

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP ÔN TẬP KỸ THUẬT CHIẾU SÁNG

LÝ THUYẾT

Câu 1:

Khái niệm kỹ thuật chiếu sáng? Trình bày các khái niệm cơ bản của kỹ thuật chiếu sáng.

Câu 2:

Trình bày các đại lượng cơ bản của kỹ thuật chiếu sáng

BÀI TẬP

Bài 1:

Khi mặt trời ở vị trí ánh sáng chiếu thẳng góc với bề mặt trái đất tại điểm đang xét, người ta đo được độ rọi của bức xạ ánh sáng mặt trời trên bề mặt trái đất lúc đó là $E = 116.10^6 \text{ lx}$.

Cho biết: - Bán kính mặt trời ước tính là: $R_{MT} = 695.10^3 \text{ Km}$,

- Bán kính trái đất là: $r_{TD} = 6300 \text{ Km}$,

- Khoảng cách ước lượng từ mặt trời đến trái đất là: $d = 155.10^6 \text{ Km}$.

- Xác định quang thông của bức xạ từ mặt trời đến trái đất.
- Xác định cường độ của ánh sáng từ mặt trời.
- Xác định độ chói của ánh sáng mặt trời được quan sát từ trái đất.

Bài 2:

Một đèn tròn, kích thước nhỏ có thông số điện áp và công suất là 220 V, 100 W, phát quang đều theo mọi hướng với quang thông 2540 lm, được treo tại vị trí O có độ cao 1,5 m tính từ bề mặt làm việc.

- Xác định độ rọi tại một điểm A trên bề mặt làm việc thẳng góc với điểm O treo đèn.
- Xác định độ rọi tại một điểm B trên bề mặt làm việc và cách A một khoảng 0,7 m theo phương ngang.
- Tính độ chói trên trang giấy có hệ số phản xạ ánh sáng là 75%, đặt tại B của mặt làm việc.
- Giả sử đặt bóng đèn nói trên vào một quả cầu thủy tinh mờ đường kính 0,3 m, có hệ số khúc xạ ánh sáng là 85%. Hãy tính độ chói của hệ quả cầu – bóng đèn.

Bài 3:

Một bóng huỳnh quang chiều dài AB bằng 1,2 m, công suất 40 W, có hiệu suất phát quang chuẩn $\eta = 50 \text{ lm/W}$, được treo ở độ cao 1,6 m tính từ bề mặt làm việc. Chọn M, N là 2 điểm trên bề mặt làm việc, với M thẳng góc với đầu A của đèn, N cách M một khoảng bằng 1,4 m theo phương ngang.

Hãy xác định độ rọi tại các điểm M và N trong 2 trường hợp:

- a). Phương AB của đèn được treo ngang, song song với bề mặt làm việc.
- b). Phương AB của đèn tạo với phương ngang của bề mặt làm việc một góc 30^0 .

ĐÁP ÁN

Đáp án câu 1:

Kỹ thuật chiếu sáng: Là khoa học nghiên cứu về sự hình thành, phân bố và lan truyền trong không gian của **các bức xạ điện từ trong dải quang phổ** cùng với việc nghiên cứu các phương thức kiểm soát và ứng dụng của chúng trong phục vụ hoạt động sống con người.

Các khái niệm cơ bản của kỹ thuật chiếu sáng bao gồm:

1). Nguồn sáng:

Là đối tượng có khả năng phát ra những chùm bức xạ điện từ *phân kỳ* trong vùng khả kiến

– **Nguồn sáng điểm:** Bức xạ phát ra tập trung từ một điểm

– **Nguồn sáng đường:** Bức xạ phát ra trải dài theo một đường thẳng

– **Nguồn sáng sơ cấp:** Là nguồn sáng có khả năng biến đổi các dạng năng lượng khác thành các bức xạ ánh sáng trong vùng khả kiến

– **Nguồn sáng thứ cấp:** Là nguồn sáng có khả năng phát trở lại ánh sáng tới, sau khi nhận ánh sáng này, giữ lại một phần do hiện tượng hấp thụ hoặc xuyên thấu và làm đổi hướng truyền đi do hiện tượng phản xạ hay khúc xạ.

2). Quang phổ:

Quang phổ hay còn gọi là *Phổ ánh sáng* là tập hợp các bức xạ điện từ có tần số khác nhau được sắp xếp theo chiều dài bước sóng.

