

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

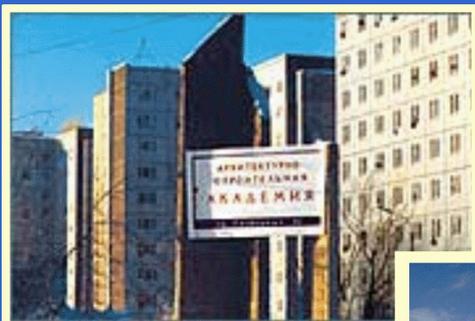
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего и профессионального образования



Сибирский федеральный университет

Институт фундаментальной подготовки

Кафедра Физики-2



Красноярск, 2007

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего и профессионального образования



Сибирский федеральный университет

Институт фундаментальной подготовки

Кафедра Физики-2

Волновая оптика

□ Интерференция волн

Красноярск, 2007

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего и профессионального образования



Сибирский федеральный университет

Институт фундаментальной подготовки

Кафедра Физики-2

Шкала электромагнитных волн

Красноярск, 2007

План лекции

- 1. Принцип суперпозиции для волн.
- 2. Интерференция плоских и сферических монохроматических волн.
- 3. Одномерная решетка из источников сферических или цилиндрических монохроматических волн.
- 4. Интерференция квазимонохроматических волн.

Законы геометрической оптики

- Закон прямолинейного распространения света утверждает, что *в однородной среде свет распространяется прямолинейно.*
- Если среда неоднородна, т.е. ее показатель преломления изменяется от точки к точке, или , то свет не будет распространяться по прямой.

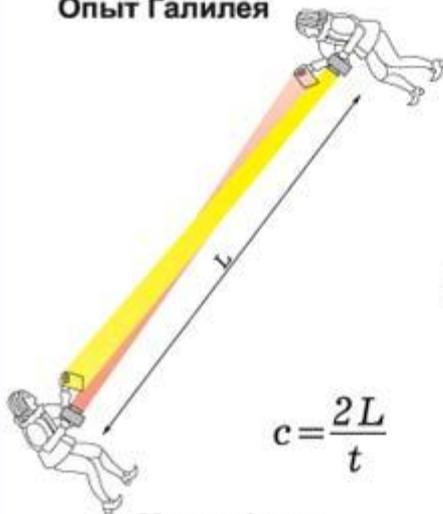
Закон независимости световых лучей

- *Лучи при пересечении не возмущают друг друга.* При больших интенсивностях этот закон не соблюдается, происходит рассеяние света на свете

Законы отражения и преломления

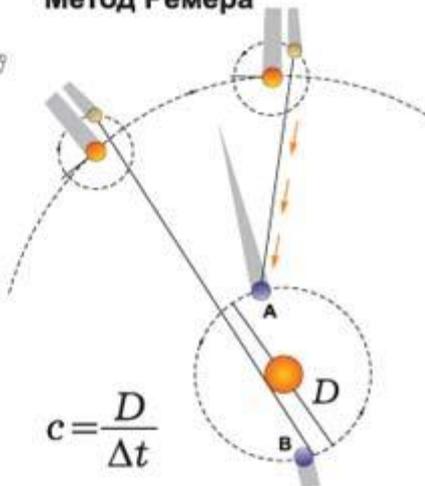
- утверждают, что *на границе раздела двух сред происходит отражение и преломление светового луча. Отраженный и преломленный лучи лежат в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром, восстановленным к границе раздела в точке падения.*
- *Угол падения равен углу отражения.*
- *Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно отношению показателя преломления второй среды к показателю преломления первой.*

Опыт Галилея



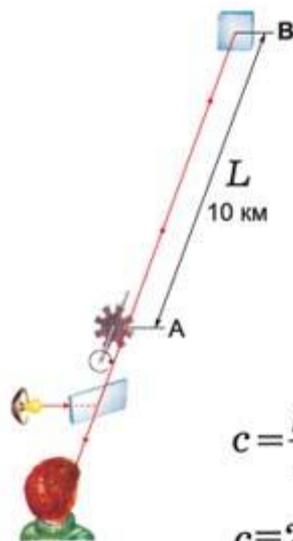
$$c = \frac{2L}{t}$$

Метод Рёмера



$$c = \frac{D}{\Delta t}$$

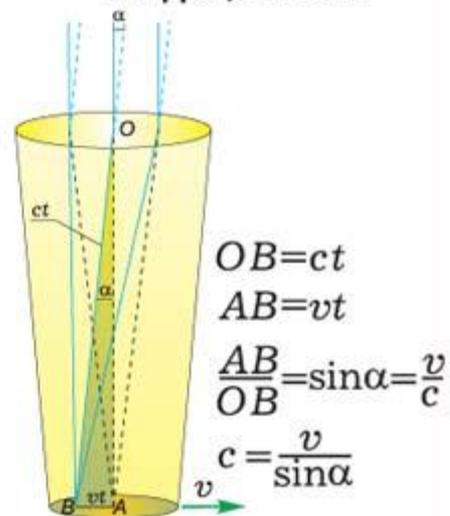
Метод Физо



$$c = \frac{2L}{\Delta t}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$$

Абберация света



$$OB = ct$$

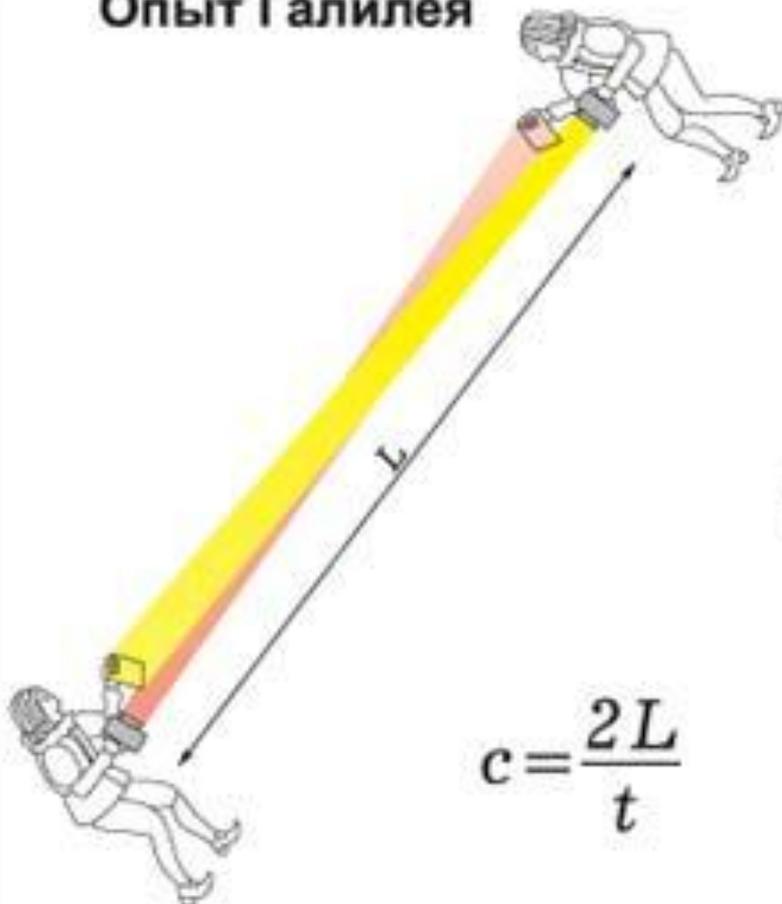
$$AB = vt$$

$$\frac{AB}{OB} = \sin \alpha = \frac{v}{c}$$

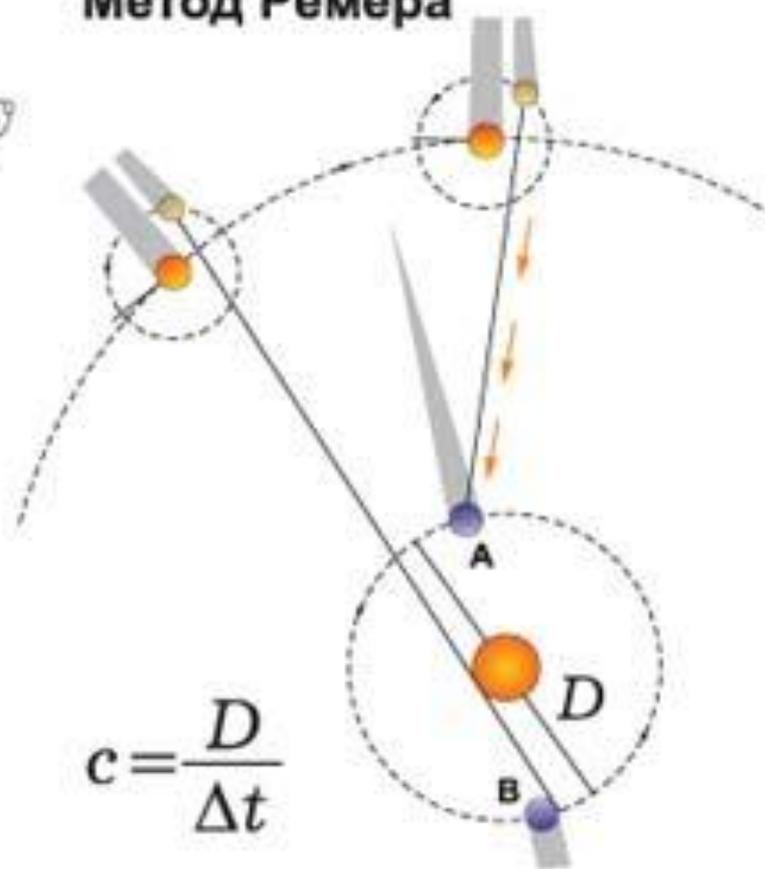
$$c = \frac{v}{\sin \alpha}$$

Скорость света

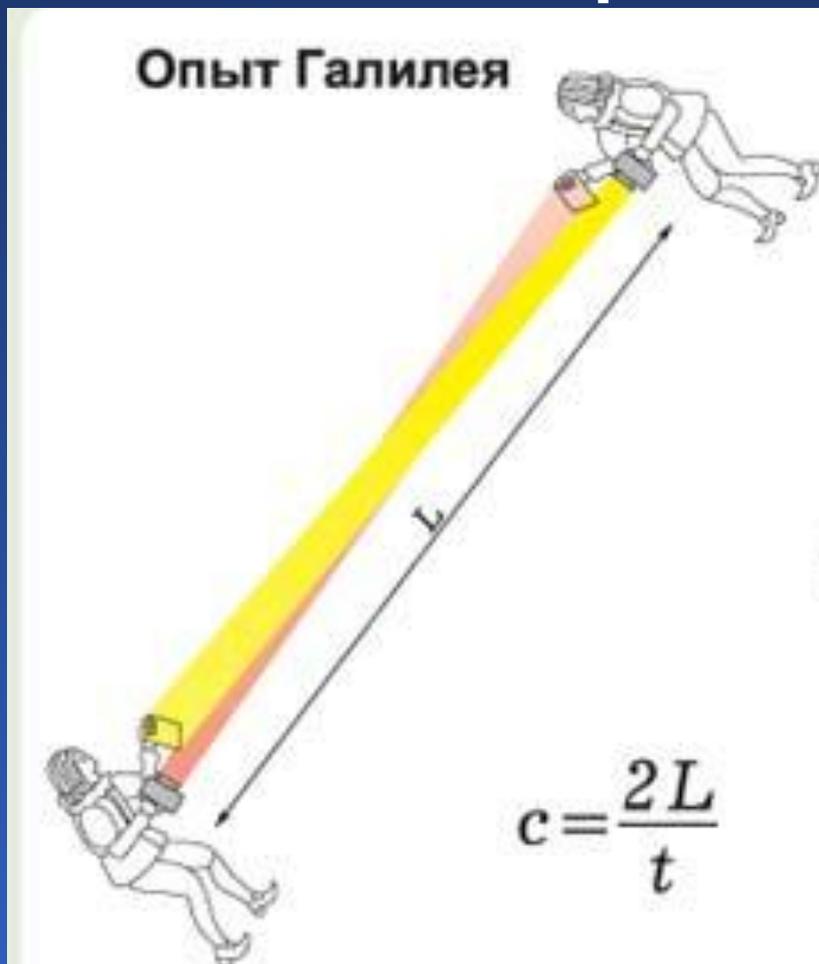
Опыт Галилея



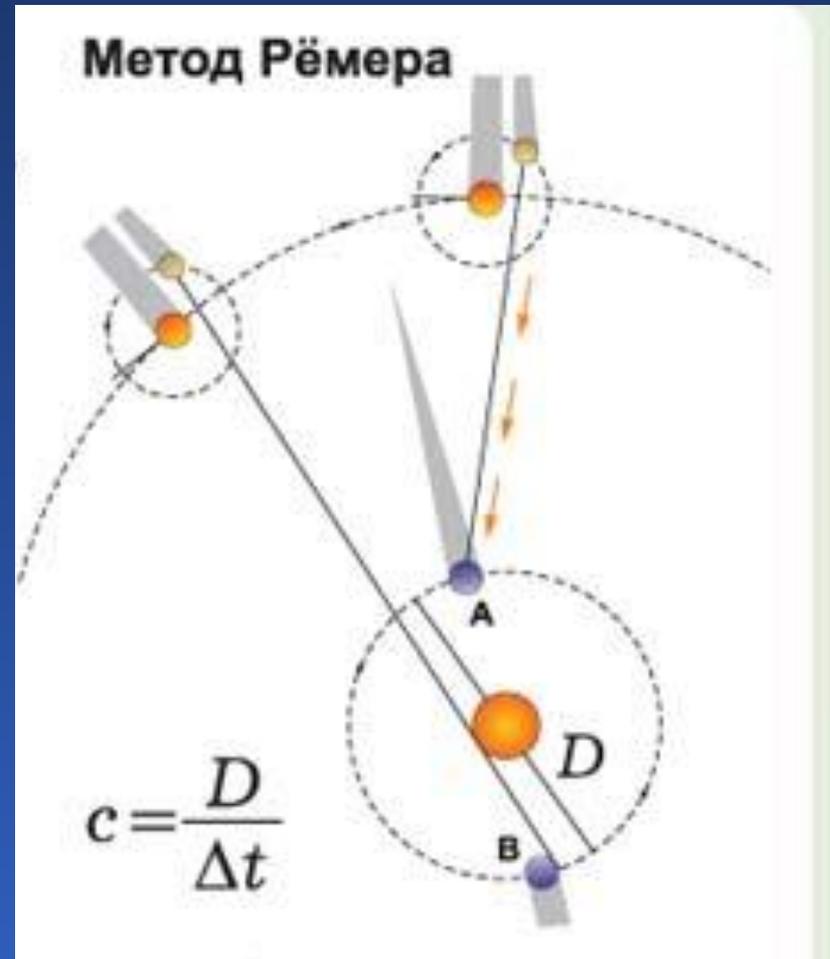
Метод Рёмера



Скорость света

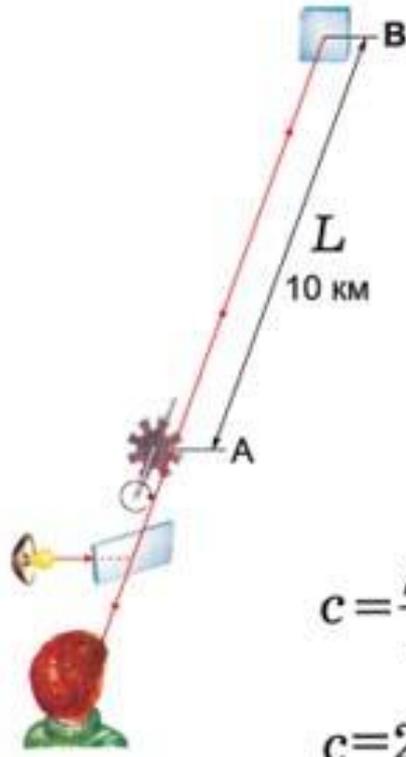


Скорость света



Скорость света

Метод Физо

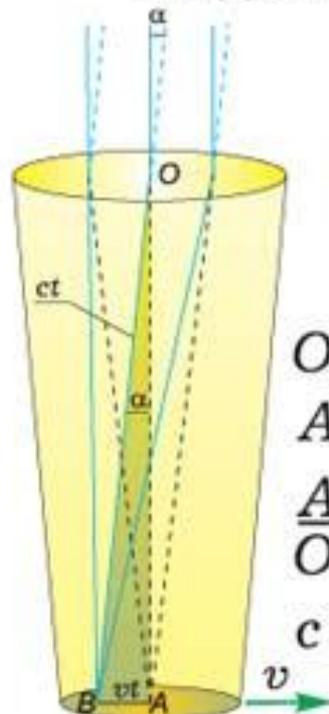


L
10 км

$c = \frac{2L}{\Delta t}$

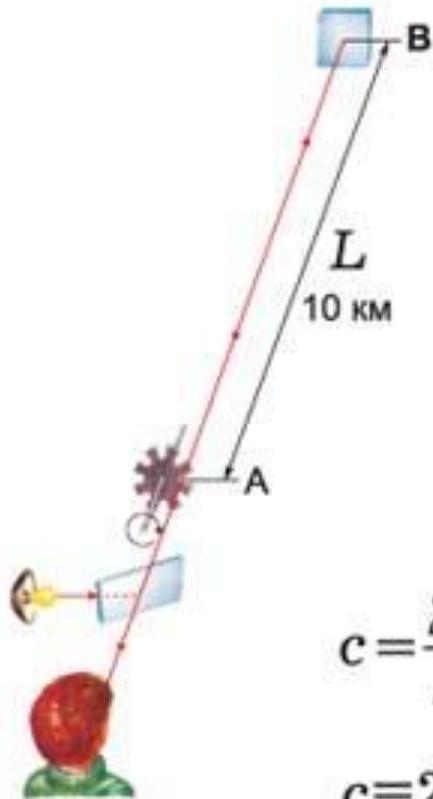
$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$

Аберрация света



$OB = ct$
 $AB = vt$
 $\frac{AB}{OB} = \sin \alpha = \frac{v}{c}$
 $c = \frac{v}{\sin \alpha}$

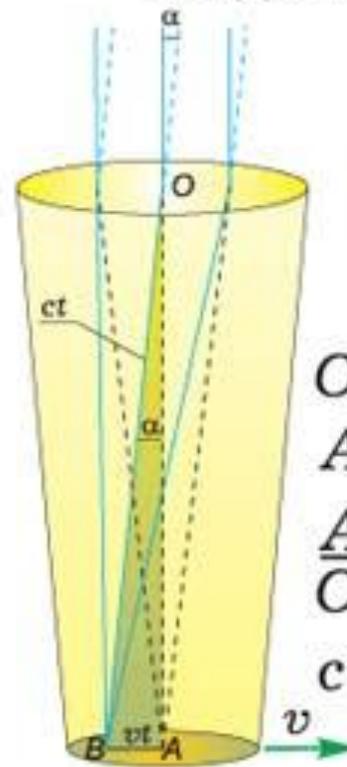
Метод Физо



$$c = \frac{2L}{\Delta t}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$$

Аберрация света



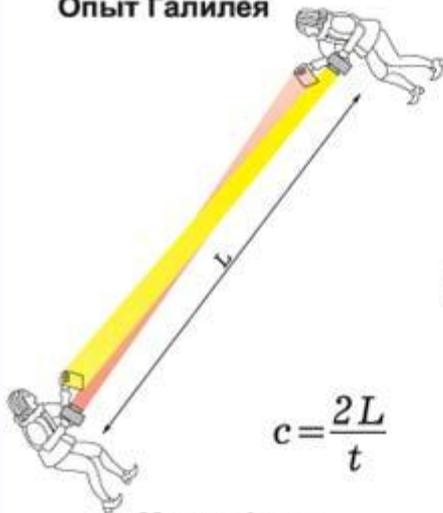
$$OB = ct$$

$$AB = vt$$

$$\frac{AB}{OB} = \sin \alpha = \frac{v}{c}$$

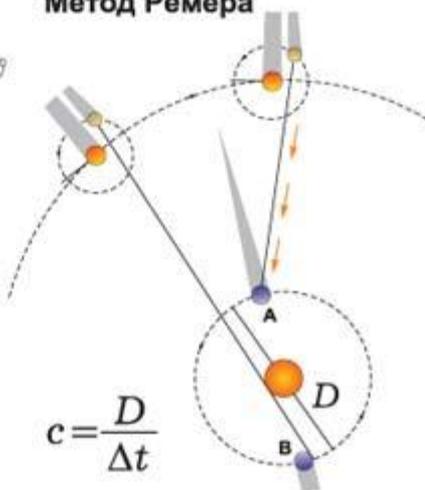
$$c = \frac{v}{\sin \alpha}$$

Опыт Галилея



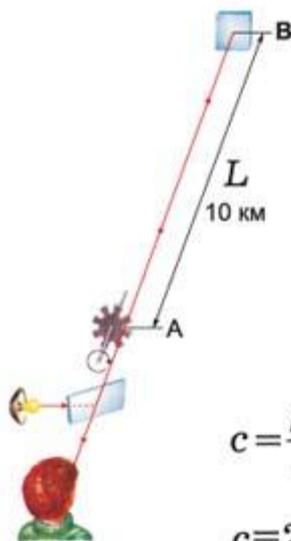
$$c = \frac{2L}{t}$$

Метод Рёмера



$$c = \frac{D}{\Delta t}$$

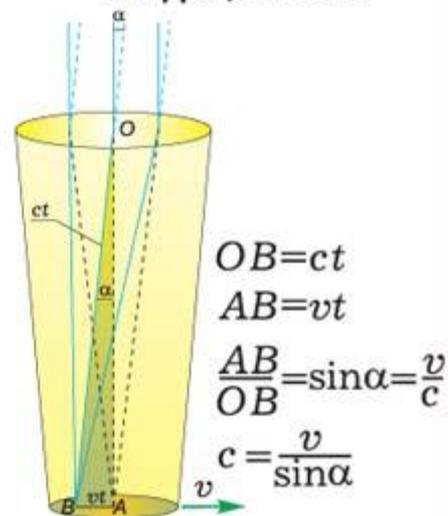
Метод Физо



$$c = \frac{2L}{\Delta t}$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с}$$

Аберрация света



$$OB = ct$$

$$AB = vt$$

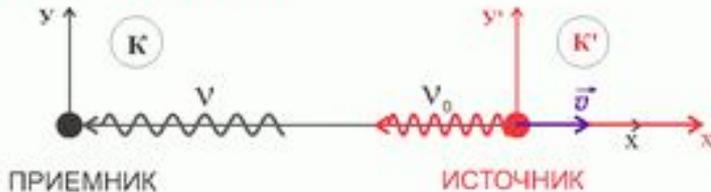
$$\frac{AB}{OB} = \sin \alpha = \frac{v}{c}$$

$$c = \frac{v}{\sin \alpha}$$

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Эффект Доплера для света

Продольный эффект:



Уравнения плоской волны в системах K и K' должны совпадать (принцип относительности)

Учитывая это, получим:

$$\nu = \nu_0 \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}}$$

v - алгебраическая величина

При $v \ll c$, относительное изменение частоты ($\Delta\nu = \nu - \nu_0$) равно

$$\frac{\Delta\nu}{\nu_0} = -\frac{v}{c}$$

Поперечный эффект:

$$\nu = \nu_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \approx \nu_0 \left(1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right) \Rightarrow \frac{\Delta\nu}{\nu_0} = -\frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$$

Доплеровская ширина спектральной линии:

$$\delta\nu = 2\nu_0 \frac{v}{c}$$

РНИО Ресурсыбор Южно-Уральский государственный университет



454001, Челябинск, пр. Ленина, 76, ЮргПЧ тел. (3512) 65-56-56, E-mail: iir@iir.nsu.ac.ru, internet: www.iir.nsu.ac.ru

