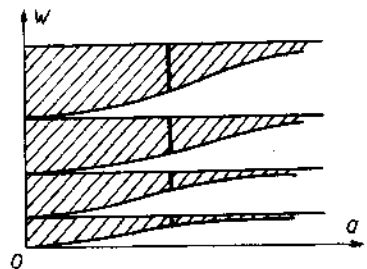
4.1 Sự đốt nóng

Ta xét một vật dẫn chịu một điện áp, trong đó có dòng điện chạy qua. Dòng điện này là dòng chuyển dịch của các điện tử được giải phóng khỏi các lớp ngoài và chạy qua mạng tinh thể với các quỹ đạo khác nhau tốc độ tổng của nó vào quang 0,2mm/s và có chiều hướng từ cực âm đến cực dương của điện áp đặt vào.

Mỗi khi va chạm với các nguyên tử, các điện tử tự do mất một chút động năng của nó, do đó các nguyên tử ở trạng thái kích thích.

Các nguyên tử bị kích thích có một hoặc nhiều điện tử chiếm vị trí ổn định trên lớp ngoài cùng ở một lớp xa hạt nhân hơn nếu lớp đó chưa đầy. Sau một khoảng thời gian rất ngắn vào khoảng micro giây các điện tử có xu hướng trở lại các vị trí "trống" gần hạt nhân hơn. Khi trở về trạng thái ổn định điện tử mất một lượng năng lượng W ứng với hiệu số giữa mức điện tử rời và mức điện tử tới và phát xạ một photon có bước sóng λ sao cho $W\lambda = C.h$.

Trong trường hợp vật rắn có mật độ nguyên tử rất lớn các mức năng lượng có thể không ứng với các giá trị rời rạc mà ứng với các "dải" năng lượng, dải



Hình 4.1

này càng rộng khi khoảng cách các nguyên tử càng nhỏ.

Hình 4.1 minh họa các dải cho phép như vậy được gạch chéo, theo các giá trị của a .

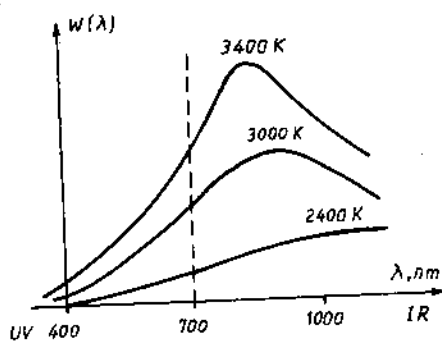
Các bước nhảy năng lượng có thể lấy mọi dãy giá trị và sự bức xạ được đặc trưng bằng một phổ liên tục theo các bước sóng, ở đây năng lượng toả tia càng lớn khi nhiệt độ của vật rắn càng cao. Ví dụ đối với vật đen các năng lượng này tỷ lệ với lũy thừa bốn của nhiệt độ T tính bằng Kelvin. Theo định luật Stefan : $W = \sigma T^4$.

4.2 Cấu tạo

4.2.1 Sợi đốt

Bị đốt nóng khi có dòng điện chạy qua, sợi kim loại phát phần lớn

các tia trong miền hồng ngoại, nhưng khi nhiệt độ của sợi đốt càng tăng thì phổ của nó càng dịch chuyển về miền ánh sáng nhìn thấy (hình 4.2).



Hình 4.2

Hiệu quả ánh sáng của sợi đốt nghĩa là tỷ số của ánh sáng phát ra và công suất tiêu thụ tính bằng oát càng cao và ánh sáng càng trắng khi nhiệt độ của sợi đốt càng tăng, đương nhiên

phải nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy.

Vonfram nóng chảy ở 3650 K cho các tính năng tốt nhất và đã được sử dụng từ 80 năm trước. Hơn nữa nó có các chỉ tiêu tốt về điện trở, tính kéo dãn, khả năng phát xạ và độ bền cơ học.

Trong chân không và ở nhiệt độ 2400 - 2600K, cực đại toả tia nằm ở lân cận 1100nm và hiệu quả ánh sáng kém. Ngày nay các đèn chân không đã bị loại bỏ trừ đèn có công suất rất nhỏ, dưới 25W.

Vào khoảng 2700 - 3000 K hiệu quả ánh sáng tăng một cách rõ rệt do trong miền ánh sáng nhìn thấy năng lượng phát tuân theo định luật của vật đen. Nhưng ở nhiệt độ này bắt đầu hiện tượng bay hơi kim loại dẫn tới dây đốt bị đứt. Hiện tượng này có thể bị chậm đi một cách đáng kể khi có thêm khí trơ (nitơ rồi agon cuối cùng là krypton), nhưng đáng tiếc là khí trơ làm tăng tổn thất dẫn nhiệt, do vậy lợi ích của hiệu quả phát sáng gần như bị mất đi do việc tăng công suất cung cấp cho sợi đốt.

Chú ý rằng ở trạng thái đốt nóng, sợi đốt được bao bọc bởi một lớp khí tĩnh làm giảm tổn thất nhiệt nhiều nếu lớp khí tĩnh này càng dày. Langmuir đã quấn sợi đốt hình xoắn rất dày sao cho lớp khí nằm trong đường kính của dây xoắn dày hơn lớp khí của sợi đốt.

Ngày nay dây xoắn kép hay sợi đốt xoắn kép là công nghệ phổ biến nhất cho phép đạt hiệu quả ánh sáng từ 10 đến 20 lm/W có tuổi thọ trung bình là 1000 giờ.

Vào những năm sáu mươi đã có khả năng đạt được nhiệt độ lớn hơn 3100K do việc thêm vào khí trơ các thành phần halogen (iốt hoặc brom) cho phép wolfram bay hơi lắng đọng trên sợi đốt mà không ngưng đọng trên bóng đèn.

Do vậy hiệu quả ánh sáng đạt tới 20 đến 27 lm/W và tuổi thọ trung bình là 2000 giờ.

4.2.2 Bóng đèn

Đối với các đèn chiếu sáng thông dụng từ 15 đến 1500 W bóng đèn có thể có hình dáng khác nhau và thường làm bằng thủy tinh có thêm chì. Để giảm độ chói các đèn công suất nhỏ có thể làm mờ ở bên trong hoặc được phủ bằng lớp bột mờ. Hấp thụ ánh sáng ít, vào khoảng 1 đến 4%, lớp này cho phép ảnh hưởng đến nhiệt độ màu của nguồn tùy theo bộ lọc được sử dụng.

Trong các đèn có lớp phản xạ việc mạ bạc hoặc mạ nhôm ở bên trong bóng đèn cho phép định hướng chùm tia sáng.

Nếu ta muốn tránh việc các đèn chiếu đốt nóng các vật đồng thời với

chiếu sáng, lớp phản chiếu phải trong suốt với các tia hồng ngoại nhưng bóng đèn bị nóng hơn phải làm bằng thủy tinh bền.

Các mẫu thông dụng nhất từ 40 đến 300W được dùng cho các cửa hiệu, trần nhà chiếu sáng sân khấu.

Cuối cùng các bóng đèn halogen làm bằng thạch anh vỏ đơn hoặc vỏ kép dùng làm các đèn chiếu cho xe cộ, điện ảnh, các thiết bị thể thao v.v... các mẫu 75 đến 250 W đang cạnh tranh với đèn thông thường, rất tiếc không giữ được hiệu quả ánh sáng tốt.

4.2.3 Đui đèn

Ở Pháp các đui đèn được quy chuẩn hoá :

- đui ngành tre : B 15 hoặc B 22 (công suất ≤ 150 W)
- đui xoáy : E 14, E 27, E 40 với mọi công suất.

4.3 Các đặc tính

* Mặc dù hiệu quả ánh sáng rất thấp, các đèn sợi đốt có chỉ số màu gần 100 cho phép chiếu sáng cục bộ hoặc chiếu sáng trang trí.

Vì nhiệt độ màu thấp, các bóng đèn sợi đốt rất thuận tiện cho việc chiếu sáng mức thấp và mức trung bình ở các khu vực dân cư (biểu đồ Kruithof- hình 3.2).

Các ưu điểm chủ yếu là :

- Nối trực tiếp vào lưới điện
- Kích thước nhỏ
- Bật sáng ngay
- Giá rẻ
- Tạo ra màu sắc ấm áp.

Các nhược điểm là tổn điện và phát nóng.

* Ngoài ra còn một nhược điểm khác trong việc sử dụng các đèn sợi đốt đó là tính năng của đèn thay đổi đáng kể theo biến thiên điện áp nguồn.

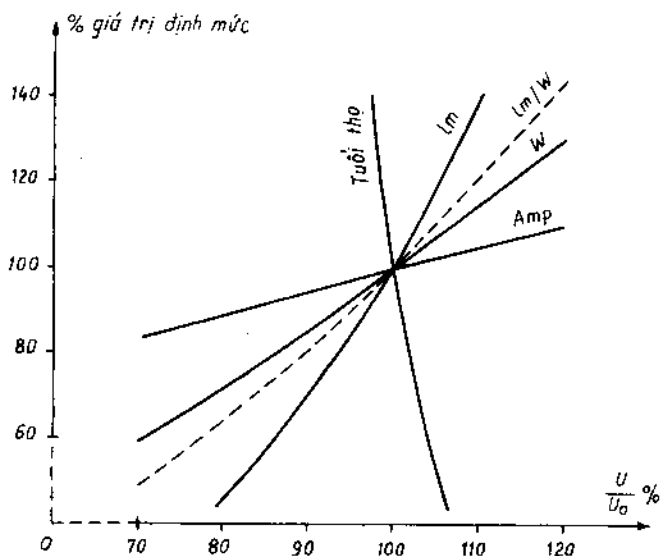
Thật vậy, ở các nhiệt độ đã cho điện trở suất của wolfram có thể

bằng 12 đến 16 lần điện trở suất ở trạng thái nguội. Mọi biến thiên điện áp dẫn tới biến thiên dòng điện và do đó biến thiên sự đốt nóng. làm ảnh hưởng đến quang thông và tuổi thọ của đèn.

Nếu Φ , I , P và D lần lượt là quang thông phát ra, dòng điện, công suất tiêu thụ và tuổi thọ của đèn ở điện áp định mức U_0 thì ở điện áp U :

$$\frac{\Phi}{\Phi_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{3.5} ; \left(\frac{I}{I_0}\right) = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{0.5} ; \left(\frac{P}{P_0}\right) = \left(\frac{U}{U_0}\right)^{1.5} ; \left(\frac{D}{D_0}\right) = \left(\frac{U_0}{U}\right)^{13.5}$$

Hình 4.3 cho theo giá trị tương đối sự thay đổi của các đại lượng này theo điện áp U . Ta sẽ nhận thấy rằng ảnh hưởng đặc biệt của điện áp đến tuổi thọ của đèn, nó chuyển từ 3700 giờ khi điện áp giảm đi 10% sang nhỏ hơn 500 giờ khi quá điện áp 5%.



Hình 4.3

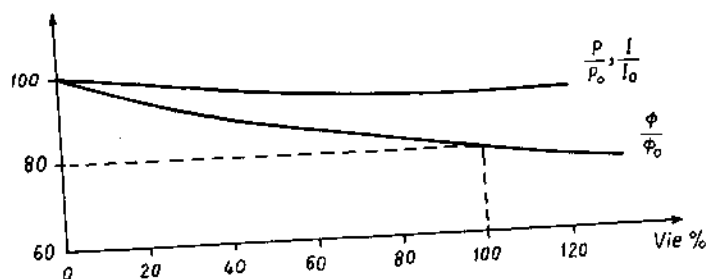
Điều nhận xét cuối cùng này nêu lên về mặt kinh tế việc sử dụng đèn có điện áp hơi thấp có thể có lợi hơn dùng đèn có điện áp cao hơn

một chút nếu sự chênh lệch chi phí vận hành có thể lớn hơn chi phí thay thế các bóng đèn

** Sự già hoá của các đèn*

Việc suy giảm tính năng theo thời gian chủ yếu là do sự bốc hơi không thể tránh khỏi của sợi đốt. Sự bốc hơi càng lớn khi hơi Wonfram làm mờ bóng đèn một cách đều đặn đối với các đèn chân không và hơi bị tập trung lại đối với các đèn có khí. Cũng vậy trong trường hợp các đèn halogen hơi Wonfram không tự bám chắc vào sợi đốt ở nơi bị bốc hơi.

Hình 4.4 chỉ ra sự suy giảm theo giá trị tương đối so với các giá trị định mức của một đèn chiếu sáng thông dụng mới. Quang thông phát xạ thường nhỏ hơn do bụi bám bên ngoài bóng đèn vì vậy cần định kỳ lau bóng đèn.



Hình 4.4

* Bảng sau đây cho các tính năng của các bóng đèn mới thường gặp có sợi đốt tiêu chuẩn và có halogen, điện áp 220V. Bảng này còn đang được phát triển vì các tiến bộ do việc xuất hiện các đèn có lớp hai hướng sắc, trong suốt với các tia sáng nhìn thấy và phản xạ các tia hồng ngoại trở lại sợi đốt và đèn "lạnh" có lớp kép làm giảm tổn hao dẫn nhiệt. Đã cải thiện được 30% tính năng.

Sợi đốt tiêu chuẩn 220/230V				Đèn Halogen 220/230V	
P_w	Φ_{lm}	P_w	Φ_{lm}	P_w	Φ_{lm}
15	120	150	2200	100	2100
25	220	200	3000	300	6300
40	430	300	5000	500	10500
60	740	500	8700	1000	22/26000
75	970	1000	18700	1500	33000
100	1390	1500	27700	2000	44/54000

Từ bảng này suy ra rằng, hiệu quả ánh sáng càng tốt khi công suất đèn càng lớn. Ví dụ hai đèn 150W cho ánh sáng kém hơn một đèn 300W.

Nhận xét này cũng đúng với các loại đèn khác.

4.4 Bài tập

* Sự chiếu sáng cho một khu vực cần N đèn công suất mỗi đèn 100W, nối vào điện áp định mức $U_o = 225V$. Giá mỗi đèn là 8F và giá 1kWh là 0,3F.

Một đèn 100W - 125V có quang thông định mức 1550 lm, tổn hao dẫn nhiệt rất thấp, cũng giá 8F.

Ta giả thiết nghiên cứu việc mắc nối tiếp hai đèn 125V, do đó điện áp trên đèn sẽ giảm đi một ít, có thể tiết kiệm để khẳng định tiêu chuẩn lựa chọn theo thời gian sử dụng.

Trả lời :

Quang thông của đèn 100W - 225V mắc vào điện áp 225V là :

$$\Phi_o = 1390lm.$$

Cùng một quang thông cần có N' đèn 100W - 125V :

$$N.1390 = N'.1550 \left(\frac{112,5}{125} \right)^{3,5} = N'.1072$$

Do đó cần phải sử dụng 1072) số đèn nhiều hơn, nhưng tuổi thọ của chúng sẽ là :

$$D' = 1000 \left(\frac{125}{112,5} \right)^{13,5} = 4147 \text{ giờ}$$

Cuối cùng mỗi bóng đèn sẽ tiêu thụ công suất P' :

$$P' = 1000 \left(\frac{125}{112,5} \right)^{13,5} = 85,38 \text{ W}$$

Coi các đèn làm việc với tuổi thọ trung bình, do đó với n giờ làm việc:

- Giải pháp các đèn 100W - 225V

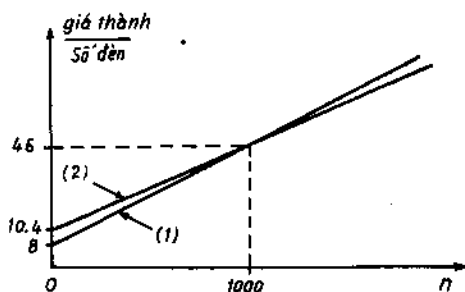
$$\begin{aligned} \text{Giá thành} &= 8N + 8N \cdot E \cdot \left| \frac{n}{1000} \right| + \frac{n \cdot N \cdot 100 \cdot 0,3}{1000} \\ &\approx 8N \left[1 + \frac{n}{1000} \right] + 0,03nN \\ &= 8N + nN \cdot 38 \cdot 10^{-3} \end{aligned} \quad (1)$$

- Giải pháp các đèn 100W - 125V

$$\begin{aligned} \text{Giá thành} &= 8N' + 8N' \cdot E \cdot \left| \frac{n}{1000} \right| + \frac{n \cdot N' \cdot 100 \cdot 0,3}{1000} \\ &= 10,37N + nN \cdot 35,71 \cdot 10^{-3} \end{aligned} \quad (2)$$

So sánh các biểu thức (1) và (2) chứng tỏ rằng (hình 4.5) việc sử dụng các đèn 125V mắc nối tiếp tốn kém về thiết bị hơn nhưng có lợi khi $n > 1035$ giờ là thời gian rất nhỏ hơn thời gian sử dụng đèn chiếu sáng thông thường.

Trong thực tế cần phải tính đến ảnh hưởng của các yếu tố khác như tiết diện dây dẫn, giá thành chụp đèn cần thiết cho bóng đèn, tính đến các lợi ích khác v.v...



Hình 4.5

4.5 Những ứng dụng khác

Ngoài việc sử dụng làm đèn tín hiệu (tuổi thọ sợi đốt đến 8000h), các đèn phát tia hồng ngoại được sử dụng rất nhiều trong sưởi ấm, đốt nóng.

Sự bức xạ giữa 500 và 3000nm được sử dụng để hâm nóng món ăn, sấy khô lông thú và các thực phẩm, tiệt trùng và làm tan đá v.v... Các mô-đen chùm tia được điều khiển có công suất từ 100 đến 375W. Liệu pháp nhiệt cũng sử dụng loại đèn bóng thủy tinh.

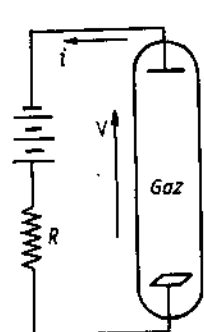
Để sấy các tấm sứ đến nhiệt độ cao hơn cần dùng các đèn khí tro thạch anh bước sóng 2500nm thay cho các điện trở thông thường và không có quán tính nhiệt. Công suất các đèn từ 200 đến 1000 W.

5 ĐÈN PHÓNG ĐIỆN

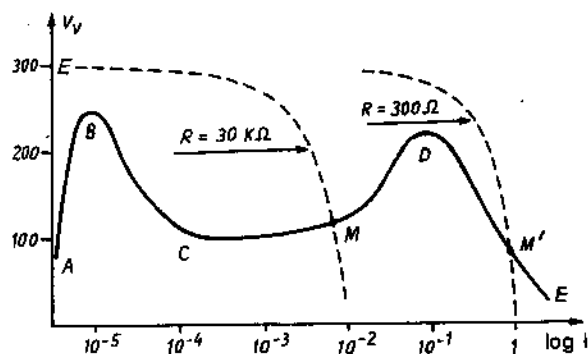
5.1 Sự phóng điện sáng

Ta lấy một bóng thủy tinh chứa khí trơ hoặc hơi kim loại có áp suất thấp và đặt hai điện cực nối với nguồn điện áp một chiều biến thiên nhờ điện trở R (hình 5.1).

Nếu ta đo điện áp giữa các điện cực $V = V_A - V_K$ bằng một vôn kế có điện trở trong rất lớn, đồng thời đo dòng điện qua ống i , ta có thể vẽ đặc tính $V_A - V_K = f(i)$ có hình dáng trên hình 5.2, trục hoành theo logarit.



Hình 5.1



Hình 5.2

Đặc tính này thể hiện nhiều vùng khác nhau :

- Vùng AB, gọi là vùng phóng điện không tự duy trì. Khí có tác dụng như một chất cách điện và dòng điện cực tiểu do các ion dương và điện tử tách ra do các tia vũ trụ và sự phóng xạ của môi trường.

- Vùng CD gọi là vùng phóng điện tự duy trì hay chế độ phóng điện toả sáng. Bắt đầu từ điểm B, ứng với điện áp mỗi các điện tử có năng lượng đủ để ion hoá dây chuyển các nguyên tử khác, do đó sinh ra hiện tượng thác điện tử ứng với vùng không ổn định BC có điện trở động âm.

Điểm làm việc ổn định nằm ở M được xác định bằng "đường đặc tính tải" của tổng trở mắc nối tiếp bên ngoài còn gọi là "chấn lưu". (1)

Các điện tử phát xạ từ catốt được bắn phá bằng các ion dương có năng lượng đủ lớn bao trùm một vùng catốt càng rộng khi dòng điện tăng lên, đồng thời xuất hiện một vùng sáng hướng anốt.

Thực tế các ion ngày càng tái hợp phát ra năng lượng kích thích dưới dạng bức xạ đặc trưng của khí hay hơi.

Tất nhiên các bức xạ này đơn sắc do khoảng cách giữa các nguyên tử lớn hơn khoảng cách trong môi trường chất rắn (hình 4.1).

- Vùng DE gọi là chế độ hồ quang.

Bắt đầu từ một giá trị nào đó của điện áp $V_A - V_K$, ví dụ từ điểm D, catốt trở nên đủ nóng để phát xạ điện tử bằng hiệu ứng nhiệt -ion, vào khoảng 900° , xảy ra hiện tượng thác điện tử thứ cấp, và được chấn lưu ổn định ở điểm M, kết quả là sinh ra hồ quang trong bóng đèn.

Để cho phép làm việc ở catốt phát xạ nóng, catốt phải được chế tạo bằng vật liệu chịu nhiệt như vonfram và được phủ các chất dễ phát xạ điện tử như các oxit kiềm thổ.

Chất này có thể được đốt nóng trước bằng một dòng điện khác với dòng phóng điện. Vai trò của anốt ít quan trọng, vì nguồn cung cấp nối chung là xoay chiều nên hai điện cực giống nhau.

(1) Đường này sẽ là đường thẳng nếu ta không lấy i theo thang logarit.

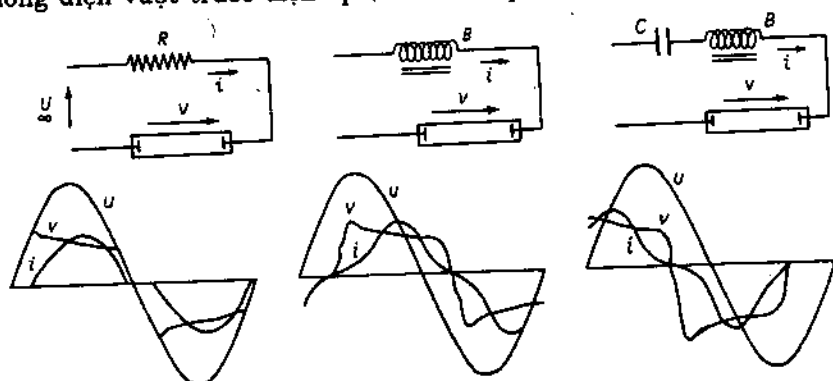
5.2 Chấn lưu

5.2.1 Vai trò của chấn lưu điện cảm

Theo quan điểm hiệu suất việc ổn định chế độ hồ quang bằng chấn lưu điện trở là không tốt. Người ta sử dụng một điện kháng quán trên lõi có từ tần, tùy trường hợp có thêm một tụ điện để nâng cao hệ số công suất.

Chấn lưu điện cảm cũng cho phép san bằng dạng sóng dòng điện. Dòng điện không còn hình sin nữa, ống phóng điện không thể được coi như một phần tử tuyến tính.

Hình 5.3 nêu lên các dạng sóng dòng điện và điện áp trên các cực của ống phóng điện trong trường hợp ổn định bằng điện trở (a), bằng cảm kháng (b) và tổ hợp cảm kháng và tụ điện (c) sao cho sóng cơ bản dòng điện vượt trước điện áp (sơ đồ "bù quá").



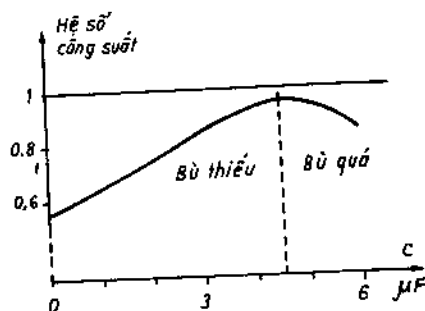
Hình 5.3

5.2.2 Các hạn chế của chấn lưu hiện nay

Cần phải lưu ý rằng chấn lưu sẽ luôn có tổn hao do hiệu ứng Joule, cần phải cung cấp thêm công suất tiêu thụ trong đèn. Tiếc rằng không thể thay thế chấn lưu bằng tụ điện không tiêu thụ năng lượng ở tần số 50Hz.

Thực ra nếu ta coi dạng sóng điện áp hồ quang là một hàm dạng chữ nhật, khi điện áp này trở về nhanh chóng, điện áp trên cực tụ điện nhảy

vọt và dòng điện có dạng xung. Ngược lại với hệ số công suất từ 0,4 đến 0,5 nếu chỉ có chấn lưu cần phải nâng hệ số công suất lên để các điều kiện điện áp nguồn tốt hơn. Tụ mắc nối tiếp với chấn lưu hoặc mắc song song với bộ đèn - chấn lưu phải cho phép đạt được hệ số công suất 0,85.



Hình 5.4

Về mọi phương diện không thể đưa $\cos \varphi$ bằng một vì công suất tác dụng chỉ tính bằng tích số của trị số hiệu dụng điện áp sin với trị số hiệu dụng của điều hoà bậc một của dòng điện, trong khi công suất biểu kiến lấy giá trị hiệu dụng của dòng điện, xét tất cả các điều hoà.

Hình 5.4 cho ví dụ hệ số công suất đối với đèn 40W - 220V.

5.2.3 Chấn lưu điện tử

Sự phát triển của kỹ thuật điện tử đã cho phép thay thế chấn lưu kinh điển sắt - đồng bằng một mạch bán dẫn nhẹ hơn và tiêu thụ ít hơn.

Ý tưởng cơ bản là biến đổi tần số từ 50Hz lên khoảng 20kHz bằng bộ chỉnh lưu - nghịch lưu. Chấn lưu điện tử có kích thước nhỏ hơn rõ rệt và loại trừ được hiệu ứng nhấp nháy.

Ở các tần số cao chấn lưu có thể làm bằng ferit và tổn hao giảm đi. Ví dụ đối với đèn huỳnh quang dài 1,5m tổn hao giảm từ 14 còn 6W.

Hệ số công suất của sơ đồ chỉnh lưu vào khoảng 0,9 và việc bù trở nên không cần thiết.

Hiệu quả ánh sáng của phóng điện tăng khoảng 10% vì sự khử ion ít hơn ở mỗi nửa chu kỳ do thời gian trở về của hồ quang giảm đi.

Cuối cùng ta nhận thấy rằng sự biến đổi tần số cho phép biến thiên quang thông khi ống phóng điện có mắc song song với một tụ điện.

5.3 Các đèn phóng điện

Ở chế độ hồ quang các bức xạ phát ra là đơn sắc và nằm trong miền nhìn thấy. Trong thực tế chỉ có hai loại hơi kim loại thích hợp là hơi thủy ngân và hơi natri.

5.3.1 Đèn hơi natri áp suất thấp

Đèn có dạng ống, đôi khi ống dạng hình chữ u, chứa natri (khi nguội ở trạng thái giọt) trong khí neon cho phép mồi ống (ánh sáng đỏ - da cam) và bay hơi natri.

Sau vài phút natri bốc hơi phát bộ đôi vạch (589 đến 589,6 nm) màu vàng da cam rất gần với cực đại nhạy cảm của mắt 555nm (hình 1.5) với điều kiện áp suất natri thấp vào khoảng 10^{-3} torr ⁽¹⁾.

Các đặc trưng của đèn :

- Hiệu quả phát sáng có thể đạt tới 190lm/W, vượt xa các nguồn sáng khác.

- Chỉ số màu bằng không do sự toả tia hầu như là đơn sắc.

- Tuổi thọ lý thuyết bằng 8000 giờ⁽²⁾.

Vì thế việc sử dụng của nó dành cho các trường hợp thể hiện màu không quan trọng, khái niệm về số lượng quan trọng hơn chất lượng.

Ở nước Pháp, đèn hơi natri được dùng dùng trước hết cho chiếu sáng xa lộ, nhưng ở các nước phương bắc nó được dùng cho chiếu sáng đô thị, ở đó người ta có gu sáng "ấm" tuy chịu thiệt về thể hiện màu.

Các tính năng của loại đèn chính cho trong bảng ở cuối chương.

5.3.2 Đèn hơi natri áp suất cao

Ở nhiệt độ trên 1000° , có áp suất cao, natri phát các vạch khác trong phổ nhìn thấy và do đó cho ánh sáng trắng hơn, có màu trắng ấm nhiệt độ màu 2000 đến 2500K.

(1) 1 torr = 1mm cột thủy ngân

(2) Được xác định trong các điều kiện giả hoá của phòng thí nghiệm, các tuổi thọ cho phép so sánh giữa các loại đèn nhưng tuổi thọ sử dụng rất ít.

Đèn phóng điện có kích thước giảm đáng kể để duy trì nhiệt độ và áp suất và được làm bằng thủy tinh alumin, thạch anh bị ăn mòn bởi Na. Ống đặt trong bóng hình quả trứng hay hình ống có đuôi xoắn.

Các đặc trưng của đèn :

- Hiệu quả ánh sáng có thể đạt tới 120lm/W.
- Chỉ số màu xấu ($R_a \approx 20$), nhưng bù lại đèn có nhiệt độ màu thấp, dễ chịu ở mức độ rọi thấp⁽¹⁾.
- Tuổi thọ lý thuyết là 10.000 giờ.

Được sử dụng chủ yếu để chiếu sáng ngoài trời trong các vùng dân cư như đường phố, bến đỗ xe lớn, một số công trình thể thao.

Ở cuối chương chúng ta sẽ thấy các tính năng của các loại chính còn đang được mở rộng.

5.3.3 Đèn halogen kim loại

Trong hỗn hợp hơi thủy ngân và halogen áp suất cao như iodua natri hoặc tali sự phóng điện cho phép thu được một màu rất trắng từ 4000 đến 6000K.

Các đặc trưng của đèn :

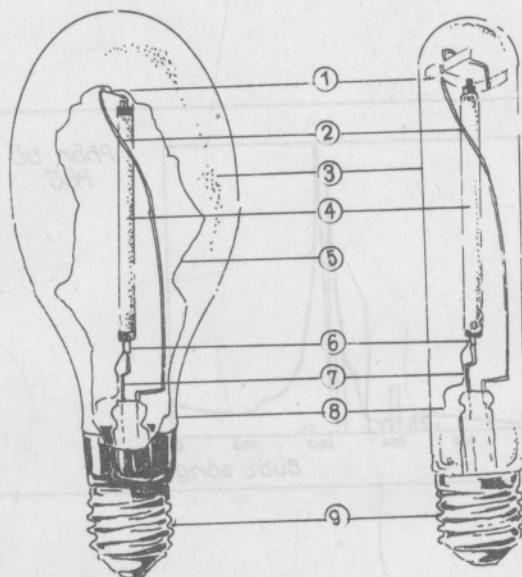
- Hiệu quả ánh sáng có thể đạt tới 95lm/W.
- Chỉ số màu chấp nhận được vào khoảng từ 60 đến 90
- Tuổi thọ trung bình là 4000 giờ.

Theo cơ công suất từ 250 đến 2000W, đèn halogen kim loại được sử dụng để chiếu sáng diện tích lớn yêu cầu về thể hiện màu là quan trọng : đó là chiếu sáng các sân thể thao khi tiếp phát truyền hình màu.

Ngoài giá thành cao, nhược điểm thứ hai là sự giảm nhiệt độ màu trong quá trình sử dụng : sau thời gian từ 500 đến 1000 giờ cần phải thay đèn để giữ vững chất lượng phóng sự truyền hình màu.

Các đặc tính của các loại đèn chủ yếu hiện nay cho trong bảng 5.1.

(1) Mỗi dãy xuất hiện các loại có $R_a \geq 80$: 35W - 1300lm, 50W - 2300lm.

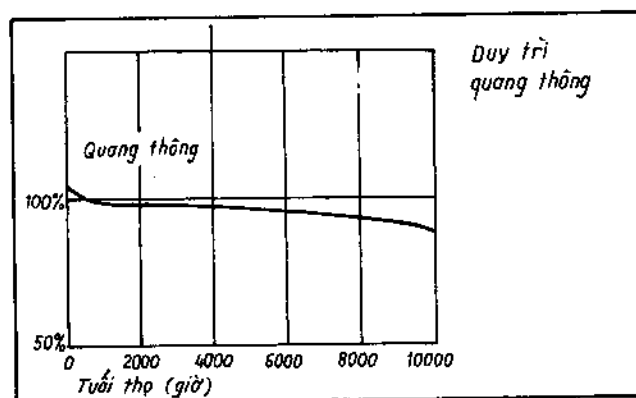
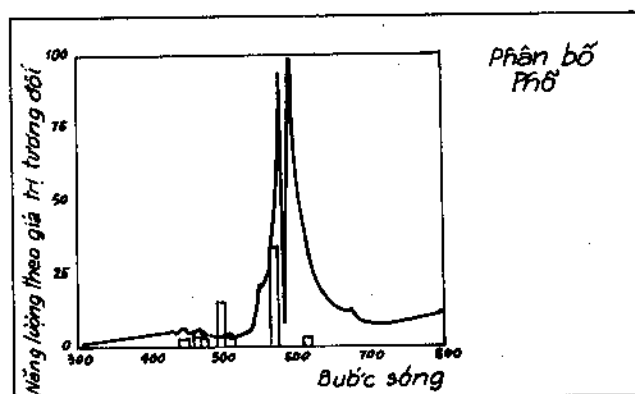


Nhìn bóc tách

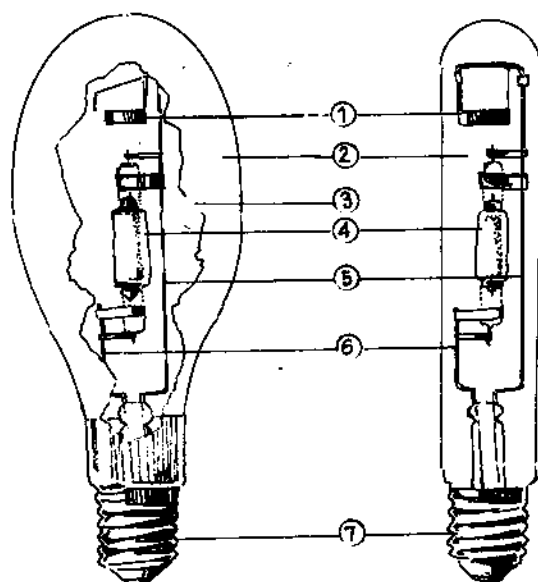
Đèn SON-SON/T hơi natri cao áp

1. Giá đỡ giữ đèn ống phóng điện thẳng hàng
2. Dầu 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 oxit nhôm trong để có hiệu suất tối đa
5. Lớp phủ bên trong
6. Thiết bị dẫn nỏ 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

Phụ lục A(1) - Tư liệu Claude



Phụ lục B(I) - Tư liệu Philips

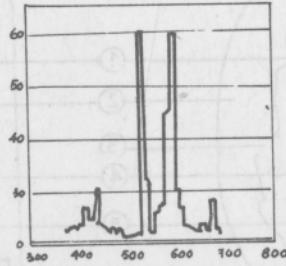


Nhìn bóc tách

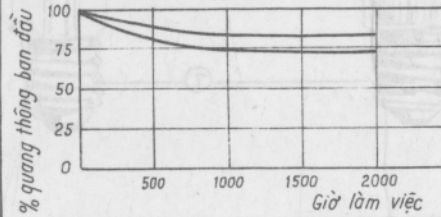
Đèn HPI(T) halogen kim loại cao áp

1. Vòng cố định khí 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 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

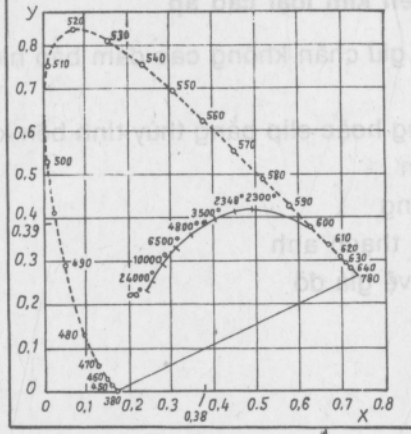
Phân bố Phổ năng lượng

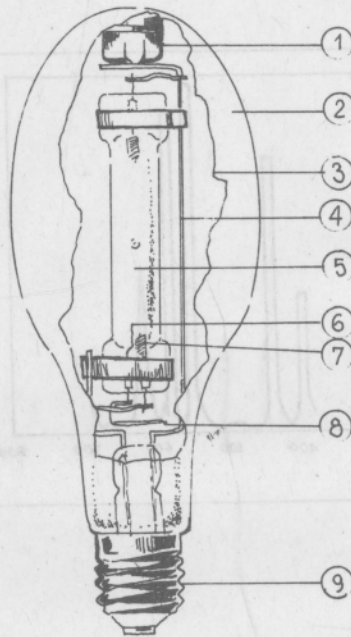


Duy trì quang thông định mức



Biểu đồ màu



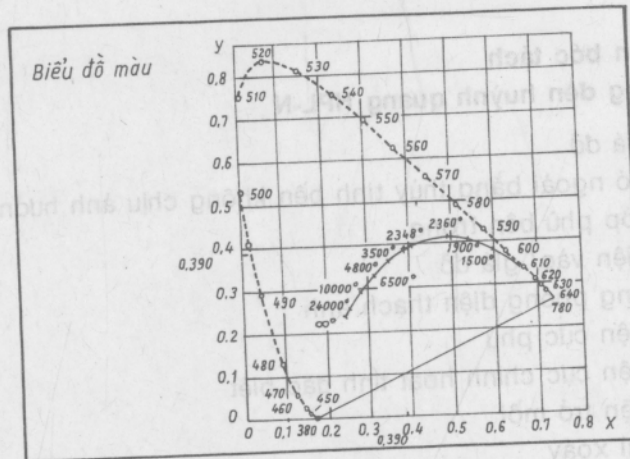
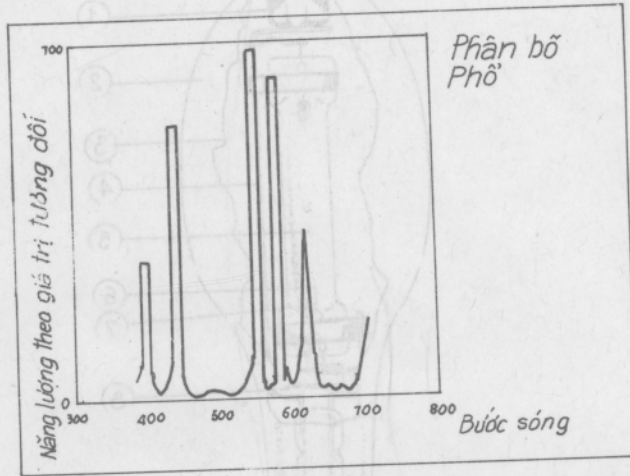


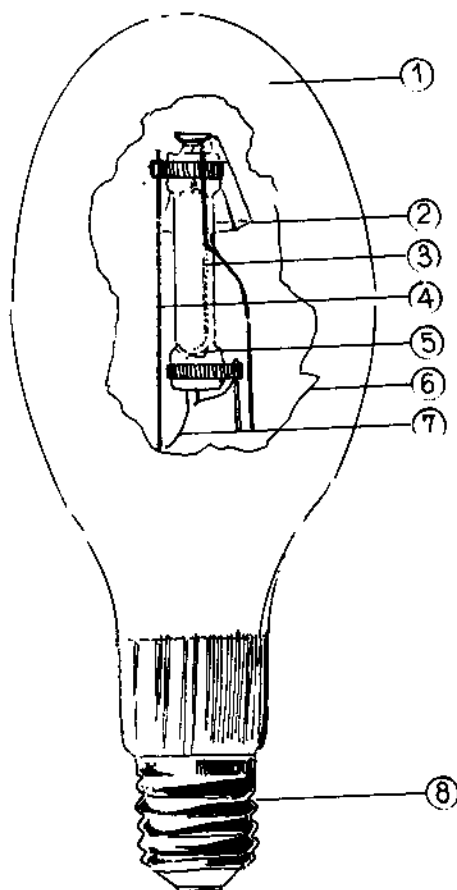
Nhìn bóc tách

Bóng đèn huỳnh quang HPL-N

1. Giá đỡ
2. Vỏ ngoài bằng thủy tinh bền 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 hoạt tính đặc biệt
8. Điện trở mồi
9. Đui xoáy

Phụ lục C(II) - Tư liệu Claude





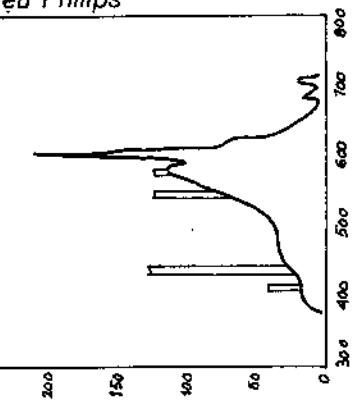
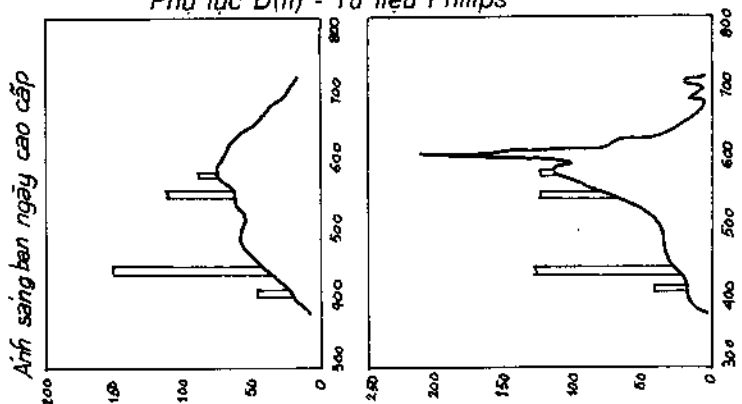
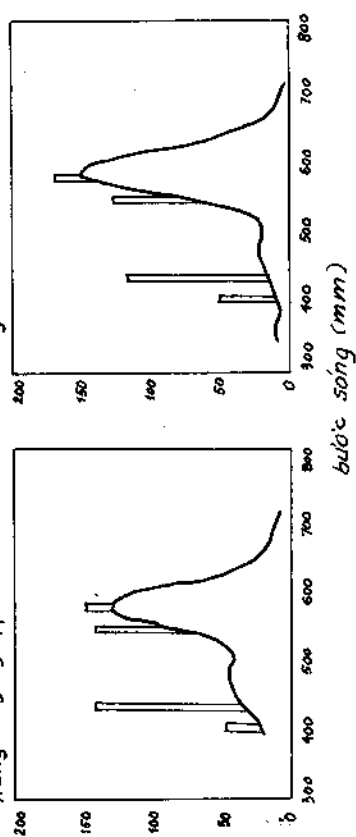
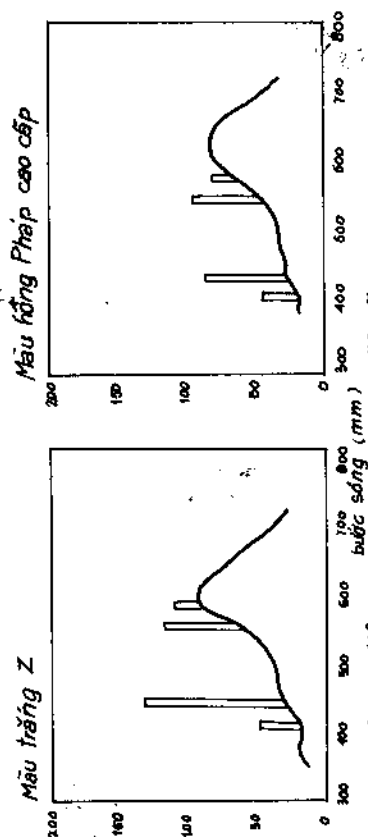
Nhìn bóc tách

Đèn MLL-N ánh sáng hỗn hợp

1. Vỏ ngoài hình ôvan bằng thủy tinh bền không chịu ảnh hưởng khí quyển
2. Sợi đốt xoắn
3. Ống phóng điện thạch anh
4. Giá đỡ
5. Điện cực chính
6. Lớp phủ bên trong photphat/ vanadat ytri
7. Điện vào
8. Đui xoáy

Đèn
HUYỀN QUANG

PHÂN PHỐI PHỔ



**Bảng 5.1. Công suất và quang thông các môđun đèn
phóng điện 20/240 V thông dụng - không kể ống huỳnh quang.**

Natri áp suất thấp	P_w ϕlm	10 18 1 800	20 35 4 800	20 55 8 000	20 90 13 500	30 135 22 500	30 180 33 000		
Natri cao áp bóng sáng	P_w ϕlm →	13 50 3 300 4 000	13 70 5 800 6 500	20 150 14 000 15 500	* 210 18 000	25 250 25 000 26 000	* 350 34 000	40 400 47 000 48 000	60 1 000 120 000 125 000
Halogen	7 P_w ϕlm	11 35 2 400	22 70 5 000	15 150 11 200	20 250 17 000	30 400 32 500	30 1 000 93 000	2 000 185 000	
Bóng huỳnh quang loại cao áp	P_w ϕlm	10 50 2 000 2 000	10 80 3 800 3 850	10 125 6 300 6 500	15 250 13 500 14 000	20 400 23 000 24 000	30 700 42 000	30 1 000 60 000	30 2 000 125 000
ánh sáng hỗn hợp	P_w ϕlm			160 3 150	250 5 700	500 14 000			

6. ĐÈN HUỖNH QUANG

Các đèn phóng điện cũng liên quan đến nguyên lý huỳnh quang.

6.1 Sự huỳnh quang

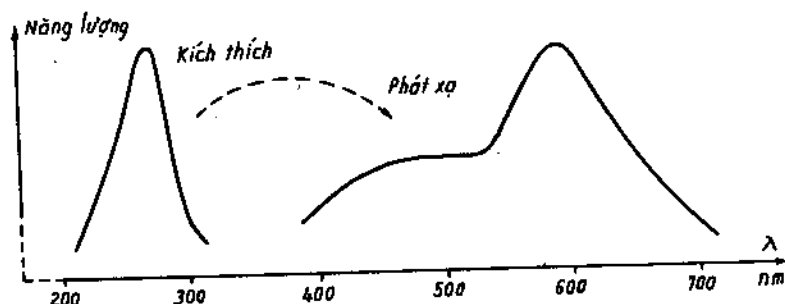
Khi một tia đơn sắc va chạm vào một chất phát quang thì một phần năng lượng của nó được biến đổi thành nhiệt trong khi đó phần còn lại xuất hiện dưới dạng một phổ liên tục có bước sóng lớn hơn và sự phân bố phụ thuộc vào bản chất của chất.

Sự giảm bớt phát xạ sơ cấp tạo nên hiện tượng huỳnh quang được sử dụng để "lấy lại" các bức xạ phát ra trong các tia tử ngoại bằng cách kéo chúng vào miền ánh sáng nhìn thấy.

Màu của ánh sáng quan sát phụ thuộc vào bản chất, vào liều lượng bột huỳnh quang quét trong thành ống cũng như áp suất trong ống.

Ví dụ, hình 6.1 nêu một phổ sơ cấp kích thích trong miền tử ngoại có thể được biến đổi thành phổ ánh sáng trắng bằng cách cho qua một lớp halophosphat canxi.

Cần lưu ý rằng, năng lượng thu nhận lại rất nhỏ vì với một dải chiều rộng đã cho năng lượng bằng $dW = h \, dv = h \, c \lambda^{-2} \cdot d\lambda$.



Hình 6.1

6.2 Đèn hơi thủy ngân

* Khi phóng điện trong hơi thủy ngân có áp suất cao giữa 1 và 10 at trong ánh sáng nhìn thấy có bốn vạch chính (400, 430, 540 và 560 nm),

mặc dù cho ánh sáng trắng song không đảm bảo sự thể hiện màu tốt.

Ngược lại có rất nhiều bức xạ tử ngoại mà ta có thể biến đổi huỳnh quang bằng cách bao quanh ống phóng điện một vỏ hình quả trứng, bên trong có quét một lớp bột huỳnh quang.

Như vậy người ta có thể cải thiện chất lượng ánh sáng nhưng về số lượng chất huỳnh quang hấp thụ một phần bức xạ.

* Các đặc trưng của đèn huỳnh quang :

- Hiệu quả ánh sáng từ 40 đến 60 lm/W;
- Chỉ số màu là 50 ở 4000 K và 60 đối với seri "cao cấp" ở 3300 K;
- Tuổi thọ lý thuyết 10000 giờ.

Xuất hiện trước loại đèn natri cao áp, đèn huỳnh quang dùng trong chiếu sáng ngoài trời và cơ sở công nghiệp lớn. Nhưng do sự cạnh tranh đáng sợ của đèn natri dùng cho chiếu sáng ngoài trời và các đèn ống dùng cho chiếu sáng trong nhà làm cho đèn huỳnh quang ngày càng mất dần vị trí.

Trong lĩnh vực chiếu sáng công cộng những ưu điểm của nó vẫn giữ nguyên như tính chắc chắn, tin cậy và giá thành. Đó là loại đèn đang không được phát triển.

* Nếu trong bóng ta mắc nối tiếp ống phóng điện với một sợi đốt wolfram phát sáng khi đốt nóng thì ta thêm vào ánh sáng các bức xạ màu đỏ và chấn lưu không cần nữa vì nó đã được thay thế bằng điện trở sợi đốt.

Loại đèn này phối hợp giữa đèn huỳnh quang và đèn sợi đốt còn gọi là đèn "sáng hỗn hợp" được đặc trưng bằng :

- Hiệu quả sáng từ 20 đến 30 lm/W
- Chỉ số màu từ 50 đến 65 với nhiệt độ màu vào khoảng 3800K
- Tuổi thọ còn 5000 giờ, do có sợi đốt.

Ưu điểm chủ yếu của đèn là được nối trực tiếp vào lưới điện và có thể đổi lẫn với các đèn sợi đốt (dui E27 và E40). Do vậy người ta có thể đổi mới một thiết bị chiếu sáng đã có và làm tăng mức chiếu sáng rõ

rệt với chi phí nhỏ.

Tuy nhiên cần chú ý là trái với đèn phóng điện cần một vài phút để bật sáng loại đèn này bật sáng ngay.

* Các tính năng của các loại đèn thường gặp đã cho trong chương 5. (bảng 5.1).

6.3. Đèn ống huỳnh quang

6.3.1 Giới thiệu

Thường được gọi không đúng là "đèn neon" bởi vì chúng không chứa neon, Đó là các đèn thông dụng nhất và có các tính năng ngày càng được nâng cao.

Một ống thủy tinh mờ với tia tử ngoại có các điện cực đốt nóng, bên trong chứa khí hiếm (acgon) và một lượng thủy ngân rất nhỏ. Khi phóng điện ở áp suất rất thấp, 0,01 torr, phát xạ chủ yếu của thủy ngân nằm ở 254 nm trong khi thủy ngân vẫn nguội khoảng 50°.

Bức xạ này làm phát sáng huỳnh quang bột phát quang quét ở bên trong thành ống.

