

Дата **13.04.2023 г.** Группа БУ 1/1. Курс 1. Семестр 2

**Дисциплина:** Физика

**Тема занятия:** Оптика. Полное внутреннее отражение

**Цель занятия:**

- *методическая* - совершенствование методики проведения лекционного занятия;

- *учебная* – сформировать представление об оптике, полном внутреннем отражении;

- *воспитательная* – формирование стремления к овладению знаний, активности, самостоятельности суждения.

**Вид занятия:** Лекция

**Интеграционные связи:** тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

**Список литературы по теме:**

**Основная литература**

1. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 9 изд., стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 10 изд., стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

3. Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

## Дополнительная литература (видео):

1. <https://yandex.ru/video/preview/4874441875285325418> Линзы. Опыты по физике
2. <https://yandex.ru/video/preview/4083565445044783054> Формула тонкой линзы.
3. <https://yandex.ru/video/preview/16117269821320370684> Формула тонкой линзы
4. <https://yandex.ru/video/preview/6037066791281010372> Линза. Построение изображения в линзе.
5. <https://yandex.ru/video/preview/6514761262159428299> Построение изображений с помощью линз

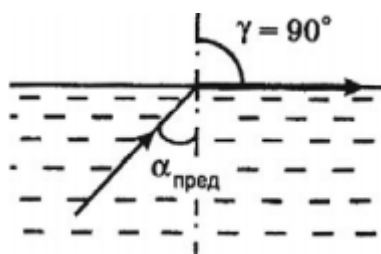
## Тема: Полное внутреннее отражение

1. Полное внутреннее отражение
2. Линза. Оптическая сила линзы
3. Построение изображения в линзе

**Обратить внимание на задания для самостоятельной работы!**

### 1. Полное внутреннее отражение

Если свет падает из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду, то с увеличением угла падения увеличивается угол преломления. При некотором значении угла падения угол преломления становится равным  $90^\circ$ . Преломленный луч будет скользить по поверхности раздела двух сред.

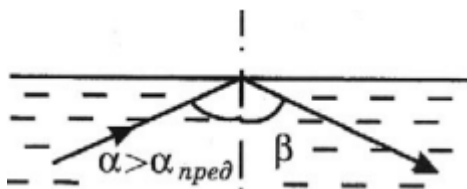


**Предельный угол полного отражения** – это угол падения, при котором угол преломления становится равным  $90^\circ$ :

$$\frac{\sin \alpha_{пр.}}{\sin 90^0} = \sin \alpha_{пр.} = \frac{n_2}{n_1}.$$

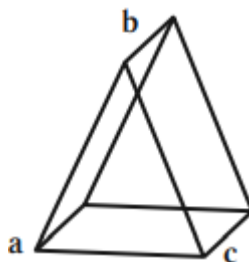
Если вторая среда – воздух,  $n_2 = 1$ , то  $\sin \alpha_{пр.} = 1/n_1$ .

При дальнейшем увеличении угла падения угол преломления тоже увеличивается и наблюдается только отражение света. Это явление называется *полным отражением света*.



### Применение явления полного внутреннего отражения

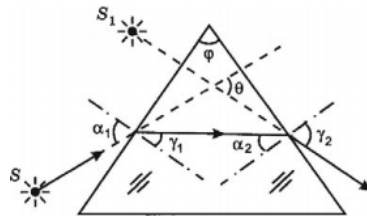
*Треугольная призма* – прозрачное тело, ограниченное с трех сторон плоскими поверхностями так, что линии их пересечения взаимно параллельны.



Если призма изготовлена из оптически более плотного вещества, чем окружающая среда, то луч, дважды преломляясь, отклоняется к основанию призмы, а мнимое изображение источника света смещается к вершине призмы.

*Преломляющий угол призмы* – это угол, лежащий против основания.

*Угол отклонения луча призмой* – это угол между направлениями падающего на призму и вышедшего из призмы лучей.



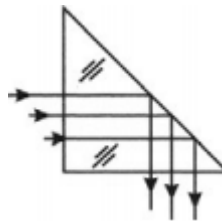
$\varphi$  – преломляющий угол,  
 $\theta$  – угол отклонения луча призмой.

$$\Theta = \alpha_1 + \gamma_2 - \varphi.$$

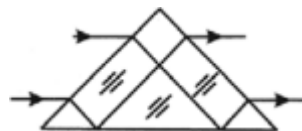
**Важно!**

С помощью треугольной равнобедренной призмы с преломляющим углом  $90^\circ$  можно:

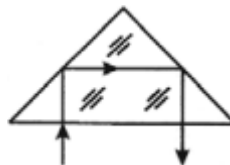
- повернуть луч на  $90^\circ$  (поворотная призма, используется в перископах);



- изменить направление луча на  $180^\circ$  (оборотная призма, используется в биноклях);



- изменить относительное расположение лучей.



