

**Фотометрия** - раздел оптики,  
в котором рассматриваются  
энергетические  
характеристики света в  
процессах его излучения,  
распространения и  
взаимодействия со средой.

# Энергетические характеристики света

- СВЕТОВОЙ ПОТОК       $\Phi = W/t$

*Световой поток - это физическая величина, определяемая количеством световой энергии (по зрительным ощущениям), попадающего на поверхность за единицу времени.*

Единица измерения светового потока является 1 люмен (1 лм).

Световой поток от ночного звездного неба, попадает на зрачок глаза составляет всего  $\Phi = 0,000000001$  лм,

а от полуденного Солнца  $\Phi = 8$  лм.

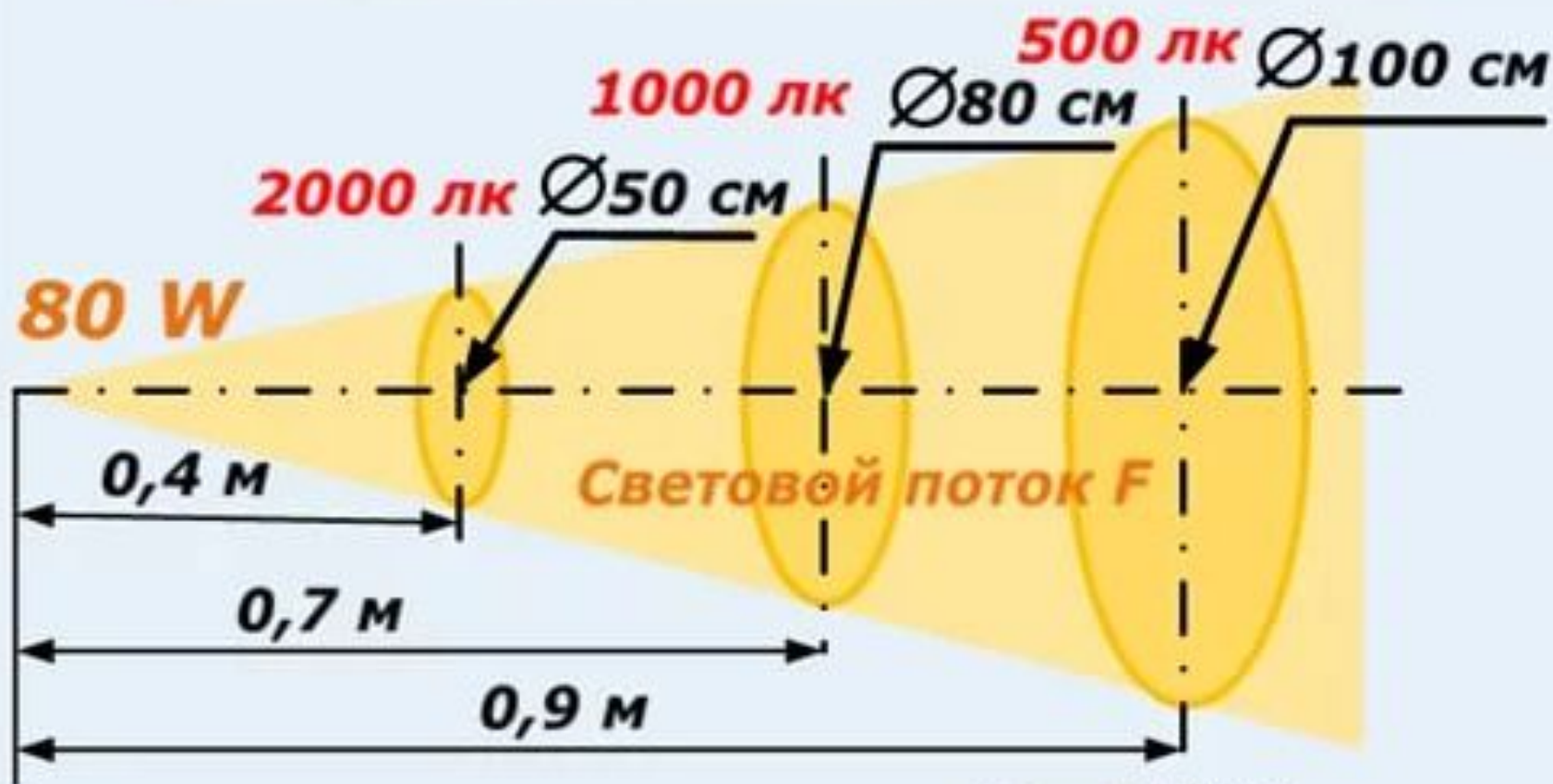
# Энергетические характеристики света

- Сила света  $I = \Phi/\omega$  где  $\omega$  = телесный угол
- **Сила света - физическая величина, определяющая величину светового потока в определенном направлении.**
- **Единицей силы света является 1 кандела (1 кд). Она входит в состав основных единиц Международной системы единиц**

## Сила света некоторых источников:

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| • Солнце $\approx 3 \cdot 10^{27}$ кд | Прожектор $\approx 8 \cdot 10^8$ кд                 |
| • Маяк $\approx 1 \cdot 10^5$ кд      | Фара автомобиля (дальний свет) $\approx 12\,000$ кд |