Để chế tạo :

- Cần sử dụng một ống dài có nhiệt độ không cao để không làm tăng áp suất của thủy ngân.

- Bột huỳnh quang hoặc hỗn hợp bột có thể cho các đường cong phát xạ phổ ánh sáng màu hay ánh sáng trắng được đặc trưng bằng nhiệt độ màu và giá trị chỉ số màu IRC (hay Ra).

Các đặc tính chủ yếu của các đèn ống này đối với loại chính là :

- Chiều dài và công suất tiêu chuẩn hoá :

0,6m	20/18W	giá trị thứ hai của công
1,2m	40/36W	suất tương ứng với đèn ống
1,5m	65/68W	thế hệ mới 26mm lắp lẫn
2,4m	110W	được với loại cũ 38mm

- Hiệu quả ánh sáng từ 40 đến 95 lm/W
- Chỉ số màu từ 55 - 92.
- Nhiệt độ màu giữa 2800 và 6500 K.
- Tuổi thọ lý thuyết vào khoảng 7000 giờ.

Do có nhiều thông số, cần tham khảo tài liệu của hãng chế tạo để chọn thông số và loại thích hợp. Cuối chương có tóm tắt các tính năng của các loại đèn thông dụng.

6.3.2 Các điều kiện làm việc

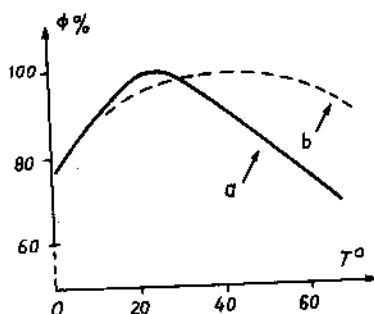
Nhiệt độ

Trong đèn ống thuộc công nghệ cũ, vì lý do giá thành, cực đại của quang thông ở nhiệt độ xung quanh vào khoảng 25° là thông dụng nhất. Nhưng sự phát xạ có thể giảm đi 30% ở gần 0° (do vậy cần bảo vệ đèn ống bằng một chụp đèn) hoặc ở 60° , giá trị nhiệt độ thường gấp bên trong chụp đèn.

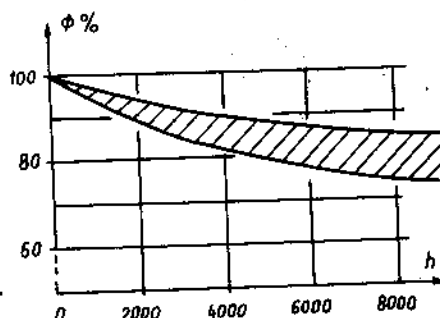
Trên hình 6.2 đường a minh họa sự suy giảm này, còn đường b là kết quả của sự cải tiến do có đưa vào một hỗn hống indii.

Tuổi thọ

Sự giảm quang thông trong quá trình làm việc có liên quan đến việc biến thiên điện áp lưới và tần số phát sáng, điều đó dẫn tới hư hỏng



Hình 6.2



Hình 6.3

chất huỳnh quang ở lân cận các điện cực. Do đó khi hai đầu đèn ống bị đen chứng tỏ gần hết thời hạn sử dụng của đèn.

Hình 6.3 nêu lên sự mất quang thông này theo giá trị tương đối khi bật đèn 3 giờ liên tục và lấy giá trị ban đầu của quang thông của đèn phát xạ sau 100 giờ làm việc.

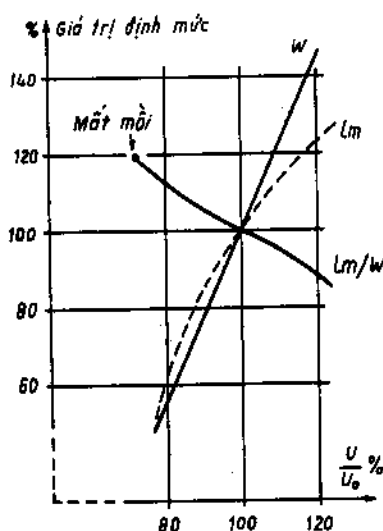
Các biến thiên điện áp

Cũng như đối với các đèn phóng điện và phụ kiện kèm theo (chấn lưu, tụ điện, thiết bị mồi) đèn ống huỳnh quang chỉ làm tốt ở điện áp định mức.

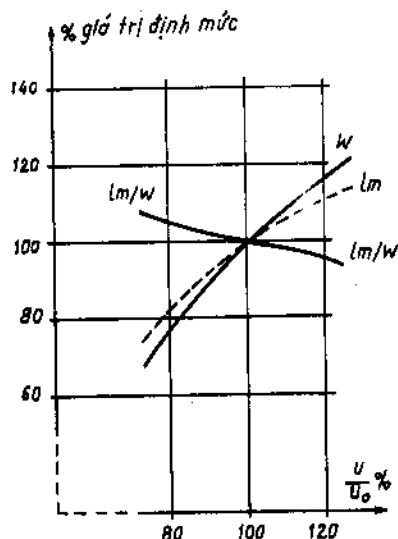
Hình 6.4 biểu thị công suất tiêu thụ, quang thông, hiệu quả ánh sáng theo điện áp tính theo phần trăm trị số định mức của một đèn ống 40W - 220V có chấn lưu không được bù.

Một tụ điện mắc nối tiếp với chấn lưu đóng vai trò ổn định dòng điện và do đó ổn định tính năng của đèn.

Hình 6.5 nêu lên ảnh hưởng này đối với cùng một đèn khi có thêm một tụ điện $3,75\mu F$ (sơ đồ bù quá).



Hình 6.4



Hình 6.5

6.3.3 Các thiết bị mồi

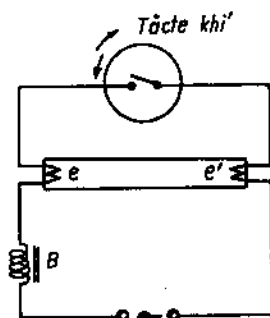
Các thiết bị mồi có ở tất cả các đèn phóng điện bởi vì điện áp lưới biên độ rơi chung không đủ đảm bảo mồi, nhất là mồi khi catốt nguội.

Ở đây ta sẽ chỉ mô tả các thiết bị mồi của đèn ống, bởi vì nói chung các thiết bị này có thể do người sử dụng lựa chọn.

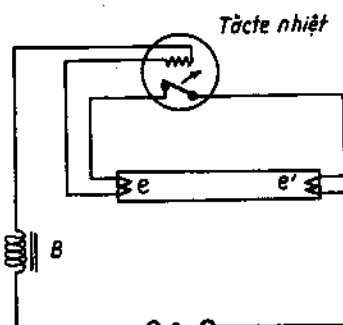
Thông dụng nhất là tiến hành nung nóng trước các điện cực để giảm điện áp phóng điện của đèn.

Tắc te có khí

Đó là một bóng đèn có khí rất nhỏ có các điện cực gần nhau trong đó một điện cực là lưỡng kim di động, mắc song song với đèn ống (hình 6.6).



Hình 6.6



Hình 6.7

Khi có điện, sự phóng điện xảy ra trong tắc te, các điện cực của nó bị ngắn mạch do nhiệt lượng của sự phóng điện này. Do đó dòng điện chạy qua các điện cực e và e' làm nóng chúng do hiệu ứng Joule, trong khi đó miếng lưỡng kim nguội đi. Cuối cùng miếng lưỡng kim làm hở mạch, vì cuộn chấn lưu có tính điện cảm làm xuất hiện quá điện áp khi ngắt mạch giữa e và e' sinh ra hồ quang.

Tắc te nhiệt

Một bóng đèn chân không nhỏ chứa một công tắc lưỡng kim khép mạch khi nguội và một điện trở đốt nóng nhỏ được mắc theo sơ đồ 6.7.

Khi có điện, điện trở này và các điện cực mắc nối tiếp bị phát nóng do hiệu ứng Joule làm mở miếng lưỡng kim gây ra quá điện áp khi ngắt mạch giữa e và e' và sinh ra hồ quang.

Công suất tiêu tán thường xuyên trên điện trở tác te vào khoảng 1W để tránh cho miếng lưỡng kim không bị nguội khi ngắt mạch ống.

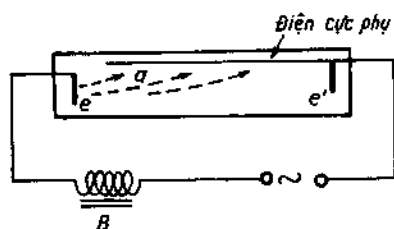
Trong cả hai trường hợp một điện dung nhỏ 6nF làm tăng thời gian quá điện áp khi ngắt làm cho việc mồi dễ dàng.

Hệ thống "khởi động nhanh" dùng điện cực phụ

Nếu muốn mồi tức thời, ta có thể loại bỏ thời gian đốt nóng trước bằng một điện cực phụ rất bền ở trong ống, được đốt với điện cực thứ hai (hình 6.8).

Như vậy ngay sau khi có điện, sự mồi tiến hành một cách tự phát từ e tới a và hồ quang kéo dài dọc theo điện cực phụ để đạt tới e' .

* Có một phương án mồi khác là đốt nóng trước không dùng tác te mà sử dụng cuộn dây phụ mắc nối tiếp, mắc song song hay mắc nối tiếp song song, nhưng việc sử dụng chúng cần có một dây dẫn phụ đặt ở bên ngoài ống. Loại ống này ít phổ biến và đang mất dần.



Hình 6.8

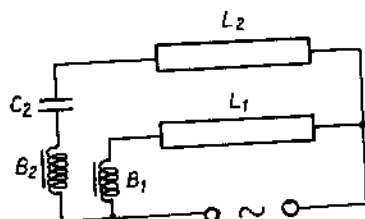
6.3.4 Nguồn cung cấp

Ta biết rằng ở tần số 50Hz đèn phát 100"chớp sáng" trong một giây (hình 5.3) hiệu ứng chớp nháy này, mắt người không nhìn thấy nhưng gây ra hiệu ứng quay chuyển ví dụ trong một phân xưởng có các máy quay.

Vì đèn ống thường có 2 hoặc 3 ống trong một hộp đèn, tùy theo trường hợp mà ta có thể :

- Cung cấp cho 3 ống của một hộp đèn bằng điện áp ba pha, tạo nên luồng ánh sáng rất đều đặn theo thời gian và cho phép cân bằng các pha với các thiết bị chiếu sáng công suất lớn.

- Đối với hộp đèn 2 ống thực hiện sơ đồ hai đèn "vượt trước - chậm sau". Chỉ cần nối song song một đèn ống không bù với một ống bù quá sao cho chớp sáng vượt trước và chậm sau điện áp (hình 6.9).

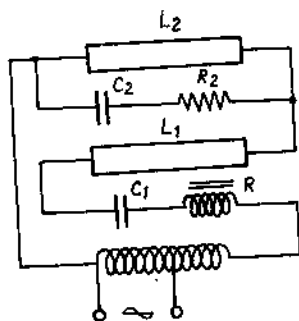


Hình 6.9

Lợi ích của sơ đồ cũng ở chỗ có hệ số công suất cao, cỡ 0,85 nhưng cần dùng hai chấn lưu và hai tácte (không vẽ ở đây).

Đôi khi ta còn gặp sơ đồ "hai đèn lần lượt" hình 6.10. Sơ đồ được gọi như vậy bởi vì ở mỗi nửa chu kỳ của điện áp đèn L_2 chỉ được mồi sau đèn L_1 . Nếu máy biến áp tự ngẫu nguồn có thể cung cấp ít nhất 1,25 lần điện áp cần thiết khi mồi L_1 , đèn này tự mồi, do đó mạch R_2C_2 ngắn mạch đèn L_2 .

Điện áp trên các cực đèn L_1 giảm xuống giá trị điện áp hồ quang, L_2 nhận được một điện áp bổ xung cần thiết cho sự mồi của nó.



Hình 6.10

Sơ đồ này không làm giảm sự nhấp nháy nhưng chỉ cần một chấn lưu có công suất rất nhỏ và tổn hao công suất giảm đi.

Bảng 6.1 cho các tính năng của các đèn ống chủ yếu có sẵn. Phụ lục A, B, C, D cho các loại đèn phóng điện khác nhau cũng như sự phân bố phổ năng lượng của một số đèn huỳnh quang.

Bảng 6.1

Tính năng chính của các ống huỳnh quang thế hệ 1 - $\Phi 38\text{mm}$						
	T ^o K	R _a	20w 0,6m	40w 1,2m	65w 1,5m	105w 2,4m
P, M Tien 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	
P						
Ống thế hệ thứ hai - $\Phi 26\text{mm}$						
	T ^o K	R _a	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	

C : Claude P : Philips M : Mazda (tên hãng sản xuất)

6.4 Các đèn hợp bộ (đèn compacte)

Mặc dù các đèn phóng điện và đèn huỳnh quang được cải tiến không ngừng, nhưng thiết bị phụ của đèn cũng như kích thước của nó làm các đèn này gặp trở ngại khi sử dụng trong nhà.

Việc sử dụng lớp huỳnh quang mịn hơn là nguồn gốc của đèn ống thế hệ thứ hai tạo nên phát xạ 3 dải hẹp (đỏ - xanh lá cây - xanh da trời) tạo nên ánh sáng trắng có chất lượng tuyệt hảo và hiệu quả ánh sáng rất cao.

Các bột huỳnh quang này cho phép làm nhỏ ống và xuất hiện các đèn hợp bộ công suất nhỏ trước hết dùng cho việc chiếu sáng trong nhà.

Trong loại "SL" hoặc "Tiên nữ" đèn có đui E27 phối hợp đồng thời tácte, chấn lưu và đèn ống nhỏ trong cùng một bộ.

Đèn này có thể thay thế trực tiếp đèn sợi đốt và có hiệu quả ánh sáng vào khoảng 50lm/W và tuổi thọ 5000 giờ, khấu hao vốn đầu tư trước 3000 giờ sử dụng.

Các đặc tính của loại đèn hiện nay là :

PW	7	11	15	20	23
Φlm	400	600	900	1400	1800

Còn có các loại đèn khác, chấn lưu rời, đui đặc biệt để tránh mắc sai vào lưới.

Công suất từ 5 đến 55W có quang thông từ 260 đến 4 800 lm.

6.5 Các ứng dụng khác

Do trong bức xạ của các đèn hơi thủy ngân có nhiều tia cực tím, loại đèn này có các ứng dụng đa dạng trong y tế và công nghiệp như :

- Các đèn phát hỗn hợp tia tử ngoại UV 250 nm và hồng ngoại IR 2000nm dùng trong điều trị y tế, làm hoá già nhanh, pôlime hoá, sản xuất in.
- Các ống huỳnh quang UVA (310 - 410 nm) được sử dụng trong

khoa da để nhiễm sắc tố da và UVC 254nm có tác dụng diệt trùng.

- Các đèn halogen kim loại UVB (280 - 310 nm) hoặc UVC (100 - 280nm) được sử dụng trong y học, để sao chép, làm cứng chất dẻo, phát hiện tiền giả.

- Các đèn ống màu để trang trí (nhà hàng, cửa kính, sông bạc...).

- Các đèn ống để làm tăng sự tăng trưởng cây cỏ : phổ phát xạ có màu xanh, hầu như không có tác dụng quang hợp vì bị lá phản xạ.

- Các đèn ống có "ánh sáng đen" (300 - 425nm) kích thích sự huỳnh quang của các vật liệu huỳnh quang. Sự bức xạ của nó không nhìn thấy và vô hại đối với mắt, có nhiều ứng dụng chuyên nghiệp.

7. CÁC BỘ ĐÈN

Là bộ phận bổ xung cần thiết cho mọi nguồn sáng, bộ đèn đảm bảo ba chức năng về điện, cơ và quang học.

- Về điện

Các bộ đèn dùng để liên hệ với lưới hoặc với các đèn có chứa các phụ kiện.

Theo quan điểm này tiêu chuẩn Pháp NFC 71- 1000 liên quan đến việc bảo vệ về điện của các thiết bị chia ra bốn cấp :

Cấp 0: cách điện đơn giản không có đầu nối đất

Cấp I: cách điện đơn giản có đầu nối đất ký hiệu là

Cấp II: cách điện kép không có đầu nối đất ký hiệu là

Cấp III: Nguồn điện áp rất thấp ký hiệu là

- Về cơ

Cần bảo vệ chống mọi tác nhân bên ngoài (chống mưa gió, bụi, va đập, ăn mòn...) làm hỏng đèn hoặc làm giảm chất lượng quang học.

Tiêu chuẩn nước Pháp NFC 20 - 010 xác định một chỉ số bảo vệ gồm ba chữ số trong đó con số đầu liên quan đến độ kín với bụi, số thứ hai đối với nước và số thứ ba là độ bền va chạm.

Bạn đọc sẽ tham khảo tiêu chuẩn này trong đó các điểm chủ yếu

được đưa vào catalô của nhà chế tạo.

- Về quang

Cần đảm bảo sự phân bố không gian của ánh sáng để thực hiện các kiểu chiếu sáng từ chiếu sáng trực tiếp tăng cường đến chiếu sáng gián tiếp tùy theo loại khu vực chiếu sáng và việc sử dụng của chúng. Bộ đèn cũng cần cho phép hạn chế độ chói của nguồn là nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng lóa mắt.

7.1 Điều khiển sự phân bố ánh sáng

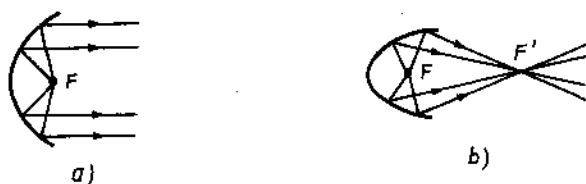
7.1.1 Sự phản xạ

Sự phản chiếu trên một mặt nói chung có nguyên nhân phối hợp do :

- Sự phản xạ đều tuân theo các định luật quang hình học có góc tới bằng góc phản xạ.

Cách điều khiển này là do các đèn pha có hình dạng parabolôn tròn xoay hoặc elip tròn xoay đơn giản.

Nếu nguồn sáng đặt ở tiêu điểm F tia phản xạ sẽ song song đối với một mặt có mặt cắt hình parabolôn (hình 7.1.a) hoặc hội tụ về tiêu điểm thứ hai trong trường hợp elip (hình 7.1.b). Hệ số phản xạ ρ_r có thể đạt tới 0,85 (gương) và thậm chí 0,93 (trắng bạc).



Hình 7.1

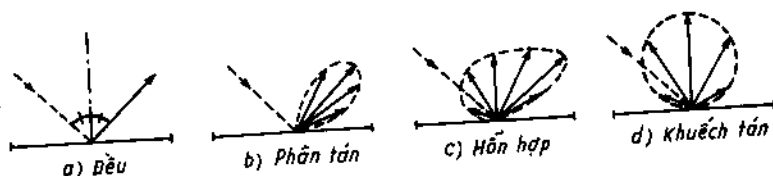
- Phản xạ khuếch tán tuân theo định luật Lambert, ở đây cường độ phản xạ biến thiên theo quy luật cosin của pháp tuyến với mặt (hình

2.5). Hệ số phản xạ ρ_d có thể đạt tới 0,8 (sơn trắng mờ) và thậm chí 0,9 (trắng bạc).

Thường thường hai hiện tượng xảy ra đồng thời xác định hệ số phản xạ :

$\rho = \rho_r + \rho_d = 1 - \alpha$ trong đó α là hệ số hấp thụ của vật liệu.

Hình 7.2 là đường cong cường độ phản xạ đối với các phản xạ đi từ kiểu phản xạ hoàn toàn đều (a) đến phản xạ hoàn toàn phân tán (d). Sự phản xạ phân tán thường thấy ở trường hợp các kim loại mịn hoặc không bóng.



Hình 7.2

7.1.2 Sự truyền

Cũng như sự phản xạ, sự truyền có thể là đều, khuếch tán hoặc hỗn hợp.

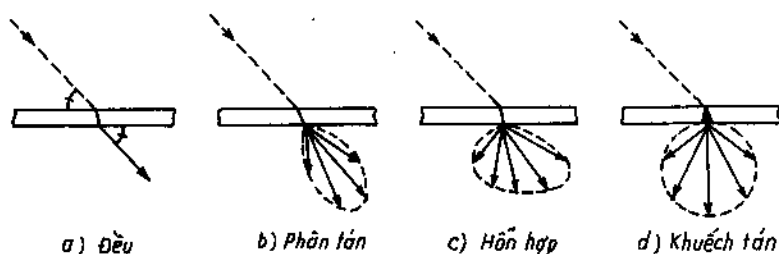
- Sự truyền đều không làm thay đổi phương và được đặc trưng bằng số lượng ánh sáng truyền càng cao khi các tia tới làm với mặt vật liệu một góc càng gần bằng 90° .

Trong trường hợp này ví dụ với thủy tinh trong, hệ số truyền đều τ_r trong khoảng từ 0,8 đến 0,9.

- Trong vật liệu truyền khuếch tán biểu hiện như chứa rất nhiều hạt trắng nhỏ, các tia sáng được phân chiếu một cách khuếch tán trên các hạt này và đi ra khỏi vật liệu theo đường thẳng. Hệ số truyền khuếch tán τ_d nói chung từ 0,1 đến 0,6.

Trong đa số trường hợp sự truyền hỗn hợp được đặc trưng bằng hệ số $\tau = \tau_r + \tau_d$ gồm giữa 0,6 và 0,9.

Hình 7.3 cho hình dáng các cường độ truyền đối với vật liệu có các mặt song song với bốn cách truyền khác nhau.

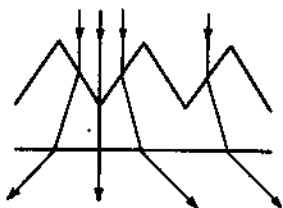


Hình 7.3

7.1.3 Sự khúc xạ

Khúc xạ là sự thay đổi hướng của các tia sáng liên tiếp qua các tiết diện lăng kính.

Bộ khúc xạ thường có dạng rãnh khía, góc đỉnh được nghiên cứu kỹ, có đáy chung làm bằng nhựa trong. Hình 7.4 là một phần tử loại này, có thể phân tán hoặc tập trung ánh sáng tùy theo vị trí của nguồn.



Hình 7.4

Khi hình răng khía làm thành hai lưới vân vuông góc, bộ đèn đó gọi là bộ đèn "hình tổ ong".

7.1.4 Sự che chắn

Một số dụng cụ chiếu sáng có các lưới che chụp tạo nên bằng các phần tử mờ hoặc trong mờ ngăn cản việc nhìn trực tiếp cho đến một góc quan sát nào đó để hạn chế hiện tượng loá mắt.

Các bộ đèn này được đặc trưng bằng giá trị góc giữa trục đứng của đèn và đường nhìn thứ nhất, ở đó không nhìn thấy nguồn hoặc không bị loá mắt.

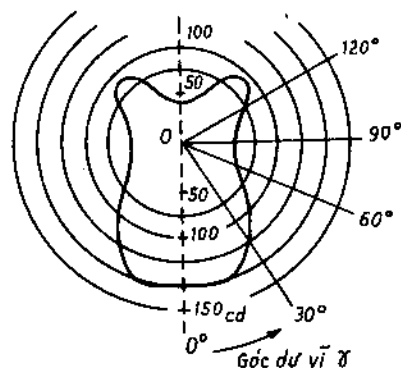
7.2 Bệ đèn trong nhà ⁽¹⁾

7.2.1 Các đường cong trắc quang (đường cong cường độ sáng)

Ta biết rằng mặt phẳng tọa độ cực phân bố cường độ sáng của một nguồn theo mọi hướng là chỉ số khuếch tán.

Trường hợp bệ đèn đối xứng theo trục đứng qua tâm của đèn mặt này được đặc trưng bằng kinh tuyến của đường cong này. Ta gọi *đường cong trắc quang* là đường cong cường độ sáng phát xạ trong mặt phẳng chứa trục khai triển của bệ đèn có nguồn sáng 1000lm.

Nói chung các đường cong, được vẽ trong tọa độ cực do nhà chế tạo cho hoặc được lấy bằng thực nghiệm, xác định sự phân bố ánh sáng cũng như hiệu suất sử dụng của bệ đèn. Đó chính là "chứng minh thư" của bệ đèn.



Hình 7.5

Hình 7.5 là hình dáng của đường cong này được đánh dấu bằng các vòng đẳng cường độ sáng và độ dư vĩ tính từ trục đứng của bệ đèn hay trục quang.

Tùy theo loại địa điểm cần chiếu sáng, nói chung ta chọn một trong năm kiểu phân bố ánh sáng sau đây:

- Chiếu sáng trực tiếp :

Hơn 90% ánh sáng được chiếu xuống dưới. Vì thế ánh sáng ít bị tường hoặc sàn hấp thụ nhưng tạo nên bóng che khuất. Nên sử dụng chiếu sáng nhiều chỗ để giảm bóng che khuất. Đường nhiên kiểu chiếu sáng này thích hợp với chiếu sáng bên ngoài (trực tiếp, tăng cường), cho

(1) Trường hợp bệ đèn ngoài trời và đèn pha sẽ được trình bày sau vì chúng có thể hiện không đối xứng và được phân cấp khác nhau.

các phân xưởng (trực tiếp tăng cường hay mở rộng) và cho các văn phòng, các cửa hiệu lớn (trực tiếp mở rộng).

- *Chiếu sáng bán trực tiếp :*

Từ 60% đến 90% ánh sáng chiếu xuống dưới. Do đó thành của địa điểm được chiếu sáng, bóng khuất bị suy giảm và "môi trường chiếu sáng" tiện nghi hơn. Kiểu chiếu sáng này có thể thích hợp với các văn phòng, nhà ở, căng tin.

- *Chiếu sáng hỗn hợp :*

Từ 40% đến 60% ánh sáng chiếu xuống dưới, nó chỉ được sử dụng cho những địa điểm có các thành phần chiếu tốt vì lý do hiệu suất ánh sáng.

- *Chiếu sáng bán gián tiếp :*

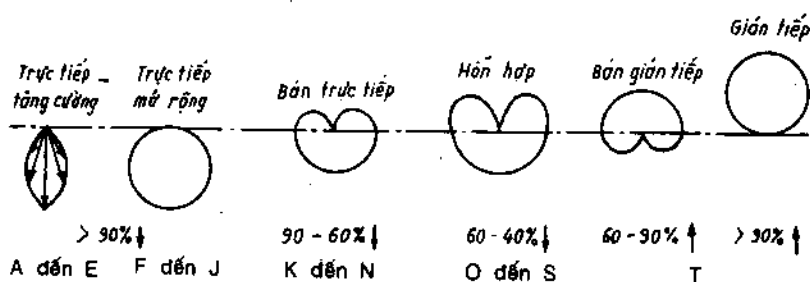
(từ 10 đến 40% ánh sáng chiếu xuống dưới) và

- *Chiếu sáng gián tiếp :*

(hơn 90% quang thông hướng lên trên)

thường dùng cho các phòng biểu diễn, một số khách sạn vv...

Hình 7.6 là hình dáng các đường cong cường độ sáng có thể lấy đối với các loại chiếu sáng khác nhau này. Nhưng do sự khác biệt rất lớn của các phân bố ánh sáng, Ủy ban quốc tế về Chiếu sáng (C.I.E.) đã đưa ra sự phân loại chính xác hơn theo 20 cấp ký hiệu từ A đến T từ chiếu sáng trực tiếp tăng cường nhất đến chiếu sáng gián tiếp.



Hình 7.6

7.2.2 Hiệu suất và cấp

Từ đường cong trắc quang đối với nguồn 1000 lm, dùng phương pháp tích phân số của Tchebycheff xác định quang thông phát ra trong các vùng khác nhau của không gian, do đó xác định cấp, tổng quang thông phát xạ và hiệu suất của bộ đèn.

Để làm việc này chỉ cần coi một phần quang thông $d\Phi$ phát trong góc khối $d\Omega$ với $d\Omega = 2\pi \sin\gamma d\gamma$ (xem chương 2 §6 - hình 2) là tích của cường độ phát ra dưới γ với $d\Omega$. Xuất phát từ tâm quang, không gian được phân chia thành năm hình nón khai triển xung quanh trục bộ đèn dưới góc khối $\pi/2$, π , $3\pi/2$ và 2π sr (hình 7.7).

Các giá trị của quang thông F'_i phát trong năm miền không gian có giới hạn như vậy được xác định theo bảng 7.1 nếu ta biết đường cong cường độ sáng. Đôi khi chúng được các nhà chế tạo cho. Lưu ý rằng hiệu suất nhận được như vậy có sự tác động của quang thông của nguồn ở trong mà không ở ngoài bộ đèn. Ta biết rằng các giá trị này có thể khác đi do nguyên nhân nhiệt độ.

Biết hiệu suất của thiết bị, thường nằm giữa 0,4 và 0,8, không cho ta biết điều gì về phân bố ánh sáng.

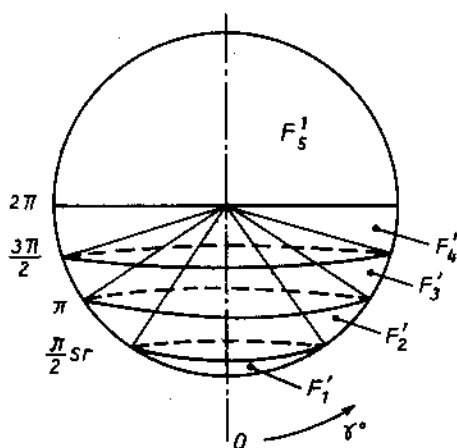
Để xác định cấp của bộ đèn từ hiệu suất nên chuyển sang F''_i bằng

$$\text{cách đặt } F''_i = \frac{F'_i}{\eta} : \text{quang}$$

thông riêng phần tương đối tính theo phần trăm và tham khảo các bảng quang thông tương đối riêng phần do Liên đoàn Kỹ thuật điện cung cấp trong quy chuẩn UTE C 71 - 121, ở đây chúng tôi chép lại trong bảng 7.2 ở cuối chương.

Các nhận xét :

- Một dụng cụ chiếu sáng



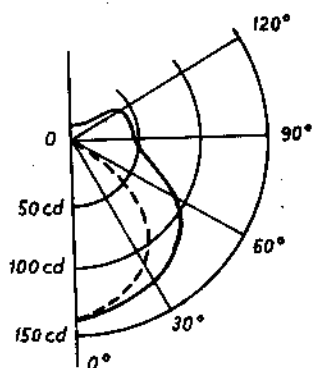
Hình 7.7

sẽ chỉ được đặc trưng trực tiếp bằng cấp của nó từ A đến J và hiệu suất trực tiếp $\eta_d = \frac{F'_1 + F'_2 + F'_3 + F'_4}{1000}$, ví dụ: 0,53.E. Nếu đèn chiếu lên trên, người ta cũng cho biết hiệu suất gián tiếp $\eta_i = \frac{F'_5}{1000}$, ví dụ 0,53.E/0,17T. Hiệu suất tổng là $\eta = \eta_d + \eta_i$. Bảng 7.1

Vùng không gian	Góc dư vĩ γ°	Cường độ	Quang thông vùng
Hình nón góc khối $\frac{\pi}{2}$	16,6 29 37,6	I_1 I_2 I_3	$F'_1 = \frac{\pi}{6} \sum_1^3 I_i$
Giữa hình nón $\frac{\pi}{2}$ và π	44,9 51,3 57,2	I_4 I_5 I_6	$F'_2 = \frac{\pi}{6} \sum_4^6 I_i$
Giữa hình nón π và $\frac{3\pi}{2}$	62,7 68 73	I_7 I_8 I_9	$F'_3 = \frac{\pi}{6} \sum_7^9 I_i$
Giữa hình nón $\frac{3\pi}{2}$ và 2π	78 82,8 87,6	I_{10} I_{11} I_{12}	$F'_4 = \frac{\pi}{6} \sum_{10}^{12} I_i$
Bán cầu trên	93,2 99,6 106,1 112,9 120	127,7 136,2 146,4 160,8 I_{21}	$F'_5 = \frac{2\pi}{9} \sum_{13}^{21} I_i$
Hiệu suất bộ đèn : $\eta = \frac{F'_1 + F'_2 + F'_3 + F'_4 + F'_5}{1000}$			

- Đối với đa số thiết bị chiếu sáng bằng đèn huỳnh quang chỉ số khuếch tán không cần nữa nhưng vẫn giữ hai mặt phẳng đối xứng theo chiều dọc và chiều ngang so với trục ống.

Do đó sự phân bố ánh sáng được cho theo hai đường cong trắc quang trong các mặt đối xứng này : Nét liền đối với phân bố ngang và nét đứt với phân bố dọc (hình 7.8).



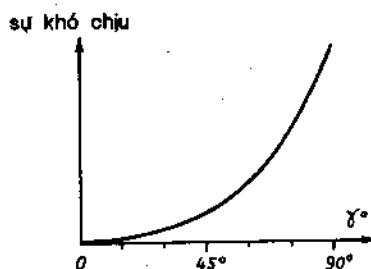
Hình 7.8

Trong trường hợp này mặc dù sự xác định quang thông theo các vùng, cấp và hiệu suất thuộc công việc của nhà chế tạo ta cũng có thể sử dụng một đường cong trắc quang trung bình để áp dụng phương pháp xác định ở trên.

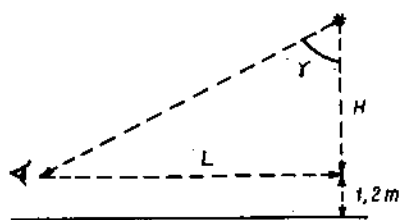
Kết quả sẽ càng chính xác nếu sai lệch giữa hai đường cong càng ít.

7.3 Các đường cong độ chói

Trong nhiều trường hợp chưa bị loá mắt, việc mất khả năng thị giác do độ tương phản đột ngột tăng quá có thể tạo nên sự chói mắt khó chịu khi độ chói quá lớn xuất hiện trong thị trường.



Hình 7.9



Hình 7.10

Các nghiên cứu sinh lý và thống kê đã chỉ ra rằng đối với một người lao động nhìn ngang, một đèn sáng gây cảm giác khó chịu hơn khi đèn nằm trong thị trường vuông góc với người quan sát. Trong thực tế với các giá trị nhỏ hơn 45° sự khó chịu không đáng kể (hình 7.9 và 7.10).

Đối với đa số khu vực công nghiệp được chiếu sáng bằng các đèn

phóng điện có bộ phản xạ hở, bắt buộc góc xuất hiện của đèn không được vượt quá 60° như hình 7.11.

Ngược lại một nghiên cứu rất chi tiết hiện tượng này đã được tiến hành đối với đèn huỳnh quang đã cho phép thành lập các đường cong độ chói giới hạn có tên gọi là biểu đồ Sollner.

Trong trường hợp này nguy cơ bị loá mắt có liên quan đến :

* Mục đích sử dụng của địa điểm lao động :

- mức 1 : lao động thông thường, cửa hàng, nơi đón tiếp, giao thông

- mức 2 : lao động tinh xảo, văn phòng, phòng học, phòng vẽ...



Hình 7.11

* Giá trị mức chiếu sáng trung bình của địa điểm càng trở nên tối hạn khi độ chói càng cao.

* Vị trí của chụp đèn trong thị trường của người quan sát, coi là người quan sát ngồi, mắt cách sàn 1,2m, theo hình 7.10. Thông số lựa chọn là γ hoặc $\text{tg}\gamma = L/H$.

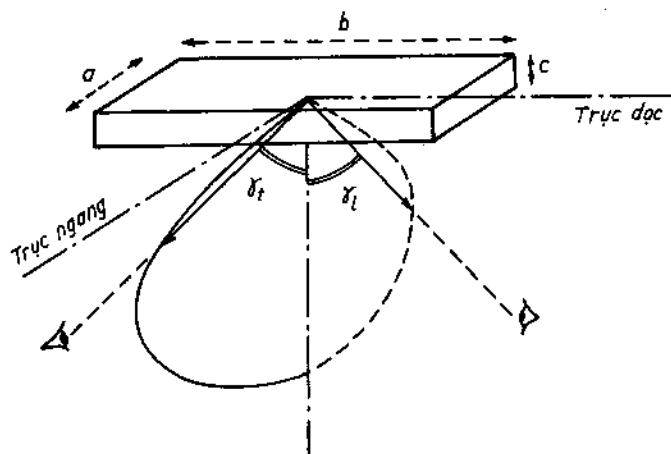
* Với các độ chói được bộ đèn thể hiện theo các giá trị γ khác nhau thích hợp với địa điểm.

Do đó sẽ có một độ chói trong mặt phẳng dọc cho theo đường cong trắc quang dọc và mặt biểu kiến dưới, đôi khi ở cạnh đèn có giá trị $ab \cos \gamma + ac \sin \gamma$, ở đây a, b, c, lần lượt là chiều dài, chiều rộng và chiều cao của bộ đèn như mô tả trên hình 7.12.

Cũng vậy độ chói trên mặt ngang được cho theo đường cong trắc quang ngang và mặt biểu kiến ngang tính bằng $ab \cos \gamma + bc \sin \gamma$.

Sollner đã thành lập các đường cong giới hạn theo mức lao động và độ rọi của địa điểm. Các đường cong chỉ ra các độ chói cực đại cho phép theo tỷ số L/H . Có hai biểu đồ Sollner :

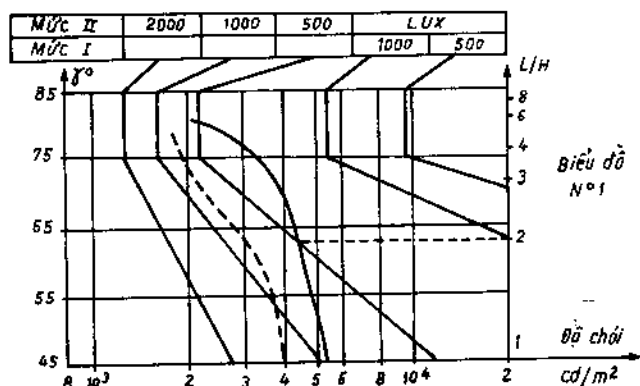
- Biểu đồ 1 liên quan đến các bộ đèn có phát xạ ngang bằng không (cạnh bên mờ hay bộ đèn gắn sâu vào trần) hoặc phát xạ ngang yếu (quang thông theo chiều ngang nhỏ hơn 20% quang thông tổng) và bộ đèn phát xạ ngang đặt song song với phương quan sát.



Hình 7.12

Do vậy mặt biểu kiến là phần dưới của bộ đèn (xem hình 7.13).

- Biểu đồ 2 liên quan đến các bộ đèn phát xạ ngang đặt vuông góc với phương quan sát hoặc có phương không xác định (xem hình 7.14).



Hình 7.13

Nhà sản xuất chưa biết kiểu bố trí đèn (dọc hay ngang) do đó vẽ trên biểu đồ hai đường cong độ chói :

- Đường nét đứt dùng cho bộ đèn đặt dọc;
- Đường nét liền dùng cho bộ đèn đặt ngang.

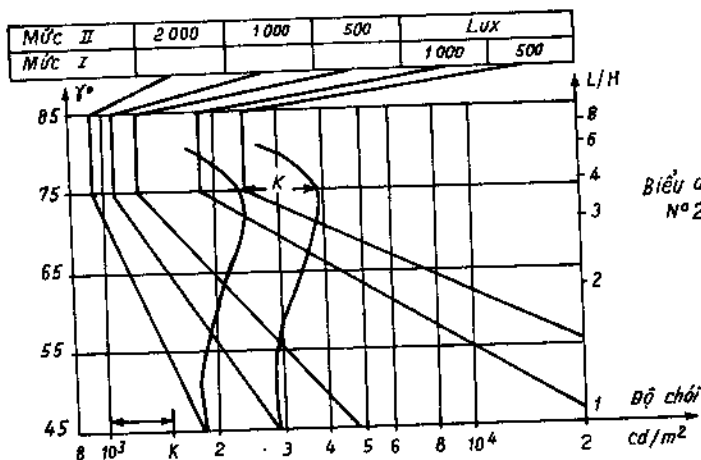
Nếu đường cong nằm bên trái đường cong giới hạn đã lựa chọn sẽ không gây cảm giác khó chịu.

Trên hình 7.13 biểu diễn biểu đồ đầu tiên của bộ đèn có phát xạ ngang yếu, lao động mức 2 có độ rọi 500 lux :

- Luôn cho phép bố trí theo chiều dọc;
- Gây loá mắt khi bố trí theo chiều ngang đối với người quan sát khi $L/H > 2$.

Một trong những lợi ích chủ yếu của cách biểu diễn này là các giá trị độ chói trên trục hoành cho theo thang lôgarit. Mọi thay đổi độ chói của cùng một bộ đèn ví dụ do sử dụng đèn ống có cùng công suất nhưng quang thông khác nhau sẽ chỉ làm chuyển dịch giá trị K theo tỷ số của quang thông.

Trên hình 7.14 biểu diễn biểu đồ thứ hai của bộ đèn phát xạ ngang, độ chói ngang của bộ đèn có quang thông Φ phải chăng không cho phép



Hình 7.14

đối với lao động mức 1 và độ rọi 500 lux giá trị γ lớn hơn 71° .

Để cho phép sử dụng biểu đồ thuận tiện, cần dịch chuyển đường cong về phía trái một giá trị K, ở đây vào khoảng 1,5 nghĩa là đặt đèn ống ít sáng hơn 1,5 lần.

Các nhận xét :

* Nếu không có đường cong độ chói của thiết bị chiếu sáng ta có thể tính toán nó từ các cường độ sáng đã cho bằng các đường cong đối với các giá trị khác nhau và các mặt biểu kiến tương ứng của bộ đèn.

Độ chói có được như vậy ứng với quang thông 1000lm, độ chói thực rõ ràng tỷ lệ với quang thông của đèn ống đặt trong bộ đèn.

* Thông thường nhà chế tạo cho các đường cong độ chói với một loại bộ đèn.

Các loại bộ đèn khác có số ống hoặc chiều dài ống khác nhau vẫn được xác định bằng cùng một cấp và cùng một đường cong trắc quang.

Chỉ có hiệu suất là khác bởi vì các điều kiện nhiệt độ môi trường trong thiết bị chiếu sáng không giống nhau. Do đó yếu tố chuyển dịch các đường cong độ chói phải được tính đến là :

- Sự biến thiên tương đối của quang thông;
- Sự biến thiên của hiệu suất;
- Sự thay đổi của tỷ số các mặt biểu kiến đối với mỗi giá trị γ .

¹Sự hiệu chỉnh cuối cùng này tương đối dễ dàng đối với các bộ đèn không có bức xạ bên bởi vì γ không ảnh hưởng tới.

7.4 Bài tập

7.4.1 Phân loại bộ đèn

Một bộ đèn trong nhà phát xạ hỗn hợp chấp nhận phân bố sau đây :

$$F'_1 = 210 \quad F'_2 = 143 \quad F'_3 = 123 \quad F'_4 = 54 \quad F'_5 = 160$$

Tìm hiệu suất và cấp theo quy chuẩn UTE

Trả lời :

Với F'_1 vì nguồn có quang thông 1000 lm do đó :

$$\eta_d = \frac{210 + 143 + 123 + 54}{1000} = 0,53 \quad \eta_i = \frac{160}{1000} = 0,16$$

$$\eta = \eta_d + \eta_i = 0,69$$

Để tìm cấp trực tiếp cần tính F''_i tích tụ :

$$F''_i = \frac{210}{0,53} = 396 \quad \rightarrow \text{cấp EFGH}$$

$$F''_1 + F''_2 = \frac{210 + 143}{0,53} = 666 \quad \rightarrow \text{cấp GH}$$

$$F''_1 + F''_2 + F''_3 = 898 \quad \rightarrow \text{cấp GH}$$

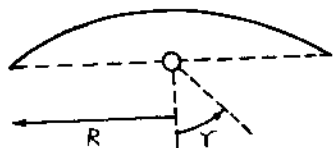
Ta chọn cấp G vì gần với các giá trị trung bình nhất.

Bộ đèn được đặc trưng bằng $0,53.G + 0,16.T$.

7.4.2 Nghiên cứu một chao đèn

1. Một bóng đèn màu sữa hình cầu 100W - 1100lm có đường kính 9,5cm.

Cường độ toả tia theo một phương nào đó I_0 bằng bao nhiêu ? Tìm độ chói của đèn.



Hình 7.15

2. Đèn này được đặt dưới một chao đèn hình nón có mặt biểu kiến là vòng tròn bán kính $R = 40$ cm và chân quang thông bán cầu trên (hình 7.15). Mặt trong chụp đèn được sơn màu trắng có hệ số phản xạ khuếch tán $\rho_d = 0,7$. Độ chói của chao đèn bằng bao nhiêu ? (bỏ qua kích thước của đèn).

Chờ $I_1(\gamma)$ là cường độ toả tia do chao đèn chỉ theo độ dư vì (coi chụp đèn như nguồn sáng điểm).

3. Bộ đèn được thực hiện như vậy có chỉ số phát xạ suy ra từ các xem xét ở trên. Cho $I(\gamma)$ đối với bộ đèn hoàn chỉnh.

Tính hiệu suất ánh sáng η .

Bằng tính toán xác định các quang thông tương đối riêng phần tích tụ :

$$F''_1, F''_1 + F''_2, F''_1 + F''_2 + F''_3, F''_1 + F''_2 + F''_3 + F''_4$$

suy ra cấp của đèn.

Trả lời :

$$1. \text{ Ở đây ta có } \Phi = 4\pi I_0 \text{ do đó } I_0 = \frac{1100}{4\pi} = 87,53 \text{ cd}.$$

$$\text{và } L_{\text{cầu}} = \frac{I_0}{S_{\text{biểu kiến}}} = \frac{I_0}{4\pi R^2} = 12350 \text{ cd/m}^2$$

2. Chao đèn được quan sát biểu kiến như một hình tròn diện tích πR^2 chấn một quang thông $\Phi/2$ và độ rọi trung bình $E = \frac{\Phi}{2\pi R^2}$.

Theo định luật Lambert độ chói của chao đèn là :

$$L = \frac{\rho_d E}{\pi} = \frac{0,7555}{\pi^2 \cdot (0,4)^2} = 224 \text{ cd/m}^2$$

Chỉ số phát xạ của chao đèn là :

$$I_1(\gamma) = L S \cos \gamma = L \pi R^2 \cos \gamma = 122,5 \cos \gamma \text{ cd}$$

3. Chỉ số phát xạ của toàn bộ đèn là tổng của hai chỉ số trên :

$$I(\gamma) = I_0 + I_1(\gamma) \text{ với } 0^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$$

$$I(\gamma) = 87,53 + 122,5 \cos \gamma$$

$$\text{Hiệu suất bảng } \eta = \frac{550 + 0,7550}{1100} = 0,85$$

Tính toán quang thông phát xạ trong 4 vùng bán cầu dưới do kết quả tích phân $I(\gamma)$ mà ta biết biểu thức trong các phần không gian, vậy cần phải xác định các cận tích phân (hình 7.16)

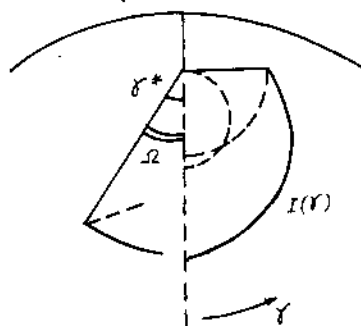
Một phần không gian Ω , xác định bằng hình nón có góc đỉnh 2γ sao cho $d\Omega = 2\pi \sin \gamma d\gamma$, do vậy $\Omega = 2\pi(1 - \cos \gamma)$

Các giá trị γ^* giới hạn các miền không gian γ là :

Ω	$\pi/2$	π	$3\pi/2$	2π
γ^*	$41^\circ 4$	60°	$75^\circ 5$	90°

Quang thông phát xạ trong vùng :

$$\begin{aligned}\Omega &= \int_{\text{vùng}} I \cdot d\Omega = \int_0^{\gamma^*} 2\pi \sin\gamma \cdot d\gamma \\ &= 2\pi \left(87,53(1 - \cos\gamma^*) + 122,5 \cdot \frac{\sin^2\gamma^*}{2} \right)\end{aligned}$$



Hình 7.16

	Quang thông phát xạ	Quang thông tương đối	Cấp U.T.E.
Vùng 1	$2\pi \cdot 48,66$	F_1''	$= 327$ GHI
Vùng 1 + 2	$2\pi \cdot 89,70$	$F_1'' + F_2''$	$= 603$ GHI
Vùng 1 + 2 + 3	$2\pi \cdot 123,02$	$F_1'' + F_2'' + F_3''$	$= 827$ H
Vùng 1 + 2 + 3 + 4	$2\pi \cdot 148,78$	$F_1'' + F_2'' + F_3'' + F_4''$	$= 1000$

Bảng 7.2
Các cấp của bộ đèn

Cấp	Loại	F_1^*	$F_1^* + F_2^*$	$F_1^* + F_2^* + F_3^*$
A	chiếu trực tiếp	900	830 - 970	967
B		767	697 - 837	933
C		633	563 - 703	900
D		533	463 - 603	833
E		433	363 - 503	767
F		400	330 - 470	867
G		367	297 - 437	667
H		333	263 - 403	600
I		267	197 - 337	667
J		233	163 - 303	500
				897 - 1 000
				863 - 1 000
				830 - 970
				763 - 903
				697 - 837
				663 - 803
				630 - 770
				563 - 703
				500 - 633
				433 - 567
				367 - 500
				300 - 433
				233 - 367
				167 - 300
				100 - 233
				33 - 167
				3 - 33
				0 - 3
T	Chiếu gián tiếp		Không kể phần bố quang thông trong bán cầu trên	

PHẦN THỨ BA

CHIẾU SÁNG TRONG NHÀ

8. THIẾT KẾ SƠ BỘ CHIẾU SÁNG TRONG NHÀ

Kỹ thuật chiếu sáng là tập hợp các phương pháp cho phép đảm bảo về số lượng và chất lượng phân bố ánh sáng thích ứng với yêu cầu sử dụng.

Các chương của phần này chỉ dành cho các thiết bị chiếu sáng nhân tạo trong không gian kín.

Trường hợp này thường gặp đối với các nhà kỹ thuật chiếu sáng không chuyên nghiệp, tiến hành các kỹ thuật kiểm nghiệm theo các quy chuẩn. Trong số các quy chuẩn có NF C - 71 - 121 của U.T.E và quy chuẩn S 40 - 001 của AFNOR.

Một cách tổng quát thiết bị chiếu sáng này được tính toán theo hai giai đoạn :

- Thiết kế sơ bộ xác định giải pháp về hình học và quang học có thể có.
- Kiểm tra các độ rọi khác nhau được thực hiện một cách chính xác bằng cách sử dụng một trong các quy chuẩn kể trên với mục đích chính là kiểm tra mức độ tiện nghi của thiết bị.

Trước rất nhiều giải pháp có thể nên tiến hành các lựa chọn theo thứ tự được trình bày dưới đây :

8.1 Chọn độ rọi

Chọn độ rọi ngang chung trên bề mặt làm việc, còn gọi là "bề mặt hữu ích" có độ cao trung bình là 0,85m so với mặt sàn⁽¹⁾.

(1) Định nghĩa này dẫn đến việc có thể phối hợp thêm các chiếu sáng cục bộ ở một số nơi làm việc để tăng mức độ rọi ngang hoặc thẳng đứng.

