

ФИЗИКА. Часть III

Оптика. Атомная

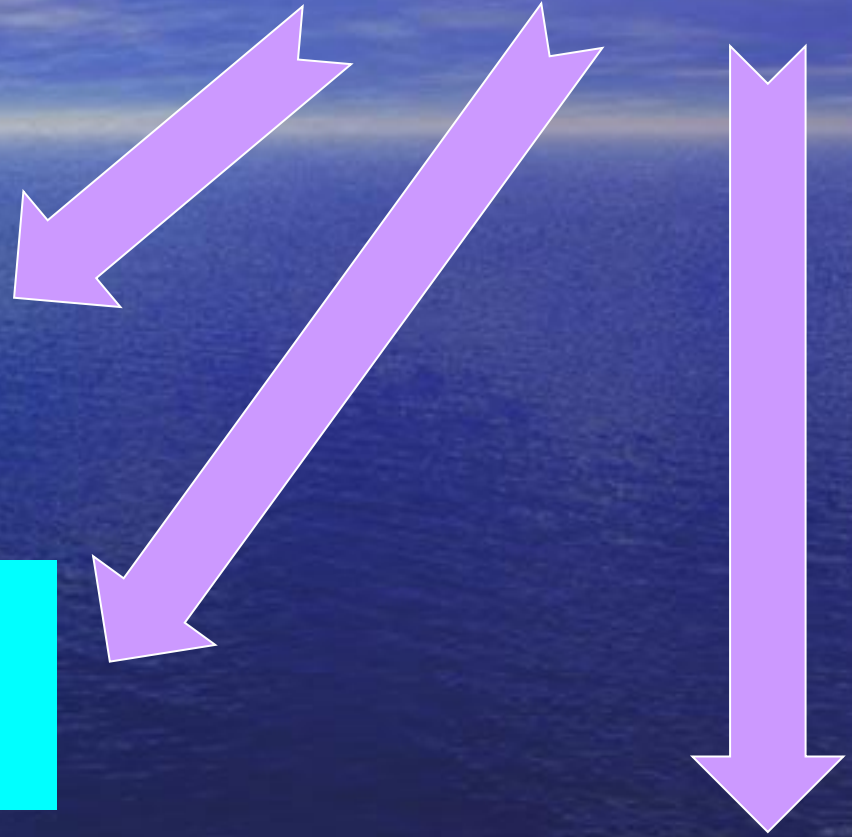
и ядерная физика.

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.



Видимый свет
380 – 760 нм.

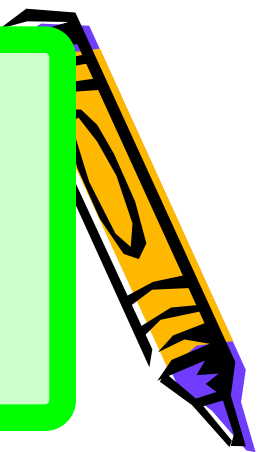
видов: **радиоволны** ($\lambda > 50 \text{ мкм}$), **световые волны** (инфракрасные волны ($770 \text{ нм} < \lambda < 1 \text{ мм}$), **видимый свет** ($380 \text{ нм} < \lambda < 770 \text{ нм}$), **ультрафиолетовое излучение** ($10 \text{ нм} < \lambda < 380 \text{ нм}$)), **рентгеновское излучение**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

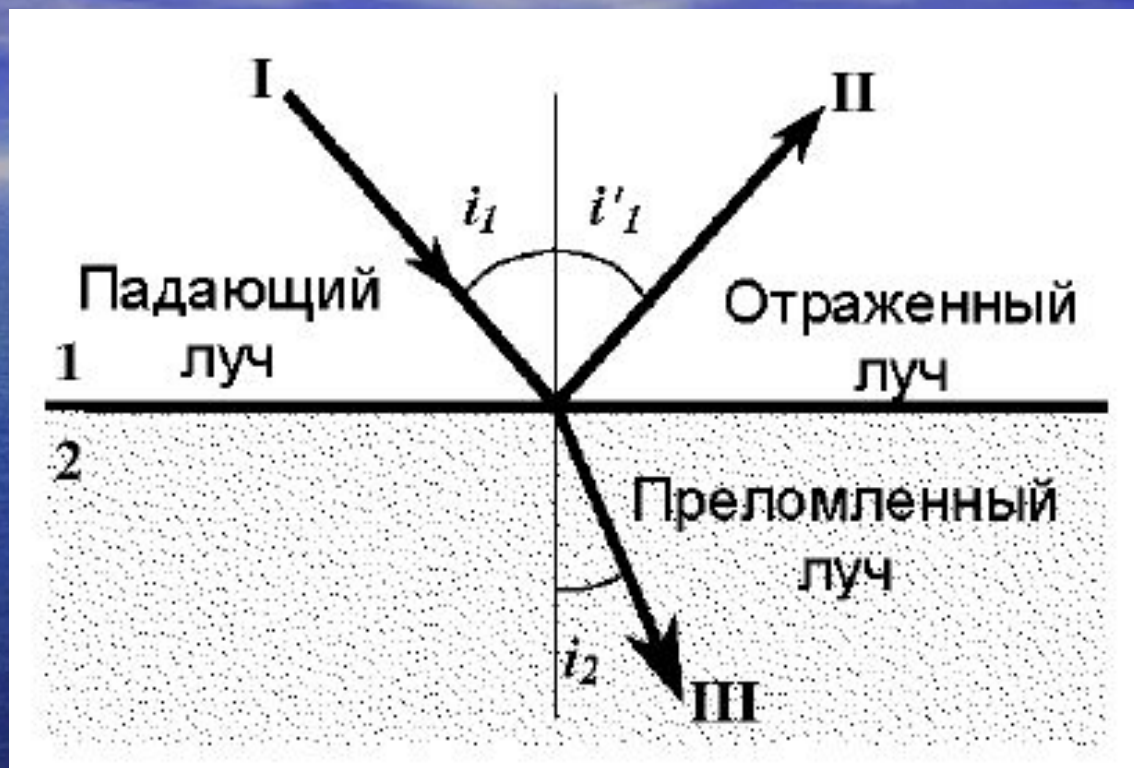
$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{21}$$