Геометрическая оптика

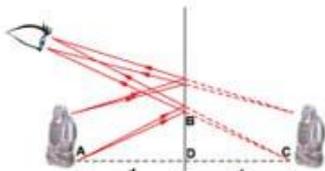
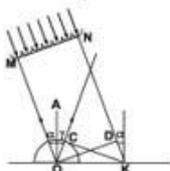
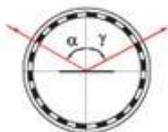


1

ЗАКОНЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА

Отражение света

$$\alpha = \gamma$$



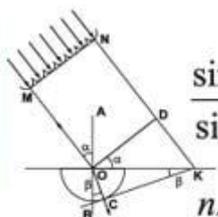
Отражение света от плоского зеркала

Получение изображения в плоском зеркале

Преломление света

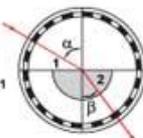


Преломление света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1}$$

$$n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2} = const$$



Закон преломления света

Полное внутреннее отражение света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\beta_0 = 90^\circ \quad \sin \beta_0 = 1$$

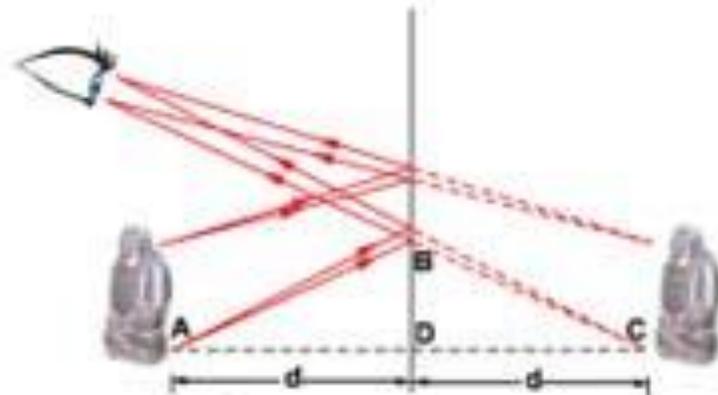
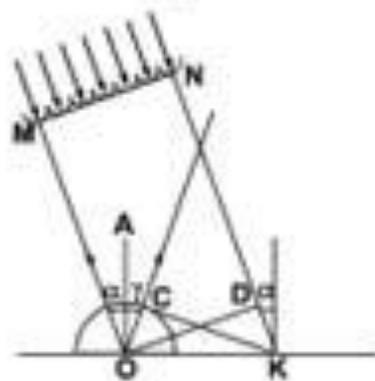
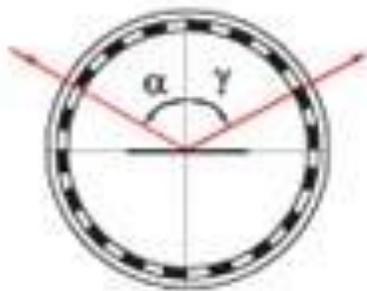
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$



Отражение света при переходе из оптически более плотной среды в менее плотную

Отражение света

$$\alpha = \gamma$$



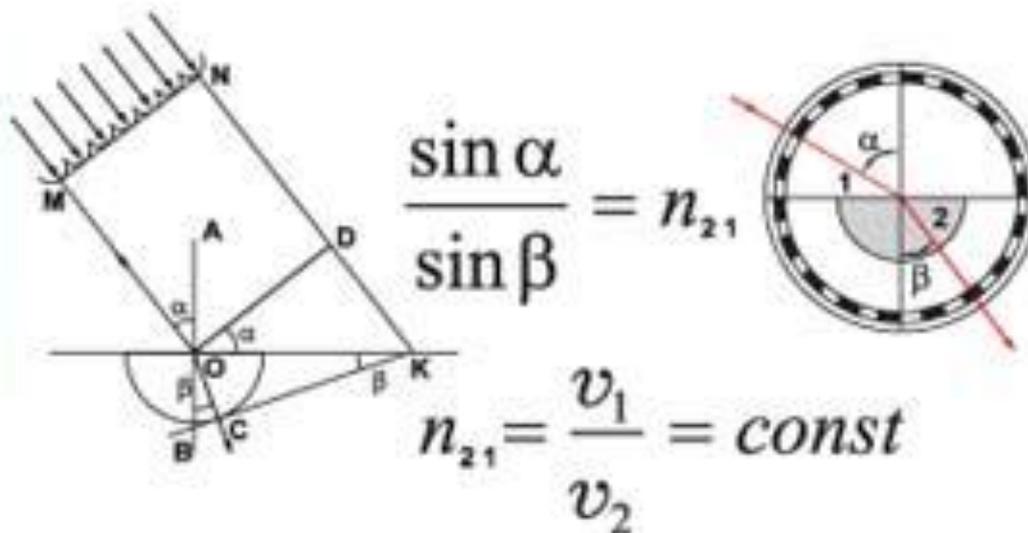
Отражение света от плоского зеркала

Получение изображения в плоском зеркале

Преломление света



Преломление света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}$$

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \text{const}$$

Закон преломления света

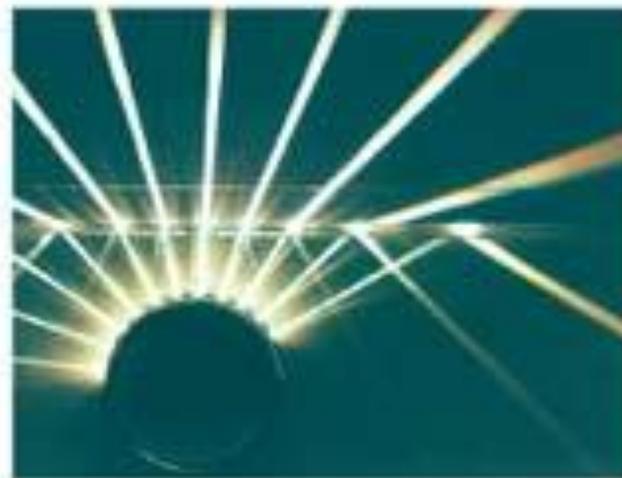
Полное внутреннее отражение света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\beta_0 = 90^\circ \quad \sin \beta_0 = 1$$

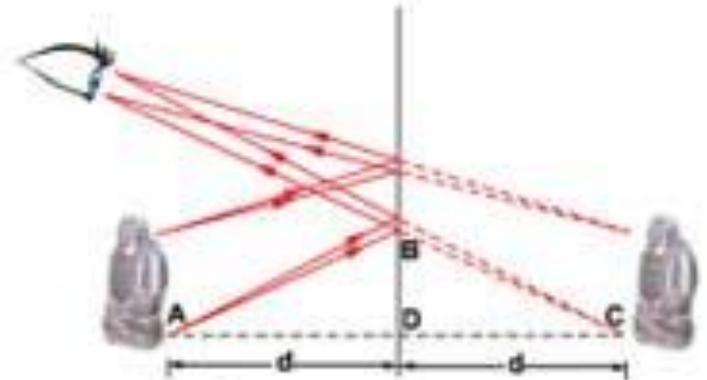
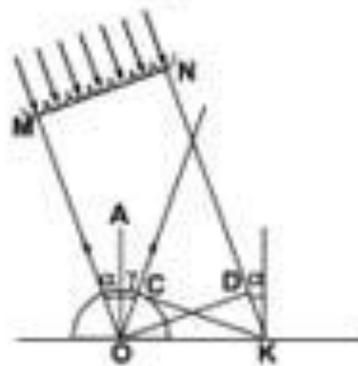
$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$



Отражение света при переходе из оптически более плотной среды в менее плотную

Отражение света

$$\alpha = \gamma$$



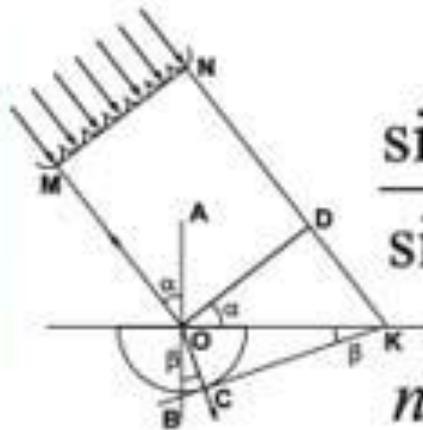
Отражение света от плоского зеркала

Получение изображения в плоском зеркале

Преломление света



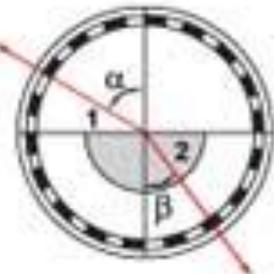
Преломление света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}$$

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \text{const}$$

Закон преломления света



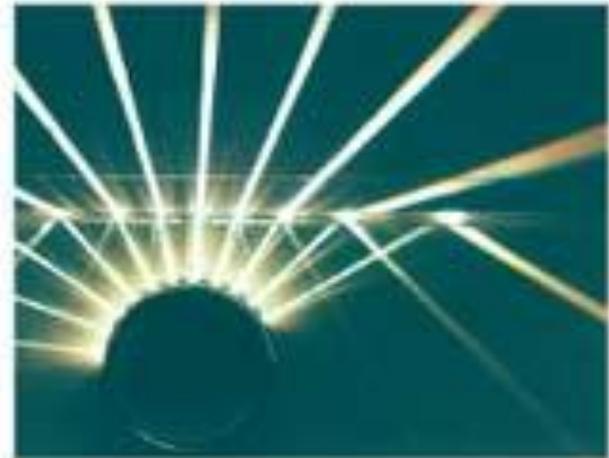
Полное внутреннее отражение света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$$

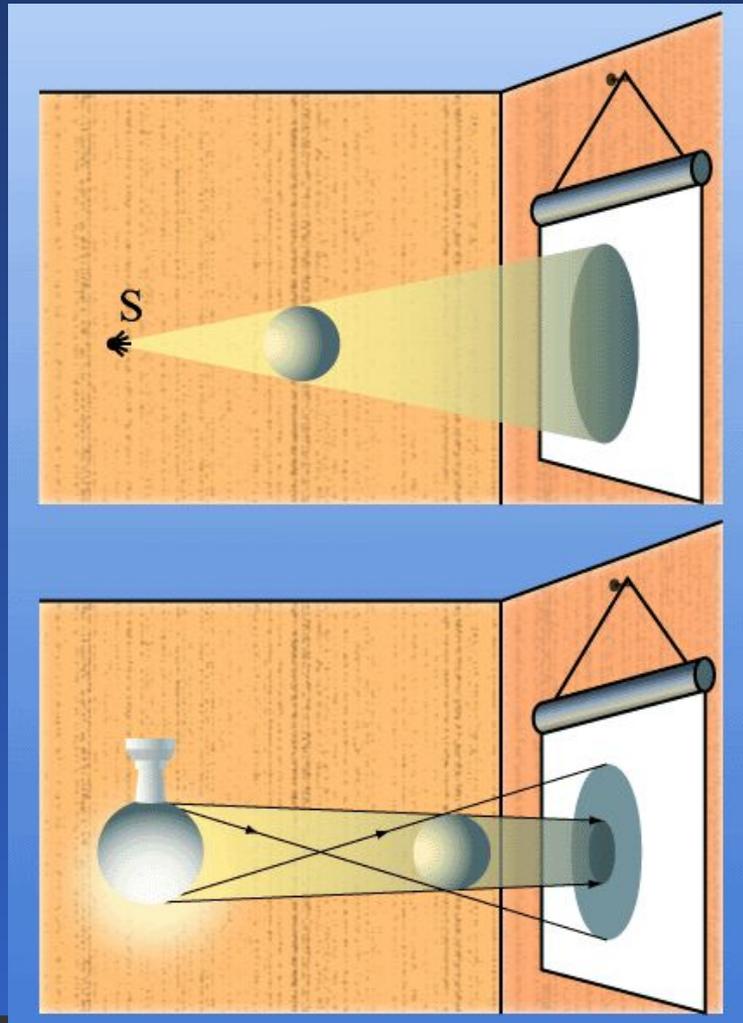
$$\beta_0 = 90^\circ \quad \sin \beta_0 = 1$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

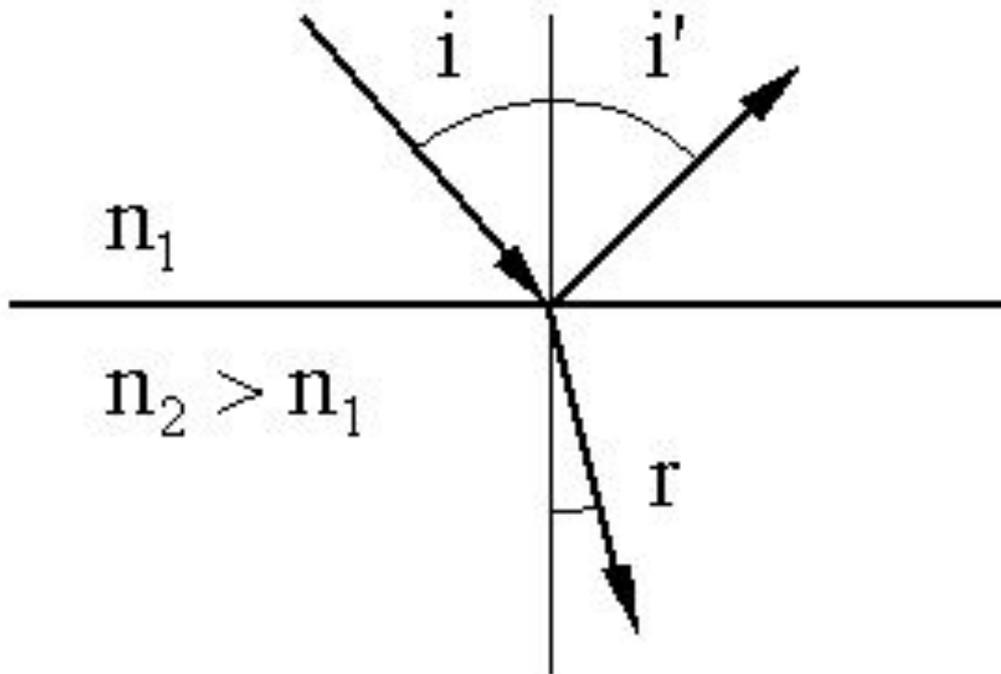


Отражение света при переходе из оптически более плотной среды в менее плотную

Образование тени и полутени



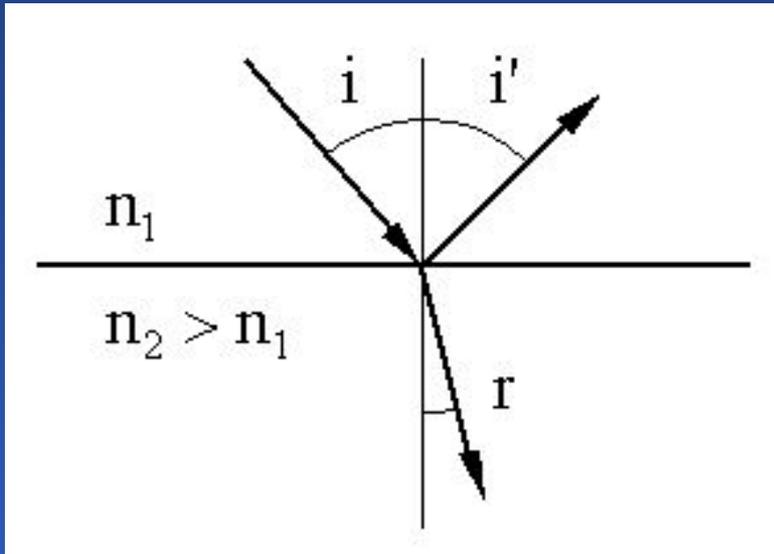
Закон Снеллиуса



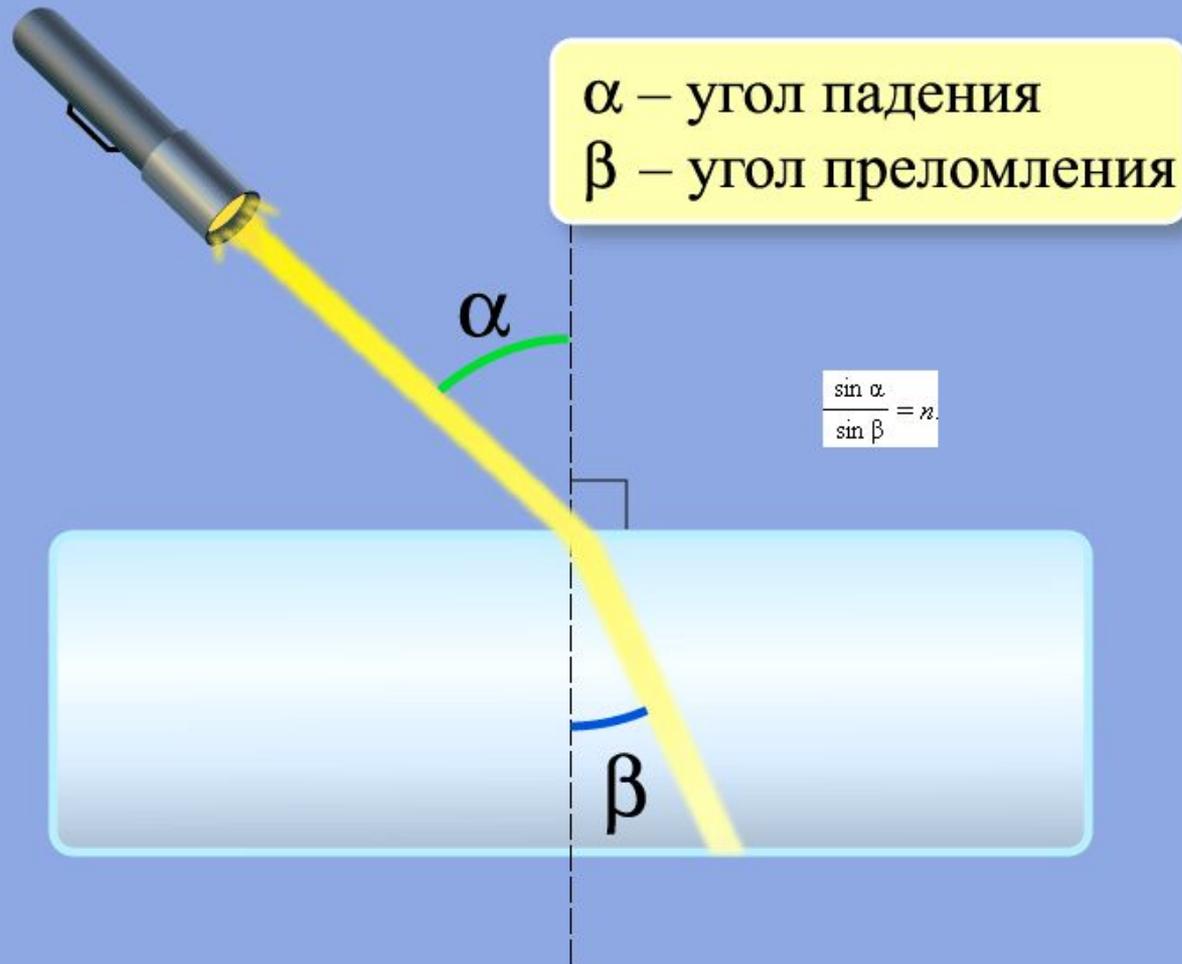
$$i = i'$$

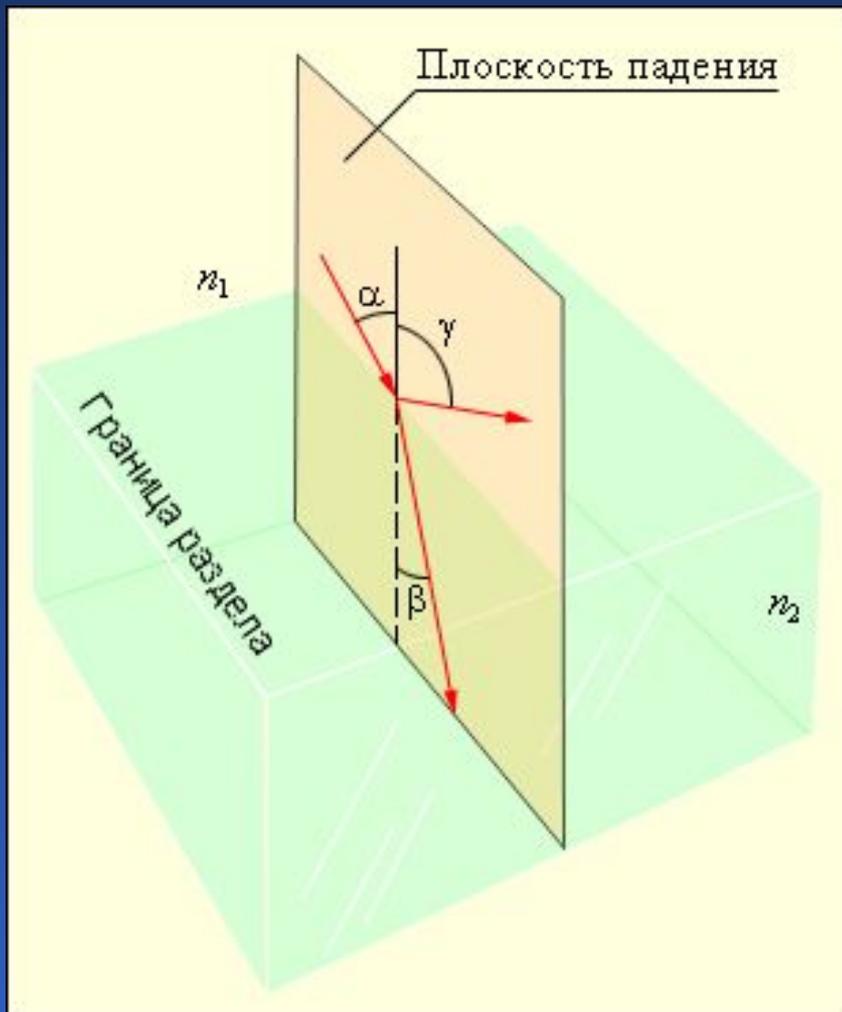
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

Закн Снеллиуса



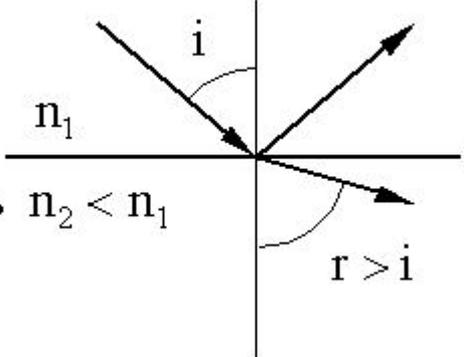
Закон преломления света





Законы отражения и преломления: $\gamma = \alpha$;
 $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$.

