

ПРИРОДА СВЕТА



ЛИНЗЫ

ОПТИКА
- есть наука о
распространении
света.

ВИДИМЫЙ СВЕТ.

на огромной шкале
электромагнитных волн
диапазон видимого света
занимает весьма узкий
промежуток: длины волн
видимого диапазона
принимают значения
примерно от 380 нм
(фиолетовый участок
спектра) до 780 нм
(красный участок

ОПТИКА - ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ.

Все основные законы оптики
были установлены задолго до
создания электродинамики и
открытия электромагнитных
волн. И потому с тех давних
пор
оптика оформилась в
самостоятельный раздел
физики — со своими
специфическими задачами,
методами, экспериментами и
приборами.

ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

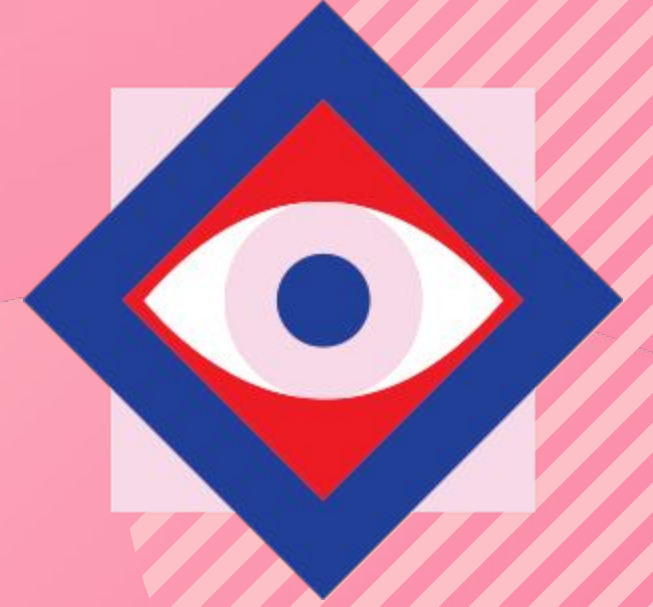
рассматривает свет как электромагнитные волны. Явления интерференции и дифракции света служат опытным подтверждением его волновой природы.



ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

устанавливает закономерности распространения световых лучей. Геометрическая оптика является предельным случаем волновой оптики при $\lambda \rightarrow 0$; иными словами, геометрическая оптика работает тем лучше, чем меньше длина световой волны по сравнению с характерными размерами препятствий.

ИЗ ИСТОРИИ что такое свет?

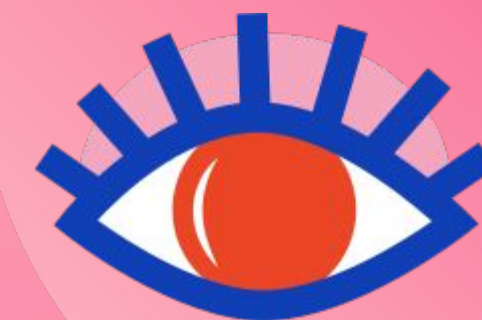


1. ТЕОРИЯ ЛУЧЕЙ

Одна из первых теорий света – **теория зрительных лучей** – была выдвинута греческим философом Платоном около 400 г. до н. э. Данная теория предполагала, что из глаза исходят лучи, которые, встречаясь с предметами, освещают их и создают видимость окружающего мира. Взгляды Платона поддерживали многие ученые древности и, в частности, Евклид (3 в до н. э.), исходя из теории зрительных лучей, основал учение о прямолинейности распространения света, установил закон отражения.

ФАКТЫ

- прямолинейность распространения света;
- явление отражения света и закон отражения;
- явление преломления света;
- фокусирующее действие вогнутого зеркала.



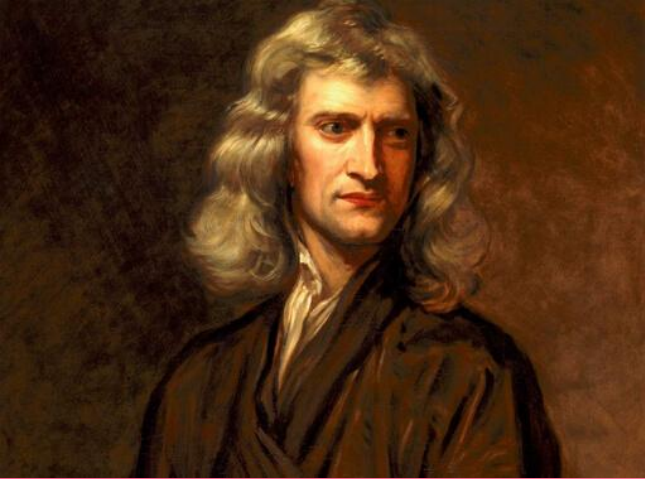
ГИПОТЕЗЫ О ПРИРОДЕ СВЕТА

Древние греки положили начало отрасли оптики, получившей позднее название геометрической оптики. Наиболее интересной работой по оптике, дошедшей до нас из средневековья, является работа арабского ученого Альгазена. Он занимался изучением отражения света от зеркал, явления преломления и прохождения света в линзах. Альгазен впервые высказал мысль о том, что свет обладает конечной скоростью распространения. Эта гипотеза явилась крупным шагом в понимании природы света.

В эпоху Возрождения было совершено множество различных открытий и изобретений; стал утверждаться экспериментальный метод, как основа изучения и познания окружающего мира.

На базе многочисленных опытных фактов в середине XVII века возникают две гипотезы о природе световых явлений:

- **КОРПУСКУЛЯРНАЯ**, ПРЕДПОЛАГАВШАЯ, ЧТО СВЕТ ЕСТЬ ПОТОК ЧАСТИЦ, ВЫБРАСЫВАЕМЫХ С БОЛЬШОЙ СКОРОСТЬЮ СВЕТЯЩИМИСЯ ТЕЛАМИ;
- **ВОЛНОВАЯ**, УТВЕРЖДАВШАЯ, ЧТО СВЕТ ПРЕДСТАВЛЯЕТСЯ СОБОЙ ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ОСОБОЙ СВЕТОНОСНОЙ СРЕДЫ – ЭФИРА – ВОЗБУЖДАЕМОЙ КОЛЕБАНИЯМИ ЧАСТИЦ СВЕТЯЩЕГОСЯ ТЕЛА.



И. НЬЮТОН

Основные положения
корпускулярной теории :

- 1) Свет состоит из малых частичек вещества, испускаемых во всех направлениях по прямым линиям, или лучам, светящимся телом, например, горящей свечой. Если эти лучи, состоящие из корпускул, попадают в наш глаз, то мы видим их источ
- 2) Световые корпускулы имеют разные размеры. Самые крупные частицы, попадая в глаз, дают ощущение красного цвета, самые мелкие – фиолетового.
- 3) Белый цвет – смесь всех цветов: красного, оранжевого, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.
- 4) Отражение света от поверхности

Борьба гипотез



Х. ГЮЙГЕНС.

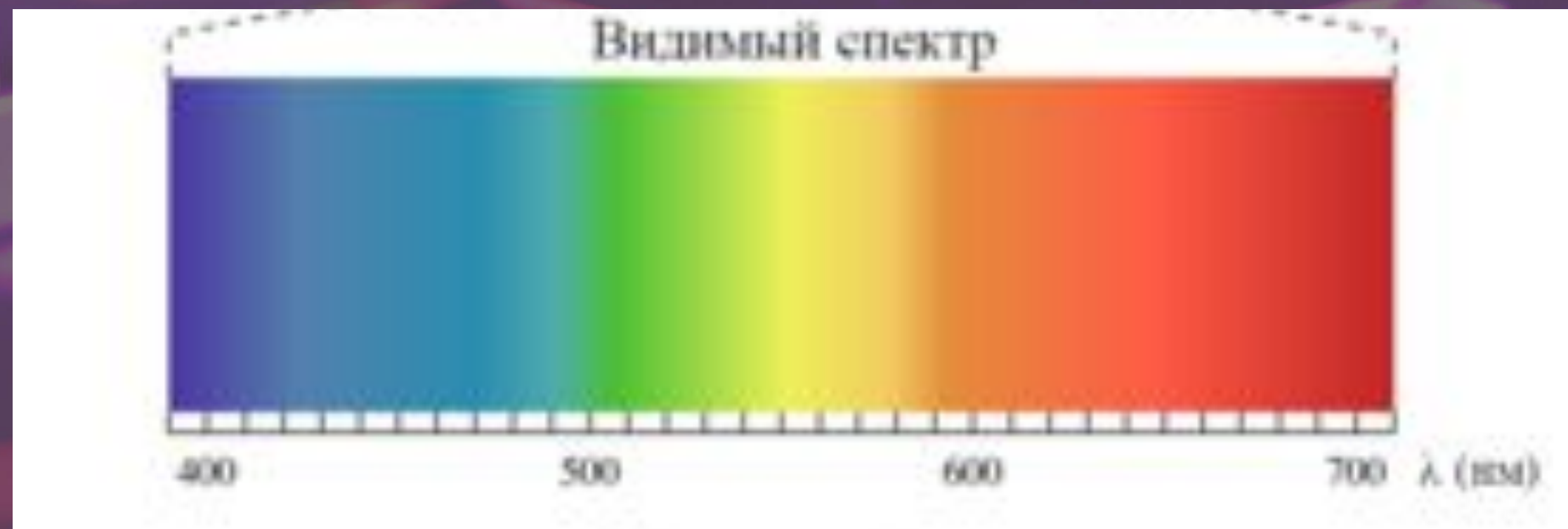
Основные положения волновой теории света .

- 1) Свет – это распространение упругих периодических импульсов в эфире. Эти импульсы продольны и похожи на импульсы звука в воздухе.
- 2) Эфир – гипотетическая среда, заполняющая небесное пространство и промежутки между частицами тел. Она невесома, не подчиняется закону всемирного тяготения, обладает большой упругостью.
- 3) Принцип распространения колебаний эфира таков, что каждая его точка, до которой доходит возбуждение, является центром вторичных волн

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

СВЕТ ИМЕЕТ ДВОЙСТВЕННУЮ
КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВУЮ ПРИРОДУ.