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

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

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

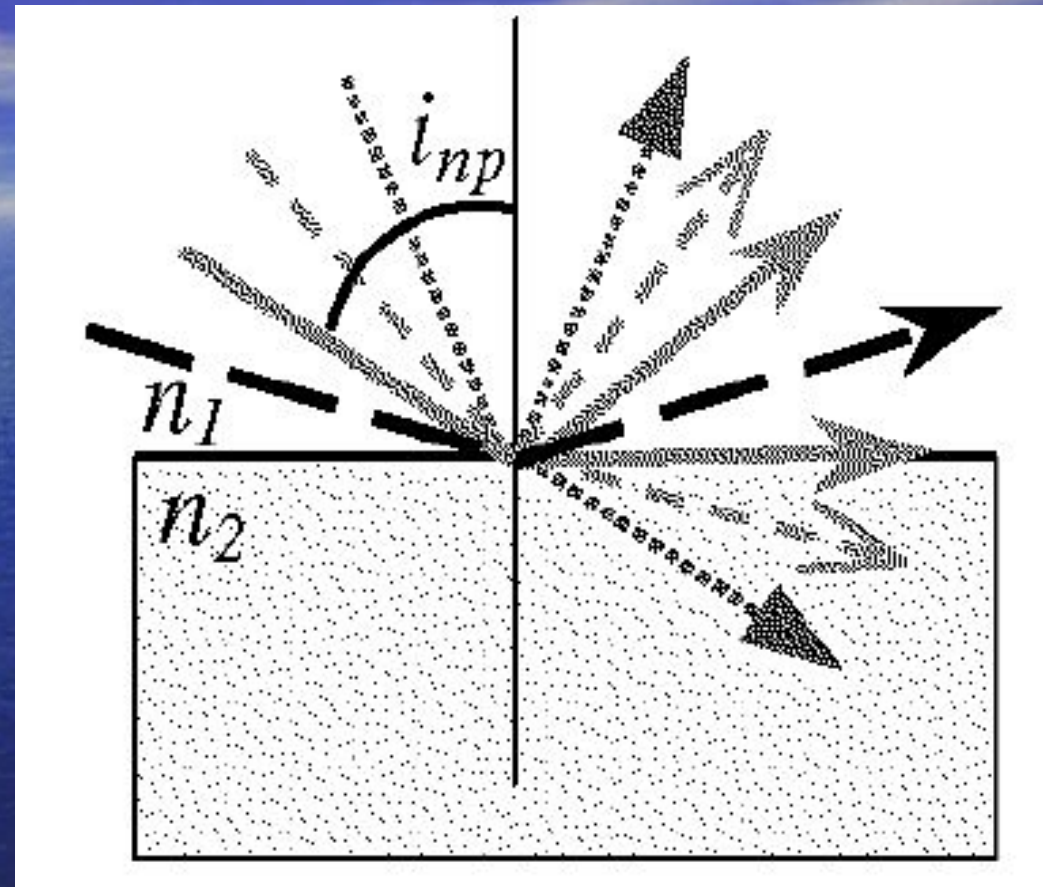
Поскольку $v = c / \sqrt{\epsilon\mu}$, то $n = \sqrt{\epsilon\mu}$



