

# ФИЗИКА. Часть III

**Оптика. Атомная**

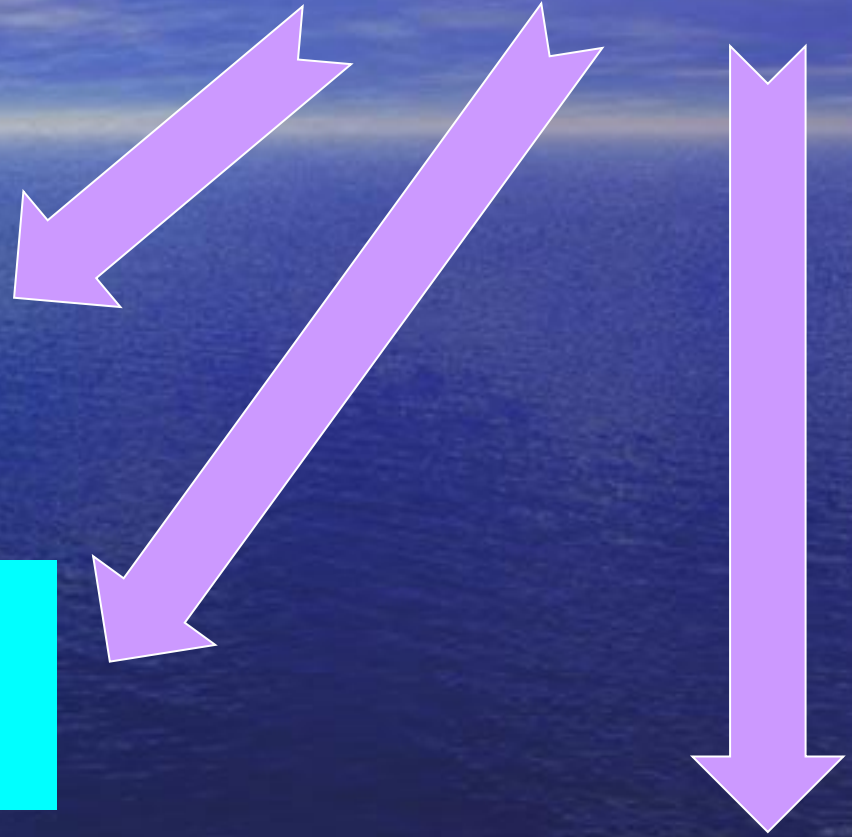
**и ядерная физика.**

# ОПТИКА

Геометрическая  
(лучевая)

Волновая  
(физическая)

Квантовая  
(корпускулярная)



# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТР

Все объекты в космосе испускают электромагнитные волны. Чем больше объект, тем больше энергии он излучает. Излучение очень горячих объектов имеет вид крайних длин. Излучение холодных объектов не обладает высокой энергией и состоит из длинных волн. Видимый свет является самым активным видом электромагнитных волн, радиоволны переносят самое малое количество энергии.

Тем меньше длина волны электромагнитного излучения, тем больше её частота и тем она активнее.



видов: **радиоволны** ( $\lambda > 50 \text{ мкм}$ ), **световые волны** (инфракрасные волны ( $770 \text{ нм} < \lambda < 1 \text{ мм}$ ), видимый свет ( $380 \text{ нм} < \lambda < 770 \text{ нм}$ ), ультрафиолетовое излучение ( $10 \text{ нм} < \lambda < 380 \text{ нм}$ )), **рентгеновское излучение** ( $0,01 \text{ нм} < \lambda < 100 \text{ нм}$ ) и  **$\gamma$ -излучение** ( $\lambda < 0,1 \text{ нм}$ ).

## Глава 2. ФОТОМЕТРИЯ. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА.

### § 2.1. Законы геометрической оптики.

#### Закон прямолинейного распространения

света - свет в оптически однородной среде распространяется прямолинейно.

#### Закон независимости световых пучков

эффект, производимый отдельным пучком, не зависит от того, действуют ли одновременно остальные пучки или они устранены.



## Закон отражения

$$i'_1 = i_1$$

## Закон

## преломления

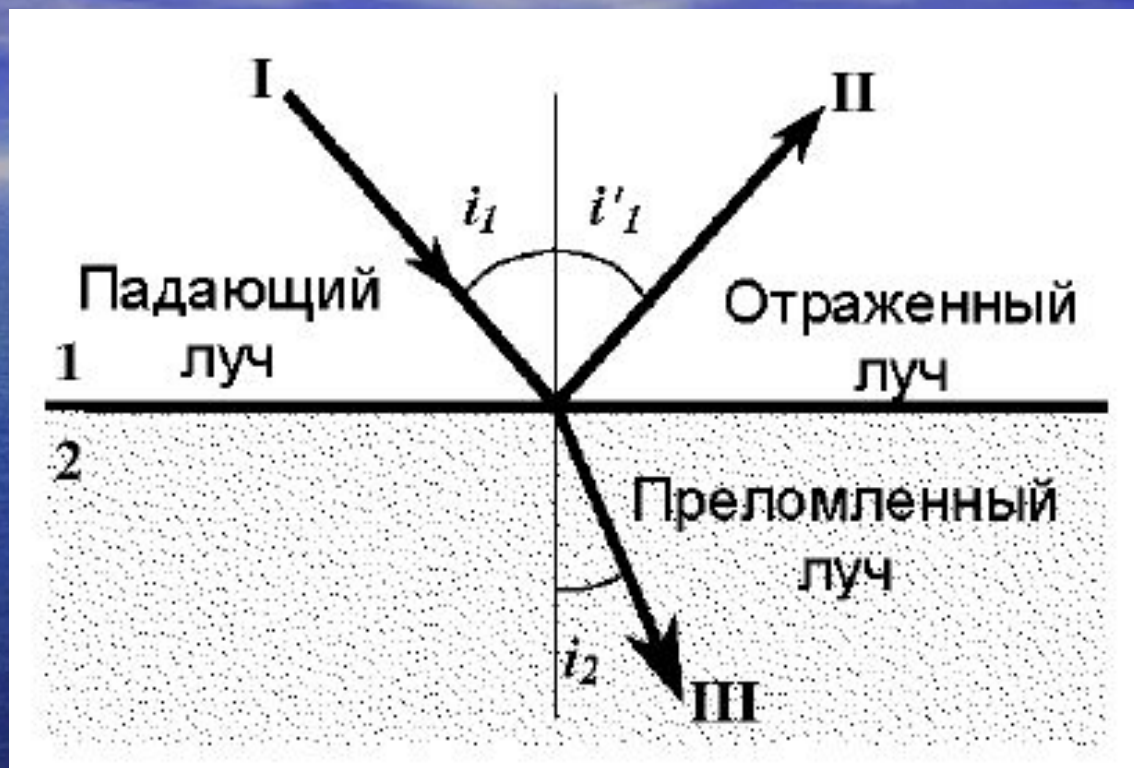
$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$$