Độ rọi này phụ thuộc vào bản chất của địa điểm, vào các tính năng thị giác liên quan đến tính chất công việc (vẽ, dệt, cơ khí...) đến việc mỏi mắt và liên quan đến môi trường chiếu sáng, đến thời gian sử dụng hàng ngày, v.v...

Hội chiếu sáng Pháp đã công bố các độ rọi trung bình đòi hỏi với mỗi địa điểm, tính đến tất cả các thông số kể trên⁽¹⁾.

Để làm thí dụ, đối với các địa điểm thường gặp ta chấp nhận các độ rọi sau đây :

Giao thông, cửa hàng, kho tàng...	100lux
Phòng ăn, cơ khí nối chung	200 và 300 lux
Phòng học, phòng thí nghiệm	300 đến 500lux
Phòng vẽ, siêu thị	750lux
Công nghiệp màu	1000lux
Công việc với các chi tiết rất nhỏ	>1000lux.

8.2 Chọn loại đèn

Việc lựa chọn đèn thích hợp nhất trong số các loại đèn chính (đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang, đèn ánh sáng hỗn hợp) theo các tiêu chuẩn sau đây :

- Nhiệt độ màu được cho theo biểu đồ Kruithof (xem § 3.1.1) và có liên quan với việc lựa chọn ở trên.
- Chỉ số màu (xem § 3.1.2)
- Việc sử dụng tăng cường hay gián đoạn của địa điểm
- Tuổi thọ của các đèn
- Hiệu quả ánh sáng của các đèn.

Do đó cần phải tiến hành bằng các loại trừ liên tiếp, tạm thời bỏ qua công suất của nguồn.

(1) Bạn đọc nên tham khảo cuốn sách nhỏ "Các chỉ dẫn về chiếu sáng trong nhà" của A.F.E 52 đại lộ Malesherbes 75008 Paris.

8.3 Chọn kiểu chiếu sáng và bộ đèn

Thường gặp nhất là kiểu chiếu sáng trực tiếp và bán trực tiếp. Kiểu chiếu sáng phụ thuộc vào bản chất của địa điểm (xem § 7.2.1) có tính đến các khả năng phản xạ của thành.

Ví dụ không cần kiểu chiếu sáng hỗn hợp hay chiếu sáng bán gián tiếp trong trường hợp của lấy ánh sáng trên trần bằng thủy tinh. Các địa điểm có độ cao lớn có thể chấp nhận chiếu sáng trực tiếp tăng cường kinh tế hơn chiếu sáng trực tiếp mở rộng, ngược lại nó có môi trường chiếu sáng tiện nghi hơn.

Đối với loại đèn cần chọn, catalog của nhà chế tạo cho phép chọn một kiểu bộ đèn, cấp xác định và nếu có thể người ta sẽ đảm bảo sẵn sàng có các công suất đèn khác nhau.

Ví dụ nếu chọn bộ đèn cấp F đối với đèn huỳnh quang nên kiểm tra xem có nhiều loại bộ đèn gồm một hoặc nhiều ống có công suất khác nhau.

8.4 Chọn chiều cao treo đèn

Nếu h là chiều cao của nguồn so với bề mặt hữu ích và h' là khoảng cách từ đèn đến trần ta có thể xác định tỷ số treo j theo :

$$j = \frac{h'}{h + h'} \quad \text{với } h \geq 2h'; 0 \leq j \leq \frac{1}{3}$$

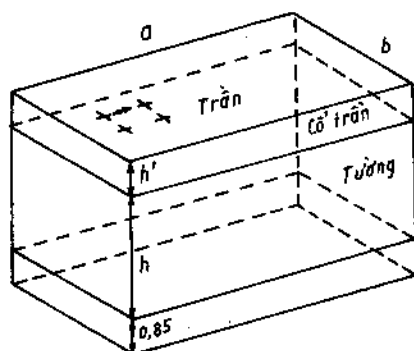
Thường nên chọn h cực đại bởi vì :

- Các đèn càng xa với thị trường theo chiều ngang, làm giảm nguy cơ gây loá mắt (xem § 7.3).
- Các đèn có thể có công suất lớn hơn và do đó có hiệu quả ánh sáng tốt.
- Các đèn có thể cách xa nhau hơn do đó làm giảm số đèn.

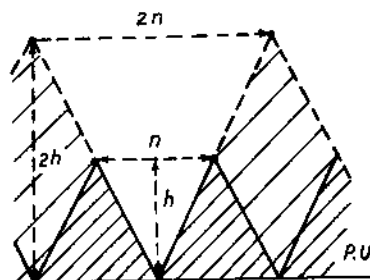
Tuy nhiên đối với chiếu sáng bán trực tiếp hoặc chiếu sáng hỗn hợp, hay ở các địa điểm công nghiệp rất cao cần chấp nhận một chiều cao treo đèn h' cho phép hoặc phản chiếu lên trần, hoặc để giảm thể tích chiếu sáng của địa điểm đến phần thật sự có ích.

8.5 Sự bố trí các đèn (phương pháp đơn giản hoá)

Hình 8.1 mô tả một không gian hình hộp chữ nhật, gọi chung là địa điểm chữ nhật trong đó mặt phẳng của các đèn phân cách với cổ trần.



Hình 8.1



Hình 8.2

Sự đồng đều của độ rọi bề mặt hữu ích phụ thuộc :

- Cách các chùm tia sáng của các đèn giao nhau cách nhau một khoảng n trên bề mặt hữu ích. Hiện tượng này càng rõ nét khi các dụng cụ chiếu sáng là trực tiếp và được minh hoạ trên hình 8.2 bằng các tam giác giống nhau và độ đồng đều phụ thuộc vào tỷ số n/h gọi là "chỉ số lưới".

- Các hệ số phản xạ của vách đóng vai trò của các "nguồn sáng mặt" thứ cấp và càng quan trọng khi các thiết bị chiếu sáng là hỗn hợp.

Việc đầu tiên khi bố trí các bộ đèn là cần tôn trọng các giá trị cực đại n/h sau đây :

Cấp	A	B	C	D	EFGH	IJ	A..J+T	T
$\frac{n}{h}$ Max	0,6	0,8	1	12	15	17	15	$\frac{n}{h} \leq 6$

Khoảng cách đến tường của các thiết bị chiếu sáng gần nhất được ký hiệu q , nơi chung $\frac{n}{3} \leq q \leq \frac{n}{2}$ trừ những chỗ làm việc dọc theo tường.

Người ta cũng có thể dễ dàng dẫn ra số thiết bị chiếu sáng cực tiểu cần đặt để đảm bảo sự đồng đều của độ rọi.

8.6 Quang thông tổng

8.6.1 Khái niệm về hệ số có ích

Hệ số có ích ký hiệu là U là tỷ số quang thông nhận được trên mặt hữu ích trên tổng quang thông đi khỏi bộ đèn.

Tỷ số này phụ thuộc vào ba yếu tố :

- Cấp của bộ đèn, nghĩa là cách phân bố quang thông trên mặt hữu ích, trên tường, trên cổ trần và trên trần.
- Các hệ số phản xạ của các vách được đo bằng dụng cụ đo độ rọi (xem § 2.7.4) hoặc được ước lượng bằng bảng màu chuẩn trong đó cho giá trị trung bình đối với tường và trần.

Ví dụ ta lấy các hệ số phản xạ :

Màu trắng sáng, thạch cao trắng	: 80%
Các màu rất sáng, màu trắng nhạt	: 70%
Màu vàng, xanh lá cây sáng, màu xi măng	: 50%
Các màu rực rỡ, gạch	: 30%
Các màu tối, kính	: 10%

Ngoài ra người ta định nghĩa hệ số phản xạ với mặt ảo ở độ cao của mặt hữu ích phản chiếu ánh sáng như các vách và các vật dưới bề mặt này. Hệ số phản xạ này chỉ lấy một cách áng chừng các giá trị 0,1 và 0,3.

- Kích thước hình học của địa điểm được đặc trưng bằng tỷ số K gọi là chỉ số địa điểm :

$$K = \frac{a.b}{h(a+b)} \quad \text{với } 0,6 \leq K \leq 5$$

Do đó các giá trị U có thể được xác định nhờ các bảng hệ số có ích được trình bày ở mục 9 tiếp theo.

8.6.2 Hệ số suy giảm

Sự già hoá các đèn cũng như sự cấu bẩn của chúng làm thay đổi chất lượng quang học của các bộ đèn dẫn đến việc cần đưa vào sử dụng thiết bị có độ rọi thoả mãn sau một năm làm việc là thời gian cần phải lau thiết bị chiếu sáng.

Tùy theo mức độ hoạt động trong khu vực chiếu sáng người ta chấp nhận sự phủ bụi làm giảm quang thông như sau :

- Địa điểm sạch (văn phòng, lớp học...) : 0,9
- Địa điểm công nghiệp (cơ khí, kho...) : 0,8
- Không khí ô nhiễm (xưởng cưa, xưởng bột, nơi có khói...) : 0,7

Tính đến việc giảm quang thông của đèn để bù lại sự suy giảm này cần dùng hệ số bù δ , nơi chung : $1,25 < \delta < 1,6$.

8.6.3 Quang thông tổng của các đèn

Tập hợp các đèn phải phát xạ quang thông tổng Φ_t bằng :

$$\Phi_t = ES \frac{\delta}{\eta_d U_d + \eta_i U_i}$$

với S: diện tích của mặt hữu ích (m^2)

E: độ rọi của mặt hữu ích (lux)

η : hiệu suất làm việc của bộ đèn chiếu sáng trực tiếp và gián tiếp

U: hệ số có ích theo các bảng do nhà chế tạo cho đối với cấp trực tiếp và cấp T.

Nhận xét :

Thông thường với một bộ đèn đã cho, nhà chế tạo cho trực tiếp tích số $u = \eta_d U_d + \eta_i U_i$ hay hệ số sử dụng theo các hệ số phản xạ và chỉ số địa điểm chiếu sáng.

8.7 Công suất đèn

Bằng cách chia quang thông tổng cho số đèn ta được quang thông tương ứng với một loại đèn. Vì số đèn chọn là nhỏ nhất ta cần tăng

thêm đèn nhưng vẫn bố trí đều đặn cho đến khi sử dụng hợp lý đèn có quang thông nhỏ hơn quang thông của đèn đã tính toán.

Sự đồng đều độ rọi sẽ tốt nhất.

Cần chú ý rằng trong trường hợp sử dụng đèn ống, có thể xác định số đèn bằng cách chia quang thông tổng cho quang thông của một đèn; vì rằng trong trường hợp này độ rọi thường lớn hơn 200lux, các điều kiện đồng đều càng cần phải kiểm tra khi quang thông của một bộ đèn không quá lớn.

9 BẢNG HỆ SỐ CÓ ÍCH

Độ rọi một mặt của địa điểm chiếu sáng (ví dụ mặt hữu ích) phụ thuộc vào quang thông trực tiếp mà mặt nhận được cũng như mặt phản xạ bởi các mặt khác theo hướng này, là hàm số của các hệ số phản xạ, hệ số hình dáng hình học của địa điểm chiếu sáng.

Vì thế nói chung các bảng hệ số có ích được tính toán với các trường hợp riêng của "địa điểm chiếu sáng chuẩn", có thể sai khác một chút từ các nhà chế tạo này đến các nhà chế tạo khác tùy theo giá trị của các chỉ số K_m và K_p sẽ được định nghĩa sau⁽¹⁾.

Ở đây chúng tôi đưa ra các bảng được MAZDA sử dụng và cho bởi:

- 10 giá trị K cho phép nội suy tuyến tính giữa chúng.
- 2 giá trị j việc nội suy giữa chúng không phải bao giờ cũng cần thiết.
- 13 nhóm hệ số phản xạ được xác định bằng con số có nghĩa và chỉ định từ trên xuống dưới bằng các chỉ số 1,2,3,4.

ρ_1 : trần	Như vậy nhóm $\rho_1\rho_3\rho_4 = 751$
ρ_2 : cổ trần (thường được coi như ρ_1)	có nghĩa là : $p_1 = 0,7$
ρ_3 : tường	$\rho_3 = 0,5$
ρ_4 : mặt hữu ích	$\rho_4 = 0,1$

(1) : Xuất phát từ các nghiên cứu về sự trao đổi ánh sáng ở các địa điểm kín có khả năng thu được các hệ số có ích và thậm chí cả các độ rọi của các vách khác nhau dù các đặc tính hình học và quang học của địa điểm như thế nào. Bạn đọc quap tâm có thể tiếp xúc với tác giả để có chỉ dẫn chi tiết hơn.

Mọi phép nội suy chỉ hợp lệ giữa hai nhóm có hai con số có hạng giống nhau như 771 và 751 nếu $\rho_3 = 0,6$.

Các giá trị hệ số có ích tính theo phần trăm đã được làm tròn nhưng đủ dùng cho một thiết kế sơ bộ, ở đó dễ dàng phán đoán cơ hội nội suy. Các giá trị đối với cấp T, j = 0 rõ ràng không được sử dụng trong trường hợp chiếu sáng gián tiếp thuần túy.

10. KIỂM TRA THIẾT KẾ

Cho đến lúc này các dạng thức được định nghĩa chỉ cho phép thực hiện một thiết kế sơ bộ. Thực tế :

- Không gian giữa hai bộ đèn liên tiếp không bắt buộc có cùng chiều dài và chiều rộng.
- Các độ rọi của tường và của trần đặc trưng cho môi trường chiếu sáng và do đó mức tiện nghi của thiết bị chiếu sáng vẫn còn chưa biết.
- Các nguyên nhân gây loá mắt trực tiếp hay do phản chiếu phải được nghiên cứu theo các độ tương phản của các bộ đèn tạo nên trong thị trường.

$j = 0$	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
	K	U% Bộ đèn cấp A $k_m = 0,5 = 2k_p$												
$j = \frac{1}{3}$	0,6	78	73	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	88	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	94
	5,0	122	104	118	103	115	102	100	99	100	99	98	97	96

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 hữu ích	3	1	3	1	3	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	105	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
	K	U% Bộ đèn cấp B $k_m = 1 = 2k_p$												
$j = \frac{1}{3}$	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

$j = 0$	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
	K	U% Bộ đèn cấp C $k_m = 1 = 2k_p$												
$j = \frac{1}{3}$	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	92	90

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 hữu ích	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
	K	U% Bộ đèn cấp D $k_m = 1,5 = 2k_p$												
$j = \frac{1}{3}$	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

$j = 0$	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
	K	U% Bộ đèn cấp E $k_m = 15 = 2k_p$												
$j = \frac{1}{3}$	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

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 hữu ích	3	1	3	1	3	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
	K	U% Bộ đèn cấp F $k_m = 2 = 2k_p$												
$j = \frac{1}{3}$	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	87	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

$j = 0$	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
	K	U% Bộ đèn cấp G										$k_m = 1,5 = 2k_p$		
$j = \frac{1}{3}$	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
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 hữu ích		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
	K	U% Bộ đèn cấp H										$k_m = 1,5 = 2k_p$		
$j = \frac{1}{3}$	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

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
	K	U% Bộ đèn cấp 1							$k_m = 2 = 2k_p$					
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

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 hữu ích	3	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1

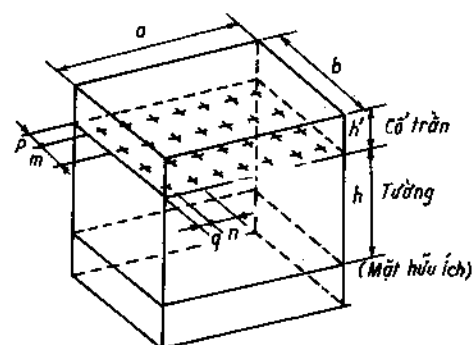
j = 0	0,6	51	47	49	45	33	31	23	16	30	22	16	21	16
	0,8	61	55	58	53	42	40	30	23	38	30	23	29	23
	1,0	73	65	70	63	55	51	42	35	49	41	35	40	35
	1,25	79	70	76	69	61	57	48	41	55	47	40	45	40
	1,5	84	74	80	71	66	60	51	44	58	50	43	49	43
	2,0	92	80	88	79	75	68	60	53	65	58	52	57	51
	2,5	97	84	93	82	81	73	65	59	70	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
	K	U% Bộ đèn cấp J							$k_m = 2 = 2k_p$					
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	92	103	90	94	83	77	72	81	76	71	74	70

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 hữu ích	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
	K	U% Bộ đèn cấp T								$k_m = 1 = 2k_p$				
$j = \frac{1}{3}$	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

10.1 Quy chuẩn đơn giản hoá UTE 71- 121

Soạn thảo năm 1968 quy chuẩn AFNOR S 40 - 001 cho phép tính toán



Hình 10.1

các độ rọi trung bình, trong địa điểm kín, trên tất cả các vách đối với một bộ đèn hoàn toàn được xác định theo vị trí, hiệu suất và phát xạ ánh sáng trong vùng : F'_1, F'_2, F'_3, F'_4 .

Bằng cách bắt đầu tính toán nhiều lần đối với các thiết bị chiếu sáng người ta có thể giải quyết tất cả trường hợp bố trí đèn, ngay cả khi bố trí không đều.

Để dễ dàng tính toán trong trường hợp bố trí đều thường gặp, U.T.E. năm 1984 đã công bố một quy chuẩn đơn giản hoá dùng cho một lưới có mắt lưới chữ nhật (hình 10.1) :

- m là khoảng cách tâm các nguồn sáng trên cạnh b,
- n là khoảng cách tâm các nguồn sáng trên cạnh a,
- p là khoảng cách giữa tường và hàng đèn gần a nhất,
- q là khoảng cách giữa tường và hàng đèn gần b nhất.

Do đó các đặc trưng hình học của thiết bị chiếu sáng được xác định bằng bốn tỷ số sau đây :

- chỉ số lưới	: $k_m = \frac{2mn}{h(m+n)}$
- chỉ số gần	: $k_p = \frac{ap+bq}{h(a+b)}$
- chỉ số địa điểm	: $K = \frac{ab}{h(a+b)}$
- tỷ số treo	: $j = \frac{h'}{h+h'}$

Các bảng hệ số của quy chuẩn đã được thiết lập đối với :

10 giá trị của K : 0,6 0,8 1 1,25 1,5 2 2,5 3 4 5⁽¹⁾

4 giá trị của K_m : 0,5 1 1,5 2

3 giá trị của K_p : 0 $k_m/2$ k_m

2 giá trị của j : 0 1/3

Các đặc tính quang học được biểu diễn bằng "nhóm phản xạ" trong

(1) Dưới 0,6 và trên 5 các biến thiên của K thực tế không làm ảnh hưởng đến tính toán.

đó các chỉ số 1,2,3 và 4 lần lượt liên quan đến trần, cổ trần, tường và mặt hữu ích.

Các bảng đưa ra 22 nhóm phản xạ ký hiệu $\rho_1\rho_3\rho_4$ với $j = 0$ và $\rho_1\rho_3\rho_4$ với $j = 1/3$; trong trường hợp cuối giá trị ρ_2 bằng ρ_1 .

Tính toán độ rọi trung bình của trần (E_1), của cổ trần ($E_2 = E_1$), của tường (E_3) và của mặt hữu ích (E_4) được tiến hành theo hai bước đối với mỗi cấp bộ đèn.

10.1.1 Xác định quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích : F''_u

Đó là giá trị quang thông trực tiếp trên mặt hữu ích tính theo phần trăm của quang thông phát ra từ các bộ đèn.

Nó phụ thuộc vào cấp của bộ đèn cũng như các chỉ số K , k_m , k_p . Các giá trị này được công bố trong quy chuẩn mà U.T.E. đã cho phép trích một phần dùng cho các ví dụ sau này.

Nếu cần ta sẽ tiến hành nội suy tuyến tính theo thứ tự sau đây :

- Nội suy k_p

Biểu diễn k_p theo phần trăm k_m , tức là $k_p = \alpha k_m$ và tính toán F''_u đối với cặp $[k_m, k_p = \alpha k_m]$ nếu k_m gần một trong các giá trị của bảng

- Nội suy k_m

Trong trường hợp ngược lại ta bắt đầu tính toán tương tự xuất phát từ một giá trị chuẩn hoá thứ hai k_m và $k_p = \alpha k_m$, rồi nội suy.

- Nội suy K

Các tính toán trên đã được thực hiện đối với một giá trị K chuẩn hoá và nhỏ hơn giá trị thực ta tiến hành tương tự với giá trị lớn hơn.

Ví dụ :

Một thiết bị chiếu sáng có các bộ đèn cấp E với $K = 3,6$, $k_m = 1,2$, $k_p = 0,3 = 0,25k_m$. F''_u có giá trị gồm giữa các giá trị nhận được với $K=3$ và $K=4$.

* $K = 3$ do đó F''_u có giá trị gồm giữa các giá trị cho với $k_m = 1$ và $k_m=1,5$.

- với $k_m = 1$, quy chuẩn cho giá trị F''_u :

k_p	0	0,5	1	tức là $F''_u = 641 + (764-641) \frac{0,25}{0,5}$
F''_u	641	764	849	$F''_u \approx 702$

- với $k_m = 1,5$; $k_p = 0,25k_m = 0,375$ quy chuẩn cho :

k_p	0	0,75	1,5	tức là $F''_u = 585 + (783-585) \frac{0,375}{0,75}$
F''_u	585	783	887	$F''_u \approx 684$

- với $k_m = 1,2$ và $k_p = 0,3$ có :

$$F''_u = 702 - (702-684) \cdot \frac{(1,2-1)}{(1,5-1)} = 695$$

* $K = 4$ tương tự ta có :

- với $k_m = 1$; $k_p = 0,25$

k_p	0	0,5	1	$F''_u = 714 + 106 \cdot \frac{0,25}{0,5} = 767$
F''_u	714	820	889	

- với $k_m = 1,5$; $k_p = 0,375$

k_p	0	0,75	1,5	$F''_u = 665 + 168 \cdot \frac{0,375}{0,75} = 749$
F''_u	665	833	917	

- với $k_m = 1,2$

$$F''_u = 767 - 1,8 \cdot \frac{2}{5} = 760$$

* $K = 3,6$; $k_m = 1,2$; $k_p = 0,3$

$$F''_u = 695 + (760-695) \frac{(3,6-3)}{(4-3)} = 743^{(1)}$$

(1) Chú ý rằng các tính toán này càng chính xác khi các quang thông do bộ đèn phát ra F_1 càng gần các giá trị trung bình của cấp đang xem xét. Với các sai lệch giá trị lớn ta sẽ xem xét ở chương 9- nhận xét (1)

10.1.2 Tính độ rọi

Các độ rọi trung bình ban đầu ($E_1 = E_2, E_3, E_4$) được xác định bằng biểu thức:

$$E_i = \frac{N.F}{1000.a.b} (R_i F''_u + S_i) \quad (i = 1, 2, 3 \text{ hoặc } 4)$$

với N : tổng số bộ đèn

F : quang thông phát ra của một bộ đèn

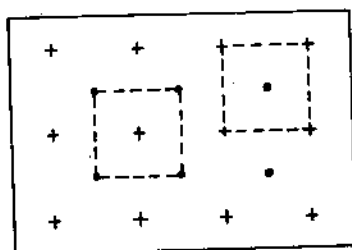
R_i và S_i : các hệ số cho trong quy chuẩn UTE theo K, j , nhóm phản xạ và các cấp của bộ đèn.

Các tính toán này được thực hiện với giá trị chuẩn hoá của j gần giá trị thực nhất. Tuy nhiên ta có thể thực hiện nội suy các độ rọi khi các giá trị j tương đối xa 0 hoặc 1/3.

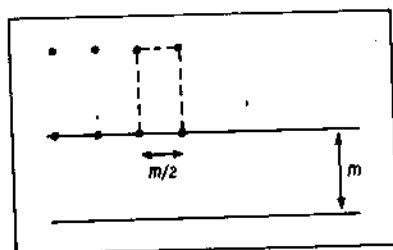
10.1.3 Các trường hợp đặc biệt

* Sự bố trí đèn bất kỳ

Chỉ cần coi như là tổng của hai cách bố trí theo lưới và thực hiện các tính toán với từng cách bố trí (hình 10.2).



Hình 10.2



Hình 10.3

Kiểu bố trí này có thể có ích khi ta muốn thực hiện việc chiếu sáng một địa điểm có hai mức. Tuy nhiên cần phải đảm bảo rằng đối với mức thấp của E_4 nhiệt độ màu của nguồn phải thích ứng với nhiệt độ nguồn dự đoán trước theo biểu đồ Kruithof.

Bảng sáng

Cách bố trí này dùng đèn ống đặt liên tiếp nhau, thường gặp trong các địa điểm có độ rọi lớn hơn 500 lux và độ cao trên 4 mét.

Nếu số bóng trong hàng đèn là lẻ ta có thể cân nhắc hai cách bố trí trong đó chỉ có một trong hai bộ đèn tham gia vào.

Người ta cũng có thể cân nhắc một cách bố trí theo lưới ảo, nếu m là khoảng cách giữa hai băng, mỗi băng tương tự như một hàng các nguồn sáng điểm cách nhau $m/2$ (hình 10.3).

Cấp, hiệu suất và quang thông tổng rõ ràng vẫn giữ nguyên.

Bộ đèn duy nhất

Không còn chỉ số lưới, giá trị F''_u cũng đã được tính toán cho một bộ đèn đặt ở tâm địa điểm, theo tỷ số b/a như vậy ảnh hưởng là nhỏ nhất.

Chúng tôi đưa ra ở đây một phần của bảng này đối với $b/a = 1,6$.

Cấp	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K = 0,8	878	745	630	535	440	415	374	339	282	241
K = 1	937	836	738	644	551	571	470	424	403	323
K = 1,25	962	893	826	743	660	722	568	512	533	411

10.2 Kiểm tra các điều kiện tiện nghi

Việc bố trí đèn chiếu sáng tốt phải cho phép nhìn nhanh chóng, chính xác và thuận tiện.

Mặc dù các khái niệm này thay đổi theo sinh lý và tuổi tác của người quan sát, trong đa số trường hợp cần phải tôn trọng một môi trường sáng bằng cách chú ý tới các yếu tố sau.

10.2.1 Màu của nguồn

Điểm này được cho để ghi nhớ, bởi vì việc lựa chọn nhiệt độ màu và chỉ số màu đã nằm trong việc lựa chọn nguồn.

10.2.2 Không gây loá mắt khó chịu

Cũng để ghi nhớ vì sự xem xét các biểu đồ Sollner đã nằm trong việc

lựa chọn bộ đèn.

10.2.3 Tương phản bộ đèn - trần

Sự cảm nhận tiện nghi có liên quan đến sự cân bằng của các độ chói trong thị trường. Nói chung người ta chấp nhận tỷ số r như sau :

$$r = \frac{\text{độ chói của đèn quan sát dưới góc } \gamma = 75^\circ}{\text{độ chói trung bình của trần}}$$

nhỏ hơn 20 đối với các công việc mức 2 (lao động tĩnh xảo) và nhỏ hơn 50 với các công việc mức 1 (lao động thông thường).

Hiển nhiên các mức này dễ dàng đạt được đối với một trần có hệ số phản xạ lớn và trong trường hợp các bộ đèn chôn trong trần có giá trị ρ_4 lớn (nền sáng).

10.2.4 Độ chói của các vách bên

Nói chung chấp nhận được khi $0,5 < E_3/E_4 < 0,8$.

Đối với một người lao động nhìn tập trung vào một mảng có hệ thống phản xạ ρ_{TV} , do đó con mắt chịu ấn tượng một độ chói $L_{TV} = \frac{\rho_{TV} \cdot E_4}{\pi}$, điều cần thiết là, độ chói của các tường mà anh ta quan sát với mỗi chuyển động của đầu không quá tối cũng không quá sáng so với độ chói mà anh ta đã quen.

Nếu các tường có hệ số khuếch tán theo định luật Lambert, tỷ số các độ chói L_{TV}/L_3 có thể được biểu diễn theo độ rọi E_4 và E_3 với ρ_{TV} đã cho.

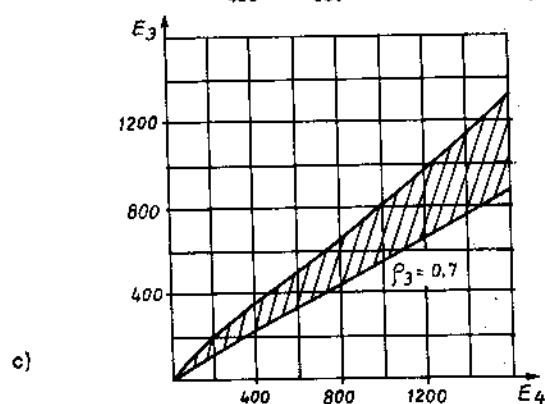
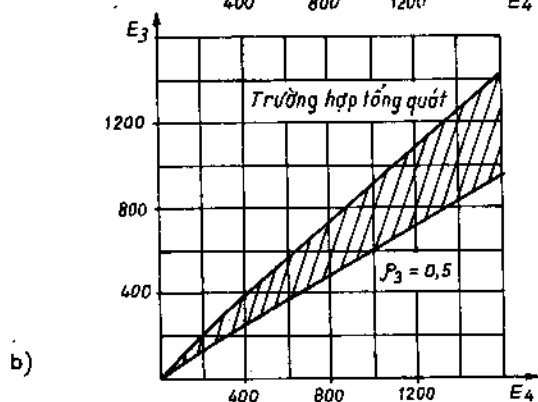
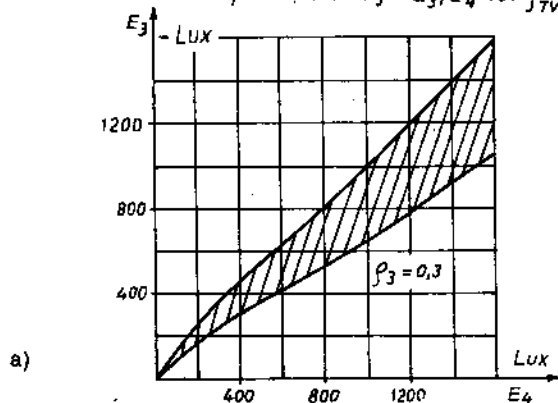
Hình.10.4 cho các giá trị mong muốn đối với độ rọi của tường E_3 khi $\rho_{TV} = 0,8$ (trường hợp một mảng trên tờ giấy trắng) theo độ rọi của mặt hữu ích. Các vùng này được gạch chéo.

Nếu giá trị ρ_{TV} khác 0,8, các độ chói giảm đi và giá trị E_3 đọc được phải nhân với $(\rho_{TV}/0,8)$.

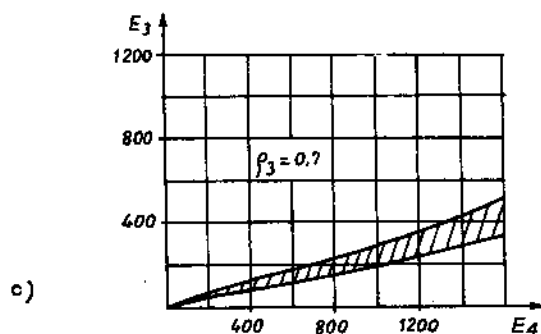
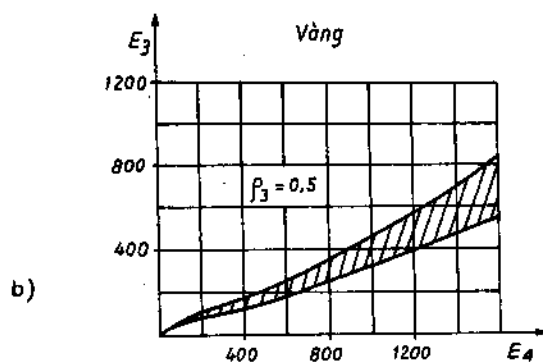
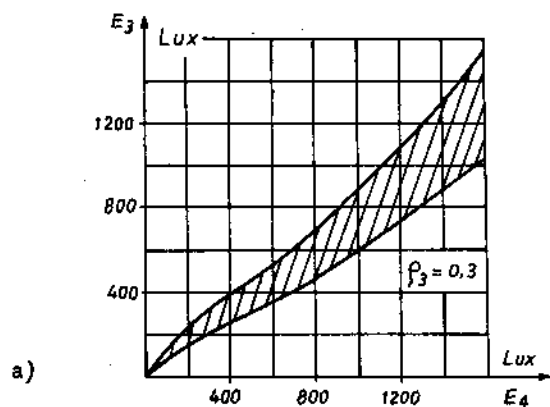
Hình 10.4 (a - b - c) được áp dụng trong trường hợp tổng quát cũng như đối với các màu vàng, trắng nhạt.

Hình 10.5 (a - b - c) chỉ liên quan đến các tường màu vàng đậm hay nhạt.

Các quan hệ trên nghi E_3/E_4 với $\rho_{TV}=0,8$



Hình 10.4



Hình 10.5

11. CÁC VÍ DỤ

11.1 Chiếu sáng quán cà phê

Một địa điểm 15m x 15m cao 3,3m dùng làm quán cà phê có các đặc điểm sau đây :

- trần cách âm màu ghi xám $\rho_1 = 0,7$
- Các hệ số phản xạ
 - tường xanh lá cây sáng $\rho_3 = 0,5$
 - nền tối, các bàn nhiều lớp màu nâu $\rho_4 = 0,1$

- Chiếu sáng ở trần ($j = 0$) thực hiện bằng các ô nhỏ đóng khung có thể đặt các đèn sợi đốt kèm theo bộ phận chiếu công suất dưới 100W.

Xem xét các đường cong trắc quang của thiết bị chiếu sáng này cho thấy đây là cấp B có hiệu suất $\eta = 0,47$.

11.1.1 Chọn độ rọi

Đối với loại địa điểm này A.F.E đề nghị giá trị độ rọi nhỏ nhất 200 lux, ước tính giá trị hệ số suy giảm có thể là 1,25 điều đó cho phép suy ra độ rọi 160 lux sau một năm.

11.1.2 Chọn loại đèn

Giải pháp dùng đèn sợi đốt hoàn toàn thích hợp theo quan điểm nhiệt độ màu (xem hình 3.2) và chỉ số màu ($R_a \approx 100$).

Sự tiện nghi sẽ bị trả giá do các nhược điểm của loại đèn này.

11.1.3 Chọn bộ đèn

Kiểu bộ đèn trực tiếp tăng cường nêu lên ở đây chắc chắn không phải là giải pháp kinh tế, ví dụ sự bố trí bán trực tiếp sẽ kinh tế hơn. Tuy nhiên cần lưu ý rằng giải pháp này tốn kém nhưng mỹ quan hơn tránh được mọi nguy cơ gây loá mắt trực tiếp do giá trị góc nhìn xấu (xem hình 7.9)

11.1.4 Bố trí các bộ đèn

Với $a = b = 15\text{m}$ và $h = 3,3 - 0,85 = 2,45\text{m}$, ta có :

Các giá trị quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F''_u bố trí chuẩn có chỉ số địa điểm $K=1,5$

Cấp bộ đèn	CHỈ SỐ LƯỚI k_m											
	0,5			1			1,5			2		
	chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_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	

(*) Các giá trị F''_u tính theo quy chuẩn hiện hành ⁽¹⁾
Cột trống ứng với trường hợp không có thể (lưới quá lớn đối với địa điểm).

Các giá trị quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F''_u bố trí chuẩn có chỉ số địa điểm $K=2$

Cấp bộ đèn	CHỈ SỐ LƯỚI k_m											
	0,5			1			1,5			2		
	chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_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''_u tính theo quy chuẩn hiện hành ⁽¹⁾.

1. Quy chuẩn NF S 10-001

Các giá trị quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F''_u bố trí chuẩn có chỉ số địa điểm $K=2,5$

Cấp bộ đèn	CHỈ SỐ LƯỚI k_m											
	0,5			1			1,5			2		
	chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_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''_u tính theo quy chuẩn hiện hành (1).

Các giá trị quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F''_u bố trí chuẩn có chỉ số địa điểm $K=3$

Cấp bộ đèn	CHỈ SỐ LƯỚI k_m											
	0,5			1			1,5			2		
	chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_p			chỉ số gần k_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''_u tính theo quy chuẩn hiện hành (1).

1. Quy chuẩn NF S 10-001

Các giá trị hệ số R và S

Lấy từ bảng	Tỷ số treo	Chỉ số địa điểm	Hệ số phân xạ	CÁC HỆ SỐ NÀY CHO PHÉP TÍNH TOÁN ĐỘ RỢI TRUNG BÌNH TRÊN :											
				trần và cổ trần				tường				mặt hữu ích			
				$E_1 = \frac{NF}{1000ab} (R_1F'' + S_1)$				$E_3 = \frac{NF}{1000ab} (R_3F'' + S_3)$				$E_4 = \frac{NF}{1000ab} (R_4F'' + S_4)$			
				R_1	S_1		R_3	S_3		R_4	S_4				
Cấp		Cấp			Cấp										
A - J	T	A - J	T		A - J	T									
7	0	25	8 7 3	- 0,204	523	1306	- 1,481	1770	596	0,566	673	851			
			8 7 1	- 0,308	400	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			
			8	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	1836	396	0,505	558	649			
7 5 3	- 0,042	335				1213	- 1,575	1825	470	0,768	416	685			
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	1736	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			

$$K = \frac{ab}{h(a+b)} = 3,06 \approx 3$$

Sự đồng đều của độ rọi đòi hỏi một khoảng cách cực đại n sao cho $n/h=0,8$, tức là $n = 1,96m$.

Chọn $n = 2m$ cho ta 8 thiết bị chiếu sáng trên một hàng với $q = 0,5m$.

Chọn $n = 1,92m$ chỉ làm thay đổi khoảng cách với tường $q = 0,78m$.

Do đó trong mọi cách lựa chọn $8 \times 8 = 64$ bộ đèn.

11.1.5 Quang thông tổng cần tạo nên

Hệ số suy giảm

Chấp nhận thời gian làm việc trung bình là 1000 giờ/năm, độ giảm quang thông được đặc trưng bằng hệ số 0,8 (xem hình 4.4) đối với địa điểm sạch, hệ số bụi có thể được lấy bằng 0,9, do đó giá trị δ :

$$\delta = \frac{1}{0,8} \cdot \frac{1}{0,9} \approx 1,4$$

Hệ số có ích

Đối với nhóm phản xạ 751 các bảng của chương 9 cho :

$$U = 0,97$$

Quang thông tổng cần tạo nên khi đèn làm việc là :

$$\Phi = \frac{E.S.\delta}{\eta.U} = \frac{160.225.1,4}{0,74.0,97} \approx 70200 \text{ lm.}$$

11.1.6 Công suất của đèn

Cần phải sử dụng các đèn có quang thông 70200/64 bằng 1100lm.

Trong số hai loại đèn gần nhất (100W - 1390lm hoặc 75W - 970lm) cần chọn bộ đèn 75W và bố trí 72đèn, tức 8 hàng, mỗi hàng 9 đèn để thu được độ rọi mong muốn.

Do đó cần phải bố trí lại đèn.

11.1.7 Kiểm tra giải pháp ⁽¹⁾

Một trần giả cho phép đóng khung đèn thường có kích thước bội số của 0,6m

Vì thế mặc dầu về lý thuyết mắt lưới có thể trở nên hình chữ nhật ($m \neq n$), ta dễ dàng lựa chọn theo hình 11.1 :

$$m = n = 1,8m$$

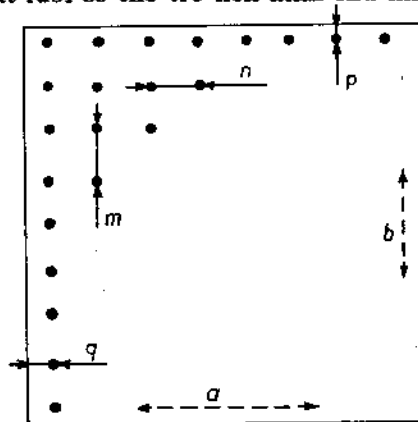
$$q = 1,2m$$

$$p = 0,3m$$

Từ đó suy ra các chỉ số lưới và chỉ số gần :

$$k_m = \frac{2mn}{h(m+n)} = 0,735$$

$$k_p = \frac{ap+bq}{h(a+b)} = 0,306$$



Hình 11.1

Giá trị của F''_u được tìm trong bảng tiêu chuẩn UTE ứng với $K = 3$, lưu ý rằng $k_p = 0,416k_m$.

$$* \text{ đối với } k_m = 1 \quad F''_u = 710 + 179 \left(\frac{0,416}{0,5} \right) = 859$$

$$* \text{ đối với } k_m = 0,5 \quad F''_u = 790 + 76 \left(\frac{0,208}{0,250} \right) = 853$$

$$* \text{ do đó } F''_u = 853 + (859 - 853) \frac{(0,735 - 0,5)}{(1 - 0,5)} = 856$$

Các giá trị của hệ số R và S được đọc trong tiêu chuẩn UTE là :

$$R_1 = - 0,176$$

$$R_3 = - 1,689$$

$$R_4 = 0,684$$

(1) Việc kiểm tra này được tiến hành để làm ví dụ. Trong thực tế với địa điểm hình vuông có độ rọi thấp người ta giữ một lưới hình vuông gồm 64 đèn 75W, có độ rọi hơi thấp hơn. Hơn nữa việc đặt 49 đèn 100W cũng kinh tế hơn và độ đồng đều sẽ kém hơn, thích hợp tương ứng với tiện nghi của nhà (ví dụ các bàn và lối đi được chiếu sáng tối hơn)

$$S_1 = 263$$

$$S_3 = 1763$$

$$S_4 = 370$$

Các độ rọi ban đầu :

$$E_1 = \frac{72.970.0,74}{1000.15.15} \cdot (-0,176.856 + 370) = 25,8 \text{ lux}$$

$$E_3 = 0,2297 (-1,689.856 + 1763) = 72,9 \text{ lux}$$

$$E_4 = 0,2297 (0,684.856 + 370) = 220 \text{ lux}$$

Sau một năm độ rọi của mặt hữu ích được chia cho δ bằng 157 lux thay cho 160 như dự tính, điều này hoàn toàn chấp nhận được.

11.1.8 Tiện nghi của giải pháp

Loại đèn và cách bố trí theo "điểm sáng" đã là hai yếu tố cơ bản của tiện nghi.

Sự tương phản của các bộ đèn - trần, hay tỷ số r cần phải duy trì nhỏ hơn 50, ở đây chấp nhận được bởi vì dưới độ vĩ 75° các thiết bị chiếu sáng cấp B thực tế không phát cường độ sáng.

Cuối cùng cần lưu ý là với kiểu sáng sử dụng, độ rọi của các vách bên là quá yếu. Hình 10.4.b nêu lên với một hệ số phản xạ của mảng nhên $\rho_{TV} = 0,8$ độ rọi của các vách phải gồm giữa 120 và 200 lux với $E_4 = 160 \text{ lux}$.

Trong trường hợp này, chấp nhận mảng nhên thực tế là ở trên bàn, giá trị ρ_{TV} bằng 0,4 ta mong muốn sau một năm độ rọi của tường gồm giữa 60 và 140 lux. Sự chiếu sáng bằng các điểm sáng chỉ cho (72,9/1,4) bằng 52 là giới hạn chấp nhận được.

Các loại chiếu sáng phụ thêm (đặt trên tường, vật sáng hướng lên tường) sẽ cải thiện độ rọi của tường và tạo nên các vật sáng trang trí trên tường.

11.2 Chiếu sáng lớp học

Ta muốn chiếu sáng một lớp có chiều dài $a = 12\text{m}$, chiều rộng $b = 6\text{m}$ và chiều cao tới trần là 3,25m sao cho độ rọi duy trì 400 lux sau một

năm. Biết :

$$\text{- Các hệ số phản xạ } \left\{ \begin{array}{ll} \text{- trần màu trắng} & \rho_1 = 0,7 \\ \text{- tường trắng nhạt} & \rho_3 = 0,7 \\ \text{- tấm lát nền chất dẻo} & \rho_4 = 0,3. \end{array} \right.$$

- Chiều sáng trần : dự tính độ cao treo đèn $h' = 0,1\text{m}$ để cho phép đặt bộ đèn.

- Sử dụng đèn huỳnh quang 40 W dài 1,2m.

- Có điện ba pha.

- Bảng đặt ở tường phía chiều rộng.

Dưới đây ta sẽ chỉ dùng các tài liệu do hãng Claude cung cấp (các phụ lục E, F, G và H).

Bài toán :

* Thiết kế sơ bộ

a- Xác định chỉ số địa điểm K, tỷ số treo j, loại đèn cần sử dụng và kiểu chiếu sáng.

b- Số lượng điểm sáng cực tiểu để đảm bảo điều kiện phân bố ánh sáng đều ?

Chứng minh rằng cần đặt ít nhất 2 đèn trong một bộ đèn.

c- Ta chọn 3 loại bộ đèn : 2 bộ có 2 đèn (DF 240 và prismavision 240) và một bộ 3 đèn (DF 340).

Hệ số suy giảm lấy bằng 1,35.

Với mỗi loại xác định số bộ đèn cần thiết.

d/ Ta chọn loại bộ đèn DF 340 đưa ra cách bố trí toàn bộ đèn tốt nhất.

* Kiểm tra các độ rọi (quy chuẩn UTE 71 - 121)

a - Tính toán các chỉ số lười k_m và chỉ số gần k_p .

b - Tính hiệu suất ánh sáng cũng như cấp của nó.

c - Giá trị quang thông trực tiếp tính theo phần trăm trên mặt hữu ích F''_u bằng bao nhiêu ?

* Kiểm tra các điều kiện tiện nghi (sau một năm)

a - độ rọi của các tường có chấp nhận được không ?

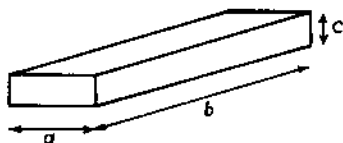
b - hệ số r đặc trưng cho độ tương phản bộ đèn - trần là bao nhiêu?

Các kích thước của hộp đèn là :

$$a = 266 \text{ mm}$$

$$b = 1280 \text{ mm}$$

$$c = 106 \text{ mm}$$



Hình 11.2

c - Điều kiện cuối cùng phải kiểm tra là gì ? (đưa ra câu trả lời).

Giải pháp đề nghị :

* Thiết kế sơ bộ

$$a - \text{giá trị của } h \text{ là : } 3,25 - 0,1 - 0,85 = 2,3 \text{ m}$$

$$\text{tức là } K = \frac{12,6}{2,3(12+6)} = 1,74 \text{ và } j = \frac{0,1}{2,3+0,1} = 0,04 \text{ lấy bằng } 0$$

Theo biểu đồ Kruithof (hình 3.2) nhiệt độ màu phải nằm giữa 3000 K và 4500 K đối với 400 lux và chỉ số màu đối với địa điểm này phải lớn hơn 70.

Trong số các đèn ống đưa ra chỉ số có loại "Hoa hồng Pháp" và Màu trắng Z là thích hợp.

Loại "màu trắng Z" là môđen hiệu quả nhất (phụ lục H).

Ta có thể chọn loại "màu trắng Z" 40 W - 3900 K - 2450 lm - Ra = 70.

Kiểu chiếu sáng có thể là trực tiếp mở rộng hay bán trực tiếp bởi vì đã có các điều kiện tiện nghi dẫn đến độ rọi đều của các vách (xem hình 10.4.c).

b- Trong các điều kiện này, sự đồng đều của độ rọi thích hợp với các lao động mức 2, cần tỷ số $n/h \leq 1,6$ (xem chương 8 - § 5) tức là

khoảng cách $n \leq 3,7$ m.

- Theo chiều dài khoảng cách 3,5 m dẫn đến cần đặt 4 (nguồn sáng), có khoảng cách đến tường $q = 1/2 (12 - 3 \cdot 3,5) = 0,75$ m là quá bé. Ta có thể lấy $n = 3,3$ m suy ra $q = 1,05$ m để có $\frac{n}{3} < \frac{n}{2}$ với 4 nguồn.

- Theo chiều rộng $m = 3,3$ m dẫn đến 2 nguồn sáng và có khoảng cách đến tường là 1,35 m chấp nhận được. Do đó có ít nhất là $2 \times 4 = 8$ nguồn sáng.

Quang thông tổng tạo nên cần phải lớn hơn E.S, là quang thông nhận được trên mặt hữu ích, bằng $400.12,6 = 28800$ lm.

Do đó 8 ống 2450 lm không đủ, trong một bộ đèn cần phải đặt ít nhất 2 ống.

c- Trong trường hợp này, nhà chế tạo trực tiếp cho hệ số sử dụng u liên quan đến mặt hữu ích với $j = 0$ theo K và nhóm phản xạ $\rho_1 \rho_3 \rho_4$.

- Bộ đèn Prismavision 240 (phụ lục E)

u gồm giữa 0,349 ($K = 1,5$) và 0,380 ($K = 2$).

Với $K = 1,74$, $u = 0,365$ ta có :

$$\Phi_{\text{tổng của các đèn}} = \frac{ES_0}{u} = \frac{400.12.6.1,35}{0,365} = 106500 \text{ lm,}$$

tức là 44 đèn trong 22 bộ đèn.

- Bộ đèn DF 240 vasque diamant (phụ lục F)

$u = 0,460$ nghĩa là $\Phi_{\text{tổng của các đèn}} = 84500$ lm, suy ra cần 35 đèn.

Do vậy cần có 18 bộ đèn, mỗi bộ 2 ống.

- Bộ đèn DF 340 vasque diamant (phụ lục G)

$u = 0,39$ nghĩa là $\Phi_{\text{tổng của các đèn}} = 99700$ lm, suy ra cần 41 đèn.

Do vậy cần có 13 hoặc 14 bộ đèn, mỗi bộ 3 ống. Ở đây chọn 14 bộ để ánh sáng đồng đều.

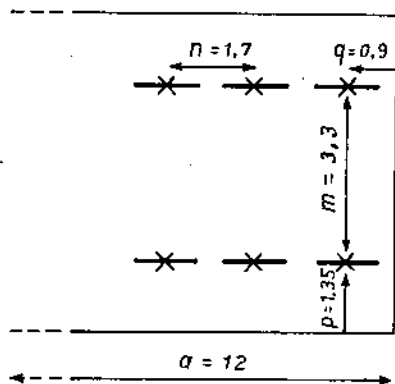
Chúng ta cũng lưu ý rằng nguồn cung cấp là ba pha do đó giảm bớt sự nhấp nháy.

d- Cần bố trí 2 hàng mỗi hàng 7 bộ đèn theo chiều dọc hoặc theo

chiều ngang hướng quan sát là hướng học sinh nhìn lên bảng.

Ta nên bố trí theo chiều dọc. Độ chói của bộ đèn là yếu nhất theo góc quan sát đã cho, nguy cơ bị lóa mắt giảm đi, theo chỉ dẫn của các biểu đồ Sollner.