**2. Линза. Оптическая сила линзы**

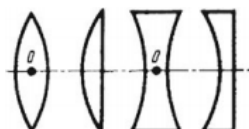
**Линза** – это прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими или криволинейными поверхностями, одна из которых может быть плоской.

**Тонкая линза** – физическая модель линзы, в которой ее толщиной можно пренебречь по сравнению с диаметром линзы.

### Классификация линз

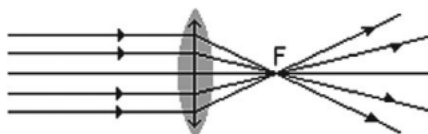
1. По форме:

- *выпуклые* – это линзы, у которых средняя часть толще, чем края;
- *вогнутые* – это линзы, у которых края толще, чем средняя часть.

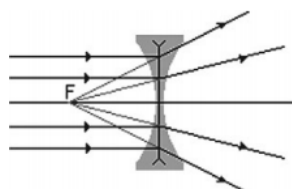


2. По оптическим свойствам:

- *собирающие* – это линзы, после прохождения которых параллельный пучок лучей собирается в одной точке;

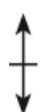


- *рассеивающие* – это линзы, после прохождения которых параллельный пучок лучей рассеивается.



Условные

обозначения:

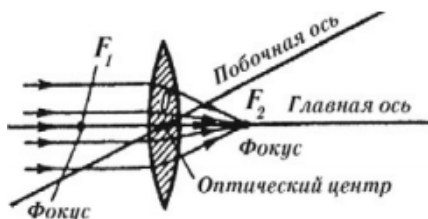


– собирающая линза;



– рассеивающая линза.

### Величины, характеризующие линзу



*Главная оптическая ось* – это прямая, проходящая через центры сферических поверхностей линзы.

*Оптический центр линзы* – это точка пересечения главной оптической оси с линзой, проходя через которую луч не изменяет своего направления.

*Побочная оптическая ось* – это любая прямая, проходящая через оптический центр линзы под произвольным углом к главной оптической оси.

*Фокус линзы* – это точка, в которой пересекаются после преломления лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси.

Обозначение – F.

*Фокусное расстояние* – это расстояние от оптического центра линзы до ее фокуса. Обозначение – F, единица измерения – м.

*Фокальная плоскость* – это плоскость, проходящая через фокус линзы перпендикулярно ее главной оптической оси.

*Побочный фокус* – это точка пересечения побочной оптической оси с фокальной плоскостью.

*Оптическая сила линзы* – это величина, обратная фокусному расстоянию.

Обозначение – D, единица измерения – диоптрия (дптр):

$$D = \frac{1}{F}.$$

1 дптр – это оптическая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м.

### **Важно!**

Оптическая сила линзы зависит от показателя преломления линзы и от радиусов кривизны сферических поверхностей, ограничивающих линзу:

$$D = \left( \frac{n_l}{n_{cp}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где  $n_l$  – показатель преломления линзы,  $n_{cp}$  – показатель преломления среды,  $R_1$  и  $R_2$  – радиусы сферических поверхностей.

Если поверхности выпуклые, то  $R_1 > 0$  и  $R_2 > 0$ , если поверхности вогнутые, то  $R_1 < 0$  и  $R_2 < 0$ .

Если одна из поверхностей линзы плоская, например первая, то  $R_1 \rightarrow \infty$ , а вторая поверхность выпуклая:  $R_2 > 0$ , то

$$D = \left( \frac{n_l}{n_{cp}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_2} \right), \text{ т.к. } \frac{1}{\infty} = 0$$

### **Формула тонкой линзы**

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

где  $F$  – фокусное расстояние линзы,  $d$  – расстояние от предмета до линзы,  $f$  – расстояние от линзы до изображения.

**Правило знаков:**

- $F > 0$ , если линза собирающая;  $F < 0$ , если линза рассеивающая;
- $d > 0$ , если предмет действительный;  $d < 0$ , если предмет мнимый (если на линзу падает сходящийся пучок лучей);
- $f > 0$ , если изображение действительное;  $f < 0$ , если изображение мнимое.