Полное внутреннее отражение



Пусть $n_2 < n_1$

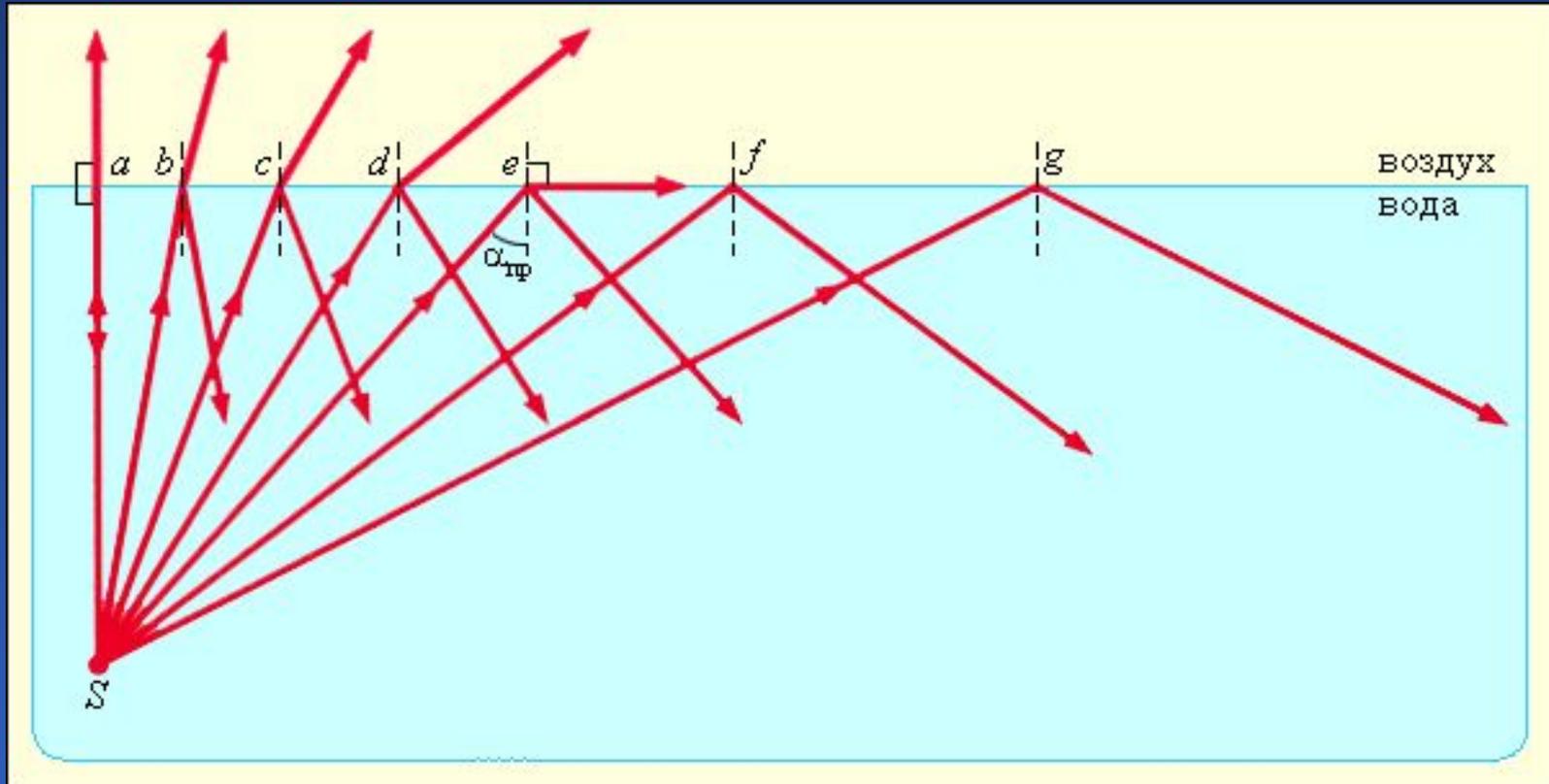
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \sin r = \frac{n_1}{n_2} \cdot \sin i,$$

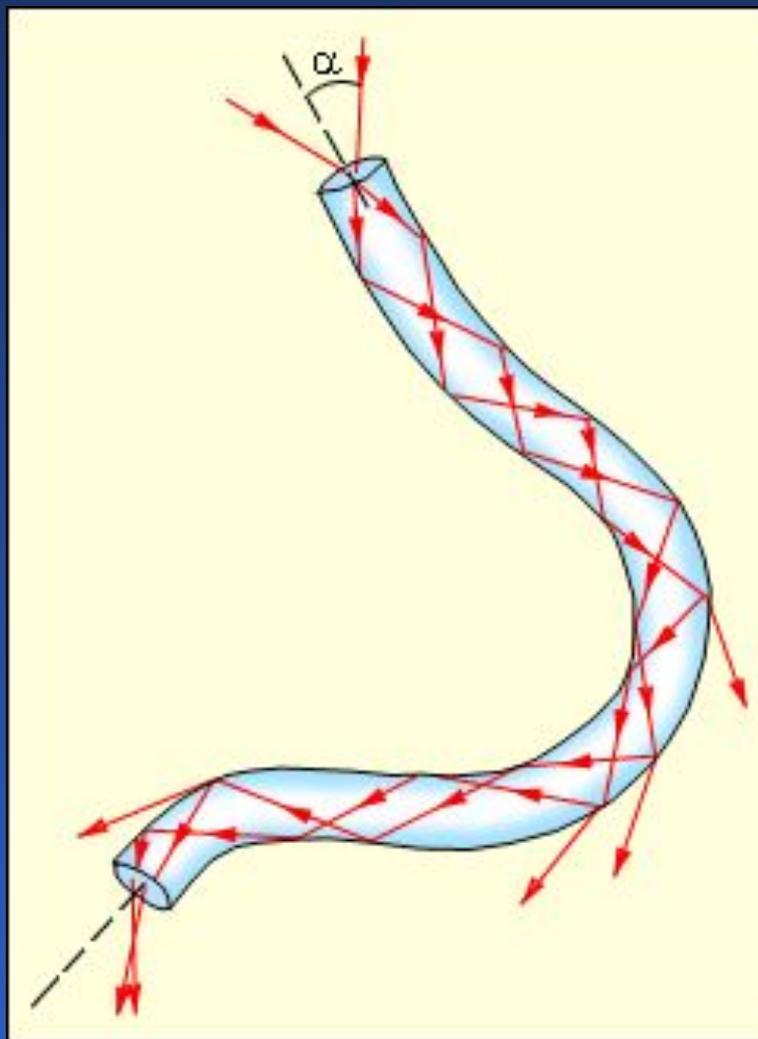
т. к.

$$\frac{n_1}{n_2} > 1, \quad \text{то } \sin r > \sin i, \quad r > i.$$

$$\sin i_{\text{кр}} = \frac{n_2}{n_1}$$

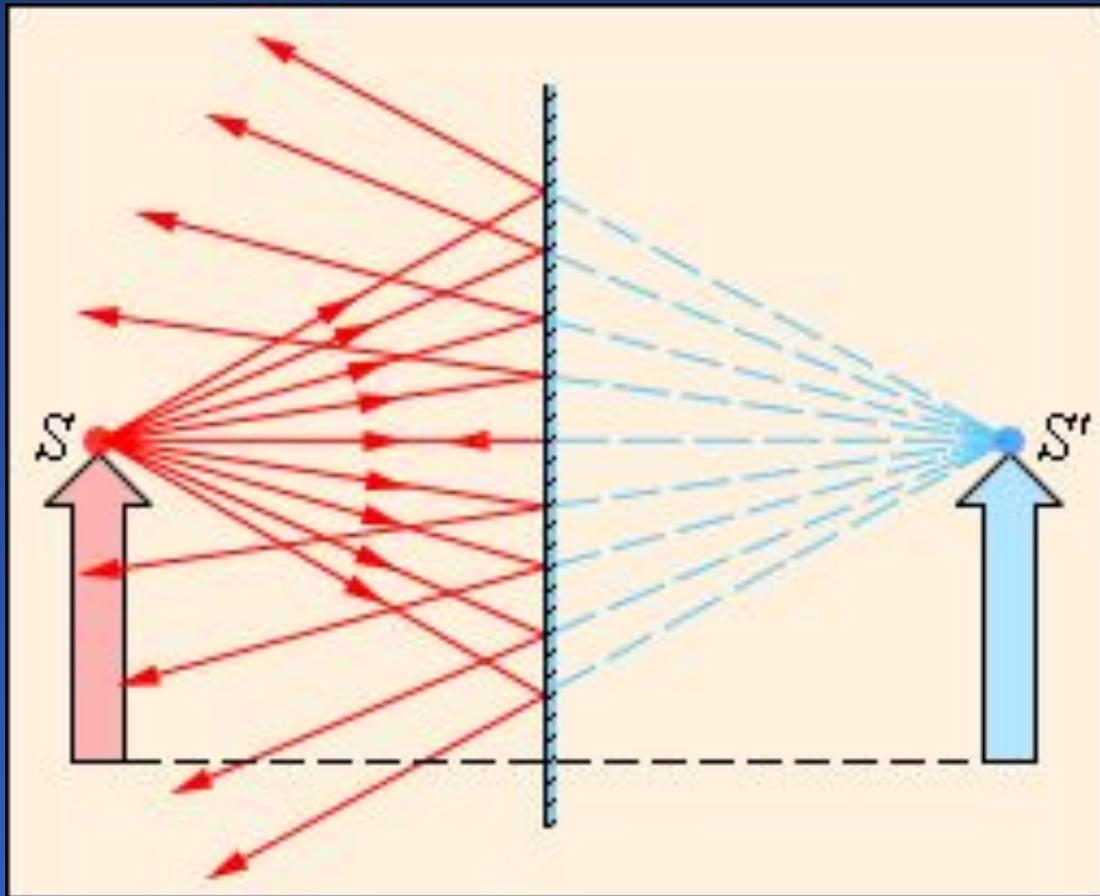
Полное внутреннее отражение света на границе вода–воздух; S – точечный ИСТОЧНИК света.



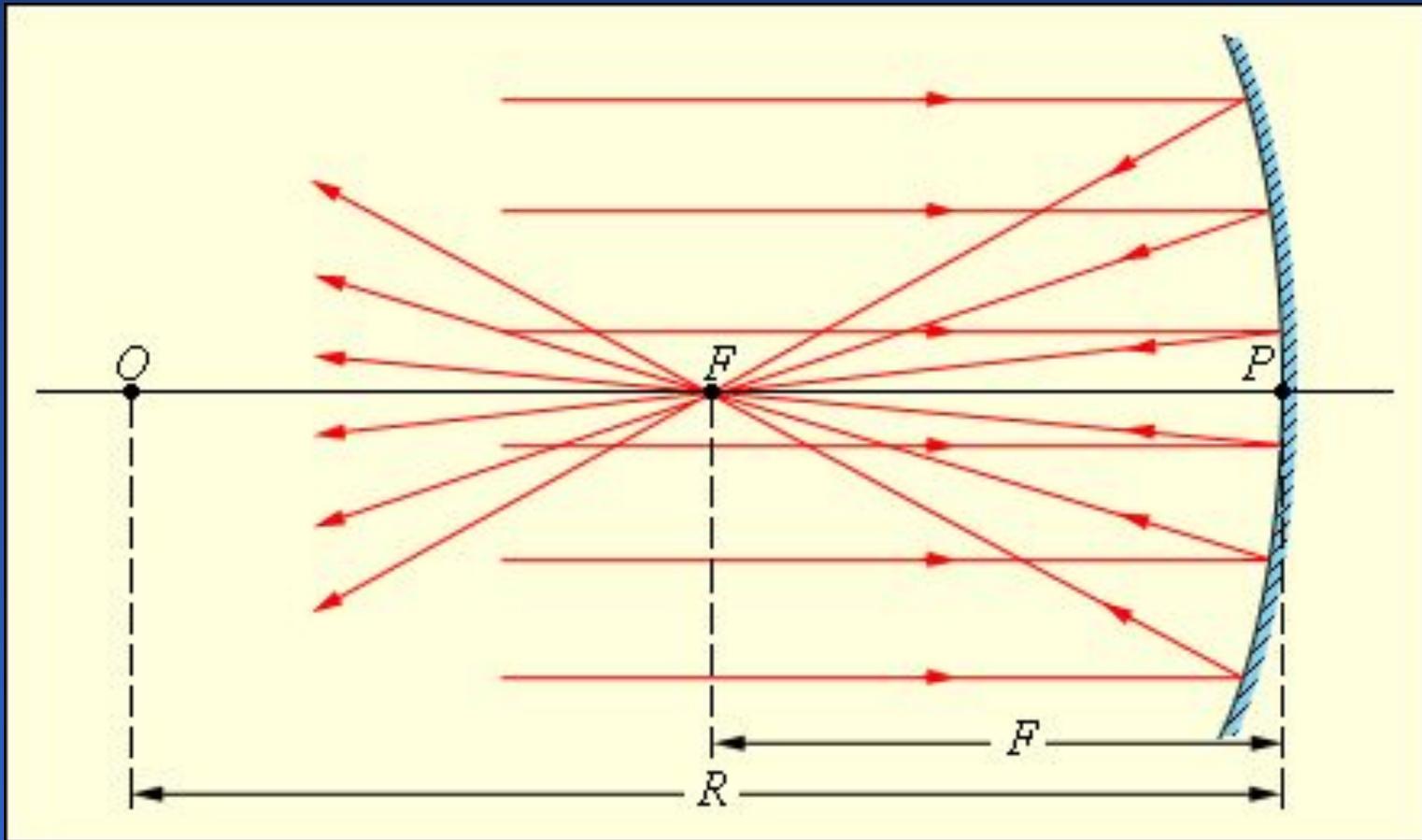


Распространение
света в волоконном
световоде. При
сильном изгибе
волокна закон
полного внутреннего
отражения
нарушается, и свет
частично выходит из
волокна через
боковую поверхность.

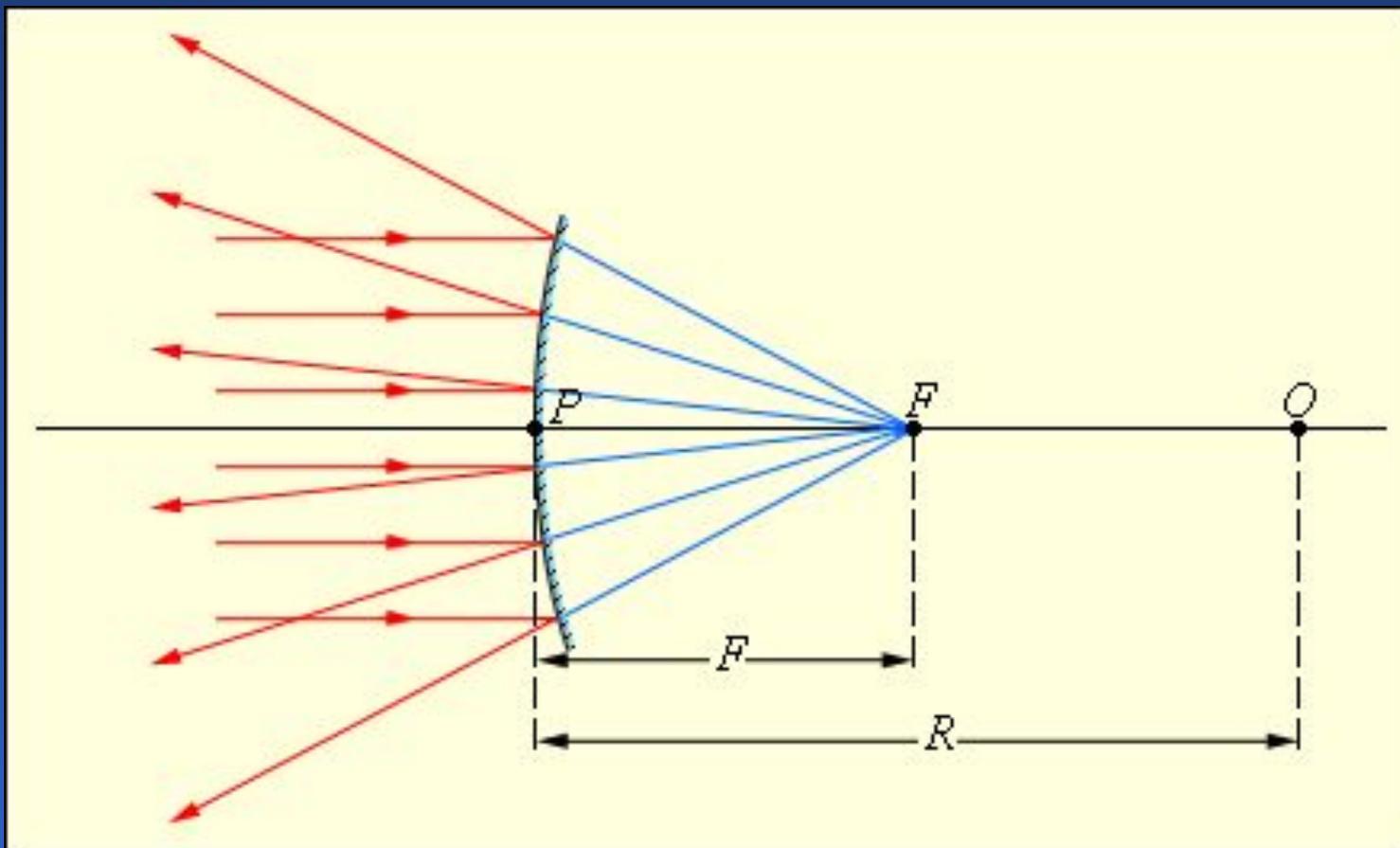
Ход лучей при отражении от плоского
зеркала. Точка S' является мнимым
изображением точки S .



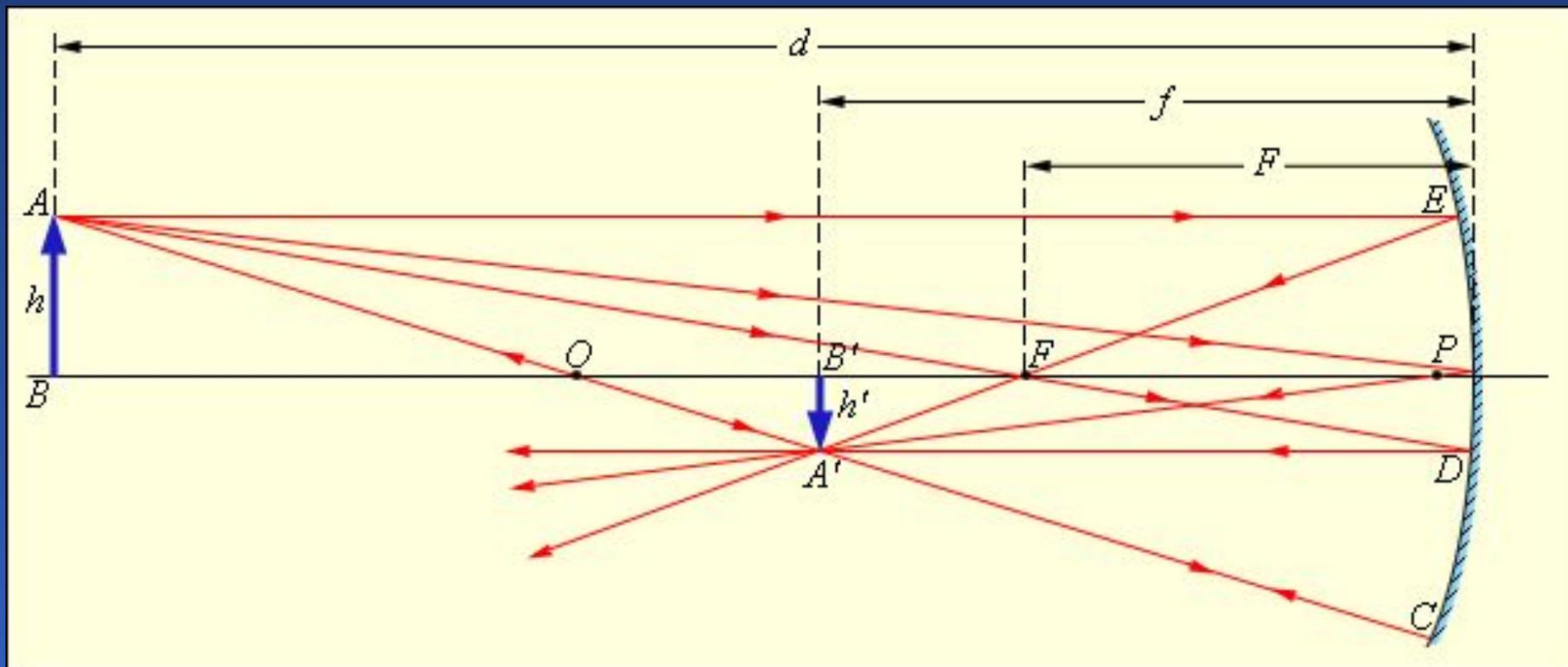
Отражение параллельного пучка лучей от вогнутого сферического зеркала. Точки O – оптический центр, P – полюс, F – главный фокус зеркала; OP – главная оптическая ось, R – радиус кривизны зеркала.



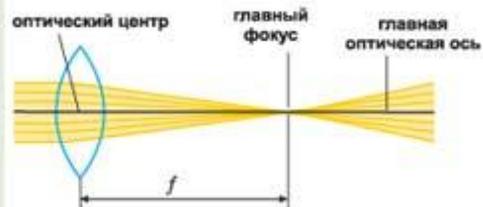
Отражение параллельного пучка лучей от выпуклого зеркала. F – мнимый фокус зеркала, O – оптический центр; OP – главная оптическая ось.



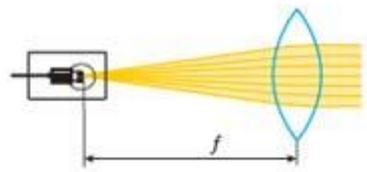
Построение изображения в вогнутом сферическом зеркале.