Các dải tần của các bức xạ điện từ ứng với bước sóng λ như sau:

- + $\lambda = 0,01 \text{ \AA} = 0,01 \cdot 10^{-10} \text{ m}$: Tia γ (Tia Gamma)
- + $0,01 \text{ \AA} < \lambda < 100 \text{ \AA}$: Vùng tia X (Tia Roentgen)
- + $100 \text{ \AA} < \lambda < 0,38 \mu\text{m}$: Vùng ánh sáng tử ngoại
- + $0,38 \mu\text{m} < \lambda < 0,78 \mu\text{m}$: Ánh sáng khả kiến (ánh sáng mắt người nhìn thấy)
- + $0,78 \mu\text{m} < \lambda < 1 \text{ mm}$: Vùng ánh sáng hồng ngoại
- + $1 \text{ mm} < \lambda < 1 \text{ m}$: Sóng vi ba (bức xạ vi sóng)
- + $1 \text{ m} < \lambda < 10 \text{ m}$: Sóng vô tuyến (radio) bước sóng ngắn
- + $10 \text{ m} < \lambda < 3 \text{ Km}$: Sóng vô tuyến (radio) bước sóng trung bình
- + $3 \text{ Km} < \lambda$: Sóng vô tuyến (radio) bước sóng dài

3). Ánh sáng khả kiến:

Là những bức xạ điện từ có bước sóng trong khoảng từ $0,38 \mu\text{m}$ đến $0,78 \mu\text{m}$ (hay trong khoảng từ 380 nm đến 780 nm) mà mắt người bình thường có thể nhìn thấy được.

4). Màu và sắc ánh sáng:

Là một dạng thuộc tính của bức xạ điện từ trong vùng ánh sáng khả kiến được cơ quan thị giác con người (và phần lớn các loài động vật) cảm thụ lại, nó phụ thuộc vào cấu thành của phổ ánh sáng phát ra và được mắt người phân tích theo từng dải của phổ ứng với từng độ dài khoảng bước sóng như sau:

Tím:	ứng với bước sóng λ từ $0,380 \div 0,442 \mu m$
Chàm:	ứng với bước sóng λ từ $0,442 \div 0,465 \mu m$
Xanh dương:	ứng với bước sóng λ từ $0,465 \div 0,490 \mu m$
Xanh lục:	ứng với bước sóng λ từ $0,490 \div 0,570 \mu m$
Vàng:	ứng với bước sóng λ từ $0,570 \div 0,593 \mu m$
Cam:	ứng với bước sóng λ từ $0,593 \div 0,632 \mu m$
Đỏ:	ứng với bước sóng λ từ $0,632 \div 0,780 \mu m$

Màu và Sắc ánh sáng có tính không đồng nhất và được chia thành 2 nhóm:

- **Màu vô sắc (achromatic colour):** Gồm Đen, Trắng và Xám (trung gian giữa Đen và Trắng), các màu này không có trong phổ ánh sáng.
- **Màu hữu sắc (chromatic colour):** Gồm tất cả các màu có trong phổ ánh sáng

Ánh sáng đơn sắc (monochromatic light): là ánh sáng chỉ gồm một màu ứng với một phổ nằm trong phạm vi hẹp của một bước sóng nhất định.

Đáp án câu 2:

Các đại lượng cơ bản của kỹ thuật chiếu sáng bao gồm:

1). Quang thông:

Là năng lượng bức xạ ánh sáng *hữu ích* phát ra từ một nguồn sáng. Năng lượng này ứng với các bước sóng khác nhau sẽ có những tác động khác nhau lên sự cảm nhận của mắt người và được xác định bằng một hàm độ nhạy:

$$\Phi = k \int_{\lambda_1=380}^{\lambda_2=780} P(\lambda) \cdot v(\lambda) d\lambda$$

Với: Φ : quang thông, đơn vị là lumen (lm)

$P(\lambda)$: hàm phân bố năng lượng bức xạ, đơn vị là Watt (W)

$v(\lambda)$: hàm độ nhạy tương đối

k : là hệ số chuyển đổi đơn vị, nếu Φ tính bằng lm và P tính bằng W thì $k = 683 lm/W$

Quang thông còn là tích độ rọi của bức xạ ánh sáng lên bề mặt nhận sáng và diện tích bề mặt nhận sáng

$$\Phi = E \cdot S, \quad (lm)$$

Với: E : độ rọi của năng lượng bức xạ trên bề mặt nhận sáng, đơn vị là Watt (W)