Линза собирающая, предмет действительный, изображение действительное:

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

Линза собирающая, предмет действительный, изображение мнимо:

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

Линза собирающая, предмет мнимый, изображение действительное:

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

Линза рассеивающая, предмет действительный, изображение мнимое:

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

Линза рассеивающая, предмет мнимый, изображение мнимое:

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

**Увеличение линзы** – это величина, равная отношению линейных размеров изображения к линейным размерам предмета.

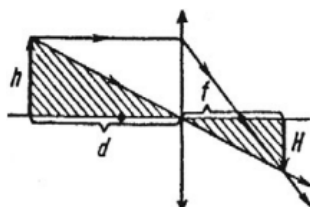
Обозначение –  $\Gamma$ , единицы измерения – нет.

$$\Gamma = \frac{H}{h},$$

где  $H$  – линейный размер изображения,  $h$  – линейный размер предмета.

$$\Gamma = \frac{f}{d},$$

где  $f$  – расстояние от линзы до изображения,  $d$  – расстояние от предмета до линзы.



**Важно!**

При расчете увеличения линзы знаки  $f$  и  $d$  не учитываются.

### 3. Построение изображения в линзе

Для построения изображения в линзах следует помнить:

1. луч, идущий вдоль главной оптической оси линзы, не преломляется;
2. луч, проходящий через оптический центр линзы, не преломляется;
3. луч, падающий на собирающую линзу параллельно главной оптической оси, после преломления пройдет через фокус линзы;
4. луч, падающий на рассеивающую линзу параллельно главной оптической оси, преломится так, что его мнимое продолжение пройдет через фокус линзы, а сам луч – противоположно мнимому продолжению;
5. луч, падающий на собирающую линзу через фокус, после преломления пройдет параллельно главной оптической оси линзы;
6. произвольный луч после преломления в собирающей линзе пойдет через побочный фокус (точку фокальной плоскости, в которой ее пересечет параллельная произвольному лучу побочная оптическая ось);
7. произвольный луч, падающий на рассеивающую линзу, преломится так, что его мнимое продолжение пройдет через точку, в которой пересечет фокальную плоскость линзы побочная оптическая ось, параллельная произвольному лучу.

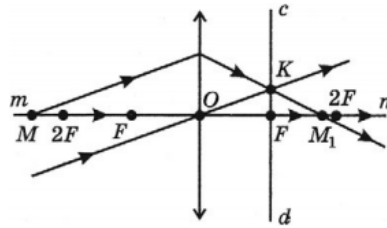
Изображение, даваемое тонкой линзой, может быть действительным или мнимым.

*Действительное изображение* получается в результате пересечения преломленных в линзе лучей, исходящих из данной точки.

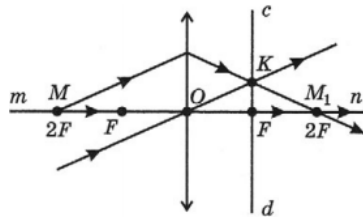
*Мнимое изображение* получается в результате пересечения продолжений преломленных в линзе лучей, исходящих из данной точки.

**Построение изображений точки, даваемых собирающей линзой**

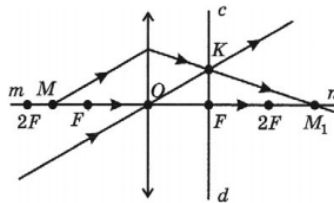
- Если точка находится за двойным фокусом линзы, то ее действительное изображение получается между фокусом и двойным фокусом по другую сторону от линзы.



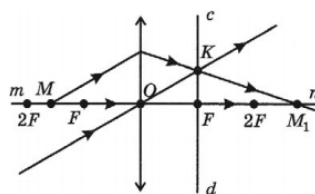
- Если точка находится в двойном фокусе линзы, то его действительное изображение получается в двойном фокусе по другую сторону от линзы.



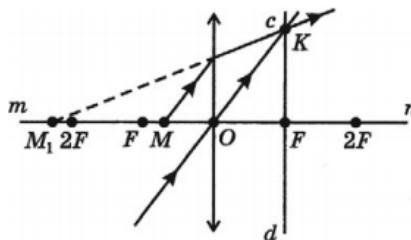
- Если точка находится между фокусом и двойным фокусом линзы, то его действительное изображение получается за двойным фокусом по другую сторону от линзы.



- Если точка находится в фокусе линзы, то его изображение находится в бесконечности.

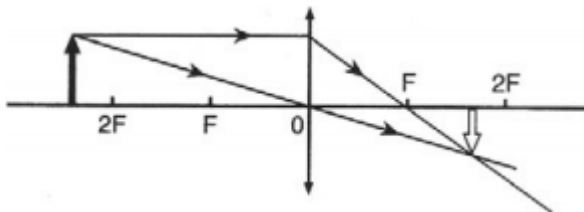


- Если точка находится между линзой и фокусом, то его мнимое изображение получается по ту же сторону от линзы.

