

Практическая работа № 19 «Линзы. Оптические приборы»

- Цель: Знакомство с основными характеристиками линз и методами их расчета
- Ход работы:
- 1. Сделать конспект(полностью по слайдам)
- 2. Разобрать решение задач
- 3. Ответить на вопросы
- 4. Решить задачи

Что такое линза ?

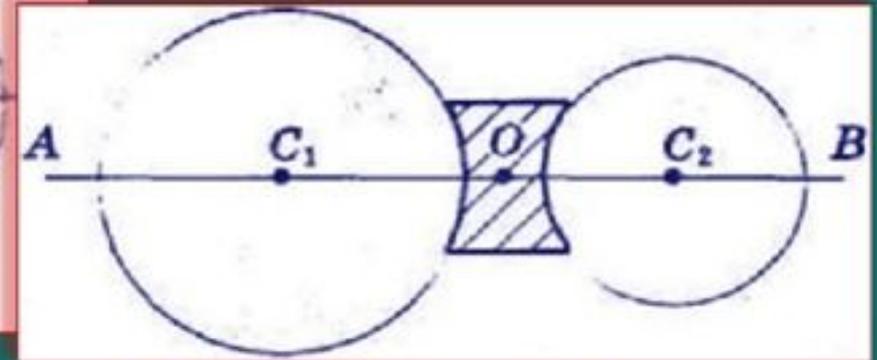
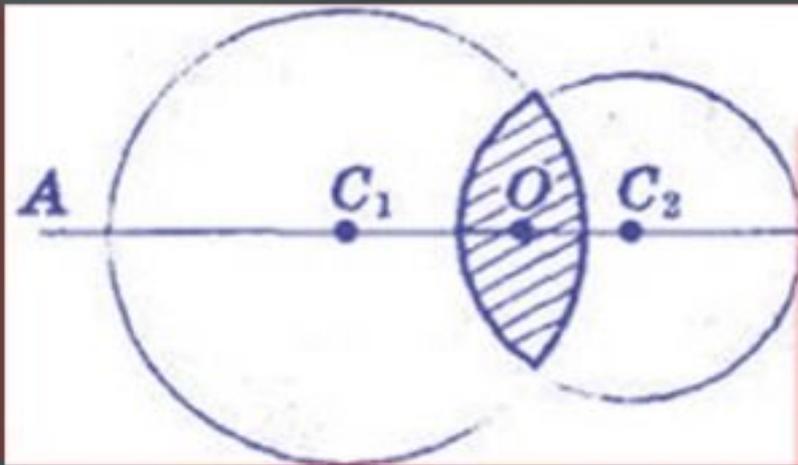
Линзой называют прозрачное тело, ограниченное с двух сторон сферическими поверхностями, либо одной сферической и одной плоской поверхностями.

Какие линзы бывают?

Выпуклые - линзы, у которых края намного тоньше, чем середина.

Вогнутые - линзы, у которых края толще, чем середина.

Линзы



Первое упоминание о **линзах** можно найти в древнегреческой пьесе Аристофана «Облака» (424 до н. э.), где с помощью выпуклого стекла и солнечного света добывали огонь.
Линза от нем. *linse*, от лат. *lens* — чечевица.