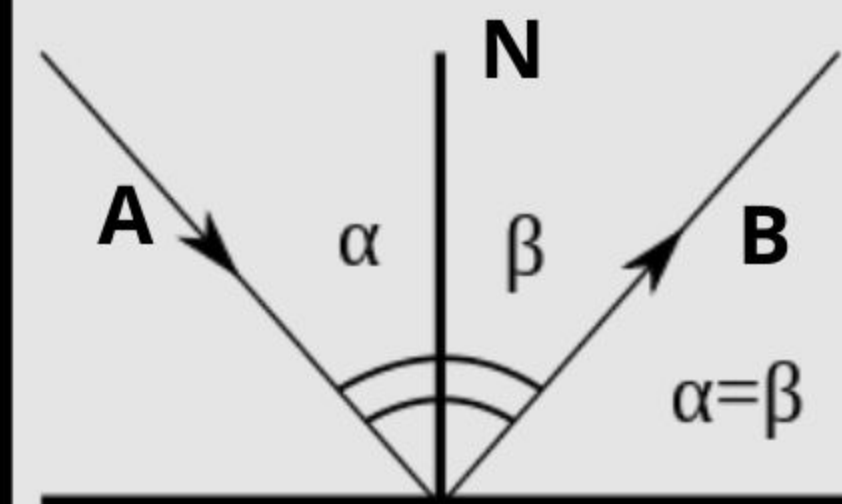
- В ОДНИХ ЯВЛЕНИЯХ СВЕТ ОБНАРУЖИВАЕТ СВОЙСТВА ВОЛН,
 - А В ДРУГИХ - СВОЙСТВА ЧАСТИЦ.
- ВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА ДОПОЛНЯЮТ ДРУГ ДРУГА





ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА

Когда световой луч падает на границу раздела двух сред, происходит отражение света: луч изменяет направление своего хода и возвращается в исходную среду



отражающая поверхность **O**

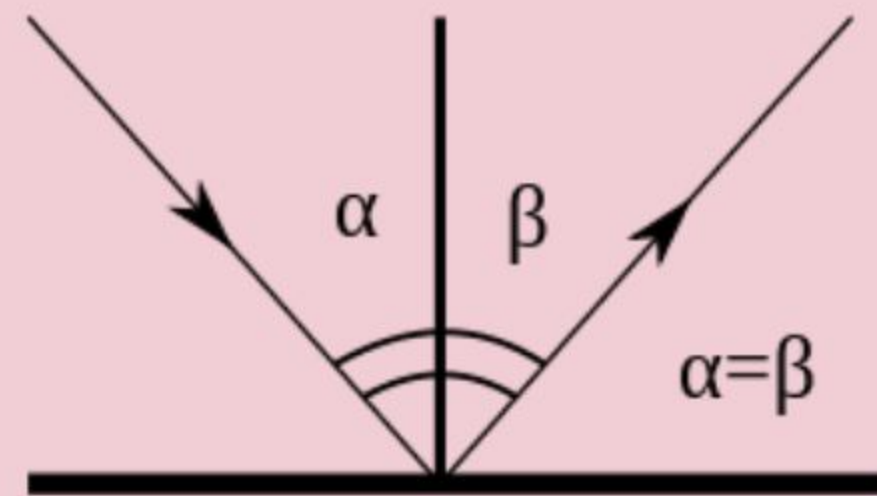
AO - падающий луч
OB - отраженный луч
ON - перпендикуляр

ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА



1 Падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к отражающей поверхности, проведённый в точке падения, лежат в одной плоскости

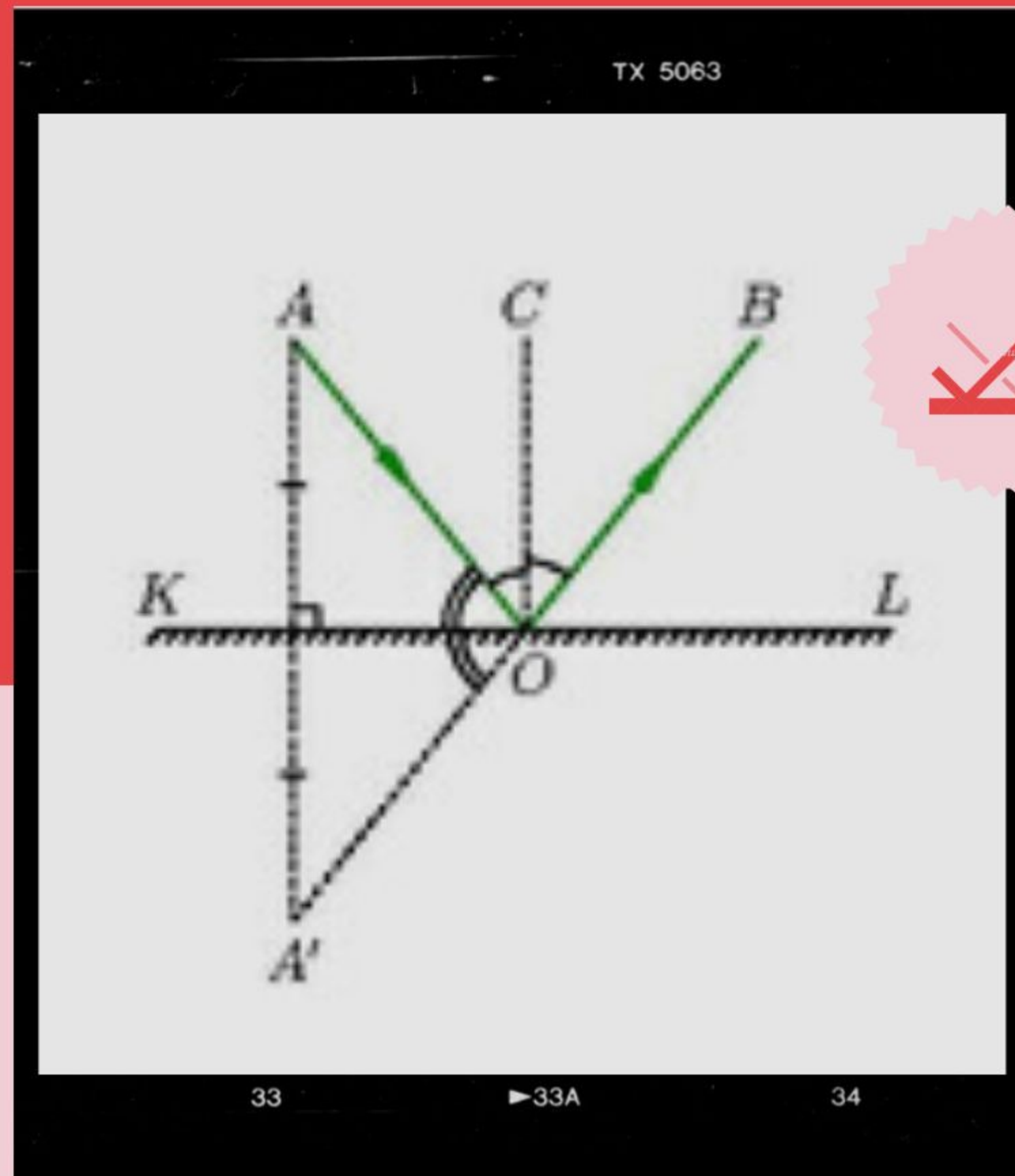
2 Угол отражения равен углу падения

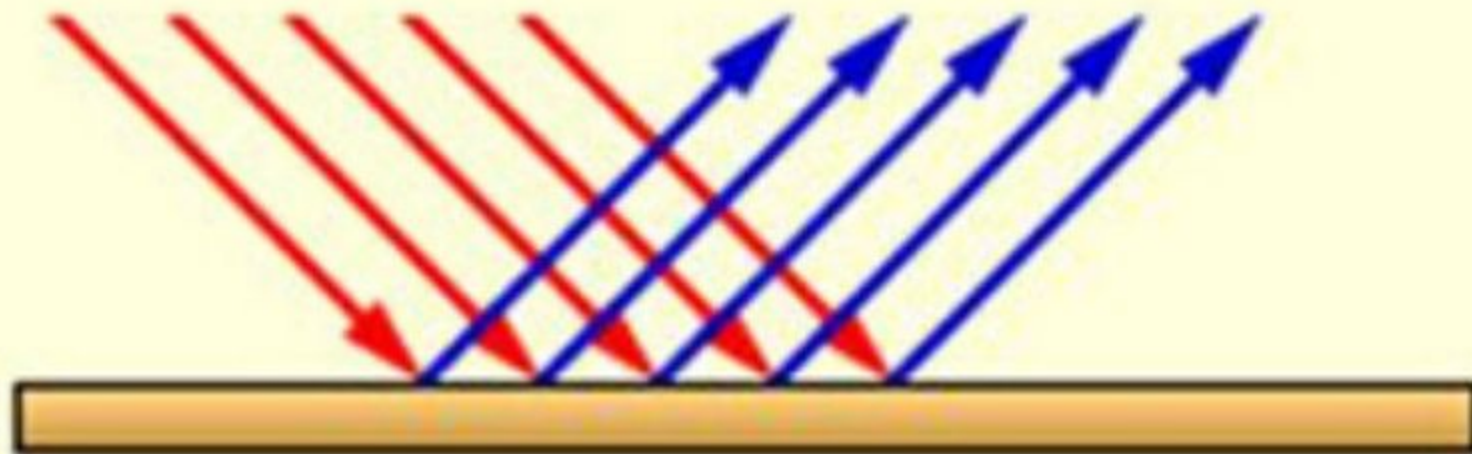


Один из самых древних законов физики. Он был известен грекам еще в античности!

Закон отражения имеет одно простое, но очень важное геометрическое следствие

Отражённый луч OB как бы выходит из точки A' , симметричной точке A относительно отражающей поверхности





ЗЕРКАЛЬНОЕ ОТРАЖЕНИЕ

Если же размер неровностей поверхности меньше длины световой волны, то такая поверхность называется зеркальной. При отражении от зеркальной поверхности параллельность пучка сохраняется: отражённые лучи также идут параллельно

Зеркало - гладкая поверхность, предназначенная для отражения света



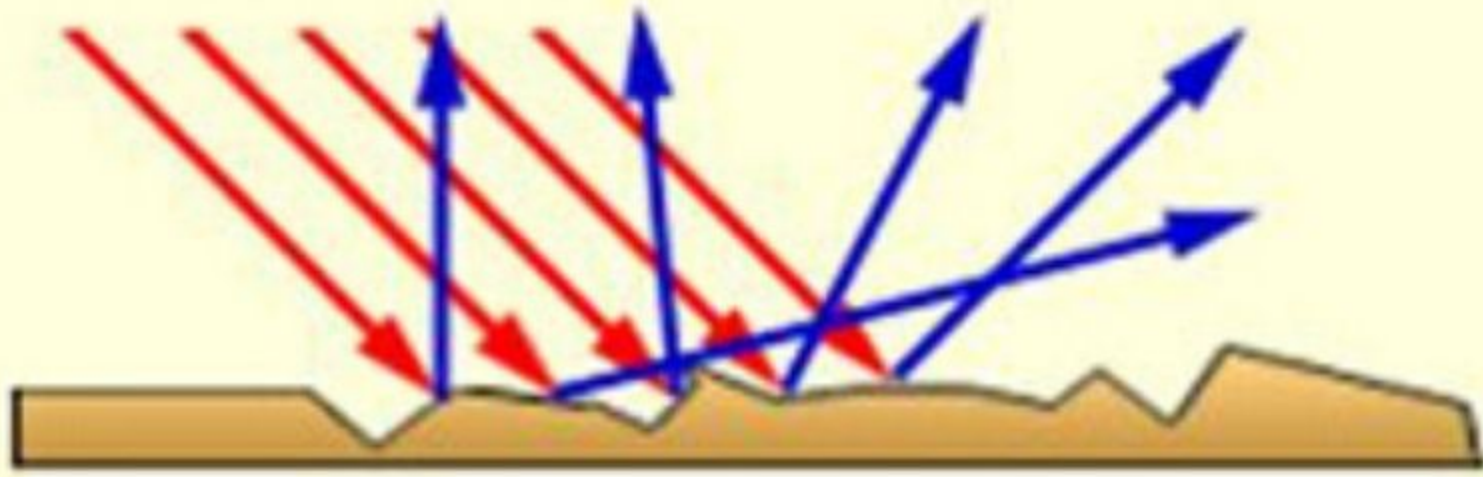
38A

39

39A

40

TX 5063



ДИФФУЗНОЕ ОТРАЖЕНИЕ (РАССЕЯННОЕ)