Полное отражение

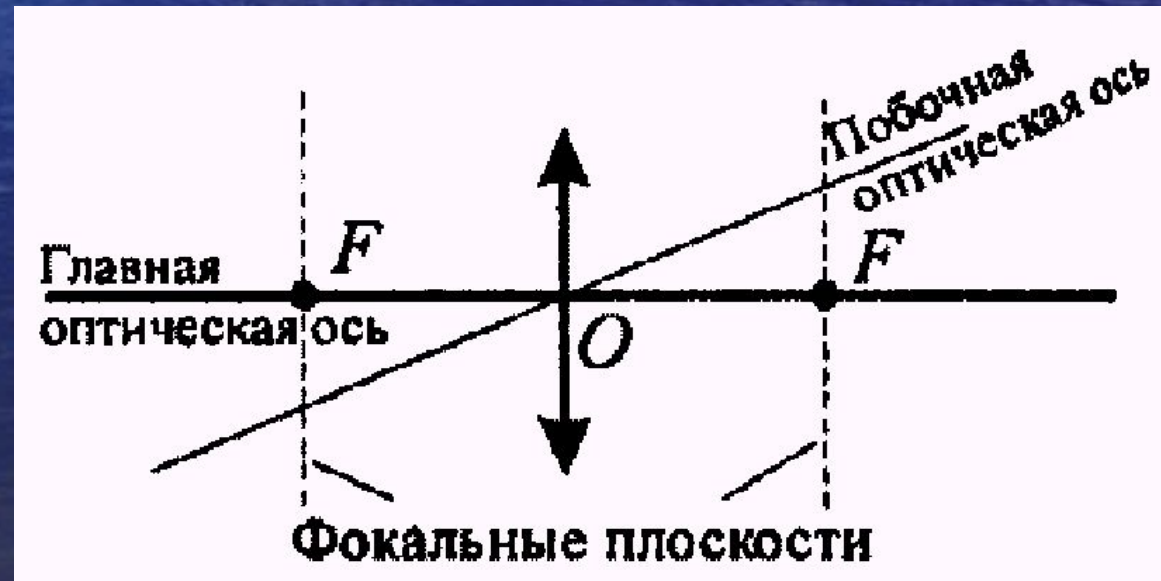
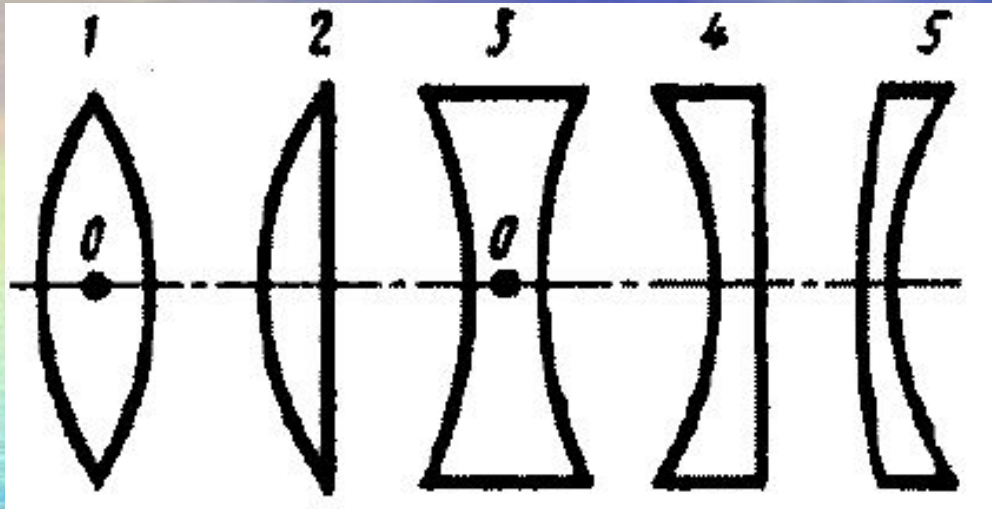
$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

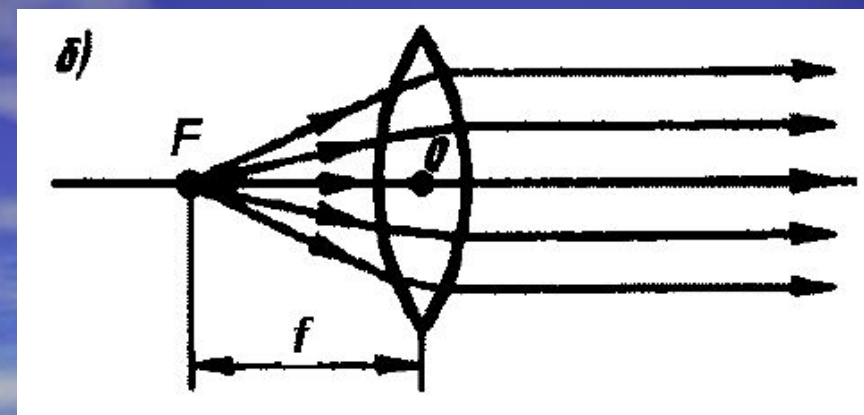
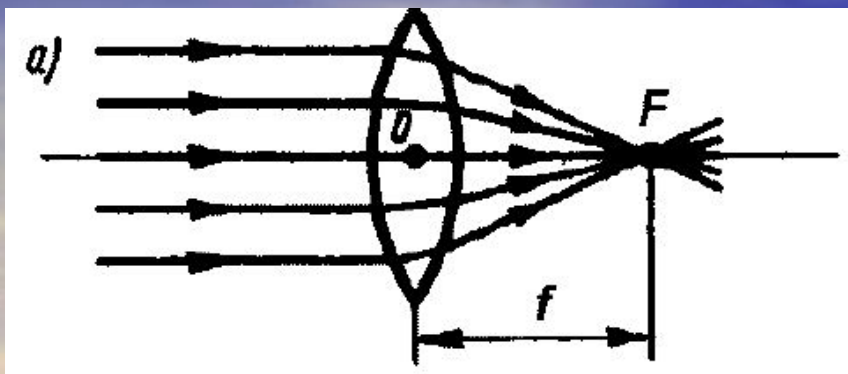
$$\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2} > 1$$