| • Фара велосипеда $\approx 60$ кд     | Лампочка фонарика $\approx 0,5 - 3$ кд              |
| • Свеча $\approx 0,5 - 2$ кд          | Светлячок $\approx 0,01 - 0,001$ кд                 |

# Зависимость силы света от угла раскрытия светового пучка



$$I = F / W$$

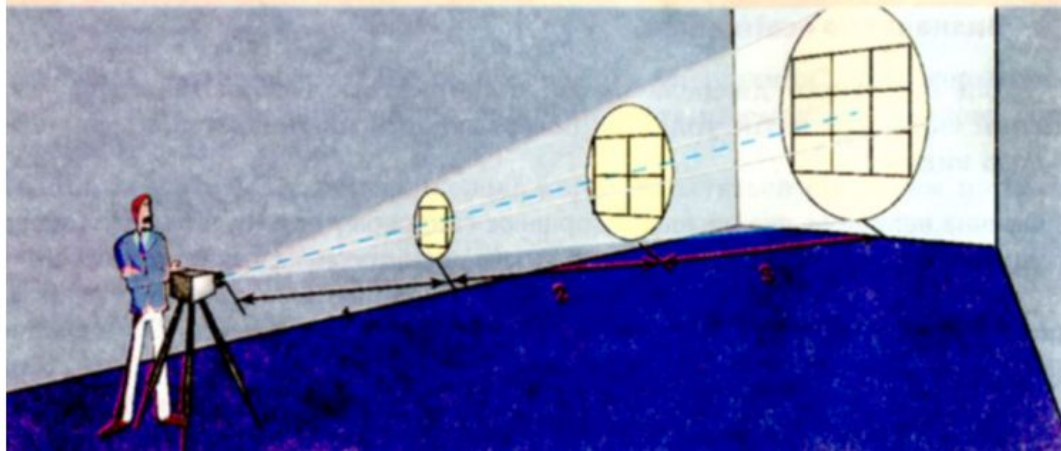
$F$  - световой поток

$W$  - телесный угол, в котором  
распределен световой поток

# Энергетические характеристики света

- Освещенность  $E = \Phi/S$
- **Освещенность - это физическая величина, которая показывает какой световой поток падает на единицу поверхности**
- **Единицей освещенности является 1 люкс (1 лк)**

# Пусть, например, световой поток от точечного источника падает на экран



- Рис. Зависимость освещенности поверхности от расстояния до источника
- Свет на единичном расстоянии от источника освещает единичную поверхность.
- Если увеличить расстояние в 2 раза, то свет осветит поверхность в 4 раза больше.
- Если увеличить расстояние в 3 раза, освещаемая поверхность увеличится в 9 раза.
- Учитывая, что , приходим к выводу, что освещенность поверхности точечным источником света обратно пропорциональна квадрату расстояния от источника до этой поверхности.  $E \sim 1/r^2$