S : Diện tích bề mặt nhận sáng (bề mặt được chiếu sáng), đơn vị là (m^2)

2). Hiệu suất phát quang:

Là tỷ số quang thông của nguồn sáng và công suất nguồn sáng tiêu thụ

$$\eta = \frac{\Phi}{P}, \quad (\text{lm} / \text{W})$$

3). Cường độ sáng:

Là mật độ quang thông trong không gian do nguồn bức xạ, nói cách khác là lượng quang thông bức xạ theo một hướng xác định

$$I = \frac{\Phi}{\Omega}, \quad \text{candela (cd)}$$

Với: Ω là góc khối hay góc đặc từ một điểm trong không gian nhìn toàn bộ diện tích S phản nhận sáng cách đó một khoảng R

$$\Omega = \frac{S}{R^2}, \quad \text{Steradian (Sr)}$$

Góc khối lớn nhất khi nhìn toàn bộ mặt cầu

$$\Omega_{\max} = \frac{S_{\text{mặt cầu}}}{R^2} = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi, \quad \text{Steradian (Sr)}$$

4). Độ rọi:

Là mật độ phân bố quang thông trên bề mặt nhận sáng, hay nói cách khác là độ sáng trên bề mặt được chiếu sáng

$$E = \frac{d\Phi}{dS}, \quad \text{lux (lx)}$$

Hoặc:
$$E = \frac{\Phi}{S} \cdot \cos \alpha, \quad \text{lux (lx)}$$

Với: α là góc xiên từ nguồn sáng đến bề mặt S so với phương thẳng góc

5). Độ chói (Huy độ):

Độ chói (Huy độ) của bề mặt nhận sáng S theo một hướng quan sát α là tỷ số giữa cường độ sáng I theo hướng α và diện tích nhìn S từ hướng đó.

$$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}, \quad (\text{cd} / \text{m}^2)$$

Cách phát biểu khác:

Độ chói (Huy độ) theo một hướng α cho trước của nguồn sáng là tỷ số giữa cường độ sáng I theo hướng α và diện tích biểu kiến A của nguồn sáng đó.

$$L_{\alpha} = \frac{dI_{\alpha}}{dA_{\alpha}}, \quad (\text{cd} / \text{m}^2)$$

6). Độ trung:

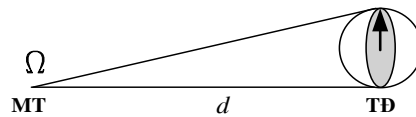
Độ trung (hay còn gọi là mật độ phát sáng) là mật độ quang thông trên diện tích phát sáng của nguồn sáng

$$M = \frac{d\Phi}{dA}, \quad (lm / m^2)$$

Khi nguồn sáng phát sáng đều (có huy độ giống nhau từ mọi hướng) thì độ trung (mật độ phát sáng) là tỷ số giữa quang thông nguồn sáng phát ra với diện tích phát sáng của nguồn sáng

$$M = \frac{\Phi}{A}, \quad (lm / m^2)$$

Giải bài 1:



a). *Quang thông của bức xạ từ mặt trời đến trái đất*

Xem quang thông do mặt trời bức xạ đến trái đất rơi vào một bề mặt $S_{TD} = \pi.r_{TD}^2$ đi qua tâm trái đất và vuông góc với hướng mặt trời – trái đất, khi đó quang thông từ mặt trời đến bề mặt S_{TD} là:

$$\Phi = E.S_{TD} = E \times (\pi.r_{TD}^2) = 116.10^3 \times [3,14 \times (6,3.10^6)^2] = 145.10^{17} (lm)$$

b). *Cường độ của ánh sáng từ mặt trời*

- Góc nhìn trái đất từ mặt trời

$$\Omega = \frac{\pi.r_{TD}^2}{d^2} = \frac{3,14 \times 6300^2}{(155.10^6)^2} = 6,43.10^{-9} (Sr)$$