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$n = \frac{c}{v}$$

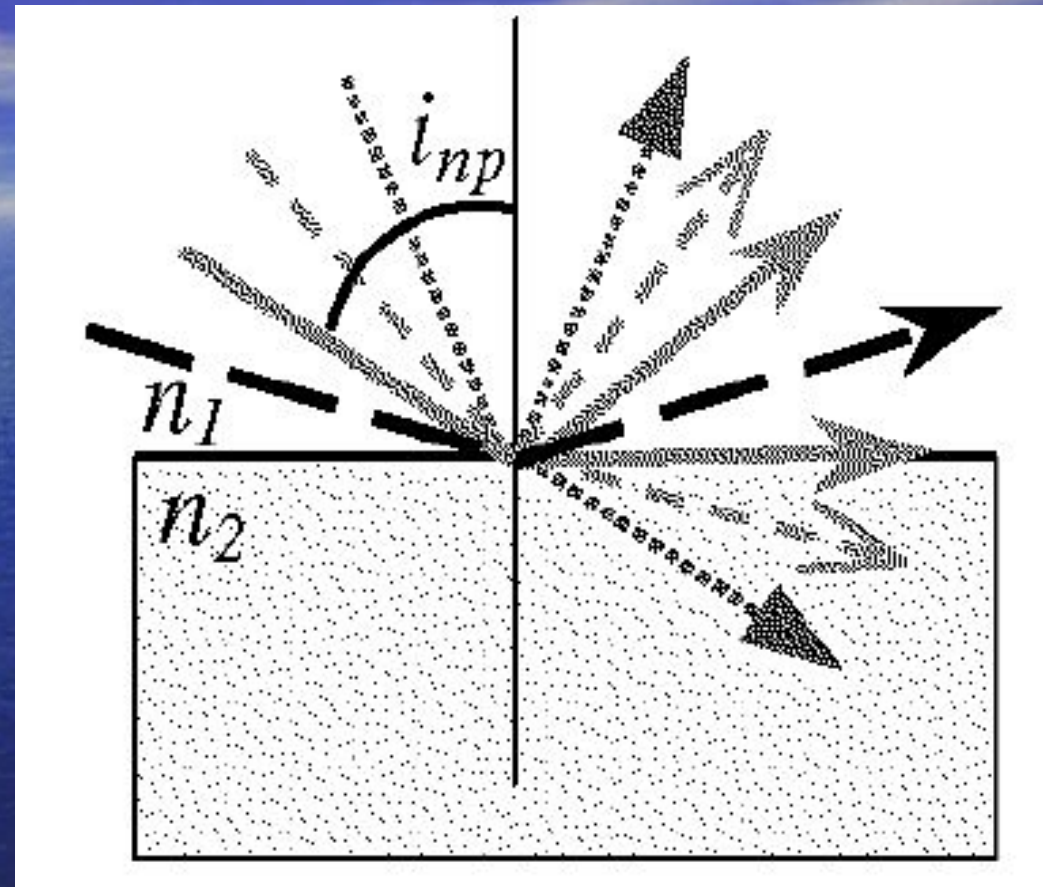
Поскольку  $v = c / \sqrt{\epsilon\mu}$ , то  $n = \sqrt{\epsilon\mu}$