В результате отражения параллельного пучка от матовой поверхности получается рассеянный свет — лучи такого света идут во всевозможных направлениях

Поверхность с микроскопическими неровностями, соизмеримыми с длинами волн видимого света, называется матовой



38A

39

39A

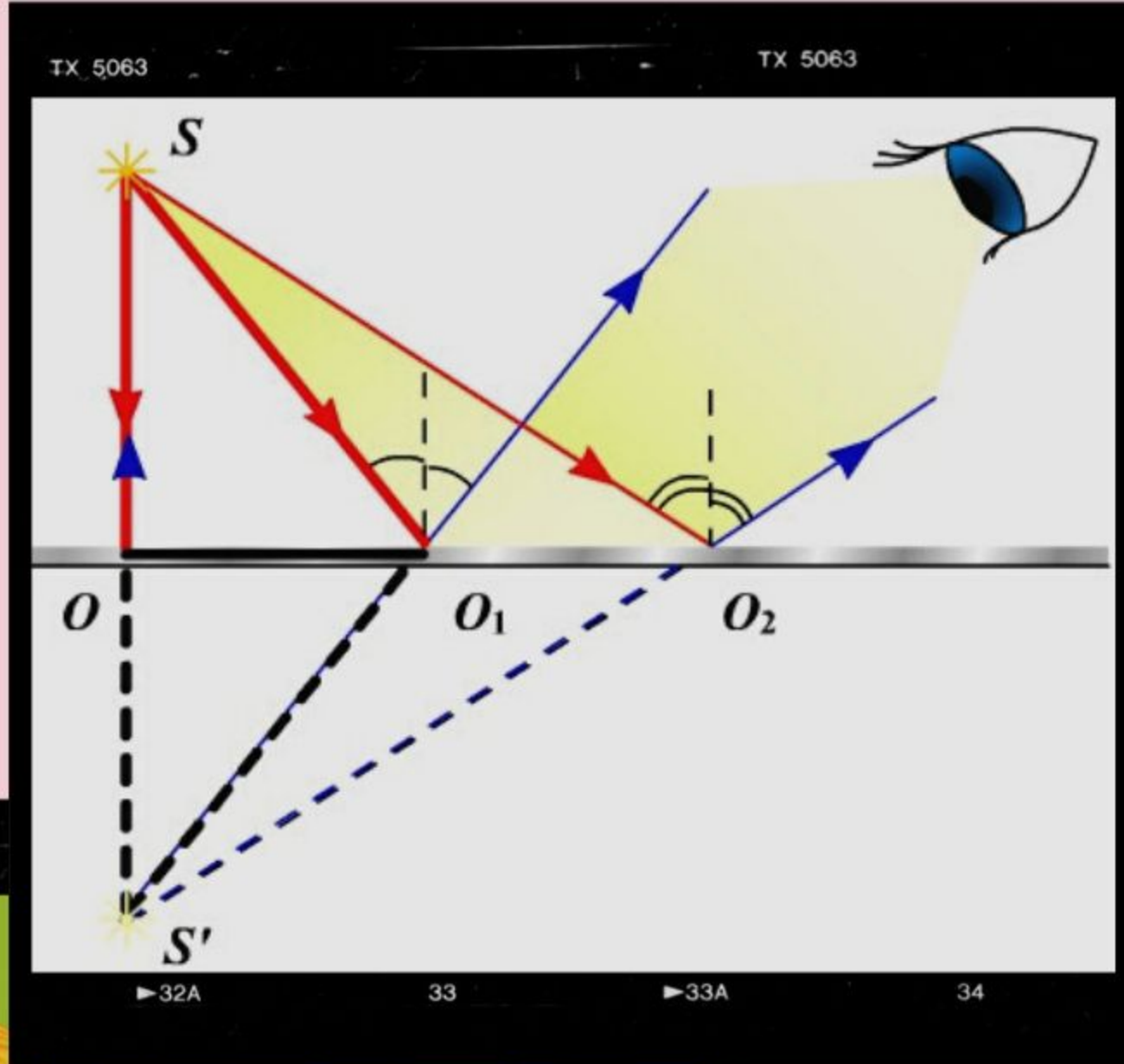
40

TX 5063



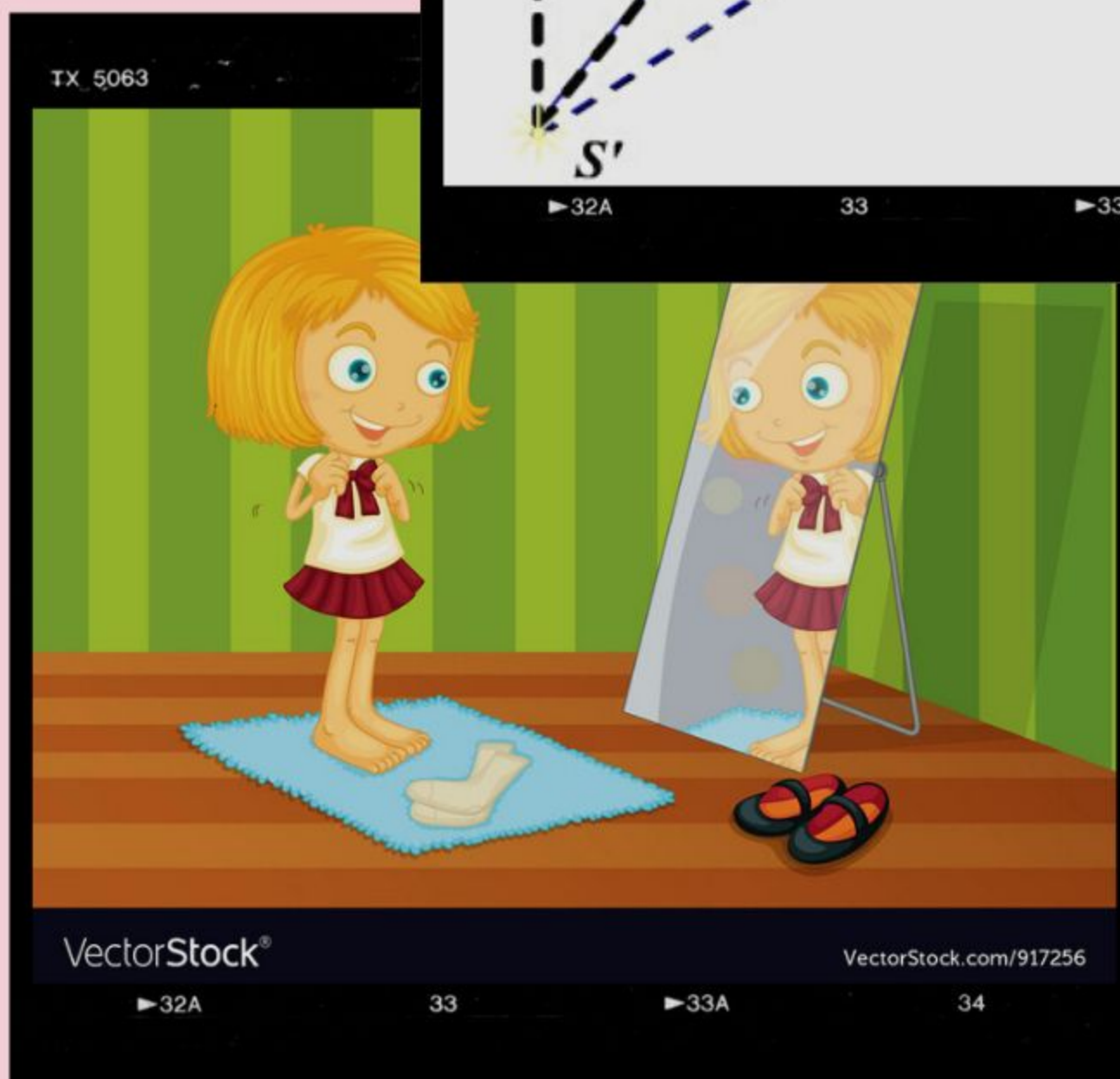
Археологи обнаружили первые небольшие зеркала из олова, золота и платины, относящиеся к эпохе Бронзы.

*Современную историю зеркал отсчитывают с **1240** года, когда в Европе научились выдувать сосуды из стекла.*



Плоское зеркало — это часть плоскости, зеркально отражающая свет. Плоское зеркало — привычная вещь; таких зеркал несколько в вашем доме.

Попробуем разобраться, почему, смотрясь в зеркало, вы видите в нём отражение себя и находящихся рядом с вами предметов.



ПЛОСКОЕ ЗЕРКАЛО

Конечно, в реальности ничего за зеркалом не светится, никакая энергия там не сосредоточена — это иллюзия, обман зрения, порождение нашего сознания. Поэтому точка S' называется мнимым изображением источника S . В точке S' пересекаются не сами световые лучи, а их мысленные продолжения «в зазеркалье».

Изображение S' будет существовать независимо от размеров зеркала и от того, находится ли источник непосредственно над зеркалом или нет.

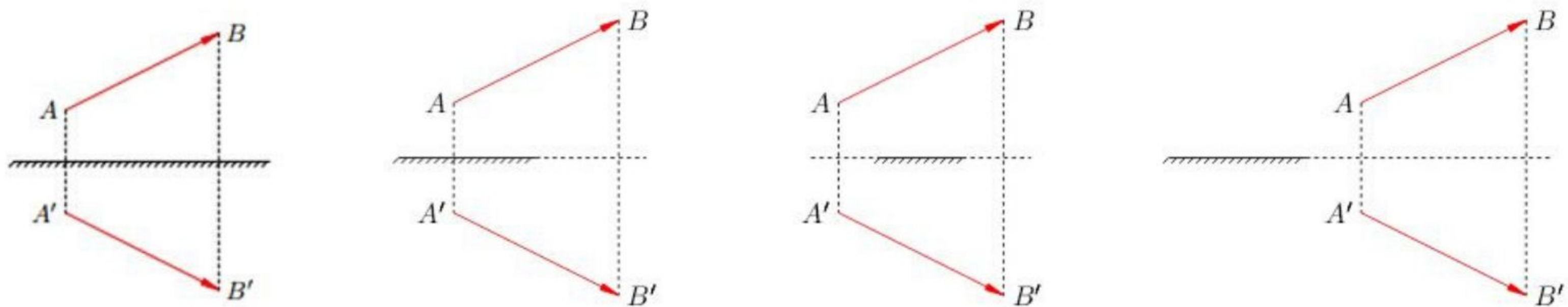
Важно только, чтобы отражённые от зеркала лучи попадали в глаз — а уж глаз сам сформирует изображение источника.



ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПРЕДМЕТА В ПЛОСКОМ ЗЕРКАЛЕ



Изображение не зависит от взаимного
расположения предмета и зеркала



Изображение предмета AB в плоском зеркале симметрично предмету относительно плоскости зеркала

Примеры отражения



В ПРИРОДЕ

разница между пейзажем и его изображением уменьшается по мере приближения глаза к поверхности воды, а так же по мере удаления объекта

В БЫТУ

изображение получается уменьшенным

В ТЕХНИКЕ

волоконная оптика - внутреннее отражение света

ПРЕЛОМЛЕНИЕ

Это явление изменения направления движения светового луча при переходе из одной среды в другую

Различные среды, пропускающие свет, имеют различную оптическую плотность. Скорость света в них различна. Чем больше оптическая плотность среды, тем меньше в ней скорость света, и тем сильнее она будет преломлять свет, попадающий извне

Подводная часть соломинки, вроде как немного отклоняется, попадая на открытый воздух. На самом деле предметы остаются такими же ровными, как и были, просто происходит преломление при распространении света, отчего и возникают эти зрительные эффекты

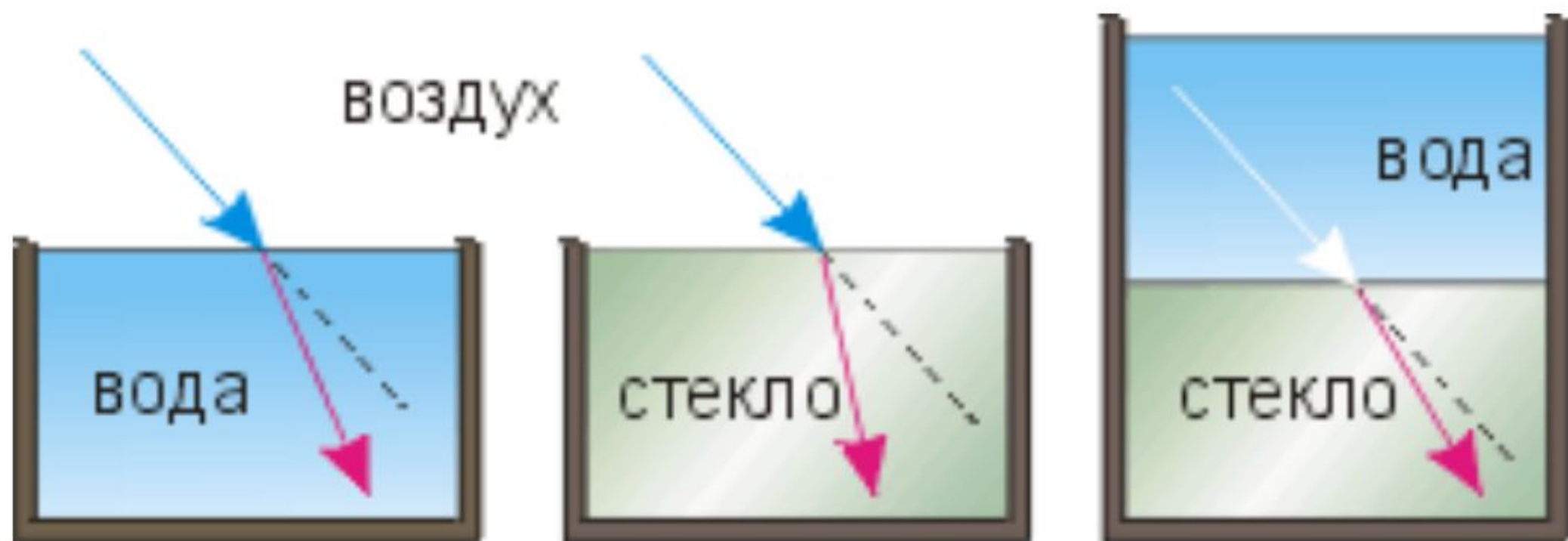




ПРИМЕРЫ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ЛУЧА

в различных
парах сред

Пары сред, прозрачные для оптических излучений, обладают различной преломляющей способностью, характеризующейся **относительным показателем преломления**





$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$$

ЗАКОН ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА (закон Снеллиуса)

Луч падающий, луч преломлённый и перпендикуляр к границе раздела сред в точке излома луча лежат в одной плоскости.

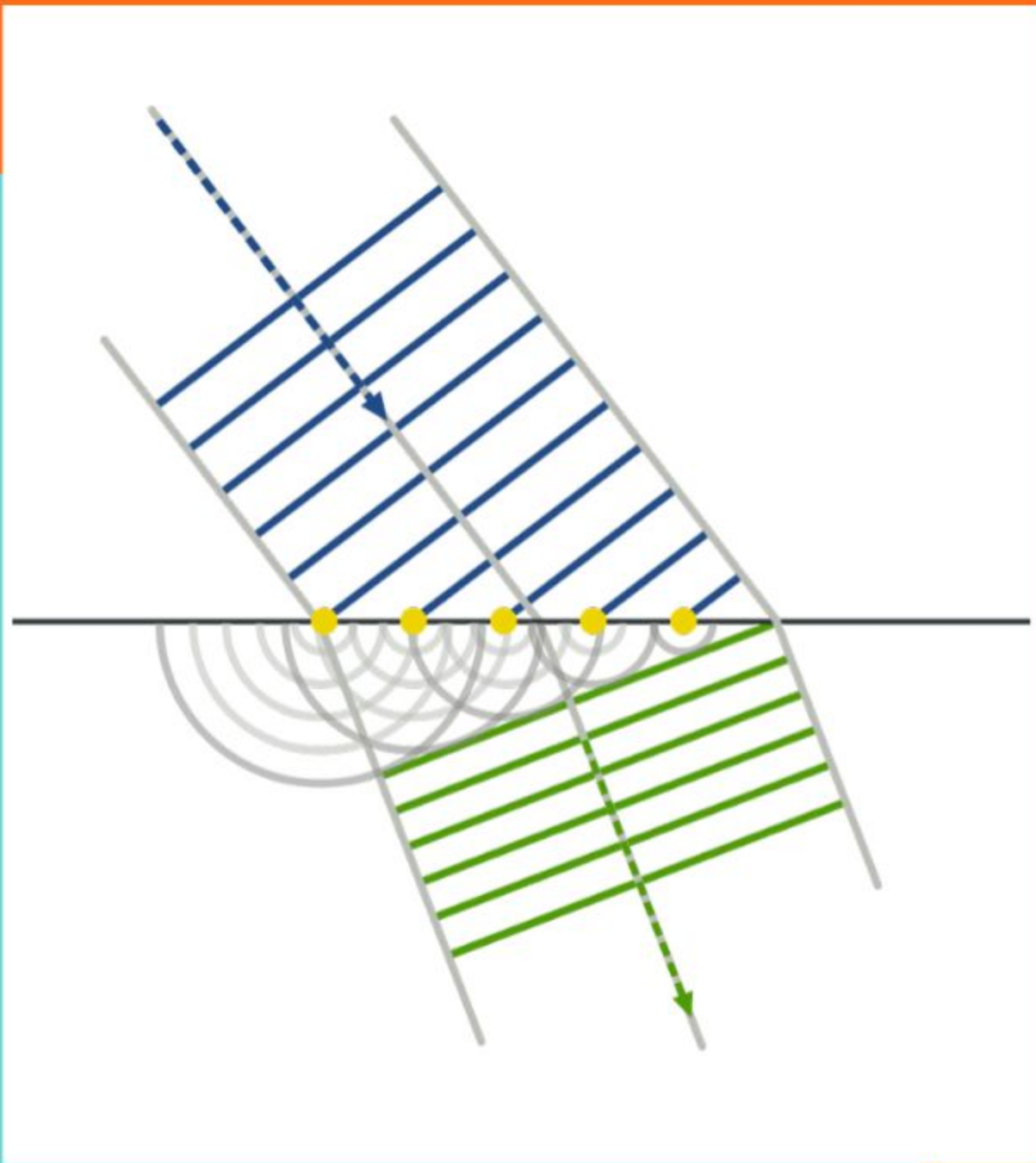
Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная для двух сред, равная относительному показателю преломления.

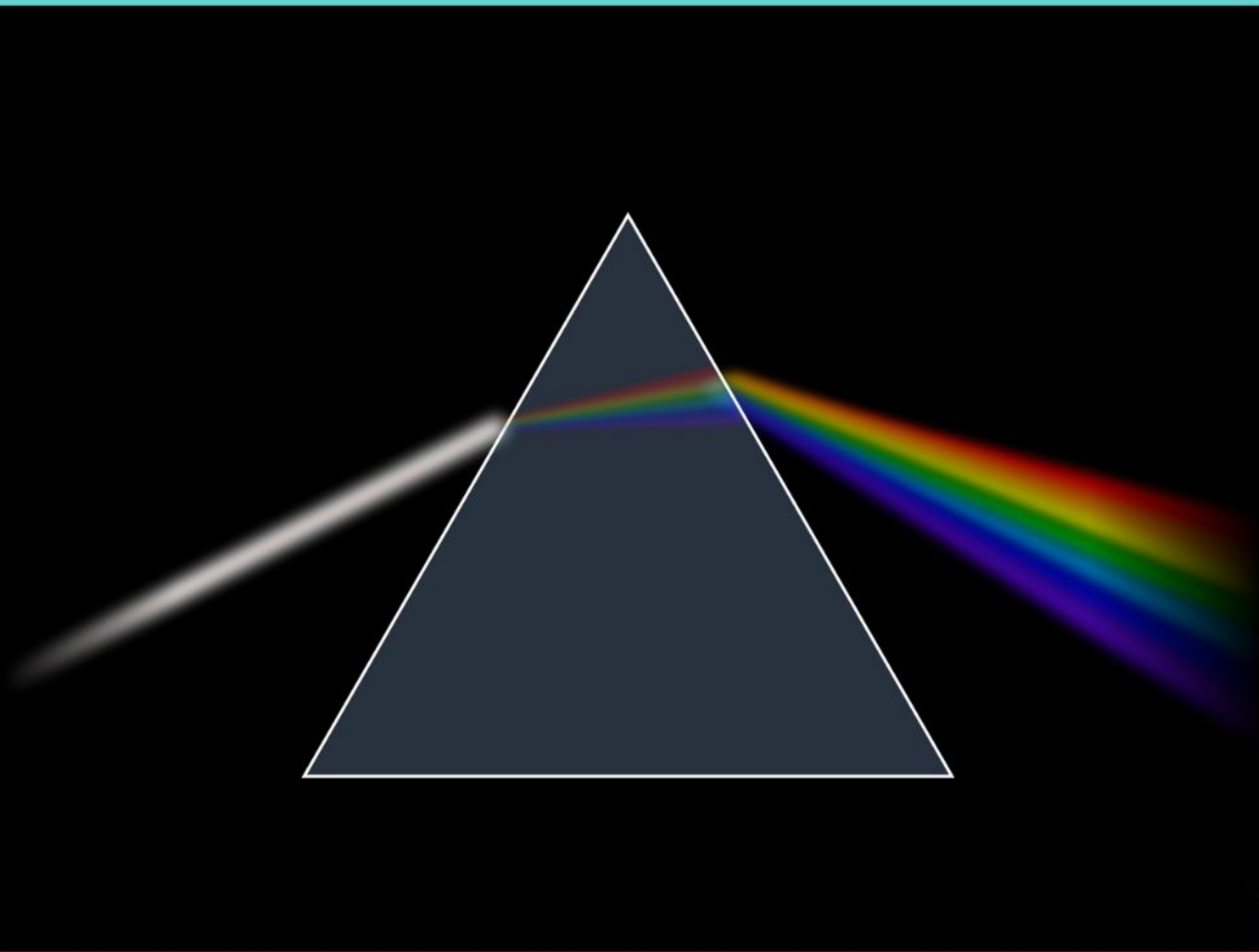
На траекторию распространения света не влияет направление, в котором происходит перемещение лучей.