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

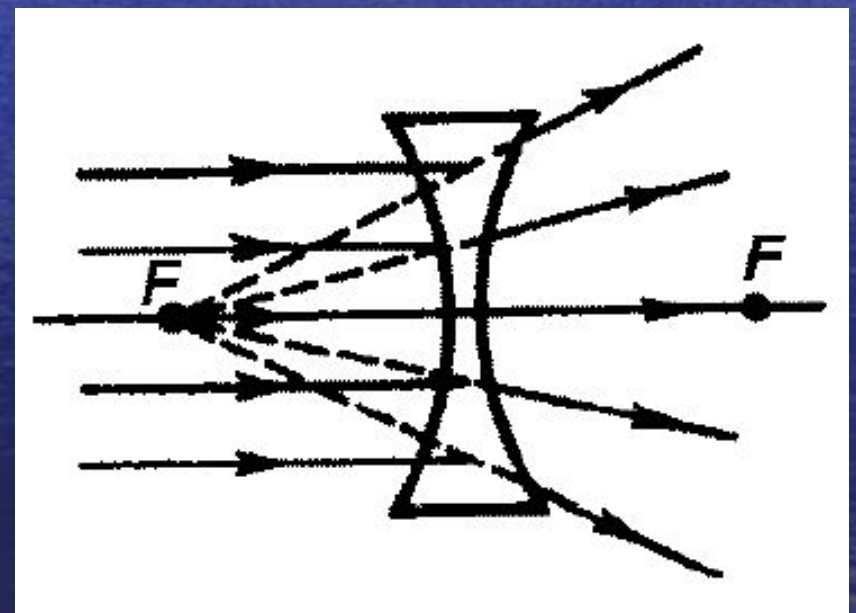
§ 2.2. Тонкие линзы





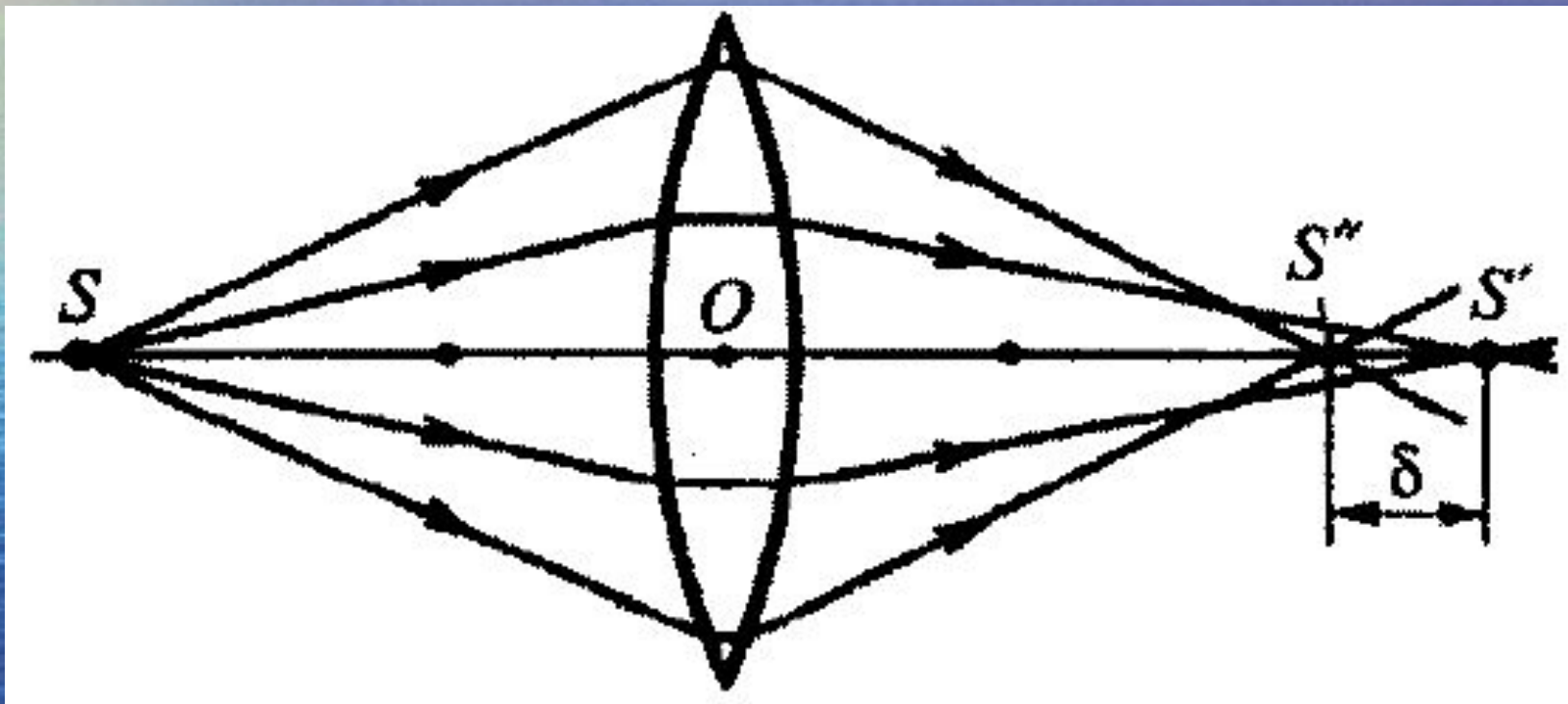
$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