**Определить силу света  $I$  точечного источника, полный световой поток  $\Phi$  которого равен 1 лм.**

**Дано:      Решение:**

$$\Phi = 1 \text{ лм} \quad I = \Phi / \omega$$

**$I$  - ?      Телесный угол полностью охватывает источник  $\omega = 4\pi$**

$$I = \Phi / 4\pi = 1 \text{ лм} / (4 * 3,14) = 0,08 \text{ кд}$$

Лампочка, потребляющая мощность  $P=75$  Вт, создает на расстоянии  $r = 3$  м при нормальном падении лучей освещенность  $E=8$  лк. Определить удельную мощность  $p$  лампочки (в ваттах на канделу) и световую отдачу  $\eta$  лампочки (в люменах на ватт).

Дано:      Решение:

$$P=75 \text{ Вт} \quad E=\Phi/S \quad \text{и} \quad E \sim 1/r^2$$

$$r = 3 \text{ м} \quad \text{тогда } E=I/r^2 \quad I = Er^2$$

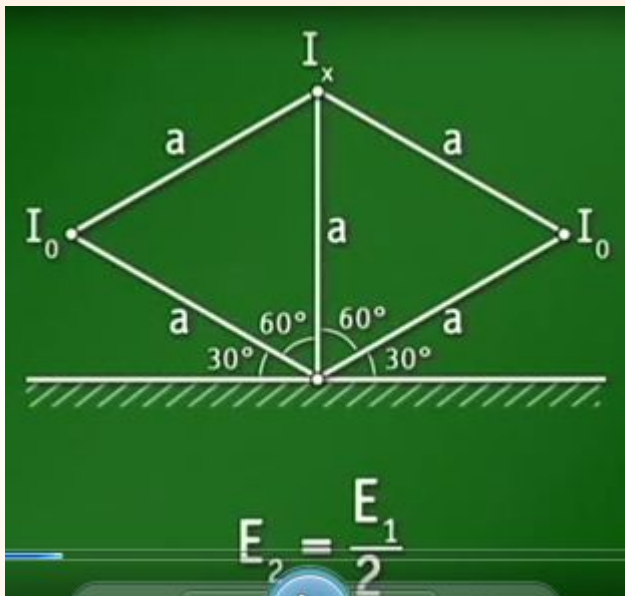
$$E=8 \text{ лк} \quad p=P/I = P/Er^2 = \dots$$

$$\Phi = 4\pi I = 4\pi Er^2$$

$$\Phi/P = 4\pi Er^2/P = \dots$$



Есть три источника света, развешенные по сторонам и наверху.  
 Освещенность на поверхности от всех трех  $E_1$ . Если выключить  
 верхний источник то освещенность падает в 2 раза. Найти силу света  
 верхнего источника если у боковых  $I_0$