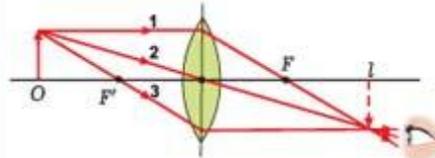
СОБИРАЮЩИЕ ЛИНЗЫ



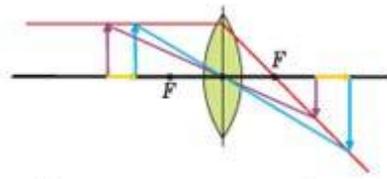
Основные точки и линии линзы



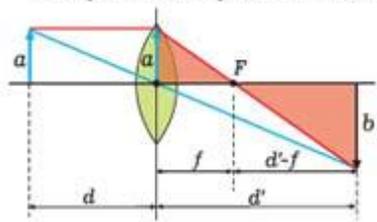
Обратимость хода лучей в линзе



Построение изображения точки



Изменение размеров изображения при изменении расстояния от предмета до линзы



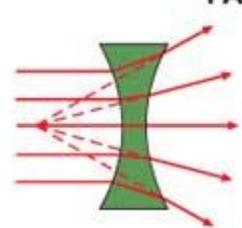
К выводу формулы линзы

$$\frac{a}{b} = \frac{d}{d'} \quad \frac{a}{b} = \frac{f}{d'-f}$$

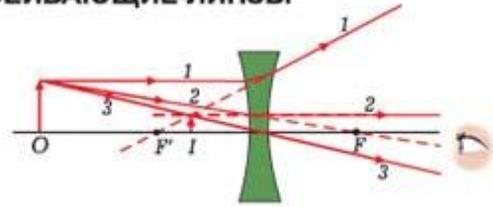
$$d'f = dd' - df \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

Вывод формулы линзы

РАССЕИВАЮЩИЕ ЛИНЗЫ

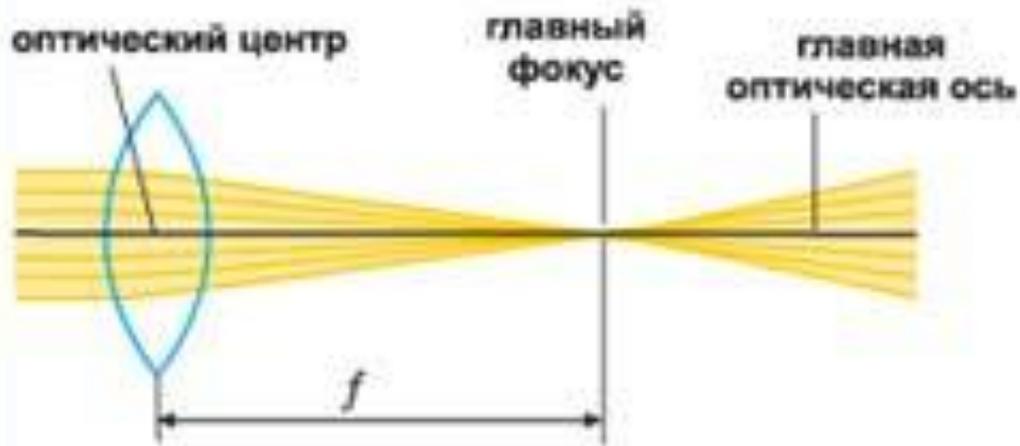


Мнимый фокус рассеивающей линзы

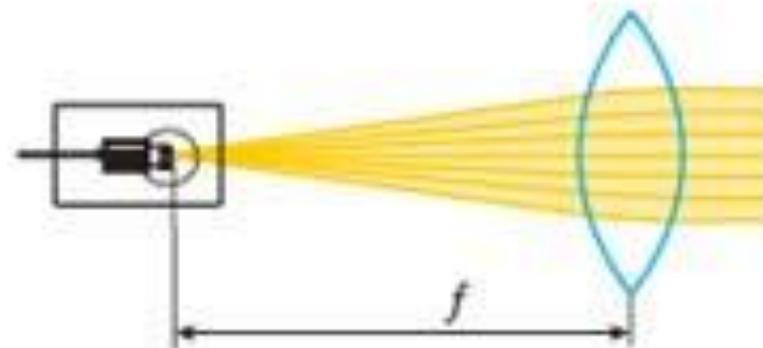


Мнимое изображение, создаваемое рассеивающей линзой

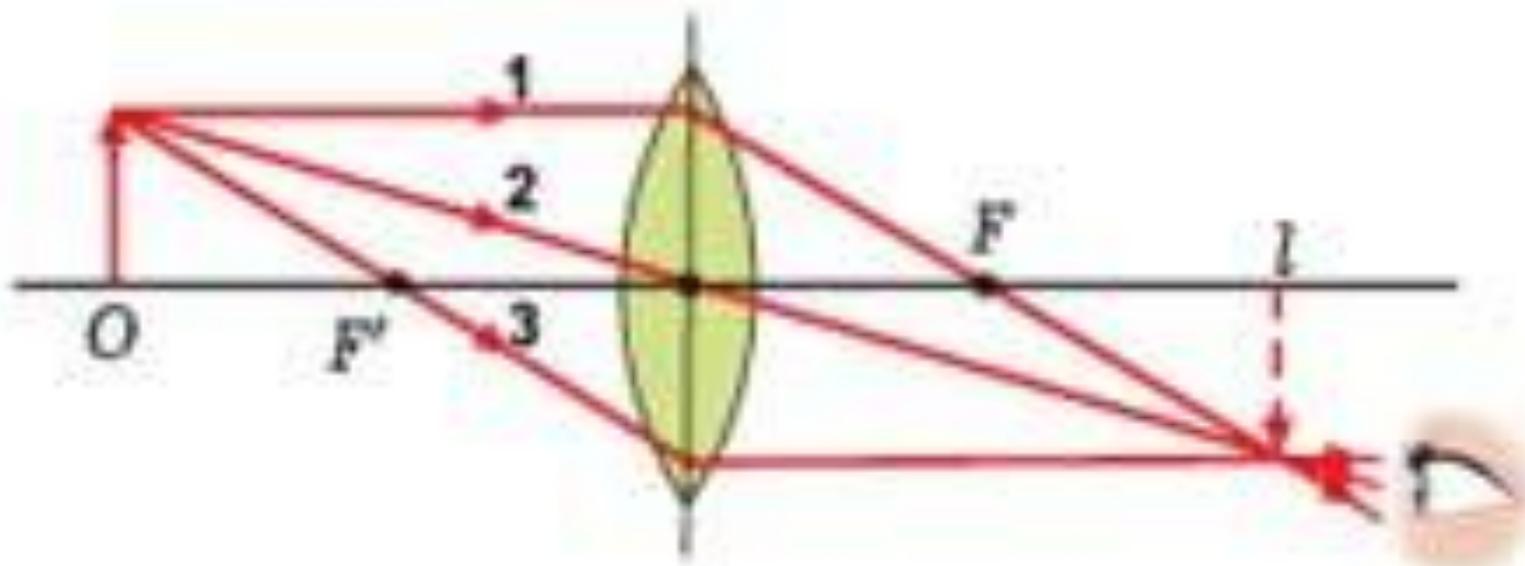
СОБИРАЮЩИЕ ЛИНЗЫ



Основные точки и линии линзы

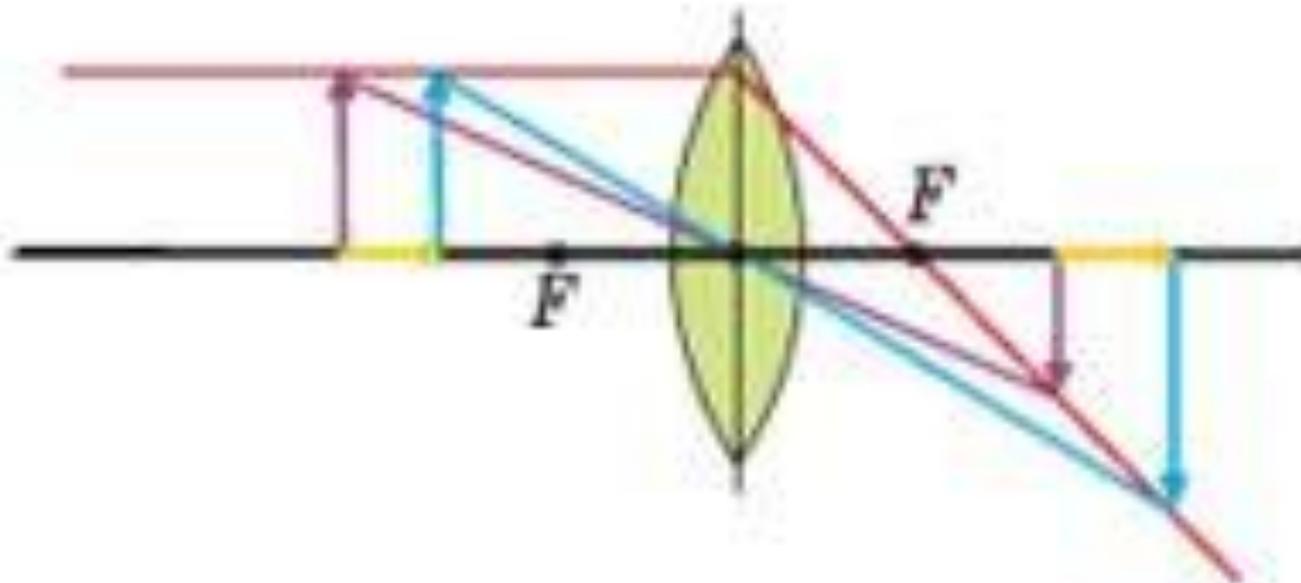


Обратимость хода лучей в линзе



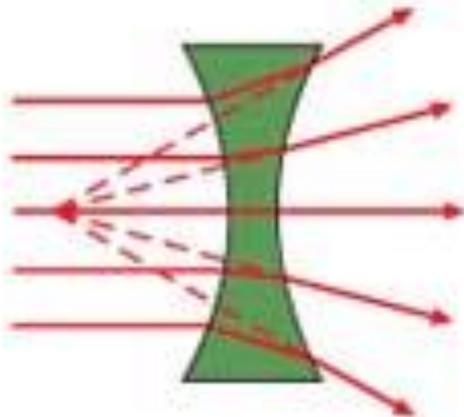
Построение изображения точки

Обратимость хода лучей в линзе

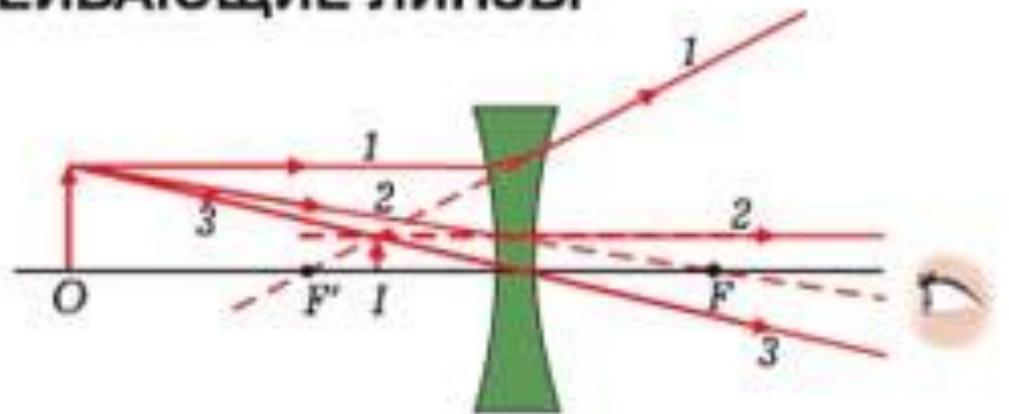


Изменение размеров изображения
при изменении расстояния
от предмета до линзы

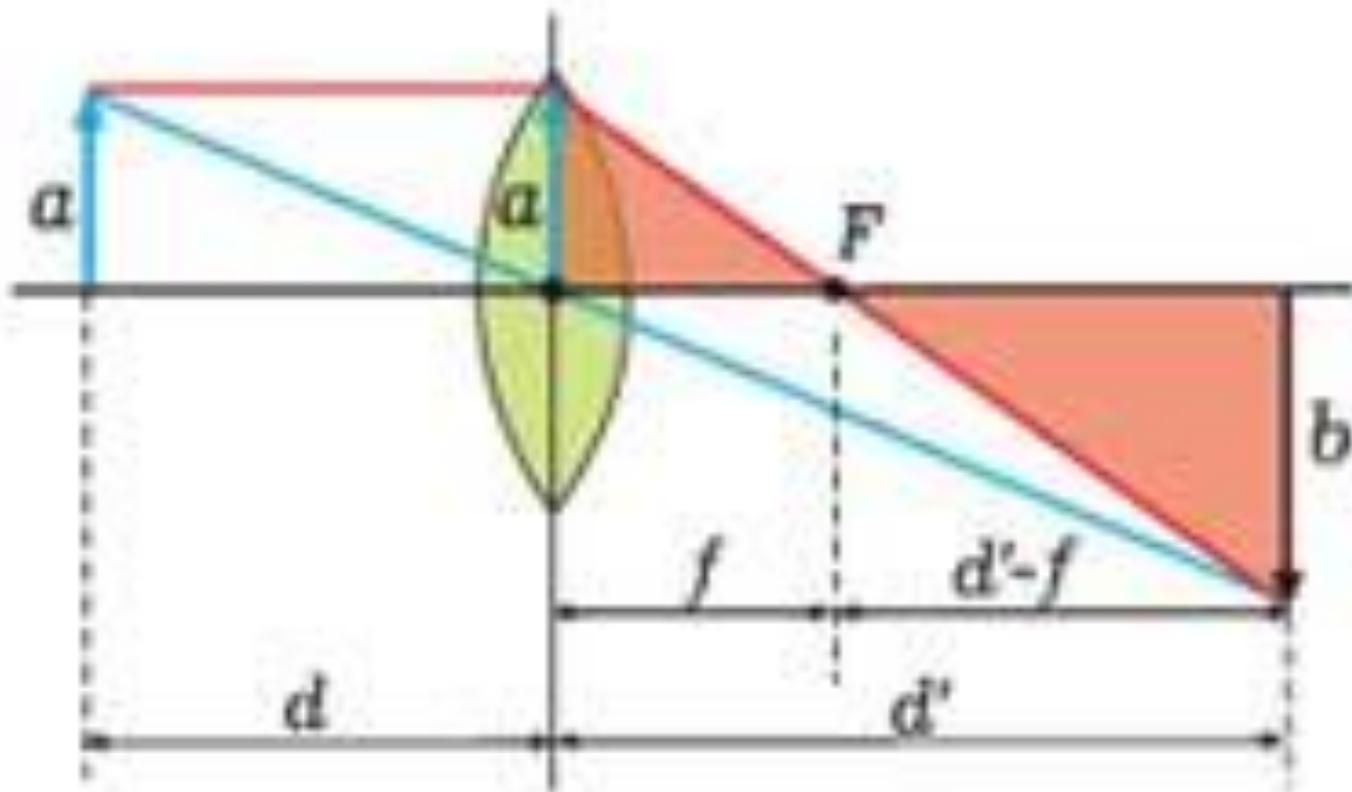
РАССЕИВАЮЩИЕ ЛИНЗЫ



Мнимый фокус рассеивающей линзы



Мнимое изображение, создаваемое рассеивающей линзой



К выводу формулы линзы

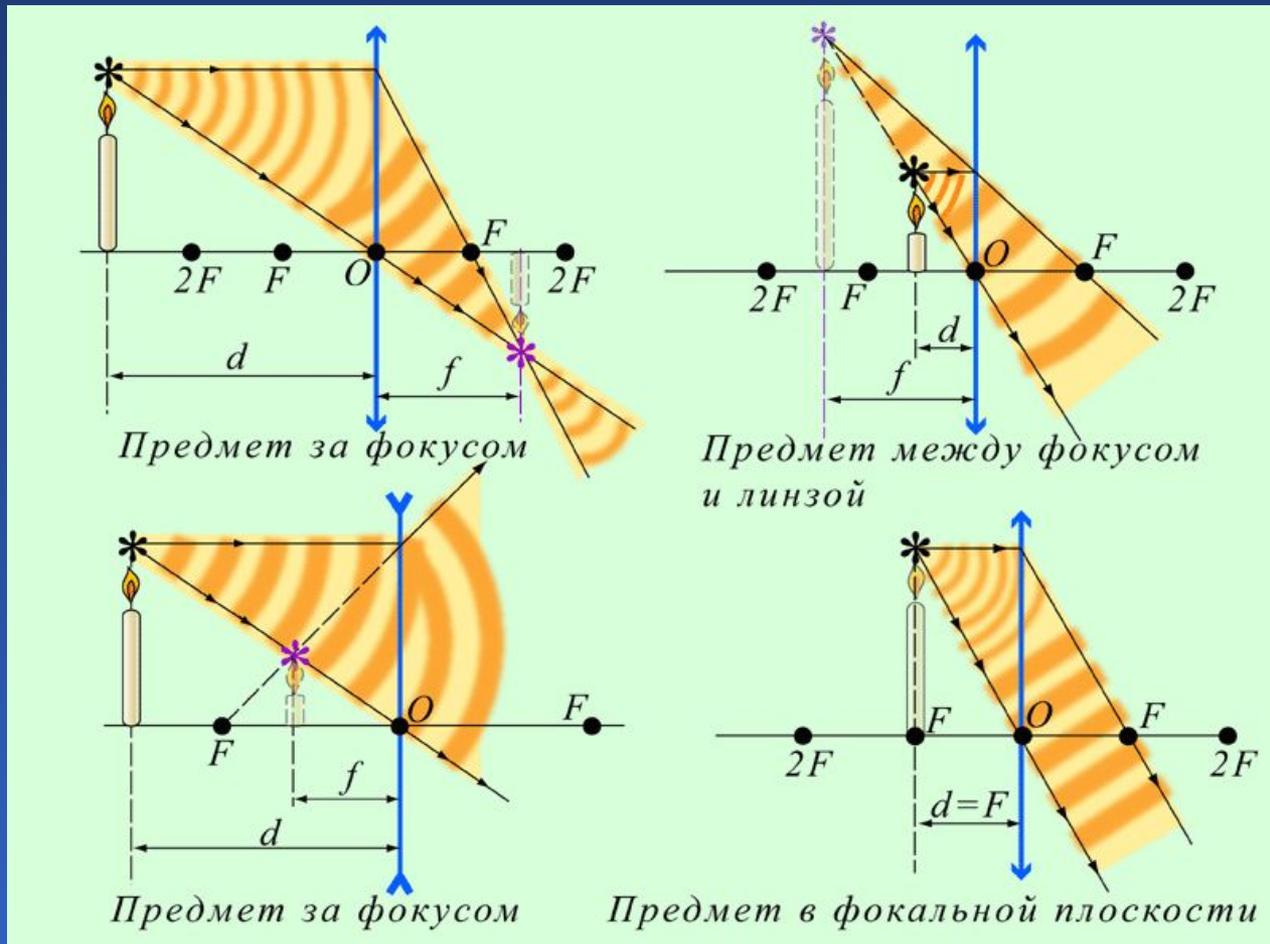
$$\frac{a}{b} = \frac{d}{d'}$$

$$\frac{a}{b} = \frac{f}{d' - f}$$

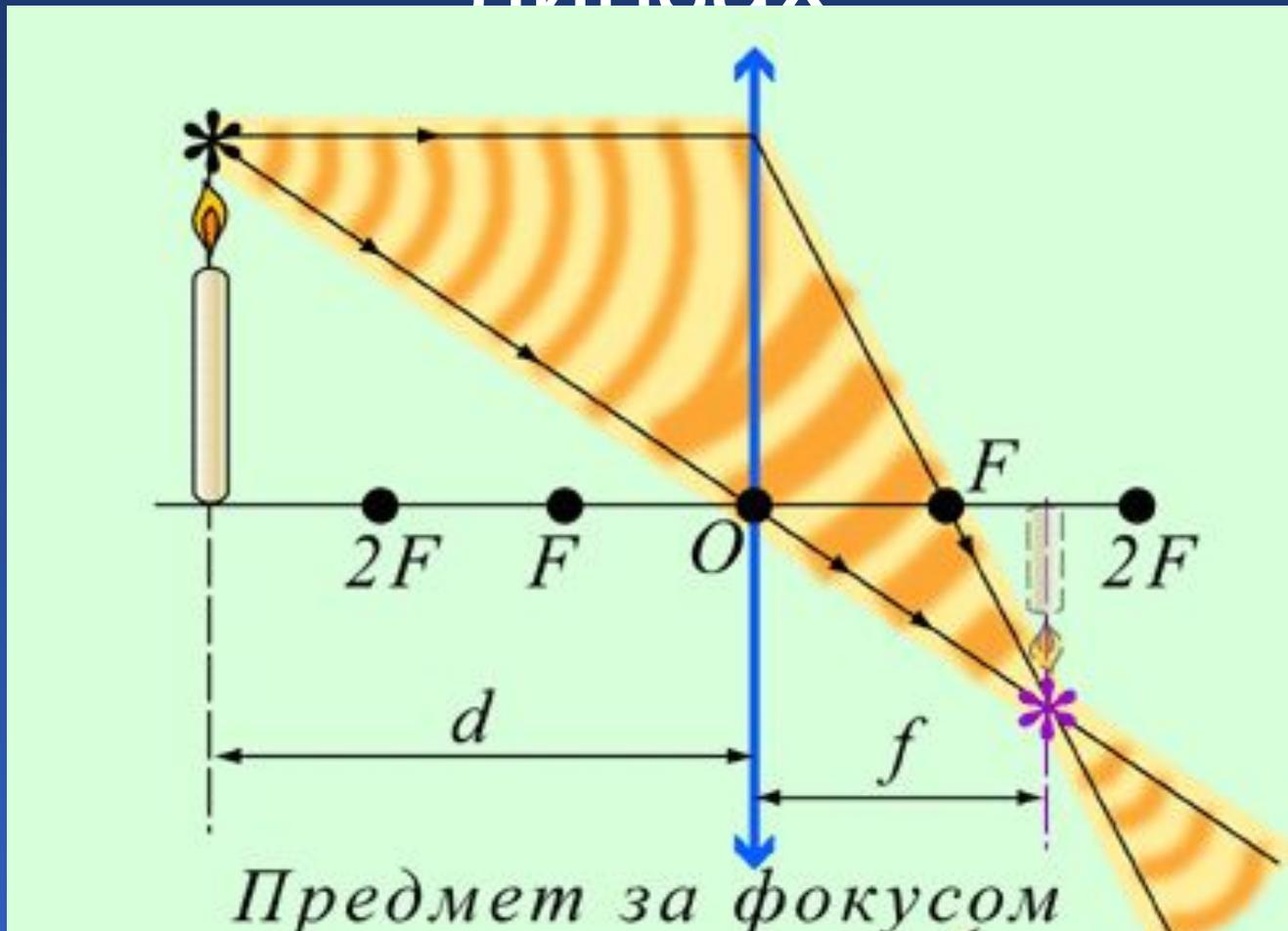
$$d'f = dd' - df \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$$