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

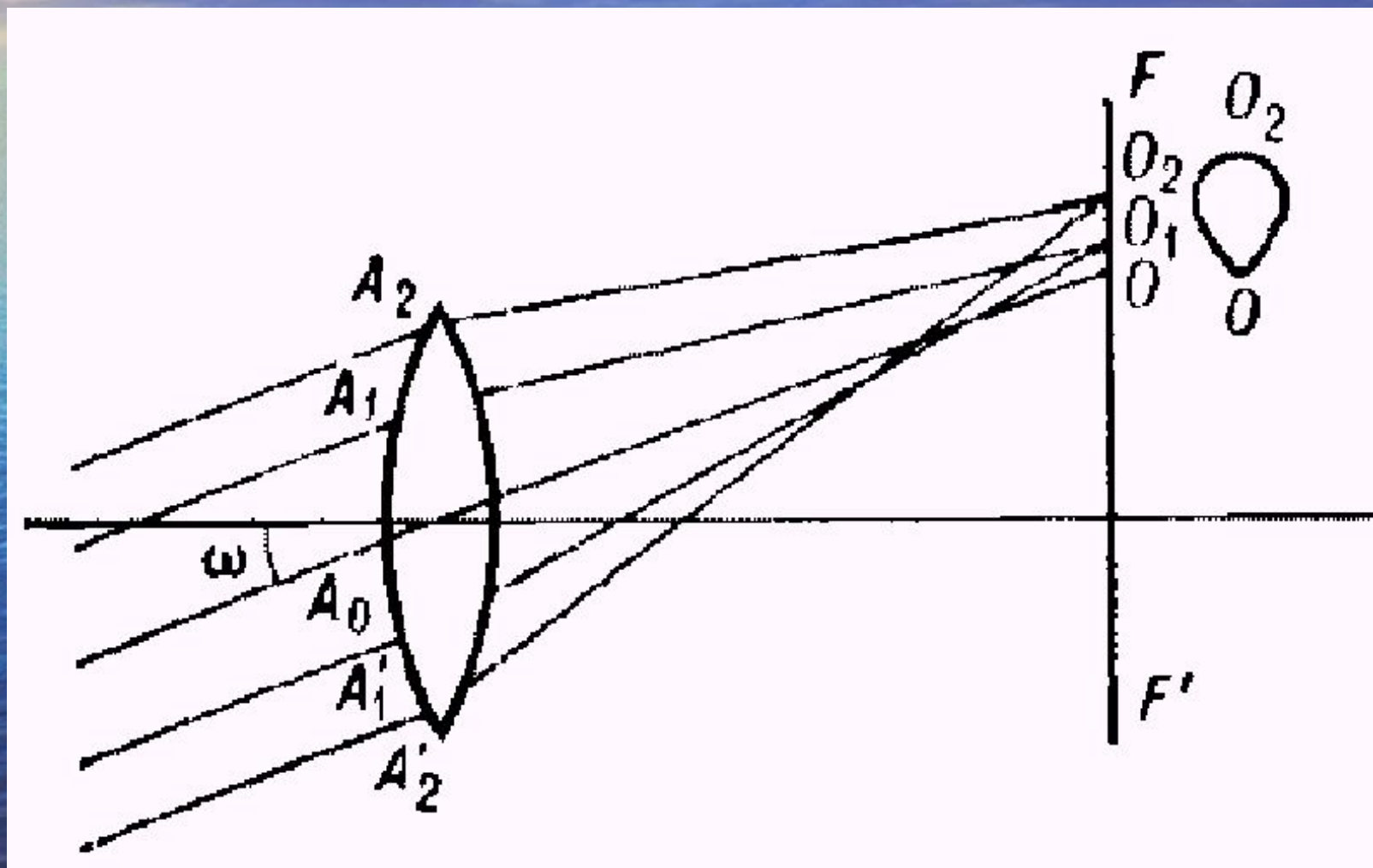


$$\Phi = 1/f$$

Сферическая абберрация

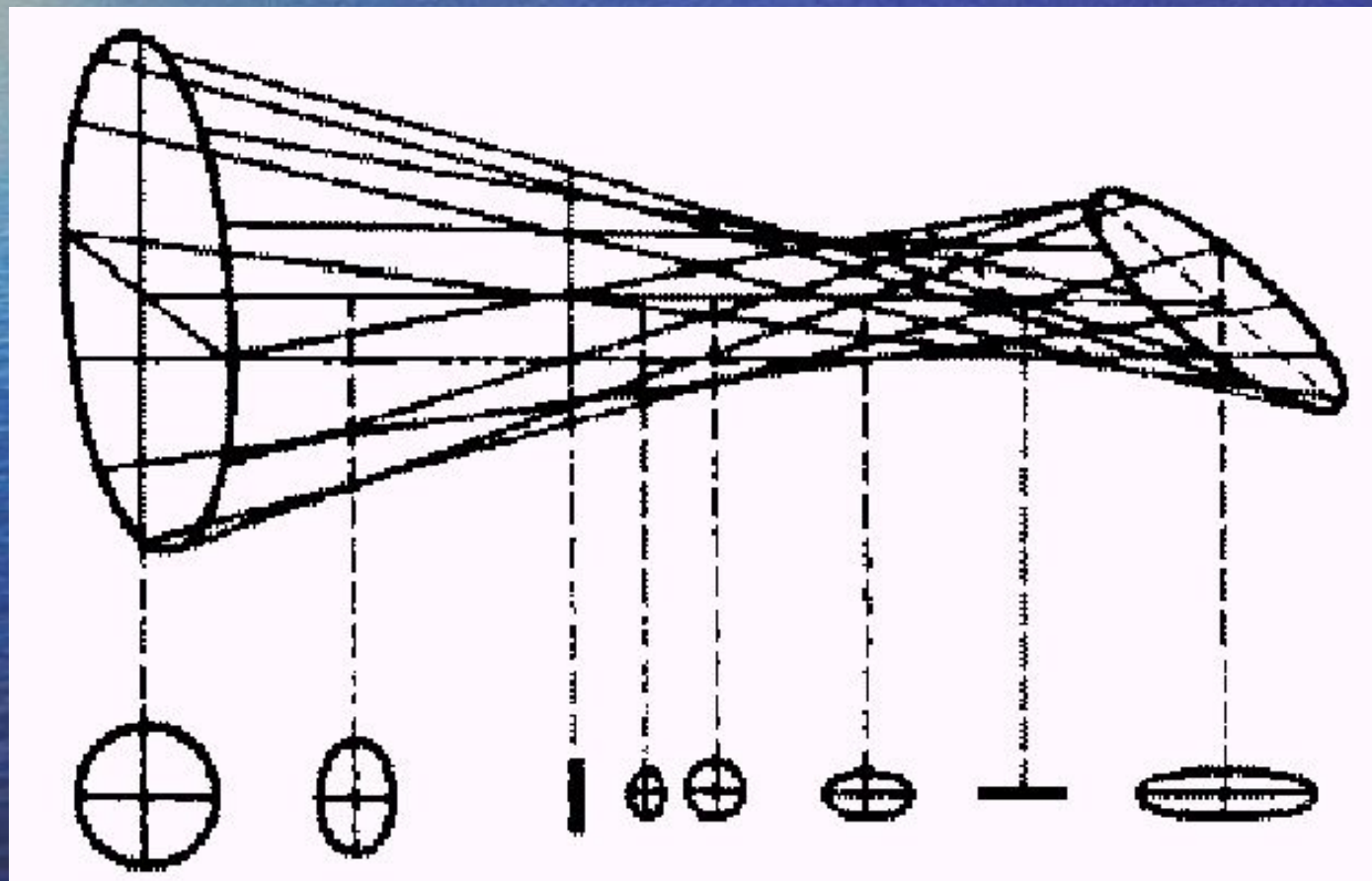


Кома

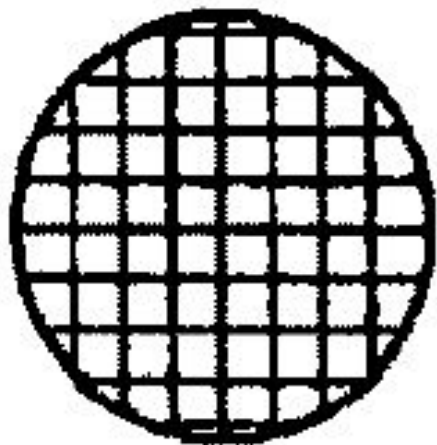


Астигматизм

