

Тема № 2 ФОТОМЕТРИЯ

Преподавател: гл. ас. д-р Иван Бодуров

Задача 1. Определете енергетичния поток, възприеман от окото в ясен слънчев ден при осветление $A = 10^5$ lx. Диаметърът на зеницата на окото да се приеме $d = 3$ mm. Светлинен поток 1 lm бяла светлина е еквивалентен приблизително на $k_w = 0,00435$ W/lm.

Отговор: $W = \frac{k_w A \pi d^2}{4} = 3,1 \cdot 10^{-3}$ W.

Задача 2. На екран с размери $a = 1,5$ m и $b = 2$ m пада нормално светлинен поток $F = 180$ lm. Коефициентът на дифузно отражение на екрана е $k = 0,75$. Определете осветлението, светимостта и яркостта на екрана, при условие, че той може да се разглежда като Ламбертов източник.

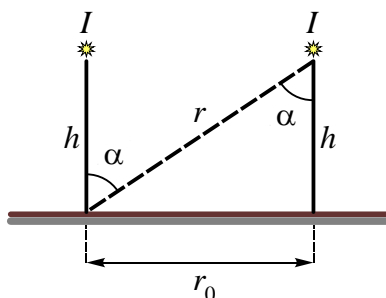
Отговор: $A = \frac{F}{ab} = 60$ lx; $R = kA = 45$ lm/m²; $B = \frac{k}{\pi} A = 14,3$ nt.

Задача 3. За осветлението на някакво работно място се използва електрическа лампа с интензитет на светлината $I_1 = 100$ cd, разположена на височина $h_1 = 2$ m над работното място. Определете на каква височина h_2 трябва да се разположи лампа с интензитет $I_2 = 50$ cd, за да се получи същото осветление.

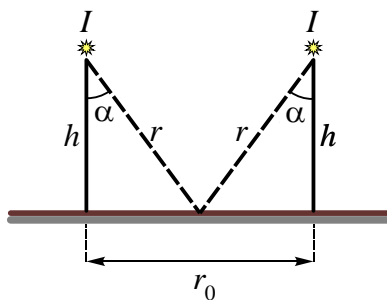
Отговор: $h_2 = h_1 \sqrt{\frac{I_2}{I_1}} = 1,41$ m.

Задача 4. Две лампи с интензитет на светлината $I = 100$ cd всяка, са разположени на височина $h = 2$ m над някаква повърхност и на разстояние $r_0 = 5$ m една от друга. Определете осветлението върху работната повърхност:

а) под всяка от лампата;

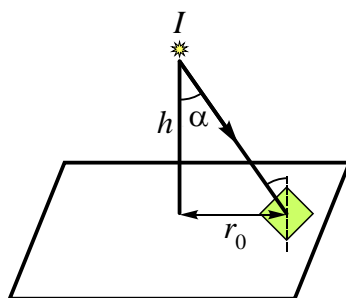


б) в точка, отстояща на равни разстояния от лампите



Отговор: а) $A = \frac{I}{h^2} \left[1 + \frac{h^3}{(h^2 + r_0^2)^{\frac{3}{2}}} \right] = 25,28 \text{ lx};$ б) $A = 2 \frac{Ih}{\left(\frac{r_0^2}{4} + h^2 \right)^{\frac{3}{2}}} = 12,19 \text{ lx}.$

Задача 5. Върху маса на разстояние $r_0 = 1 \text{ m}$ от основата на перпендикуляра, спуснат от лампата към повърхността на масата, е поставена книга. Лампата може да се премества само нагоре и надолу по вертикалата. На каква височина h над масата трябва да се намира лампата, за да може осветлението на книгата да бъде най-голямо. Лампата да се счита за точков източник на светлина.



Отговор: $h = \frac{r_0}{\sqrt{2}} = 0,71 \text{ m}.$

Задача 6. Най-малкият светлинен поток, който може да се възприеме от окото е $F = 10^{-13} \text{ lm}$. Площта на зеницата на окото е $S = 0,4 \text{ cm}^2$. Определете какъв най-малък интензитет на светлината трябва да има точков източник, за да може да се наблюдава през нощта на разстояние $r = 5 \text{ km}$. Поглъщането на светлината отсъства.