ПРИНЦИП ГЮЙГЕНСА - ФРЕНЕЛЯ

Каждый элемент волнового фронта можно рассматривать как центр вторичного возмущения, порождающего вторичные сферические волны, а результирующее световое поле в каждой точке пространства будет определяться интерференцией этих волн.

Основной постулат волновой теории, описывающий и объясняющий механизм распространения волн, в частности, световых.





ПРЕЛОМЛЕНИЕ В ПРИЗМЕ

Под каким бы углом не входил луч
внутри призмы, с учетом двойного
преломления на выходе он все
равно отклонится к основанию
призмы

Дисперсионные призмы
используют в спектральных
приборах для пространственного
разделения излучений различных
длин волн

ПРЕЛОМЛЕНИЕ В ОБЫЧНОЙ ЖИЗНИ



Кажущееся преломление ложки происходит в сторону, обратную реальному преломлению лучей света



Глубины водоёма, всегда кажется меньше, чем есть на самом деле



Преломление, дисперсия и внутреннее отражение света в каплях воды вместе порождают раду

ПРИМЕНЕНИЕ

В технике и научных приборах

Медицине



Явление преломления лежит в основе работы телескопов-рефракторов



Явление преломления лежит в основе работы объективов фото-, кино- и телекамер



Явление преломления лежит в основе работы микроскопов



Очки и контактные линзы





ЛИНЗЫ

Линза

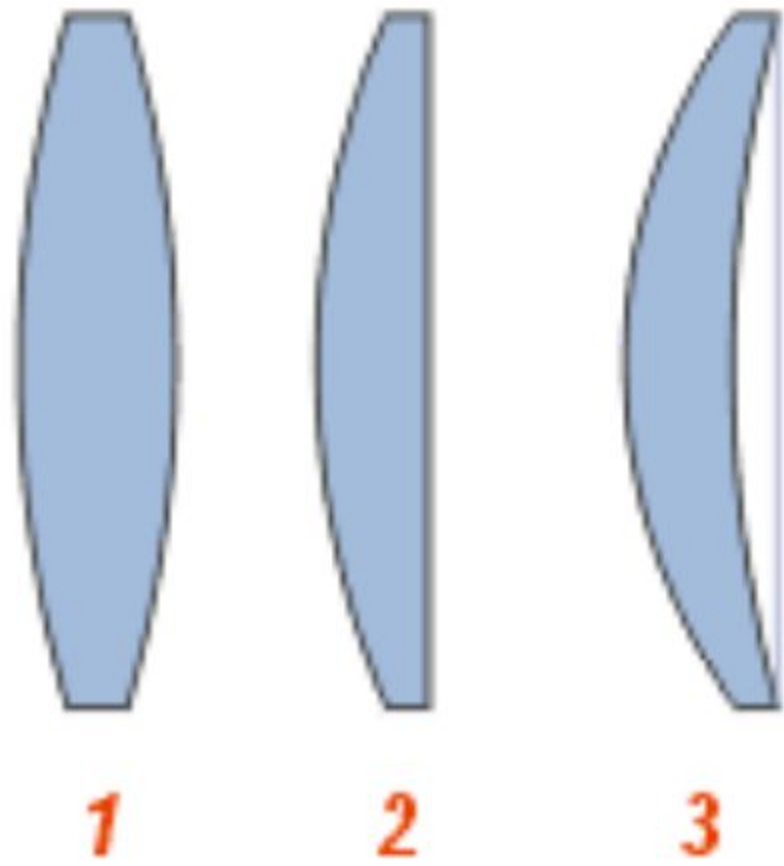
прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими или одной сферической и другой плоской поверхностями.

В качестве материала линз обычно используются оптические материалы, такие как стёкла, оптические стёкла, кристаллы, оптически прозрачные пластмассы и другие материалы.

Преломление света широко используется в различных оптических приборах: фотоаппаратах, биноклях, телескопах, микроскопах. Непременной и самой существенной деталью таких приборов является линза.

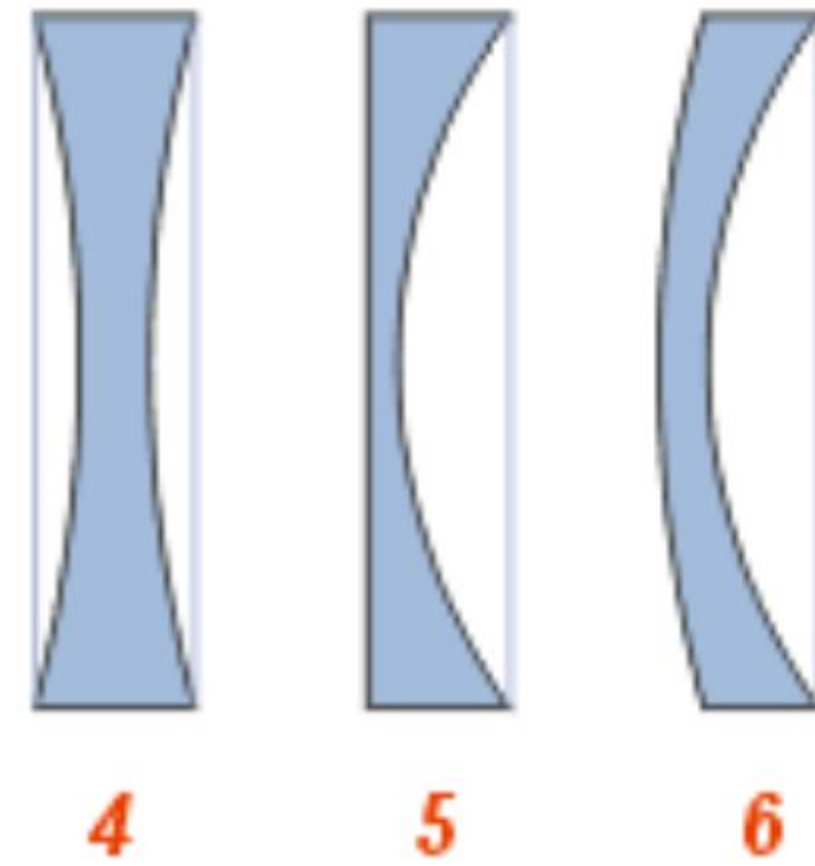


Виды линз



СОБИРАЮЩИЕ

- 1 — двояковыпуклая;
- 2 — плоско-выпуклая;
- 3 — вогнуто-выпуклая
(положительный (выпуклый) мениск)

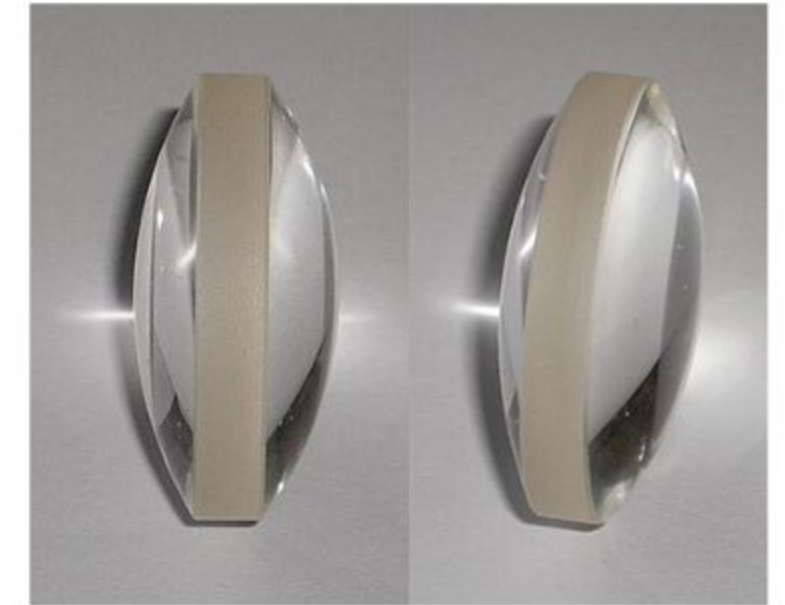
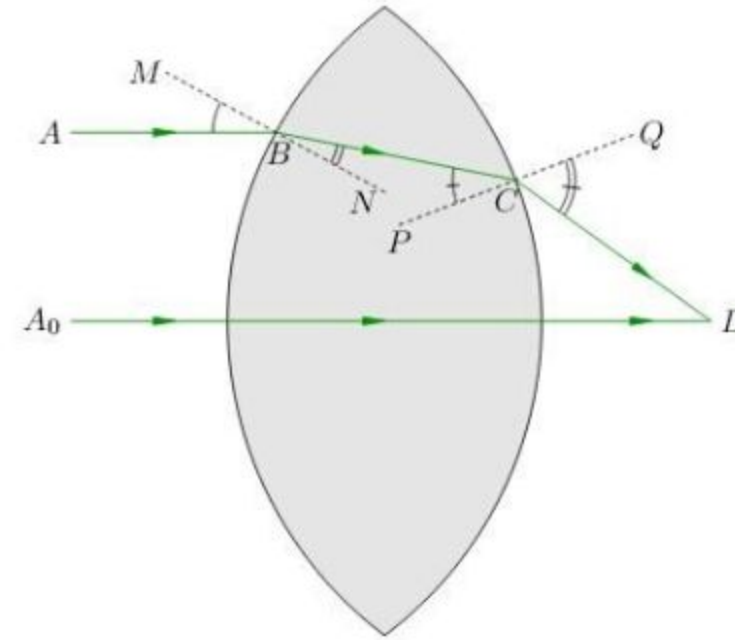
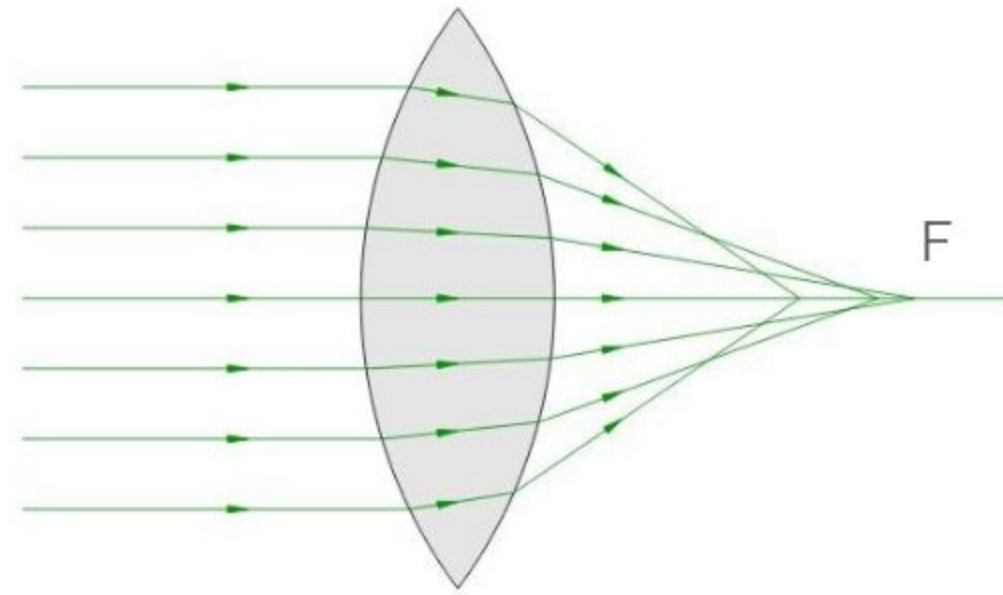


РАССЕИВАЮЩИЕ

- 4 — двояковогнутая;
- 5 — плоско-вогнутая;
- 6 — выпукло-вогнутая
(отрицательный (вогнутый) мениск)



Двояковыпуклая



A_0D - это основная оптическая ось. Это луч, что проходит через центр линзы. Относительно данной оси линза симметрична. Идет сквозь линзу не преломляясь.