Вывод формулы линзы

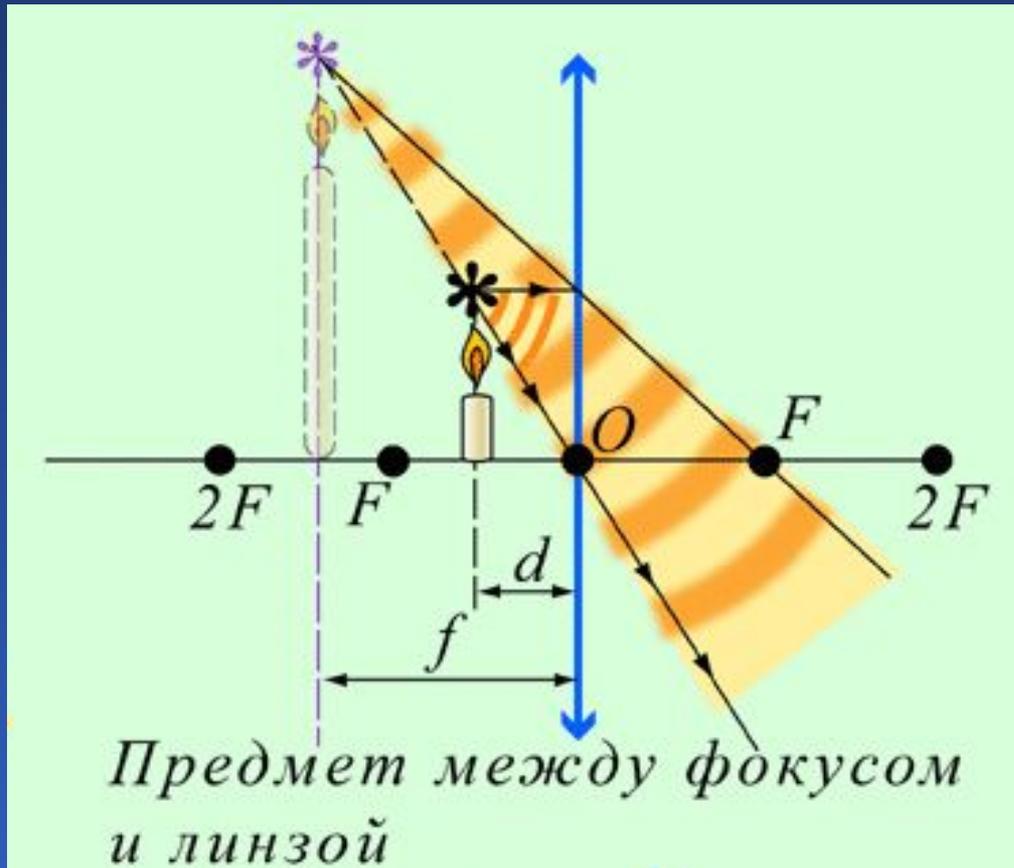
Построение изображений в линзах



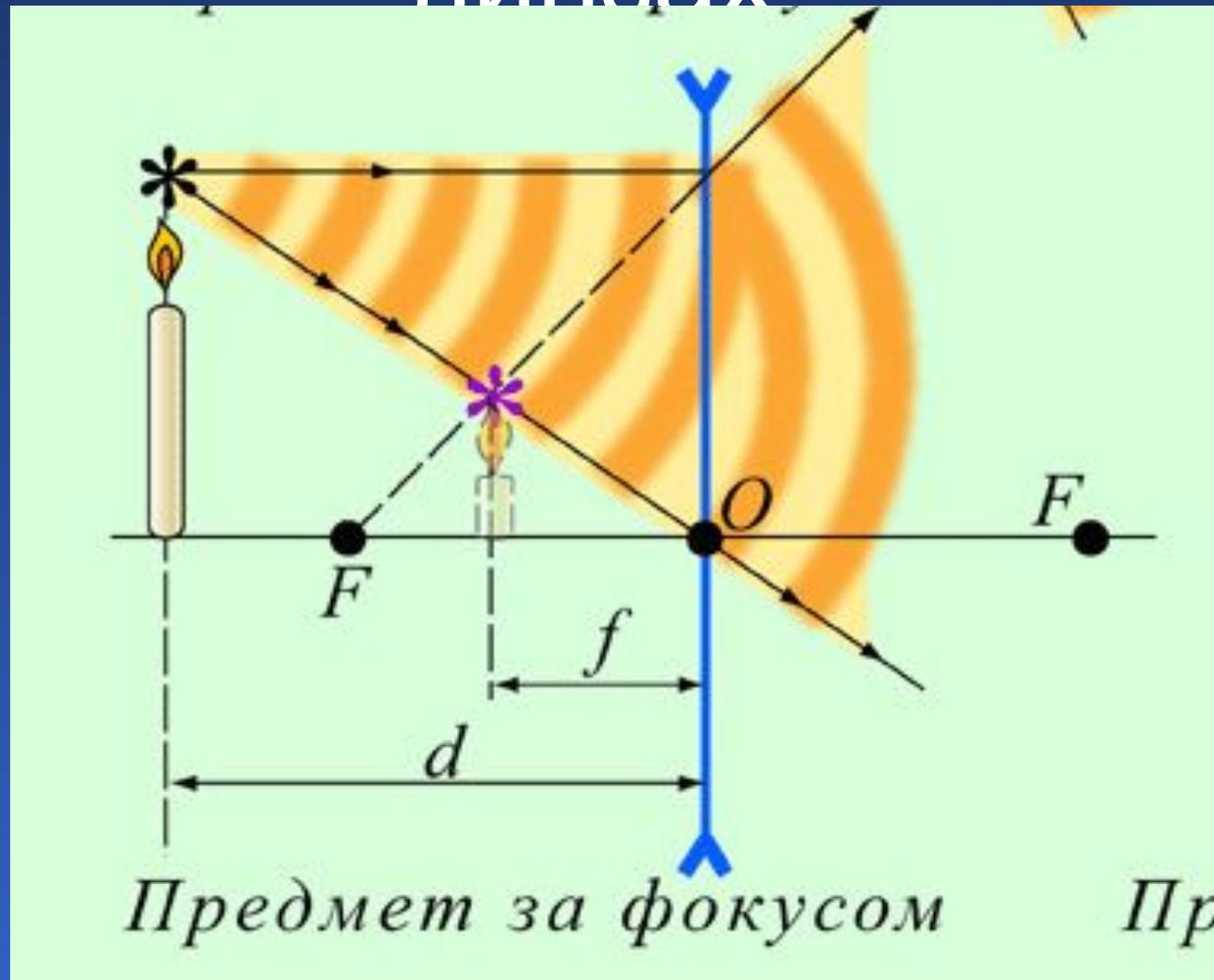
Построение изображений в линзах



Построение изображений в линзах

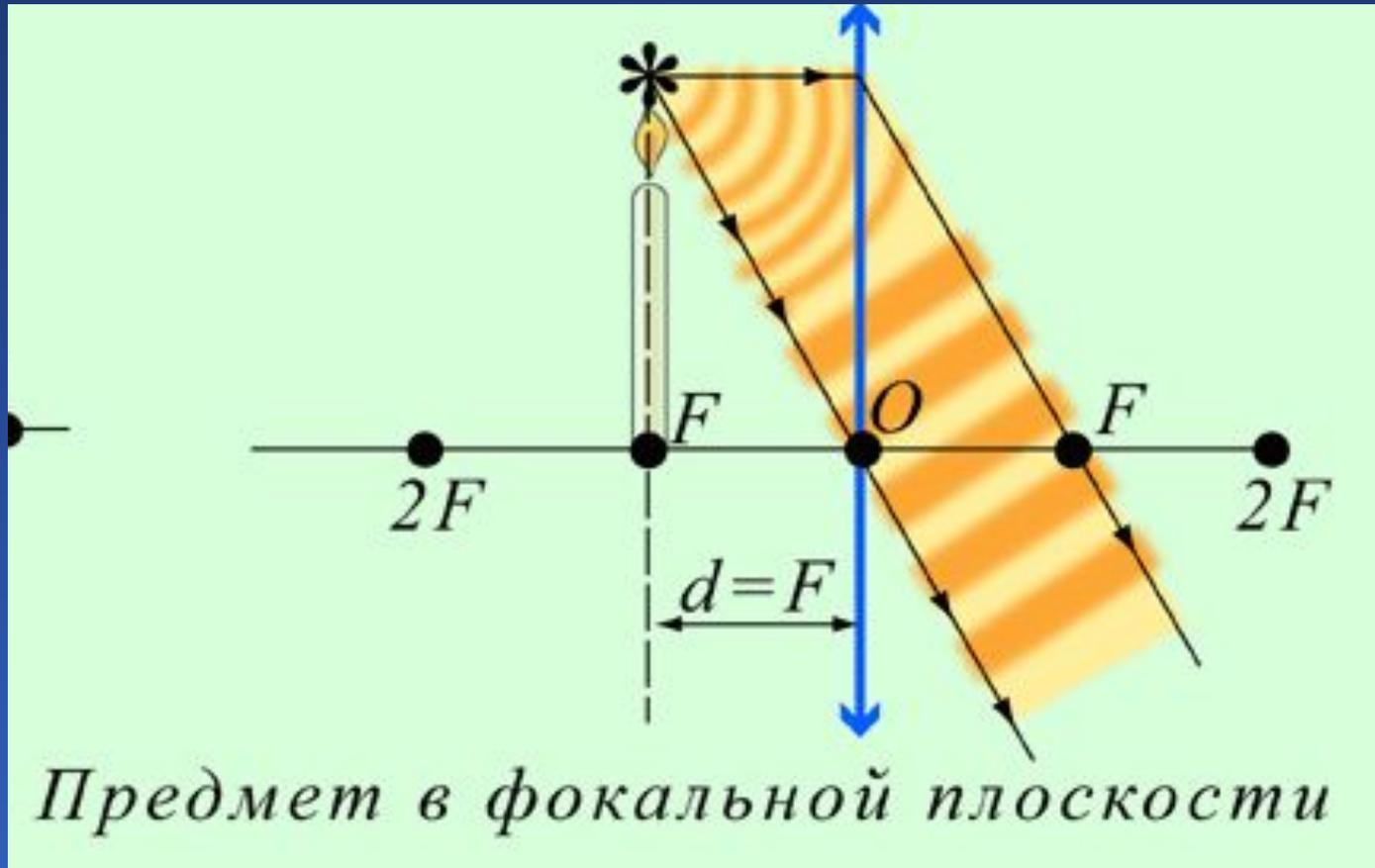


Построение изображений в линзах

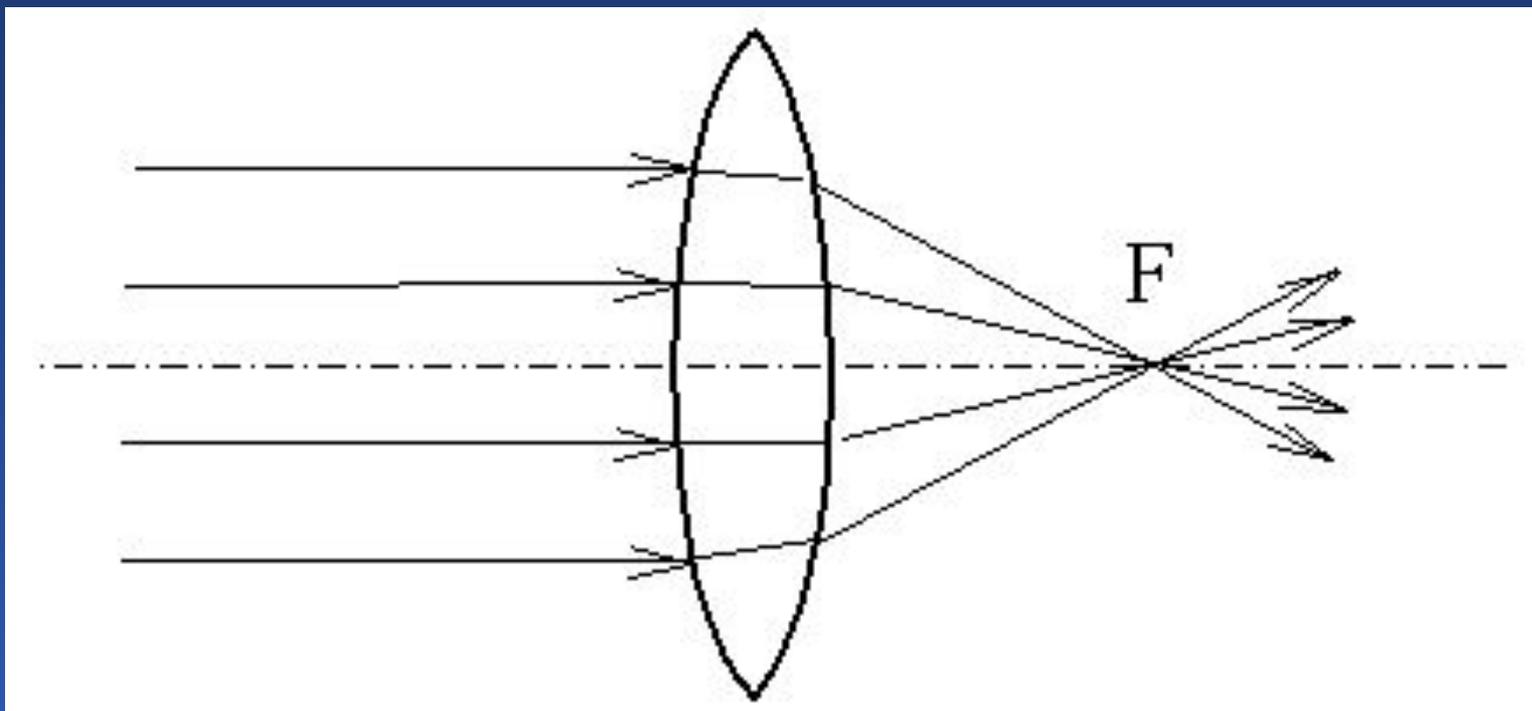


Построение изображений в линзах

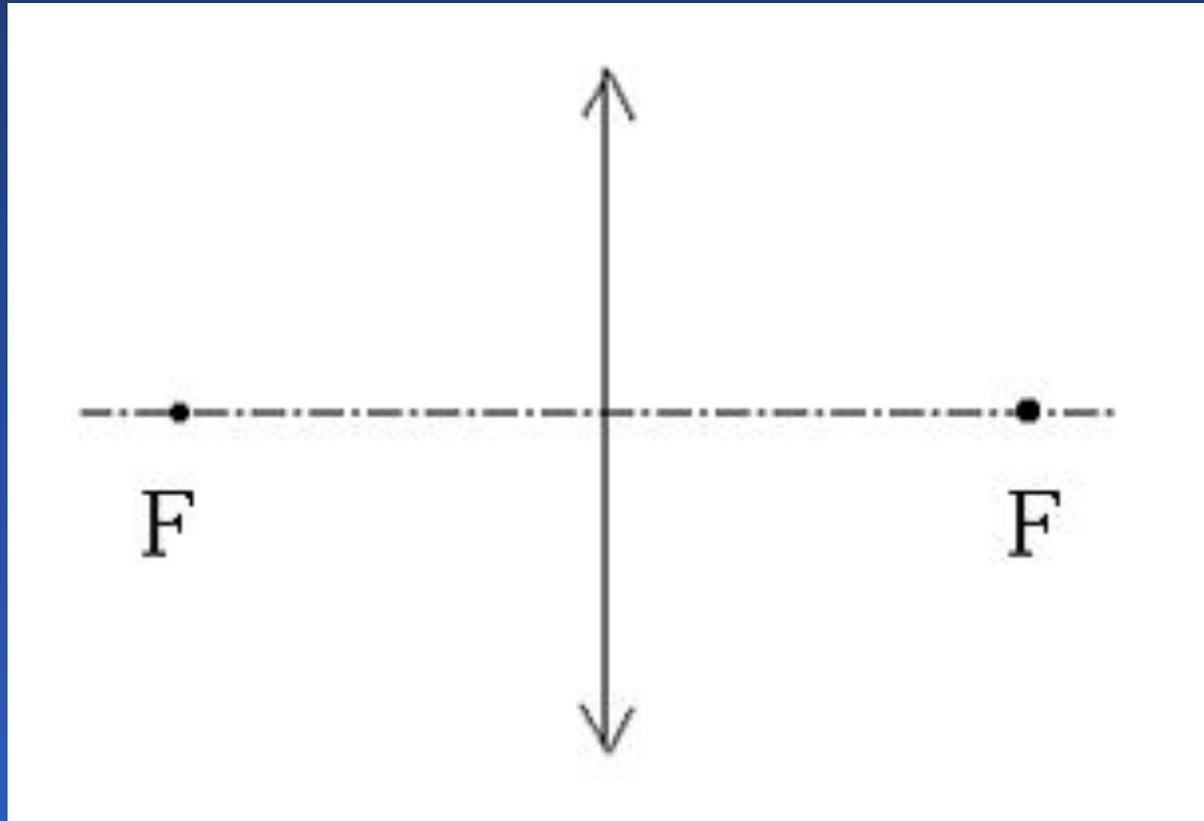
линзах



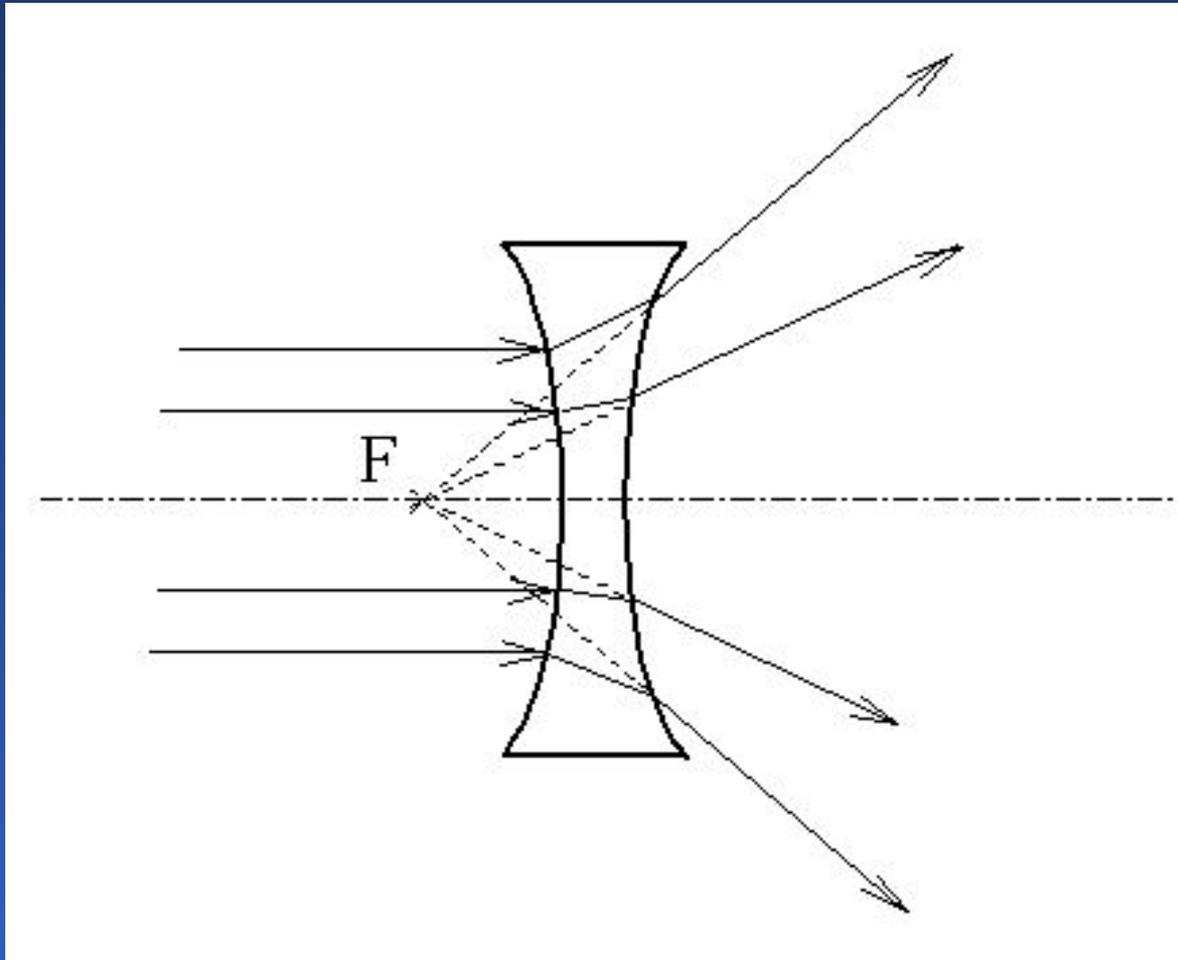
Собирающая линза



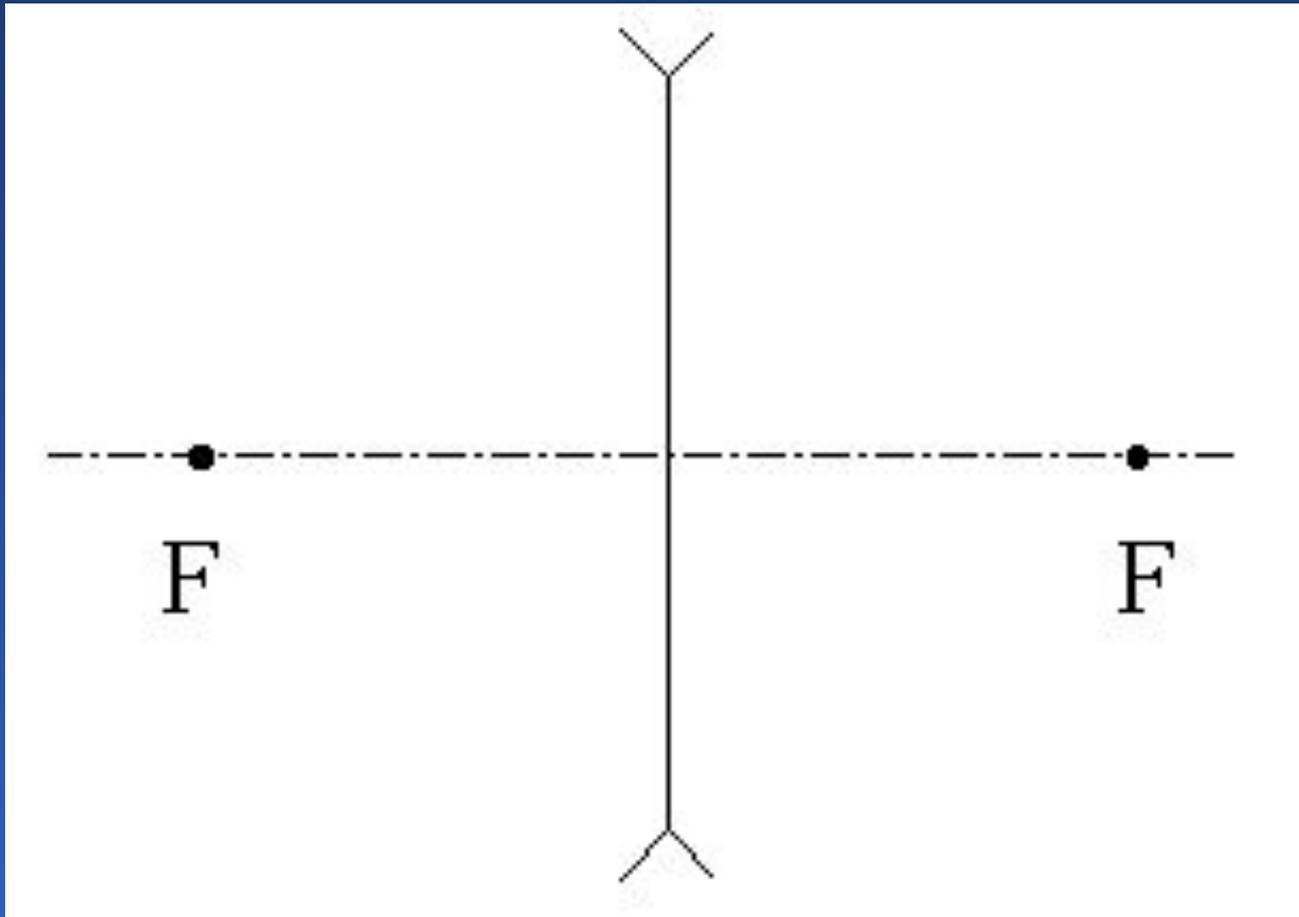
Собирающая линза



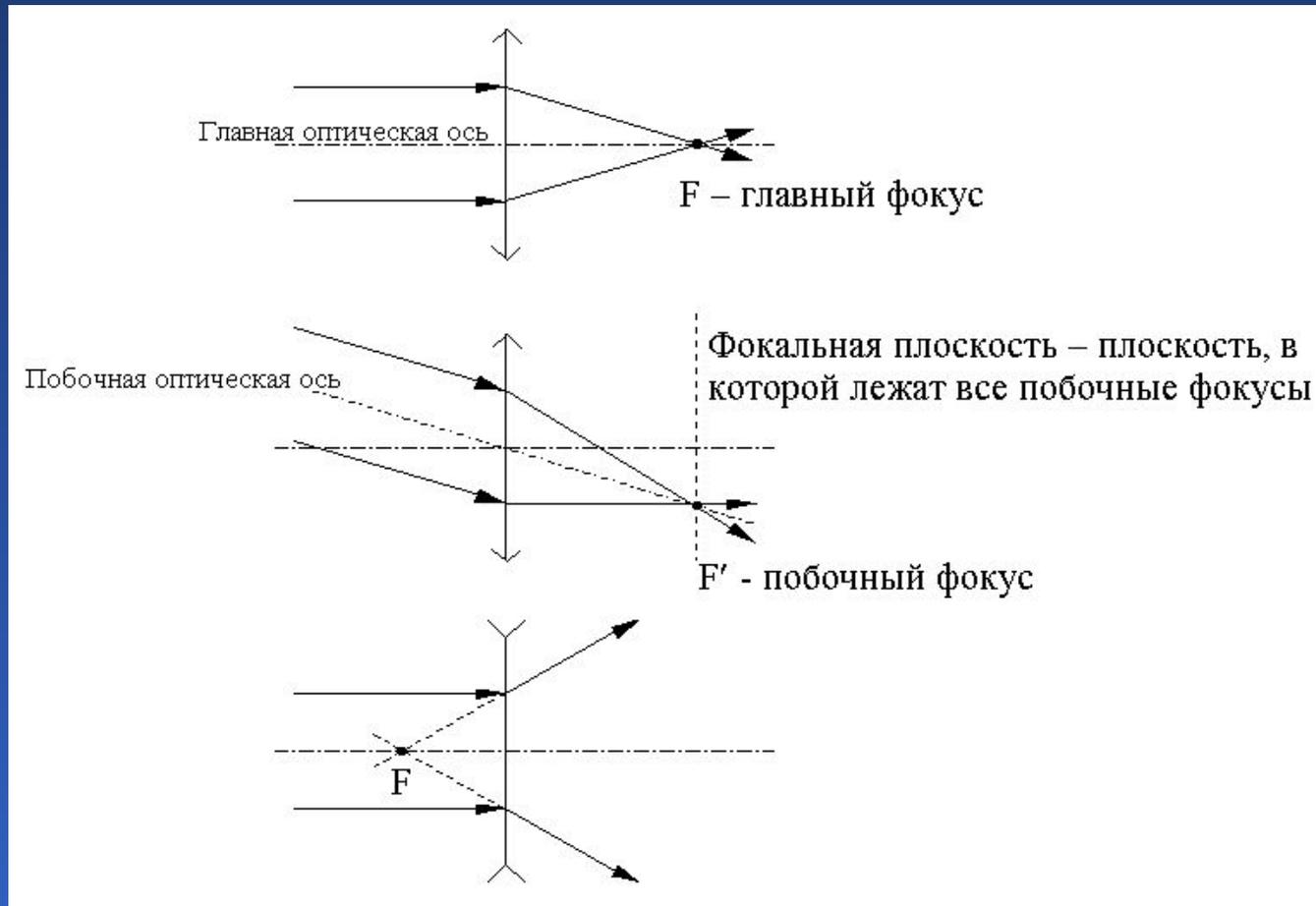
Рассеивающая линза



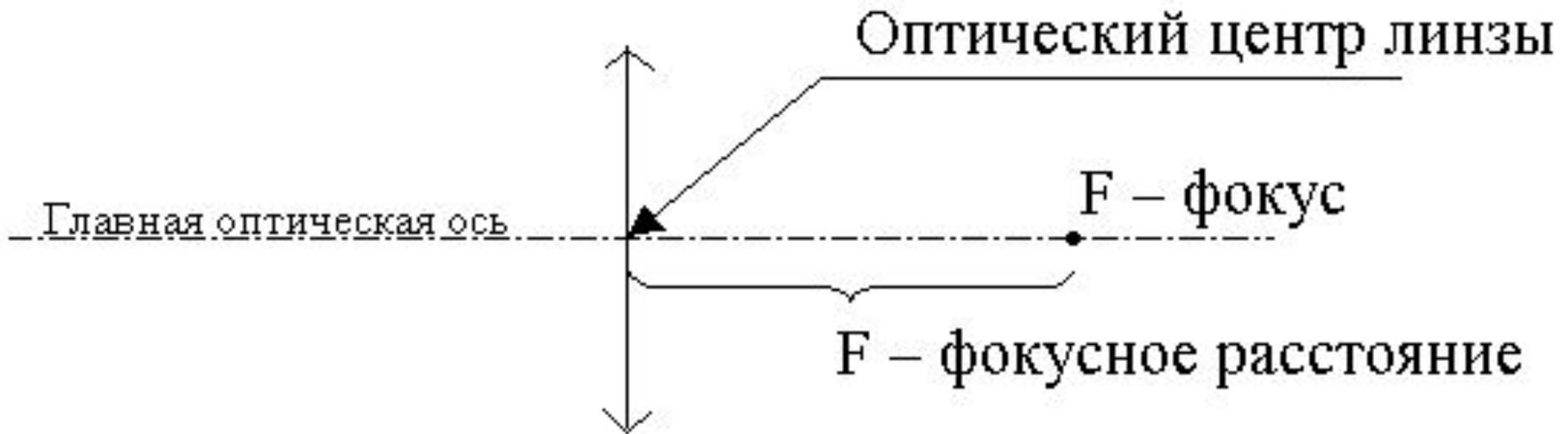
Рассеивающая линза



Фокусы линзы, фокальная плоскость



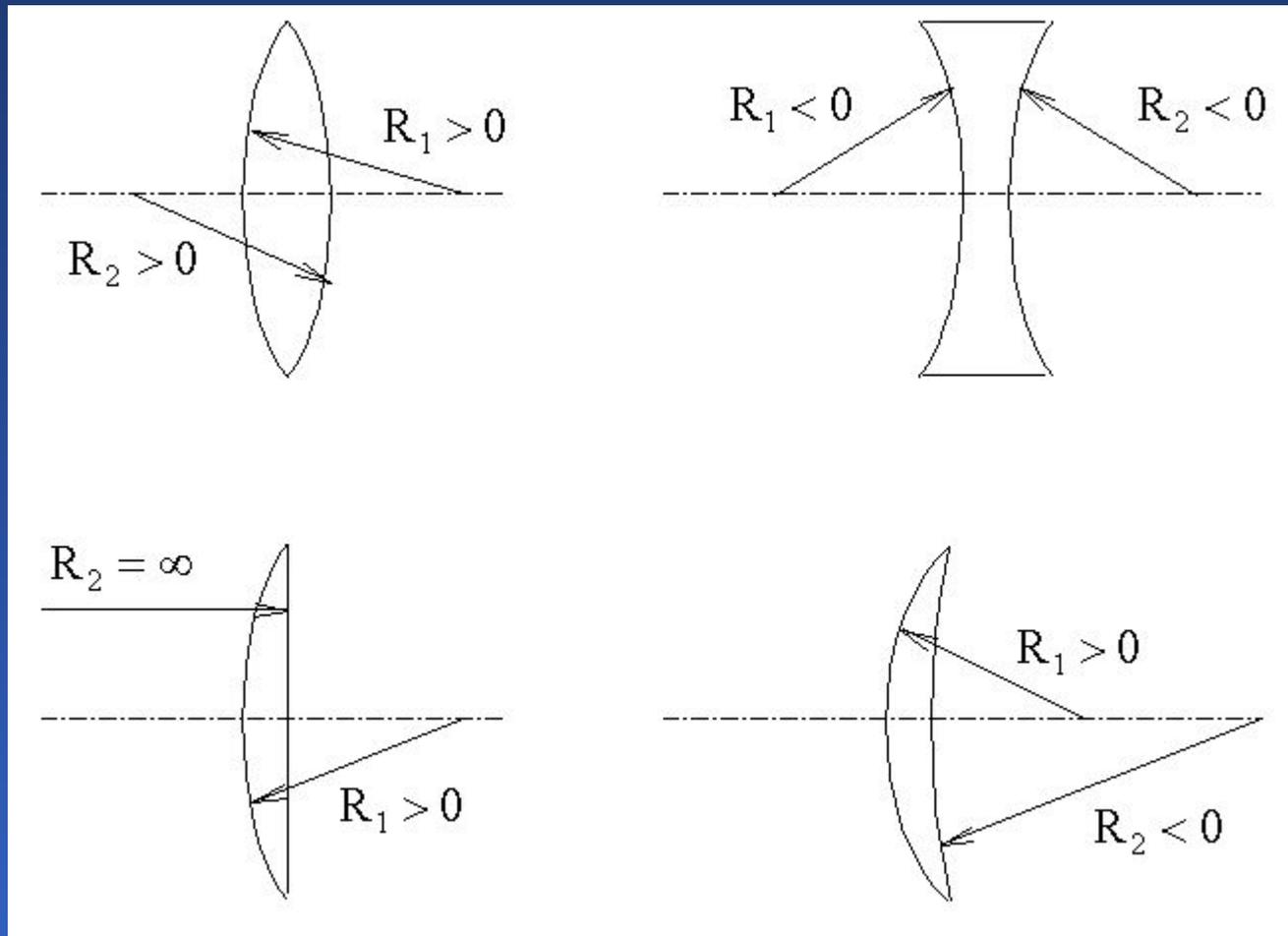
Фокусное расстояние тонкой линзы



Фокусное расстояние