- Cường độ ánh sáng bức xạ từ mặt trời

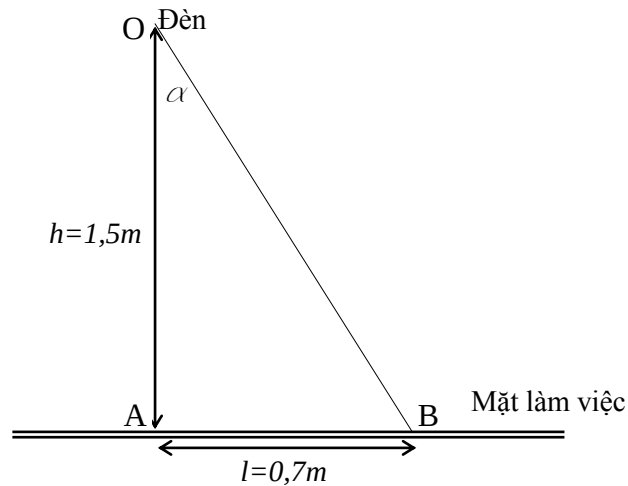
$$I = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{145.10^{17}}{6,43.10^{-9}} = 22,55.10^{26} (cd)$$

c). *Độ chói của ánh sáng mặt trời được quan sát từ trái đất*

Đối với người quan sát từ trái đất thì độ chói của ánh sáng mặt trời được xem như bức xạ từ nguồn sáng tròn có diện tích $S_{MT} = \pi.R_{MT}^2$ đến trái đất theo phương thẳng đứng được nhìn từ trái đất. Do đó $\alpha=0 \Rightarrow \cos \alpha = 1$ vậy độ chói là:

$$L = \frac{I}{S_{MT} \cdot \cos \alpha} = \frac{I}{[\pi.R_{MT}^2] \cdot \cos \alpha} = \frac{22,55.10^{26}}{[3,14 \times (695.10^6)^2] \times 1} = 1,49.10^9 (cd / m^2)$$

Giải bài 2:



Do đèn phát quang đều theo mọi hướng nên góc khối là góc khối cực đại

$$\Omega = \Omega_{\max} = 4\pi \text{ (Sr)}$$

Cường độ ánh sáng của đèn

$$I = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{2540}{4 \times 3,14} = 202,23 \text{ (cd)}$$

a). *Độ rọi tại điểm A*

Tại A thẳng góc với O nên $\alpha = \alpha_A = 0 \Rightarrow \cos \alpha = \cos \alpha_A = 1$, do đó độ rọi

$$E_A = \frac{I \cdot \cos^2 \alpha_A}{h^2} = \frac{202,23 \times 1}{1,5^2} = 89,88 \text{ (lx)}$$

b). *Độ rọi tại điểm B*

Tại B, có $\alpha = \alpha_B = \arctan\left(\frac{l}{h}\right) = \arctan\left(\frac{0,7}{1,5}\right) = 0,44 \Rightarrow \cos \alpha = \cos \alpha_B = 0,906$

$$E_B = E_A \cdot \cos \alpha_B = E_A \cdot \cos \alpha = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} = \frac{202,23 \times (0,906)^3}{1,5^2} = 66,84 \text{ (lx)}$$

c). *Độ chói trên trang giấy tại B*

Áp dụng định luật Lambert:

$$L_\rho = \frac{\rho}{\pi} \cdot E = \frac{0,75}{3,14} \times 66,84 = 15,965 \text{ (cd / m}^2\text{)}$$

d). *Độ chói của hệ quả cầu – bóng đèn*

Sau khi khúc xạ qua quả cầu thủy tinh mờ, cường độ sáng của đèn thay đổi độ chói

$$L_{qc-bd} = \frac{\tau}{S_{qc}} \cdot I = \frac{0,85}{3,14 \times 0,15^2} \times 202,23 = 2433 \text{ (cd / m}^2\text{)}$$

Giải bài 3:

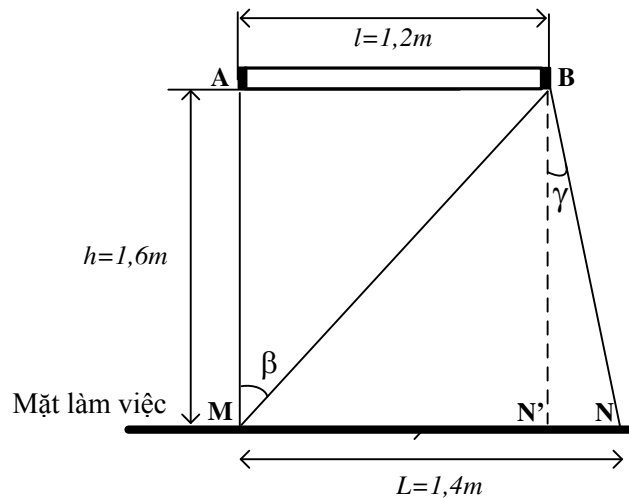
Quang thông của bóng đèn

$$\Phi = \eta \cdot P = 50 \times 40 = 2000 \text{ (lm)}$$

Do đèn huỳnh quang có tính khuếch tán ánh sáng hoàn toàn nên cường độ ánh sáng phát ra của đèn xác định bởi công thức