## Полное отражение

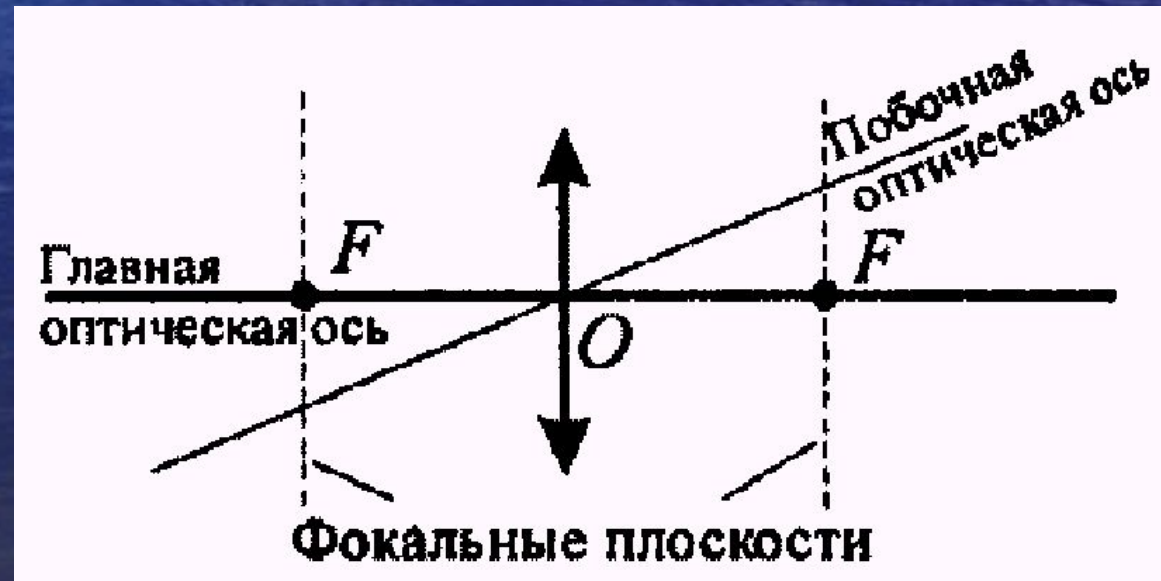
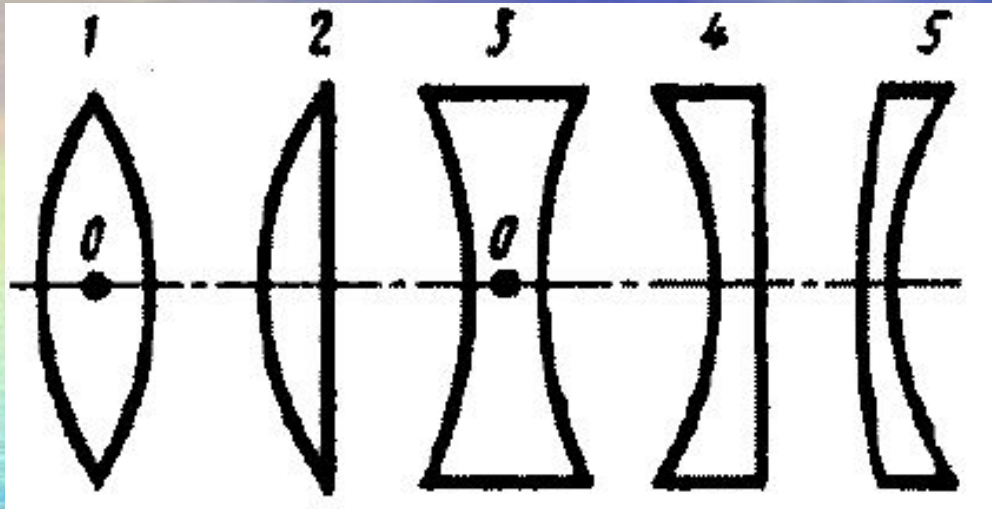
$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

$$\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2} > 1$$

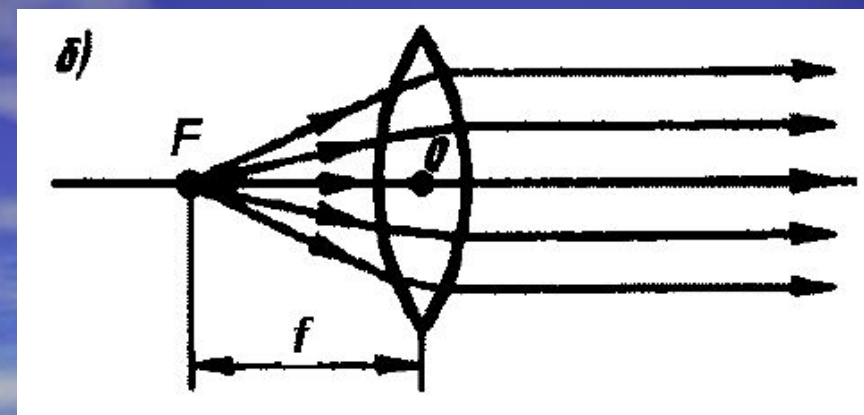
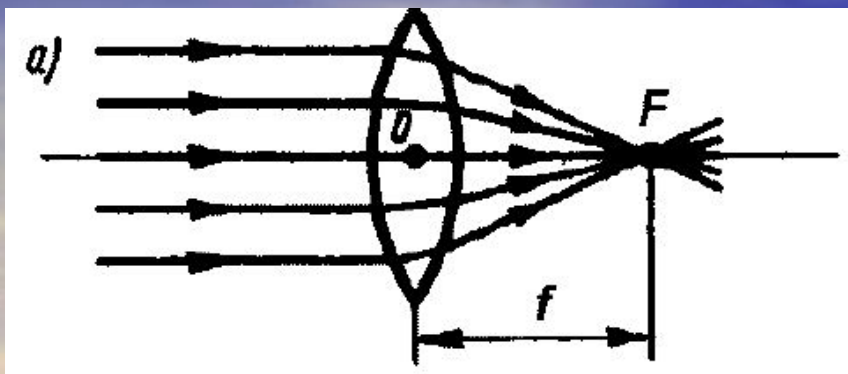


$$\sin i_{np} = \frac{n_2}{n_1} \sin \frac{\pi}{2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