$$F = \frac{1}{\begin{bmatrix} \frac{n_{\text{л}}}{n_{\text{ср}}} - 1 \\ R_1 \end{bmatrix}} \cdot \frac{1}{\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \end{bmatrix}}$$

Выбор знаков радиусов



Оптическая сила линзы

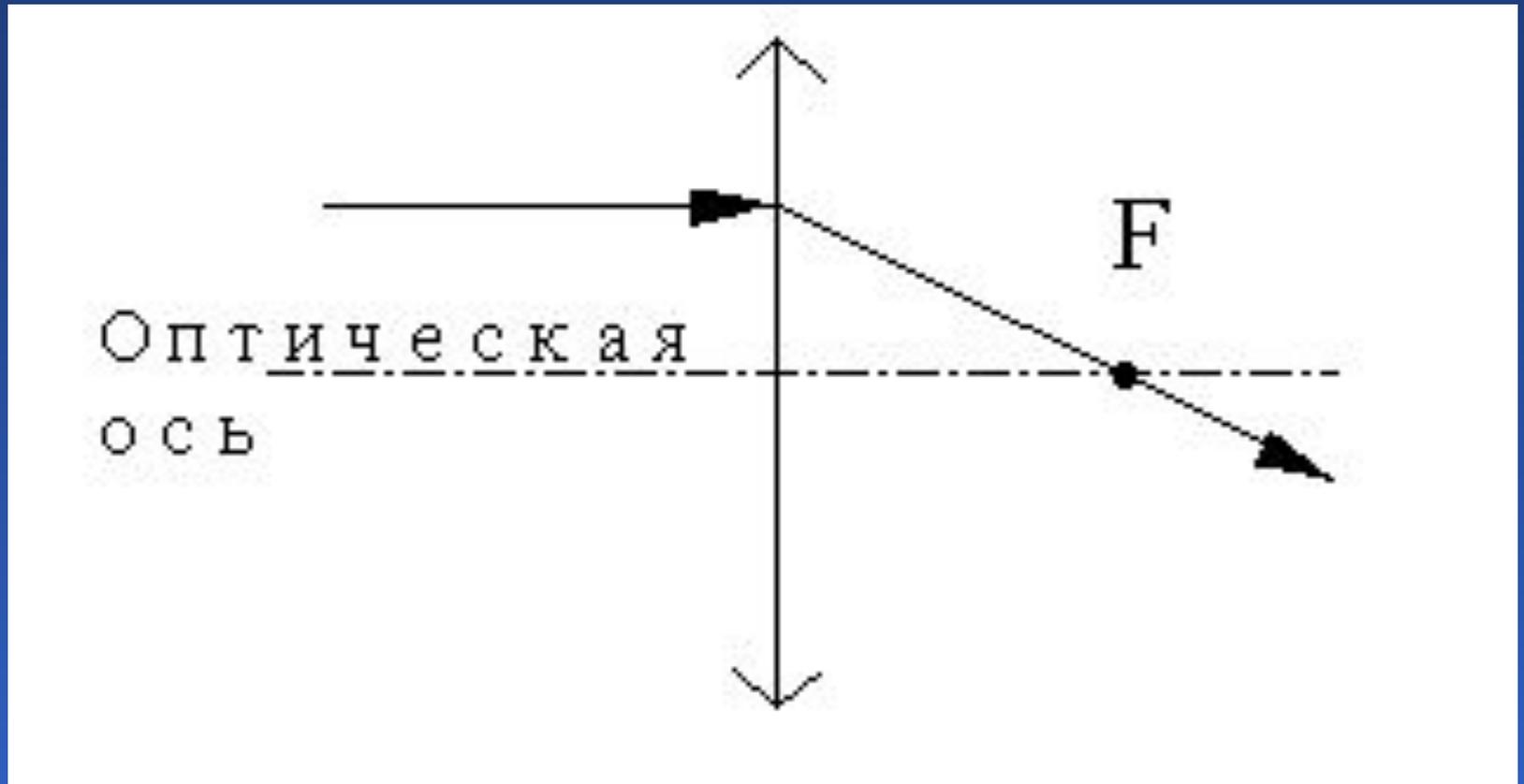
$$\Phi = \frac{1}{F}$$

Построение изображения в линзах

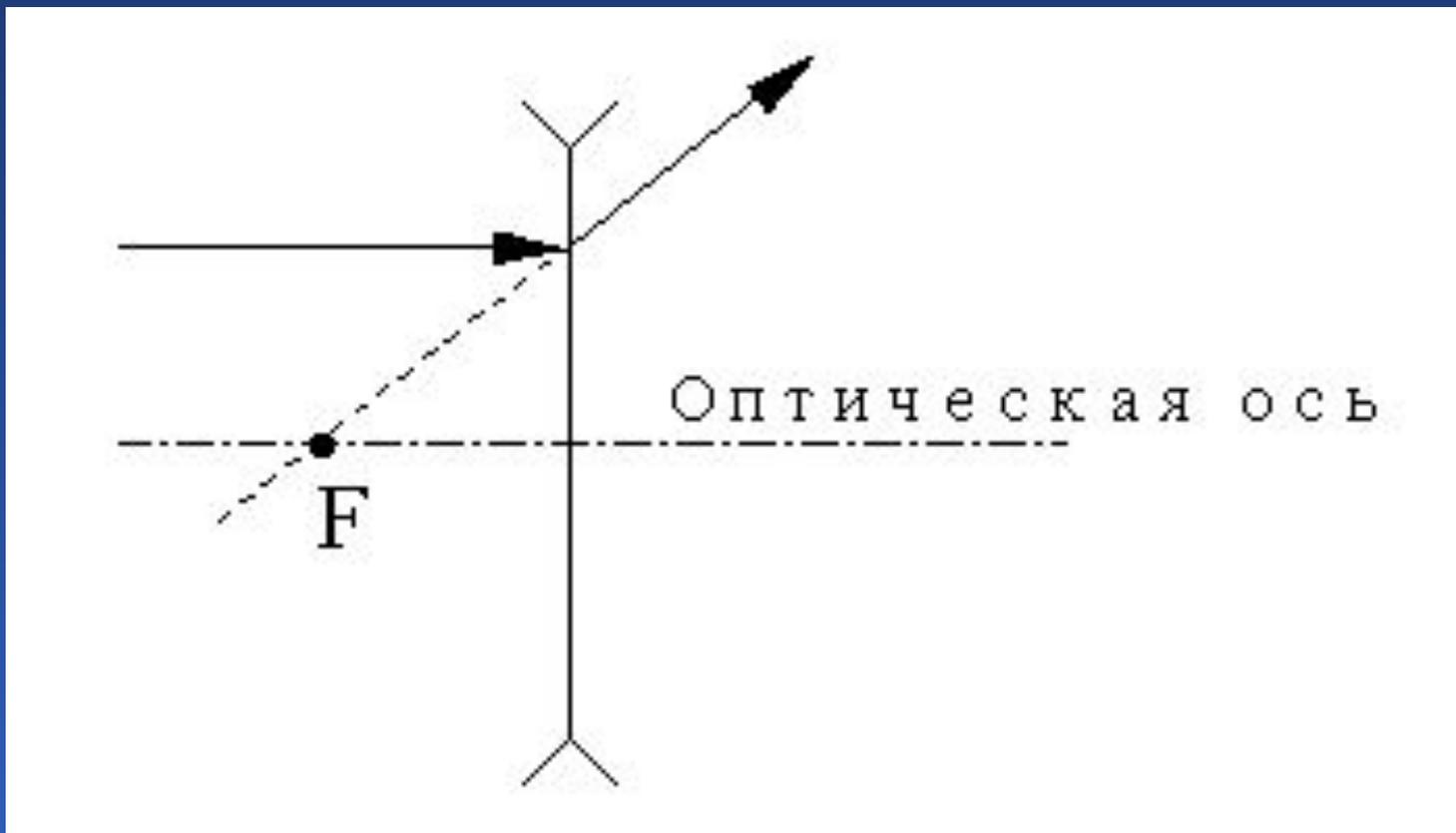


Луч, идущий через оптический не отклоняется:

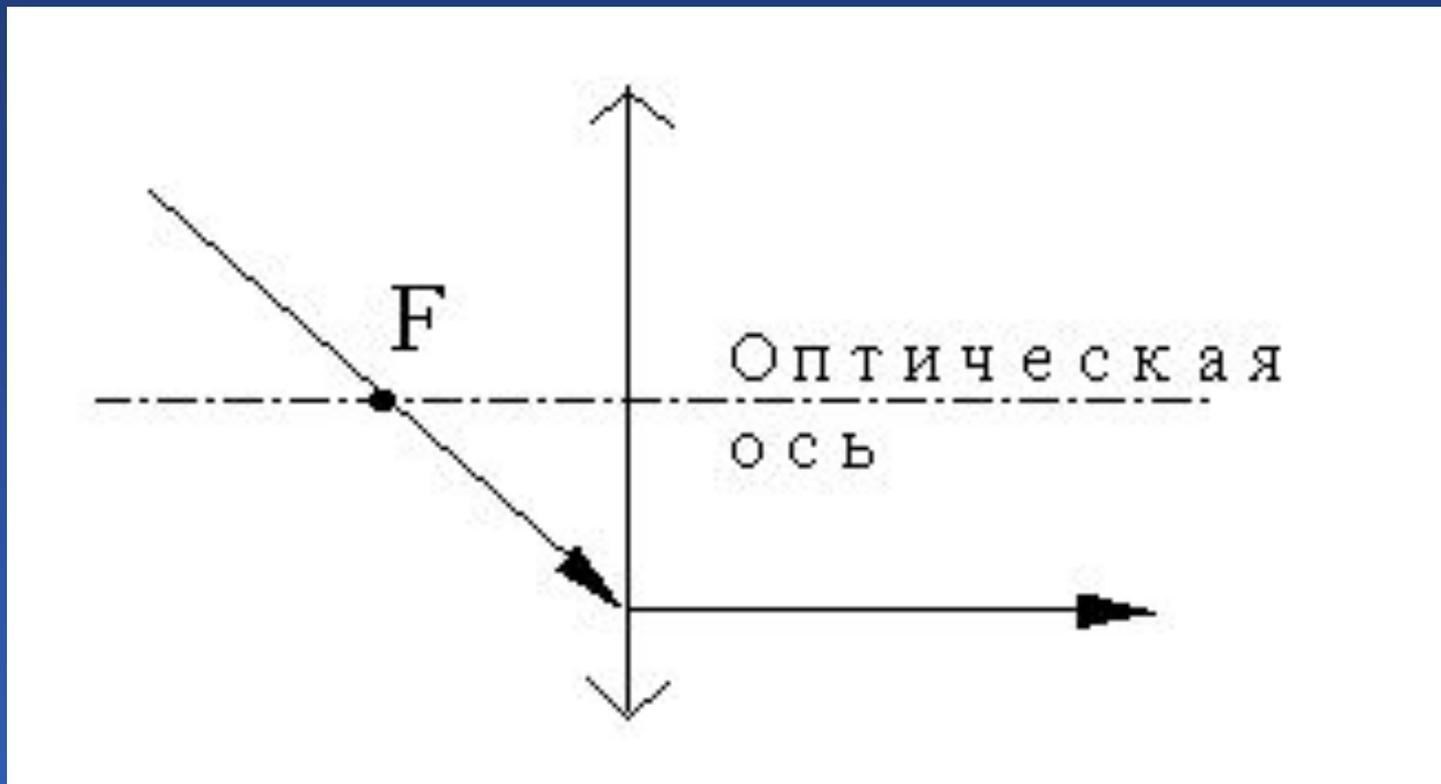
Луч - идущий параллельно оптической оси. Он, преломляясь в линзе, проходит через фокус, если линза собирающая:



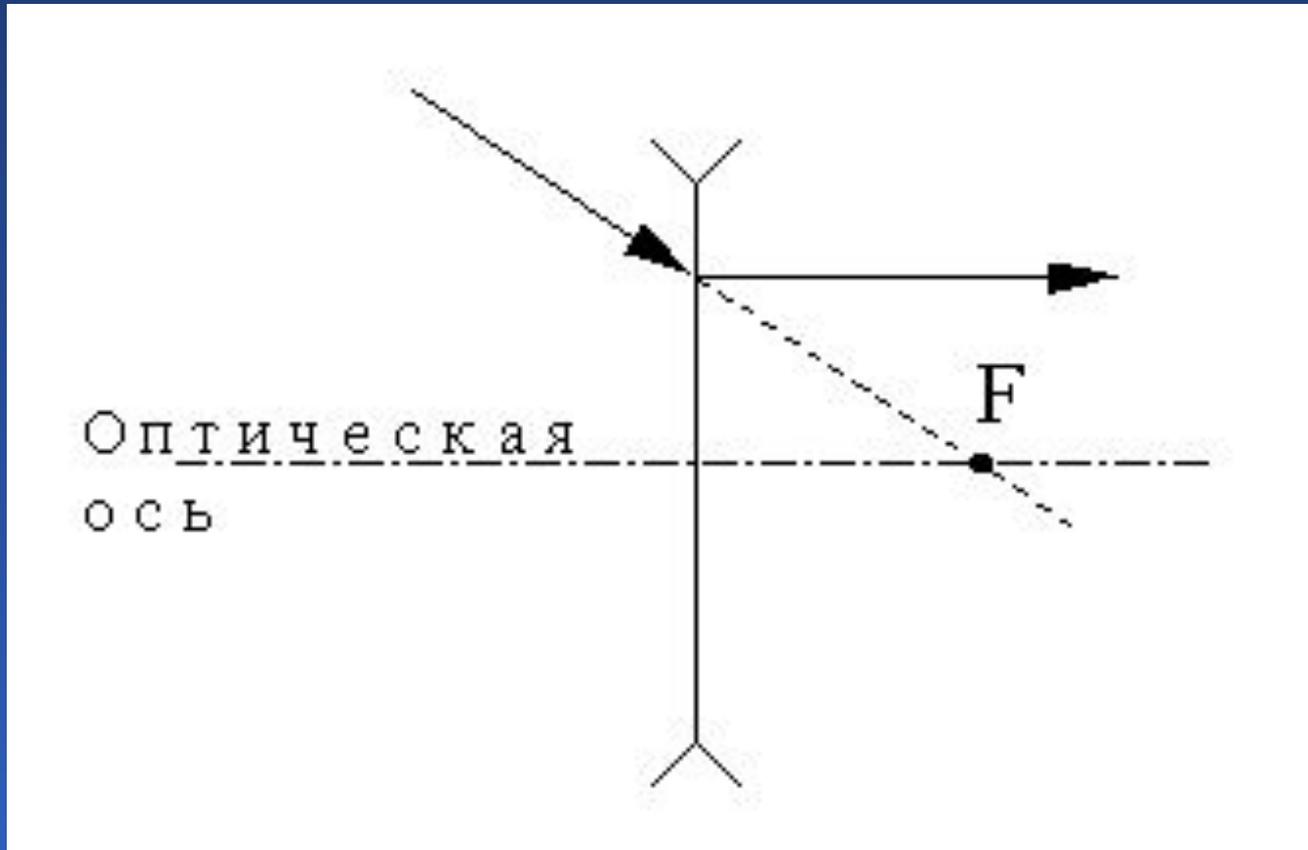
Если линза рассеивающая, то через фокус
проходит продолжение луча



Если луч шел через фокус собирающей линзы,
то после преломления он пойдет параллельно
оптической оси:

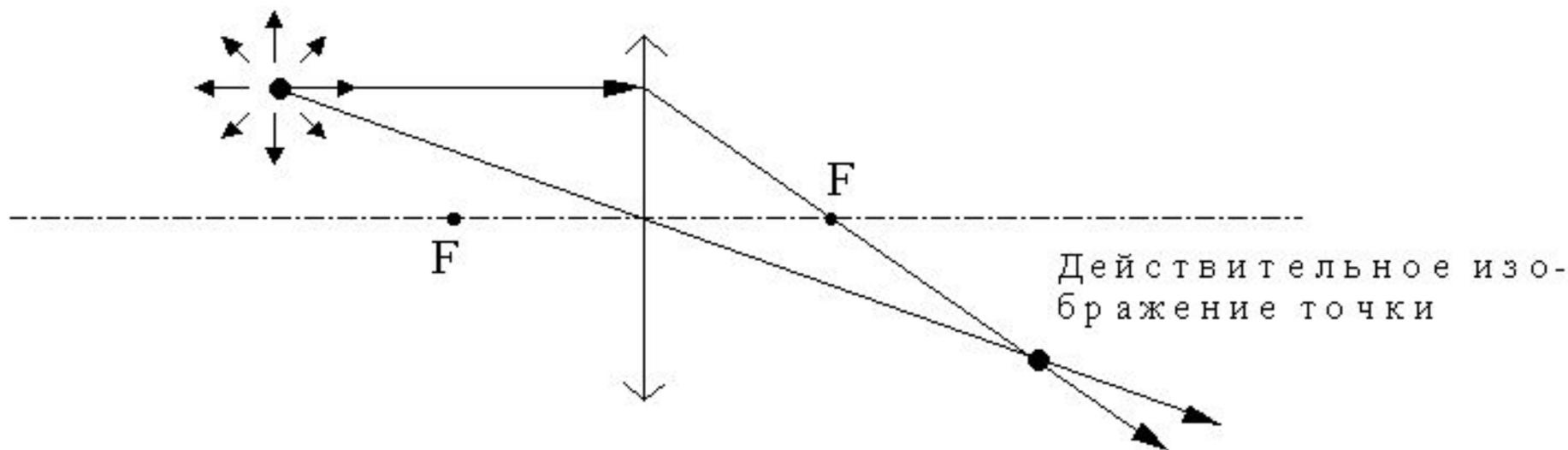


Для рассеивающей линзы параллельно оптической оси пойдет после преломления луч, продолжение которого проходит через фокус

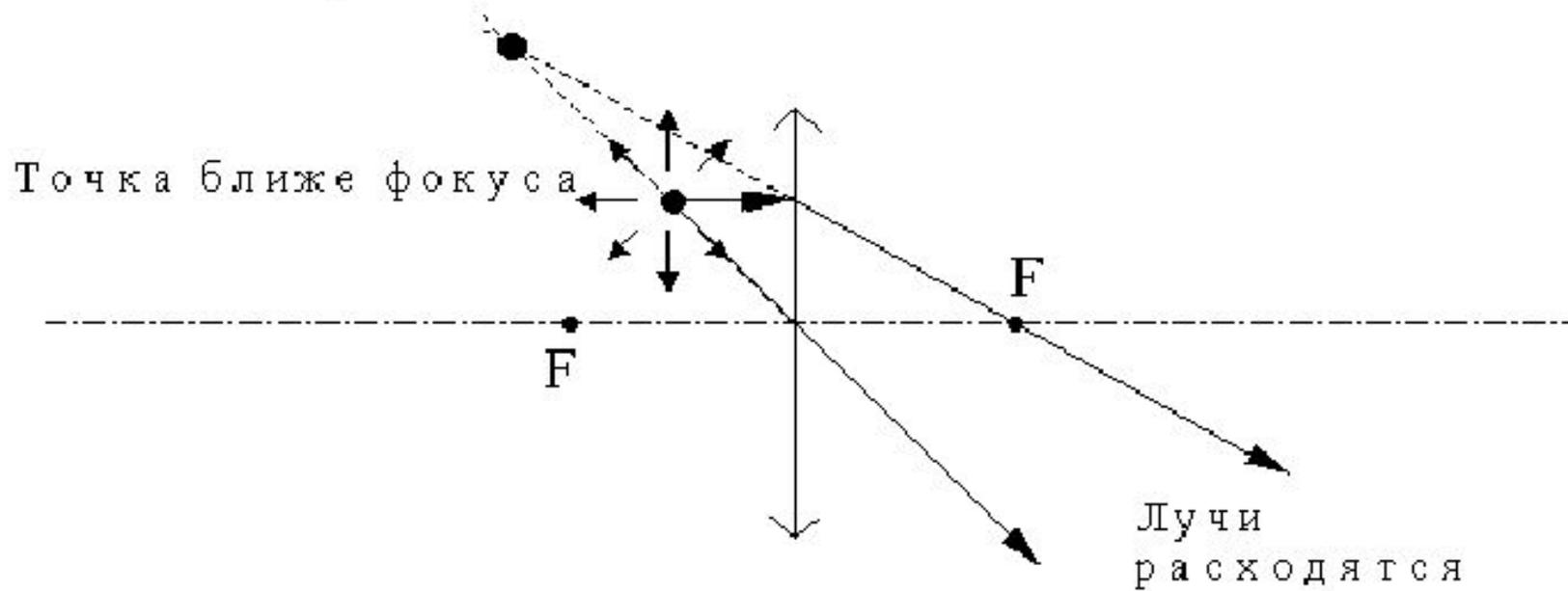


Примеры построения изображения точки в собирающей линзе

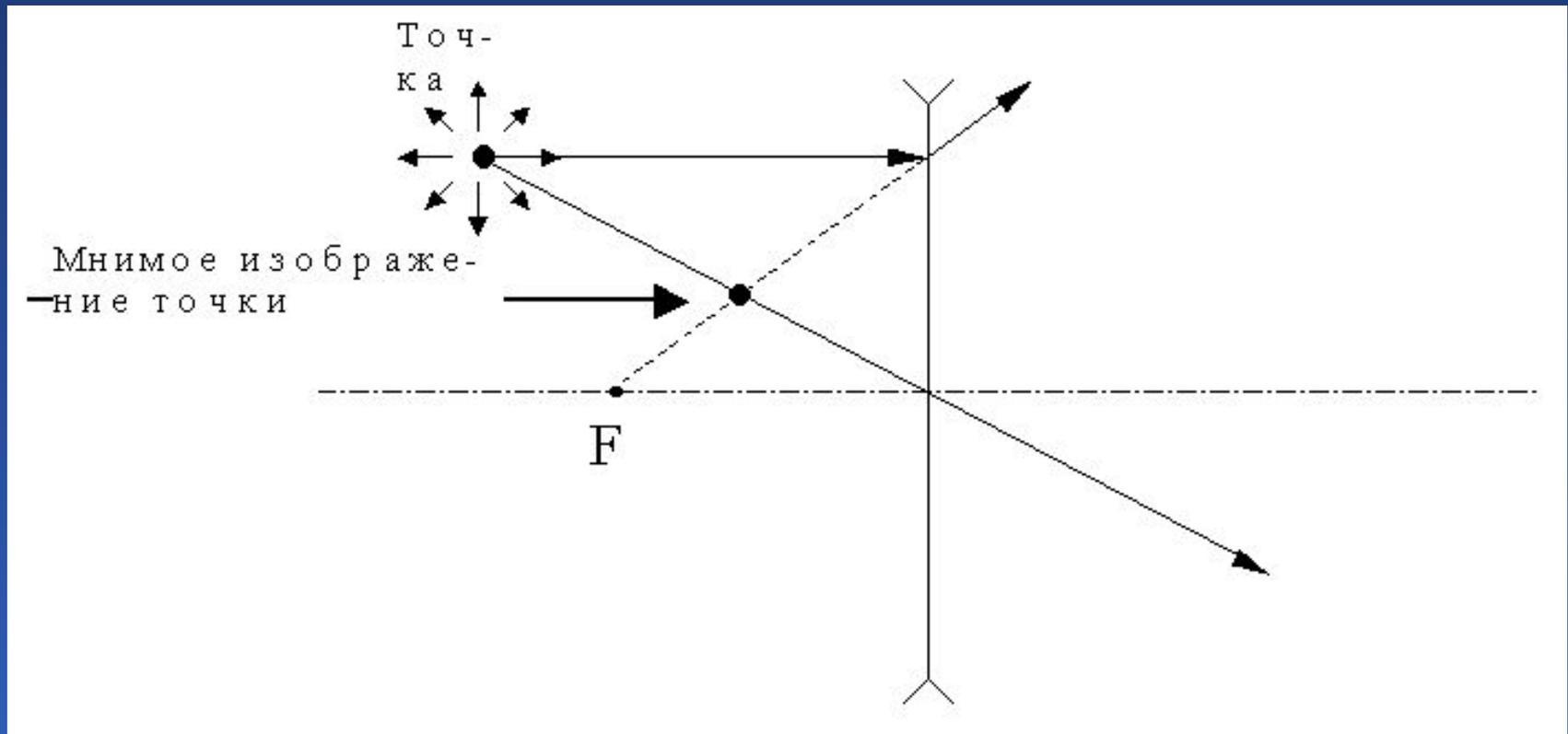
Точка дальше фокуса



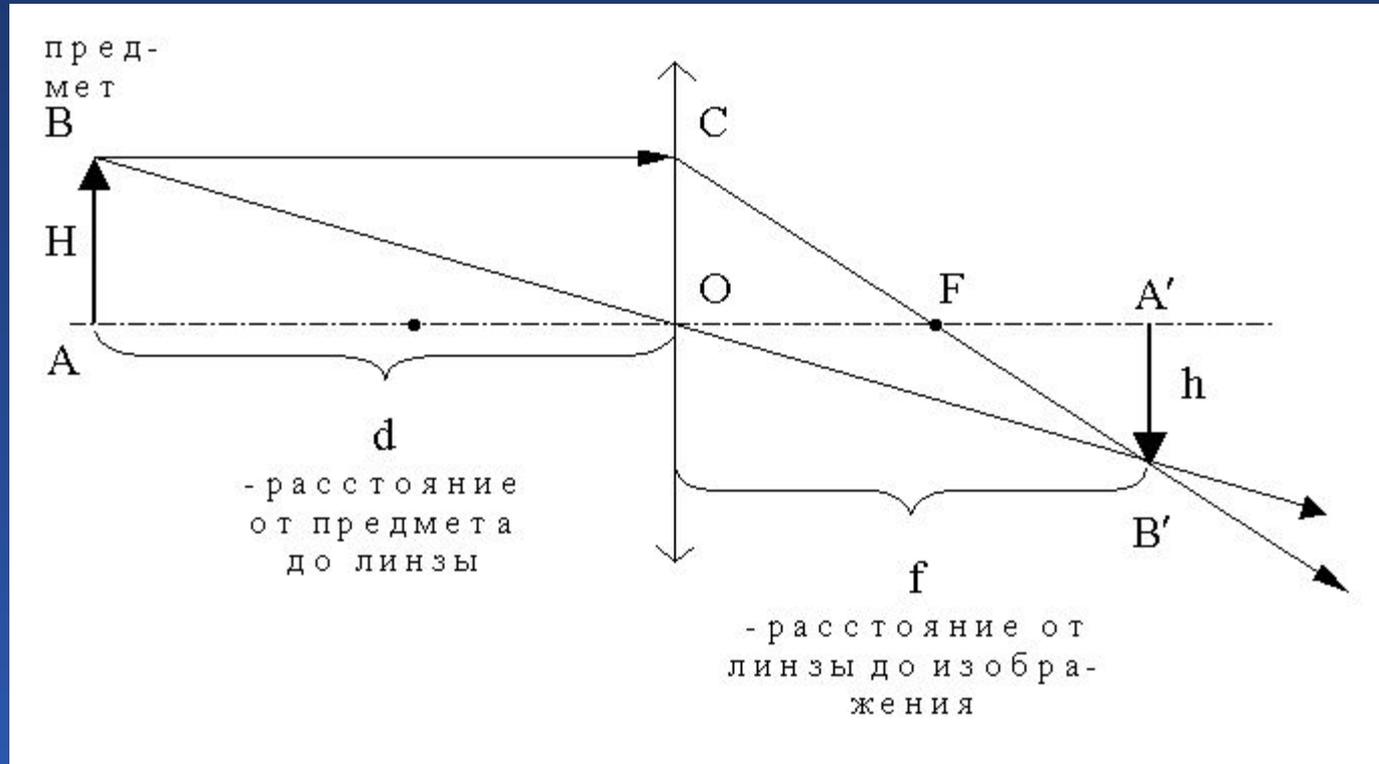
Мнимое изображение точки



Пример построения изображения точки в рассеивающей линзе



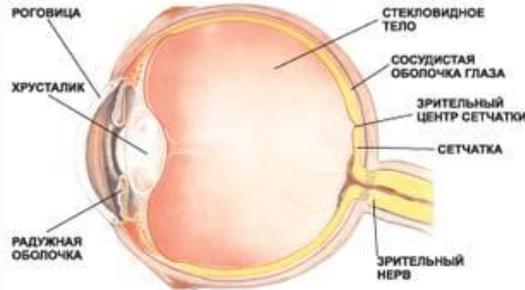
Формула линзы



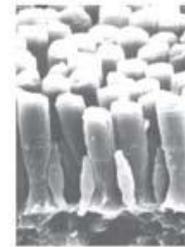
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

10 ГЛАЗ

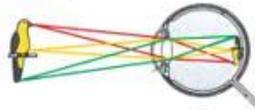
Строение глаза



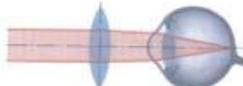
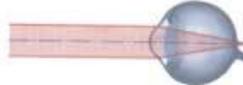
Фоторецепторы глаза



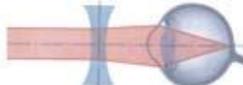
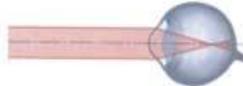
Изображение в глазе



Дальнозоркий глаз



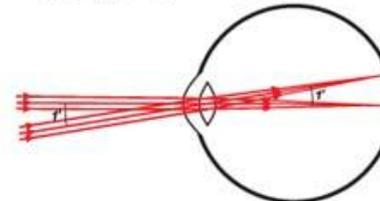
Близорукий глаз



Спектральная чувствительность колбочек трех типов

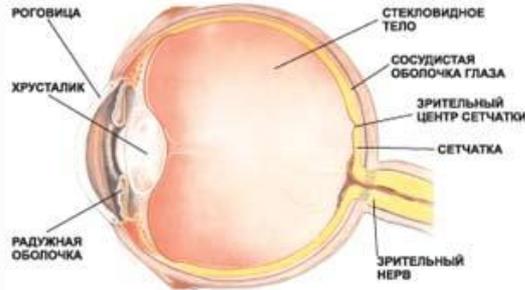


Дифракция в глазе

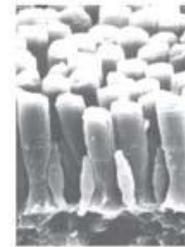


10 ГЛАЗ

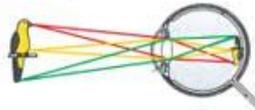
Строение глаза



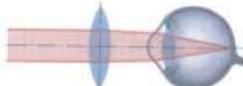
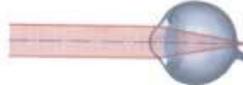
Фоторецепторы глаза



Изображение в глазе



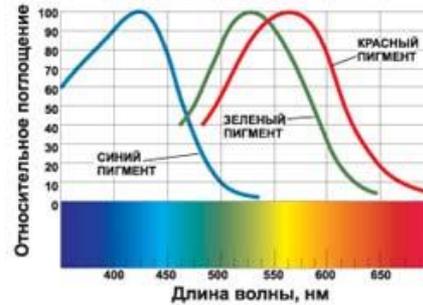
Дальнозоркий глаз



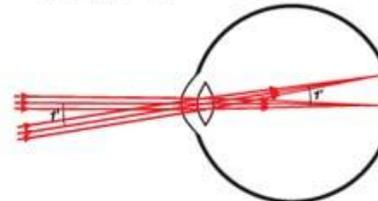
Близорукий глаз



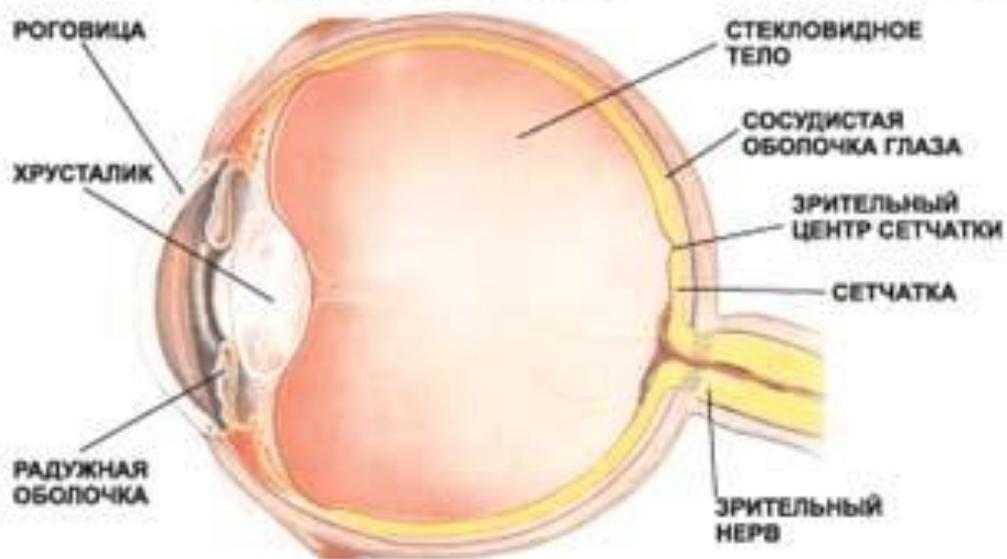
Спектральная чувствительность колбочек трех типов



Дифракция в глазе



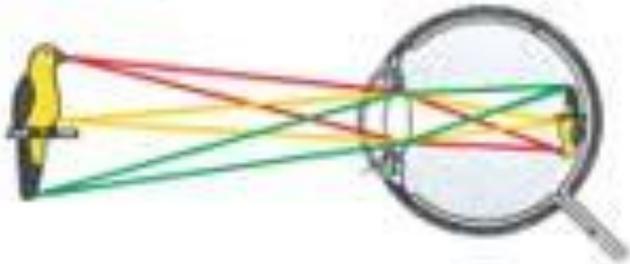
Строение глаза



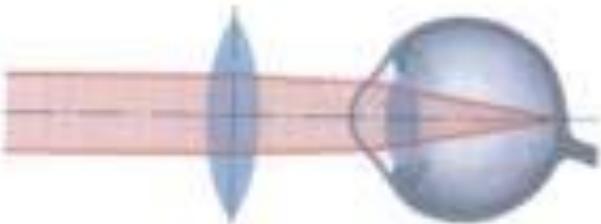
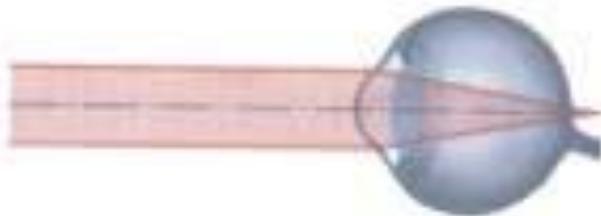
Фоторецепторы глаза



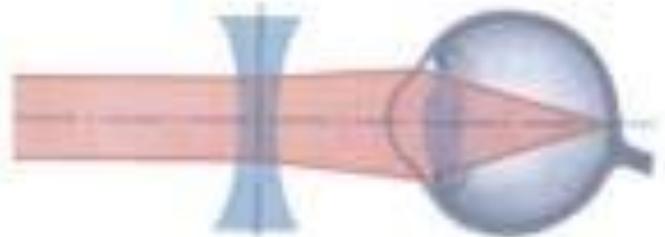
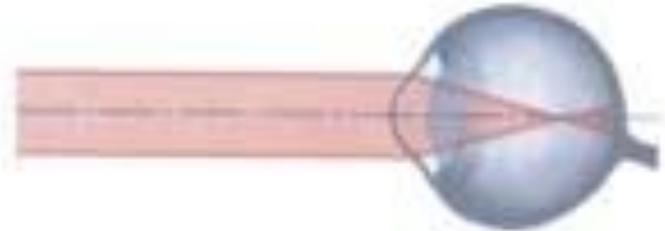
Изображение в глазе