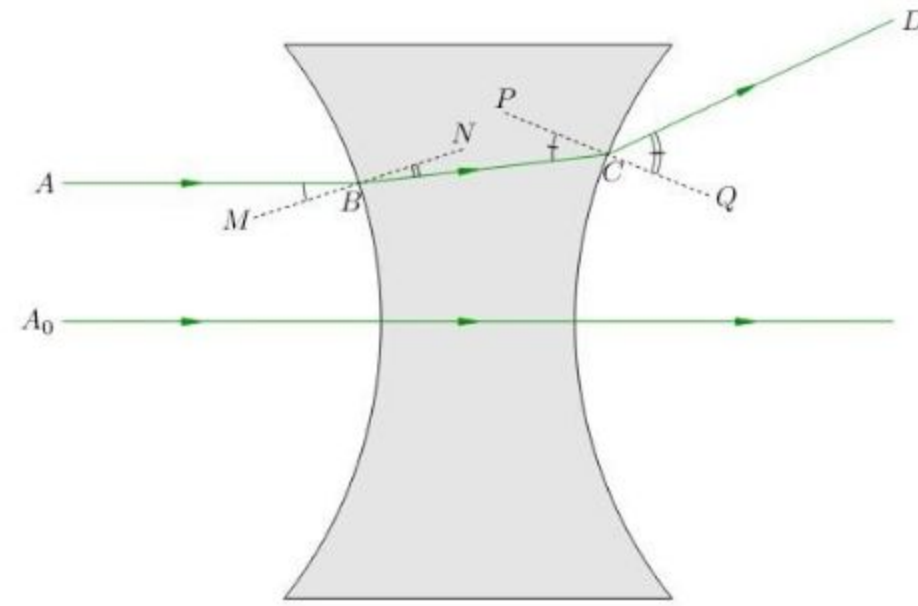
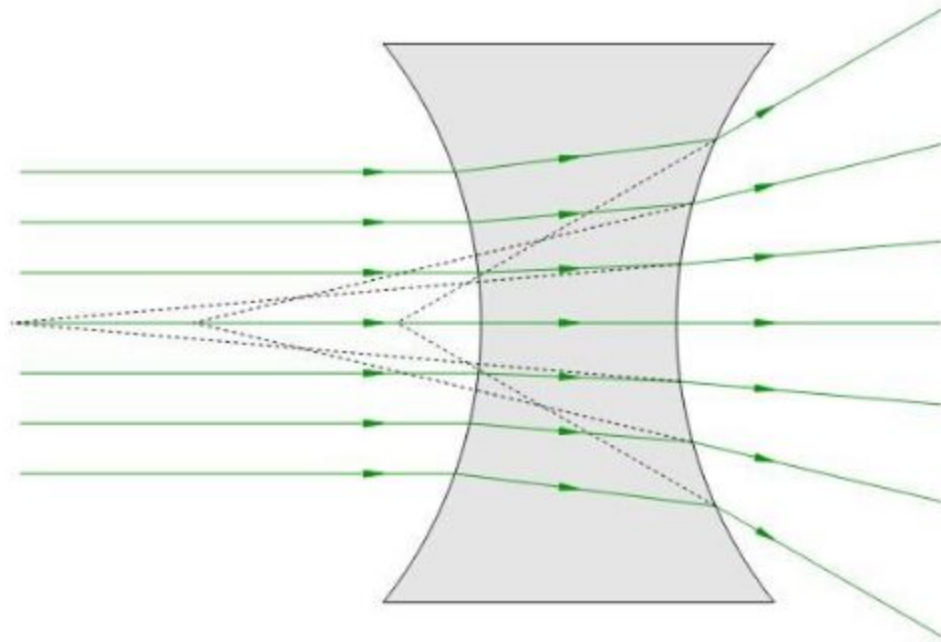
Рассмотрим луч AB , идущий параллельно главной оптической оси. Из-за перехода в другую среду он преломляется. После того, как преломленный луч касается второй стенки сферы, он преломляется еще раз до пересечения с главной оптической осью в точке D .

Явление, при котором лучи собираются в одной точке, называется фокусировкой, а точка фокусировки - это фокус (F).

Линза, в которой лучи собираются в одной точке за ней, называется **собирающей**.



Двояковогнутая



Лучи, попавшие на такую линзу, преломляются, и на выходе не пересекают ось, а наоборот, стремятся от нее.

Луч, выходящий из точки A_0 и идущий вдоль главной оптической оси, не преломляется.

Рассмотрим луч AB , идущий параллельно главной оптической оси. После первого преломления начинает удаляться от неё, а после второго преломления удаляется от главной оптической оси ещё сильнее.

Двояковогнутая линза преобразует параллельный пучок света в расходящийся пучок и называется поэтому **рассеивающей**.



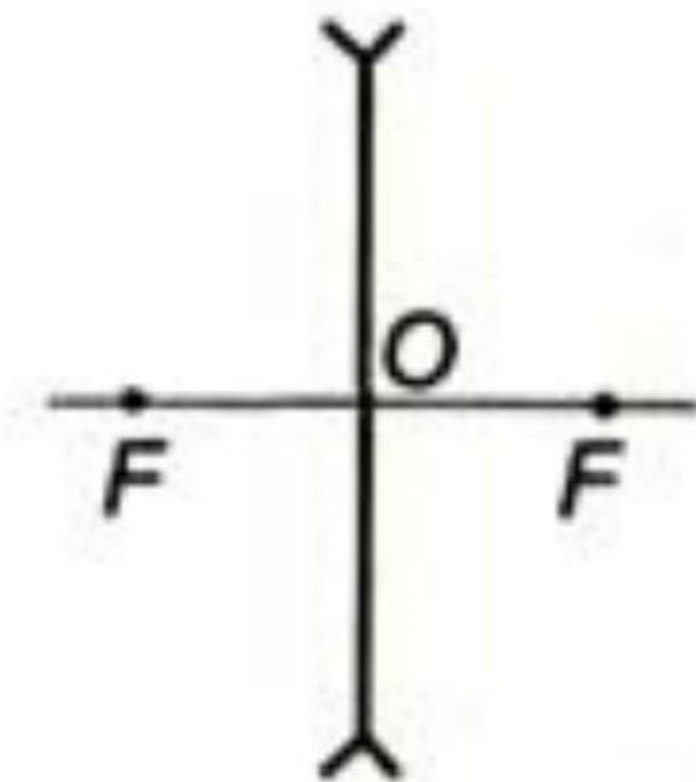
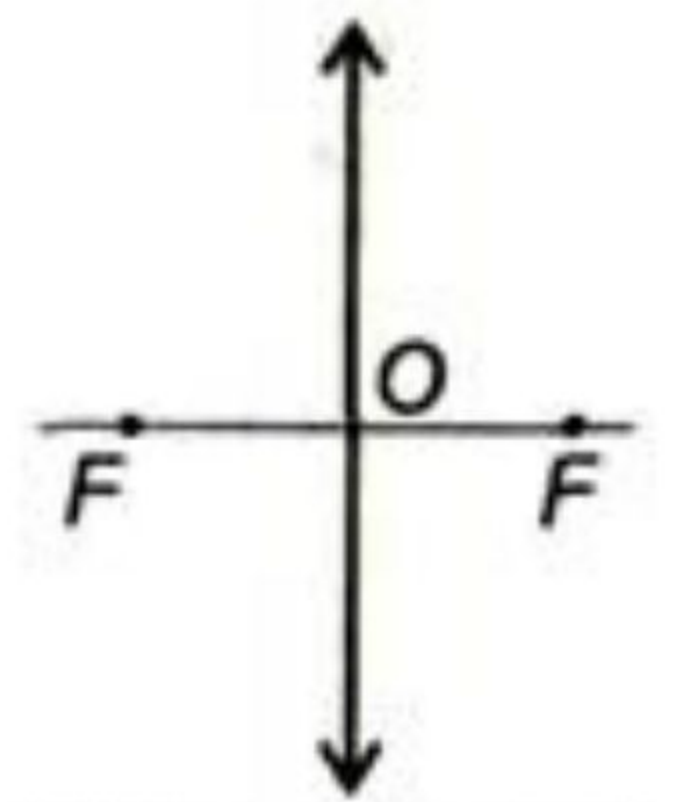
Тонкая линза

Рассмотрим очень полезную идеализацию, которая называется тонкой линзой.