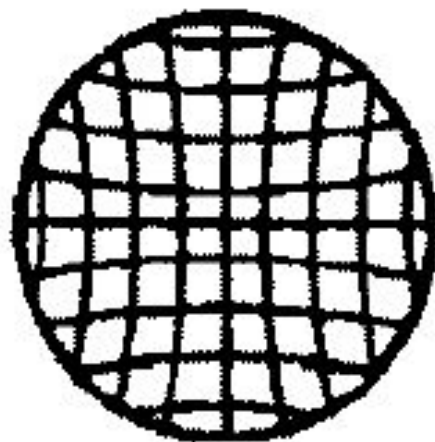
Погрешность, обусловленная неодинаковостью кривизны оптической поверхности в разных плоскостях сечения падающего на нее светового пучка.



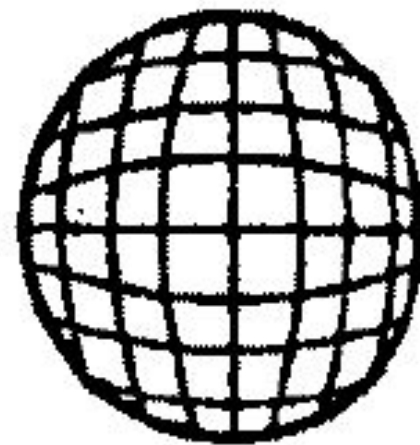
Дисторсия



a)