Do vậy ta có thể bố trí đèn như hình 11.3



Hình 11.3

* Kiểm tra độ rọi

a- Với $a = 12 \text{ m}$ $n = 1,7 \text{ m}$ $q = 0,9 \text{ m}$
 $b = 6 \text{ m}$ $m = 3,3 \text{ m}$ $p = 1,35 \text{ m}$

suy ra :

$$k_m = \frac{2,3,3,1,7}{2,3(3,3+1,7)} = 0,976 \approx 1 \quad k_p = \frac{12,1,35+6,0,9}{2,3(12+6)} = 0,52 \approx 0,5$$

b. Quang thông do bộ đèn phát ra với nguồn sáng 1000 lm có thể được xác định theo phương pháp tích phân số Tchebycheff, lấy trung bình của đường cong trắc quang phát xạ trong mặt ngang (nét liền) và đường cong phát xạ theo mặt dọc (nét đứt) (xem § 7.2.2).

Ở đây, tính toán này không cần thiết (và sẽ không chính xác) bởi vì nhà chế tạo đã cho quang thông theo từng vùng là các giá trị F'_i .

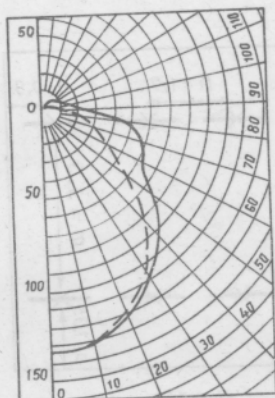
Quang thông chiếu xuống dưới bằng $185 + 96 + 49 + 36 = 366 \text{ lm}$, do đó $\eta_d = 0,366$.

Quang thông gián tiếp bằng 88 lm do đó $\eta_i = 0,088$.

Cấp độ phát xạ trực tiếp theo kết quả tính toán :

$$F''_1 = 185/0,366 = 505 \quad F''_1 + F''_2 = 768 \quad F''_1 + F''_2 + F''_3 = 902$$

Do đó phát xạ cấp D theo tiêu chuẩn UTE (xem chương 7).



Phụ lục E

Chỉ dẫn quang học của bộ đèn Prismavision 240

Khoảng cách

Độ đồng đều 1/1 khoảng cách dọc ≤ 1 h hữu ích và
khoảng cách ngang $\leq 1,1$ h hữu ích

Độ đồng đều 1/2 khoảng cách dọc $\leq 1,6$ h hữu ích

và khoảng cách ngang $\leq 1,8$ h hữu ích

Phân bố

Quang thông theo vùng (quang thông tổng
của đèn = 1000 lm)

F1	F2	F3	F4	F5
168	101	66	36	29

Các giá thiết tính toán

Chỉ số lười $K_m = 1,5$

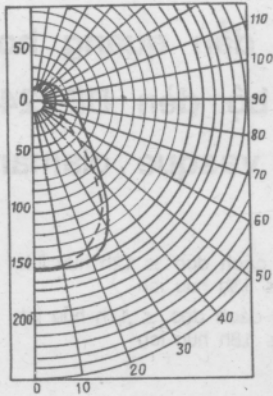
Với bộ đèn PRISMAVISION 220 và 265 nhân hệ số sử dụng và cường độ lần lượt
là 1,05 và 0,9

Hệ số sử dụng tỉ số treo $j = 0$

Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ	tường hệ số phản xạ	trần hệ số phản xạ
0,6	783 871 773 771 753 761 731	873 871 773 771 753 751 731	873 871 773 771 753 751 731
0,8	234 216 226 210 169 162 130	210 185 204 181 156 146 117	128 102 124 100 71 57 30
1	276 251 267 245 209 197 164	238 204 230 199 183 164 138	138 103 134 100 82 60 33
1,25	308 277 297 270 240 225 192	258 217 250 212 205 179 155	144 100 139 98 90 62 35
1,5	382 319 349 312 298 274 243	277 228 267 223 225 193 170	149 96 143 94 97 62 36
2	395 344 380 336 335 304 276	290 236 280 230 240 203 182	151 92 146 90 103 61 38
2,5	416 359 400 362 360 324 299	309 246 298 241 263 218 199	155 85 149 83 112 59 39
3	432 370 415 363 379 338 316	323 254 311 249 280 229 212	156 80 150 78 118 58 40
4	453 386 438 379 407 359 341	332 258 320 254 292 236 221	157 75 151 174 122 56 41
5	466 294 448 388 424 371 356	340 261 229 257 306 243 230	157 68 151 68 128 53 41
		349 265 337 262 318 250 239	157 65 152 60 132 52 42
0,6	711 551 531 511 331 311	711 551 531 511 331 311	711 551 531 511 331 311
0,8	107 157 127 106 126 106	100 99 116 99 114 99	10 56 29 10 29 10
1	140 191 161 138 158 138	120 119 136 119 134 118	11 58 32 11 32 10
1,25	167 218 188 165 185 164	136 135 152 135 150 134	15 260 34 15 34 15
1,5	195 214 216 193 212 192	152 152 167 152 164 150	17 260 36 17 35 17
2	218 265 238 216 234 214	164 163 178 163 175 162	20 59 37 19 36 19
2,5	254 294 271 251 265 248	182 181 195 181 192 179	23 58 38 23 38 22
3	278 314 293 274 287 271	197 195 208 195 204 192	25 56 40 25 38 24
4	297 328 310 293 303 228	207 205 217 205 213 202	27 55 40 27 39 27
5	325 349 334 320 327 931	219 16 226 216 222 212	31 52 41 30 40 29
	342 362 349 336 341 331	228 226 234 226 230 222	32 49 41 31 40 31

Phụ lục G

Chỉ dẫn quang học của bộ đèn DF 340



Khoảng cách

Độ đồng đều 1/1 khoảng cách dọc $\leq 1,3h$ hữu ích
và khoảng cách ngang $\leq 1,4h$ hữu ích

Độ đồng đều 1/2 khoảng cách dọc $\leq 1,9h$ hữu ích
và khoảng cách ngang $\leq 2h$ hữu ích

Phân bố

Quang thông theo vùng (quang thông
tổng của đèn = 1000 lm)

F1	F2	F3	F4	F5
185	96	49	36	88

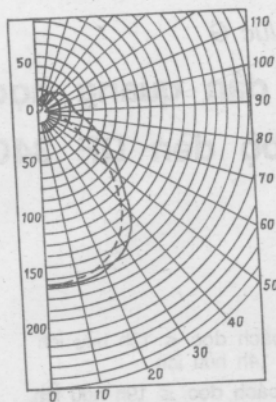
Các giả thiết tính toán

Chỉ số lúit $K_m = 1,5$

Với bộ đèn df 365 nhân hệ số sử dụng và cường độ với 0,85

Hệ số sử dụng tỉ số treo $j = 0$

Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ	tường hệ số phản xạ	trần hệ số phản xạ
0,6	873 871 773 771 7531 751 731	873 871 773 771 753 751 731	873 871 773 771 753 751 731
0,8	252 232 237 221 76 169 134	231 203 218 194 168 157 126	235 208 228 202 171 157 127
1	301 274 285 261 223 211 179	258 221 244 211 194 173 146	245 206 237 201 182 159 130
1,25	337 303 318 289 258 241 207	279 234 264 224 216 188 163	252 204 243 198 191 161 132
1,5	371 330 350 314 293 271 238	298 245 281 234 237 202 179	256 199 247 195 199 161 134
2	397 349 374 334 320 294 262	312 252 295 241 253 213 191	259 194 250 190 205 160 136
2,5	431 375 406 360 359 326 297	332 264 314 253 277 229 209	263 187 253 183 215 158 137
3	255 393 428 377 387 348 322	344 268 324 258 292 237 219	264 181 254 178 221 156 138
4	473 405 444 389 408 363 340	352 271 333 262 309 244 228	265 175 255 173 226 154 139
5	495 421 465 404 435 384 364	365 271 346 268 321 254 241	266 169 256 167 232 152 139
5	508 429 477 413 452 395 379	379 288 358 279 330 266 254	267 166 257 164 236 151 139
0,6	711 551 531 511 331 311	711 551 531 511 331 311	711 551 531 511 331 311
0,8	110 155 125 104 117 98	108 142 119 102 112 97	106 153 125 106 123 105
1	150 195 165 142 154 134	127 161 138 121 129 114	109 154 128 108 126 107
1,25	180 223 193 170 181 161	143 175 153 136 144 129	111 156 130 110 128 109
1,5	211 251 223 200 208 188	159 188 168 152 157 143	114 155 132 113 130 112
2	236 271 245 223 229 211	172 198 178 163 168 154	116 155 133 115 131 114
2,5	273 301 277 257 258 241	192 214 196 182 184 172	120 153 135 118 132 117
3	301 322 301 283 281 266	204 221 207 193 193 183	122 152 135 121 132 119
4	321 336 318 301 297 283	214 228 214 202 201 191	124 150 136 123 133 121
5	348 356 340 327 318 306	228 238 226 216 213 204	128 148 137 125 134 124
5	364 367 354 341 330 320	243 250 240 231 226 218	130 146 137 127 135 125



Phụ lục F

Chỉ dẫn quang học của bộ đèn DF 240 vasque diamant

Khoảng cách

Độ đồng đều 1/1 khoảng cách dọc $\leq 1,2h$ hữu ích
và khoảng cách ngang $\leq 1,3h$ hữu ích

Độ đồng đều 1/2 khoảng cách dọc $\leq 1,7h$ hữu ích
và khoảng cách ngang $\leq 1,8h$ hữu ích

Phân bố

Quang thông theo vùng (quang thông tổng của đèn = 1000 lm)

F1	F2	F3	F4	F5
235	134	71	45	109

Các giả thiết tính toán

Chỉ số lúid $K_m = 1,5$

Với bộ đèn DF 256 nhân hệ số sử dụng và cường độ với 0,9

Hệ số sử dụng tỉ số treo $j = 0$

Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ	tường hệ số phản xạ	trần hệ số phản xạ
0,6	873 871 773 771 753 751 731	873 871 773 771 753 751 731	873 871 773 771 753 751 731
0,8	297 274 281 261 208 200 158	273 241 258 230 198 186 149	278 246 270 240 202 185 150
1	357 324 337 309 264 249 208	305 262 289 249 229 205 173	289 244 280 238 215 188 154
1,25	399 358 376 342 305 285 244	330 277 313 265 256 223 193	297 241 287 235 226 190 156
1,5	438 390 413 372 346 320 281	352 289 332 277 280 239 211	303 235 292 230 235 190 158
2	469 412 442 394 378 342 331	368 297 348 285 299 251 225	307 229 295 224 243 188 160
2,5	510 444 480 425 424 384 035	393 311 371 299 328 270 246	311 221 299 216 253 187 162
3	539 465 506 445 458 411 138	406 317 383 304 345 280 259	312 213 300 210 261 185 177
4	558 478 525 460 482 429 140	416 321 393 309 359 288 269	313 207 302 204 266 183 164
5	584 497 549 477 514 453 243	431 329 408 317 380 300 284	315 200 303 197 274 179 164
5	600 507 564 488 533 467 148	448 340 424 329 442 314 300	315 196 304 193 279 178 165
0,6	711 551 531 511 331 331	711 551 531 511 331 311	711 551 531 511 331 311
0,8	130 184 148 122 139 115	127 168 141 121 133 115	126 180 148 125 146 124
1	178 230 195 168 182 159	150 190 163 143 153 135	126 183 151 126 159 125
1,25	213 264 228 201 214 190	170 207 181 161 170 153	131 184 154 130 151 129
1,5	250 296 263 236 241 222	188 222 195 180 186 169	134 184 156 133 153 132
2	279 321 289 264 270 249	203 234 211 193 199 183	137 183 157 136 155 135
2,5	323 355 328 304 305 285	226 252 231 215 218 204	141 182 159 140 156 138
3	355 380 355 335 332 314	241 262 244 228 229 216	144 179 160 143 156 141
4	379 397 376 357 351 334	258 269 253 239 238 226	147 178 161 134 157 143
5	411 420 402 386 375 361	270 281 267 255 251 241	151 175 162 145 158 146
5	430 434 418 403 390 378	287 295 284 272 267 258	153 178 162 148 159 148

Phụ lục H

Các đèn huỳnh quang khởi động bằng tắc te

Công suất	Kích thước		Dài	Màu sắc	Quang thông	Chỉ dẫn theo yêu cầu của bạn	
W	L	φ			lm		
6	212	16	điểm kép	màu trắng Z	200	đèn 6 WBZ	03 600
8	288	16	điểm kép	màu trắng Z	330	đèn 8 WBZ	03 700
20	590	38	điểm kép	màu trắng Z	920	đèn 20W BZ 3500	04 000
20	590	38	điểm kép	màu trắng 3500	1100	đèn 20 W BI	04 001
20	590	38	điểm kép	trắng công nghiệp	1150	đèn 20 W LI	04 002
20	590	38	điểm kép	sáng lux	1000	đèn 20 W RF	04 003
20	590	38	điểm kép	hoa hồng Pháp	850	đèn 40 W BZ	04 004
40	1200	38	điểm kép	trắng Z	2450	đèn 40 W BZ	04 300
40	1200	38	điểm kép	trắng 3500	2900	đèn 40 W B3500	04 301
40	1200	38	điểm kép	trắng công nghiệp	3200	đèn 40 W BI	04 302
40	1200	38	điểm kép	sáng lux	2450	đèn 40 W LI	04 303
40	1200	38	điểm kép	hoa hồng Pháp	2100	đèn 40 W RF	04 304
40	1200	38	điểm kép	trắng công nghiệp	2900	đèn ATF 40	04 308
80 65	1500	38	điểm kép	màu trắng Z	4550 3750	đèn 80/65 W BZ	05 200
80 65	100	38	điểm kép	trắng công nghiệp	5900 5100	đèn 80/65 W BI	05 202

Đèn tròn							
Công suất	Kích thước		Dài	Màu sắc	Quang thông	Chỉ dẫn theo yêu cầu của bạn	
W	φ ngoài	φ			lm		
32	305	32	4 chân	trắng Z	1440	đèn CL 32 WBZ	04 200
40	410	32	4 chân	trắng Z	1950	đèn CL 40W BZ	04 800

c- Quang thông trực tiếp trên mặt hữu ích F''_u được theo các bảng UTE

$$\left. \begin{array}{l} k = 1,5 \quad k_m = 1 \quad k_p = 0,5 \quad F''_u = 643 \\ k = 2 \quad k_m = 1 \quad k_p = 0,5 \quad F''_u = 715 \end{array} \right\} \text{ do vậy } F''_u = 679$$

Việc tính các độ rọi trực tiếp E_{1d} , E_{3d} , E_{4d} cần các giá trị R_i và S_i như sau:

	R_1	S_1	R_3	S_3	R_4	S_4
$K = 1,5$	- 0,197	465	- 0,946	1183	0,625	554
$K = 2$	- 0,197	489	- 1,207	1462	0,602	593

$$\text{Với } k = 1,74 \quad R_1 = -0,197 \quad R_3 = -1,07 \quad R_4 = 0,613 \\ S_1 = 477 \quad S_3 = 1322 \quad S_4 = 573$$

Sau một năm :

$$E_{1d} = \frac{42.2450.0,366}{1000.12.6.1,35} (-0,197.679 + 477) = 133 \text{ lux trên trần}$$

$$E_{3d} = 0,387 (-1,07.697 + 1322) = 230 \text{ lux trên tường}$$

$$E_{4d} = 0,387 (0,613.697 + 573) = 383 \text{ lux trên mặt hữu ích}$$

d- Sự đóng góp của quang thông gián tiếp chỉ cần các hệ số S_i bởi vì $F''_u=0$ (cấp T).

Ta nội suy giữa $k = 1,5$ và 2 và có $S_1 = 1252$, $S_3 = 477$, $S_4 = 654$

Sau một năm :

$$E_{1i} = \frac{42.2450.0,088}{1000.12.6.1,35} (1252) = 116 \text{ lux}$$

$$E_{3i} = 0,093 \cdot 477 = 44 \text{ lux}$$

$$E_{4i} = 0,093 \cdot 654 = 61 \text{ lux}$$

Độ rọi thực tế là tổng của các độ rọi kể trên :

$$E_1 = 113 + 116 = 249 \text{ lux}; E_3 = 230 + 44 = 274 \text{ lux}; E_4 = 383 + 61 = 444 \text{ lux}$$

* Kiểm tra điều kiện tiện nghi

a- Độ rọi mong muốn trên tường được đọc trực tiếp trên hình 10.4.c, ở đây do mảng nhìn được coi như tờ giấy trắng có $\rho_{TV} = 0,8$.

b- Độ chói trung bình của trần khuếch tán theo định luật Lambert là :

$$L_1 = \frac{E_1 \rho_1}{\delta \pi} = \frac{249.0,7}{1,35.\pi} = 41 \text{cd/m}^2$$

Độ chói dọc của bộ đèn dưới độ dư vĩ 75° là :

$$S_{\text{biểu kiến}} = a.b.\cos 75^\circ + a.c.\sin 75^\circ = 0,115 \text{m}^2$$

$$I_{\text{đọc}} = \frac{3.2450}{1000} \cdot 10 = 73 \text{cd}$$

$$L_{\text{bộ đèn}} = \frac{73}{0,115} = 640 \text{cd/m}^2 \text{ (dưới góc } 75^\circ)$$

từ đó suy ra $r = \frac{640}{41} = 15,6 \leq 20$: điều kiện nghiệm đúng với lao động mức 2.

c- Còn phải kiểm tra điều kiện không bị loá mắt bằng cách vẽ các đường cong độ chói dọc trên biểu đồ 1 của Sollner (§ 7.3). Tính toán tương tự như trên đường dẫn đến :

γ°	45	50	60	70	75	80
L cd/m ²	1700	1530	1130	1130	953	860

Ta kiểm tra trên hình 7.13 đường cong này rất gần bên phải đường cong giới hạn ứng với 400 lux.

Do đó điều kiện không bị loá mắt được thoả mãn.

11.3 Hai giải pháp đối với một phân xưởng

Cần thực hiện chiếu sáng chung cho một phân xưởng lắp ráp cơ khí đảm bảo có độ rọi trung bình ít nhất là 300 lux sau một năm làm việc. Hệ số bù suy giảm $\delta = 1,4$.

Các kích thước hình học của phân xưởng này là :

Chiều dài $a = 65$ m, chiều rộng $b = 28$ m, chiều cao : 7,85 m

Hệ số phản xạ của các vách được ước lượng :

- trần có lỗ sáng : $\rho_1 = 0,3$

- tường gạch : $\rho_3 = 0,3$

- sàn bê tông thô : $\rho_4 = 0,1$

Để cho phép cầu trục hoạt động việc chiếu sáng tiến hành ở trên trần ($j = 0$).

Bài toán

* Giải pháp dùng bóng đèn huỳnh quang

a- Cho chỉ số địa điểm và kiểu chiếu sáng

b- Số điểm nguồn sáng cực tiểu đảm bảo điều kiện độ rọi đều là bao nhiêu?

Nếu ta muốn sử dụng các đèn có bóng huỳnh quang, công suất của đèn là bao nhiêu ? (xem các đặc tính ở chương 5).

c- Ta chọn hai loại bộ phản xạ của hãng Claude : loại PRE 510 và PRSI 550 có đặc tính quang học kèm theo đây. Đối với mỗi loại, tìm hiệu suất và cấp của nó (các phụ lục I và J ở cuối bài này).

d- Ta chọn kiểu PRSI 550, đưa ra cách bố trí với giả thiết không bị hạn chế về không gian do các vì kèo kim loại của mái.

Tính toán chỉ số lưới k_m và chỉ số gần k_p .

e- Sử dụng quy chuẩn UTE 71 - 121, độ rọi trên mặt hữu ích sau một năm là bao nhiêu ?

f- Lấy hệ số phản xạ của mảng nhìn do màu xám của các máy công cụ là $\rho_{TV} = 0,35$ độ rọi trên tường chấp nhận được không ?

g- Nguồn cung cấp là một pha 220 V, dùng dây đồng 4 mm² trên chiều dài của địa điểm. Điện trở suất khi nóng là $2,2 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ và hệ số công suất của các nguồn sáng đã được bù là 0,85. Điện áp rơi tương đối

ở các thiết bị cuối đường dây là bao nhiêu ? Đưa ra cách bố trí tốt nhất có thể được.

*** Giải pháp dùng băng sáng**

Các khoảng cấu trúc kim loại của mái không thích hợp với giải pháp ở trên, ta nghiên cứu một giải pháp dùng băng chiếu sáng liên tục bằng cách sử dụng các đèn ống huỳnh quang dài 2,4 m - 105 W có bộ phản xạ kiểu công nghiệp, đặt liền nhau. Ta chọn loại RI 2105 của hãng Claude có các đặc tính ghi trong phụ lục K.

a- Dùng ba băng theo chiều dài có thoả mãn điều kiện rọi đều không?

b- Ta sử dụng mỗi bộ đèn có hai ống màu trắng công nghiệp (4300 K, Ra=65) mỗi bóng 8900 lm. Cần phải bố trí bao nhiêu bộ đèn và chiều dài của mỗi băng sáng là bao nhiêu ?

Chiều dài tổng cộng của mỗi đèn là 2,5 m.

c- Để kiểm tra độ rọi ta phân tích mỗi băng liên tục thành một chuỗi bộ đèn nguồn sáng điểm giả tưởng. Trên mỗi băng có bao nhiêu điểm và quang thông của mỗi nguồn sáng điểm là bao nhiêu ?

Cho các giá trị k_m và k_p của cách bố trí giả tưởng này.

d- Giá trị các độ rọi E_3 và E_4 sau một năm làm việc là bao nhiêu ?

Giải pháp đề nghị :

*** Giải pháp dùng bóng huỳnh quang**

a- Giá trị h bằng $7,85 - 0,85 = 7$ m

$$\text{Chỉ số địa điểm} \quad K = \frac{a.b}{h(a+b)} = 2,8$$

Đối với địa điểm công nghiệp có độ cao việc chiếu sáng cần theo kiểu chiếu sáng trực tiếp tăng cường. Các vách tường đối tối, ít đóng góp độ rọi vào mặt hữu ích.

Tuy nhiên cần tránh cách chiếu sáng tăng cường làm cho các tường quá tối.

b- Bộ đèn cấp C, D hoặc E có thể thích hợp, do vậy trước khi chọn thiết bị chiếu sáng, để kiểm tra các điều kiện đồng đều, có thể chấp nhận tỷ số n/h cực đại vào khoảng 1,2 (xem § 7.5) với $n \leq 8,4$ m

Từ đó suy ra, theo chiều dài : 8 đèn $n = 8,4$ m $q = 3,1$ m

và theo chiều rộng : 4 đèn $m = 7,8$ m $p = 2,3$ m

tức là có ít nhất $4 \times 8 = 32$ nguồn sáng.

Quang thông tổng trên mặt hữu ích lúc đầu phải có giá trị E.S.đ = 300.65.28.1,4 bằng 764400 lm, tức là 2400 lm mỗi nguồn sáng, không tính đến hiệu suất (thường thường cỡ 0,75) cũng không tính đến hệ số sử dụng (ở đây vào khoảng 0,85 như đã chỉ ra ở chương 10). Điều đó dẫn đến quang thông của đèn vào khoảng 3700 lm, do vậy chọn các loại đèn 700 W - 40000 lm.

Đáng tiếc loại đèn này chỉ làm việc ở vị trí nằm ngang trong các chụp đèn chiếu sáng công cộng, do đó chọn đèn có công suất nhỏ hơn : 400 W - 23000 lm. Do vậy ta có thể chọn các bộ đèn có bóng 400 W.

c/ Đối với hai thiết bị đã chọn, các nhà chế tạo đưa ra các giá trị F''_i

$$\text{PRE 510 (phụ lục I)} \quad \eta = \frac{528 + 200 + 25 + 3}{1000} = 0,756$$

Các quang thông tương đối riêng phần tích lũy là :

$$F''_1 = 698$$

$$F''_1 + F''_2 = 963$$

$$F''_1 + F''_2 + F''_3 = 996$$

Cấp C

$$\text{PRSI 550 (phụ lục J)} \quad \eta = \frac{350 + 260 + 127 + 20}{1000} = 0,757$$

Các quang thông tương đối tích lũy là :

$$F''_1 = 462$$

$$F''_1 + F''_2 = 806$$

$$F''_1 + F''_2 + F''_3 = 974$$

Cấp E

d/ Đối với kiểu PRSI 550 hệ số sử dụng do nhà chế tạo cho khi tính sơ bộ giữa 0,596 ($K = 2,5$) và 0,624 ($k = 3$).

$$u = 0,596 + \frac{3}{5}(0,624 - 0,596) = 0,613$$

Quang thông tổng của các đèn

$$\Phi = \frac{764\,400}{0,613} = 1247000\text{lm}$$

Do đó đối với đèn 23000 lm cần có 55 đèn, nghĩa là có 5 hàng, mỗi hàng 11 đèn.

Theo chiều dài $a = 65\text{ m}$, $n = 6\text{ m}$, $q = 2,5\text{ m}$

Theo chiều rộng $b = 28\text{ m}$, $m = 6\text{ m}$, $p = 2\text{ m}$

$$k_m = \frac{2mn}{h(m+n)} = 0,857; \quad k_p = \frac{ap+bq}{h(a+b)} = 0,307 = 0,357 k_m$$

c/ Giá trị quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F''_u được lấy theo các bảng quy chuẩn UTE, theo nội suy trình bày ở chương 10.1

$K = 2,5$

$$k_m = 0,5 \quad k_p = 0,179 \quad F''_u = 649 + \frac{0,179}{0,250} (710 - 649) = 693$$

$$k_m = 1 \quad k_p = 0,358 \quad F''_u = 590 + \frac{0,358}{0,5} (722 - 590) = 684$$

Với

$$k_m = 0,857 \quad k_p = 0,307 \quad F''_u = 693 - \frac{0,357}{0,5} (693 - 684) = 687$$

$K = 3$

$$k_m = 0,5 \quad k_p = 0,179 \quad F''_u = 696 + \frac{0,179}{0,250} (753 - 696) = 737$$

$$k_m = 1 \quad k_p = 0,358 \quad F''_u = 641 + \frac{0,358}{0,5} (764 - 641) = 729$$

$$k_m = 0,857 \quad k_p = 0,307 \quad F''_u = 737 - \frac{0,357}{0,5} (737 - 729) = 731$$

$K = 2,8$

$$k_m = 0,857 \quad k_p = 0,307 \quad F''_u = 687 + \frac{0,3}{0,5}(731 - 687) = 713$$

Các giá trị của các hệ số R_4 và S_4 cho theo quy chuẩn UTE là :

$$\begin{aligned} K = 2,5 : R_4 = 0,865; S_4 = 156 \\ K = 3 : R_4 = 0,861; S_4 = 161 \end{aligned} \quad \text{Với } K = 2,8 : R_4 = 0,863; S_4 = 159$$

Sau một năm độ rọi trên mặt hữu ích sẽ là :

$$\begin{aligned} E_4 &= \frac{NF}{1000ab\delta} (R_4 F''_u + S_4) = \frac{55 \cdot 23000 \cdot 0,757}{1000 \cdot 65 \cdot 28 \cdot 1,4} (0,863 \cdot 713 + 159) \\ &= 291 \text{ lux} \end{aligned}$$

f/ Độ rọi trên các tường nhận được một cách tương tự sau khi xác định các giá trị $R_3 = -1,465$ và $S_3 = 1518$.

$$E_3 = 0,376 (-1,465 \cdot 713 + 1518) = 178 \text{ lux}$$

Với hệ số phản xạ của mảng nhìn 0,8, nên sử dụng giá trị E_3 giữa 300 và 400 lux. (xem hình 10.4a), với $\rho_{TV} = 0,35$ độ rọi giữa 130 và 175 lux.

Do đó giải pháp chấp nhận được.

g/ Cường độ dòng điện ở đầu mỗi đường dây nguồn của một hàng 11 bộ đèn, kể thêm công suất tính toán 20 W của mỗi chấn lưu là :

$$I = \frac{P}{V \cos \varphi} = \frac{11(400 + 20)}{220 \cdot 0,85} = 27,7 \text{ A.}$$

Mỗi dây một pha có chiều dài $65 - 2,5 = 62,5 \text{ m}$

Để tính toán điện áp rơi ở cuối đường dây, ta có thể quy phụ tải về giữa đường dây, điện trở của hai dây dẫn một pha

$$R = 2 \left[2,2 \cdot 10^{-6} \frac{\frac{6250}{2}}{4 \cdot 10^{-2}} \right] = 0,344 \Omega$$

Coi đường dây là thuần trở điện áp rơi là :

$$\Delta v \approx RI = 0,344 \cdot 24,7 = 8,5 \text{ V}$$

Điện áp rơi lớn hơn 3% so với điện áp rơi cho phép là 6,6 V sẽ làm giảm quang thông, nếu không nói tới nguy cơ đèn không bật sáng được.

Nguồn cung cấp ba pha cho phép làm giảm điện áp rơi như ta sẽ thấy sau này trong mục cung cấp cho chiếu sáng ngoài trời.

Giải pháp tốt nhất là lấy điểm cung cấp ở tâm hình học của gian nhà, điều đó làm giảm điện trở đi một nửa. Dòng điện xuất phát từ mạng giảm đi một nửa.

Điện áp rơi lớn nhất sẽ giảm đi bốn lần do đó cho phép sử dụng dây dẫn có tiết diện bé hơn sẽ tiết kiệm hơn.

Giải pháp dùng băng sáng.

a/ Để có độ rơi đồng đều 1/1 nhà chế tạo yêu cầu khoảng cách m/h $\leq 1,35$ tức là $m \leq 9,45 \text{ m}$.

Do vậy chỉ cần ba băng theo chiều dài khác nhau 9,4 m, cách tường 4,6 m.

b/ Đối với thiết bị chiếu sáng cấp E và hiệu suất 0,73, hệ số có ích cho theo các bảng là gần 0,8.

Trong lần chọn đầu tiên, quang thông tổng của các đèn cần là :

$$\Phi_{t,l} = \frac{E S \delta}{\eta U} = 1\,309\,000 \text{ lm cần } 147 \text{ đèn ống.}$$

Số đèn ống phải là bội số của $(2 \times 3) = 6$, sẽ phải chọn ba băng 24 bộ đèn (144 ống) hoặc 3 lần 25 bộ đèn (150 ống).

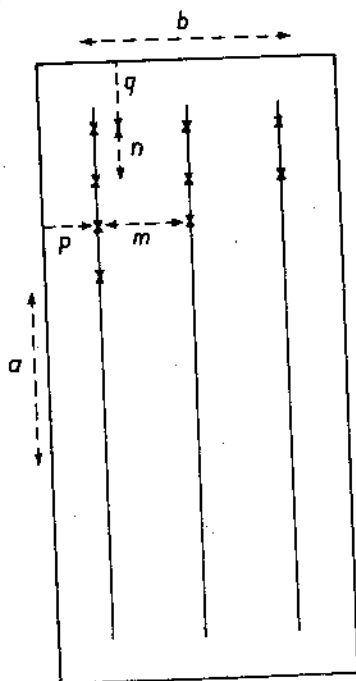
Vì khi không có lưới che đã "thoà mãn" đường cong bức xạ dọc, nên thử giải pháp đầu tiên vì nó kinh tế hơn một chút.

Do vậy tổng chiều dài của một băng là $24 \cdot 25 = 60 \text{ m}$

Nếu giải pháp này chưa đủ thì có khả năng tăng thêm 3 bộ đèn, nghĩa là tăng thêm $6/144 = 4\%$.

c/ Việc bố trí đèn không theo mắt lưới nữa, do vậy dẫn đến bố trí mắt lưới giả tưởng tương đương bằng cách phân tích mỗi băng thành một dãy các điểm sáng giả tưởng cách nhau $9,4/2 = 4,7 \text{ m}$ (hình 11.4).

Do đó có $60/4,7 = 12,7$ khoảng và có thể coi như có 13 nguồn điểm trên mỗi băng. Mỗi nguồn giả tưởng phát ra một quang thông $(48.8900)/13 = 32862 \text{ lm}$



Hình 11.4

Ta suy ra :

$$a = 65 \text{ m}; n = 4,7 \text{ m}; q = 4,5 \text{ m}$$

$$b = 28 \text{ m}; m = 9,4 \text{ m}; p = 4,6 \text{ m}$$

Tức là các giá trị

$$k_m = \frac{2.9.9.4.7}{7(9.4+4.7)} = 0,895$$

$$k_p = \frac{65.4.6+4.3}{7(65+28)} = 0,644 = 0,72 k_m$$

Theo các bảng của UTE giá trị F''_u là :

$$\text{với } K = 2,5 \quad F''_u = 757$$

$$\text{với } K = 3 \quad F''_u = 796$$

$$\text{với } K = 2,8 \quad F''_u = 780$$

Các giá trị của R_3 , R_4 , S_3 và S_4 vẫn được xác định như trong giải pháp ở trên

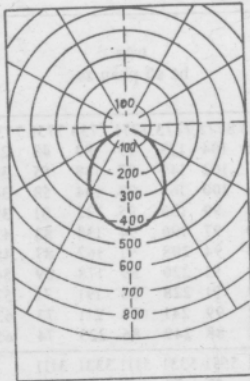
$$E_4 = \frac{13.3.32862.0,73}{1000.65.28.1,4} (0,863 \cdot 780 + 159) = 305 \text{ lux}$$

$$E_3 = 0,3672 (-1,465 \cdot 780 + 1518) = 138 \text{ lux}$$

Giải pháp này tiêu thụ điện ít hơn nhưng bố trí hơi tốn kém hơn, tuy nhiên vẫn tốt hơn do sự tiến bộ không ngừng trong lĩnh vực các đèn ống huỳnh quang.

Phụ lục I

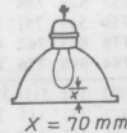
**Chỉ số quang học
bộ phản xạ PRE 510
sáng có
đèn MBF 400W**



Khoảng cách

với độ đồng đều 1/1 khoảng
cách $\leq 1,1$ h hữu ích

với độ đồng đều 1/2 khoảng
cách $\leq 1,1$ h hữu ích



Phân bố

F1	F2	F3	F4	F5
528	200	25	3	0

Các giả thiết tính toán

chỉ số lưới $k_m = 1$

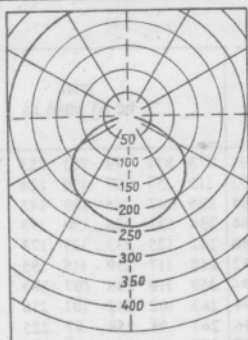
Hệ số sử dụng tỷ số treo $j = 0$

Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ							tường hệ số phản xạ							trần hệ số phản xạ						
	873	871	773	771	753	751	731	873	871	773	771	753	751	731	873	871	773	771	753	751	731
0,6	548	506	535	496	445	428	379	329	270	317	363	243	215	171	213	154	207	150	124	88	48
0,8	643	535	523	577	545	514	471	346	267	333	259	265	215	180	225	143	218	139	143	87	51
1	707	635	689	526	612	572	532	355	261	342	255	280	215	186	234	133	226	130	158	87	54
1,25	780	675	740	566	570	520	584	365	255	349	249	293	215	190	242	125	233	121	173	85	57
1,5	798	702	776	592	711	652	520	370	250	353	243	304	215	192	248	117	239	115	185	84	59
2	943	733	818	724	763	692	564	377	243	358	235	316	212	194	259	110	248	107	203	83	63
2,5	874	754	847	745	800	719	696	380	236	361	229	325	210	194	263	102	252	101	216	83	65
3	894	755	866	757	825	724	716	382	230	363	224	332	209	196	267	98	258	97	225	82	68
4	919	791	887	771	856	754	740	386	225	367	220	341	209	197	274	94	264	93	238	81	70
5	932	788	900	779	873	755	751	397	229	375	224	354	214	205	278	93	268	91	246	81	72
	711	551	531	511	331	331		711	551	531	511	331	311		711	551	531	511	331	311	
0,6	347	419	376	345	373	344		145	206	159	144	165	144		20	85	47	20	47	20	
0,8	440	506	468	438	438	436		156	208	177	155	173	153		25	85	51	25	51	25	
1	503	562	526	500	500	497		164	207	181	162	178	159		30	84	53	31	53	30	
1,25	558	608	577	552	552	549		169	208	185	167	181	165		36	82	56	36	55	35	
1,5	594	640	612	590	590	586		173	207	187	170	182	168		41	82	58	40	57	40	
2	542	678	655	536	536	628		178	208	188	174	183	171		47	82	62	47	61	46	
2,5	677	705	585	570	570	662		181	203	190	177	182	172		52	80	65	52	63	51	
3	698	720	705	690	690	561		183	200	182	178	182	173		56	79	66	55	65	55	
4	725	740	727	315	315	705		187	200	190	181	183	175		62	79	59	60	67	60	
5	739	749	739	729	729	718		196	206	197	190	190	183		64	87	70	63	69	63	

Hệ số sử dụng tỉ số treo $j = 1/3$

Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ							tường hệ số phản xạ							trần hệ số phản xạ						
0,6	8773	8771	7773	7771	7753	7751	7731	8773	8771	7773	7771	7753	7751	7731	8773	8771	7773	7771	7753	7751	7731
0,8	523	483	510	480	425	413	372	299	258	296	249	227	203	165	135	104	128	99	88	48	23
1	505	561	536	556	517	495	457	318	252	210	247	246	203	174	157	102	149	97	88	55	30
1,25	674	518	563	611	587	559	523	329	248	320	245	251	205	178	173	100	165	98	104	58	34
1,5	728	660	714	653	649	607	574	340	244	329	242	274	206	183	188	99	180	95	122	81	39
2	766	690	751	883	585	641	511	347	241	336	237	283	206	187	200	97	190	94	138	83	43
2,5	816	721	798	715	737	582	555	356	235	345	231	297	206	188	218	94	208	91	162	87	49
3	850	745	828	738	775	710	687	362	230	348	224	307	205	189	230	91	220	89	178	89	54
4	372	759	549	751	801	726	707	367	225	351	221	314	204	190	239	91	228	88	191	71	57
5	900	778	873	767	835	748	732	374	222	356	217	327	205	193	252	99	241	88	211	73	63
	917	784	898	776	855	759	745	255	227	355	222	340	209	200	261	88	249	86	223	74	65

0,6	7111	5551	531	5111	3331	3111	7111	5551	5331	5111	3331	3111	7111	5551	5331	5111	3331	3111
0,8	344	411	371	344	372	343	143	194	184	143	154	142	8	45	22	9	21	8
1	429	483	455	428	454	427	152	200	170	152	172	149	13	51	27	13	27	12
1,25	457	554	520	495	518	494	155	203	177	158	175	158	17	54	32	17	31	15
1,5	549	601	751	547	567	545	154	203	181	153	178	162	24	58	37	22	35	21
2	587	633	506	584	902	581	159	203	183	157	180	165	28	80	41	25	39	25
2,5	434	672	548	530	543	527	173	201	184	171	181	159	35	83	47	34	48	33
3	568	599	680	583	573	558	175	200	184	174	180	170	41	55	51	39	48	36
4	580	215	698	683	713	578	178	196	185	182	180	171	48	58	55	44	54	42
5	718	735	721	710	713	702	183	196	187	177	181	173	52	59	59	51	57	49
	733	745	733	724	724	714	191	203	192	185	188	181	57	72	63	55	61	53



Phụ lục J

Chỉ số quang học bộ phản xạ PKSI 550 bằng tôn có đèn MBF 400W

Khoảng cách

với độ đồng đều v_1 khoảng cách $\leq 1,1$ h hữu ích

với độ đồng đều $1/2$ khoảng cách $\leq 1,1$ h hữu ích

Phân bố

F1	F2	F3	F4	F5
350	260	127	20	0

Các giả thiết tính toán

chỉ số lồi $k_m = 1$



$X = 30 \text{ mm}$

Hệ số sử dụng tỉ số treo $j = 0$

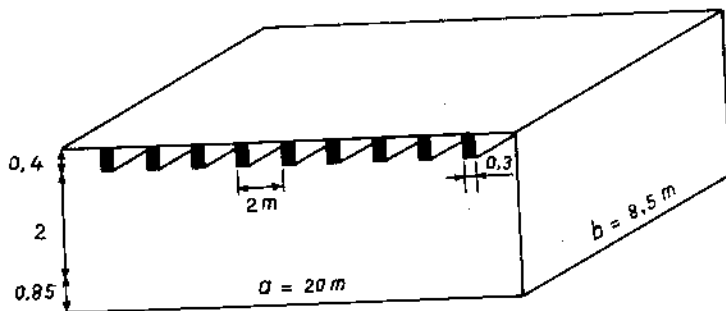
Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ	tường hệ số phản xạ	trần hệ số phản xạ
0,6	873 871 773 771 753 751 731	873 871 773 771 753 751 731	873 871 773 771 753 751 731
0,8	873 425 447 415 338 326 265	395 345 383 337 293 273 219	242 192 234 187 135 107 56
1	462 504 538 482 431 407 347	436 367 421 357 334 295 249	257 185 249 182 154 110 61
1,25	554 555 557 543 495 463 405	466 384 451 375 369 316 273	268 180 259 176 170 112 64
1,5	518 501 453 588 498 515 459	495 398 478 384 402 337 297	275 173 255 158 184 111 67
2	576 638 700 625 611 581 509	509 403 490 390 421 344 308	280 181 259 158 198 108 69
2,5	726 683 759 671 683 817 572	531 406 512 397 451 380 328	286 147 275 144 212 105 71
3	785 713 798 701 731 857 617	542 405 520 399 489 384 337	288 137 277 135 224 103 73
4	838 732 825 721 785 881 547	551 404 530 398 484 370 346	291 129 280 127 232 99 75
5	854 759 859 747 812 716 589	558 402 537 395 489 374 354	293 118 182 117 245 95 76
	892 771 877 759 837 733 709	581 400 557 391 514 391 374	295 114 285 113 252 94 77
0,6	711 551 531 511 331 331	711 551 531 511 331 311	711 551 531 511 331 311
0,8	223 315 260 222 257 220	186 258 216 186 213 185	20 104 55 20 55 20
1	304 396 342 301 337 300	216 285 245 214 240 212	25 107 60 25 60 25
1,25	360 450 397 358 393 356	241 307 268 239 264 234	28 108 63 29 82 28
1,5	416 501 453 413 444 410	265 327 291 265 286 260	34 107 66 34 65 33
2	468 545 499 463 492 459	278 334 301 275 296 273	39 105 67 38 67 37
2,5	535 601 562 530 552 522	301 350 321 298 315 294	45 102 71 45 70 44
3	584 640 606 577 596 571	313 354 331 309 323 304	50 99 72 50 71 48
4	617 664 636 609 624 601	324 360 338 320 331 313	54 97 74 53 72 52
5	664 699 676 634 663 644	326 363 345 330 338 324	60 93 75 59 73 58
	687 716 696 676 682 667	358 367 367 352 358 346	63 89 76 61 75 61

Hệ số sử dụng tỉ số treo $j = 1/3$

Chỉ số địa điểm	Mặt hữu ích hệ số phản xạ	tường hệ số phản xạ	trần hệ số phản xạ
0,6	8773 8771 7773 7771 7753 7751 7731	8773 8771 7773 7771 7753 7751 7731	8773 8771 7773 7771 7753 7751 7731
0,8	433 397 419 393 320 309 256	362 322 357 318 275 253 212	153 123 146 117 74 59 27
1	513 476 503 469 404 387 334	405 349 398 344 317 283 242	179 133 170 127 94 69 75
1,25	580 352 568 524 469 446 394	436 366 426 361 348 303 265	199 137 189 130 112 75 41
1,5	640 580 624 571 533 499 448	467 384 456 378 380 325 289	215 137 205 131 130 81 46
2	690 621 672 611 583 546 499	482 387 469 384 400 334 304	226 133 216 128 146 82 50
2,5	756 669 734 660 654 605 562	509 393 494 390 432 351 321	242 127 231 123 168 85 56
3	801 703 777 692 706 645 607	522 397 506 390 449 357 330	252 122 242 118 185 85 60
4	831 723 806 313 741 672 638	534 399 518 390 466 364 340	260 118 249 114 197 86 63
5	872 752 844 742 791 709 680	545 397 526 391 485 369 348	269 110 258 108 216 85 67
	895 765 865 755 818 726 702	569 393 548 408 512 378 370	277 108 265 106 229 86 70
0,6	7111 5551 5331 5111 3331 3111	7111 5551 5331 5111 3331 3111	7111 5551 5331 5111 3331 3111
0,8	220 306 255 220 255 219	184 250 211 184 210 183	8 55 26 9 25 8
1	295 384 332 295 331 295	213 279 241 213 240 212	13 64 32 13 31 12
1,25	356 440 391 354 387 353	236 300 263 235 261 233	17 70 38 17 37 15
1,5	410 491 444 408 440 407	260 321 286 259 283 258	22 75 44 21 42 20
2	461 536 493 459 488 456	273 328 297 272 294 270	26 77 48 25 46 25
2,5	528 593 555 524 548 521	296 344 317 289 312 291	33 80 54 32 52 31
3	576 633 599 571 591 567	308 351 325 304 322 303	40 81 58 37 54 36
4	609 658 628 603 620 597	320 355 334 324 330 313	44 83 61 42 59 41
5	657 694 670 649 660 641	331 360 342 327 343 322	50 82 64 49 62 48
	680 712 690 672 680 663	354 379 363 349 357 344	56 84 68 54 65 52

11.4 Phòng lễ tân hai mức chiếu sáng

Phòng lễ tân của một xí nghiệp có chiều dài $a = 20$ m, rộng $b = 8,5$ m và chiều cao 3,25 m, theo chiều rộng có các dầm bê tông dày 0,3 m cao 0,4 m theo hình 11.5. Người ta bố trí trần giả ở sát các dầm này để bố trí thiết bị chiếu sáng.



Hình 11.5

Bài toán :

Việc bố trí chiếu sáng phải đáp ứng được hai yêu cầu khác nhau :

- Bình thường cho phép chiếu sáng với độ rọi trung bình vào khoảng 150 lux.

- Khi sử dụng như một phòng trưng bày hoặc phòng tiếp đón có độ rọi vào khoảng 500 lux. Hệ số phản xạ của trần $\rho_1 = 0,7$ của mặt hữu ích tương đương là $\rho_4 = 0,1$. Sàn lát thảm màu tối. Hai tường lớn gồm các tấm kính, hai tường kia màu vàng đậm có hệ số phản xạ trung bình bằng 0,7.

Yêu cầu nghiên cứu bố trí ánh sáng theo catalog của Philips.

Giải pháp đề nghị :

Đầu tiên cần phải xác định các đặc tính của địa điểm chiếu sáng :

- Về hình học : $h = 2$ m; $K = \frac{20 \cdot 8,5}{2 \cdot 28,5} = 3$; $j = 0$

- Về quang học : Khi không có rèm trên tường kính hệ số phản xạ của các tường sẽ lấy bằng 0,1 (xem § 8.6.1). Cần phải xác định hệ số

Phụ lục K. Tư liệu Claude

Có số trị	Thiết bị diện	Chỉ dẫn theo yêu cầu của bạn	Mã
R1 174	1 đèn 2,4m 74W	Ký hiệu	55300
R1 274	2 đèn 2,4m 74W	R1 1741 12 22 C	55400
R1 1105	1 đèn 2,4m 105W	R1 2741 12 22 C	55550
R1 2105	2 đèn 2,4m 105W	R1 1105 R 22 C	55650
		R1 2105 R 22 C	36120
		G 140	36271
		G 240	98466

E		
Đặc tính chiếu sáng (theo tiêu chuẩn C71-121)		
Số đèn	Hiệu suất	trực tiếp gián tiếp
1 x 105 W	0,77 E	
2 x 105 W	0,73 E	

D		
Đặc tính chiếu sáng (theo tiêu chuẩn C71-121)		
Số đèn	Hiệu suất	trực tiếp gián tiếp
1 x 105 W	0,58 D	
2 x 105 W	0,54 D	

Khoảng cách

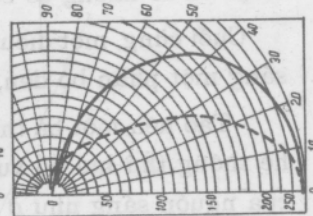
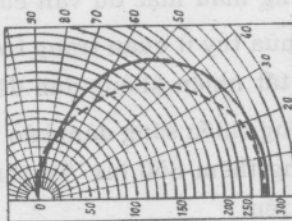
a) độ đồng đều 1/1
đọc ≤ 1,2h hữu ích
ngang ≤ 1,35h hữu ích

b) độ đồng đều 1/2
đọc ≤ 1,2h hữu ích
ngang ≤ 2h hữu ích
đường cong quang học không có lưới che
— mặt ngang
..... mặt dọc

Khoảng cách

a) độ đồng đều 1/1
đọc ≤ 1,2h hữu ích
ngang ≤ 1,35h hữu ích

b) độ đồng đều 1/2
đọc ≤ 1,2h hữu ích
ngang ≤ 2h hữu ích
đường cong quang học không có lưới che
— mặt ngang
..... mặt dọc



phản xạ trung bình của các tường để chọn giá trị chuẩn hoá gần nhất trong các bảng hệ số sử dụng. Do đó ta có :

$$\rho_3 = \frac{20.0,1+8,5.0,7}{20+8,5} = 0,28 \text{ chọn } \rho_3 = 0,3$$

Ta lưu ý rằng dây khung cửa kính luôn tối hơn tường và cần phải khác phục hiện tượng "lỗ đen" này bằng các đèn pha bên ngoài chiếu sáng lối vào nhìn từ phòng như sẽ chỉ dẫn trong chương chiếu sáng sân có mái che. Do vậy nhóm phản xạ là 731.

Tiếp theo cần phải lựa chọn một trong ba giải pháp có thể dưới đây :

- Tạo nên một thiết bị chiếu sáng duy nhất đảm bảo mức 500 lux và bật một phần để tạo nên mức 150 lux.

Giải pháp này kinh tế về mặt thực hiện nhưng có ba nhược điểm.

- Nhiệt độ màu của nguồn phải khác nhau 150 lux (2500 - 3500) và 500 lux (3200 - 5200 K) và không cho phép phối hợp các màu trắng khác nhau trong một bộ đèn, nếu không sẽ làm cho trần sáng không đều (hình 3.2). Và lại không có các đèn ống có nhiệt độ màu giữa 3200 và 3500 K (xem chương 7)

Chấp nhận việc hy sinh nhiệt độ màu một chút (ví dụ chọn 3600 hoặc 4000 K) các đèn ống này sẽ bị già hoá nhanh chóng so với các đèn khác và sẽ không có cùng màu mặc dù vẫn cùng loại đèn.

Cuối cùng, một điều nữa tuy ít quan trọng trong việc chiếu sáng, bật sáng một phần bộ đèn, tất nhiên không dẫn đến bố trí lưới chữ nhật.

- Tạo nên một hệ thống chiếu sáng đảm bảo 150 lux cộng thêm một hệ thống thứ hai bổ xung thêm 350 lux. Ta thấy các vấn đề màu sắc của nguồn sáng như ở trên.

- Tạo nên hai hệ thống chiếu sáng riêng bằng cách đầu tiên nghiên cứu hệ thống tinh tế hơn (500 lux) rồi xen vào giữa không gian trống, các bộ đèn để đảm bảo mức chiếu sáng 150 lux.

Giải pháp thứ ba được chọn ở đây.

11.4.1 Bố trí hệ thống chiếu sáng 500 lux

Mặc dù thời gian sử dụng hàng năm ở mức này thấp, việc sử dụng đèn ống huỳnh quang là hợp lý vì chỉ số màu cao ($Ra \geq 85$) và có nhiệt độ màu mong muốn (khoảng 4000 K).