Виды линз



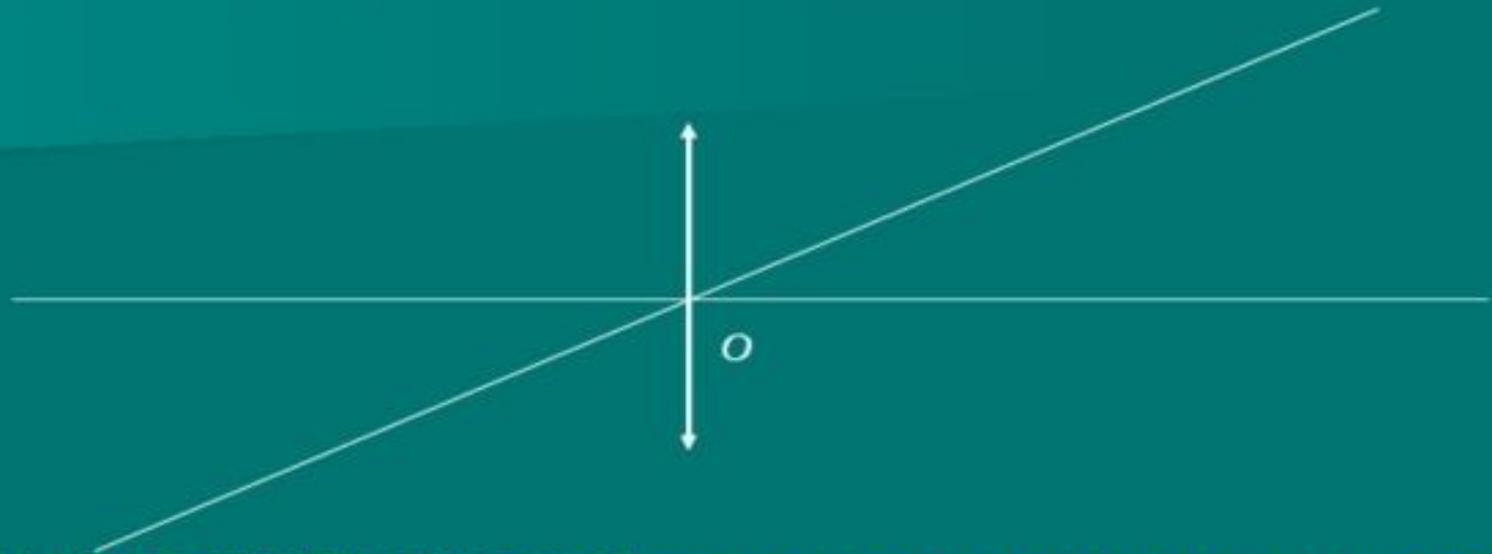
Собирающие



Рассеивающие



Основные элементы линзы



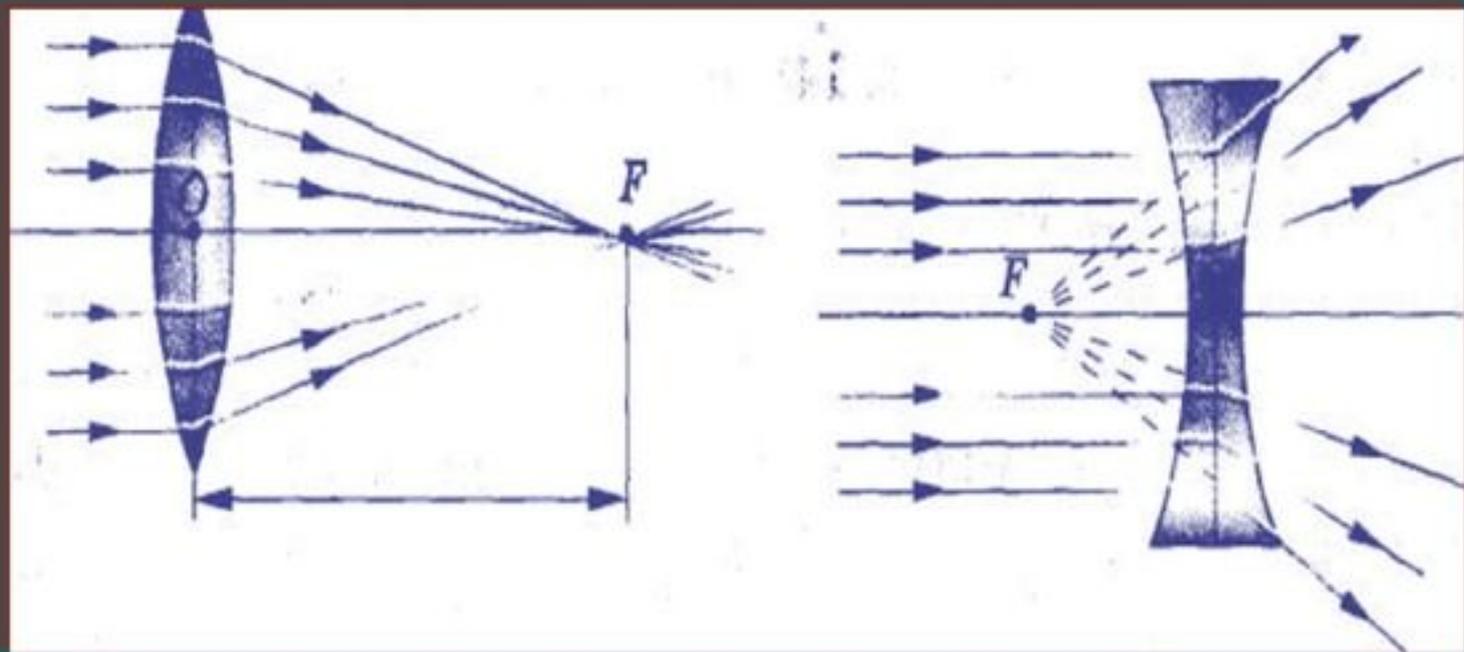
ГЛАВНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ОСЬ – прямая, проходящая через центры сферических поверхностей, ограничивающих линзу.

ОПТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР – пересечение главной оптической оси с линзой, обозначается точкой O .

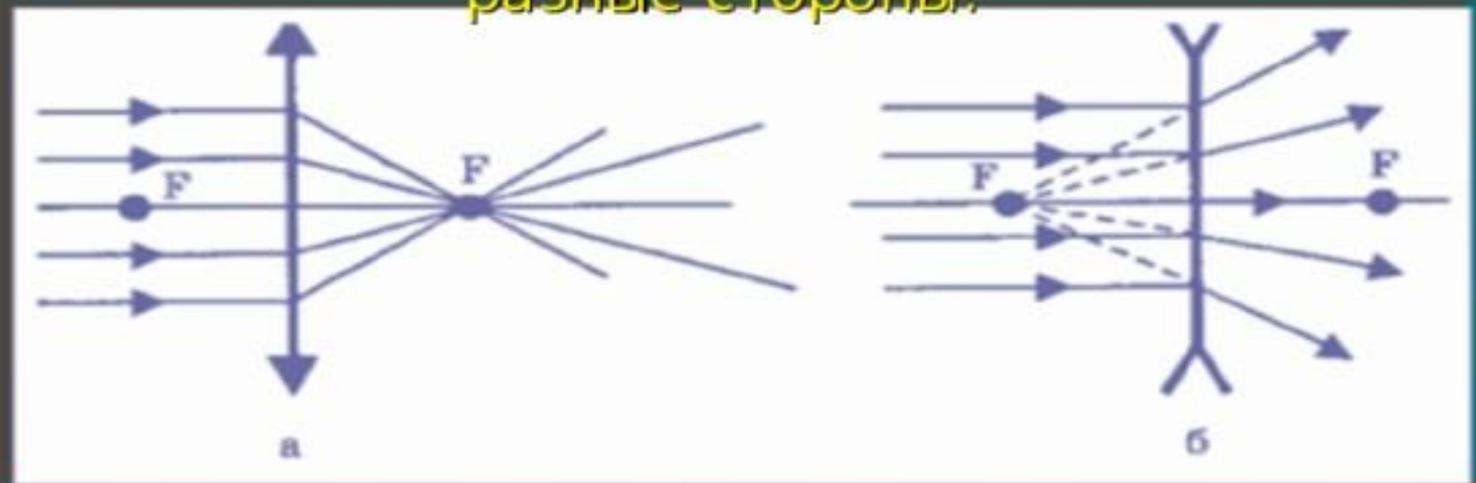
Побочная оптическая ось – любая прямая, проходящая через оптический центр.

Что такое фокус линзы?

Если на собирающую линзу падает пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то после преломления в линзе они собираются в одной точке F , которая называется **главным фокусом линзы**.



Главных фокусов - два; они расположены на главной оптической оси на одинаковом расстоянии от оптического центра линзы по разные стороны.



В фокусе рассеивающей линзы пересекаются продолжения лучей, которые до преломления были параллельны ее главной оптической оси. Фокус рассеивающей линзы мнимый.

Тонкая линза - линза, толщина которой мала по сравнению с радиусами кривизны ограничивающих ее сферических поверхностей.

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

d – расстояние от светящейся точки до оптического центра линзы
 f – расстояние от оптического центра линзы до изображения точки
 F – фокусное расстояние линзы

Оптическая сила линзы

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

D – оптическая сила линзы (или системы линз)

F – фокусное расстояние линзы
(или системы линз)

Единицей оптической силы линзы является
диоптрия (м^{-1})

1 диоптрия – это оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой 1 метр.

Т.к. у рассеивающей линзы фокус мнимый, то условились считать её фокусное расстояние отрицательной величиной. Тогда и оптическая сила рассеивающей линзы будет отрицательной.

Оптическую силу собирающей линзы условились считать положительной величиной.

Виды изображений:

- Действительное или мнимое
- Увеличенное или уменьшенное
- Прямое или перевёрнутое

Применение линз.

Линзы являются универсальным оптическим элементом большинства оптических систем.

Двояковыпуклые линзы используются в большинстве оптических приборов, такой же линзой является хрусталик глаза.