$$I = \frac{\Phi}{9,25 \cdot L} = \frac{2000}{9,25 \times 1,2} = 180,12 \text{ (cd)}$$

a). Trường hợp đèn treo ngang



$$\beta = \arctan\left(\frac{l}{h}\right) = \arctan\left(\frac{1,2}{1,6}\right) = 36,87^\circ = 0,64 \text{ (rad)}$$

$$\Rightarrow \cos \beta = 0,8 \text{ (rad)}, \quad \sin \beta = 0,6 \text{ (rad)}$$

$$\gamma = \arctan\left(\frac{L-l}{h}\right) = \arctan\left(\frac{1,4-1,2}{1,6}\right) = 0,124 \text{ (rad)} \Rightarrow \cos \gamma = 0,99 \text{ (rad)}$$

Độ rọi tại M thẳng góc với A

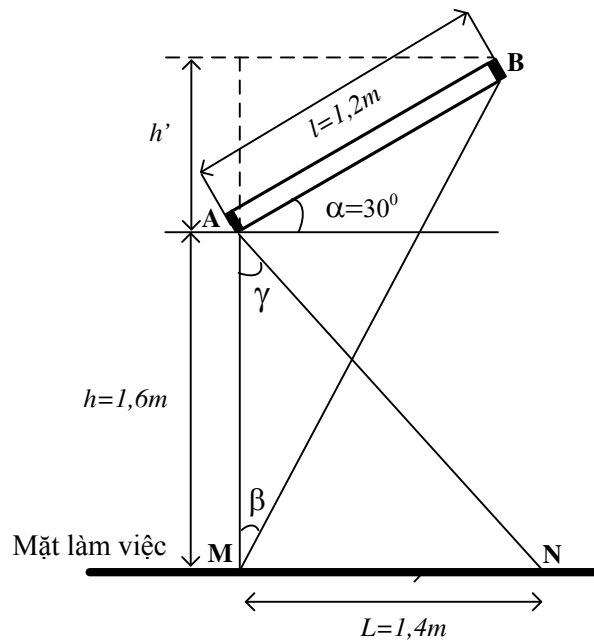
$$E_M = \frac{I_M}{2h} \cdot (\sin \beta \cdot \cos \beta + \beta) = \frac{180,12}{2 \times 1,6} \cdot (0,904 \times 0,427 + 0,44) = 46,49 \text{ (lx)}$$

Độ rọi tại điểm N' cách M một khoảng 1,2 m (bằng chiều dài bóng đèn) cũng có giá trị bằng độ rọi tại M, tức: $E_{N'} = 46,49 \text{ (lx)}$

Độ rọi tại N cách M một khoảng 1,4 m, hay cách N' một khoảng 0,2 m là

$$E_N = E_{N'} \cdot \cos \gamma = E_M \cdot \cos \gamma = 46,49 \times 0,99 = 46,03 \text{ (lx)}$$

b). Trường hợp đèn treo nghiêng một góc 30°



$$\beta = \arctan\left(\frac{L \cdot \cos \alpha}{h + h'}\right) = \arctan\left(\frac{l \cdot \cos 30^\circ}{h + l \cdot \sin 30^\circ}\right) = \arctan\left(\frac{1,2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{1,6 + 1,2 \times \frac{1}{2}}\right) = 25,285^\circ = 0,44 \text{ (rad)}$$

$$\Rightarrow \cos \beta = 0,904 \text{ (rad)}, \quad \sin \beta = 0,427 \text{ (rad)}$$

$$\gamma = \arctan\left(\frac{L}{h}\right) = \arctan\left(\frac{1,4}{1,6}\right) = 0,72 \text{ (rad)} \Rightarrow \cos \gamma = 0,75 \text{ (rad)}$$

Độ rọi tại M thẳng góc với A

$$E_M = \frac{I_M}{2h} \cdot (\sin \beta \cdot \cos \beta + \beta) = \frac{180,12}{2 \times 1,6} \cdot (0,904 \times 0,427 + 0,44) = 46,49 \text{ (lx)}$$

Độ rọi tại N cách M một khoảng 1,4 m

$$E_N = E_M \cdot \cos \gamma = 46,49 \times 0,75 = 34,87 \text{ (lx)}$$