Do cấu trúc của dầm, cự ly các trần là 2 m. Vì $h = 2$ m, khoảng cách này ký hiệu là n sẽ là 2 m, không có thiết bị chiếu sáng nào, hoặc sự phối hợp giữa chúng, đảm bảo độ rọi đồng đều với tỷ số $n/h = 2$.

Vì không có hướng quan sát ưu tiên nào và các đèn đều nằm trong hộp, ta có thể bố trí các đèn song song với dầm bê tông, điều này làm giảm khoảng trống để bố trí các đèn tạo độ rọi 150 lux hoặc bố trí vuông góc với dầm nhưng khi đó khoảng trống chỉ còn $(2 - 0,3) = 1,7$ m các đèn ống không dài quá 1,5 m (65 W hoặc 58 W).

Theo chiều rộng của phòng có thể bố trí bốn bộ đèn ($m = 2,2$ m, $p = 0,95$ m) hoặc chỉ có 3 bộ ($m = 2,8$ m; $p = 1,45$ m). Giải pháp này kinh tế hơn đòi hỏi thiết bị chiếu sáng cấp E ($e/h \leq 1,5$), và thực tế chỉ có khả năng bố trí 2 bộ đèn để có độ rọi 150 lux, độ đồng đều quá xấu ngay cả dùng cho việc đi lại trong phòng.

Sau khi khảo sát các đường cong cường độ sáng và các biểu đồ Sollner của các bộ đèn khác nhau ta chọn bộ đèn có lưới nhỏ hình vuông chứa 4 ống 0,6 m kiểu 420 GPM cấp C có chỉ dẫn kèm theo (phụ lục L).

Quang thông tổng cần thiết là :

$$\Phi_{\text{tổng của các đèn}} = \frac{500 \cdot 20 \cdot 8,5}{0,43} \Rightarrow 197\,700 \text{ lm}$$

Nghĩa là gần 4 hàng 10 bộ đèn hoặc 160 ống 20 W, sử dụng các đèn ống 1234 lm mỗi ống. Do vậy ta chỉ chọn kiểu TLH 20 có quang thông 1250 lm⁽¹⁾.

(1) Việc sử dụng các đèn ống thế hệ thứ hai TLD cải thiện hiệu suất theo hệ số hiệu chỉnh do nhà chế tạo đưa ra vì nhiệt độ xung quanh bộ đèn thấp (18 W thay cho 20 W) và kích thước ống nhỏ (đường kính 26 mm thay cho 38 mm). Các ống đạt hiệu quả cao hơn (1400 lm), việc sử dụng các ống này đạt được độ rọi cao hơn.

Việc bố trí được đặc trưng bằng :

$$a = 20 \quad b = 8,5$$

$$n = 2 \quad m = 2,2$$

$$q = 1 \quad p = 0,95 \quad k_m = 1,05 \approx 1 \text{ và } k_p = 0,482 \approx 0,5 \quad k_m$$

Việc kiểm tra theo quy chuẩn UTE được tiến hành theo tính toán đã giải thích trong các ví dụ trước với

$$F''_u = 831$$

$$R_4 = 0,840 \quad R_3 = -1,578 \quad R_1 = -0,065$$

$$S_4 = 208 \quad S_3 = 1763 \quad S_1 = 148$$

Khi làm việc với hiệu suất 0,48 :

$$E_1 = \frac{160.1250.0,48}{1000.20.8,5} (-0,065.831 + 148) = 53 \text{ lux}$$

$$E_3 = 0,565 (-1,578 \cdot 831 + 1763) = 255 \text{ lux}$$

$$E_4 = 0,565 (0,840 \cdot 831 + 208) = 512 \text{ lux}$$

Độ rọi của các thành bên được lấy theo các đường cong hình 10.4 a và 10.5 c theo cách nhìn lên tường kính (mong muốn hơn 800 lux) hoặc lên tường nhỏ cần 120 lux.

Cũng cần phải biết hệ số phản xạ của mảng nhìn, thường nhỏ hơn 0,8 sẽ làm giảm độ rọi mong muốn. Sự mất cân bằng này rõ ràng là vốn có của chính địa điểm

Độ tương phản bộ đèn - trần được xác định bằng tỷ số r , ở đây cho rằng :

$$- L_1 = (E_1 \cdot \rho_1) / \pi = (53 \cdot 0,7) / \pi = 11,83 \text{ cd/m}^2$$

- Độ chói của bộ đèn dưới góc dư vì 75° .

Các đường cong độ chói do nhà chế tạo đưa ra đối với bộ đèn 3400 lm, độ chói theo chiều ngang vào khoảng 850 cd/m^2 và độ chói theo chiều dọc khoảng 950 cd/m^2 .

Với $(4.1250) = 5000 \text{ lm}$, độ chói lớn hơn 1,47 lần.

$$\text{Khi quan sát theo chiều dọc } r = \frac{1,47 \cdot 950}{11,83} = 118$$

Khi quan sát theo chiều ngang : $r = 105$

Các giá trị này là quá lớn ngay cả đối với các công việc không thường xuyên (lao động mức 1), giá trị giới hạn vào khoảng 50 (xem § 10.2.3).

Để tôn trọng điều kiện này cần phải sử dụng các đèn yếu hơn. Kiểu 34 (TL 20) 850 lm, bố trí 60 bộ đèn. Tỷ số r sẽ giảm nhỏ hơn 1,47 và vẫn không thoả mãn.

Tất nhiên các khả năng của các kỹ thuật viên chiếu sáng bị giới hạn do điều kiện tài chính bởi vì việc tăng số bộ đèn dẫn tới các giải pháp tốn kém làm trần sáng.

Do vậy có thể kinh tế hơn nếu trải sàn màu sáng hơn, điều đó sẽ tăng độ rọi của trần (có thể tăng gấp đôi nếu ρ_4 đến 0,3) hoặc có rido ở cửa kính để cải thiện giá trị ρ_3 .

Ta có thể kiểm tra đối với nhóm phản xạ 753 một giải pháp 30 bộ đèn và đèn ống TLD 18 W sẽ thoả mãn theo quan điểm này.

11.4.2 Chiếu sáng lối đi.

Nhiệt độ màu của nguồn không được vượt quá 3000 K và việc sử dụng các đèn ống yêu cầu thời gian làm việc lâu dài hàng năm.

Vì độ rọi cần đạt được tương đối thấp, để đảm bảo độ rọi đồng đều chấp nhận được, các đèn ống thế hệ thứ hai bị loại trừ vì nó dẫn đến làm giảm số đèn.

Sau khi tham khảo các catalô của các nhà chế tạo khác nhau, ta định hướng về loại bộ đèn của hãng Claude Domino 420, dạng hình vuông chứa 4 ống 20 W (xem phụ lục M).

Hiệu suất trực tiếp của bộ đèn này là 0,56 và hiệu suất gián tiếp là 0,07.

Đối với quang thông bán cầu dưới, sự phân bố không gian thuộc cấp G có hệ số có ích "trực tiếp" theo các bảng chương 9 là 0,8. Hệ số có ích "gián tiếp" cũng cho bằng 0,57.

Do đó hệ số sử dụng là :

Phụ lục L Tư liệu Philips

Tài liệu kỹ thuật

EFA/EFNA 420 GPM 4 x TL20

Cấp và diện tích

Phản ứng với lửa M4

Cấp quang học

Theo NF S 40-001:

$$F_1 = 283 \quad F_2 = 130 \quad F_3 = 53 \quad F_4 = 14 \quad F_5 = 0$$

Theo UTE C 71-121: 0,48C

Theo CIE:

$$N_1 = 59, N_2 = 86, N_3 = 97, N_4 = 100, N_5 = 48$$

Hệ số điều chỉnh

4 x TLD 18:1,08

Bố trí

$$S_{\max}/h_u = 1,25$$

KIỂM TRA LOÁ MẮT TRỰC TIẾP

(Đường cong Sollner)

- Ngưỡng độ rọi trung bình

4 x TL 20 (3400 lm)

2000 lux

$$a/h < 2,4 \quad E_4 \leq 1500 \text{ lux}$$

4 x TLD 18 (5600 lm)

$$a/h < 3,0 \quad E_4 \leq 1000 \text{ lux}$$

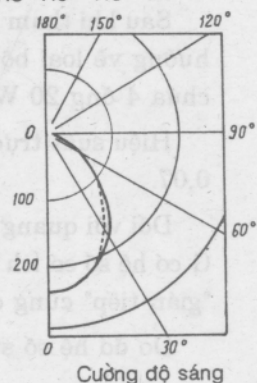
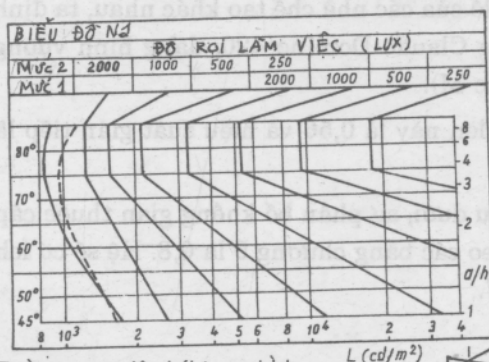
$$a/h < 3,0 \quad E_4 \leq 700 \text{ lux}$$

- Độ chói trung bình 4 x TL20 (1000 lm)

Mặt	C	45"	55"	65"	75"	85"
B	0°	501	360	289	242	252
A	90°	470	366	304	278	359

Hệ số sử dụng 4 x TL 20

K	751	731	711	551	531	511	531	311	753	733	713	533	533	000
0.60	.25	.22	.20	.24	.22	.20	.21	.20	.26	.22	.20	.25	.22	.19
0.80	.29	.26	.24	.29	.26	.24	.25	.24	.31	.27	.24	.30	.27	.23
1.00	.33	.30	.27	.32	.29	.27	.29	.27	.35	.31	.28	.34	.30	.26
1.25	.36	.33	.31	.35	.32	.30	.32	.30	.39	.35	.32	.37	.34	.29
1.50	.38	.35	.33	.37	.35	.33	.34	.33	.41	.38	.35	.39	.36	.32
2.00	.41	.39	.37	.40	.38	.37	.38	.36	.45	.42	.40	.43	.41	.35
2.50	.43	.41	.40	.42	.41	.39	.40	.39	.48	.45	.43	.46	.43	.38
3.00	.44	.43	.41	.44	.42	.41	.41	.40	.50	.47	.45	.47	.45	.39
4.00	.46	.45	.44	.45	.44	.43	.43	.42	.52	.50	.48	.49	.48	.41



$$u = \eta_d U_d + \eta_l U_l = (0,56 \cdot 0,8) + (0,07 \cdot 0,57) = 0,488.$$

Quang thông tổng do các đèn cần phải phát ra là :

$$\Phi_{t,l} = \frac{150 \cdot 20 \cdot 8,5}{0,488} = 52 \ 250 \text{ lm}$$

Chỉ bố trí các đèn ống 2700 K - 700 lm hoặc 3000 K - 850 lm (xem chương 6) mỗi bộ đèn đặt 4 ống sẽ cần bố trí 18 (hoặc 19) bộ đèn trong trường hợp đầu tiên và 15 (hay 16) bộ đèn trong trường hợp thứ hai

Vì cần ít nhất hai bộ đèn một hàng theo chiều rộng ta sẽ sử dụng các đèn ống confort 27 - 700 lm trong 18 bộ đèn dưới các dầm.

Việc bố trí theo mắt lưới hình chữ nhật được đặc trưng bằng :

$$n = 2 \text{ m} \quad q = 2 \text{ m}$$

$$m = 4,4 \text{ m} \quad p = 2,05 \text{ m}$$

tức là $k_m = 1,375$ và $k_p = 1,02 \approx 0,75 k_m$

Ở đây việc kiểm tra theo quy chuẩn UTE được tiến hành theo hai giai đoạn :

Tính toán độ rọi do bộ đèn giả tưởng trực tiếp cấp G và tính toán độ rọi do bộ đèn giả tưởng gián tiếp cấp T.

- Độ rọi trực tiếp :

$$F''_u = 734 + \frac{0,375}{0,500} (760 - 734) = 754$$

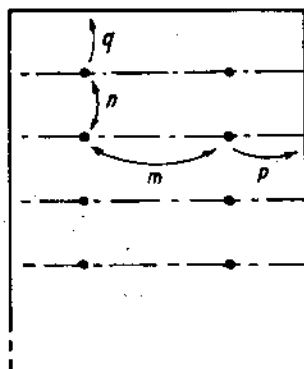
$R_4 = 0,840 S_4 = 208$ do đó độ rọi trực tiếp :

$$\begin{aligned} E_{4d} &= \frac{72 \cdot 700 \cdot 0,56}{1000 \cdot 20 \cdot 8,5} (0,84 \cdot 754 + 208) \\ &= 140 \text{ lux} \end{aligned}$$

- Độ rọi gián tiếp

$$F''_u = 0 \quad R_4 = 0,840 S_4 = 576 \text{ do đó}$$

$$E_{4i} = \frac{72 \cdot 700 \cdot 0,07}{1000 \cdot 20 \cdot 8,5} (576) = 12 \text{ lux}$$



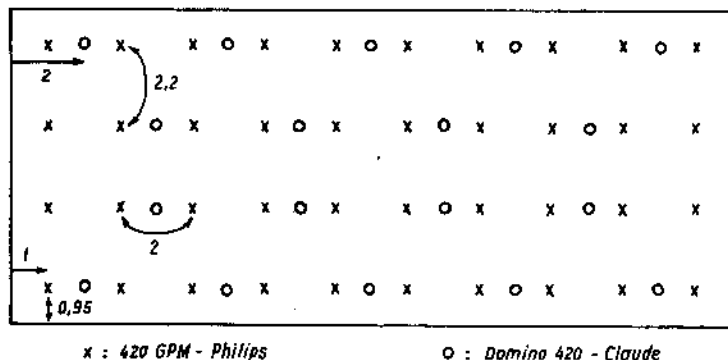
Hình 11.6

Từ đó suy ra độ rọi

$$E_4 = E_{4d} + E_{4i} = 140 + 12 = 152 \text{ lux}$$

Cuối cùng để cải thiện sự đồng đều của độ rọi lối đi nên bố trí các bộ đèn dẫn cách hoặc gần nhau.

Ví dụ như giải pháp thực hiện trên màn hình 11.7. Mức chiếu sáng sẽ không thay đổi mấy và sự bố trí sẽ mỹ quan hơn.



Hình 11.7.

11.5 Xưởng họa mức chiếu sáng rất cao

Một xí nghiệp dệt quyết định đặt xưởng họa trong một địa điểm 15 x 5,7 m cao 3,35 m. Trần và cổ trần có hệ số phản xạ $\rho_1 = \rho_2 = 0,7$. Tính đến cửa kính giá trị trung bình của ρ_3 là 0,5.

Sàn trải tấm nhựa màu sáng, các bàn vẽ bằng gỗ cho phép ước lượng $\rho_4 = 0,3$. Vì công việc đòi hỏi tinh tế, tầm quan trọng của việc đánh giá màu sắc và điều kiện làm việc của các thợ vẽ, ta mong muốn giải pháp chiếu sáng tiện nghi nhất có thể được.

Các bộ đèn sẽ được lau hai lần trong một năm để hệ số suy giảm không vượt quá 1,2.

• Thiết kế sơ bộ

Đối với hoạt động kiểu này A.F.E (Hội chiếu sáng Pháp) đề nghị độ rọi trung bình 1000 lux, cần phải được thực hiện từ các nguồn sáng có nhiệt độ màu rất cao (xem hình 3.2) và chỉ số Ra cao.

Phụ lục M. Tư liệu Claude

Có bố trí	Thiết bị điện	Chỉ dẫn theo yêu cầu của bạn	Mã
		Ký hiệu	
DOMINO 120	1 đèn 0,6m 20W	120/220 VNC(1)	54430 31119
DOMINO 140	1 đèn 1,20m 40W	220 V NC(1)	54522 32068
DOMINO 220	2 đèn 0,6m 20W	220 V C	54440 31219
DOMINO 240	2 đèn 1,20m 40W	220 V C	54542 32268
DOMINO 265	2 đèn 1,50m 65W	220 V C	34613 33098
DOMINO 420	4 đèn 0,6m 20W	220 V C	54479 31483
Khả năng bù ở 220V			11346

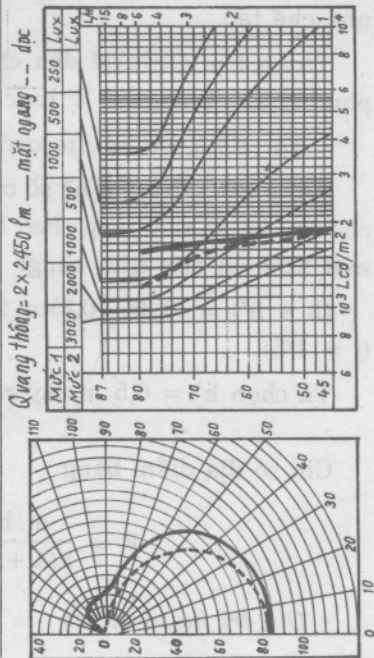
Đặc tính chiếu sáng (theo tiêu chuẩn C71 121)	
Số đèn	Hiệu suất trực tiếp gián tiếp
1 x 40 W	0,45 G + 0,06 T
1 x 65 W	0,45 G + 0,08 T
2 x 40 W	0,42 G + 0,07 T
2 x 65 W	0,37 G + 0,06 T
4 x 20 W	0,56 G + 0,07 T

KHOẢNG CÁCH

a) độ đồng đều 1/1
đọc ≤ 1,2h hữu ích
ngang ≤ 1,35h hữu ích

b) độ đồng đều 1/2
đọc ≤ 1,2h hữu ích
ngang ≤ 2h hữu ích

ĐƯỜNG CONG TRẮC
QUANG VÀ BIỂU ĐỒ
SOLLNER



Do vậy có khả năng lựa chọn các đèn ống ánh sáng ban ngày 85 6500K- Ra = 92, được trình bày ở chương 6.

Để chọn kiểu chiếu sáng, cần nhắc lại rằng chiếu sáng trực tiếp hoặc bán trực tiếp có thể đảm bảo độ rọi E_4 một cách kinh tế, ít chiếu sáng lên tường và rất ít chiếu sáng lên trần. Chỉ có các kiểu đèn có độ chói rất thấp mới có độ tương phản đúng mức

Mặt khác như hình 10.4-b cho thấy độ rọi trên mặt hữu ích là 1000 lux và hệ số phản xạ của mảng nhìn $\rho_{TV} = 0,8$ (là trường hợp này) độ rọi của tường phải vào khoảng 700 lux. Do vậy phải ưu tiên chọn dụng cụ chiếu sáng hỗn hợp cho phép sử dụng trần để phản chiếu ánh sáng đảm bảo chiếu sáng khuếch tán cao, hạn chế nguy cơ sập bóng ở các mức này.

Cuối cùng để cải thiện một chút hiệu suất thiết bị cần có chiều cao treo đèn h' để tăng cường sự đóng góp của chiếu sáng trực tiếp.

Các bộ đèn chuyên dụng này thường rất ít gặp trong catalog của các nhà chế tạo.

Trong loại OSRAM đèn chùm Studios trực tiếp - gián tiếp có hai phương án 2 ống 36 W hoặc 58 W ký hiệu là DI2L hoặc DI2L58.

• *Xác định chỉ số địa điểm*

Nhận xét các bảng hệ số có ích cho thấy trên diện tích địa điểm đã cho các hệ số này tăng theo K, do vậy tăng theo $1/h$. Khoảng cách từ mặt hữu ích đến trần bằng:

$(h + h') = (3,35 - 0,8) = 2,5$ m, ta không thể lấy h' lớn hơn 0,8 m ($j = 1/3$).

Ta chọn $h' = 0,5$ m suy ra $h = 2$ m và $j = \frac{h'}{h + h'} = 0,2$

Chỉ số địa điểm bằng :

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} = \frac{15 \cdot 7,5}{2(15 + 7,5)} = 2,5$$

• *Giá trị hệ số có ích*

Vì bộ đèn là loại hỗn hợp, hệ số có ích là $u = \eta_d \cdot U_d + \eta_l \cdot U_l$. Với $\eta_d = 0,54$ hoặc $0,53$ và $\eta_l = 0,24$ hoặc $0,16$.

$j = 0$ $U_d = 1,00$

$j = 1/3$ $U_d = 0,97$ với $j = 0,2$; $U_d = 0,89$

Tương tự ta có được hệ số có ích gián tiếp - Cấp T : $U_i = 0,57$

Do vậy u gần bằng $0,61$ (2L 58) hoặc $0,666$ (2L 36)

Phụ lục N. Tư liệu OSRAM

Đèn trần fluo dùng cho trường học miệng loe không đối xứng

Mô tả

Các đặc tính

ĐẶC ĐIỂM

- Lưới hình V màu trắng (xem hình trên). Thiết bị điện cấp 2 có vòng tiếp xúc ở đuôi, không có dây dất và nối bằng vòng nối hai cực có vỏ cách điện và bảo vệ cơ học.

Dùng để chiếu sáng trong nhà trường.

LẮP ĐẶT

Chỗ mở phía sau ở đuôi dùng cho quang thông gián tiếp.

Đặc tính quang học



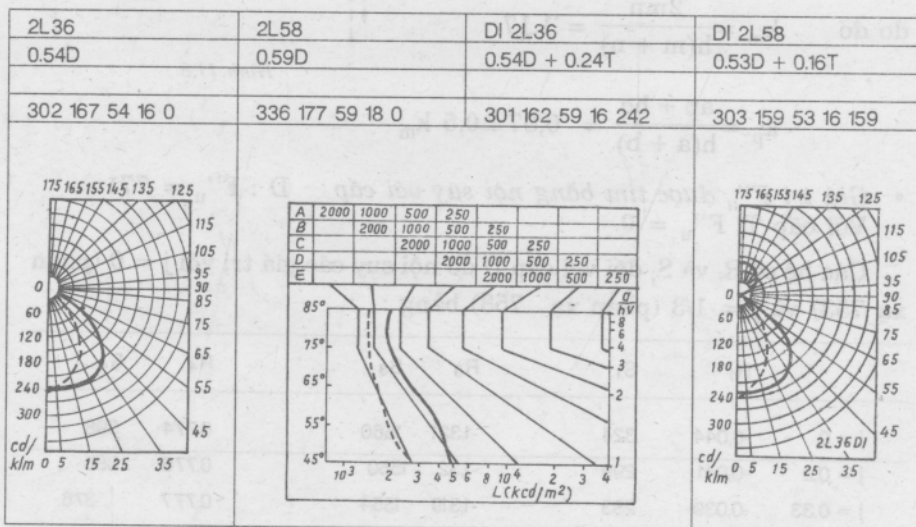
2L36 92W04A
2L58 142W005A



2L36 64kg
2L58 85kg



G13
L36 58W



- Số lượng và chủng loại bộ đèn

Quang thông tổng của bộ đèn

$$\Phi_{t.v} = \frac{E \cdot S \cdot \delta}{u} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 7,5 \cdot 1,2}{0,61 \text{ hoặc } 0,666}$$

nghĩa là 221300 lm (2L 58) hoặc 202700 lm (2L 36)

Do vậy cần có 32 bộ đèn 2L36 có bóng đèn ống 3200 lm hoặc 21 tới 22 bộ đèn 2L58 có đèn ống 5100 lm là giải pháp nên chọn.

- Bố trí

Độ đồng đều được đảm bảo với khoảng cách tối đa 1,5.h bằng 3 m.

3 hàng mỗi hàng 7 đèn là giải pháp chấp nhận được nhưng giải pháp 4 lần 5 hoặc 6 đèn chùm có thể đưa ra theo cấu trúc của trần.

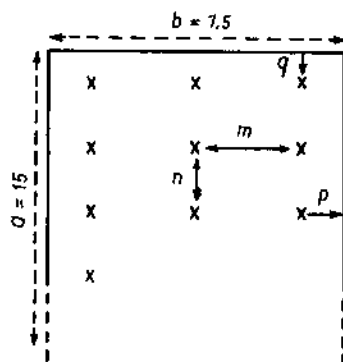
Do đó ta xác định (hình 11.8)

$$a = 15 \text{ m} \quad n = 2,2 \text{ m} \quad q = 0,9 \text{ m}$$

$$b = 7,5 \text{ m} \quad m = 2,5 \text{ m} \quad p = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{do đó} \quad k_m = \frac{2mn}{h(m+n)} = 1,17$$

$$k_p = \frac{ap + bq}{h(a+b)} = 0,57 = 0,5 k_m$$



Hình 11.8

- Giá trị F''_u được tìm bằng nội suy với cấp D : $F''_u = 771$
Với cấp T, $F''_u = 0$.

Các hệ số R_i và S_i đối với cấp D do nội suy các giá trị với $j = 0$ (phần xạ 753) và $j = 1/3$ (phần xạ 753) bằng :

	R_1	S_1	R_3	S_3	R_4	S_4
$j = 0$	-0,044	324	-1,321	1560	0,774	398
$j = 0,2$	-0,041	299	-1,32	1550	0,776	385
$j = 0,33$	-0,039	283	-1,319	1554	0,777	376

Từ đó suy ra

$$\begin{cases} E_{1D} = \frac{21 \cdot 10200 \cdot 0,53}{1000 \cdot 15 \cdot 7,5} = [-0,041 \cdot 771 + 299] = 270 \text{ lux} \\ E_{3D} = 1,01 \cdot [-1,32 \cdot 771 + 1550] = 537 \text{ lux} \\ E_{4D} = 1,01 \cdot [0,776 \cdot 771 + 385] = 992 \text{ lux} \end{cases}$$

Với cấp T ta tìm được cùng kết quả $S_1 = 1114$; $S_3 = 419$; $S_4 = 603$

Từ đó suy ra

$$\begin{cases} E_{1T} = \frac{21 \cdot 10200 \cdot 0,16}{1000 \cdot 15 \cdot 7,5} [S_1] = 340 \text{ lux} \\ E_{3T} = 0,304 \cdot [S_3] = 127 \text{ lux} \\ E_{4T} = 0,304 \cdot [S_4] = 183 \text{ lux} \end{cases}$$

- Sau một năm làm việc $E_i = (E_{iD} + E_{iT})/1,2$

$E_1 = 508 \text{ lux}$, $E_3 = 553 \text{ lux}$, $E_4 = 980 \text{ lux}$ (như dự kiến).

Độ rọi của các vách bên hơi nhỏ một chút nhưng vì $\rho_3 = 0,5$ tính đến của kính độ chói của tường hơi cao hơn vì phản xạ lớn hơn. Ta có thể hiệu chỉnh việc thiếu tiện nghi này bằng các bộ đèn không đối xứng hoặc bằng việc chiếu sáng ngoại vi bổ xung.

• Giá trị hệ số r

$$\text{Độ chói của trần khi làm việc là } L_1 = \frac{\delta \cdot \rho_1 \cdot E_1}{\pi} = 136 \text{ cd/m}^2$$

Bộ đèn này do các nhà chế tạo quy định được nhìn dưới góc dư vĩ 75° . Đối với kiểu 2L36 với 2000 cd/m^2 được đặt ngang.

Đối với bộ đèn 2L58 để biết giá trị thực cần tiến hành 3 hiệu chỉnh :

- Tỷ lệ với tỷ số quang thông đặt : 10200 lm thay cho 6600 lm
- Tỷ lệ theo hiệu suất trực tiếp : 0,53 thay cho 0,54
- Tỷ lệ nghịch với các mặt biểu kiến dưới góc 75° . Cảnh bên mờ và chiều rộng như nhau tỷ số chiều dài 1240/1560.

$$L_{(\text{bộ đèn } 75^\circ)} = \frac{10200 \cdot 0,53 \cdot 1240}{6400 \cdot 0,54 \cdot 1560} = 2000 \cdot 1,24 = 2486 \text{ cd/m}^2$$

$$\text{từ đó suy ra } r = \frac{2486}{136} = 18,3 < 20,$$

Có nguy cơ bị loá mắt.

Các điều kiện tiện nghi được kiểm tra khi đèn làm việc sau một năm sử dụng.

Đường cong ranh giới Söller đối với $E_4 = 1000 \text{ lux}$ và lao động mức 2 thuộc cấp B trên biểu đồ của nhà chế tạo ⁽¹⁾.

Nên dịch chuyển về bên phải đường cong độ chói một số nhân 1,24 để phù hợp với bộ đèn 2L58. Cũng cần chuyển dịch về bên trái $= 1,2$.

Trong trường hợp này các đường cong gần như không đổi và ở bên phải đường ranh giới do vậy không có nguy cơ bị loá mắt.

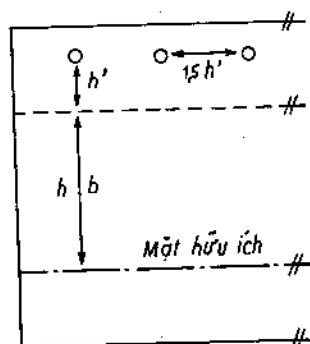
11.6 Những điểm lưu ý về trần sáng

Một trần sáng có thể được coi như sự đặt liền nhau của các hộp đèn có độ chói yếu, đảm bảo chiếu sáng khuếch tán của địa điểm cũng như việc chiếu sáng tự nhiên bằng trần có kính.

Nhằm mục đích này người ta sử dụng các panô trong mờ hay các lưới ánh sáng đều hình chữ nhật đặt trên để nhẹ choán đầy trần, phía trong thường bố trí các hàng đèn ống khác nhau một khoảng h' và khoảng cách cực đại là h' (panô trong mờ) hay $1,5 h'$ (panô lưới) để đảm bảo độ chói của trần đều (hình 11.9).

Tính độc đáo của cách bố trí này dẫn đến các phản xạ khác nhau mà người ta có thể tính toán một cách dễ dàng xuất phát từ các dữ liệu của nhà chế tạo.

Trước một vấn đề như vậy cần phải có tâm hồn sáng tạo.



Hình 11.9

11.6.1

Hiệu suất quang học của việc bố trí thường dao động từ 40 đến 60%

(1) Theo tính chất lao động ta có thể phân thành 5 cấp chất lượng nhìn từ A đến F thay cho 2 mức ở trên.

tùy theo hệ số hấp thụ của các panô⁽¹⁾, hệ số phản xạ của trần và sự hiện diện ít nhiều của cáp, rãnh và các đế kim loại thường dùng ở đó

11.6.2

Hệ số phản xạ ρ_1 của các panô tăng khi đèn tắt, do vậy ρ_1 tương đối nhỏ vì người ta tìm kiếm hệ số truyền lớn. Giá trị ρ_1 cỡ 0,3 là hợp lý.

11.6.3

Sử dụng quy chuẩn U.T.E.

Gần như không thể sử dụng quy chuẩn U.T.E. một mặt nhà chế tạo không chỉ ra cấp hay sự phân bố không gian của quang thông (phụ thuộc vào trần giả), mặt khác vì chỉ số lưới và chỉ số gần mất ý nghĩa của nó do không có các điểm sáng cách biệt nhau nữa.

11.6.4

Các điều kiện tiện nghi đặc biệt là độ chói giới hạn của trần càng bị hạn chế trong trường hợp bố trí mạng lưới : những độ chói càng lớn của các mặt rất rộng làm loá mắt không thể chấp nhận được.

Đầu tiên ta có thể nói rằng dưới góc dư vĩ lớn hơn 45° độ chói giới hạn của trần sáng phải yếu hơn nhiều so với trường hợp các bộ đèn cách biệt, nhưng vì độ chói tăng theo độ rọi trái với điều rút ra từ biểu đồ đầu tiên của Söllner với cách bố trí mạng lưới kinh điển.

Như vậy ở độ rọi 500 lux độ chói của trần sáng phải nhỏ hơn độ chói của thiết bị chiếu sáng cách biệt 30 lần nhưng chỉ giảm 12 lần ở 1000 lux và 8 lần ở 1500 lux là giá trị giới hạn nên dùng.

Giá trị trung bình từ 200 đến 300 cd/m^2 có thể chấp nhận được trong tình huống này⁽²⁾

(1) Đối với các panô dạng lưới góc khuất của các nguồn phải bằng 45° điều đó dẫn đến chiều cao của trần giả là 0,5 m hoặc dẫn tới độ sâu của các lưới làm cho hiệu suất luôn nhỏ hơn giá trị tối ưu.

(2) Ta sẽ tìm thấy mọi chỉ dẫn và lời khuyên có ích của A.F.E (Hội chiếu sáng nước Pháp). ở đó dịch vụ kỹ thuật tiến hành các công trình nghiên cứu trong mọi lĩnh vực kỹ thuật chiếu sáng.

Tóm lại giải pháp trần được chiếu sáng không cần thiết thoả mãn theo quan điểm nhìn tiện nghi và ấn tượng tâm lý của nhiều cách bố trí thường khó chịu, cảm giác này có khuynh hướng bị mờ nhạt khi chiều cao của địa điểm chiếu sáng tăng lên.

Người thiết kế quan tâm sẽ sử dụng càng nhiều bộ đèn chiếu sáng trực tiếp có độ rọi cao nếu cần sẽ dự kiến chiếu sáng bổ sung để tăng độ chói của các vách bên sau khi độ rọi trên mặt hữu ích đạt tới giá trị 1000 lux.

11.7 Tầm quan trọng của các hệ số phản xạ

11.7.1 Bài toán

Một phân xưởng có chiều dài $a = 25$ m và chiều rộng $b = 15$ m, chiều cao sơ bộ 3,2 m có chiếu sáng trên trần ($j = 0$) gồm 5 x 8 bộ đèn cách đều 3,3 m ($n = m = 3,3$).

Bộ đèn cấp E, hiệu suất $\eta = 0,41$, mỗi bộ gồm 2 ống 2100 lm.

Các vách của địa điểm có nhóm phản xạ 531 (trường hợp chung)

1. Bằng cách sử dụng quy chuẩn UTE 71 - 121 xác định giá trị quang thông tương đối trực tiếp trên mặt hữu ích F''_u .

2. Dẫn ra độ rọi trung bình của các vách E_1, E_3, E_4 khi làm việc.

3. Biết rằng độ chói của một bộ đèn nhìn dưới góc $\gamma = 75^\circ$ là 1235 cd/m² tìm giá trị độ tương phản r .

4. Máng nhìn có hệ số phản xạ $\rho_{TV} = 0,4$, độ rọi của các tường là bao nhiêu thì chấp nhận được.

5. Người ta mong muốn biến đổi địa điểm này thành văn phòng ($\rho_{TV} = 0,8$) không thay đổi sự bố trí ánh sáng nhưng chấp nhận sơn lại phòng (thay đổi ρ_1, ρ_3 và ρ_4).

Nhóm phản xạ dự tính là bao nhiêu để độ rọi trên mặt hữu ích ít nhất là 200 lux (thiết bị mới). Tính toán E_1, E_3, E_4 .

6. Bạn nghĩ gì về độ tương phản giữa bộ đèn và trần và độ rọi của các tường ?

7. Để cải thiện giá trị r bằng cách tăng E_4 giải pháp nào trong ba giải pháp được bạn lưu tâm

- a/ Tăng quang thông bằng cách thay đổi các ống.
- b/ Tăng số bộ đèn mà giữ nguyên số ống
- c/ Giảm độ cao h bằng cách treo đèn cách trần.

11.7.2 Giải pháp đề nghị

1. Với $h = 3,2 \cdot 0,85 = 2,35$ dẫn đến $K = \frac{15 \cdot 25}{2,35 \cdot 40} = 4$

Với $a = 25$; $b = 15$; $m = n = 3,3$ tức là $p = 0,9$; $q = 0,95$
dẫn đến $k_m = 1,4$; $k_p = 0,39 = 0,28 k_m$

Giá trị F''_u tra theo quy chuẩn UTE sau khi nội suy

$$k_m = 1,5 \quad k_p = 0,42 \rightarrow F''_u = 665 + 168 \frac{0,42}{0,72} = 759$$

$$k_m = 1 \quad k_p = 0,28 \rightarrow F''_u = 714 + 106 \frac{0,28}{0,5} = 773$$

khí $k_m = 1,4 \quad k_p = 0,39 \rightarrow F''_u = 759 + 14 \frac{0,1}{0,5} = 762$

2. Thành phần $\frac{NF}{1000 ab}$ bằng $\frac{40 \cdot 2 \cdot 2100 \cdot 0,41}{1000 \cdot 25 \cdot 15} = 0,184$

Các hệ số R_i , S_i được đọc trực tiếp dẫn đến :

$$E_1 = 0,184 [-0,064 \cdot 762 + 151] \approx 19 \text{ lux}$$

$$E_3 = 0,184 [-2,078 \cdot 762 + 2142] = 103 \text{ lux}$$

$$E_4 = 0,184 [0,844 \cdot 762 + 194] = 154 \text{ lux}$$

3. Độ chói của trần $L_1 = \frac{\rho_1 E_1}{\pi} = \frac{0,5 \cdot 19}{\pi} = 3 \text{ cd/m}^2$

Do vậy độ tương phản giữa bộ đèn và trần là $r = \frac{1235}{03} = 412$.

Giá trị này của độ tương phản không chấp nhận được vì dẫn đến loá mắt.

4. Với mảng nhìn có hệ số phản xạ $\rho_{TV} = 0,8$ độ rọi mong muốn E_3 phải gồm giữa 140 và 220 lux (hình 10.4-a).

Với mảng nhìn ít sáng hơn hai lần ($\rho_{TV} = 0,4$) độ rọi của các vách phải gồm giữa 70 và 110 lux, do vậy giá trị tìm được có thể chấp nhận được.

5. Để tăng E_4 rõ ràng cần phải chiếu sáng các vách. Tốt nhất là có thể chấp nhận nhóm phản xạ $\rho_1 \rho_3 \rho_4 = 873$.

Chỉ có các giá trị R_i và S_i bị thay đổi và cho bằng :

$$E_1 = 0,184 [-0,203 \cdot 762 + 548] = 72,3 \text{ lux}$$

$$E_3 = 0,184 [-2,252 \cdot 762 + 2561] = 155 \text{ lux}$$

$$E_4 = 0,184 [0,541 \cdot 762 + 723] = 209 \text{ lux}$$

6. Như vậy độ chói của trần là $18,4 \text{ cd/m}^2$ và độ tương phản r giảm xuống 67 giá trị vẫn còn lớn nhưng rõ ràng được cải thiện so với trường hợp trên.

Với giá trị độ rọi mong muốn E_3 gồm giữa 120 và 200 lux, độ rọi của các tường vẫn còn đúng.

7. - Bố trí các đèn ống có công suất lớn hơn để cải thiện E_4 , E_1 và độ chói của bộ đèn theo cùng một tỷ số, vì thế độ tương phản r không thay đổi.

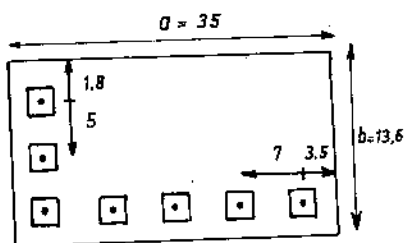
- Tăng số lượng bộ đèn mà vẫn giữ nguyên công suất cải thiện E_4 và E_1 không làm thay đổi độ chói của đèn. Do đó giá trị độ tương phản sẽ giảm đi.

- Việc bố trí các đèn kiểu treo làm tăng E_4 và giảm E_1 do đó giảm L_1 . Độ tương phản r sẽ càng tăng

Theo quan điểm chặt chẽ về tiện nghi, giải pháp thứ hai là tốt hơn.

11.8 Chiếu sáng tự nhiên bằng các khung ánh sáng

Việc chiếu sáng bằng ánh sáng ban ngày bằng cách sử dụng các khung trong mờ trên trần được nghiên cứu một cách tương tự nếu ta tính đến sự bức xạ khuếch tán của khí quyển.



Hình 11.10

Đó là trường hợp bầu trời có mây khi đó độ chói của vòm trời có thể coi như không đổi.

Cho một phân xưởng chiều dài $a = 35$ m, chiều rộng $b = 13,6$ m, và chiều cao 4,75 m. Phân xưởng được chiếu sáng bằng 3 hàng mỗi hàng 5 khung kính 1m^2 bố trí theo hình 11.10.

Các khung sáng này được coi như các nguồn sáng ở tâm.

1. Tính toán chỉ số địa điểm K cũng như chỉ số lưới k_m và chỉ số gần k_p .
2. Một khung sáng được coi như một bộ đèn có độ chói đều và bằng độ chói của bầu trời $L = 3000 \text{ cd/m}^2$.
 . Biểu diễn các cường độ toả tia của khung sáng $I(\gamma)$
 . Chứng minh rằng khung sáng này giống như một bộ đèn cấp E.
3. Xác định giá trị của quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F''_u và tính các độ rọi E_1, E_3, E_4 khi coi nhóm phản xạ của các vách là 753.

Giải pháp đề nghị

1. Bằng cách coi các nguồn sáng điểm có $h = 4,75 - 0,85 = 3,9$ suy ra $K = 2,5$ $k_m = 1,5$, $k_p = 0,584$.
2. Cường độ sáng của một khung sáng hướng về sàn theo góc dư ví như sau : $\nu = 0^\circ$, $I = LS = 3000 \text{ cd}$, do đó $I(\gamma) = LS \cos \gamma$

Quang thông phát ra trong một vùng hình nón góc mở $2\gamma^*$ là :

$$F_i = \int_{\text{vùng}} I(\gamma) \cdot d\Omega \quad d\Omega = 2\pi \sin \gamma \cdot d\gamma$$

Các góc γ^* giới hạn các vùng góc khối $\pi/2, \pi, 3\pi/2$ và 2π steradian dưới góc

$$\int_0^{\gamma^*} d\Omega = \int_0^{\gamma^*} 2\pi \sin \gamma \cdot d\gamma \quad \text{nghĩa là} \quad \Omega = 2\pi(1 - \cos \gamma^*)$$

$$F_1 = \int_0^{\gamma^*} 2\pi LS \cos \gamma \cdot d\gamma = \pi LS (\sin \gamma^*)^2$$

Lấy các giá trị γ^* xác định trong § 7.4.2.

$$F_1 = \pi LS \cdot 0,437$$

$$F_1 + F_2 = \pi LS \cdot 0,750$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = \pi LS \cdot 0,937$$

là cấp E theo

$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = \pi LS \cdot 1$$

quy chuẩn U.T.E.

3° Giá trị của F''_u lấy theo bảng quy chuẩn

$$F''_u = 534 + \frac{(741 - 534)}{0,75} \cdot 0,584 = 695$$

Độ rọi trên các vách với quang thông do một khung sáng phát ra πLS lm là :

$$E_i = \frac{(15 \cdot \pi \cdot 3000 \cdot 1)}{1000 \cdot 35 \cdot 13,6} (R_i F''_u + S_i) = 0,297 (R_i F''_u + S_i)$$

$$E_1 = 0,297 (-0,0044 \cdot 695 + 324) = 87 \text{ lux}$$

$$E_3 = 0,297 (-1,321 \cdot 695 + 1560) = 190 \text{ lux}$$

$$E_4 = 0,297 (0,774 \cdot 695 + 398) = 278 \text{ lux}$$

PHẦN THỨ TƯ

CHIẾU SÁNG NGOÀI TRỜI

12. KHÁI NIỆM VỀ CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG

12.1 Mở đầu

12.1.1 Lịch sử

Kỹ thuật chiếu sáng công cộng cũng như kỹ thuật chiếu sáng trong nhà từ một nửa thế kỷ nay đang không ngừng phát triển do việc nâng cao các tính năng của các đèn và bộ đèn, do việc cải tiến liên tục các phương pháp nghiên cứu theo yêu cầu của người sử dụng và do sự tiến bộ của các phương pháp tính toán.

Nếu trước đây vai trò của chiếu sáng chỉ nhằm "đẩy lùi bóng tối", ngay từ năm 1940 đã xuất hiện các chỉ dẫn nhằm đảm bảo độ đồng đều của việc chiếu sáng, yêu cầu an toàn cho giao thông ô tô lúc ấy. Từ năm 1965 Ủy ban quốc tế về chiếu sáng (C.I.E) đã công bố một phương pháp gọi là phương pháp tỷ số R, trong đó khái niệm về độ rọi đã phải nhượng bộ một bước cho khái niệm về độ chói trung bình của mặt đường có xét đến hiện tượng tương phản và do đó đã chú ý tới thị giác nhìn.

Các nghiên cứu thống kê và thực nghiệm được tiến hành, các tiêu chuẩn tiện nghi của việc bố trí đã được đề ra. Năm 1975 C.I.E công bố một phương pháp gọi là phương pháp các "độ chói điểm" trong đó việc tính toán dần từng điểm do máy tính thực hiện đối với một cách bố trí chiếu sáng cho trước cho phép kiểm tra chất lượng của việc thực hiện chiếu sáng. Việc đưa vào các hệ số rờ Q_0 và hệ số lưu giữ S_1 và S_2 phụ

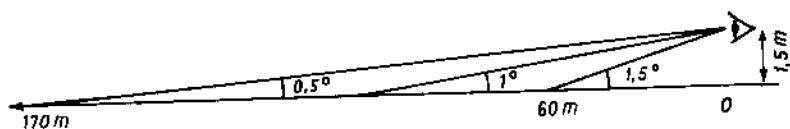
thuộc đồng thời vào chỉ số khúc xạ của bộ đèn và loại chất phủ mặt đường, vào vị trí quan sát và điểm nhìn cho thấy rằng phương pháp này trước hết được sử dụng cho các phòng nghiên cứu chuyên nghiệp và ở đây ta chỉ trình bày các nguyên lý tính toán.⁽¹⁾

Ban đầu phương pháp tỷ số R là cơ sở cho thiết kế sơ bộ, đủ dùng trong đa số cách bố trí kinh điển.

12.1.2 Các nguyên lý cơ bản

Các tiêu chuẩn chất lượng chiếu sáng đường bộ thực chất đòi hỏi cho phép một tri giác nhìn nhanh chóng, chính xác và tiện nghi. Về phương diện này ta lưu ý :

- Độ chói trung bình của mặt đường do người lái xe quan sát khi nhìn mặt đường ở tầm xa một trăm mét khi thời tiết khô. Mức yêu cầu



Hình 12.1

phụ thuộc vào loại đường (mật độ giao thông, tốc độ, vùng đô thị hay nông thôn...) trong các điều kiện làm việc bình thường.

Mặt đường được xét đến được quan sát dưới góc 0,5° đến 1° và phải dài từ 60 đến 170 m trước người quan sát (hình 12.1).

- Độ đồng đều phân bố biểu kiến của độ chói lấy ở các điểm khác nhau của bề mặt. Độ chói không giống nhau theo mọi hướng (sự phản xạ không phải là vuông góc mà là phản xạ hỗn hợp theo hình 7.2), điều quan trọng là chỉ rõ hình dạng "lưới" của chỗ quan sát.

Nói chung trên đường giao thông người ta đưa ra hai điểm đo theo chiều ngang và một tập hợp cách nhau gần 5 mét giữa các cột đèn đối

(1) Độc giả có quan tâm xin tham khảo "Các chỉ dẫn về chiếu sáng công cộng" do A.F.E. xuất bản

với số lần đo theo chiều dọc.

- Hạn chế chói mắt không tiện nghi, nguồn cản trở và sự mệt mỏi do số lượng và quang cảnh của các đèn xuất hiện trong thị trường, liên quan đến độ chói trung bình của con đường.

Do đó người ta định nghĩa một "chỉ số chói mắt" G (Glare index) chia theo thang từ 1 (không chịu được) đến 9 (không cảm nhận được) và cần phải giữ ít nhất ở mức 5 (chấp nhận được).

- Hiệu quả dẫn hướng nhìn khi lái phụ thuộc vào vị trí của các điểm sáng trên các đường cong, loại nguồn sáng trên một tuyến đường và tín hiệu báo trước những nơi cần chú ý (đường vòng, chỗ thu thuế đường, ngã tư...) cũng như các lối vào của con đường.

12.1.3 Các cấp chiếu sáng

Đối với các tuyến đường ô tô quan trọng, C.I.E xác định 5 cấp chiếu sáng khi đưa ra các giá trị tối thiểu phải thỏa mãn với chất lượng phục vụ (bảng 12.1)

Bảng 12.1

Cấp	Loại đường	Mức	Độ chói trung bình L_{tb} cd/m^2	Độ đồng đều nói chung $U_0 = \frac{L_{min}}{L_{tb}}$	Độ đồng đều chiều dọc $U_1 = \frac{L_{min}}{L_{max}}$	Chỉ số tiện nghi G
A	Xa lộ Xa lộ cao tốc		2	0,4	0,7	6
B	Đường cái Đường hình tia	sáng tối	2 1 đến 2	0,4	0,7	5 6
C	Thành phố hoặc đường có ít người đi bộ	sáng tối	2 1	0,4	0,7	5 6
D	Các phố chính Các phố buôn bán	sáng	2	0,4	0,7	4
E	Đường vắng	sáng tối	1 0,5		0,5	4 5

Tất nhiên, do sự già hoá của thiết bị, các chuyên viên thiết kế phải tang độ chói trung bình khi vận hành cũng giống như trường hợp chiếu sáng trong nhà.

Cần chú ý sự khác nhau của công thức hệ số đồng đều : giá trị của U_0 từ 0,4 có thể đảm bảo tri giác nhìn chính xác khi nhìn mặt đường thấy phong cảnh thấp thoáng, còn gọi là "hiệu ứng bậc thang". Nếu độ đồng đều theo chiều dọc U_1 lớn hơn 0,7 hiệu ứng này không còn nữa.

12.2 Phương pháp tỷ số R

Do sự phản chiếu không vuông góc của các lớp phủ mặt đường, thoát đầu ta không thể xác định quan hệ giữa độ chói và độ rọi ngang của nền đường. Tuy nhiên kinh nghiệm cho thấy đối với các thiết bị phân phối ánh sáng đối xứng, tính đồng đều của độ rọi phụ thuộc vào hình dáng bố trí đèn và độ chói trung bình liên quan nhiều đến độ rọi trung bình của loại thiết bị chiếu sáng và lớp phủ mặt đường.

12.2.1 Chiều cao của đèn

Các thông số đặc trưng cho cách bố trí đèn được xác định theo hình 12.2.

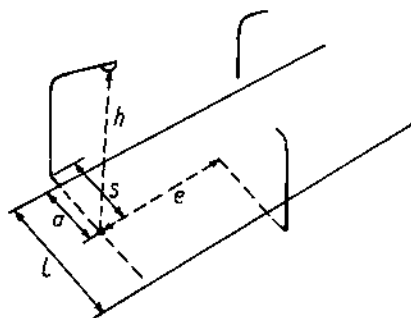
h : chiều cao của đèn

l : chiều rộng của mặt đường

e : khoảng cách giữa hai bộ đèn liên tiếp

s : khoảng cách hình chiếu của đèn đến chân cột đèn

a : khoảng cách hình chiếu của đèn đến mép đường (trong trường hợp hình vẽ là dương).



Hình 12.2

Sự bố trí của các bộ đèn có thể là :

- *Ở một bên đường* : Đó là trường hợp đường tương đối hẹp hoặc một phía có hàng cây hoặc chỗ uốn cong. Trong trường hợp này sẽ bố trí đèn ở ngoài chỗ uốn khúc để đảm bảo hướng tầm nhìn cho phép đánh giá

tầm quan trọng chỗ rẽ (hình 12.3.a).