Линзы - мениски широко применяются в очках и контактных линзах. В сходящемся пучке за собирающей линзой световая энергия сосредотачивается в фокусе линзы. На этом принципе основано выжигание с помощью лупы.



Оптические приборы

Фотоаппарат



Световоды



Оптические приборы

Микроскоп
Телескоп

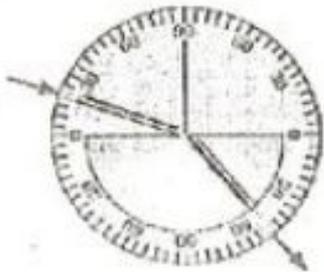


Примеры решения задач

Задача.

На рисунке представлен опыт по преломлению света. Показатель преломления вещества равен

Угол α	20°	40°	50°	70°
$\sin \alpha$	0,34	0,64	0,78	0,94



Решение:

Из рисунка видим, что угол между падающим лучом и перпендикуляром к поверхности равен 70° (угол падения), угол между преломленным лучом и перпендикуляром к поверхности равен 40° (угол преломления), тогда

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin i} = \frac{0,94}{0,64} = 1,47$$

Задача.

Свет падает из вакуума в прозрачную среду. Угол падения равен 60° . Угол преломления 45° . Скорость распространения света в этой среде равна ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$)

Решение:

По закону преломления света

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

Из этого выражения находим скорость в среде

$$v = \frac{c \sin i}{\sin \alpha} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \sin 45^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{3 \cdot 10^8}{\sqrt{3}} \sqrt{2} \text{ м/с} = \frac{3 \cdot 10^5}{\sqrt{3}} \sqrt{2} \text{ км/с}$$

Задача.

При фотографировании с расстояния 200 м высота дерева на негативе оказалась равной 5 мм. Если фокусное расстояние объектива 50 мм, то действительная высота дерева

Решение:

По условию задачи

$$d = 200 \text{ м}; H = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}; F = 50 \text{ мм} = 0,05 \text{ м}$$

Линейное увеличение

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{|f|}{d}$$

По формуле тонкой линзы определим f

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d - F}{dF} \Rightarrow f = \frac{dF}{d - F} = \frac{200 \cdot 0,05}{200 - 0,05} = 0,05 \text{ м}$$

Значит,

$$h = \frac{Hd}{|f|} = \frac{0,005 \cdot 200}{0,05} = 20 \text{ м}$$

Задача.

Световые волны в некоторой жидкости имеют длину 600 нм и частоту $4 \cdot 10^{14}$ Гц. Абсолютный показатель преломления этой жидкости равен ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с)

Решение:

Абсолютный показатель преломления показывает, во сколько раз меняется скорость света при переходе из вакуума в данную среду

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

Длина волны

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \Rightarrow v = \lambda \cdot \nu$$

Тогда

$$n = \frac{c}{\lambda \cdot \nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{600 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot 4 \cdot 10^{14} \text{ Гц}} = 1,25$$

Задача.

Поверхность воды освещена желтым светом, у которого длина волны равна 0,58 мкм. Человек, открыв глаза под водой, увидит ... цвет, у которого длина волны ...

Решение:

Цвет определяется частотой. Частота при переходе света из одной среды в другую не меняется, значит, цвет останется желтым.

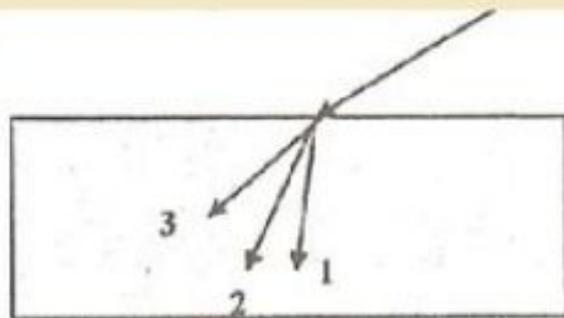
Длина волны

$$\lambda = \frac{v}{\nu},$$

скорость при переходе из воздуха в воду уменьшается, значит, длина волны уменьшится

Задача.

В некотором спектральном диапазоне угол преломления лучей на границе воздух-стекло падает с увеличением частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке (цифрам соответствуют цвета)



- А) 1-красный, 2-зеленый, 3-синий
- В) 1-синий, 2-красный, 3-зеленый
- С) 1-синий, 2-зеленый, 3-красный
- Д) 1-зеленый, 2-красный, 3-синий
- Е) 1-красный, 2-синий, 3-зеленый

Решение:

Красный цвет преломляется слабее всех цветов, фиолетовый сильнее всех, поэтому: 1-синий, 2-зеленый, 3-красный

Задача.