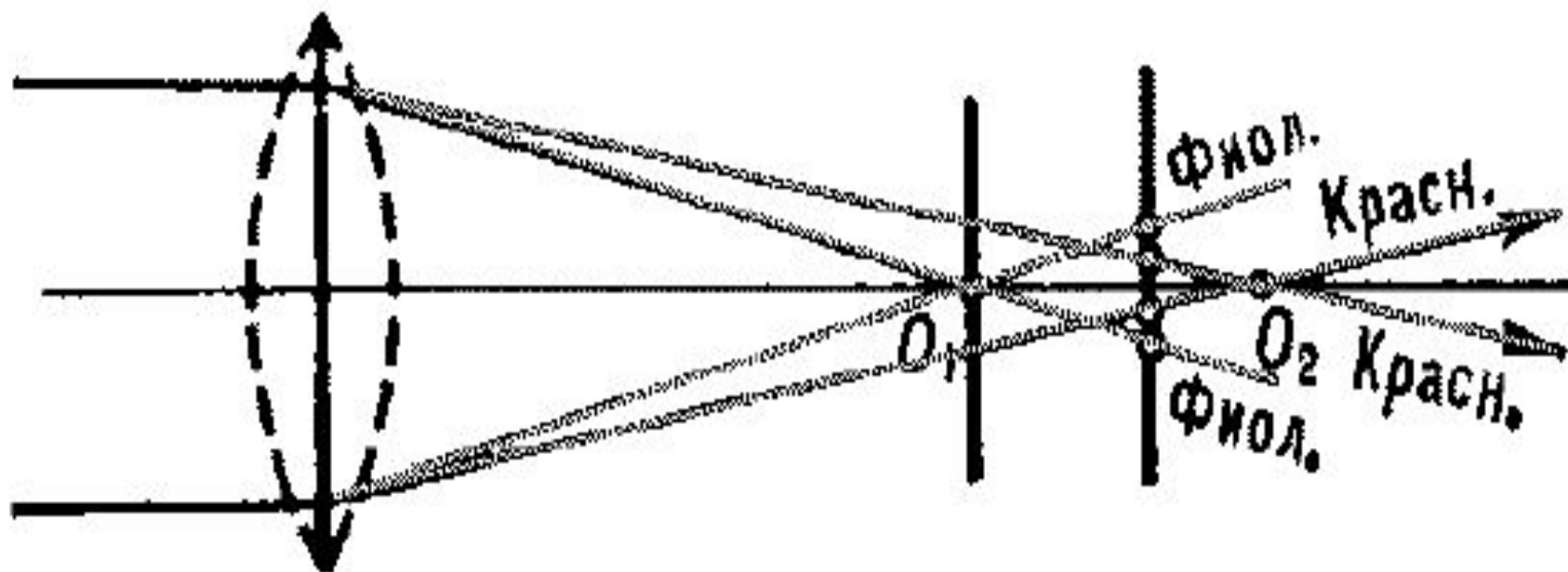


b)



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 Φ_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 Φ_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/м²)**.

$$R_e = \Phi_e / S$$

Энергетическая освещенность (облученность) E_e — характеризует величину потока излучения, падающего на единицу освещаемой поверхности. Единица энергетической освещенности — **ватт на метр в квадрате (Вт/м²)**.