Sự đồng đều của độ rọi ngang được đảm bảo bằng giá trị h sao cho $h \geq 1$.

- Hai bên so le : dành cho các đường hai chiều, độ rọi nối chung sẽ đều hơn nhưng phải tránh uốn khúc không có lợi khi lái xe (hình 12.3.b).

Tính đồng đều của độ chói ngang đòi hỏi độ cao của đèn $h \geq 2/3 l$.

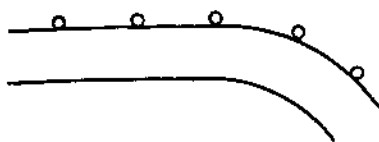
- Hai bên đối diện : Đối với các đường rất rộng hoặc khi cần đảm bảo độ cao nhất định của đèn (hình 12.3.c)

° Sự đồng đều của độ chói ngang cần thiết có $h \geq 0,5 l$

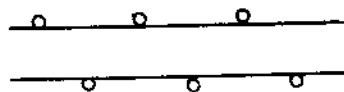
- Theo trục đường

Được sử dụng trong trường hợp đường đôi có phân cách ở giữa, sự bố trí như vậy chỉ cho phép sử dụng một cột có hai đầu nhô ra, đồng thời cũng là đường cung cấp điện (hình 12.3.d).

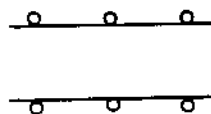
Khi nguồn cung cấp là dây treo, các đèn được treo theo trục đường bằng các cột đỡ tương đối xa nhau. Cách bố trí này đảm bảo tầm nhìn rất tốt và rất ít gây lóa mắt. Nó mới được sử dụng ở Pháp, mặc dù thường được sử dụng ở Bắc Âu, lý do



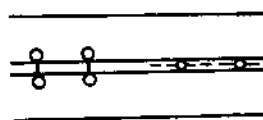
Hình 12.3.a



Hình 12.3.b



Hình 12.3.c



Hình 12.3.d

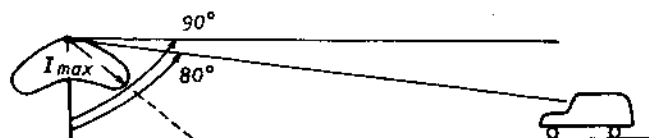
chính là khía cạnh thẩm mỹ của dây treo. Cũng cần lưu ý rằng việc bảo dưỡng các đèn bố trí kiểu này gây trở ngại cho việc đi lại vì cần có xe cầu thang đổ trên đường.

12.2.2 Khoảng cách đèn

Tính đồng đều của độ chói theo chiều dọc con đường quyết định sự lựa chọn khoảng cách giữa hai bộ đèn liên tiếp. Ngoài ra khoảng cách còn phụ thuộc độ cao của đèn và các chỉ số phát xạ của bộ đèn.

Các mặt có dạng "quả đũa" thường có một mặt đối xứng ngang theo trục đường cho phép phân loại các bộ đèn chiếu sáng theo ba họ chính : kiểu chụp sâu, kiểu chụp vừa và kiểu chụp rộng tùy theo kiểu chụp bảo vệ chống loá mắt trực tiếp (hình 12.4)

Kiểu bộ đèn	Hướng I_{max}	I_{max} dưới góc 90°	I_{max} dưới góc 80°
Chụp sâu	0 đến 65°	10 cd/1000 lm	30 cd/1000 lm
Chụp vừa	0 đến 75°	50 cd/1000 lm	300 cd/1000 lm
Chụp rộng	0 đến 90°	1000 cd V ϕ	



Hình 12.4

Ta lưu ý rằng bộ đèn chụp rộng, tương đối loá mắt ít gặp trong chiếu sáng đường ôtô nhưng thường dùng cho các vùng nhiều người đi bộ (quảng trường, nơi dạo mát, khu nhà ở...) độ chói của chúng có thể chấp nhận được khi đèn đặt trong các quả hình cầu khuyếch tán ánh sáng được tính toán một cách hợp lý (xem § 2.7.2).

Các bộ đèn có chụp sâu thực tế tránh được mọi nguy cơ bị loá mắt trực tiếp nhưng cần phải thận trọng để tránh "hiệu ứng bậc thang". Thường dùng các nguồn sáng điểm.

Các bộ đèn có chụp vừa phân bố ánh sáng rộng thường thích hợp với nguồn sáng dạng ống có độ chói nhỏ, ví dụ các đèn natri thấp áp hoặc đèn ống huỳnh quang.

Các giá trị cực đại của tỷ số e/h là :

e/h max	đèn chụp sâu	đèn chụp vừa
Một bên, đối diện	3	3,5
Hai bên so le	2,7	3,2

Các tỷ số này phải lớn hơn 0,5 đối với các đèn thiết kế trước năm 1989.

12.2.3 Công suất đèn

a. Độ rọi trung bình của đường

Tùy theo bản chất lớp phủ mặt đường ⁽¹⁾ và loại bộ đèn sử dụng ta có thể xác định bằng thực nghiệm tỷ số R

$$R = \frac{\text{Độ rọi trung bình (lux)}}{\text{Độ chói trung bình (cd/m}^2\text{)}} \text{ theo bảng:}$$

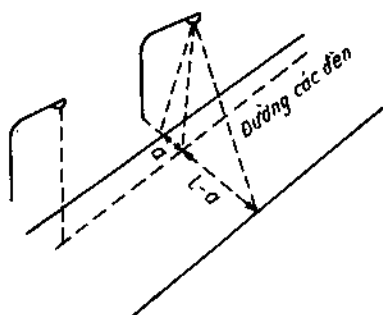
$R = \frac{E_{tb}}{L_{tb}}$	Bê tông		Lớp phủ mặt đường			Hệ đường
	sạch	bẩn	sáng	trung bình	tối	
Kiểu chụp sâu	11	14	14	19	25	18
Kiểu chụp vừa	8	10	10	14	18	13

Khi độ chói trung bình mong muốn đã cố định, độ rọi cần phải thực hiện càng cao khi mặt đường càng tối ; trong nhiều trường hợp nên sử dụng lớp phủ mặt đường màu sáng.

b. Hệ số sử dụng của bộ đèn

Đó là phần trăm quang thông do đèn phát ra chiếu trên phần hữu ích của con đường có chiều rộng l .

(1) Với thời tiết khô, lớp phủ mặt đường mới và sự bố trí đèn theo các tiêu chuẩn trên.



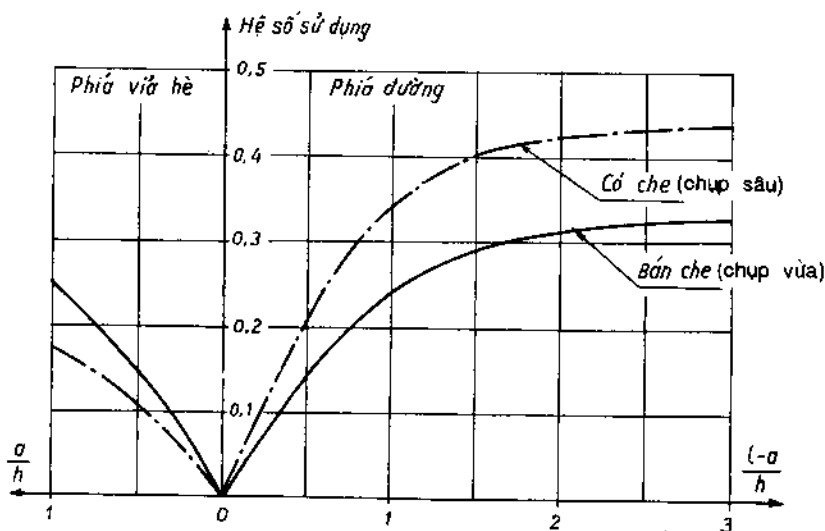
Hình 12.5

Đối với một bộ đèn đã cho, hệ số sử dụng f_u này phụ thuộc vào độ mở góc nhị diện của chùm tia sáng cắt mặt đường. Hình 12.5 cho thấy, đối với khoảng cách a dương, góc nhị diện trước (phía mặt đường) bị giới hạn bởi đường hàng đèn và cạnh đường đối diện với đèn, được xác định bằng $(l-a)/h$ và góc nhị diện sau (cạnh hè đường) được xác định bằng a/h .

Do vậy ta sẽ phân biệt hai hệ số sử dụng :

- f_{uAV} (trước) và f_{uAR} (sau) lấy tổng đối với $a > 0$
- f'_{uAV} và f'_{uAR} lấy hiệu đối với $a < 0$

Các nhà chế tạo thường cho các hệ số này trên một đồ thị. Hình 12.6 thể hiện các giá trị thường dùng nhất.



Hình 12.6

c. Hệ số già hoá

Là nghịch đảo của hệ số bù suy giảm gấp trong chiếu sáng trong nhà.

Do sự già hoá của các đèn và sự bám bẩn của pha đèn, hệ số này được tính đối với thời gian làm việc một năm.

Sự suy giảm quang thông của các đèn cũng được dự tính theo thời gian đèn hoạt động

Thời gian	Đèn natri cao áp	Đèn ống huỳnh quang	Bóng huỳnh quang	Đèn natri áp suất thấp
3000 h	$V_1 = 0,95$	0,90	0,85	0,85
6000 h	0,90	0,85	0,80	0,8
9000 h	0,85	0,80	0,75	

Sự bám bẩn của đèn là nguyên nhân làm giảm quang thông hàng năm V_2

Bộ đèn	không loe	có loe
Khí quyển ô nhiễm	$V_2 = 0,65$	0,7
Khí quyển không ô nhiễm	0,90	0,95

Lưu ý rằng sau khi lau sạch, một bộ đèn trở lại chất lượng ban đầu, điều này không thể được đối với trường hợp bóng không được bảo vệ. Khi ta coi tuổi thọ của đèn là 20 năm việc dùng chụp bảo vệ là tất nhiên.

Hệ số già hoá bằng :

$$V = V_1 \cdot V_2 = \frac{\text{quang thông của bộ đèn sau một năm}}{\text{quang thông ban đầu}}$$

d. Lựa chọn đèn

Ta có thể xác định quang thông của đèn cần phát ra sau một năm

$$\Phi_{\text{đèn}} = \frac{l \cdot e \cdot L_{tb} \cdot R}{V \cdot f_u}$$

Đầu tiên loại đèn được xác định bằng các xem xét về hiệu quả ánh sáng, tuổi thọ và sự thể hiện màu, sau đó đối với một loại bộ đèn đã cho cần phải tìm cách bố trí để đảm bảo có hệ số sử dụng tốt nhất, số lượng cực tiểu của bộ đèn cần đặt cũng như việc sử dụng đèn hiện có trên thị trường.

Còn có nhiều điều lưu ý khác hạn chế sự lựa chọn của người thiết kế như các chỉ dẫn về sử dụng mặt đất và phần ngầm, tần suất lau rửa đèn dự kiến, chi phí phục vụ việc vận hành và bảo dưỡng của thiết bị.

12.3 Kiểm tra

12.3.1 Chỉ số tiện nghi G

Việc phân loại bộ đèn theo kiểu đèn chụp sâu hoặc chụp vừa không được chính xác khi so sánh hai loại chụp đèn theo quan điểm gây loá mắt.

Do vậy một số nhà chế tạo đưa ra đối với một bộ đèn một chỉ số riêng của đèn (I.S.L.) được tính từ chỉ số khuếch tán, chỉ số này càng cao khi càng ít gây loá mắt.

Thường thường ISL dao động từ 3 đến 6.

Sự loá mắt thường phụ thuộc vào :

- h' : độ cao của đèn đến tầm mắt $h' = h - 1,5$
- độ chói trung bình của mặt đường L_{tb}
- p số lượng bộ đèn trên từng kilômét tuyến đường.

Như vậy chỉ số tiện nghi G được xác định theo công thức

$$G = ISL + 0,97 \log (L_{moy}) + 4,41 \log h' - 1,46 \log p$$

Giá trị G cần phải tuân theo được cho theo cấp chiếu sáng xác định ở đầu chương này.

12.3.2 Kiểm tra thực địa

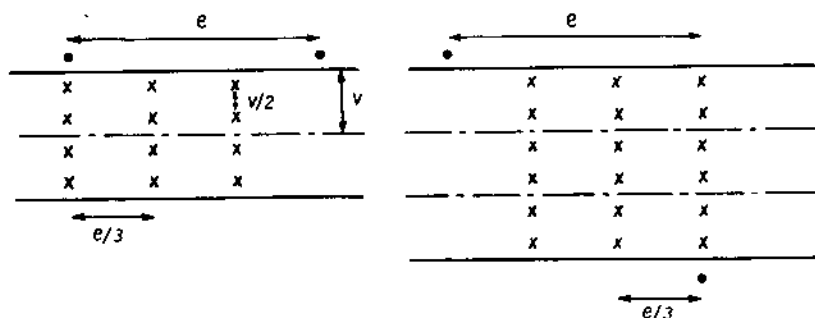
Khi tiếp nhận một bố trí chiếu sáng cần phải tiến hành đo độ chói trên mặt đường cũng như độ rọi ngang bởi vì ngưỡng độ rọi có thể không đúng với yêu cầu thiết kế.

Theo các dữ liệu của C.I.E. cần tiến hành kiểm tra độ rọi ở các góc của một mắt lưới tạo nên bởi :

- khoảng cách dọc bằng $e/3$
- theo trục ngang hai điểm đo trên đường.

Độ rọi trung bình là trung bình số học của các giá trị này.

Các hình 12.7.a và 12.7.b cho các điểm này trong hai trường hợp đặc biệt.



a. Bố trí một phía hay đối diện hai lần xe

b. Bố trí so le ba lần xe

Hình 12.7

12.3.3 Luxơ kế vòm

Để đo trên thực địa cần đảm bảo :

- Khâu đo được chỉnh định theo quan điểm phổ theo các chỉ dẫn đã cho trong § 2.7.4
- Khâu đo đặt trong một "vòm" cho phép tránh được sai số cosin do các tia xiên góc đập vào.

"Vòm tích phân" thường gồm có : pin quang điện là một mảng selen được bảo vệ bằng một lá thủy tinh, các điện trở chia độ của mạch điện nối nó với một miliampe kế, chúng được lắp ráp để tia tới vuông góc với tế bào quang điện ⁽¹⁾

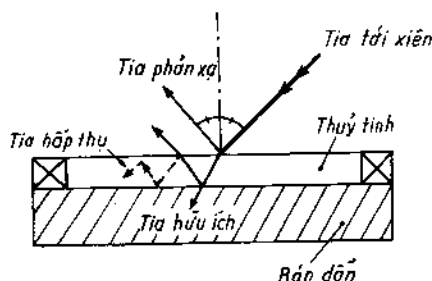
(1) Việc chia độ được tiến hành theo từng dụng cụ, điện trở được kể đến trong miliampe kế luôn được phối hợp trong tế bào quang điện chuẩn.

Nếu tia tới xiên góc α , độ rọi của tế bào phải nhân với $\cos\alpha$ nhưng không phải giá trị này được dụng cụ ghi thi

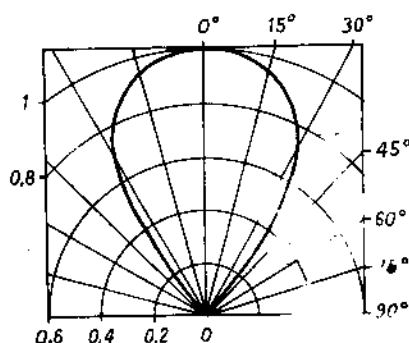
Thật vậy :

- Bóng thủy tinh phản xạ một phần ánh sáng trên mặt của nó.
- Một lượng ánh sáng bị hấp thụ ở đây, chúng phụ thuộc góc tới, góc phản xạ và khúc xạ, không thể thoát ra khỏi chiều dài của bản (hình 12.8).

Ở quang thông đã cho sự phát xạ của bán dẫn bị thay đổi theo góc tới của tia sáng như đường cong đáp ứng theo góc tương đối trên hình 12.9.



Hình 12.8



Hình 12.9

Trong mọi thiết bị chiếu sáng ngoài trời (đường xá và các công trình thể thao) các đèn chiếu khác nhau bắt buộc chiếu sáng lên tế bào quang điện đặt nằm ngang trên mặt đất và chỉ thị của dụng cụ không còn tương ứng với độ rọi ngang. Không ít trường hợp đọc được kết quả nhỏ hơn thực tế ba lần.

Để hiệu chỉnh ảnh hưởng này cần thu quang thông trước khi tới mặt hữu ích của tế bào và đưa quang thông vuông góc với tế bào này.

Đó là điều mà "bộ hiệu chỉnh cosin" hoặc vòm nhỏ đặt trên tế bào thực hiện và nên sử dụng khi nhiều nguồn có cường độ theo hướng tế bào không hoàn toàn vuông góc với bề mặt của nó.

13. CÁC VÍ DỤ BỐ TRÍ CHIẾU SÁNG

13.1 Bố trí theo một phía

Ta muốn chiếu sáng phố chính của một làng, phố có các nhà cách nhau theo kích thước sau:

- chiều dài đường phố : 1600 m - mặt đường phủ trung bình
- chiều rộng đường $l = 8$ m
- 2 vỉa hè mỗi bên 3 m.

Người ta sử dụng các cột đèn có tầm nhô ra $s = 2,4$ m và chiều cao đèn 8,10 hoặc 12 m.

Bộ đèn thuộc kiểu có chụp vừa phải được đặc trưng bằng chỉ dẫn ánh sáng dưới đây (hình 13.1) và không thích hợp với các đèn ống.

1. Đưa ra cấp chiếu sáng và kiểu bố trí cần lựa chọn

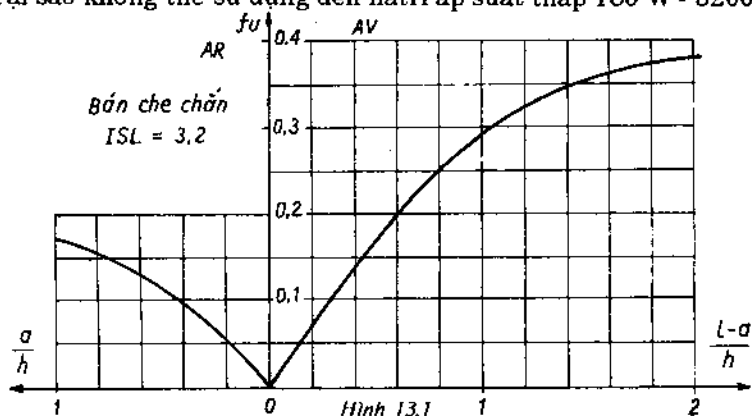
2. Nếu ta muốn có được độ chói trung bình là 2 cd/m^2 khi làm việc vì lối vào chỉ được coi là sáng đối với các nhà chung hai bên. Biết rằng móng chỉ được đào ở một trong mép hè (phần nhô ra của đèn $a = -0,6$ hoặc 2,4 m) cách bố trí như thế nào đảm bảo hệ số sử dụng tốt nhất đối với mỗi giá trị h ?

3. Người ta đã quyết định rằng móng cột sẽ ở phần hè xa đường nhất, tức là $a = -0,6$ m và sử dụng chiều cao của đèn $h = 10$ m.

Số đèn tối thiểu cần đặt bằng bao nhiêu để đảm bảo độ đồng đều của độ chói theo chiều dọc.

Quang thông của mỗi nguồn phải bằng bao nhiêu ?

Tại sao không thể sử dụng đèn natri áp suất thấp 180 W - 32000 lm?



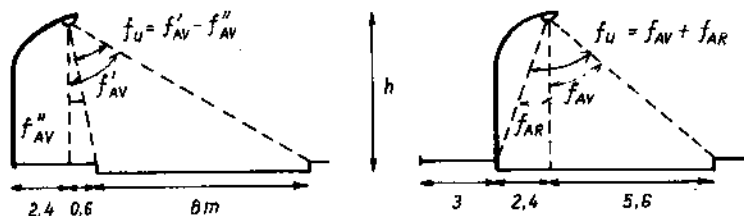
Hình 13.1

4. Người ta quyết định sử dụng đèn natri áp suất cao. Cũng với $a = -0,6$ m ta có thể đưa ra giải pháp nào (số đèn, trị số h , khoảng e , công suất của đèn).

Giải pháp đề nghị

1. Đó là kiểu tuyến đường cấp C có tốc độ giao thông trung bình và có người đi bộ, ở đây không kể đến chiếu sáng thêm do nhiều tủ kính hoặc các đèn quảng cáo.

Vì $h \geq l$ ta sẽ chọn bố trí chiếu sáng một phía, phương án kinh tế nhất theo quan điểm cung cấp điện.



Hình 13.2

2. Tùy theo phần nhô ra của đèn là âm hoặc dương hệ số sử dụng f_u là hiệu hoặc tổng của các hệ số "trước" và "sau" như hình 13.2.

Ví dụ $a = -0,6$ m và $h = 8$ m có :

$$\frac{1-a}{h} = \frac{8,6}{8} = 1,075 \rightarrow f_{AV} = 0,305 ; \quad \frac{a}{h} = \frac{0,8}{6} = 0,075$$

$$\rightarrow f'_{AV} = 0,022$$

$$\text{do đó } f_u = 0,305 - 0,022 = 0,283$$

Với $a = 2,4$ m và $h = 10$ m có :

$$\frac{1-a}{h} = \frac{5,6}{10} = 0,56 \rightarrow f_{AV} = 0,186 ; \quad \frac{a}{h} = \frac{2,4}{10} = 0,24$$

$$\rightarrow f'_{AR} = 0,06$$

Do đó ta có thể lập bảng sau đây :

f_u	$h = 8$ m	$h = 10$ m	$h = 12$ m
$a = -0,6$	$f_{AV} = 0,305$	0,262	0,229
	0,283	0,283	0,214
	$f'_{AV} = 0,002$	0,018	0,015
$a = 2,4$	$f_{AV} = 0,305$	0,186	0,153
	0,283	0,246	0,214
	$f'_{AV} = 0,002$	0,060	0,050

Rõ ràng rằng hệ số sử dụng càng cao khi đèn càng gần đường và ở trên đường.

3. Bộ đèn có chụp loại vừa, bố trí đèn một phía, độ đồng đều theo chiều dọc của độ chói đòi hỏi tỷ số $e/h \leq 3,5$ tức là với $h = 10$ m, khoảng cách cực đại là 35 m.

Số khoảng là $(1600/35) = 45,7$ làm tròn là 46. Vậy cần 47 bộ đèn có khoảng cách trung bình là 34,8 m.

Hệ số sử dụng bằng 0,244 tỷ số R bằng 14 quang thông của mỗi đèn khi làm việc là :

$$\Phi = \frac{1 \cdot e \cdot L_{tb} \cdot R}{f_u} = \frac{8 \cdot 34,8 \cdot 2 \cdot 14}{0,244} = 31950$$

Đèn natri áp thấp 180 W - 32000 lm có dạng ống không thích hợp với bộ đèn. Hơn nữa đèn này toả tia đơn sắc và với giá trị Ra bằng không, không thích hợp với các vùng dân cư.

4. Trong các kiểu đèn natri cao áp có các đèn 14000, 25000 và 47000 lm (xem chương 5).

- Khi lấy $h = 10$ m, cần đặt các cột gần nhau hơn để sử dụng đèn 250 W - 25000 lm. Điều đó dẫn đến khoảng cách 27,2 m tức là 60 bộ đèn đảm bảo $L_{tb} = 2 \text{ cd/m}^2$.

- Khi lấy $h = 8$ m, khoảng cách cực đại trở thành 28m và hệ số sử dụng là 0,283.

Quang thông của nguồn là :

$$\Phi = \frac{8 \cdot 28 \cdot (2 \cdot 14)}{0,283} = 22\,160 \text{ lm} < 25\,000 \text{ lm}$$

Cần có 58 bộ đèn, đảm bảo $L_{tb} = 2 \cdot \frac{25\,000}{22\,160} = 2,25 \text{ cd/m}^2$

- Khi chọn $h = 12$ m cần sử dụng nguồn 400 W - 47000 lm.

Khoảng cách cực đại trở thành $e = 42$ m và $f_u = 0,214$.

Độ chói trung bình khi làm việc là :

$$L_{tb} = \frac{47000 \cdot 0,214}{8 \cdot 42 \cdot 14} = 2,14 \text{ cd/m}^2 \text{ với } 39 \text{ bộ đèn.}$$

Giải pháp thứ hai có lợi hơn giải pháp thứ nhất (độ rọi cao hơn, số đèn ít hơn).

So sánh giải pháp $h = 8$ m và $h = 12$ m, chứng tỏ rằng công suất tiêu thụ và độ chói gần như nhau việc dùng các đèn 400 W làm giảm đáng kể số đèn và chiếu sáng tốt hơn vùng phụ cận của đường (vĩa hè) do giá trị f_u bé.

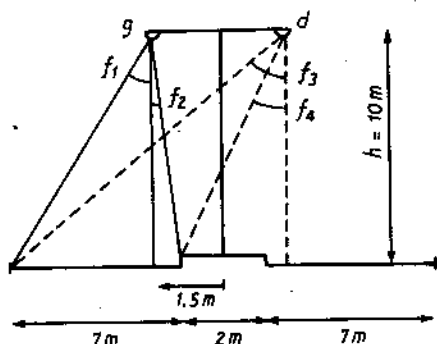
5. Với $h = 12$ m, $e = 42$ m, $L_{tb} = 2,14 \text{ cd/m}^2$ và I.S.L = 3,2 tức là $p = 32,9$ và $h' = 10,5$ m do đó :

$$G = 3,2 + 0,97 \log 2,14 + 4,41 \log 10,5 - 1,46 \log 24,4$$

$G = 6$, giá trị chấp nhận được đối với cấp chiếu sáng yêu cầu.

13.2 Bố trí chiếu sáng theo trục đường

Cần chiếu sáng một đường cao tốc hai làn đường mỗi bên rộng 7 m phân cách, bằng dải rộng 2 m.



Hình 13.3

Chiều dài tuyến đường 960 m và lớp phủ trung bình.

Người ta quyết định sử dụng đèn natri áp suất thấp và bố trí theo trục đường (hình 13.3).

Chiều cao của đèn $h = 10$ m.

Người ta sẽ sử dụng chỉ dẫn ánh sáng của Philips về các bộ đèn kiểu này đặt trong hộp kín. Khí quyển được coi như là không ô nhiễm và bảo dưỡng tiến hành hàng năm.

Tuân theo các điều kiện độ chói đồng đều theo chiều dọc dẫn đến cần chọn khoảng cực đại là $(3,5 \cdot 10) = 35$ m vì tất cả các bộ đèn kiểu chụp vừa.

Để duy trì độ chói 2 cd/m^2 trên đường sau một năm cần phải ước tính hệ số già hoá V .

Ước tính thời gian làm việc hàng năm là 3000 giờ, $V_1 = 0,85$ và $V_2 = 0,95$ do đó :

$$V = V_1 \cdot V_2 = 0,8.$$

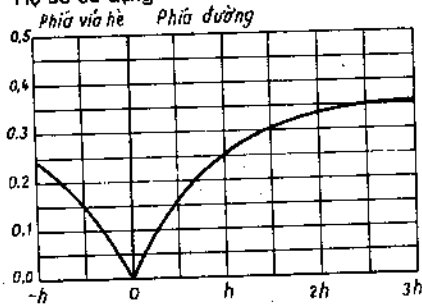
Việc xác định công suất của đèn chỉ có thể được tiến hành bằng cách gần đúng liên tiếp, vì cần phải biết hệ số sử dụng, hệ số này phụ thuộc vào bộ đèn và do đó phụ thuộc vào công suất của đèn SR S 201 có bóng đèn 135 hoặc 180 W (phụ lục O).

Hệ số sử dụng được xác định bằng ví dụ với tuyến đường bên trái có tổng quang thông do mỗi bộ đèn phát ra trên tuyến đường này.

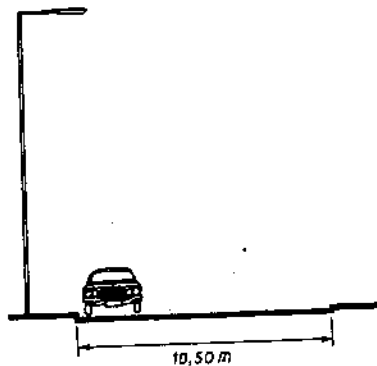
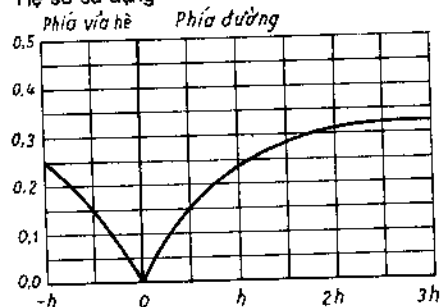
Phụ lục O Tư liệu của Philips

SRS 201 - SOX 55	SRS 201 - SOX 135
Chụp vừa	Chụp vừa
ISL : 4,5	ISL : 3,8
$I_{max}=285 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ$ et $\gamma = 70^\circ$	$I_{max}=233 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=0^\circ$ et $\gamma = 70^\circ$
Điều chỉnh vị trí 2	Điều chỉnh vị trí 2
Chụp vừa	Chụp vừa
ISL : 3,9	ISL : 3,3
$I_{max}=285 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ$ et $\gamma = 70^\circ$	$I_{max}=252 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=30^\circ$ et $\gamma = 70^\circ$
Điều chỉnh vị trí 2	Điều chỉnh vị trí 2
Độ nghiêng 10°	Độ nghiêng 10°

Hệ số sử dụng



Hệ số sử dụng



Ví dụ áp dụng

SRS 21 - SOX 180

Bố trí mặt bên

Độ cao đèn 12 m

Nhỏ ra 0 m	$E_{tb} = 18 \text{ lux}$
Khoảng cách 48 m	$L_{tb} = 1,3 \text{ cd/m}^2$
Chiều rộng đường 10,5 m	$U_0 = 0,61$
Lớp phủ cấp R2 qo = 0,07	$U1 = 0,78$
$S1 = 0,58$ $S2 = 1,80$	$G = 5,6$

Với bộ đèn bên trái g

$$\text{cạnh trước } \frac{l - a}{h} = \frac{7 - 0,5}{10} = 0,65 \rightarrow f_1 = 0,185$$

$$\text{cạnh sau } \frac{a}{h} = \frac{0,5}{10} = 0,05 \rightarrow f_2 = 0,02$$

hệ số sử dụng bên trái

$$f_{ug} = f_1 + f_2 = 0,205$$

Với bộ đèn bên phải d

$$\text{cạnh sau } \frac{a}{h} = \frac{7 + 2 + 0,5}{10} = 0,95 \rightarrow f_3 = 0,24$$

$$\text{cạnh sau } \frac{a}{h} = \frac{2 + 0,5}{10} = 0,25 \rightarrow f_4 = 0,09$$

hệ số sử dụng bên phải

$$f_{ud} = f_3 - f_4 = 0,15$$

Do đó hệ số sử dụng bằng : $f_u = f_{ug} + f_{ud} = 0,355$

Quang thông ban đầu của đèn bằng :

$$\Phi = \frac{l \cdot e \cdot L_{moy} \cdot R}{V \cdot f_u} = \frac{7 \cdot 35 \cdot 2 \cdot 14}{0,8 \cdot 0,355} = 24150 \text{ lm}$$

Do vậy có thể sử dụng một đèn 135 W - 22500 lm.

Độ chói trung bình ban đầu bằng :

Chỉ số đặc trưng của bộ đèn ISL là 3,8, chỉ số tiện nghi

$$G = 3,8 + 0,97 \log 2,33 + 4,41 \log 8,5 - 1,46 \log 29 = 6,1$$

Do đó sự bố trí ánh sáng chấp nhận được đối với chiếu sáng cấp A.

13.3 Bố trí hai bên đối diện

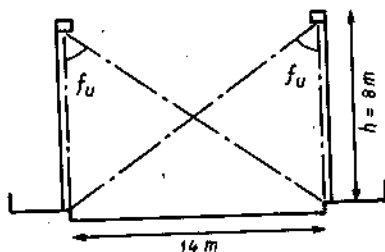
Chiếu sáng một phố buôn bán chính có mặt đường rộng 14 m lớp phủ mặt đường màu sáng cần đảm bảo độ chói trung bình ban đầu là

$2,2 \text{ cd/m}^2$ để làm mờ các vết sáng do các cửa kính và ánh sáng của các biển quảng cáo.

Vì lý do thẩm mỹ, chiều cao của đèn không quá 9 m và chỉ số màu chấp nhận được. Các cột đèn có tấm nhô ra gần bằng không, được đặt trên vỉa hè sao cho $a = 0$.

Việc tuân thủ chỉ số màu dẫn đến việc dùng các bóng đèn huỳnh quang ánh sáng "de luxe" có Ra đạt tới 65.

Chiều cao tiêu chuẩn của các cột đèn (5, 6, 8, 10, 12 m) tạo nên chiều cao đèn $h = 8 \text{ m}$ dẫn đến sự bố trí hai bên đối diện (hình 13.4).



Hình 13.4

Các bộ đèn của hãng Philips thuộc loại có chụp sâu có tỷ số $R = 14$ và ta sẽ chọn kiểu HGS có chỉ dẫn ánh sáng kèm theo ở đây (phụ lục P).

Khoảng cách cực đại của các bộ đèn là $e = 3.h = 24 \text{ m}$

Hai đèn đối diện có cùng hệ số sử dụng phía trước, vì $a = 0$ nên $1/h = 14/8 = 1,75$

Đối với bộ đèn HGS 201/212 có hai bóng 125 W, hệ số sử dụng 0,38.

Với kiểu chỉ có một đèn 250 W, f_u bằng 0,46.

Vì diện tích mặt đường được chiếu sáng bằng cả hai đèn, quang thông cần phải có của mỗi bộ đèn

$$\text{- Phương án: } 1 \times 250 \text{ W có } \Phi = \frac{1}{2} \left(\frac{14 \cdot 24 \cdot 14 \cdot 2,2}{0,46} \right) = 11250 \text{ lm}$$

Quang thông của đèn này là 14000 lm, độ rọi cao hơn 25% so với yêu cầu, không cần bố trí nhiều đèn hơn.

$$\text{- Phương án: } 2 \times 125 \text{ W có } \Phi = \frac{1}{2} \left(\frac{14 \cdot 24 \cdot 14 \cdot 2,2}{0,38} \right) = 13600 \text{ lm}$$

Phụ lục P Tư liệu Philips

HGS 201/212-2 x HPLN 80

Chụp sâu

I.S.L : 5,4

$I_{max}=312 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ$ và $\gamma = 55^\circ$

Độ nghiêng 0°

HGS 201/212-2 x HPLN 125

Che chắn

I.S.L : 5,4

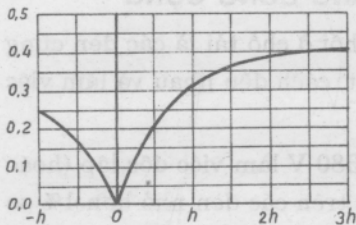
$I_{max}=312 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ$ và $\gamma = 55^\circ$

Độ nghiêng 10°

Hệ số sử dụng

phía vỉa hè

phía đường



SGS 201/207-2 x SON 50

Chụp sâu

I.S.L : 5,6

$I_{max}=391 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ$ và $\gamma = 57,5^\circ$

Độ nghiêng 0°

SGS 201/207-2 x SON 70

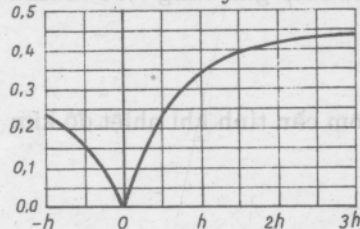
Chụp sâu

I.S.L : 5,6

$I_{max}=391 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=10^\circ$ và $\gamma = 57,5^\circ$

Độ nghiêng 0°

Phía vỉa hè Phía đường



SGS - SON 25

Chụp sâu

I.S.L : 54,8

$I_{max}=446 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=15^\circ$ và $\gamma = 58^\circ$

Độ nghiêng 0°

SGS - SON 150

Chụp sâu

I.S.L : 5,6

$I_{max}=312 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=15^\circ$ và $\gamma = 58^\circ$

Độ nghiêng 0°

HGS - HPLN 250

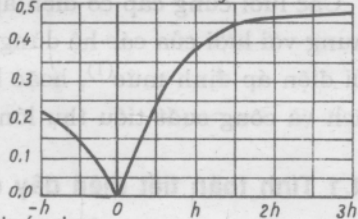
Chụp sâu

I.S.L : 5,1

$I_{max}=414 \text{ cd/1000 lm}$ với $C=15^\circ$ và $\gamma = 53^\circ$

Độ nghiêng 0°

Phía vỉa hè Phía đường



Ví dụ áp dụng

SRS201 - SOX180

Bố trí một bên

Độ cao đèn : 12 m

Độ nhô ra : -0,5 m

Khoảng cách : 23 m

Chiều rộng đường: 7 m

Lớp phủ cấp R_2 $q_0=0,07$

$S_1 = 0,58$; $S_2 = 1,80$

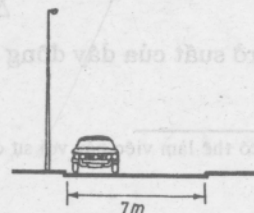
$E_{moy} = 25 \text{ lux}$

$L_{moy}=1,7 \text{ cd/m}^2$

$U_0 = 0,47$

$U_1 = 0,7$

$G = 7,1$



2 bóng 6500 lm có thể là thích hợp, phương án này có lợi là giảm công suất tiêu thụ đi một nửa vào ban đêm.

Khi mật độ xe cộ giảm mà vẫn duy trì độ rọi đều. Ta nên chọn giải pháp này.

Chỉ số tiện nghi có giá trị :

$$G = 5,4 + 0,97 \log 2,2 + 4,41 \log 6,5 - 1,46 \log 84 = 6,5$$

Nhận xét : Công thức này chỉ áp dụng cho các tuyến đường thẳng và hệ số được cho có dự trữ, nhất là các độ rọi rất cao của các cửa hàng có thể làm thay đổi trạng thái thích ứng với mắt người lái xe.

14. NGUỒN CUNG CẤP CHO CHIẾU SÁNG CÔNG CỘNG

Các lưới cung cấp khác với lưới phân phối ở chỗ tải là các đèn cùng một công suất và cùng một hệ số công suất, cách đều nhau và làm việc đồng thời.

Các lưới cung cấp có điện áp thấp 220/380 V làm việc độc lập (hoặc chung với lưới của các hộ dùng điện áp rơi trên các đèn nhỏ hơn 1% so với điện áp định mức⁽¹⁾), hoặc bằng trung áp 3200/5500 V khi khoảng cách và công suất tiêu thụ lớn.

14.1 Tính toán tiết diện dây dẫn

14.1.1 Biểu thức điện áp rơi

Đối với đường dây có điện trở R và cảm kháng $L\omega$ được cung cấp cho tải có hệ số công suất $\cos\varphi$, có dòng điện I chạy qua điện áp rơi là :

$$\Delta U = RI \cos\varphi + L\omega I \sin\varphi$$

Thực tế trong thiết bị chiếu sáng đã bù có $\cos\varphi$ gần bằng 0,85 ta tính gần đúng điện áp rơi trên đường dây là :

$$\Delta U = RI$$

Điện trở suất của dây đồng hoặc dây nhôm cần tính khi nhiệt độ kim

(1) Chỉ có thể làm việc này với sự đồng ý của E.D.F.

loại ở ruột cáp thường bằng 65° , cũng như tính đến các điện trở tiếp xúc. Do đó ta lấy

$$\rho_{\text{đồng}} = 22 \Omega/\text{km}/\text{mm}^2$$

$$\rho_{\text{nhôm}} = 35 \Omega/\text{km}/\text{mm}^2$$

Trong mọi trường hợp, giá trị điện áp rơi với các đèn ở cuối đường dây không được vượt quá 3% tức là 6,6 V ở các đầu cực của đèn, nếu không, quang thông giảm đi và trong trường hợp một bộ phận lưới bị hư hỏng có nguy cơ làm đèn không bật sáng được.

14.1.2 Điện áp rơi trên đường trục

Với đường dây một pha gồm n đèn giống nhau, khoảng cách giữa các đèn là l mỗi đèn tiêu thụ cùng dòng điện có trị số hiệu dụng I , các dòng điện đều cùng pha, dòng điện đầu đường dây là $I_1 = nI$

Hình 14.1 biểu diễn sơ đồ một pha trong đó U_e là điện áp vào, U_s là điện áp ra



Hình 14.1

Điện áp rơi trên từng đoạn là :

$$\Delta U_{n-1} = 2 \frac{\rho l I}{s}, \Delta U_{n-2} = 2 \frac{\rho l 2I}{s}, \dots, \Delta U_1 = 2 \frac{\rho l (n-1)I}{s}$$

Do đó điện áp rơi trên đường dây

$$U_e - U_s = \sum_1^{n-1} \Delta U_K = 2 \frac{\rho l I}{s} \cdot n \cdot \frac{(n-1)}{2}$$

Với chiều dài đường dây $L = (n-1)l$, điện áp rơi $\Delta U = \frac{2\rho I_1}{s} \cdot \frac{L}{2}$ điều

đó được coi như tổng tải được đặt ở một nửa chiều dài đường dây ⁽¹⁾

Ta sẽ thấy lợi ích của việc bù $\cos\varphi$ của từng đèn mà không đặt một trạm bù vì $\cos\varphi$ khi không bù từ 0,4 đến 0,5 làm tăng dòng điện đường dây lên gấp đôi.

Nhận xét :

Trường hợp nguồn cung cấp là ba pha nối sao trung tính Y_n , các đèn được nối vào các dây pha và dây trung tính, điện áp rơi từng pha phải chia cho 2 vì không có dòng điện trong dây trung tính và điện áp rơi dây bằng :

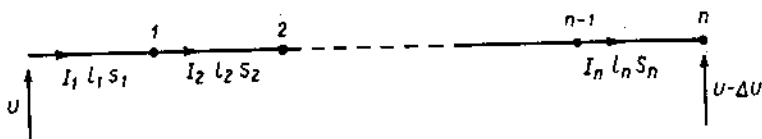
$$\Delta U = \sqrt{3} \frac{\rho I_t}{s} \cdot \frac{L}{2}$$

Kết quả này cũng đúng với lưới hình tam giác, cho ta thấy lợi ích của mạch ba pha.

14.1.3 Các đường trục có tiết diện khác nhau

Trong trường hợp này sẽ kinh tế hơn nếu chọn tiết diện dây dẫn theo dòng điện chạy qua, đó là trường hợp các đường dây dài hoặc các lưới phân nhánh.

Do vậy vấn đề là tìm cách bố trí sao cho trọng lượng dây dẫn là nhỏ nhất mà sụt áp không quá 3%.



Hình 14.2

Cho mạch phân phối nối tiếp hình 14.2 gồm n đoạn khác nhau mỗi đoạn có dòng điện không đổi chạy qua và nhỏ hơn dòng điện trong đoạn trước.

(1) Đừng quên tính cả khoảng cách của trạm nguồn đến đèn đầu đường dây.

$$\text{Sụt áp lớn nhất là : } \Delta V = \rho[(l_1/s_1)I_1 + \dots + (l_n/s_n)I_n] \quad (1)$$

$$\text{Khối lượng kim loại là : } [l_1S_1 + \dots l_nS_n] \quad (2)$$

Với khối lượng kim loại và điện áp rơi đã cho, vi phân của 2 biểu thức này theo các tiết diện bằng không cho ta :

$$l_1 I_1 \frac{ds_1}{s_1^2} + \dots l_n I_n \frac{ds_n}{s_n^2} = 0 = l_1 ds_1 + \dots l_n ds_n$$

$$\text{Cân bằng từng thành phần ta được } S_k = s_1 \sqrt{\frac{l_k}{l_1}} \quad (3)$$

Do đó phương trình (3) và (1) dẫn đến :

$$S_1 = \sqrt{l_1} \cdot \frac{\rho}{\Delta U} (l_1 \sqrt{l_1} + \dots + l_n \sqrt{l_1}) = \sqrt{l_1} \cdot A \quad (4)$$

từ đó suy ra các giá trị tiết diện đường dây.

Trong thực tế ta chỉ chọn 2 hoặc 3 tiết diện khác nhau đối với mạch phân phối nối tiếp, ưu điểm của phương pháp này thể hiện rõ trong tính toán các mạch phân nhánh.

Trình tự tính toán thực tế :

- Xác định dòng điện ở đầu mỗi nhánh khi giả thiết dòng điện trên từng nhánh là không đổi
- Xác định đường có tải lớn nhất và có nguy cơ điện áp rơi là lớn nhất.
- Tính toán A và tìm các tiết diện có tải lớn nhất
- Chọn các tiết diện quy chuẩn nhỏ hơn, phương pháp này chưa được an tâm vì dòng điện không phải là không đổi trên các đoạn.
- Kiểm tra giá trị điện áp rơi trên các đoạn
- Tính toán tiết diện dây dẫn trên các đoạn khác.

14.1.4 Ví dụ

Cho mạch phân phối vùng nông thôn biểu diễn trên hình 14.3 có điện áp 220/380 V bằng cáp đồng xuất phát từ điểm A.

Tất cả các đèn được bù với $\cos\varphi = 0,85$ và công suất của các chấn lưu cho ở cuối chương 5.

Đoạn AB - 300 m - 10 đèn natri HP

(cao áp)

250 W, chấn lưu 25 W

Đoạn BC - 250 m - 8 đèn natri HP

250 W, chấn lưu 25 W

Đoạn CH - 210 m - 7 đèn natri HP

250 W, chấn lưu 25 W

Đoạn CD - 200 m - 7 đèn huỳnh quang

150 W, chấn lưu 10 W

Đoạn BE - 150 m - 7 đèn huỳnh quang

250 W, chấn lưu 15 W

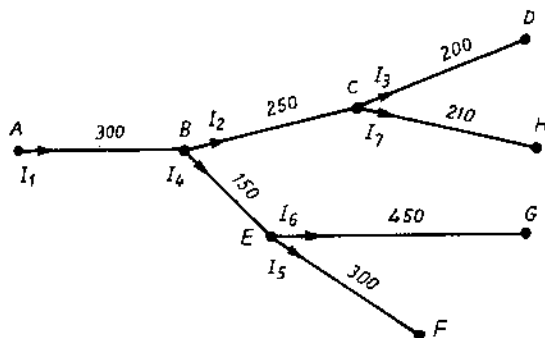
Đoạn EF - 300 m - 12 đèn huỳnh quang

125 W, chấn lưu 15 W

Đoạn EG - 450 m - 20 đèn natri

áp thấp BP

90 W - chấn lưu 20 W



Hình 14.3

• Tìm các dòng điện ở đầu mỗi đoạn :

$$I_5 = \frac{12 \cdot (125 + 10)}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = \frac{12 \cdot 135}{560} = 2,89 \text{ A}$$

$$I_6 = \frac{20 \cdot 110}{560} = 3,93 \text{ A} \quad I_3 = \frac{7 \cdot 135}{560} = 1,69 \text{ A} \quad I_7 = \frac{7 \cdot 275}{560} = 3,44 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{8 \cdot 275}{560} + I_3 + I_7 = 3,93 + 1,69 + 3,44 = 9,06 \text{ A}$$

$$I_4 = \frac{7 \cdot 265}{560} + I_5 + I_6 = 10,13 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{10 \cdot 275}{560} + I_2 + I_4 = 24,1 \text{ A}$$

• Đường có tải lớn nhất là ABEG

Với đường này giá trị của A là :

$$A = \frac{\rho}{\Delta V} (l_1 \sqrt{I_1} + l_4 \sqrt{I_4} + l_6 \sqrt{I_6})$$

với $\Delta V = 6,6 \text{ V}$ và $\rho = 22 \text{ } \Omega/\text{km}/\text{mm}^2$

$$A = \frac{22}{6,6} (0,3\sqrt{24,1} + 0,15\sqrt{10,13} + 0,45\sqrt{3,93}) = 9,47$$

• Ta được tiết diện các đoạn :

$$S_1 = A \sqrt{I_1} = 41,9 \text{ mm}^2 \rightarrow 35 \text{ mm}^2$$

$$S_4 = A \sqrt{I_4} = 27,2 \text{ mm}^2 \rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

$$S_6 = A \sqrt{I_6} = 16,5 \text{ mm}^2 \rightarrow 16 \text{ mm}^2$$

bởi vì các tiết diện quy chuẩn của cáp đồng theo mm^2 là :

1,5, 2,5, 4,6, 10 16 25 35 50 70 95 120 150 185 240 300

Để các tiết diện không chênh lệch quá nhiều ta sẽ chọn

$$S_1 = S_4 = 35 \text{ mm}^2 \text{ và } S_6 = 16 \text{ mm}^2$$

• Tiến hành kiểm tra các sụt áp từng đoạn khi phân biệt các dòng điện chạy qua

Sụt điện áp dây ΔV không được vượt quá 11,4 V

$$\Delta U_{AB} = \sqrt{3} \frac{\rho}{S_1} [(I_1 - I_2 - I_4) \frac{l_1}{2} + (I_2 + I_4) l_1] + 7,07 \text{ V}$$

$$\Delta U_{BE} = \sqrt{3} \frac{\rho}{S_4} [(I_4 - I_5 - I_6) \frac{l_4}{2} + (I_5 + I_6) l_4] + 1,38 \text{ V}$$

$$\Delta V_{EG} = \sqrt{3} \frac{\rho}{S_6} \cdot I_6 \cdot \frac{l_6}{2} = \sqrt{3} \frac{22}{16} \cdot 3,93 \cdot 0,225 = 2,1 \text{ V}$$

Do đó sụt áp cực đại là : $7,07 + 1,38 + 2,1 = 10,55 \text{ V}$

Nếu đoạn BE là cáp 25 mm^2 điện áp rơi là $(1,38 \cdot 35/25)$ bằng 1,93 V và $\Delta U_{AG} = 11,1 \text{ V} < 11,4 \text{ V}$.

- Đối với nhánh EF điện áp rơi chỉ là $11,4 - 7,07 - 1,38 = 2,95$ V

$$\Delta U_{EF} = \sqrt{3} \frac{\rho}{S_5} \cdot I_5 \cdot \frac{l_5}{2} \leq 2,95 \text{ do đó } S_5 \geq 5,6 \text{ mm}^2$$

do đó ta có thể chọn $S_5 = 6 \text{ mm}^2$.

Cần chọn 3 tiết diện 6, 16, 35 mm^2 với đoạn BCDH.

Với BC ta chọn $S_2 = 35 \text{ mm}^2$

$$\Delta U_{BC} = \sqrt{3} \frac{22}{35} [3,93 \cdot 0,125 + 5,13 \cdot 0,25] = 1,93 \text{ V}$$

Do đó chỉ còn 2,4 V là sụt áp cho phép đối với đoạn CD và CH

$$\text{Đoạn CH : } S_7 \geq \frac{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 3,44 \cdot 0,105}{2,4} = 5,7 \text{ mm}^2$$

do đó $S_7 = 6 \text{ mm}^2$

$$\text{Đoạn CD : } S_3 \geq \frac{\sqrt{3} \cdot 22 \cdot 1,69 \cdot 0,1}{2,4} = 2,7 \text{ mm}^2$$

Để các tiết diện cáp không khác nhau nhiều ta cũng sẽ chọn $S_3 = 6 \text{ mm}^2$.