Чтобы получить пятикратное увеличение, необходимо лабораторную линзу ($F = 13$ см), предмет и экран расположить на расстоянии

Решение:

Нужно найти расстояния от предмета до линзы d и от линзы до экрана f

$$\Gamma = \frac{|f|}{d} = 5 \Rightarrow f = 5d$$

По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}; \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{5d}; \frac{1}{F} = \frac{5+1}{5d} \Rightarrow 6F = 5d \Rightarrow d = \frac{6F}{5} = 1,2 \cdot 13 \text{ см} = 15,6 \text{ см}$$

$$f = 5 \cdot 15,6 = 78 \text{ см}$$

Ответ: $d = 15,6$ см; $f = 78$ см

Задача.

Фокусное расстояние объектива проекционного фонаря 20 см. Если экран удален от объектива на расстояние 10 м, то проекционный фонарь дает увеличение в

Решение:

$$F = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}; f = 10 \text{ м}; \Gamma - ?$$

Линейное увеличение $\Gamma = \frac{|f|}{d}$

Определяем расстояние от предмета до объектива по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{f - F}{F \cdot f}; d = \frac{F \cdot f}{f - F} = \frac{0,2 \cdot 10}{10 - 0,2} \approx \frac{1}{5} = 0,2 \text{ м}$$

$$\Gamma = \frac{10}{0,2} = 50$$

Фонарь дает увеличение в 50 раз

Контрольные вопросы

Проверь себя

1. У собирающих линз

- А) края толще середины;
- Б) края тоньше середины;
- В) края и середина
одинаковы.

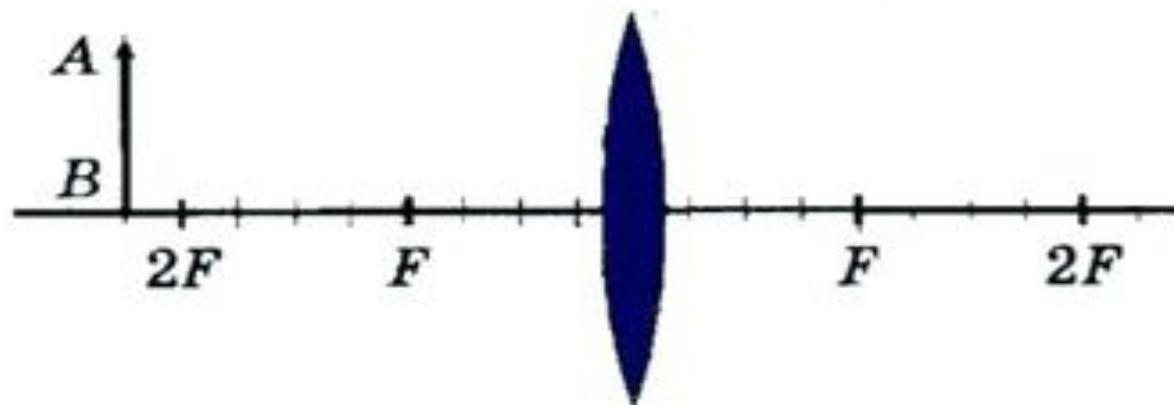
2. Проходя через главный оптический центр линзы, лучи

- А) не преломляются;
- Б) преломляются;
- В) не отражаются.

**3. Фокусное расстояние линзы
0,5 м. Найти её оптическую силу?**

- А) 0,5 дптр;
- Б) 5 дптр;
- В) 50 дптр;
- Г) 2 дптр.

4. На рисунке изображена, находящаяся в воздухе стеклянная линза. Перед линзой находится предмет AB . Отметьте какое из следующих утверждений правильное.



- А) линза рассеивающая;
- Б) Изображение предмета в линзе действительное;
- В) Изображение предмета в линзе увеличенное;
- Г) Изображение предмета находится между линзой и её главным фокусом.

5. Изображение предметов на сетчатке глаза является

- А) действительное прямое;
- Б) мнимое прямое;
- В) действительное перевернутое;
- Г) мнимое перевернутое

ОТВЕТЫ

- 1- Б
- 2- А
- 3- Г
- 4- Б
- 5- В

Решить простые задачи

- Оптическую силу линзы, фокусное расстояние которой равно 20 см.
- 2. Оптическая сила линзы составляет - 2,5 дптр. Какая это линза и чему равно её фокусное расстояние?