$$E_2 = 2 \frac{I_0 \cos 60^\circ}{a^2} = 2 \frac{I_0}{2a^2} = \frac{I_0}{a^2}$$

$$I_x = I_0$$

$$E_1 = E_2 + \frac{I_x \cos(0^\circ)}{a^2} = \frac{I_0 + I_x}{a^2}$$

$$\frac{I_0}{a^2} = \frac{I_0 + I_x}{2a^2}$$

$$I_x = I_0$$

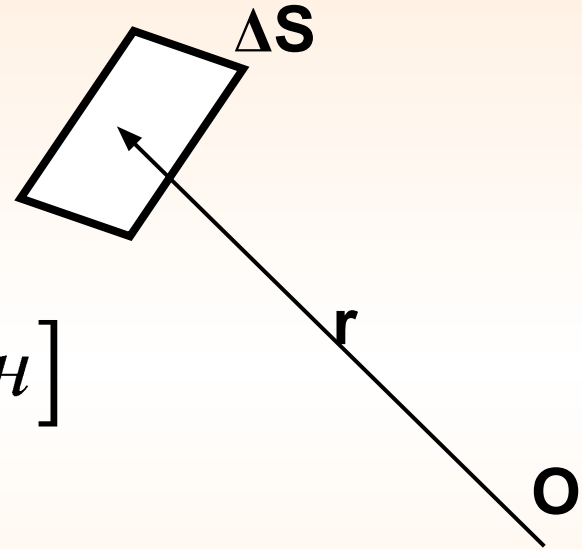
# Задачи

- 1) В вершине кругового конуса находится точечный источник света, посылающий внутри конуса световой поток  $\Phi=76$  лм. Сила света  $I$  источника равна 120 кд. Определить телесный угол  $\omega$  и угол раствора  $2\vartheta$  конуса.
- 2) Какую силу тока  $I$  покажет гальванометр, присоединенный к селеновому фотоэлементу, если на расстоянии  $r=75$  см от него поместить лампочку, полный световой поток  $\Phi_0$  которой равен 1,2 клм? Площадь рабочей поверхности фотоэлемента равна  $10$  см<sup>2</sup>, чувствительность  $i=300$  мкА/лм.

# Основные понятия

## 1. Телесный угол:

$$\omega = \frac{\Delta S}{R^2}.$$



$$\omega_0 = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \text{ [стерадиан]}$$

2. **Световой поток** измеряется энергией, переносимой световыми волнами через данную площадку в единицу времени:

$$\Phi = \frac{dW}{dt} \text{ [люмен]}$$

3. **Сила света** - световой поток в единицу телесного угла:

$$I = \frac{\Phi}{d\omega} \quad \text{кд}, \quad \left[ \frac{\text{лм}}{\text{ср}} \right]$$

Полный световой поток, испускаемый изотропным источником света равен:

$$\Phi_0 = 4\pi I_0.$$

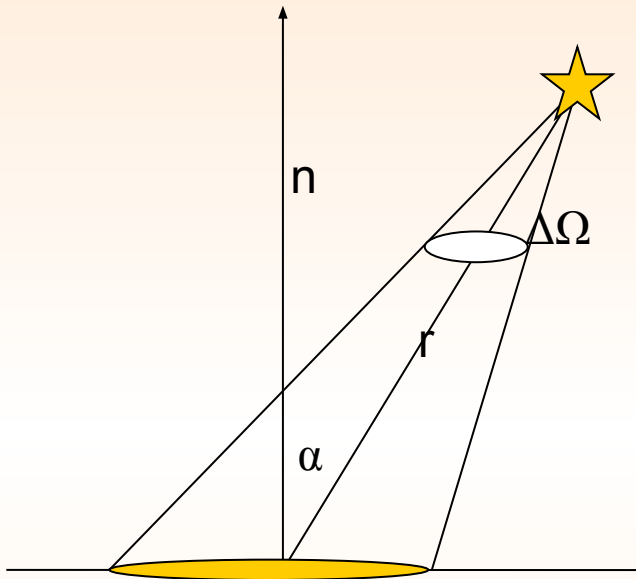
4. **Светимость** поверхности  $R$  численно равна световому потоку, испускаемому единичной площади светящегося тела:

$$R = \frac{\Phi}{dS} \quad \text{кд/м}^2, \quad \left[ \frac{\text{лм}}{\text{м}^2} \right].$$

ЕСЛИ СВЕТИМОСТЬ ОБУСЛОВЛЕНА  
ОСВЕЩЕННОСТЬЮ, ТО  $R = \rho E$ ;

$\rho$  - КОЭФФИЦИЕНТ ОТРАЖЕНИЯ,  $E$  – ОСВЕЩЕННОСТЬ.

5. **Освещенность**  $E$  характеризуется величиной светового потока, падающего под определенным углом на единицу площади поверхности



$$E = \frac{\Phi}{dS} = \frac{I \cos \alpha}{r^2} \left[ \frac{\text{лм}}{\text{лк}, \frac{\text{м}^2}{2}} \right].$$

6. Яркостью светящейся поверхности называется величина, численно равная отношению силы света элемента излучающей поверхности  $dS$  к площади проекции этого элемента на плоскость, перпендикулярную направлению наблюдения

$$B = \frac{\Phi}{d\omega dS \cos \Theta} \left[ \frac{\kappa \partial}{2} \right].$$

$$B = \frac{\kappa \partial}{dS \cos \Theta} \left[ \frac{\quad}{2} \right].$$