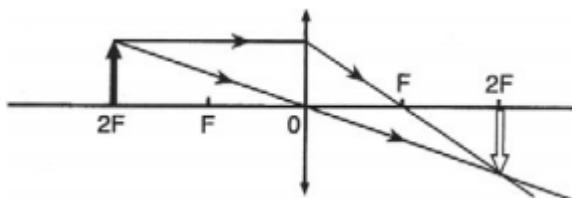


## Построение изображений предмета, даваемых собирающей линзой

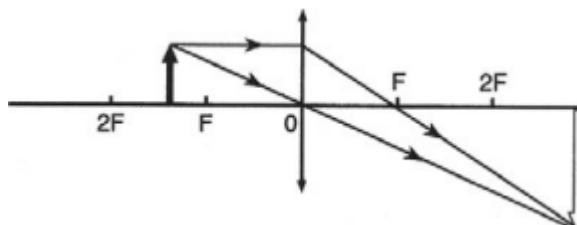
- Если предмет находится за двойным фокусом линзы, то его изображение получается действительным, перевернутым, уменьшенным, по другую сторону от линзы.



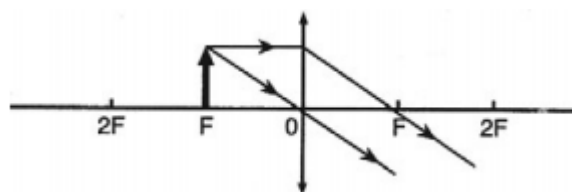
- Если предмет находится в двойном фокусе линзы, то его изображение получается действительным, перевернутым, равным по размерам предмету, в двойном фокусе по другую сторону от линзы.



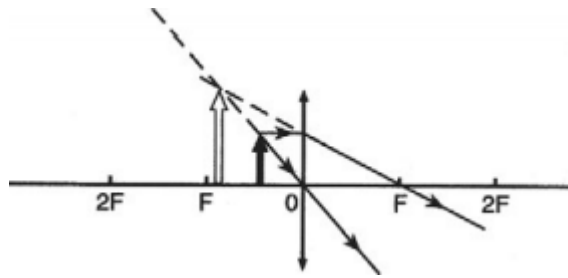
- Если предмет находится между фокусом и двойным фокусом линзы, то его изображение получается действительным, перевернутым, увеличенным, по другую сторону от линзы.



- Если предмет находится в фокусе линзы, то его изображение находится в бесконечности.

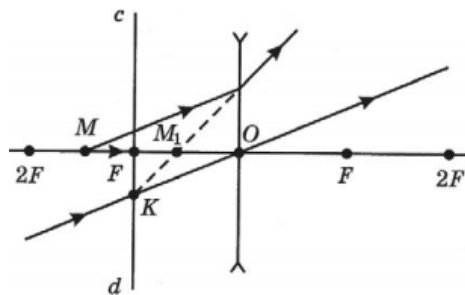


- Если предмет находится между линзой и фокусом, то его изображение получается мнимым, прямым, увеличенным, по ту же сторону от линзы.



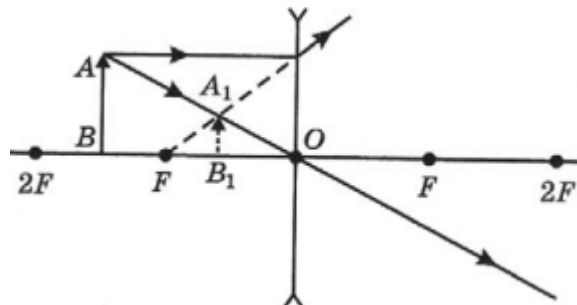
### Построение изображений точки, даваемых рассеивающей линзой

В рассеивающей линзе изображение точки всегда получается мнимым, по ту же сторону от линзы.



### Построение изображений предмета, даваемых рассеивающей линзой

Изображение предмета в рассеивающей линзе всегда получается мнимым, прямым, уменьшенным, по ту же сторону от линзы.



**Важно!**

При решении задач нахождение световых лучей сквозь линзы и получение изображений в них прежде всего выясните, о какой линзе идет речь: собирающей или рассеивающей. Обязательно сделайте чертеж, на котором соответствующими буквами укажите все основные расстояния: расстояние от предмета до линзы, расстояние от линзы до изображения, фокусное расстояние. Также обязательно укажите оптический центр линзы и оба фокуса по разные стороны от линзы.

**Задание для самостоятельной работы:**

1. Ознакомиться с лекционным материалом (не конспектировать)
2. **Посмотреть видео 1,2,3,4**
3. На основании просмотра **видео 5 в промежутке времени 0.50-28.00** законспектировать вопрос плана 3 «Построение изображений с помощью линз»
4. Фотографию работы прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 13.04.2023 г., группа БУ1/1, Физика».