14.2 Các phương pháp cung cấp

Đối với các thiết bị chiếu sáng nhỏ, việc nối trực tiếp vào lưới cung cấp cho các hộ tiêu thụ là kinh tế, nhất là khi ta có thể sử dụng các cột điện của EDF để lắp đặt bộ đèn, tuy nhiên như vậy không đảm bảo điều kiện độ chói đều.

Khi công suất chiếu sáng đạt tới 30 kW nên sử dụng lưới trung áp 3200/5500 V có máy biến áp cho các nhóm đèn. Ưu điểm chính của trung áp là :

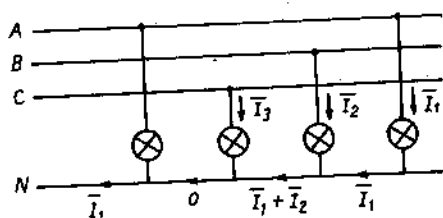
- giảm tiết diện dây dẫn là
- tiêu thụ điện nhỏ hơn, giá tiền điện ở điện áp cao rẻ hơn.
- điện áp ổn định hơn làm tuổi thọ đèn tăng
- hệ thống có điều khiển từ xa thống nhất.

14.2.1 Phân phối điện

Có thể tiến hành theo 3 cách : một pha 220 V, ba pha Y_n (sao trung tính) 220/380 V D (tam giác) 220 V.

Bảng dưới đây cho thấy lợi ích của phân phối ba pha đối với một hệ thống chiếu sáng đã cho khi có cùng một sụt áp.

	một pha 220V	Y_n 220/380V	D 220V
Số lượng dây dẫn	2	3 + 1	3
Dòng điện trên dây dẫn	I	I/3	I/√3
Tiết diện dây dẫn tỷ lệ với	$2 \frac{I}{\Delta V} = S_m$	$\frac{I}{3\Delta V} = \frac{S_m}{6}$	$\frac{I}{\sqrt{3}\Delta V} = \frac{S_m}{2}$
Trọng lượng dây dẫn tỷ lệ với	$2S_m$	$0,66 S_m$	$1,5 S_m$



Hình 14.4

Chú ý rằng khi mạch phân phối hình sao có trung tính Y_n trên dây trung tính có dòng điện của một đèn trên một phần ba chiều dài, tổng của hai dòng điện trên một phần ba khác và tổng bằng

không của ba dòng điện trên một phần ba đoạn cuối (hình 14.4) khi giả thiết số đèn là bội số 3.

14.2.2 Bố trí đường dây

Khi bố trí mạch nhánh ta lưu ý rằng máy biến áp được đặt ở tâm hình học để giảm sụt áp đến cuối đoạn dây hoặc để giảm tiết diện dây dẫn.

Nếu có thể được nên bố trí nguồn cung cấp theo mạch vòng, cho phép đảm bảo chiếu sáng khi có sự cố đường dây. Tính toán tiết diện theo mạch vòng giống như cho mạch hở tương đương với một nửa vòng.

Lưu ý rằng thực tế việc phân đôi các đường dây cho phép cắt một

trong hai nguồn sáng (giải pháp tốn kém và ít an toàn) ít dùng do sự phát triển của kỹ thuật tiết kiệm điện năng

14.2.3 Trạm biến áp

Việc lựa chọn công suất máy biến áp phụ thuộc :

- Công suất tiêu thụ của các bộ đèn
- Dòng điện tiêu thụ khi mỗi đèn bằng 1,5 đến hai lần dòng điện định mức trong phút đầu tiên (do đó cần phải khởi động từng bộ phận)
- Khả năng mở rộng lưới.

Mặt khác cần phải đảm bảo an toàn và bảo vệ khi làm việc ở lưới trung áp

Các tủ điều khiển gồm có các thiết bị bảo vệ khác nhau, dây nối đất và công tơ, hệ thống bật tắt từ xa. Các kiểu thường dùng là :

- Máy cắt theo giờ có cơ cấu đồng hồ điện
- Tế bào quang điện chỉnh định thời gian để tránh làm việc không đúng lúc (tế bào thường được đặt trên cột gần trạm nhất).
- Phát dòng điện 175 Hz lên dây dẫn của mạng để thao tác các công tác tơ.

14.3 Tiết kiệm năng lượng

Việc tiết kiệm điện chiếu sáng công cộng thường dựa vào việc tắt các đèn hoặc giảm công suất cung cấp.

Tuy nhiên trước hết cần thấy rằng việc tiết kiệm điện dựa trên giá tiền kWh vào giờ đêm, mà không gây ra những mất mát về các phương diện khác như làm tăng số tai nạn, trộm cắp hay làm mất an toàn.

Việc tiết kiệm điện bắt đầu từ việc thiết kế, chọn nguồn có hiệu quả ánh sáng tốt, bóng đèn bảo vệ dạng kín và lưới ổn định được lựa chọn chính xác.

Cuối cùng việc bảo dưỡng có hệ thống hàng năm (4000 h vận hành) hoặc hai năm một lần hệ số già hoá có thể tới 55% sau 2 năm đối với bộ đèn kiểu hồ có bóng huỳnh quang.

14.3.1 Quá trình tắt đèn kinh điển

Ở Pháp, việc tắt toàn bộ một lưới ngay cả lúc đêm khuya được ghi trong điều khoản của bộ luật L 131 - 2 và L 221 - 1 đòi hỏi đảm bảo an toàn.

Việc tắt một trong hai đèn làm độ chói phân bố không đều, tạo nên hiệu ứng "bậc thang" có nguy cơ làm tăng tai nạn.

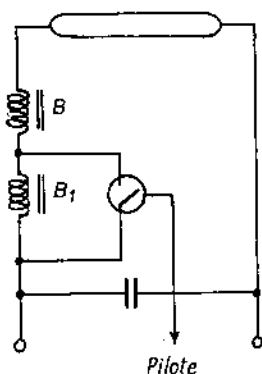
Việc bố trí 2 đèn trên cùng một bộ phận quang học làm hiệu suất ánh sáng kém nhưng cho phép duy trì ánh sáng đều khi tắt một trong hai đèn.

Theo nghĩa đó giải pháp duy nhất chấp nhận được là dùng bộ đèn kép nhưng giá thành sẽ tăng và điều này không có ý nghĩa với các thiết bị chiếu sáng đã có.

14.3.2 Các hệ thống hai mức công suất có tổng trở thay đổi

Nguyên lý

Một cuộn cảm phụ B_1 được mắc nối tiếp với chấn lưu qua một công tắc tơ điện hoặc điện tử (Triac) được điều khiển bằng dây dẫn hoặc bằng tín hiệu cao tần HF (20 kHz) được đưa vào mạng và được giải mã (hình 14.5).



Hình 14.5

Ta cũng có thể sử dụng cơ cấu đồng hồ điện để dự phòng nhưng quá trình này không mềm mại do sự khác nhau giữa giờ đêm mùa hè và mùa đông và sự đổi giờ.

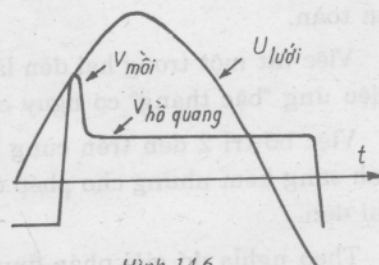
Dòng điện lấy từ lưới giảm là công suất giảm ($0,6 \cdot P_0$) và quang thông giảm ($0,4 \cdot \Phi_0$).

Các khó khăn khi làm việc

Sau khi cuộn chấn lưu phụ làm việc ta nhận thấy sự tăng tạm thời điện áp mỗi hồ quang.

Vì thời điểm mồi xảy ra sớm hơn có thể làm điện áp tức thời trên các cực của đèn ống không đạt tới giá trị đòi hỏi và đèn không khởi động được.

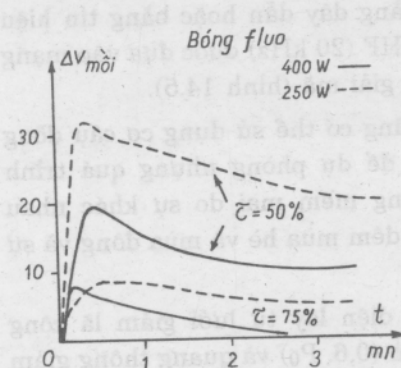
Hình 14.6 cho các đường cong điện áp trên một nửa chu kỳ. Tất nhiên hiện tượng này phụ thuộc vào loại đèn, công suất đèn cũng như tỷ số công suất định mức T , như hình 14.7.a với các bóng đèn huỳnh quang 250 và 400 W và hình 14.7.b với các bóng đèn natri cao áp có cùng công suất.



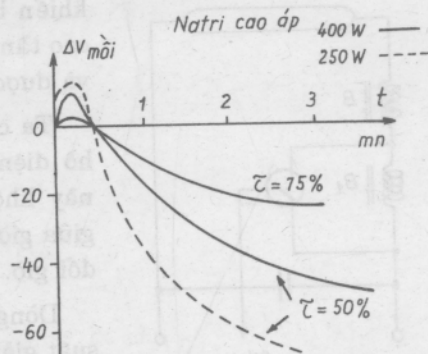
Hình 14.6

Trong thực tế việc giảm công suất 40% và nguy cơ làm đèn tắt giảm đi và thậm chí có thể bị loại trừ khi dùng nguồn cung cấp có điện áp tăng một chút (máy biến áp tự ngẫu 220 - 250 V).

Đèn natri có vẻ thích hợp hơn đối với phương pháp này, nó thể hiện tốt với thiết bị chiếu sáng mới cũng như đối với thiết bị đã có.



Hình 14.7.a



Hình 14.7.b

14.3.3 Hệ thống có biến thiên điện áp lưới

. Nguyên lý

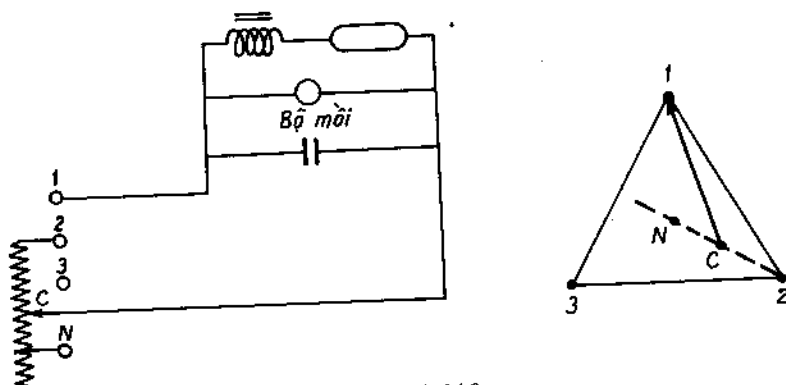
Đối với một thiết bị chiếu sáng thông thường ở 220 V việc giảm điện

áp xuống 190 V làm giảm công suất 30% và cho đèn ở chế độ không ổn định.

Ngược lại với một chấn lưu tăng cường, nếu đèn làm việc ở công suất định mức dưới điện áp 250 V (đèn natri) hoặc 300 V (đèn thủy ngân) việc giảm điện áp xuống 220 V làm công suất bằng $0,5P_0$ và quang thông $0,3\Phi_0$, đèn vẫn còn ở chế độ ổn định.

Điều này là do điện áp mỗi giảm và thời gian khử ion cũng giảm.

Lưới cung cấp có máy biến áp tự ngẫu ở đầu đường dây tạo nên điện áp thay đổi từ 190 đến 250 (đèn natri) hoặc từ 220 đến 330 V (đèn thủy ngân) bằng cách chuyển dịch con chạy C (hình 14.8).



Hình 14.8

. Trong thực tế

Hệ thống này không dùng dây điều khiển và không làm bộ đèn công kênh vì bộ điều chỉnh điện áp được đặt trong hộp.

Vì tính linh hoạt khi vận hành cho phép :

- Khắc phục hệ số suy giảm bằng cách làm việc ở quang thông không đổi.
- Có độ rọi khác nhau (chương trình hoá !)
- Chuyển dần từ điện áp này sang điện áp khác tránh các nguy cơ của hiện tượng quá độ.

14.3.4 Kết luận

Việc tiến hành các phương pháp đã mô tả cho các kết quả càng mỹ mãn khi hệ thống chiếu sáng có công suất lớn và đèn có công suất lớn hơn 250 W là ngưỡng hiệu quả hiện nay.

Việc nghiên cứu hiệu quả kinh tế của thiết bị loại này có sự tác động của quá nhiều yếu tố (được biết hoặc theo luật) ở đây có thể được phát triển thêm.

Tuy nhiên để cố định một số đại lượng, đối với nước Pháp vào năm 1983 người ta có thể chấp nhận :

- Các hệ thống kinh điển có hai mức chiếu sáng cho phép tiết kiệm năng lượng cỡ 27%, đầu tư cỡ 13% và gần 20 năm để khấu hao, tức là dài hơn tuổi thọ trung bình của bộ đèn nhiều ! !

- Các hệ thống có tổng trở thay đổi làm tiết kiệm điện khoảng 30%, đầu tư 20% và khấu hao thường dưới 8 năm.

- Các hệ thống có biến thiên điện áp cho phép tiết kiệm điện 40% (đầu tư 30%) và khấu hao dưới 5 năm.

Vì trong thập kỷ tới các nhà máy điện hạt nhân cung cấp điện ở giờ cao điểm với giá rẻ mọi sự đầu tư cần tính đến hiệu quả tại thời điểm hiện tại ... Nhưng tương lai của năng lượng lại là chuyện khác và các hệ thống khác không mô tả ở đây (bộ điều chỉnh điện áp xoay chiều, bộ nghịch lưu cao tần) sẽ đáp ứng tốt trong các điều kiện này.

14.4 Bài toán

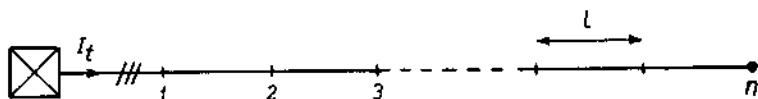
Một con đường được chiếu sáng bằng 24 nguồn sáng cách nhau $l = 30$ m, mỗi nguồn sáng tiêu thụ 270 W (đèn natri 250 W + chấn lưu) với $\cos\varphi = 0,8$.

Nguồn cung cấp ba pha hình sao 220/380 V từ một trạm cách nguồn sáng đầu tiên 30 m.

1. Dòng điện pha đầu đường dây I_1 bằng bao nhiêu ?
2. Sụt áp cực đại là 6,6 V trên một đèn (3% điện áp định mức), tiết diện dây dẫn đồng bằng bao nhiêu ?

Chọn giá trị nào trong các tiết diện tiêu chuẩn ?

4 - 6 - 10 - 16 - 25 - 35 - 50 mm²



Hình 14.9

3. Ta quyết định cung cấp n_1 bóng đèn đầu tiên bằng dây có tiết diện $S_1 = 16 \text{ mm}^2$ và số đèn sau n_2 với tiết diện $S_2 = 10 \text{ mm}^2$, $n_1 + n_2 = 24$

Xác định mối liên hệ giữa n_1 và n_2 coi sụt áp lớn nhất trên mỗi đèn là 6,6 V. Tính n_1 và n_2 .

4. Hai pha phân tách từ đầu trạm. Dòng điện trở về trong dây trung tính bằng bao nhiêu ?

Điện áp gần đúng trên đèn ở xa nhất bằng bao nhiêu ?

Dòng điện trong dây trung tính bằng bao nhiêu nếu chỉ có một pha ngắt ra ?

Giải pháp đề nghị :

1) Dòng điện pha ở đầu đường dây là

$$I_1 = \sum \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{24 \cdot 270}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 12,3 \text{ A}$$

2) Ở ba pha $\Delta U = \sqrt{3} \cdot 6,6 = \sqrt{3} \frac{\rho}{S} I_2 \frac{nl}{2}$ vì ở đây đường dây có chiều dài tổng là nl .

$$\text{Với } \rho = 22 \text{ } \Omega/\text{km}/\text{mm}^2 \quad S \geq \frac{22 \cdot 12,3 \cdot 24 \cdot 0,03}{6,6 \cdot 2}$$

có $S \geq 14,76 \text{ mm}^2$ do đó chọn $s = 16 \text{ mm}^2$

3) Ở đầu đoạn thứ hai của dòng điện pha $= \frac{n_2 \cdot 270}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 0,512 n_2$

$$\text{Sụt áp trong đoạn này là } \Delta U_2 = \sqrt{3} \cdot \frac{\rho}{S_2} \cdot \frac{n_2 l}{2} \cdot 0,512 n_2$$

Trong đoạn đầu có dòng điện $0,512 \cdot n_2$ đi qua và dòng điện ở đầu đoạn thứ nhất $0,512 \cdot n_1$ cung cấp cho n_1 đèn đầu tiên

$$\Delta U_1 = \sqrt{3} \frac{l}{S_1} (0,512 \cdot n_2 \cdot n_1 l + 0,512 n_1 \frac{n_1 l}{2})$$

$$\Delta U = \Delta U_1 + \Delta U_2$$

$$\text{Do đó } \Delta U = \sqrt{3} \rho l 0,512 \left(\frac{n_2^2}{2s_2} + \frac{n_1^2}{2s_1} \cdot \frac{n_1 n_2}{s_1} \right)$$

dẫn đến phương trình

$$19,53 = \left(\frac{n_2^2}{20} + \frac{n_1^2}{32} \cdot \frac{n_1 n_2}{18} \right) \quad (1)$$

$$\text{Tính đến } n_1 + n_2 = 24 \quad (2)$$

Giải hệ phương trình này suy ra : $0,01875n_1^2 - 0,9n_1 + 9,27 = 0$

chỉ có một nghiệm chấp nhận được là $n_1 = 15$, tức là $n_2 = 9$

4. Nếu 2 pha phân cách từ đầu trạm dòng điện trung tính bằng $I_t = 12,3 \text{ A}$

Cần lưu ý rằng khi đó sụt áp tăng gấp đôi

$$U_{\text{lớn nhất}} = 220 - 2 \cdot 6,6 = 207 \text{ V}$$

Nếu chỉ có một pha ngắt dòng điện trong dây trung tính chính là tổng của hai dòng điện giống nhau lệch pha 120° , do đó có cùng giá trị $I_n = 12,3 \text{ A}$.

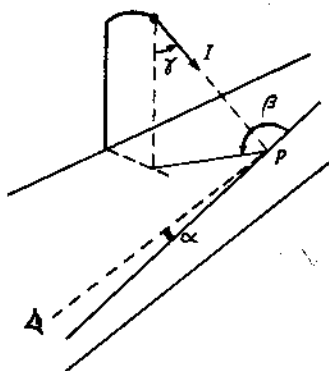
15 PHƯƠNG PHÁP ĐỘ CHÓI ĐIỂM

Yêu cầu khả năng nhìn rõ cho thấy nếu chỉ tính đến các độ rọi ngang là không đủ trong việc chiếu sáng công cộng.

Các nghiên cứu thực nghiệm trên mô hình và tiến hành "tại chỗ" đã dẫn đến việc lấy một hình hộp màu xám mỗi cạnh 20 cm tạo nên độ tương phản 0,2 so với độ chói của mặt đường như tiêu chuẩn khả năng nhìn thấy một chướng ngại tiêu chuẩn.

15.1 Độ chói của đường

Lớp phủ mặt đường không phản xạ ánh sáng theo chiều vuông góc ($L = \rho E/\pi$) với L không đổi.



Hình 15.1

Ở một điểm P bất kỳ (hình 15.1) hệ số phản xạ phụ thuộc vào các thông số góc :

γ - góc tia tới

β - góc lệch của hình chiếu của đèn trên mặt đường với phương quan sát

α - góc quan sát nhìn thấy điểm P .

Điều này do mặt đường không phản xạ ánh sáng theo cách

khuếch tán hoặc phản xạ đều mà hệ số phản xạ của nó phụ thuộc người quan sát.

Do đó độ chói liên hệ với độ rọi bằng hệ số chói $q(\alpha, \beta, \gamma)$ sao cho $L = q.E$.

Trong thực tế góc α gần bằng 1° đối với người lái nhìn mặt đường, q chỉ còn phụ thuộc vào β và γ . Đối với một đèn có chiều cao h phát cường độ sáng I về điểm P :

$$L = q(\beta, \gamma) \cdot \frac{I}{h^2} \cos^3 \gamma = R_{(\beta, \gamma)} \frac{I}{h^2}$$

Hệ số $R(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma$ gọi là hệ số độ chói quy đổi và có ưu điểm là phối hợp với các giá trị q lớn với các giá trị $\cos^3 \gamma$ nhỏ và ngược lại.

Người ta tìm được $R(\beta, \gamma)$ bằng thực nghiệm đối với các lớp phủ mặt đường khác nhau khi thay đổi vị trí tương đối của nguồn phát có cường độ sáng I đối với một mẫu quan sát cố định.

Các giá trị R được cho trong các bảng theo β và γ .

15.2 Phân loại các lớp phủ mặt đường

Không có mối quan hệ rõ ràng giữa hai loại chất phủ mặt đường và các đặc tính quang học của nó. Sự đa dạng của các hạt, chất kết bám và các phương pháp thi công đường làm thay đổi tính chất phản xạ của mặt đường. Sự mài mòn do xe cộ qua lại và các điều kiện khí quyển cũng có tác động đến tính chất phản xạ của mặt đường.

Để tiêu chuẩn hoá, CIE đã xác định 4 loại lớp phủ mặt đường ký hiệu từ R_1 đến R_4 theo các hệ số sau đây :

- Hệ số nhìn rõ Q_0

Đó là giá trị trung bình của hệ số độ chói q

$$Q_0 = \frac{\int q \cdot d\Omega}{\int d\Omega} \quad \text{tích phân trong khoảng tất cả các bán cầu trên}$$

Q_0 đặc trưng cho khả năng phản chiếu trung bình và thường dao động từ 0,05(tối) đến 0,11 (sáng)

- Các hệ số sử dụng S_1 và S_2

$$S_1 = \frac{R(0,2)}{R(0,0)} \quad \text{với } R(\beta, \text{tgy}) \text{ ở đây } \beta = 0 \text{ và } \text{tgy} = 0 \text{ hoặc } 2$$

S_1 càng lớn khi mặt đường càng sáng.

Ta lưu ý rằng hệ số này phải bằng 0,09 đối với lớp phủ theo định luật Lambert.

$$S_2 = \frac{Q_0}{R(0,0)} \quad \text{chỉ dùng để xác định } S_1$$

Việc phân loại tiến hành với các lớp phủ khô và đã làm việc nhiều tháng, chủ yếu dựa trên S_1

Cấp	S_1	S_1 điển hình	Q_0 điển hình
R_1	< 0,45	0,25	0,10
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

Ứng với các lớp phủ sau đây :

R_1 bitum có dưới 15% vật liệu nhân tạo màu sáng hoặc 30% đá rất sáng.

Các viên sỏi đa số màu trắng hoặc 100% đá màu rất sáng.

Bê tông xi măng.

R_2 bitum có từ 10 đến 15% chất màu trắng nhân tạo. Bitum có nhiều hạt kích thước lớn hơn 10 mm.

Nhựa đường đổ sau khi thi công, ở trạng thái mới.

R_3 bitum nguội có các hạt dưới 10 mm nhưng có kết cấu chắc

R_4 Đổ nhựa đường sau nhiều tháng sử dụng.

Các độ rọi quy đổi $R(\beta, t_{g\gamma})$ được cho cuối chương theo tỷ số khoảng 10^4

Ví dụ 655 đọc là $\rightarrow R = 0,0655$.

15.3 Tính toán độ chói

Đoạn đường chọn là một hình chữ nhật giữa hai cột đèn liên tiếp cột đầu cách người quan sát 60 m.

Đoạn đường có thể nằm bên phải hoặc bên trái ở một phần tư chiều rộng đường và quan sát một loạt điểm theo mắt lưới.

- 2 điểm trên đường theo trục ngang
- 3,6 hoặc 9 điểm theo trục dọc tùy theo các cột đèn cách nhau dưới 18, 36 hoặc 54 m

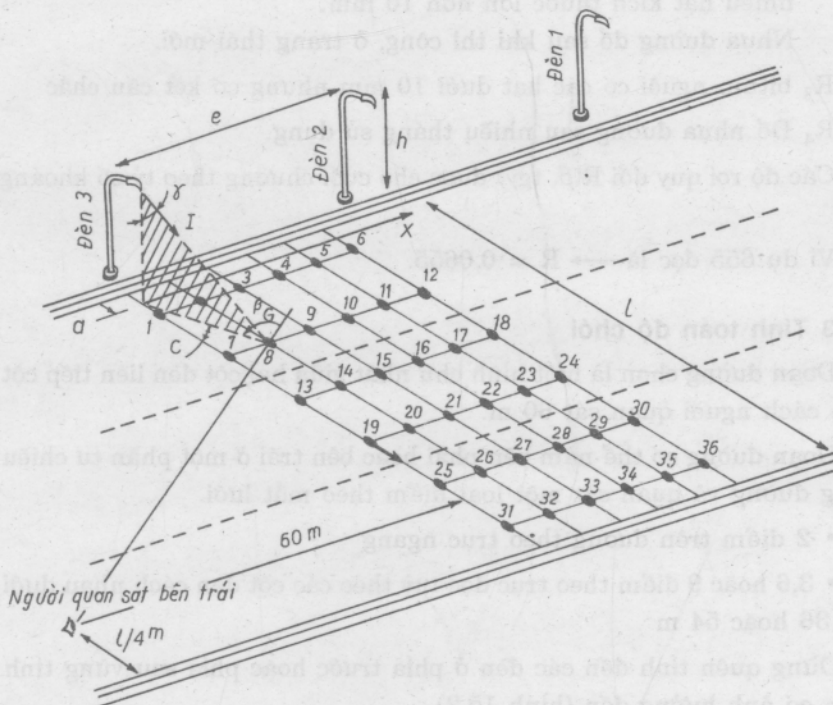
Đừng quên tính đến các đèn ở phía trước hoặc phía sau vùng tính toán có ảnh hưởng đến (hình 15.2)

Các dữ liệu cần thiết cho việc tính toán là :

- Các đặc điểm hình học của bố trí đèn.
- Các đặc tính quang học của lớp phủ mặt đường $R(\beta, t_{g\gamma})$ đối với các loại từ R_1 đến R_4 .
- Các đặc tính quang học của bộ đèn : các chỉ số phản xạ do nhà chế tạo cho dưới dạng bảng $I(C, \gamma)$ và công suất của đèn.

- Mạng lưới các điểm tính toán.

Một chương trình máy tính như "Roadstar"⁽¹⁾ tính toán các độ rọi điểm và độ chói đối với người quan sát bên phải và bên trái rồi tính các giá trị trung bình cũng như độ đồng đều chung của độ chói $U_0 = L_{\min}/L_{\text{trung bình}}$ (tất cả các điểm xét đến) và độ đồng đều dọc $U_1 = L_{\min}/L_{\max}$ theo từng làn đường lấy giá trị nhỏ nhất.



Hình 15.2

Để làm ví dụ, đưa ra các kết quả đối với đèn hiện đại có chiếu sáng tăng cường, bảng đặc tính quang học không nêu ra ở đây, trong trường hợp bố trí đèn một phía và hai phía so le với cùng các số liệu khác như :

(1) Roadstar là chương trình tính toán chiếu sáng cho các tuyến đường công cộng do I.U.T Bethume công bố và sử dụng.

Bố trí một phía

Độ rọi (lx)					
18.42	12.01	8.71	8.43	8.71	12.01
26.89	18.30*	13.80	12.70	13.80	18.30
22.11	16.59	14.37	13.54	14.37	16.59
11.32	10.24	9.87	9.91	9.91	10.24
6.04	5.87	5.59	5.54	5.54	5.87
3.96	3.82	3.53	3.22	3.22	3.82

Chiều rộng l	: 15.00 m
Chiều cao h	: 10.00 m
Khoảng cách e	: 32.00 m
Lớp phủ R	: 1
Số làn xe	: 3
Độ nhô ra	: 0.50 m
Công suất đèn	: 10.00 Klm

Độ rọi	: 10.77 Lx
Độ chói phải - d	: 109 cd/m ²
Độ chói trái - g	: 116 cd/m ²

Độ chói bên phải cd/m²

1.32	1.20	1.06	1.13	1.11	1.26
2.10	1.76	1.57	1.59	1.57	1.79
1.09	1.56	1.47	1.52	1.49	1.54
1.05	0.99	1.01	1.07	1.03	0.99
0.61	0.60	0.59	0.62	0.61	0.61
0.40	0.39	0.36	0.39	0.40	0.41

Chiều rộng l	: 15.00 m
Chiều cao h	: 10.00 m
Khoảng cách e	: 32.00 m
Lớp phủ R	: 1
Số làn xe	: 3
Độ nhô ra	: 0.50 m
Công suất đèn	: 10.00 Klm

Độ rọi	: 10.77 Lx
Độ chói phải - d	: 109 cd/m ²
Độ chói trái - g	: 116 cd/m ²

Độ đồng đều dọc	: 0.70
Độ lóa mắt dọc	: 0.33

Độ chói bên trái cd/m²

1.37	1.27	1.12	1.14	1.07	1.20
2.31	1.87	1.70	1.69	1.66	1.81
2.08	1.72	1.65	1.67	1.64	1.72
1.15	1.08	1.11	1.14	1.08	1.04
0.64	0.62	0.62	0.64	0.61	0.61
0.42	0.42	0.40	0.39	0.36	0.39

Chiều rộng l	: 15.00 m
Chiều cao h	: 10.00 m
Khoảng cách e	: 32.00 m
Lớp phủ R	: 1
Số làn xe	: 3
Độ nhô ra	: 0.50 m
Công suất đèn	: 10.00 Klm

Độ rọi	: 10.77 Lx
Độ chói phải - d	: 109 cd/m ²
Độ chói trái - g	: 116 cd/m ²

Độ đồng đều dọc	: 0.68
Độ lóa mắt dọc	: 0.31

Hai bên so le			Độ rọi (lx)		
19.24	11.56	7.48	5.82	4.76	4.38
25.60	17.84	12.47	9.12	6.92	6.34
21.07	16.39	13.76	11.73	10.58	10.44
11.56	10.44	10.50	11.72	13.76	16.39
6.33	6.34	6.92	9.12	12.47	17.84
4.14	4.28	4.76	5.82	7.48	11.56

Chiều rộng l	: 15.00 m
Chiều cao h	: 10.00 m
Khoảng cách e	: 32.00 m
Lớp phủ R	: 1
Số làn xe	: 3
Độ nhô ra	: 0.50 m
Công suất đèn	: 10.00 Klm
Độ rọi	: 10.77 Lx
Độ chói phải - d	: 1.12 cd/m ²
Độ chói trái - g	: 1.12 cd/m ²

Độ chói bên phải cd/m ²					
0.98	0.80	0.80	0.76	0.70	0.64
155	132	117	0.98	0.90	0.87
152	141	135	131	114	1.31
119	121	134	140	149	0.84
0.96	0.90	1.07	0.24	0.52	2.01
0.61	0.63	0.73	0.76	0.99	1.35

Chiều rộng l	: 15.00 m
Chiều cao h	: 10.00 m
Khoảng cách e	: 32.00 m
Lớp phủ R	: 1
Số làn xe	: 3
Độ nhô ra	: 0.50 m
Công suất đèn	: 10.00 Klm
Độ rọi	: 10.77 Lx
Độ chói phải - d	: 1.09 cd/m ²

Độ đồng đều dọc:	0.43
Độ lóa mắt dọc :	0.54

Độ rọi bên trái cd/m ²					
135	0.99	0.76	0.73	0.63	1.61
2.01	150	124	107	0.90	1.86
184	149	140	134	121	1.19
121	114	121	135	141	1.52
0.87	0.90	0.98	0.17	0.32	0.55
0.64	0.70	0.76	0.80	0.80	0.98

Chiều rộng l	: 15.00 m
Chiều cao h	: 10.00 m
Khoảng cách e	: 32.00 m
Lớp phủ R	: 1
Số làn xe	: 3
Độ nhô ra	: 0.50 m
Công suất đèn	: 10.00 Klm
Độ rọi	: 10.77 Lx
Độ chói trái - g	: 1.12 cd/m ²

Độ đồng đều dọc:	0.42
Độ lóa mắt dọc :	0.57

Các giá trị $q \cos^3 \gamma \times 10^4$

206

0° 19'	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
0	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	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	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411	411
0.5	411	411	411	411	411	403	384	379	370	346	325	303	281	268	246	224	202	180	158	136	114	92	70	48	26	4	-18	-40	-62	-84	-106	-128	-150	-172	-194	-216	-238	-260
0.75	379	379	379	368	357	346	326	303	281	260	238	216	195	173	152	130	108	86	64	42	20	-2	-24	-46	-68	-90	-112	-134	-156	-178	-200	-222	-244	-266	-288	-310	-332	
1	335	335	335	335	292	291	260	238	216	195	173	152	130	108	86	64	42	20	-2	-24	-46	-68	-90	-112	-134	-156	-178	-200	-222	-244	-266	-288	-310	-332	-354	-376	-398	
1.25	303	303	292	271	238	206	184	152	130	108	86	64	42	20	-2	-24	-46	-68	-90	-112	-134	-156	-178	-200	-222	-244	-266	-288	-310	-332	-354	-376	-398	-420	-442	-464		
1.5	271	271	260	227	179	152	141	119	108	93	80	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	76	
1.75	249	238	227	195	152	124	106	91	78	67	51	52	54	58	63	67	69	71	73	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74	
2	227	216	195	152	117	95	80	67	61	52	45	40	41	45	49	52	54	56	57	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	
2.5	195	190	146	110	74	58	48	40	35	30	27	24	26	28	30	33	35	38	40	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	
3	160	155	115	67	43	33	26	21	18	17	16	16	17	17	18	21	22	24	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
3.5	146	131	87	41	25	18	15	13	12	11	11	11	11	11	11	12	14	15	17	18	21	22	24	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
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	14	15	17	18	21	22	24	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
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	15	17	18	21	22	24	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	
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	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	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	1.3	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																																	

Mặt đường kiểu R₂
Q₀ = 0.07 ; S₁ = 0.58 ; S₂ = 18

Mặt đường kiểu R_2
 $Q_0 = 0.07$; $S_1 = 0.58$; $S_2 = 18$

Các giá trị $q \cos^3 \gamma \times 10^4$

0° 19'	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180					
0	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	294	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	317	312	308	308	303	303	308	308	308	308	303	298	294	280	276	262	235	217	204	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199	199
0.5	344	344	339	339	328	328	326	317	308	298	289	276	262	244	222	204	181	158	140	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
0.75	357	353	353	339	321	303	285	267	244	222	204	181	158	140	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	
1	362	362	352	326	276	249	226	204	181	158	140	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
1.25	357	357	348	328	298	244	208	176	154	136	118	104	83	73	70	71	74	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
1.5	353	348	326	267	217	176	145	117	100	86	78	72	60	57	58	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
1.75	339	335	303	231	172	127	104	89	79	70	62	51	45	44	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46	45	46		
2	326	321	280	190	136	100	82	71	62	54	48	39	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34		
2.5	289	280	222	127	86	65	54	44	38	34	25	23	20	18	15	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
3	253	235	163	85	53	38	31	25	23	20	16	14	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
3.5	217	194	122	60	35	25	22	19	16	14	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
4	190	163	90	43	26	20	16	14	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
4.5	163	136	73	31	20	15	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
5	145	109	60	24	16	12	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
5.5	127	94	47	18	14	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
6	113	77	36	15	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
6.5	104	68	30	11	8	3	6	4	5	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7	95	60	24	8	5	6	5	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
7.5	87	53	21	7	5	3	4	4	3	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
8	83	47	17	6	4	4	3	6	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
8.5	78	42	15	5	2	3	3	1	2	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3					

Mặt đường kiểu R₃
Q₀ = 0,07 ; S₁ = 1,11 ; S₂ = 2,38

Các giá trị $q \cos^3 \gamma \times 10^4$

γ°	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
0,25	297	317	317	317	317	310	304	290	284	277	271	244	231	224	224	218	218	211	211	211
0,5	330	343	343	343	330	310	297	284	277	264	251	218	198	185	178	172	172	165	165	165
0,75	376	383	370	350	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	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	63	65	66	67	68
1,5	409	396	356	284	218	172	139	115	100	88	79	61	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	38	40	41	42	45
2	409	383	317	224	178	139	108	88	75	66	59	44	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	21	22	24	25	26
3	370	304	211	95	63	44	30	25	21	17	16	13	12	12	13	13	15	16	17	19
3,5	343	271	155	63	40	26	19	15	13	12	11	9,8	9,1	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	7,5	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	6,1	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	5,1	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	4,2										
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															

Mặt đường kiểu R_4
 $Q_0 = 0,08$; $S_1 = 1,58$; $S_2 = 3,03$

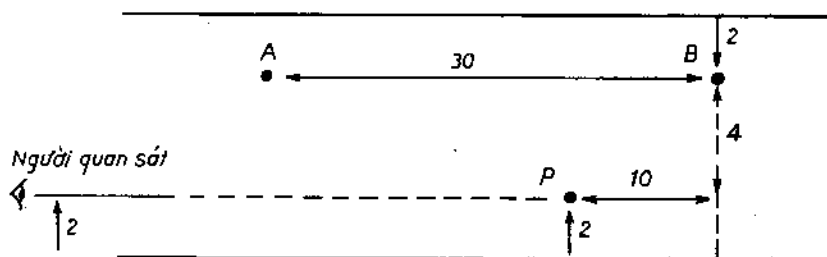
- độ rọi trung bình giống nhau
- khi bố trí một phía độ rọi không giống nhau tùy theo vị trí của người quan sát.
- Độ đồng đều chung là tốt nhất trong trường hợp đèn hai bên so le.

15.4 Bài tập

Một đường bố trí đèn một bên có các đặc tính như sau:

Chiều rộng đường $l = 8\text{m}$, chiều cao treo đèn $h = 10\text{m}$, khoảng cách hai đèn $e = 30\text{m}$, đèn nhô ra $a = 2\text{m}$.

Các đèn đặt đứng có chỉ số phát xạ $I(\gamma) = 300.\cos^2\gamma$ (nguồn 1000lm), đặt bóng đèn natri HP 250W - 25000lm.



Hình 15.3

- Đối với đèn B cho độ rọi ở điểm P (xem hình 15.3) cũng như độ chói mà người quan sát ở phía đối diện cách đèn B 100m và cách mép đường 2m.
- Cũng vậy nếu đèn A bật sáng (chỉ nội suy khi cần).
- Tìm độ rọi và độ chói ở P đối với người quan sát khi A và B bật sáng.

Trả lời:

- Đối với đèn B tạo ở P góc bằng $47^{\circ}1$, cường độ $I_{(BP)} = 6945 \text{ cd}$
 $E = 21,9 \text{ lux}$

Người quan sát không ở vị trí thẳng hàng $\beta = 21,8^{\circ}$. Nội suy kép trong bảng R_4 cho $q \cos \gamma^3 \cdot 10^4 = 227$ và độ chói bằng $1,58 \text{ cd/m}^2$

- Đối với đèn A, $\gamma = 63,9^{\circ}$, $I_{(AP)} = 2907 \text{ cd}$, $E = 2,5 \text{ lux}$
 $\beta = 168,7^{\circ}$ và hệ số rọi giảm $34 \cdot 10^{-4}$.

Độ rọi ở P là $0,1 \text{ cd/m}^2$.

Khi 2 đèn đều sáng $L = 1,68 \text{ cd/m}^2$ và $E = 24,4 \text{ lux}$.

16. CHIẾU SÁNG CÁC CÔNG TRÌNH THỂ THAO NGOÀI TRỜI

16.1 Đặc điểm các thiết bị chiếu sáng công trình thể thao ngoài trời.

Việc chiếu sáng các sân thể thao cho phép tăng đáng kể khả năng sử dụng và không thể nghĩ đến việc thực hiện các công trình mới mà không nghiên cứu cẩn thận hệ thống chiếu sáng cho chúng.

Tiếc rằng việc nghiên cứu này tốn kém hơn nhiều so với trường hợp chiếu sáng các không gian kín hoặc chiếu sáng đường xá, các yêu cầu thường rất nhiều :

- Để có độ rọi trung bình theo phương ngang trên sân cần phải phối hợp nghiên cứu sự đồng đều của độ rọi tương đối cao, được xác định như tỷ số giữa độ rọi nhỏ nhất và độ rọi trung bình

Độ rọi trung bình trong mọi trường hợp không được dưới 100 lux .

- Khái niệm độ rọi thẳng đứng trở nên chiếm ưu thế để đảm bảo nhìn rõ quả bóng trong không gian hoặc quay camera trong trường hợp tường thuật truyền hình tại chỗ. Chiều cao của đèn bị giới hạn đảm bảo nhìn rõ từ xa trong khi đó các hoạt động diễn kinh, quần vợt cần xác định độ rọi theo phương thẳng đứng cách mặt đất 1 m đối với vị trí người quan sát.

- Các điều kiện tiện nghi cần tạo nên theo quan điểm của các cầu thủ và khán giả phải hạn chế hiện tượng loá mắt, đảm bảo quan sát dễ dàng qua bóng một cách nhanh chóng cũng như đảm bảo độ tương phản thoả mãn cho các cầu thủ và các giám biên trên sân. Các điều kiện này đối với cầu thủ càng khó thoả mãn khi không tồn tại trục định hướng ưu tiên của môn chơi (ví dụ môn bóng rổ).

Các thông số khác tác động đến việc nghiên cứu chiếu sáng một tổ hợp sân bãi như sự chiếu sáng các bậc, màu sắc nguồn sáng, các quy chuẩn khác nhau của các liên đoàn thể thao tùy theo môn thể thao và mức độ được áp dụng.

Ta có thể tìm thấy các phân tử tính toán trong "Các yêu cầu đối với việc chiếu sáng các công trình thể thao" do A.F.E soạn thảo.

Lưu ý rằng ở đây cũng như ở các mục trước các khó khăn của việc bố trí chiếu sáng tăng theo độ rọi trung bình đòi hỏi và khi yêu cầu trên 1000 lux nên tham khảo các bố trí chiếu sáng tương tự đã có.

Tuy nhiên để làm dễ dàng cho việc thực hiện đồ án chiếu sáng thường gặp, bảng 16.1 nêu tóm tắt các tiêu chuẩn chung dành cho cách bố trí đối xứng đối diện nhau. Các cột nằm song song theo chiều dài của sân bãi.

Bảng 16.1

Môn thể thao	Độ rọi khi làm việc (lux)	Độ đồng đều tối thiểu	Số cột	Chiều cao tối thiểu (m)	Khoảng cách tối thiểu của các cột đối với sân
đá bóng	100 (tập luyện)	0,5	8	16	5
(bóng bầu dục)	200/600 (thi đấu)	0,7	6	18	đến 10
	800 (T.V màu)	0,7	4	20	
bóng chuyền	150 (tập luyện)		4		
bóng rổ	300/600 (thi đấu)	0,7	hoặc 6	9	3
bóng ném					
	300 (tập luyện)				
quần vợt	600 (thi đấu)	0,7	4 hoặc 6	9	3
đường chạy điền kinh	$\geq 0,5 E$ sân bãi	0,6		13	

Khi tiếp nhận thiết bị chiếu sáng trước tiên cần kiểm tra độ rọi trung bình nhờ luxơ kế hiệu chỉnh cosin (ví dụ quả cầu tích phân) lấy độ rọi nằm ngang ở các điểm xác định khác nhau trên sân.

Các điểm này được định vị khác nhau tùy theo môn thể thao và dao động từ 10 đến 25.

Tuy nhiên người ta tạo nên kỹ thuật đo chính xác hơn với 25 điểm (5 x 5), vì từ nay tính toán thực hiện trên máy tính cho phép các kỹ thuật viên xác định trước một cách dễ dàng các độ rọi của tập hợp các điểm có mặt lưới hình chữ nhật.

16.2 Chiếu sáng bằng đèn pha

Việc sử dụng đèn pha có quang thông tương đối tập trung là giải pháp thực tế duy nhất để chiếu sáng mức cao có ít cột cách nhau xa.⁽¹⁾

Chùm tia sáng được đặc trưng bằng chỉ số phát có các mặt đối xứng là các mặt của đèn chiếu sáng và giao tuyến xác định trục quang của bộ đèn, tất nhiên trục này cũng là trục khai triển đối với các đèn chiếu sáng cùng loại.

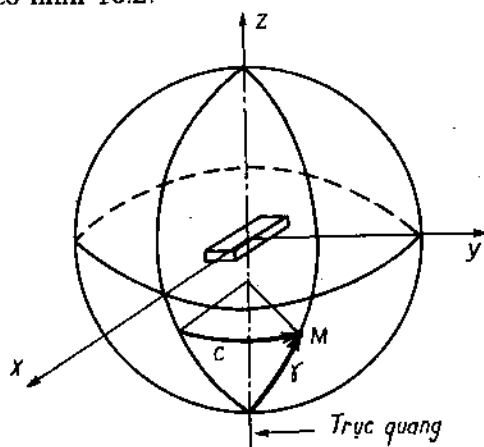
Khi nghiên cứu chiếu sáng trong nhà, trục quang của các bộ đèn vuông góc với mặt đất và mọi điểm trong không gian được đánh dấu bằng góc dư vĩ hoặc giữa góc dư vĩ và kinh tuyến (đèn có hai mặt đối xứng), theo biểu diễn của hình 16.1 : hệ thống C_γ.

Trong trường hợp đèn pha, trục quang của đèn làm với pháp tuyến của mặt đất góc tới hoặc "góc nhìn" ký hiệu là V, tuy nhiên góc này không được quá 65°.

Do vậy độ rọi của mặt đất sẽ phụ thuộc vào chỉ số phát của đèn pha và góc nhìn. Bằng cách tiến hành việc hiệu chỉnh lần đầu tiên tỷ lệ với quang thông thực tế cũng như lần hiệu chỉnh thứ hai tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách. Lấy hệ tọa độ oxzy gắn liền với sân, các cường độ sáng do đèn phát ra xung quanh trục quang và với một nguồn

(1) Nội dung của chương này cũng đáp ứng được cho các sân có mái che rộng : gara ô tô, nhà ga, chỗ đổi đường...) cũng như đối với việc chiếu sáng công viên và các sân thể thao.

sáng 1000 lm được cho theo các phương khác nhau biểu diễn trong hệ toạ độ B, β , trong đó β là góc dư vĩ và B là độ kinh được đánh dấu bằng mặt phẳng kinh tuyến chứa trục quang và trục các cực hoặc chiều dọc của đèn pha theo hình 16.2.



Hình 16.1

Đối với điểm P có các toạ độ X, Y , chiều cao đèn Z và góc nhìn V , độ rọi nằm ngang ở điểm P phụ thuộc vào :

d : khoảng cách từ P đến đèn $d = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$

α : góc pháp tuyến ở điểm P với phương của cường độ sáng phát về điểm P

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{\sqrt{X^2 + Y^2}}{d} \right)$$

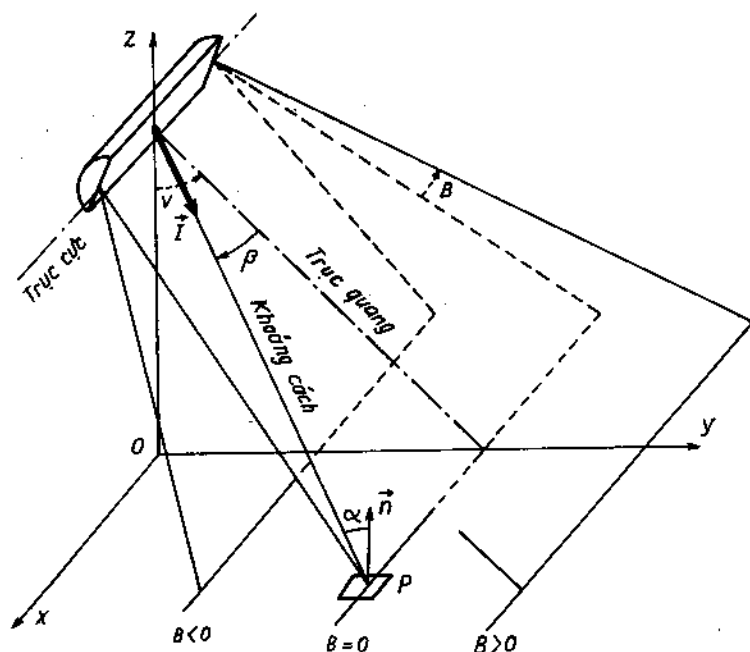
β : góc dư vĩ đối với điểm P :

$$\beta = \text{Artg} \frac{|X|}{\sqrt{Y^2 + Z^2}} \quad (1)$$

(1) Các đèn pha luôn chấp nhận sự phân bố đối xứng của cường độ theo các giá trị β là một đường cong trục quang trong mặt phẳng theo chiều dọc (nét liền) đối xứng với $B = 0$. Đối với phân bố ngang (đường cong ánh sáng nét đứt) điều đó không phải luôn luôn như vậy, ở đây cần phải phân biệt các cường độ sáng phát ra khi $B > 0$ hoặc $B < 0$.

B : độ kinh với điểm P

$$B = \text{Artg} \left(\frac{Y}{Z} \right) \cdot V.$$



Hình 16.2

Các giá trị B và β đã được xác định ta tìm cường độ sáng I phát về điểm P bằng cách thực hiện nội suy tuyến tính kép theo bảng của nhà chế tạo. Tính toán này càng quan trọng khi chùm tia càng tập trung.

Do đó độ rọi nằm ngang ở điểm P, đối với nguồn sáng 1000 lm là :

$$E_{(X,Y)} = \frac{I}{d^2} \cdot \cos \alpha$$

Tính toán độ rọi thẳng đứng trên một nguyên tố diện tích có độ cao h' so với mặt đất được tiến hành tương tự khi coi rằng độ cao $Z' = Z$:

$$Z' = Z - h'$$

Ta lưu ý rằng điều quan trọng là tìm phương pháp tuyến với mặt và

thường chọn theo các điểm của sân bãi.

Do vậy độ rọi thẳng đứng ở điểm P là :

. Trên mặt nhỏ có pháp tuyến $\vec{n}_x$ hướng về các âm (hình 16.3)

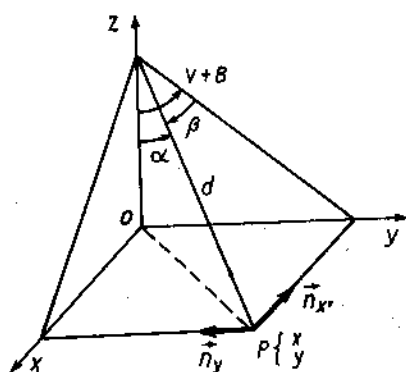
$$E_{Vx} = \frac{I}{d^2} \cdot \frac{X}{d} = E_h \cdot \frac{X}{Z}$$

ở đây E_h là độ rọi nằm ngang ở điểm P.