$$E_e = \Phi_e / S$$

Энергетическая сила света (сила излучения) I_e —

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

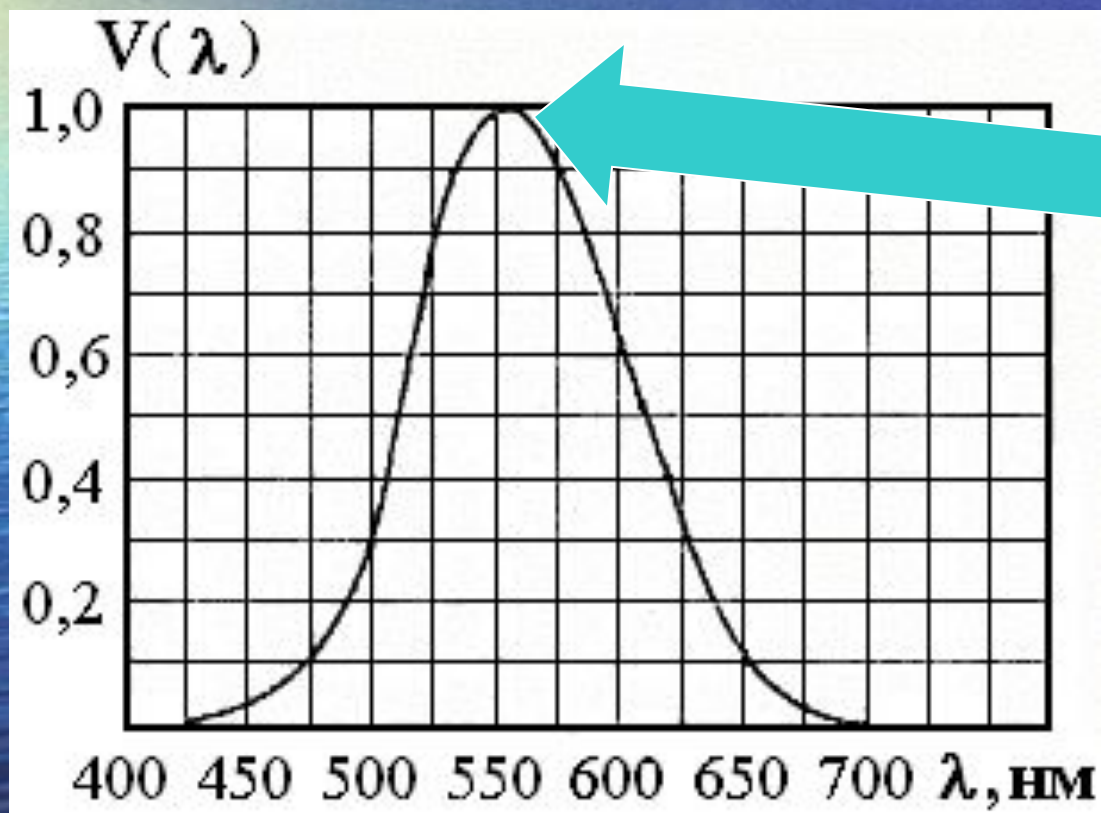
$$I_e = \frac{\Phi_e}{\omega}$$

Энергетическая яркость (лучистость) B_e — величина,

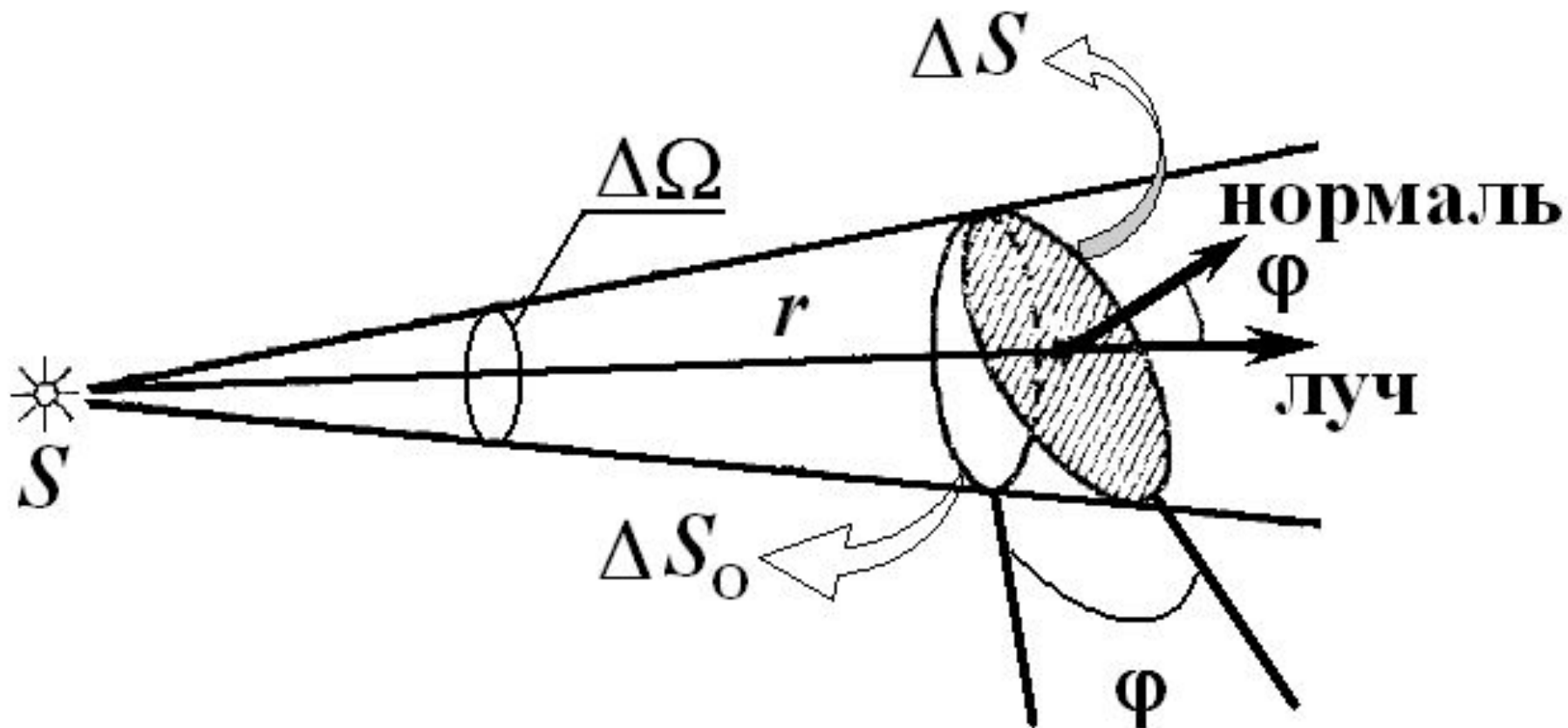
равная отношению энергетической силы света ΔI_e элемента излучающей поверхности к площади ΔS проекции этого элемента на плоскость, перпендикулярную направлению наблюдения. Единица энергетической яркости — **ватт на стерадиан-метр в квадрате (Вт/(ср·м²))**.

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

КРИВАЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГЛАЗА



555 нм
(0,55 мкм)



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

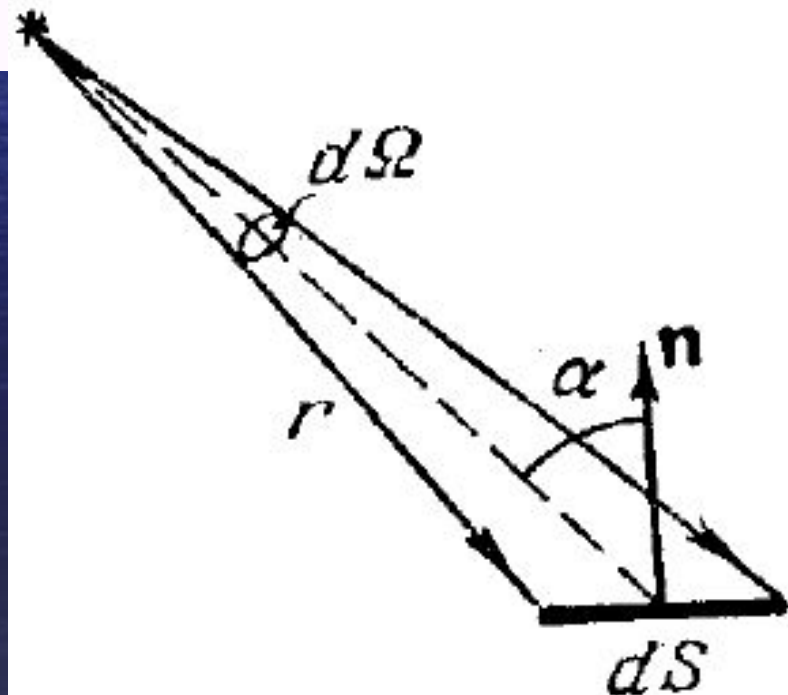
Основной световой единицей в СИ является единица силы света I — **кандела (кд)** — сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ герц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $\frac{1}{683}$ Вт/ср.

Единица светового потока Φ (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 Φ , 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 ($1\text{лк}=1\text{лм}/\text{м}^2$).

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

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



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 φ 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 ($\text{кд}/\text{м}^2$).

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