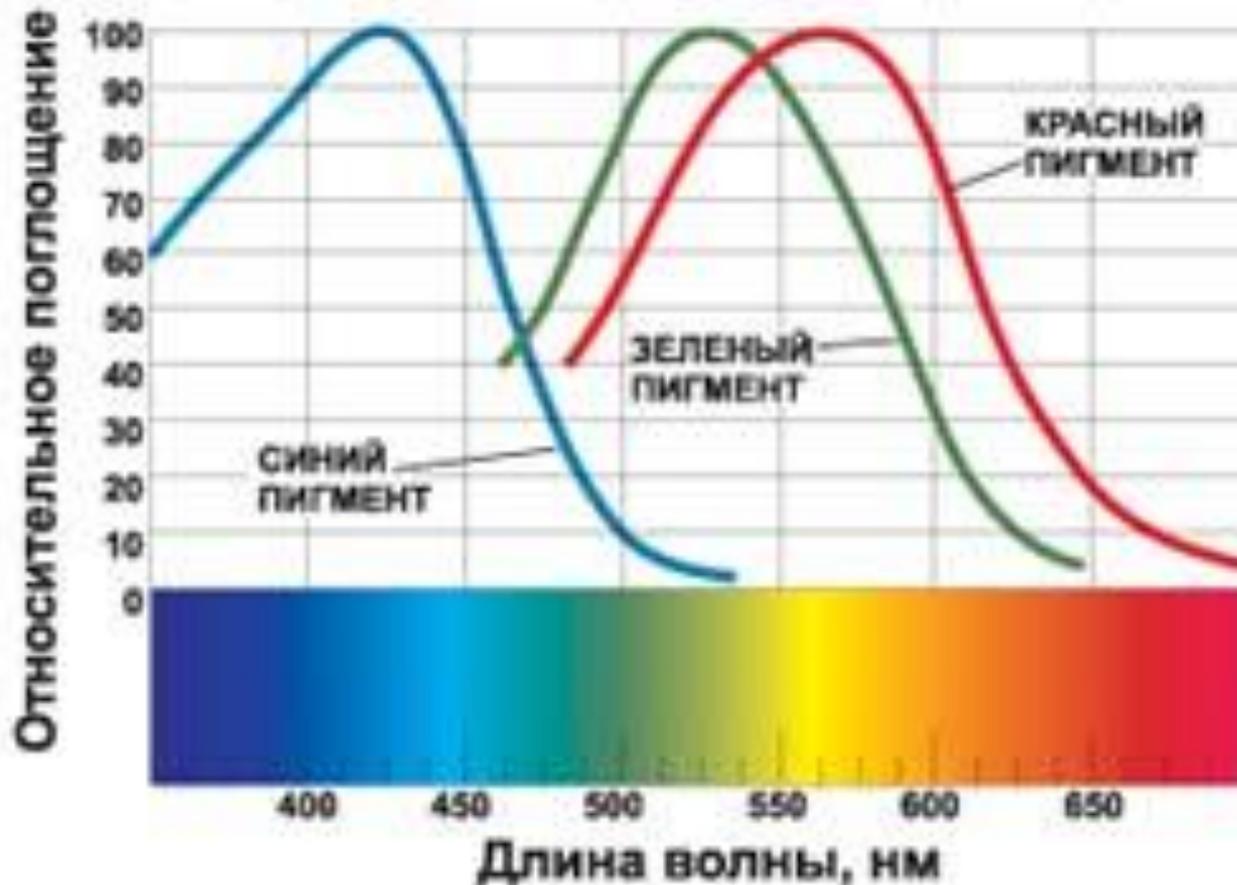
Дальнозоркий глаз



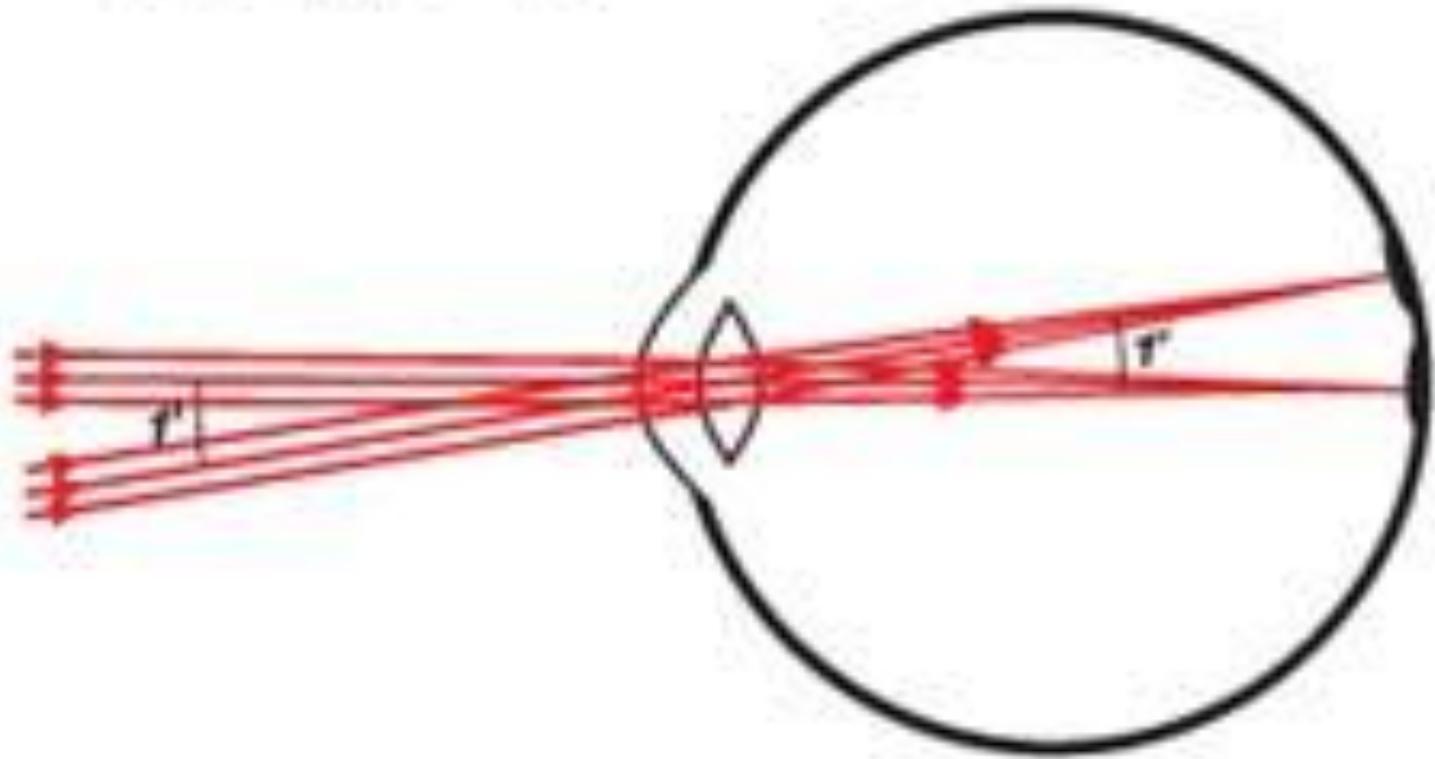
Близорукий глаз



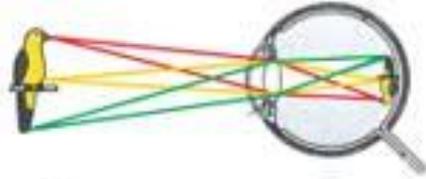
Спектральная чувствительность колбочек трех типов



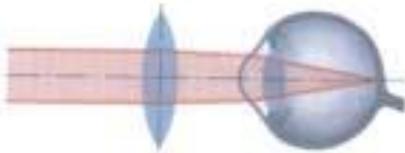
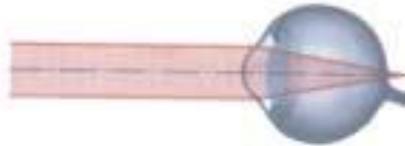
Дифракция в глазе



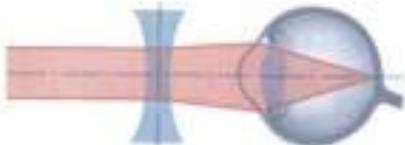
Изображение в глазе



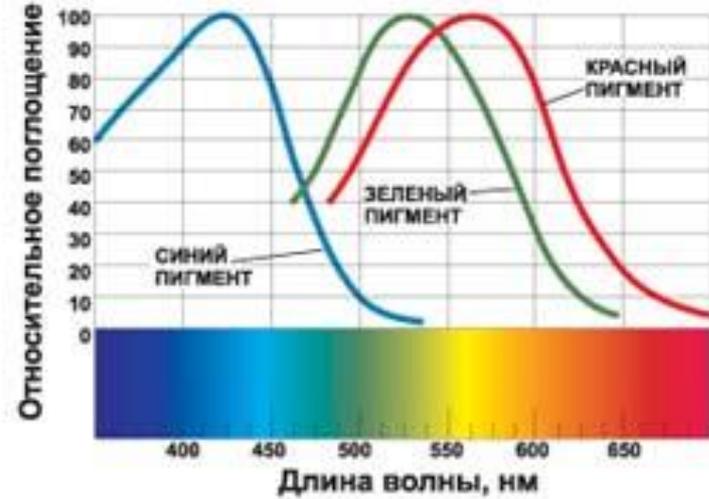
Дальнозоркий глаз



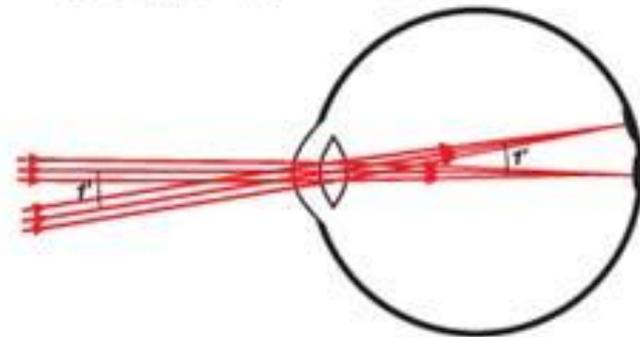
Близорукий глаз



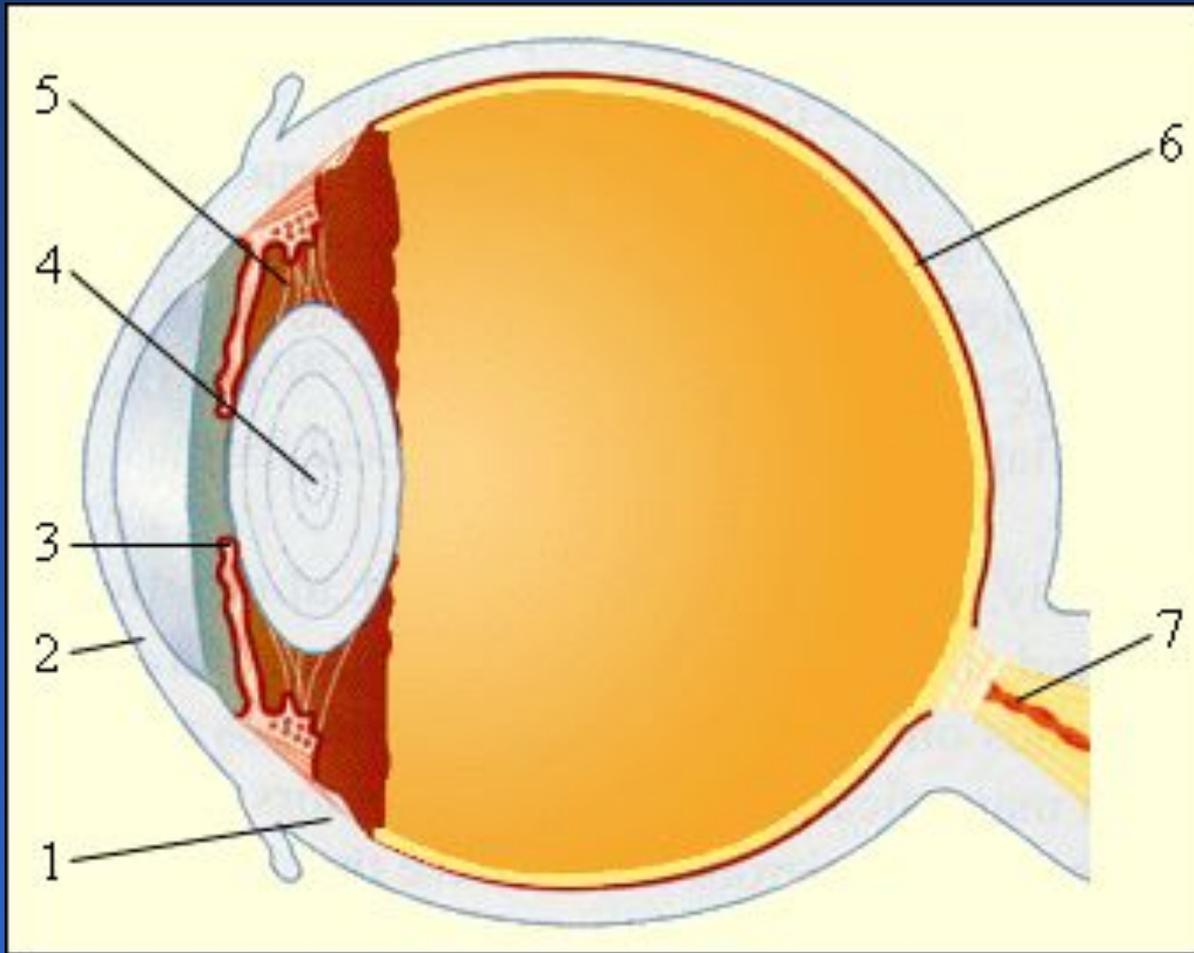
Спектральная чувствительность колбочек трех типов

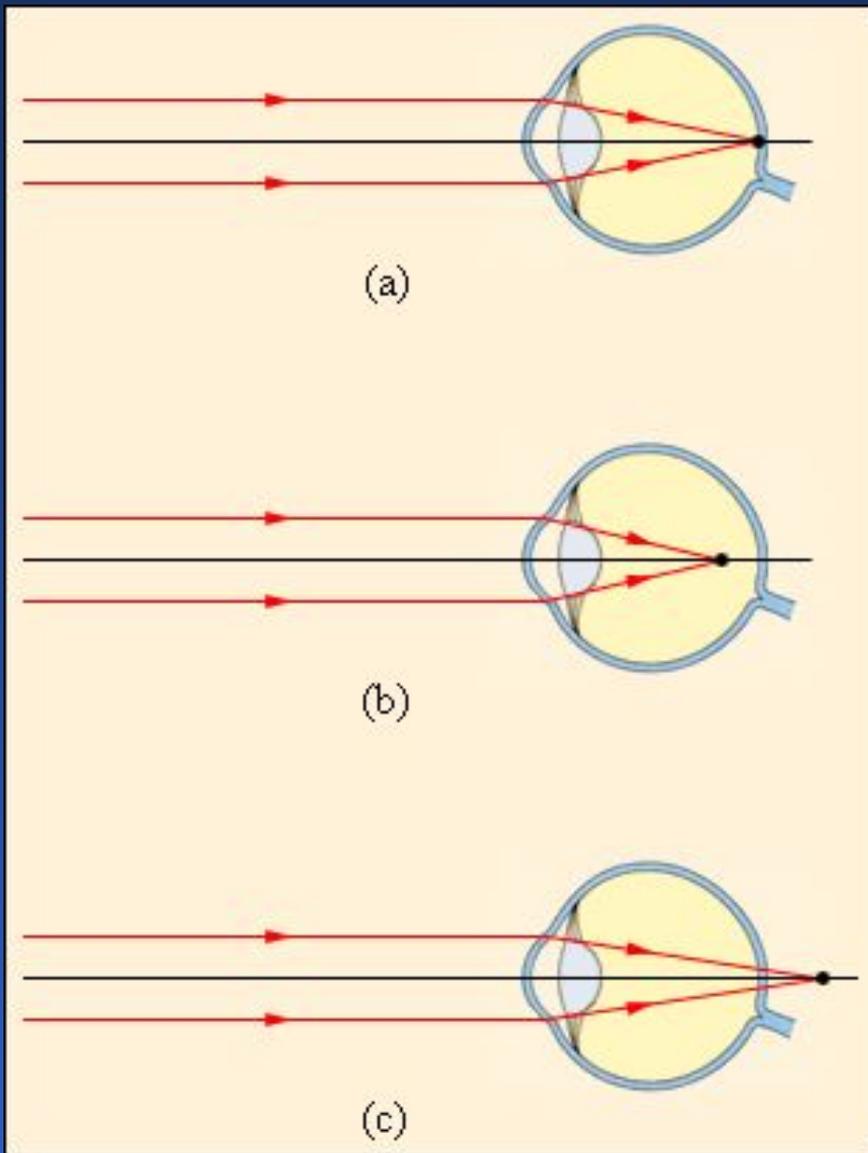


Дифракция в глазе



Глаз как оптический прибор





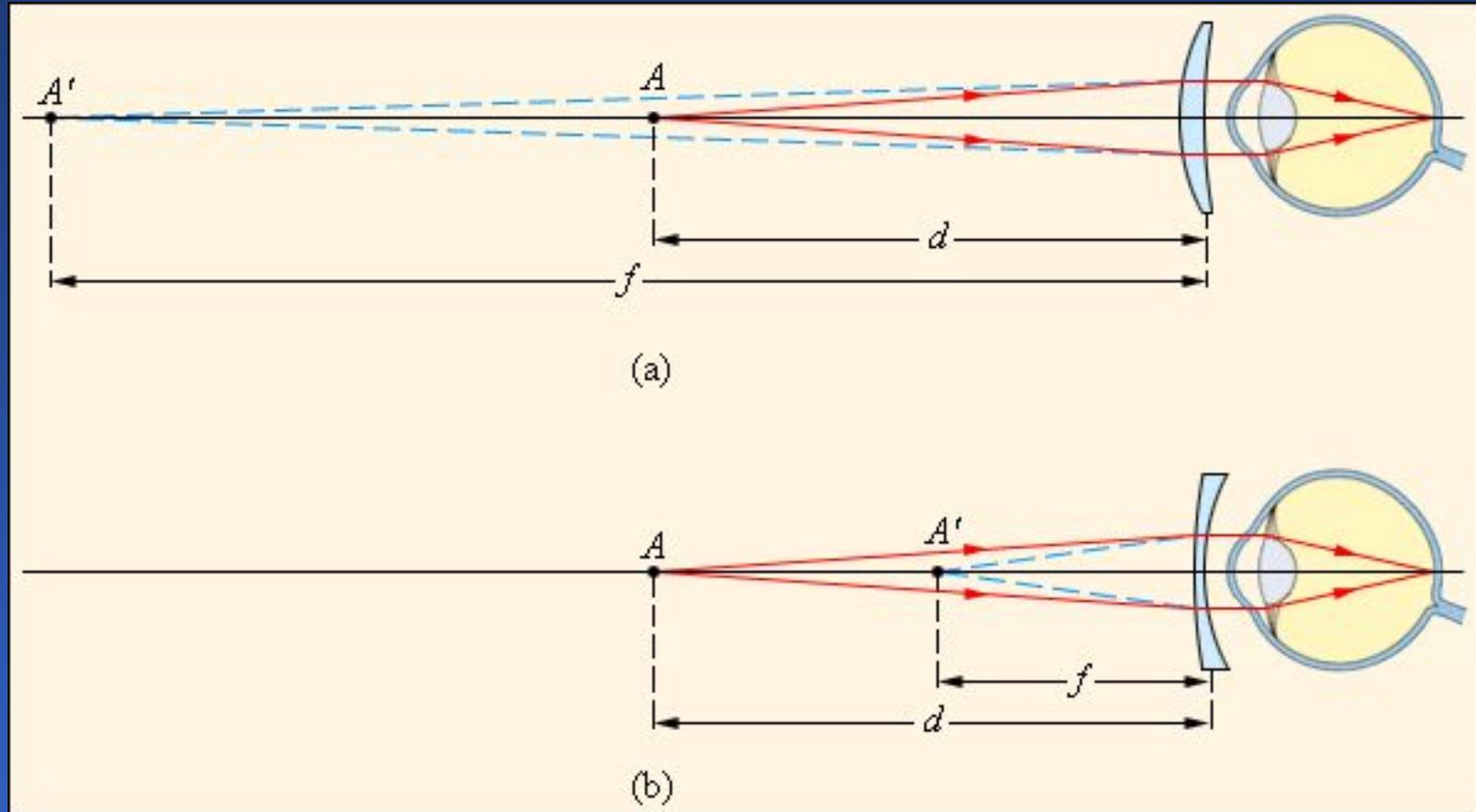
Изображение удаленного предмета в глазе:

а – нормальный глаз;

б – близорукий глаз;

с – дальнозоркий глаз.

Подбор очков для чтения для дальнорядкого (а) и близорядкого (b) глаза. Предмет А располагается на расстоянии $d = d_0 = 25$ см наилучшего зрения нормального глаза. Мнимое изображение A' располагается на расстоянии f , равном расстоянию наилучшего зрения данного глаза.



ФОТОАППАРАТ



ПРОЕКЦИОННЫЙ АППАРАТ



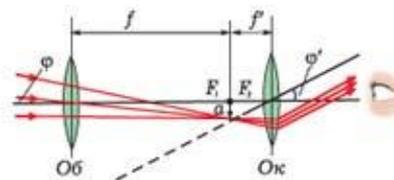
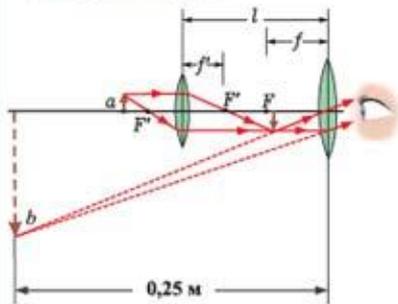
МИКРОСКОП



$$K \approx \frac{0,25(l-f)}{f \cdot f'}$$

$$K = \frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{f}{f'}$$

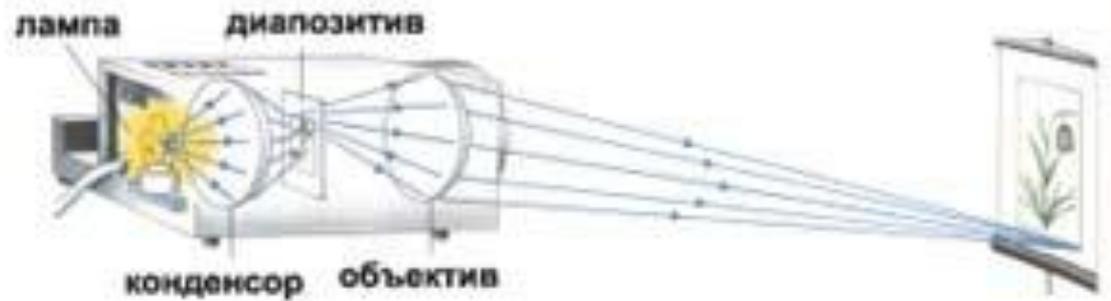
ТЕЛЕСКОП



ФОТОАППАРАТ



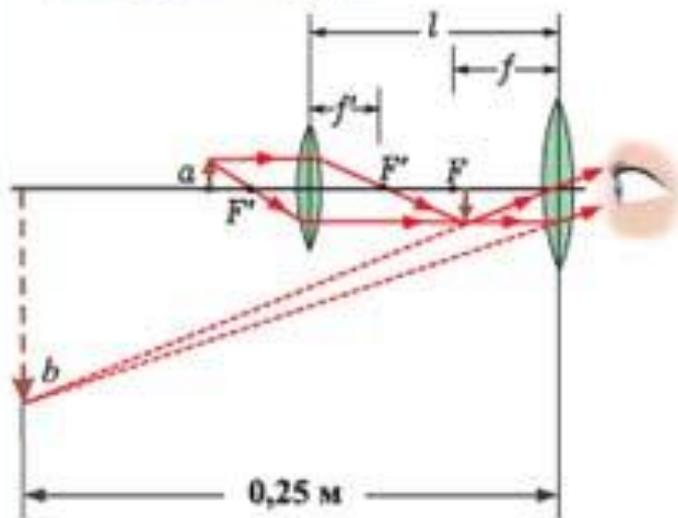
ПРОЕКЦИОННЫЙ АППАРАТ



МИКРОСКОП



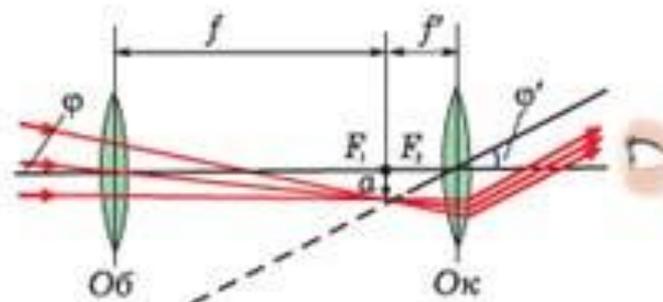
$$K \approx \frac{0,25(l-f)}{f \cdot f'}$$



ТЕЛЕСКОП



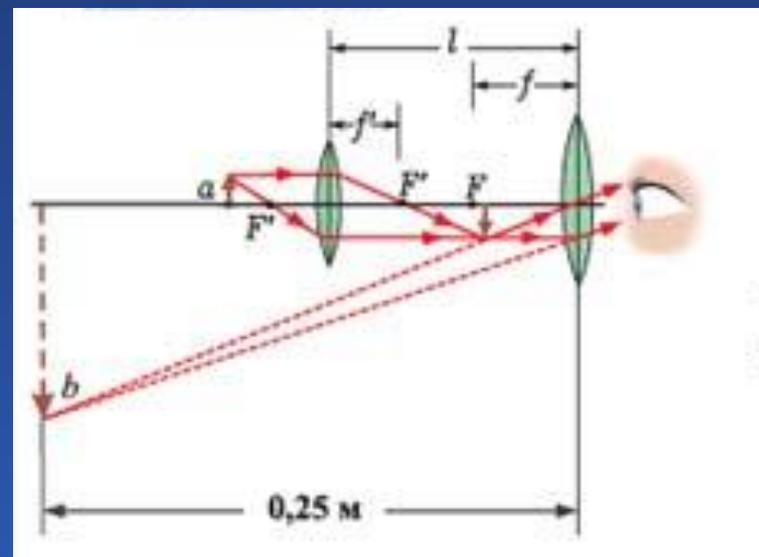
$$K = \frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{f}{f'}$$



МИКРОСКОП



$$K \approx \frac{0,25(l-f)}{f \cdot f'}$$



ТЕЛЕСКОП



$$K = \frac{\phi'}{\phi} = \frac{f'}{f}$$