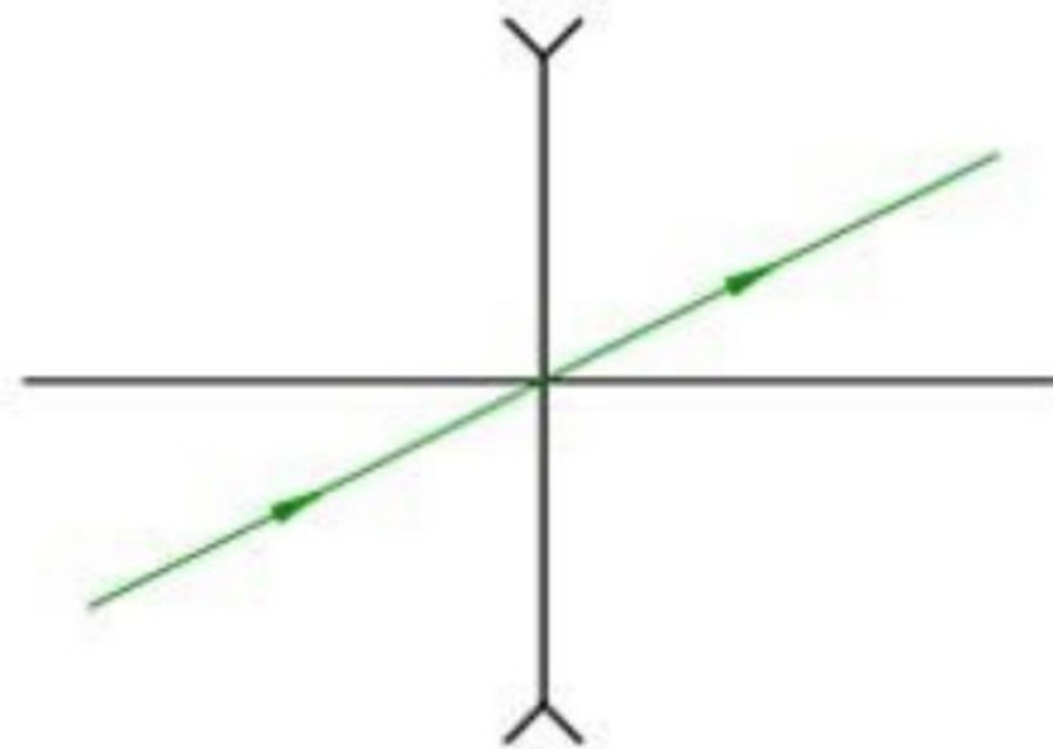
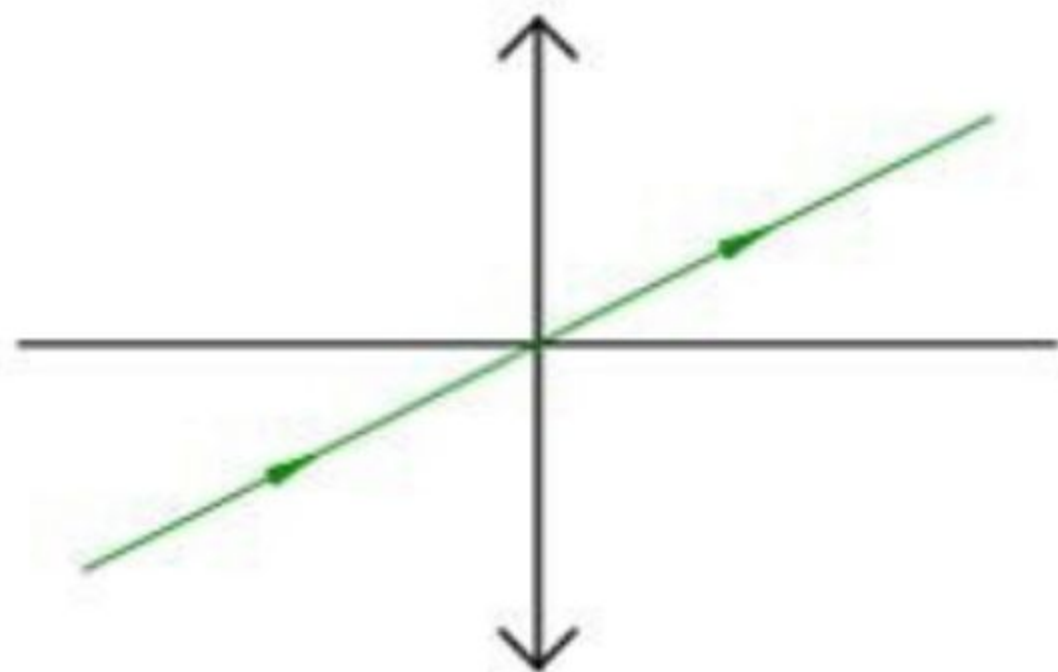
Линза является тонкой, если толщина линзы много меньше радиусов кривизны её сферических границ и расстояния от линзы до предмета

Для рассмотрения и изучения тонких линз были введены условные обозначения.

FF - главная оптическая ось,
O - оптический центр,
OF - оптическое расстояние.



Если луч проходит через оптический центр, то он не преломляется.



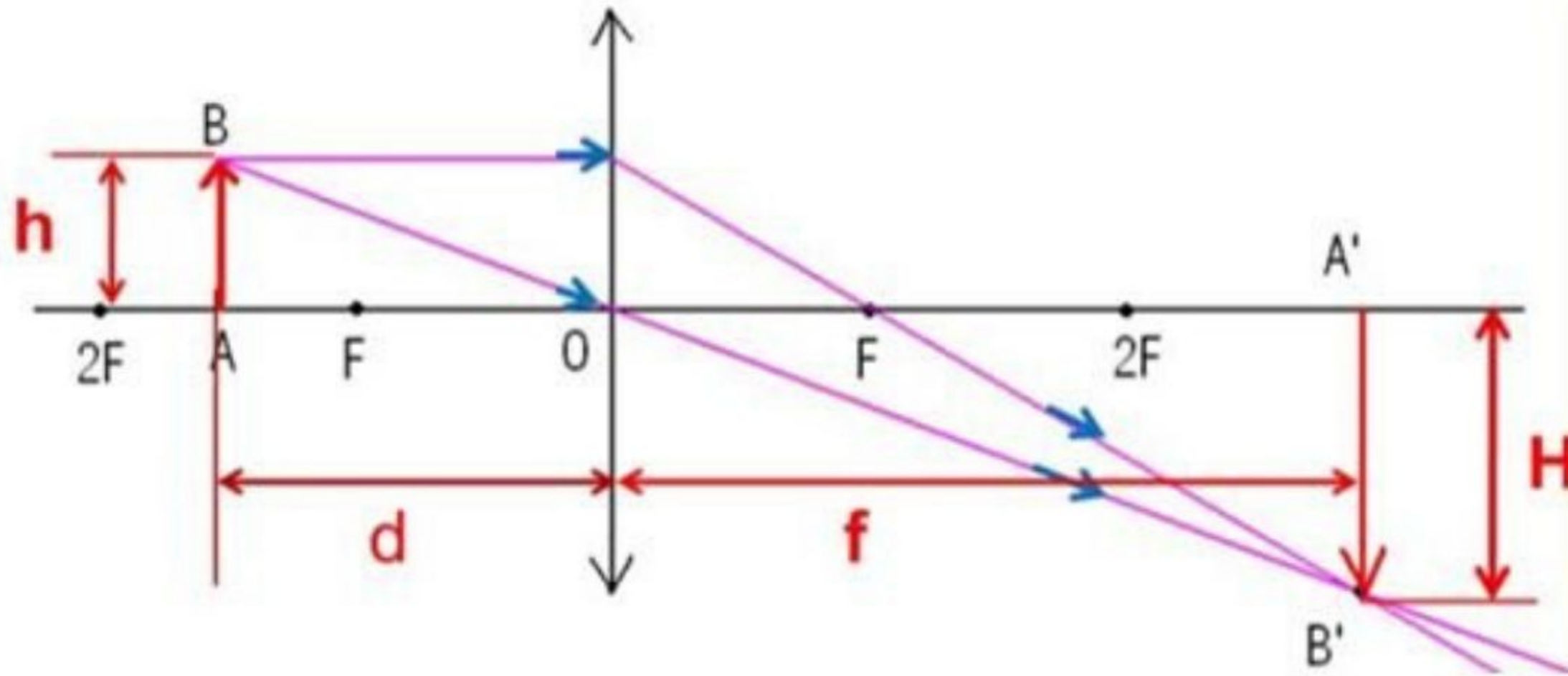
В зависимости от толщины линзы, она может либо сильнее, либо слабее преломлять лучи. Чтобы определить, насколько сильно преломляет линза, ввели величину, которая называется оптической силой (D).



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

D - оптическая сила линзы (или системы линз);
 F - фокусное расстояние линзы (или системы линз).
[D] = 1 дптр.

При рассмотрении тонкой линзы, используются основные величины, которые характеризуют линзу.



AO - расстояние от предмета до линзы, обозначается оно буквой **d**.

OA₁ - расстояние от линзы до изображения, которое получается после прохождения лучей через линзу, обозначается оно буквой **f**.

h - высота предмета перед линзой.

H - высота полученного изображения.