## § 2.2. Тонкие линзы

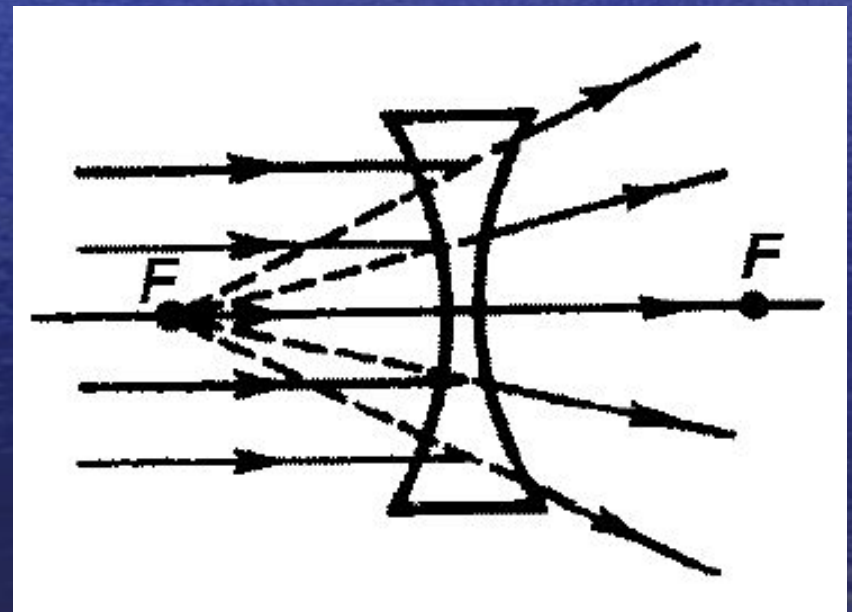






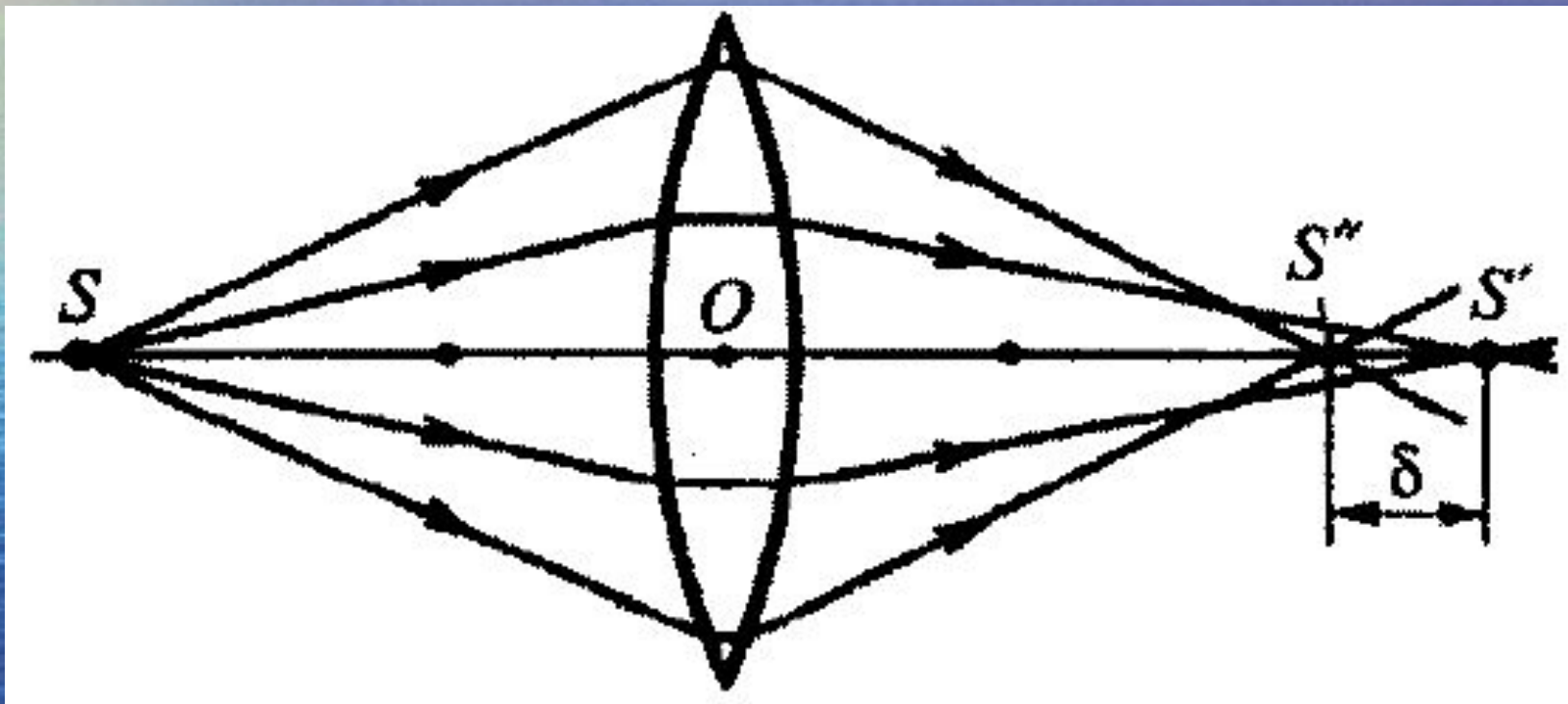
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{(n_{21} - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}$$