. Trên mặt có pháp tuyến

$$E_{Vy} = \frac{I}{d^2} \cdot \frac{Y}{d} = E_h \cdot \frac{Y}{Z}$$

Từ các biểu thức đã xác định suy ra $E_{Vx}^2 + E_{Vy}^2 = E_h^2 \cdot \tan^2 \alpha$



Hình 16.3

. Cuối cùng nếu pháp tuyến đối với mặt này theo hướng chân cột đèn (hướng $\vec{OP}$), độ rọi thẳng góc là

$$E_V = \frac{I}{d^2} \cdot \sin \alpha = E_h \cdot \tan \alpha.$$

Khi tính toán ta không quên áp dụng nguyên lý xếp chồng khi kể đến tất cả các đèn pha chiếu đến mặt có liên quan.

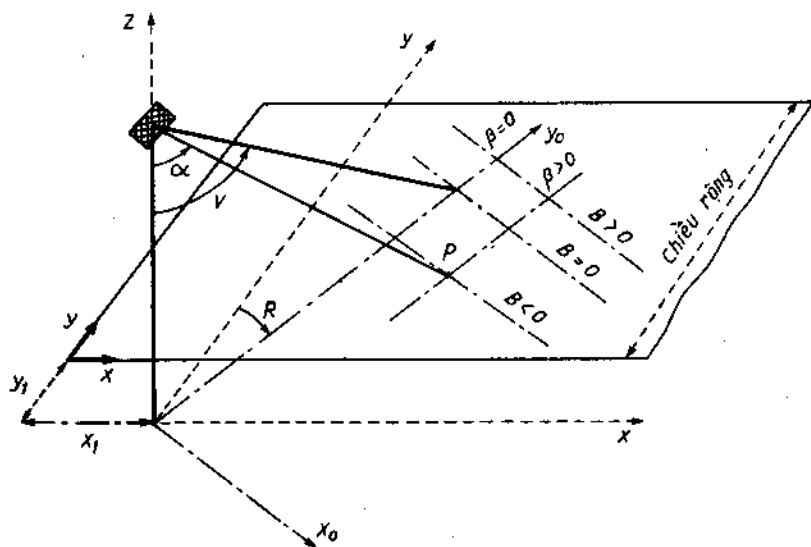
16.3 Phương pháp tính toán

Sau khi đã tham khảo chỉ dẫn của nhà chế tạo về việc lựa chọn bộ đèn cũng như loại bóng đèn cần sử dụng (đèn sợi đốt halogen, đèn phóng điện hơi thủy ngân hay natri hoặc đèn halogen kim loại) cần phải cố định khoảng cách tối biên sân cũng như hàng cột để chọn chiều cao của đèn. Trong trường hợp bố trí đối diện ta có thể dựa trên lưu đồ tính toán được biểu diễn trên bảng 16.2 đối với 4 đèn đặt đối xứng với tâm của sân bãi.

Ngoài ra cũng thường quan tâm đến việc thực hiện đèn pha quay xung quanh trục OZ để cho phép ánh sáng đều trên sân. Góc quay ký hiệu là R trên hình 16.4 là dương khi quay vào giữa sân và ta gán cho nó tam diện X_0, Y_0, Z .

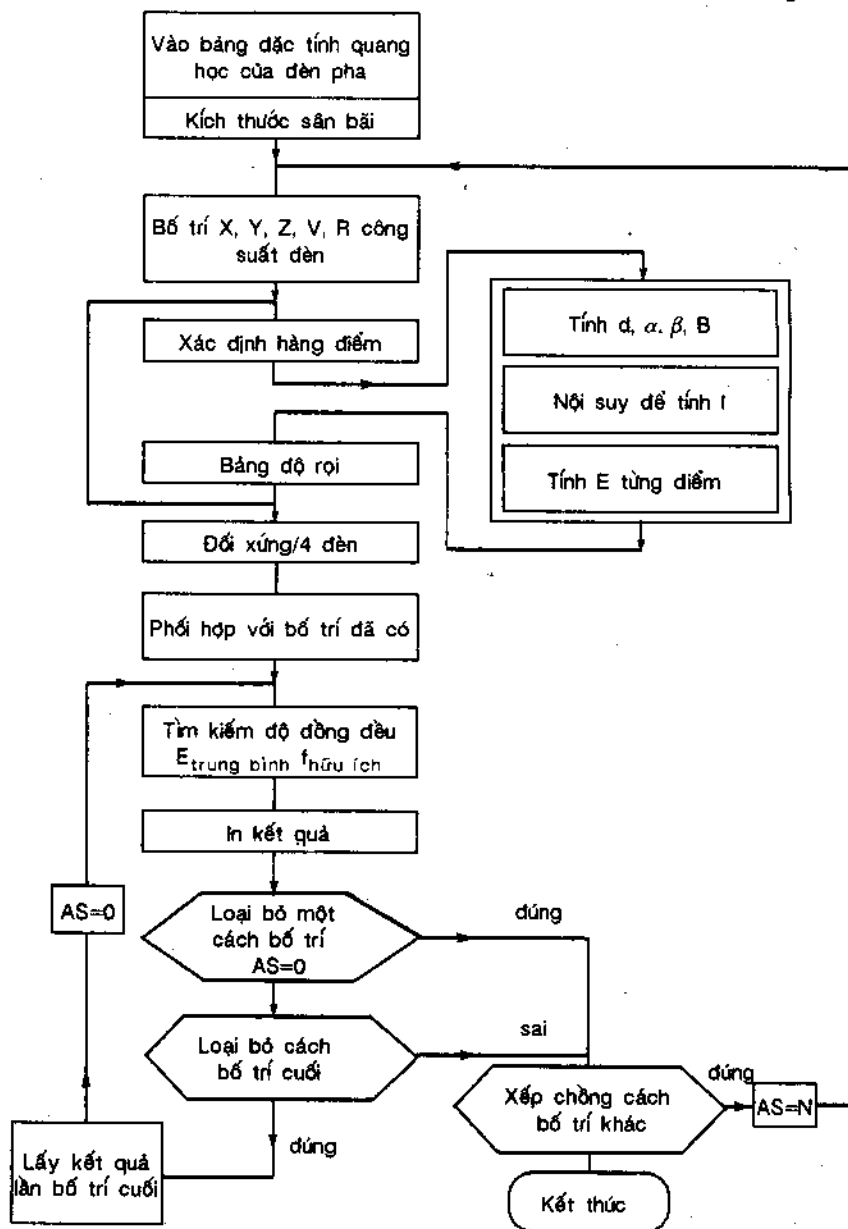
Vị trí của cột so với góc sân gần nhất được ký hiệu bằng các khoảng cách X_1 đến đường biên ngang và Y_1 đến đường biên dọc.

Hơn nữa từ độ rọi trung bình E_0 và từ hệ số đồng đều U_0 ta cũng có thể xác định hệ số sử dụng f_{ul} được xác định như tỷ số của quang thông trực tiếp nhận được ($E_0 \cdot S$) với tổng quang thông của các đèn pha.



Hình 16.4

Bảng 16.2



16.4 Thiết kế sơ bộ chiếu sáng sân bóng đá

Ta muốn chiếu sáng một sân bóng đá kích thước 105 x 65 m có độ rọi vào khoảng 100 lux bằng cách sử dụng các đèn pha có đèn iốt kim loại 2000 W - 180 Klm.

Ta chọn bộ đèn T4/EXT của hãng Mazda (phụ lục Q).

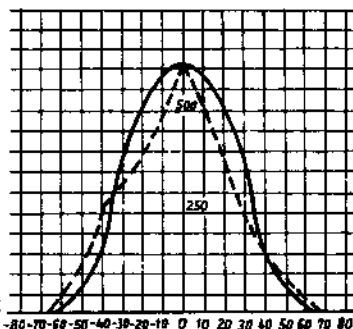
Phụ lục Q - 540 Klm/cột

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

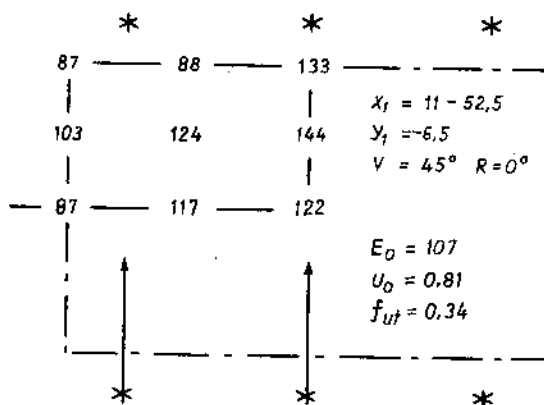
Độ mở chùm tia
 / max/2
 56
 68

Chiều
 Ngang
 dọc

/ max/10
 111
 100



giảm f_{ut} như hình 16.5.b cho thấy. Đương nhiên giải pháp này tốn kém hơn.

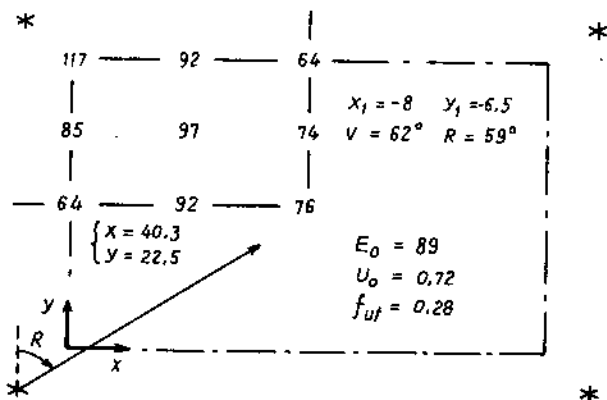


Hình 16.5.b

- 4 cột đặt ở góc có $R > 0$ - 540 kNm/cột.

Cách bố trí này có X_1 âm và góc quay $R > 0$ cần các góc nhìn lớn nhưng không được quá 65° vì lý do gây loá mắt trực tiếp. Nói chung độ cao của cột là lớn (30 đến 42 m).

Hình 16.5.c cho thấy nếu độ đồng đều được duy trì ở các giá trị chấp nhận được, độ rọi trung bình giảm đi đáng kể.



Hình 16.5.c

Nhận xét 1 : Việc lựa chọn loại đèn rất quan trọng và quyết định đến việc lựa chọn đèn chiếu. Để lựa chọn ta sẽ xét độ rọi mong muốn, hiệu quả ánh sáng của nguồn và sự quan trọng của chỉ số màu. Hiện nay các đèn iot là thích hợp hơn cả.

Nhận xét 2 : Các kết quả nêu lên ở mục này chưa phải là các phương pháp tối ưu nhưng cho phép so sánh giữa các giải pháp khác nhau.

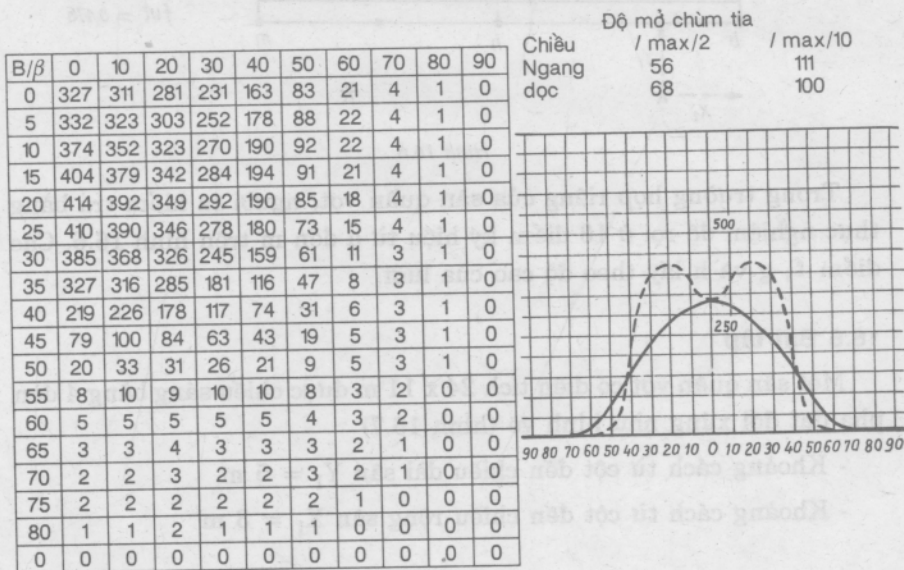
16.5 Chiếu sáng sân quần vợt

Cần chiếu sáng một sân quần vợt có diện tích sân 24 x 11 m. Ta mong muốn đạt được độ rọi ít nhất là 300 lux có chỉ số màu tốt.

Để chỉ sử dụng 4 cột ta chọn đèn pha tương đối mạnh có thể dùng đèn sợi đốt trong khí trơ 1000 W - 25000 lm hoặc một đèn iotua kim loại 400 W - 30000 lm.

Loại bộ đèn này có phân bố ánh sáng đối xứng, tham khảo trong catalô Mazda : Cormoran 400/1000 (phụ lục R). Mỗi cột có thể chịu được nhiều nhất là 4 đèn pha.

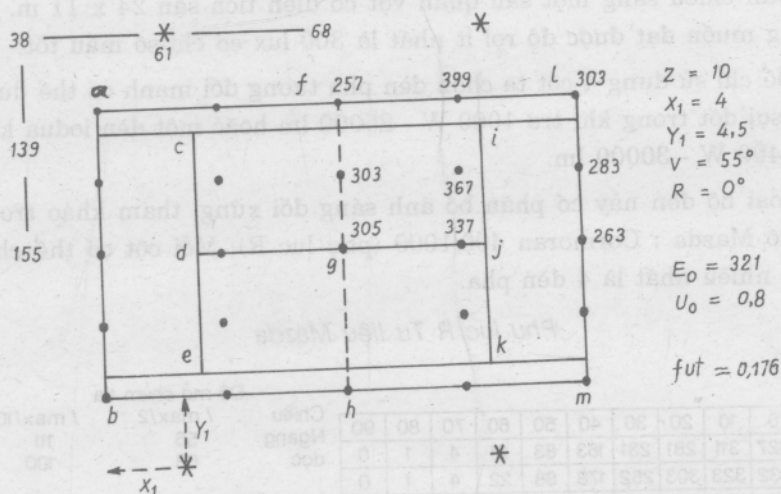
Phụ lục R Tư liệu Mazda



Để có khoảng sân trống ở biên sân, khoảng cách giữa các cột và các đường biên sẽ lấy là $Y_1 = 4,5$ m.

Trong trường hợp này cần có độ rọi lớn ngoài sân chơi và hệ số sử dụng ít khi quá 0,2, điều đó dẫn đến cần 100 klm/cột, tức là cần 4 đèn 30000 lm.

Hình 16.6 cho độ rọi ở 25 điểm cũng như độ rọi của chu vi qua chân cột và đường biên phía sau cách 4 m.



Hình 16.6

Trong trường hợp riêng của sân quần vợt, người ta kiểm tra bằng thực nghiệm độ rọi ở 13 điểm ký hiệu từ a đến m trên hình 16.6. Các điểm f, g và h lấy theo độ cao của lưới.

16.6 Bài tập

Một sân quần vợt có diện tích 24×11 m được chiếu sáng bằng 4 đèn pha đặt đối xứng như hình vẽ (hình 16.7)

- Khoảng cách từ cột đến chiều dài sân $Y_1 = 5$ m
- Khoảng cách từ cột đến chiều rộng sân $X_1 = 3$ m

- Ta chuyển từ hệ thống X_0Y_0Z sang XYZ bằng ma trận xoay :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos R & \sin R \\ -\sin R & \cos R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} \text{ tức là } X = 5,14 \text{ m}, Y = 9,66 \text{ m}$$

từ đó suy ra $x = X + X_1 = 8,14 \text{ m}$ $y = Y - Y_1 = 4,66 \text{ m}$

- Cường độ theo trục quang ở B và β bằng không nghĩa là bằng 614cd với 1 Klm,

$$\text{Độ rọi ngang tại T là } E = \frac{I}{(OS)^2} \cdot \cos^3 V = \frac{90.614}{(14)^2} \cdot (\cos 38)^3 = 138 \text{ lux}$$

- Các tọa độ của điểm M là $X = 12 - 3 = 9\text{m}$ $Y = 5,5 + 5 = 10,5\text{m}$

Ma trận quay ngược là :

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos R & -\sin R \\ \sin R & \cos R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} \text{ suy ra } X_0 = 3,02 \text{ m}, Y_0 = 13,5 \text{ m}$$

Cường độ phát hướng về M dưới

$$\text{độ kinh B là } \tan(B + V) = \frac{Y_0}{Z_{X_0}} \rightarrow B = 5,96^\circ$$

$$\text{độ dư vĩ } \tan \beta = \frac{Y_0}{\sqrt{X_0^2 + Z^2}} \rightarrow \beta = 8,83^\circ$$

Nội suy kép ngang tiếp theo là nội suy dọc (hoặc ngược lại) ta có $I = 530\text{cd}$ có giá trị thực $530.90 = 47700\text{cd}$.

- Độ rọi ở M do đèn pha tạo ra là $\frac{I}{(SM)^2} \cdot \cos \alpha = 87,6 \text{ lux}$

$$\text{vì } \alpha = [\vec{SO}, \vec{SM}], \tan \alpha = \frac{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}}{Z}, \alpha = 44,65^\circ$$

Với 4 đèn pha đối xứng $E = 4.87,6 = 350 \text{ lux}$

PHẦN THỨ NĂM

MỞ RỘNG

17. LÝ THUYẾT CHIẾU SÁNG TRONG NHÀ

Việc tính toán độ rọi trên các vách của địa điểm kín được tiến hành xuất phát từ việc bố trí hình thể, hệ số phản xạ của các tường giả thiết vuông góc nhau, và sự phân bố không gian của ánh sáng

Tính toán tiến hành theo 4 điểm :

- Tìm biểu thức toán học của đường cong ánh sáng bên trong xuất phát từ quang thông trong các vùng từ 1 đến 4.
- Tìm quang thông nhận trực tiếp trên mặt hữu ích F''_u và xác định quang thông nhận trực tiếp trên tường, cổ trần và trần.
- Xác định quan hệ quang thông - độ rọi nhờ các hệ số phản xạ, hệ số hình dáng và các hệ số trao đổi.
- Nghịch đảo biểu thức ma trận vuông hay ma trận chữ nhật để xác định và trở về độ rọi thực.

17.1 Biểu thức đường cong trắc quang bên trong

Thông thường đường cong $I(\gamma)$ được xác định bằng thực nghiệm, có thể được biểu diễn như $I(\cos\gamma)$ và thu được đa thức làm gần đúng bậc 3 (hình 17.1)

$$I = q_1 + q_2 \cdot \cos\gamma + q_3 \cos^2\gamma + q_4 \cos^3\gamma \quad (1)$$

4 hệ số được suy ra vì ta đã biết quang thông phát xạ trong 4 vùng của bán cầu dưới F'_1, F'_2, F'_3, F'_4 .

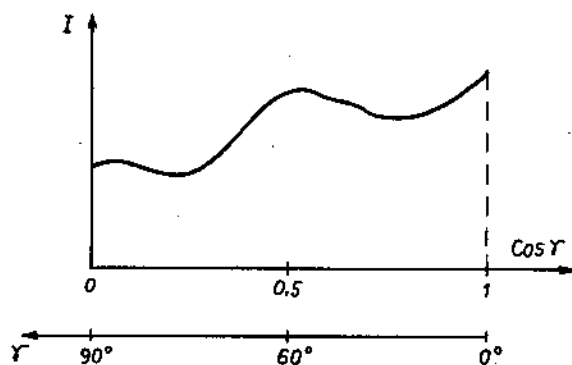
Nếu F' là quang thông phát trong hình nón góc mở là ω steradian

(hình 17.2) ta cũng có thể làm gần đúng bằng một đa thức bậc 4 :

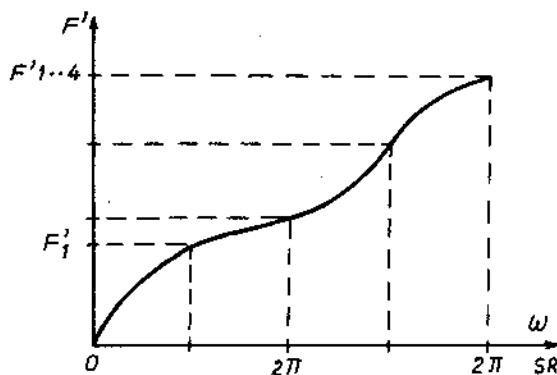
$$F' = p_1\omega + p_2\omega^2 + p_3\omega^3 + p_4\omega^4 \quad (2)$$

Lấy $\omega = \pi/2, \pi, 3\pi/2$ và 2π ta được

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F'_1 \\ F'_2 \\ F'_3 \\ F'_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi/2 & (\pi/2)^2 & (\pi/2)^3 & (\pi/2)^4 \\ \pi & \pi^2 & \pi^3 & \pi^4 \\ 3\pi/2 & (3\pi/2)^2 & (3\pi/2)^3 & (3\pi/2)^4 \\ 2\pi & (2\pi)^2 & (2\pi)^3 & (2\pi)^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{bmatrix} \quad (3)$$



Hình 17.1



Hình 17.2

Ta có thể viết $[T] \cdot [F'] = [M_1] \cdot [P]$

Theo định nghĩa $i = \frac{dF'}{d\omega} = p_1 + 2p_2\omega + 3p_3\omega^2 + 4p_4\omega^3$

và vì $\omega = 2\pi(1 - \cos\gamma)$ so sánh với (1) theo đồng nhất

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 4\pi & 12\pi^2 \\ 0 & -4\pi & -24\pi^2 \\ 0 & 0 & 12\pi^2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{bmatrix} \quad (4) \quad \text{tức là } [q] = [M_2] \cdot [p]$$

Do vậy các biểu thức (3) và (4) dẫn đến : $[q] = [M_2] \cdot [M_1]^{-1} \cdot [T] \cdot [F']$
nghĩa là $[q] = [M] \cdot [F']$ (5)

$$\text{với} \quad [M] = \frac{1}{6\pi} \begin{bmatrix} -3 & 13 & -23 & 25 \\ 44 & -180 & 276 & -140 \\ -144 & 528 & -624 & 240 \\ 128 & -384 & 384 & -128 \end{bmatrix}$$

17.2 Tìm quang thông trực tiếp trên mặt hữu ích F'_u

Một dụng cụ chiếu sáng xác định trục chính của nó 4 hình chữ nhật trên mặt hữu ích. Ta tìm quang thông phát ra trong hình chữ nhật a_1b_1 có các cạnh quy đổi theo chiều cao h sẽ là $a = a_1/h$ và $b = b_1/h$ (hình 17.3)

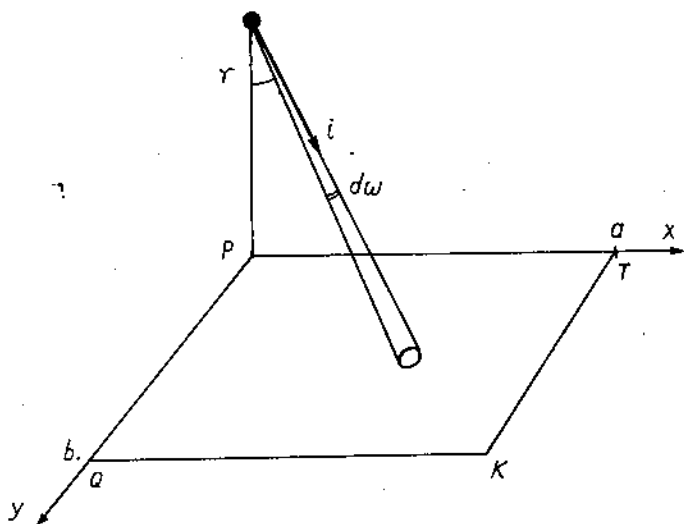
$$F'_u = \int_{PTKQ} i \cdot d\omega \quad \text{với} \quad d\omega = \frac{dx \cdot dy \cdot \cos\gamma}{1 + x^2 + y^2} ; \quad \cos\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 + x^2 + y^2}}$$

Do đó $F'_u =$

$$\int_0^a \int_0^b \left[\frac{q_1}{(1 + x^2 + y^2)^{1.5}} + \frac{q_2}{(1 + x^2 + y^2)^2} + \frac{q_3}{(1 + x^2 + y^2)^{2.5}} + \frac{q_4}{(1 + x^2 + y^2)^3} \right] dx \cdot dy$$

Biểu thức này được viết thành :

$F'_u = q_1.Y_1 + q_2.Y_2 + q_3.Y_3 + q_4.Y_4$ hoặc $F'_u = [Y] \cdot [q]$ (6)
 với $[Y]$ véc tơ hàng và $[q]$ véc tơ cột.



Hình 17.3

Các tính toán biểu thức Y cần chuyển sang tọa độ cực và thay đổi liên tiếp các biến :

$$1. Y_1 = \text{Arctg} \frac{ab}{\sqrt{1+a^2+b^2}}$$

$$2. Y_2 = \frac{a}{\sqrt{1+a^2}} \cdot \text{Arctg} \frac{b}{\sqrt{1+a^2}} + \frac{b}{\sqrt{1+b^2}} \cdot \text{Arctg} \frac{a}{\sqrt{1+b^2}}$$

$$3. Y_3 = Y_1 + \left(\frac{1}{1+a^2} + \frac{1}{1+b^2} \right) \cdot \frac{ab}{\sqrt{1+a^2+b^2}}$$

$$4. Y_4 = \frac{3Y_3 - Y_1}{2} + 2Y_2 + \frac{a}{2(1+a^2)^{3/2}} \cdot \text{Arctg} \frac{b}{\sqrt{1+a^2}} \\ + \frac{b}{2(1+b^2)^{3/2}} \cdot \text{Arctg} \frac{a}{\sqrt{1+b^2}}$$

$$\text{Do đó ta được } F'_u = [Y_1 \ Y_2 \ Y_3 \ Y_4] [M] \begin{bmatrix} F'_1 \\ F'_2 \\ F'_3 \\ F'_4 \end{bmatrix}$$

Tính toán được lặp lại 4 lần đối với mỗi dụng cụ chiếu sáng.

17.3 Các quan hệ giữa quang thông - độ rọi

Nếu Φ_i và F_i là quang thông tổng trực tiếp trên một bề mặt có diện tích A_i , thì:

$$\Phi_i = F_i + \sum_{j \neq i} q_{ij} \cdot \rho_j \cdot \Phi_j = A_i \cdot E_i$$

Ở đây

q_{ij} là hệ số hình dáng, tỷ số của quang thông do A_j phát ra và A_i tiếp nhận. Hệ số này phụ thuộc các bề mặt và vị trí tương đối của nó.

$\rho_j \Phi_j$ là quang thông do A_j phát ra

A_i là diện tích theo giá trị quy đổi ab của bề mặt hữu ích.

Viết dưới dạng ma trận

$$|F| = [|I| - |q| \cdot |\rho|] |\Phi| \text{ hoặc } |\Phi| = [A] \cdot [E] \quad (7)$$

Với F, Φ, E : là các vectơ cột của quang thông và độ rọi,

A và ρ : là các ma trận chéo diện tích và hệ số phản xạ

q : ma trận không đối xứng hệ số hình dáng.

$$\text{Do vậy ta được } |F| = \{[A] - |A| \cdot |q| \cdot |\rho|\} [E] = [N] \cdot [E] \quad (8)$$

với $|A| \cdot |q| = |Q|$ ma trận đối xứng của các thành phần Q_{ij} là hệ số trao đổi.

Hai mặt giống nhau trao đổi cùng một quang thông theo định lý phản chiếu ánh sáng.

$Q_{ij} = A_{jd} \cdot q_{ij}$ là quang thông do mặt j phát và mặt i nhận. Việc tính toán Q_{ij} (9 hoặc 16 giá trị theo chiều cao treo h' bằng không hoặc khác không) cần một số lưu ý sau:

- Do đối xứng chỉ còn 6 hoặc 10 hệ số.

- $Q_{11} = 0 = Q_{14}$ bởi vì một mặt bằng không trao đổi với chính nó.
 Vậy chỉ còn 4 hoặc 8 hệ số

- $\sum_{j=1}^4 Q_{ij} = A_j$ là quang thông tổng do mặt j phát, về giá trị số sẽ bằng

diện tích A_j , vậy chỉ còn 1 đến 4 hệ số.

Vậy chỉ còn tính Q_{14} quang thông trao đổi giữa 2 hình chữ nhật đối diện của hình hộp trong trường hợp độ cao treo đèn bằng không.

Trường hợp ngược lại ta tính Q_{14} , Q_{34} , Q_{12} , Q_{33} với

$$Q_{34} = 1 - Q'_{14} \quad Q'_{14} \text{ giữa mặt phẳng bộ đèn - mặt hữu ích}$$

$$Q_{12} = 1 - Q''_{14} \quad Q''_{14} \text{ giữa mặt phẳng bộ đèn - trần}$$

$$Q_{33} = A_3 - 2 \cdot Q_{34} \quad \text{với } A_3 = \frac{2(a+b)h}{a \cdot b} = \frac{2}{K} \text{ (chỉ số địa điểm)}$$

17.4 Giải hệ phương trình ma trận

Biểu thức $[F] = [N].[E]$ tạo nên ma trận vuông N bậc 3 hoặc 4. Vì ta chỉ biết quang thông tổng f , quang thông nhỏ hơn $f <$ và quang thông hữu ích f_u , ta chỉ có thể giải hệ bậc 3.

- Với $h' = 0$

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_1 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix} \quad \text{tức là} \quad \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} [F]$$

Do vậy

$$[f] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} [N] [E] \quad \text{hoặc} \quad [f] = [N_1] [E]$$

- Với $h' \neq 0$ ta chuyển $N(4 \times 4)$ sang $N(3 \times 3)$ khi coi $E_1 = E_2$ theo

biểu thức

$$\begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_3 \\ E_4 \end{bmatrix}$$

Do vậy

$$\begin{bmatrix} f \\ f_{<} \\ f_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} N \\ 4 \times 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_3 \\ E_4 \end{bmatrix}$$

$$\text{tức là } [f] = \begin{bmatrix} N \\ 3 \times 3 \end{bmatrix} [E]$$

- Trong hai trường hợp quang thông từng vùng F'_1 đến F'_4 và F'_5 xác định $[f]$:

$$[f] = \begin{bmatrix} f \\ f_{<} \\ f_u \end{bmatrix} = \frac{1}{a_1 \cdot b_1} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F'_1 \\ F'_5 \\ F'_u \end{bmatrix}$$

Do đó ta thu được vectơ các độ rọi quy đổi :

$$\begin{bmatrix} e_1 (= e_2) \\ e_3 \\ e_4 \end{bmatrix} = [N_1]^{-1} \cdot [f]$$

Quy về các đại lượng thực bằng cách nhân tổng số kilolumen và diện tích thực tế với a.b.

18 ĐỘ RỌI NỬA HÌNH TRỤ

Cho đến giờ khái niệm độ rọi đã được xác định như tỷ số quang

thông mà một nguyên tố mặt phẳng nhận được và ta đã xác định độ rọi ngang cũng như độ rọi thẳng đứng ở một điểm, khi chú ý tới định hướng của mặt để tiếp nhận quang thông.

Do vậy dẫn đến việc cần tính toán độ rọi thẳng đứng tại một điểm (thường là 4 độ rọi) để xác định khả năng nhìn một mục tiêu của người quan sát.

Nhưng khái niệm độ rọi cũng có thể được áp dụng cho mặt cong để tiến gần đến nguồn gốc của đối tượng được chiếu sáng. Người và mục tiêu có thể được làm gần đúng theo hình trụ hoặc hình cầu. Điều cần quan tâm là việc xác định độ rọi trên các mặt cong nguyên tố này.

18.1 Độ rọi trên mặt cong

Độ rọi trên nguyên tố mặt ds nhận quang thông $d\Phi$ là : $E = \frac{d\Phi}{ds}$

Nếu I là cường độ của nguồn về phía ds và r là khoảng cách giữa nguồn và mặt sẽ có :

$$E = \frac{I \cdot d\omega}{ds}, \quad d\omega \text{ là góc khối theo đó nguồn cắt mặt } ds.$$

$$\text{Do đó} \quad E = \frac{I ds \text{ biểu kiến nhìn từ nguồn}}{ds} = \frac{I}{r^2} \cdot \frac{ds'}{ds}$$

Biểu thức này tìm được khái niệm:

- độ rọi ngang với $ds' = ds \cdot \cos$ (hình 16.2)
- độ rọi thẳng đứng với $ds' = ds \cdot \sin$ (hình 16.3) đối với một mặt hướng về phía chân đèn.
- độ rọi thẳng đứng với $ds' = ds \cdot \sin \cos \theta$ với mặt thẳng đứng theo θ từ chân đèn (hình 18.1) tức là $E_v = \frac{I}{r^2} \cdot \sin \gamma \cdot \cos \theta$ (1)

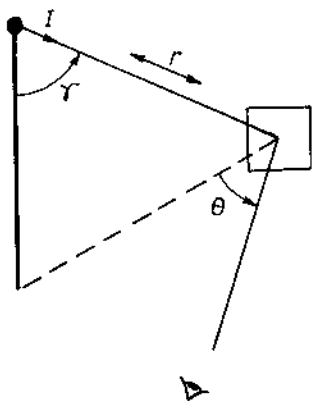
Khi bề mặt là hình trụ thẳng đứng có bán kính ρ và chiều cao l , nguyên tố diện tích ds nhìn từ phía người quan sát bất kỳ là không đổi và có giá trị là ρl , diện tích của nửa hình trụ.

Nửa hình trụ nhìn từ nguồn là một hình chữ nhật cao $l \sin \gamma$ và rộng $\rho(1 + \cos \theta)$ (xem hình 18.2).

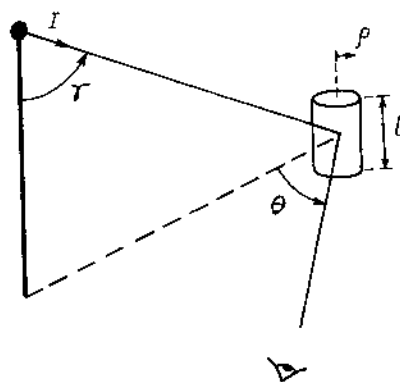
Do vậy ta xác định độ rọi nửa hình trụ

$$E_{sc} = \frac{I \cdot l \sin \gamma \rho [1 + \cos \theta]}{r^2 \pi \rho l}$$

nghĩa là
$$E_{sc} = \frac{I \cdot \sin \gamma [1 + \cos \theta]}{r^2 \pi} \quad (2)$$

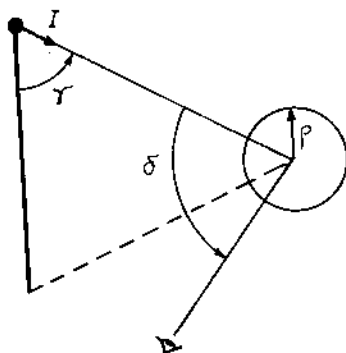


Hình 18.1



Hình 18.2

Nếu mặt là hình cầu bán kính ρ , nguyên tố dS là một bán cầu có giá trị $2\pi\rho^2$ với người quan sát bất kỳ, nguồn được xem như nửa hình tròn $\pi\rho^2/2 \cdot \cos \delta$, ở đây δ là góc [nguồn - mặt - người quan sát] (hình 18.3).



Hình 18.3

Ta xác định độ rọi bán cầu :

$$E_{hs} = \frac{I \pi \rho^2 [1 + \cos \delta]}{r^2 2 \pi \rho^2}$$

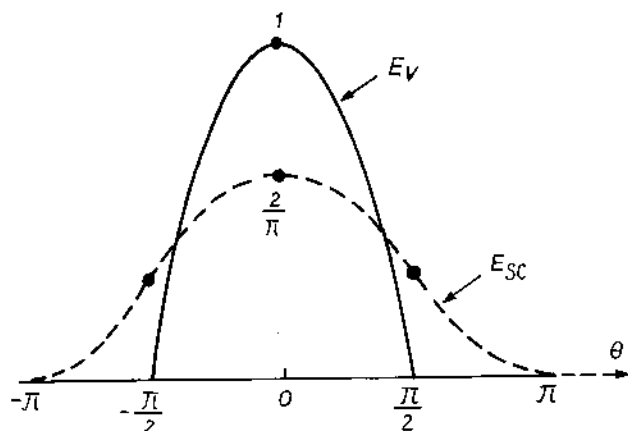
nghĩa là
$$E_{hs} = \frac{I (1 + \cos \delta)}{r^2 4} \quad (3)$$

18.2 Lợi ích của độ rọi nửa hình trụ

- Theo truyền thống tri giác nhìn hình dáng các vật và người có liên quan đến khái niệm độ rọi thẳng đứng trên mặt hướng về phía người quan sát.

Tuy nhiên khối niệm này dẫn đến giá trị bằng không khi nguồn sáng ở phía sau mặt trong khi vẫn luôn tồn tại tri giác nhìn một hình khối khi người quan sát, đối tượng và nguồn chưa thẳng hàng ($\theta = \pi$).

- Khái niệm độ rọi nửa hình trụ luôn cho một giá trị dương với θ thay đổi từ $-\pi$ đến π và do vậy có đủ khả năng mô tả tri giác nhìn (hình 18.4.)



Hình 18.4

Để phân biệt hình dáng vật cần có độ rọi tương phản tức là có bóng tối. Một mặt phẳng không thích hợp bởi vì nó sáng hoàn toàn hoặc

không sáng.

Một hình hộp hoặc một hình trụ thể hiện 2 độ rọi thẳng đứng do đó ta thấy một nửa, cho phép tri giác nhìn nổi và không gian. Nhưng E_{sc} chỉ đòi hỏi một giá trị để xác định nó.

Các giá trị trung bình của E_v và E_{sc} ở một điểm bằng

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} E_v(\theta) \cdot d\theta = \frac{I \sin \gamma}{r^2} \cdot \frac{1}{\pi} \quad \text{đối với độ rọi thẳng đứng}$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} E_{bc}(\theta) \cdot d\theta = \frac{I \sin \gamma}{r^2} \cdot \frac{1}{\pi} \quad \text{đối với độ rọi nửa hình trụ}$$

Điều này chỉ có ích đối với người quan sát ở vị trí xác định theo giá trị θ . Ta chỉ có thể đi đến kết luận rằng trung bình của 4 độ rọi thẳng đứng vuông góc tạo nên E_{sc} trung bình.

Tuy nhiên nếu các điểm sáng phân bố đều trong không gian cho trước, ta có thể xác định độ rọi trung bình nửa hình trụ. Đó là cơ sở chung để đánh giá khả năng nhìn. Mỗi điểm sáng được xác định bằng bức xạ trong không gian $I(C, \gamma)$ với C biến thiên từ 0 đến 2π và từ 0 đến gần $\pi/2$. Với độ cao đèn h ta được :

$$E_{s\text{trung bình}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{c=0}^{c=2\pi} \int_{\gamma=0}^{\gamma=2\pi} \int_{\theta=0}^{\theta=2\pi} \frac{I(C, \gamma)}{h^2} \cos^2 \gamma \sin \gamma \frac{1 + \cos \theta}{\pi} \cdot d\theta \cdot d\gamma \cdot dC$$

Việc tính tích phân bội ba suy về tích phân kép đối với các bộ đèn tròn xoay vì I độc lập với C .

Việc tính toán còn đơn giản hơn khi I là không đổi như các nguồn điểm kiểu quả cầu và tích phân bằng biến số phân ly được :

$$E_{s\text{trung bình}} = \frac{I}{3\pi^3 h^2}$$

Kết quả đặc biệt có ích để đánh giá độ rọi nửa hình trụ trên quảng trường, bãi đỗ xe v.v... bởi vì các quy chuẩn mới xác định các ngưỡng tối thiểu.

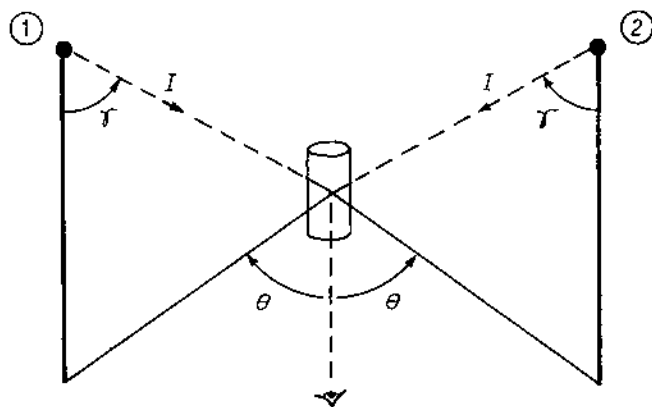
18.3 Chỉ số nổi

Sự thể hiện "tự nhiên" nhìn rõ một vật được xác định bằng chỉ số nổi là tỷ số E_V/E_{sc} sẽ thoả mãn khi ở trong giới hạn $[0,8 - 1,3]$.

Các định nghĩa ở trên cho thấy chỉ số này phụ thuộc θ , nghĩa là phụ thuộc vào người quan sát theo :

$$0,8 < \frac{\pi \cdot \cos\theta}{1 + \cos\theta} < 1,3 \text{ tức là } 45^\circ < \theta < 70^\circ .$$

Điều đó khẳng định rằng tri giác nhìn tối ưu từ chối các độ rọi "phẳng" ($\theta = 90^\circ$) cũng như các ánh sáng lướt qua ($\theta < 45^\circ$). Khái niệm này trở nên sai khi có nhiều nguồn như hình 18.5 nêu lên sự bố trí đối xứng trong đó $E_V = 2E_{V1}$ và $E_{sc} = 2E_{sc1}$ và đối tượng được chiếu sáng được nhìn không có bóng khi đổi đèn 1 về đèn 2, E_V và E_{sc} không thay đổi nhưng cũng tạo nên bóng tối.



Hình 18.5

MỤC LỤC

PHẦN THỨ NHẤT : PHÉP ĐO ÁNH SÁNG	5
1. Sóng và ánh sáng	5
1.1 Sóng điện từ	5
1.2 Ánh sáng	6
1.3 Con mắt người	8
1.3.1 Sự hoạt động quang học	8
1.3.2 Sự giải mã hình ảnh	9
1.3.3 Các tính năng của mắt	10
1.4 Sự cần thiết các đơn vị mới	11
2. Các đại lượng đo ánh sáng	12
2.1 Góc khối - Ω , steradian, sr	12
2.2 Cường độ sáng I - candela, cd	13
2.3 Quang thông - Φ , lumen, lm	15
2.4 Độ rọi - E, lux, lx	15
2.5 Độ chói - L, cd/m ²	16
2.5.1 Tri giác nhìn thấy và sự tương phản	17
2.5.2 Tiện nghi nhìn và sự loá mắt	17
2.6 Định luật Lambert	18
2.7 Bài tập	20
2.7.1 Bức xạ mặt trời	20
2.7.2 Nguồn sáng điểm	21
2.7.3 Nguồn sáng đường	23
2.7.4 Luxơ kế	24

2.7.5 Nguồn sáng mặt	26
2.7.6 Lumen kế hình cầu tích phân	28
2.8 Độ nhìn rõ và các tính năng nhìn	30
3. Màu của các nguồn	31
3.1 Ánh sáng trắng	31
3.1.1 Nhiệt độ màu	31
3.1.2 Chỉ số màu	33
3.2 Ánh sáng màu	34
3.2.1 Ba biến của thị giác	34
3.2.2 Tính ba màu	34
3.2.3 Hệ thống RGB	35
3.2.4 Hệ thống X.Y.Z và biểu đồ màu x.y	36
3.2.5 Trộn dòng màu	40
3.2.6 Biểu đồ màu đều u'v'	41
PHẦN THỨ HAI : CÁC DỤNG CỤ CHIẾU SÁNG	43
4. Đèn sợi đốt	43
4.1 Sự đốt nóng	43
4.2 Cấu tạo	44
4.2.1 Sợi đốt	44
4.2.2 Bóng đèn	45
4.2.3 Dui đèn	45
4.3 Các đặc tính	45
4.4 Bài tập	49
4.5 Những ứng dụng khác	51
5. Đèn phóng điện	51
5.1 Sự phóng điện sáng	51
5.2 Chấn lưu	53

5.2.1	Vai trò của chấn lưu điện cảm	53
5.2.2	Các hạn chế của chấn lưu hiện nay	53
5.2.3	Chấn lưu điện tử	54
5.3	Các đèn phóng điện	55
5.3.1	Đèn hơi natri áp suất thấp	55
5.3.2	Đèn hơi natri áp suất cao	55
5.3.3	Đèn halogen kim loại	56
6.	Đèn huỳnh quang	66
6.1	Sự huỳnh quang	66
6.2	Đèn hơi thủy ngân	66
6.3	Đèn huỳnh quang	68
6.3.1	Giới thiệu	68
6.3.2	Các điều kiện làm việc	69
6.3.3	Các thiết bị mồi	71
6.3.4	Nguồn cung cấp	72
6.4	Các đèn hợp bộ	75
6.5	Các ứng dụng khác	75
7.	Các bộ đèn	76
7.1	Điều khiển phân bố ánh sáng	77
7.1.1	Sự phản xạ	77
7.1.2	Sự truyền	78
7.1.3	Sự khúc xạ	79
7.1.4	Sự che chắn	79
7.2	Bộ đèn trong nhà	80
7.2.1	Các đường cong trắc quang	80
7.2.2	Hiệu suất và cấp	82
7.3	Các đường cong độ chói	84
7.4	Bài tập	88
7.4.1	Phân loại bộ đèn	88

7.4.2 Nghiên cứu một chao đèn	89
PHẦN THỨ BA : CHIẾU SÁNG TRONG NHÀ	93
8. Thiết kế sơ bộ chiếu sáng trong nhà	93
8.1 Chọn độ rọi	93
8.2 Chọn loại đèn	94
8.3 Chọn kiểu chiếu sáng và bộ đèn	95
8.4 Chọn chiều cao treo đèn	95
8.5 Sự bố trí các đèn (phương pháp đơn giản hoá)	96
8.6 Quang thông tổng	97
8.6.1 Khái niệm về hệ số có ích	97
8.6.2 Hệ số suy giảm	98
8.6.3 Quang thông tổng của các đèn	98
8.7 Công suất đèn	98
9 Bảng hệ số có ích	99
10 Kiểm tra thiết kế	100
10.1 Quy chuẩn đơn giản hoá UTE 71 - 121	106
10.1.1 Xác định quang thông tương đối riêng phần trên mặt hữu ích F_u	108
10.1.2 Tính độ rọi	110
10.1.3 Các trường hợp đặc biệt	110
10.2 Kiểm tra các điều kiện tiện nghi	111
10.2.1 Màu của nguồn	111
10.2.2 Ánh sáng gây loá mắt khó chịu	111
10.2.3 Tương phản bộ đèn - trần	112
10.2.4 Độ chói các vách bên	112
11. Các ví dụ	115
11.1 Chiếu sáng quán cà phê	115
11.1.1 Chọn độ rọi	115

11.1.2 Chọn loại đèn	115
11.1.3 Chọn bộ đèn	115
11.1.4 Sự bố trí các đèn	115
11.1.5 Quang thông tổng cần tạo nên	119
11.1.6 Công suất đèn	119
11.1.7 Kiểm tra giải pháp	120
11.1.8 Tiện nghi của giải pháp	121
11.2 Chiều sáng lớp học	121
11.3 Hai giải pháp đối với một phân xưởng	131
11.4 Phòng lễ tân hai mức chiếu sáng	142
11.4.1 Bố trí hệ thống chiếu sáng 500lux	145
11.4.2 Chiều sáng lối đi	147
11.5 Xưởng hoạ mức chiếu sáng rất cao	150
11.6 Những lưu ý về trần sáng	156
11.6.1 Hiệu suất quang học	156
11.6.2 Hệ số phản xạ	157
11.6.3 Sử dụng quy chuẩn U.T.E	157
11.6.4 Các điều kiện tiện nghi đặc biệt	157
11.7 Tầm quan trọng của các hệ số phản xạ	158
11.7.1 Bài toán	158
11.7.2 Giải pháp đề nghị	159
11.8 Chiều sáng tự nhiên bằng các khung ánh sáng	160
PHẦN THỨ TƯ : CHIẾU SÁNG NGOÀI TRỜI	163
12. Khái niệm về chiếu sáng công cộng	163
12.1 Mở đầu	163
12.1.1 Lịch sử	163
12.1.2 Các nguyên lý cơ bản	164

12.1.3 Các cấp chiếu sáng	165
12.2 Phương pháp tỷ số R	166
12.2.1 Chiều cao của đèn	166
12.2.2 Khoảng cách đèn	168
12.2.3 Công suất đèn	169
12.3 Kiểm tra	172
12.3.1 Chỉ số tiện nghi G	172
12.3.2 Kiểm tra thực địa	172
12.3.3 Luxơ kế vòm	173
13. Các ví dụ bố trí chiếu sáng	175
13.1 Bố trí theo một phía	175
13.2 Bố trí theo trục đường	179
13.3 Bố trí hai bên đối diện	181
14. Nguồn cung cấp cho chiếu sáng công cộng	184
14.1 Tính toán tiết diện dây dẫn	184
14.1.1 Biểu thức điện áp rơi	184
14.1.2 Điện áp rơi trên đường trục	185
14.1.3 Các đường trục có tiết diện khác nhau	186
14.1.4 Ví dụ	187
14.2 Các phương pháp cung cấp	190
14.2.1 Phân phối điện	191
14.2.2 Bố trí đường dây	191
14.2.3 Trạm biến áp	192
14.3 Tiết kiệm năng lượng	192
14.3.1 Quá trình tắt đèn kinh điển	193
14.3.2 Các hệ thống hai mức công suất có tổng trở thay đổi	193
14.3.3 Hệ thống có biến thiên điện áp lưới	194
14.3.4 Kết luận	196

14.4 Bài toán	196
15. Phương pháp độ chói điểm	198
15.1 Độ chói của đường	199
15.2 Phân loại các lớp phủ mặt đường	200
15.3 Tính toán độ chói	201
16. Tính toán các công trình thể thao ngoài trời	210
16.1 Đặc điểm các thiết bị chiếu sáng công trình thể thao ngoài trời	210
16.2 Chiếu sáng bằng đèn pha	212
16.3 Phương pháp tính toán	215
16.4 Thiết kế sơ bộ chiếu sáng sân bóng đá	218
16.5 Chiếu sáng sân quần vợt	221
16.6 Bài tập	222
 PHẦN THỨ NĂM : MỞ RỘNG	 225
17. Lý thuyết chiếu sáng trong nhà	225
17.1 Biểu thức đường cong trắc quang bên trong	225
17.2 Tìm quang thông trực tiếp trên mặt hữu ích F_u'	227
17.3 Các quan hệ giữa quang thông - độ rọi	229
17.4 Giải hệ phương trình ma trận	230
18. Độ rọi nửa hình trụ	231
18.1 Độ rọi trên mặt cong	232
18.2 Lợi ích của độ rọi nửa hình trụ	234
18.3 Chỉ số nổi	236

KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG

Người dịch : LÊ VĂN DOANH
ĐẶNG VĂN ĐÀO

Chịu trách nhiệm xuất bản : Pgs. Pts. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập : NGUYỄN NGỌC
Vẽ bìa : HUƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

In 1000 cuốn khổ 14,5x 20,5 cm, tại Công ty in Hàng không
Giấy phép xuất bản số 787- 61 - 18 / 8 / 2003.
In xong nộp lưu chiểu quý 4/2003

203163



GIÁ : 18.000đ