Формулы тонкой линзы

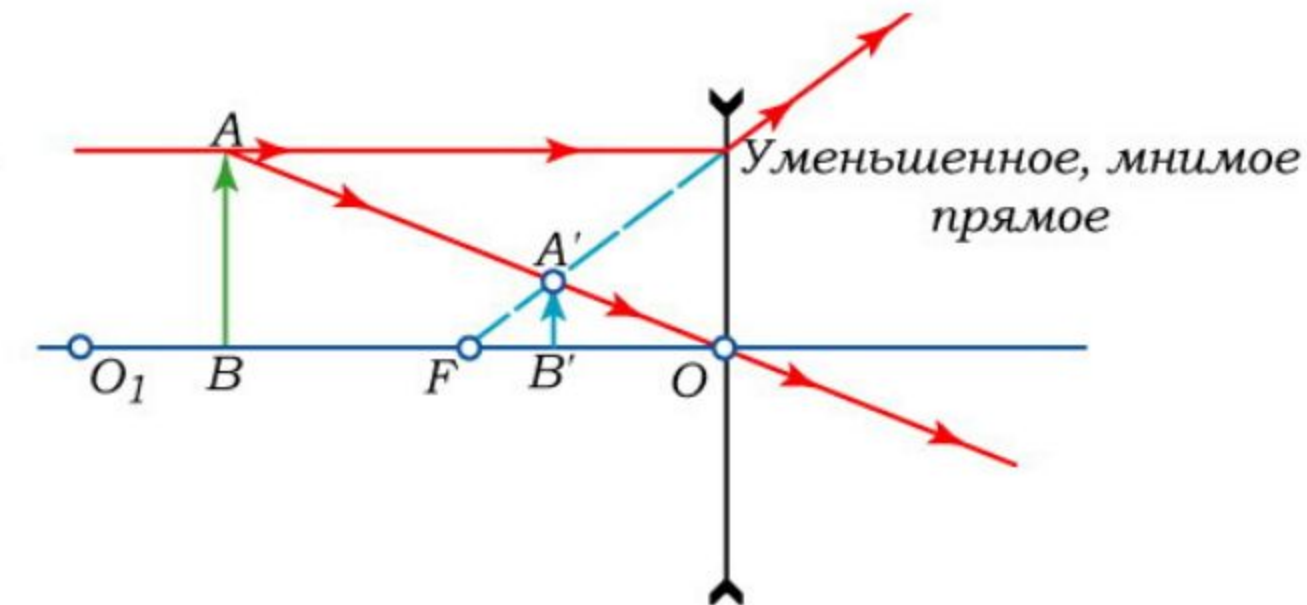
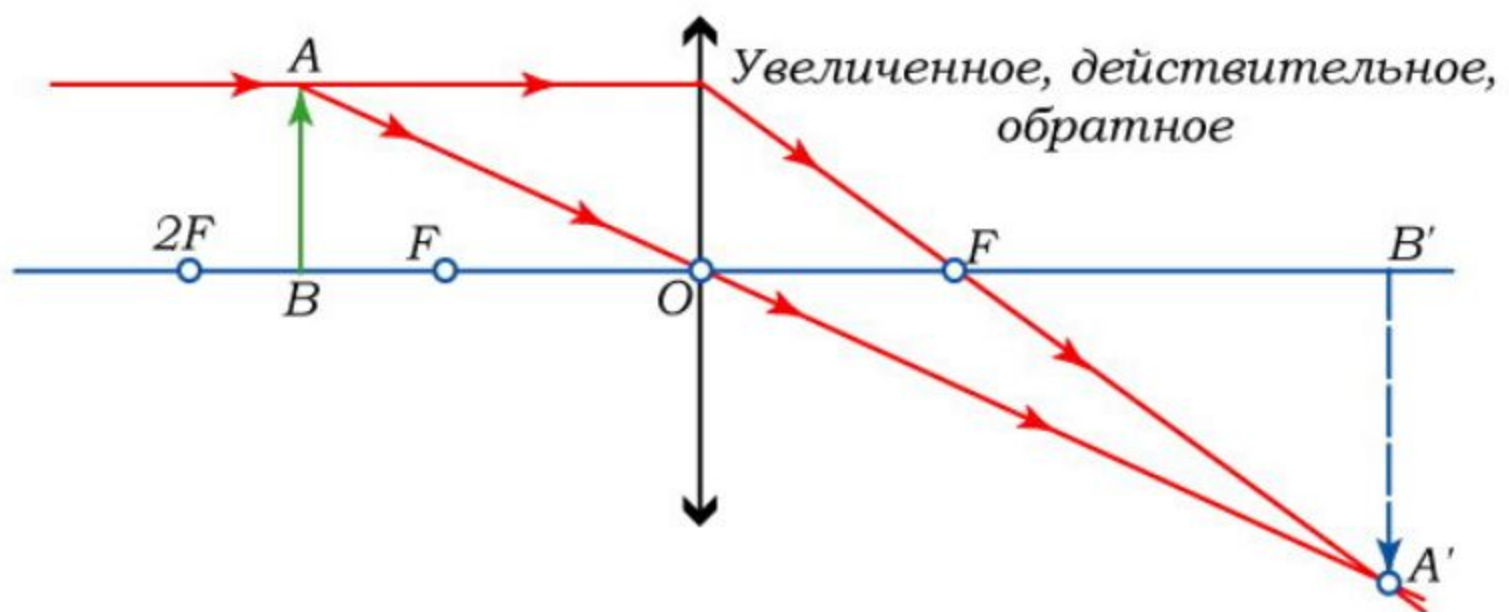
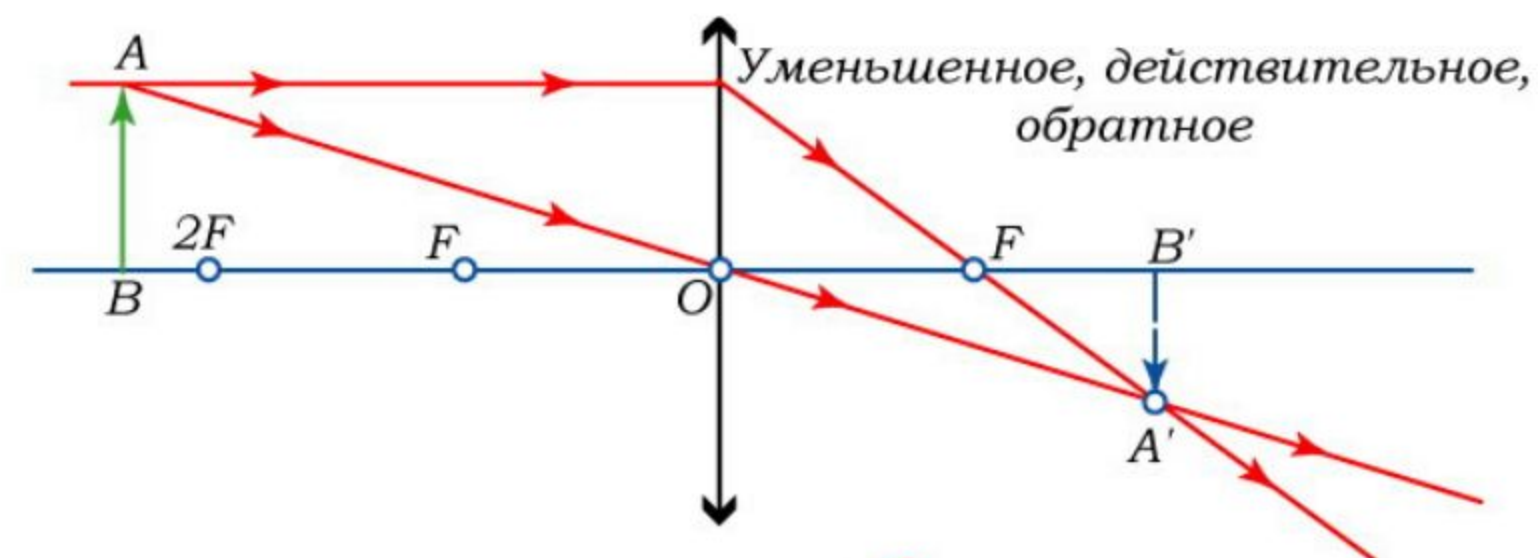
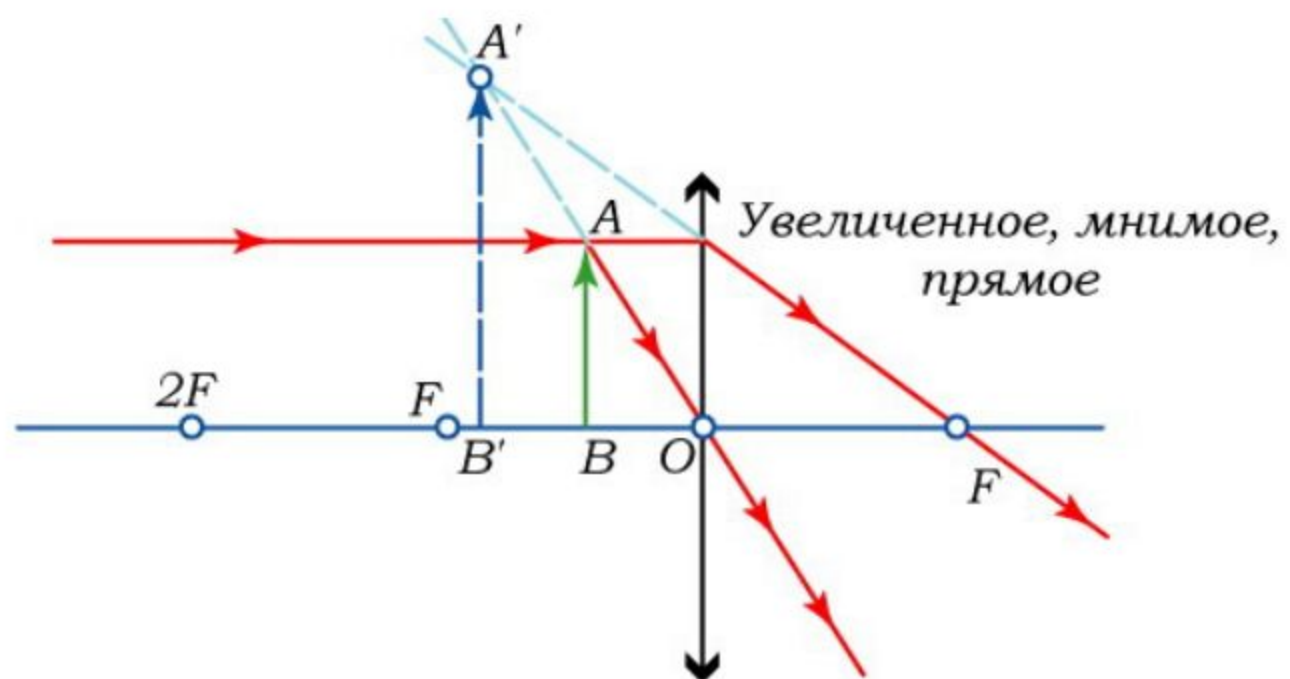
$$\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} = \pm \frac{1}{F}; \quad \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} = D.$$

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

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

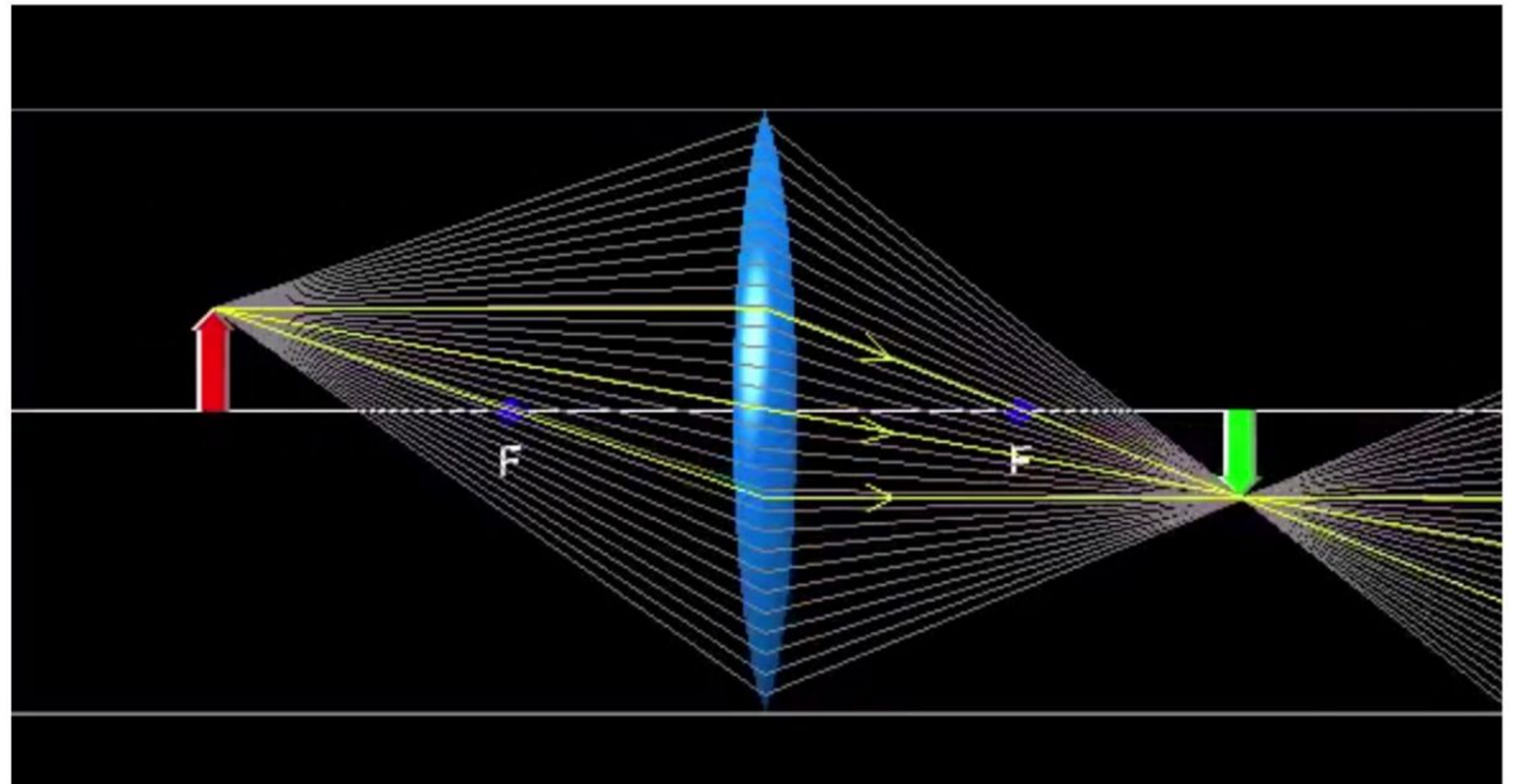


Построение изображений



Построение изображений

Собирающая линза





ОПТИЧЕСКИЕ ЛИНЗЫ

ПРИМЕНЕНИЕ