Отговор: $I = \frac{Fr^2}{S} = 6,25 \cdot 10^{-2} \text{ cd}.$

Задача 7. Осветлението, необходимо за четене е $A = 30 \text{ lx}$. Светлината от електрическа лампа без абажур, намираща се на разстояние $r = 1 \text{ m}$ от работното място пада под ъгъл $\vartheta = 60^\circ$. Определете лампа с каква минимална мощност трябва да се вземе, ако светлинният добив е $\eta = 12,5 \text{ lm/W}$.

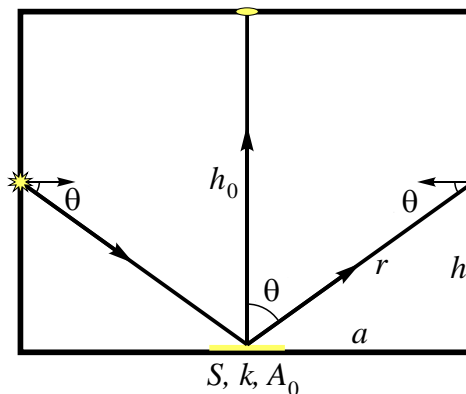
Отговор: $P = 4\pi \frac{Ar^2}{\eta \cos \vartheta} = 60 \text{ W}.$

Задача 8. Лампа с мощност $P = 100 \text{ W}$ има светлинен добив $\eta = 15 \text{ lm/W}$. Върху площ $S = 3 \text{ m}^2$ пада $\chi = 30 \%$ от светлинния поток на лампата. Определете средното осветление на тази повърхност.

Отговор: $A = \frac{\chi \eta P}{S} = 150 \text{ lx}$.

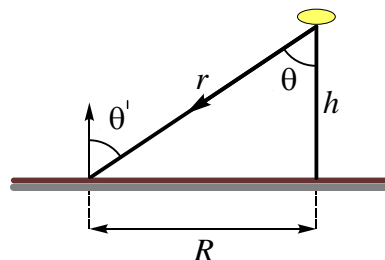
Задача 9. През отвор в завесите на прозорец в стая върху лист бяла хартия, лежащ на пода, пада сноп слънчеви лъчи, образуващи светло петно с площ $S = 80 \text{ cm}^2$ и осветление $A_0 = 10^4 \text{ lx}$. Коефициентът на отражение на хартията е равен на $k = 0,8$. Определете осветлението създадено от петното:

- а) на тавана на стаята над листа хартия, ако височината на стаята е $h_0 = 4 \text{ m}$;
 б) на стената на височина от пода $h = 2 \text{ m}$. Стената се намира на разстояние $a = 3 \text{ m}$.



Отговор: а) $A = \frac{k}{\pi} A_0 \frac{S}{h_0^2} = 1,27 \text{ lx}$; б) $A = \frac{k}{\pi} A_0 \frac{Sah}{(a^2 + h^2)^2} = 0,72 \text{ lx}$.

Задача 10. Над центъра на кръгла маса с радиус $R = 1 \text{ m}$ е окачен източник на светлина, имащ формата на диск с площ $S = 100 \text{ cm}^2$. Източникът може да се премества само по вертикалата. Яркостта на източника е $B = 1,6 \cdot 10^4 \text{ nt}$ и не зависи от посоката на излъчване. На каква височина h трябва да се постави източникът, за да може осветлението на периферните точки на масата да бъде най-голямо. Определете това осветление.



Отговор: $A = \frac{BS}{4R} = 40 \text{ lx}$.

Задача 11. Определете осветлението давано от Слънцето на повърхността на Земята. Яркостта на Слънцето да се приеме $B = 1,2 \cdot 10^9 \text{ nt}$, поглъщането в атмосферата да се пренебрегне. Диаметърът на Слънцето е $d = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$, а разстоянието от Слънцето до Земята $r = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$. За се счита, че слънчевите лъчи падат нормално на земната повърхност.

Отговор: $A = \frac{B\pi d^2}{4r^2} = 8,2 \cdot 10^4 \text{ lx.}$

Задача 12. Осветлението, което се получава при нормалното падане на слънчевите лъчи на повърхността на Земята е $A = 10^5 \text{ lx}$. Считайки, че излъчването на Слънцето се подчинява на закона на Ламберт и пренебрегвайки поглъщането на светлината от атмосферата, определете яркостта на Слънцето, ако е известно, че радиусът на земната орбита е $R = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$, а диаметърът на Слънцето е $d = 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$.

Отговор: $B = \frac{4}{\pi} \left(\frac{R}{d} \right)^2 A = 1,46 \cdot 10^9 \text{ nt.}$