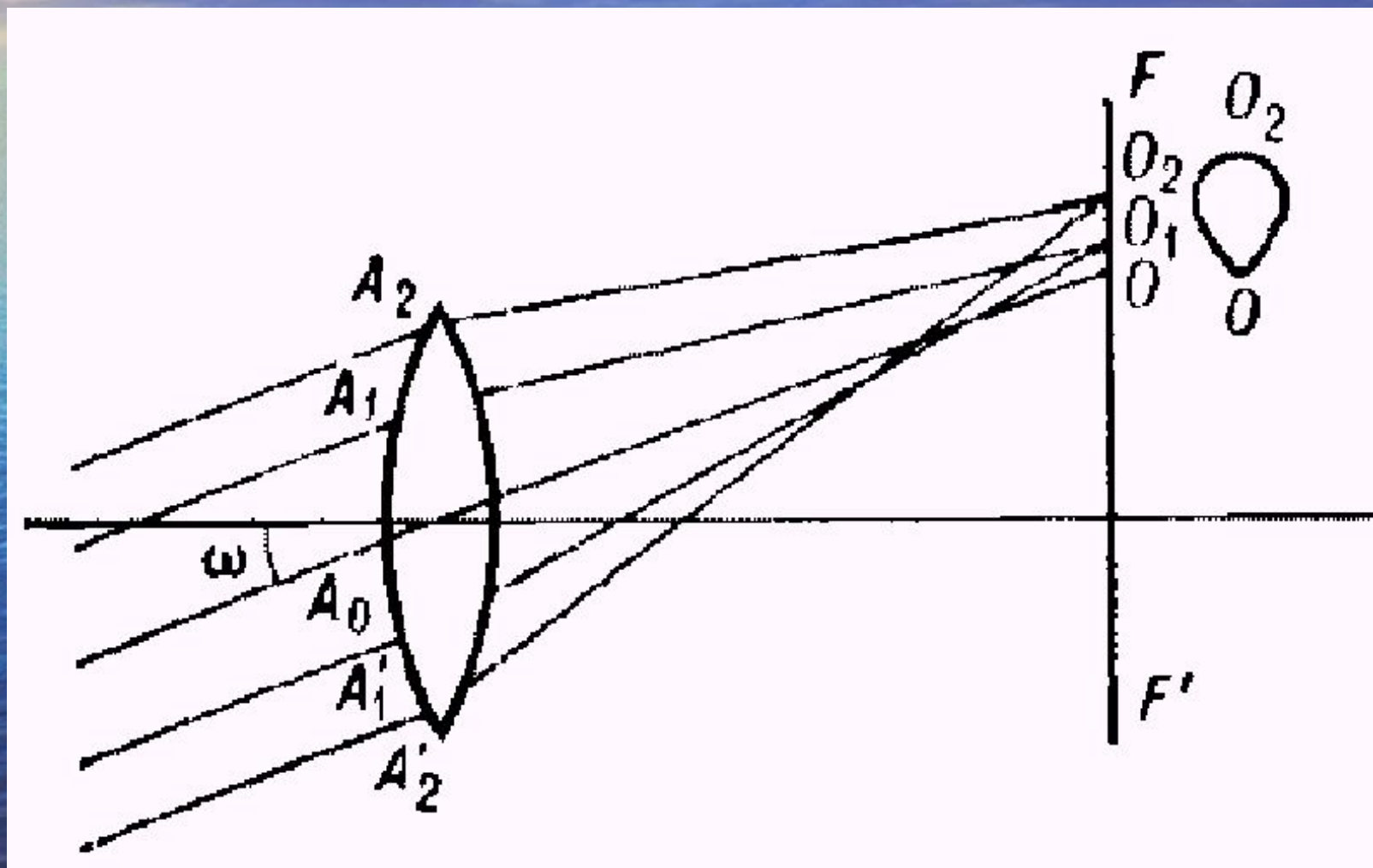


$$\Phi = 1/f$$

# Сферическая абберрация

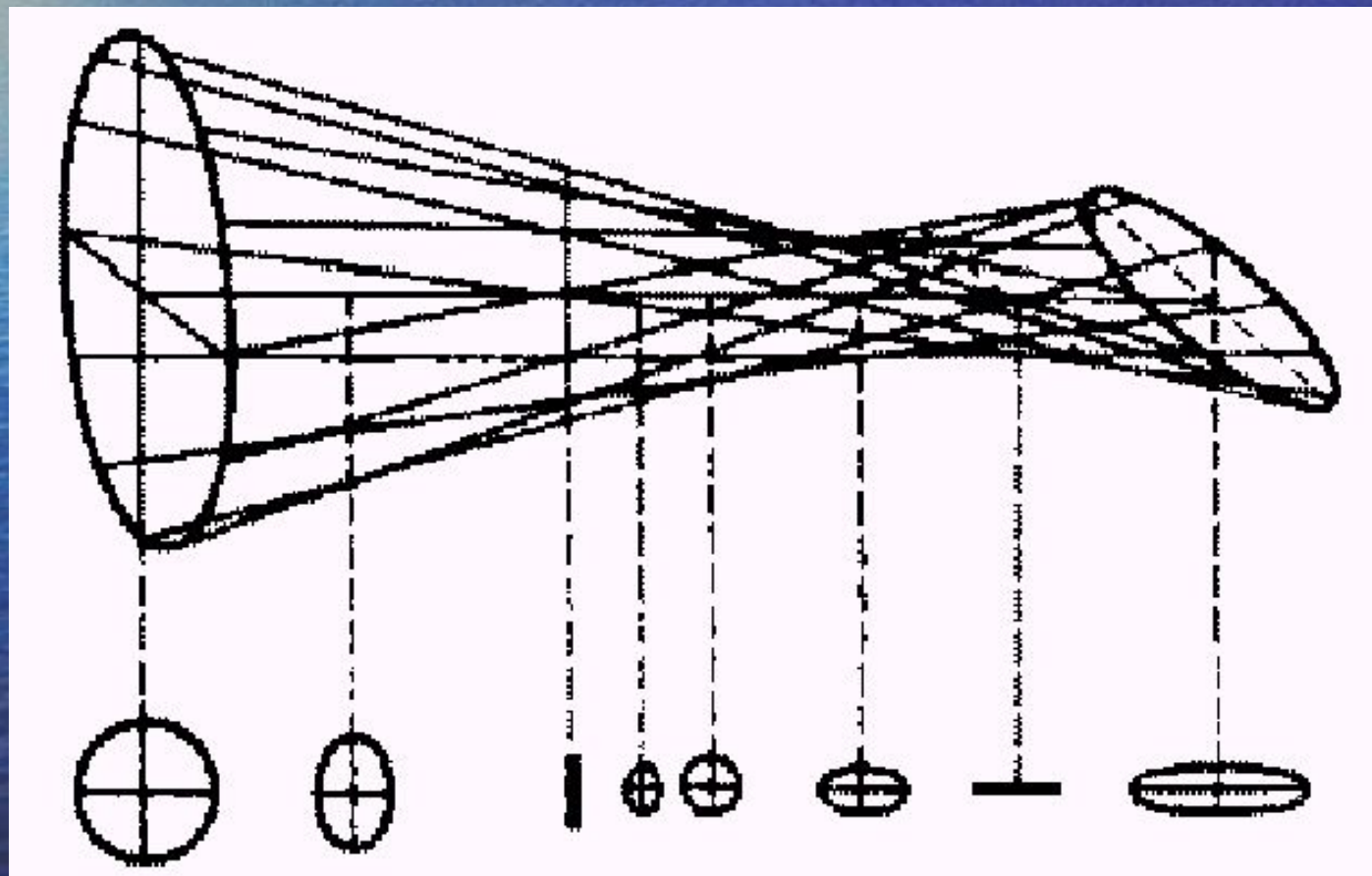


# Кома

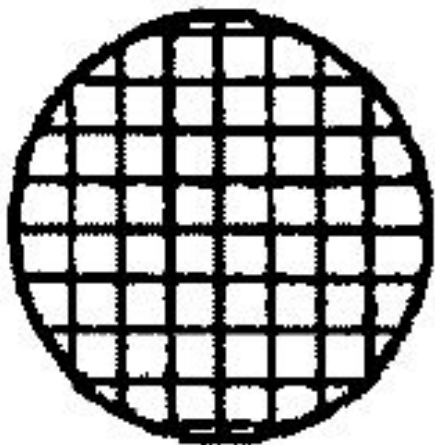


# Астигматизм

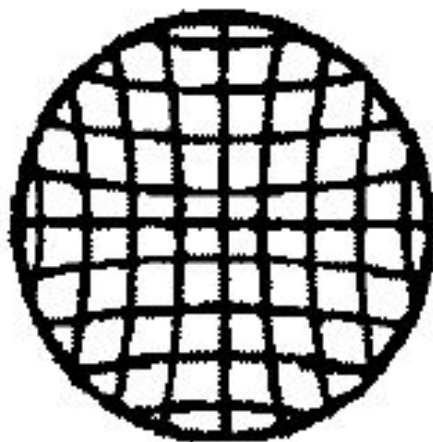
Погрешность, обусловленная неодинаковостью кривизны оптической поверхности в разных плоскостях сечения падающего на нее светового пучка.



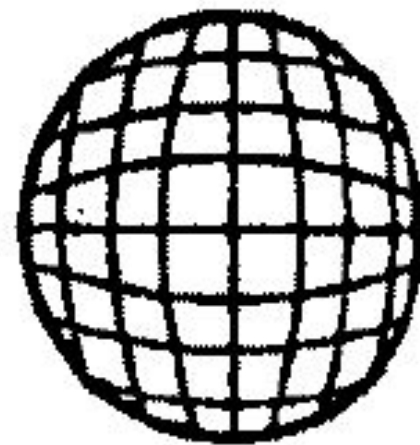
# Дисторсия



*a)*

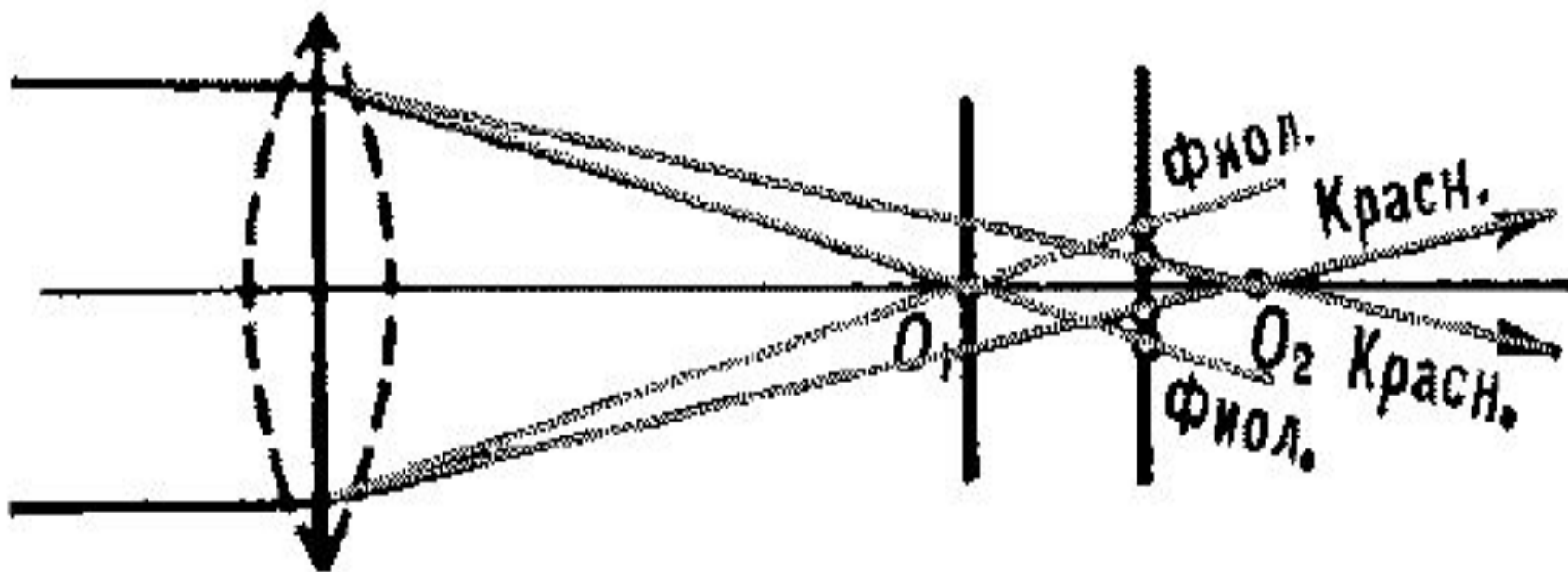


*b)*



*c)*

# Хроматическая аберрация



## § 2.3. ФОТОМЕТРИЯ

Фотометрия - раздел оптики, в котором рассматриваются энергетические характеристики оптического излучения в процессах его испускания, распространения и взаимодействия с веществом, а также измеряется интенсивность света и его источников.

Энергетические величины в фотометрии - характеризуют энергетические параметры оптического излучения без учета его действия на приемники излучения.

**Поток излучения**  $\Phi_e$  — величина, равная отношению энергии  $W$  излучения ко времени  $t$ , за которое излучение произошло (мощность излучения). Единица потока излучения — **ватт (Вт)**.

$$\Phi_e = W/t$$

**Энергетическая светимость (излучательность)**  $R_e$  — величина, равная отношению потока излучения  $\Phi_e$ , испускаемого поверхностью, к площади  $S$  сечения, сквозь которое этот поток проходит (поверхностная плотность потока излучения). Единица энергетической светимости — **ватт на метр в квадрате (Вт/м<sup>2</sup>)**.

$$R_e = \Phi_e / S$$

**Энергетическая освещенность (облученность)**  $E_e$  — характеризует величину потока излучения, падающего на единицу освещаемой поверхности. Единица энергетической освещенности — **ватт на метр в квадрате (Вт/м<sup>2</sup>)**.

$$E_e = \Phi_e / S$$



**Энергетическая сила света (сила излучения)  $I_e$**  —

величина, равная отношению потока излучения  $\Phi_e$  точечного источника к телесному углу  $\omega$ , в пределах которого это излучение распространяется. Единица энергетической силы света — **ватт на стерадиан (Вт/ср)**.

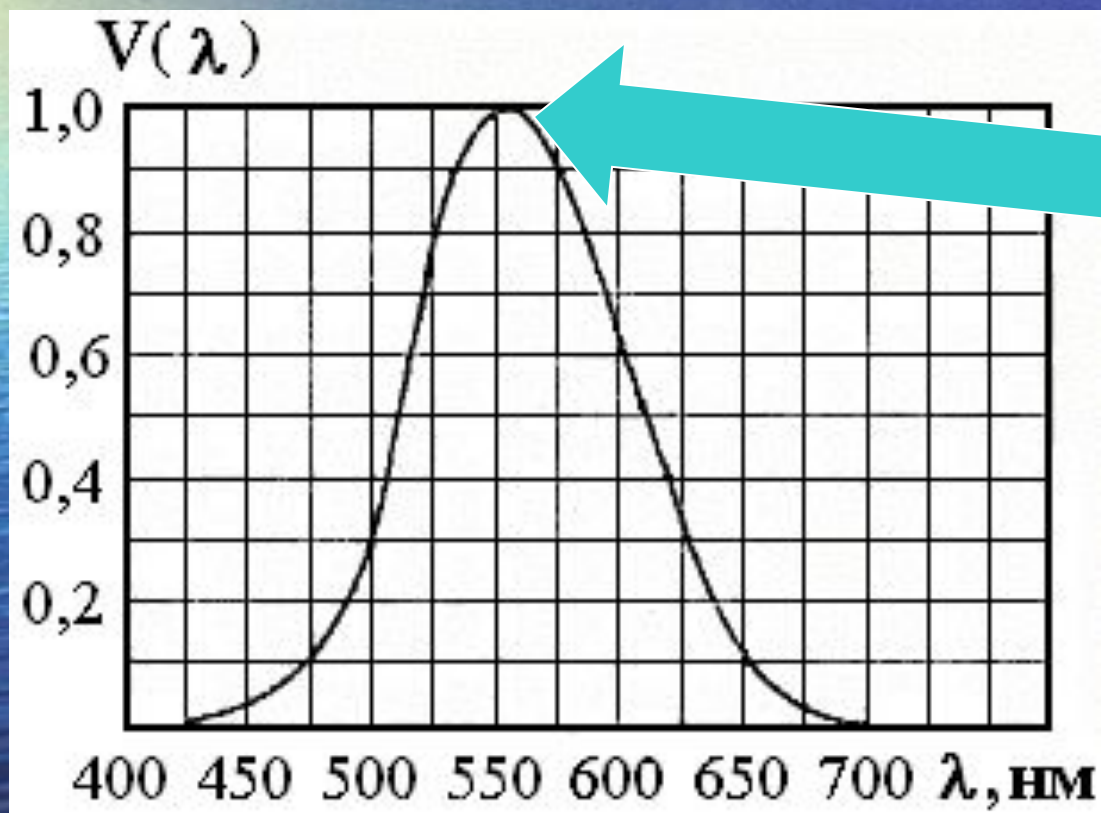
$$I_e = \frac{\Phi_e}{\omega}$$

**Энергетическая яркость (лучистость)  $B_e$**  — величина,

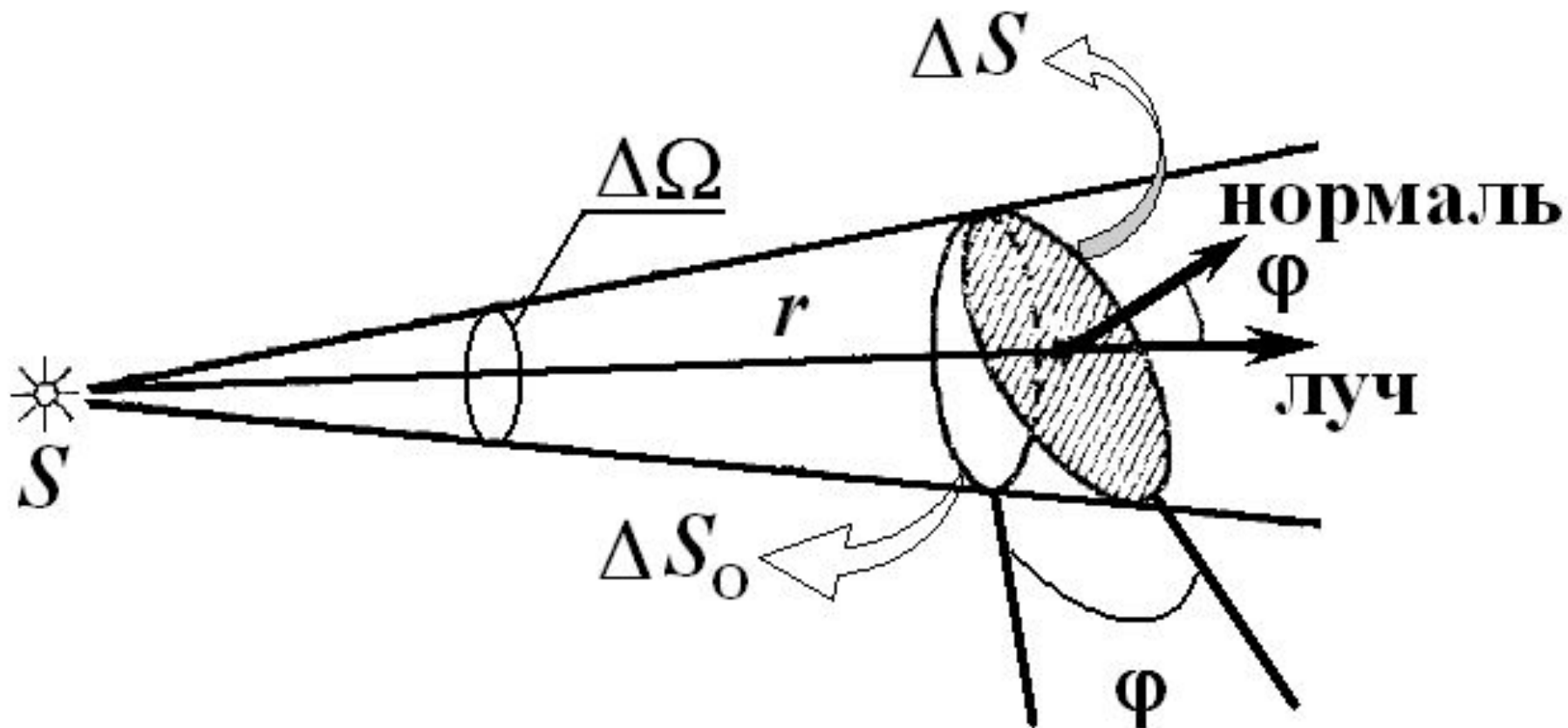
равная отношению энергетической силы света  $\Delta I_e$  элемента излучающей поверхности к площади  $\Delta S$  проекции этого элемента на плоскость, перпендикулярную направлению наблюдения. Единица энергетической яркости — **ватт на стерадиан-метр в квадрате (Вт/(ср·м<sup>2</sup>))**.

$$B_e = \frac{\Delta I_e}{\Delta S}$$

# КРИВАЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА



**555 нм**  
**(0,55 мкм)**



$$\Omega = \frac{\Delta S_0}{r^2} \quad \Delta S_0 = \Delta S \cos \varphi \quad \Omega = \frac{\Delta S \cos \varphi}{r^2}$$

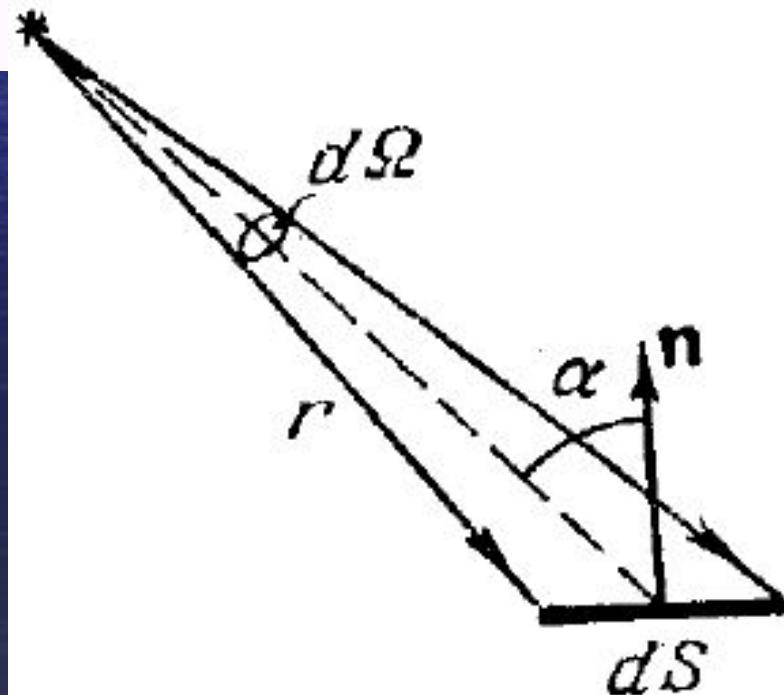
Основной световой единицей в СИ является единица силы света  $I$  — **кандела (кд)** — сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой  $540 \cdot 10^{12}$  герц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет  $\frac{1}{683}$  Вт/ср.

Единица светового потока  $\Phi$  (мощности оптического излучения) — **люмен (лм)**: 1лм — световой поток, испускаемый точечным источником силой света в 1кд внутри телесного угла в 1ср (**1лм=1кд·ср**).

**Освещенность  $E$**  — величина, равная отношению светового потока  $\Phi$ , падающего на поверхность, к площади  $S$  этой поверхности.  
Единица освещенности — **люкс (лк)**: 1лк — освещенность поверхности, на один квадратный метр которой падает световой поток в 1лм (1лк=1лм/м<sup>2</sup>).

$$E = \frac{d\Phi}{dS}$$

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



**Светимость**  $R$  — суммарный поток, посылаемый светящейся площадкой с площадью  $S$ . Единица светимости — люмен на метр в квадрате ( $\text{лм}/\text{м}^2$ ).

**Яркость** светящейся поверхности в некотором направлении  $\varphi$  есть величина, равная отношению силы света  $I$  в этом направлении к площади  $S$  проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную данному направлению. Единица яркости — кандела на метр в квадрате ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ).

$$L = \frac{I}{dS \cos \varphi}$$

