

ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА



СОДЕРЖАНИЕ

Физическая оптика

- 1) Дифракция света
- 2) Дисперсия света
- 3) Абберация света
- 4) Преломление (рефракция)
- 5) Устройство глаза
- 6) Линза
- 7) Виды линз



ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА

- ▣ **Физическая оптика** или **оптика волны** основывается на принципе Гюйгенса и моделирует распространение сложных фронтов импульса через оптические системы, включая и амплитуду и фазу волны. Этот раздел оптики объясняет дифракцию, интерференцию, эффекты поляризации, абберацию и природу других сложных эффектов.



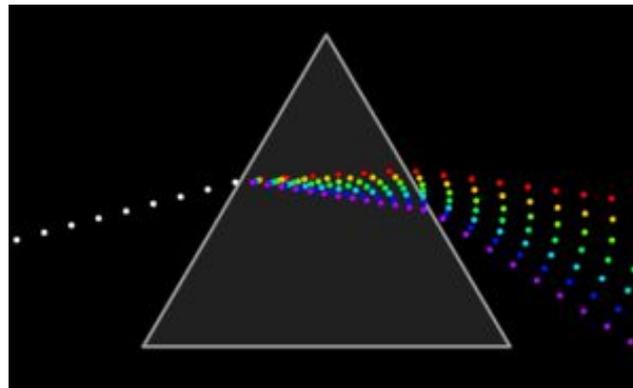
Дифракция волн — явление, которое можно рассматривать как отклонение от законов геометрической оптики при распространении волн. Первоначально понятие дифракции относилось только к огибанию волнами препятствий, но в современном, более широком толковании, с дифракцией связывают весьма широкий круг явлений, возникающих при распространении волн в неоднородных средах, а также при распространении ограниченных в пространстве волн. Дифракция тесно связана с явлением интерференции. Более того, само явление дифракции зачастую трактуют как частный случай интерференции (интерференция вторичных волн).



Дисперсия света (разложение света) — это явление, обусловленное зависимостью абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света (частотная дисперсия), или, то же самое, зависимость фазовой скорости света в веществе от длины волны (или частоты). Экспериментально открыта Ньютоном около 1672 года, хотя теоретически достаточно хорошо объяснена значительно позднее.

Один из самых наглядных примеров дисперсии — разложение белого света при прохождении его через призму (опыт Ньютона). Сущностью явления дисперсии является неодинаковая скорость распространения лучей света с различной длиной волны в прозрачном веществе — оптической среде (тогда как в вакууме скорость света всегда одинакова, независимо от длины волны и следовательно цвета). Обычно чем больше частота волны, тем больше показатель преломления среды и меньше ее скорость света в ней:

- у красного цвета максимальная скорость в среде и минимальная степень преломления, у фиолетового цвета минимальная скорость света в среде и максимальная степень преломления.



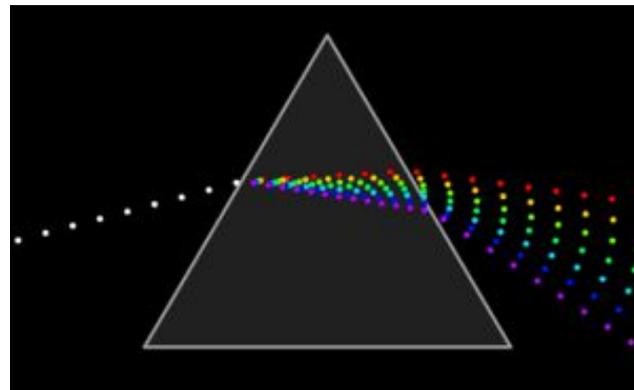
- Однако в некоторых веществах (например в парах йода) наблюдается эффект аномальной дисперсии, при котором синие лучи преломляются меньше, чем красные, а другие лучи поглощаются веществом и от наблюдения ускользают. Говоря строже, аномальная дисперсия широко распространена, например, она наблюдается практически у всех газов на частотах вблизи линий поглощения, однако у паров йода она достаточно удобна для наблюдения в оптическом диапазоне, где они очень сильно поглощают свет.



- Дисперсия света позволила впервые вполне убедительно показать составную природу белого света.

Дисперсией объясняется факт появления радуги после дождя (точнее тот факт, что радуга разноцветная, а не белая).

Дисперсия является причиной хроматических aberrаций — одних из aberrаций оптических систем, в том числе фотографических и видео-объективов.



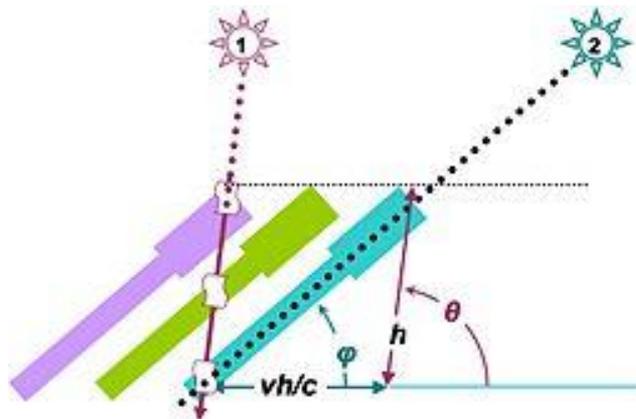
Аберрация света (лат. aberratio, от ab от и errare блуждать, уклоняться) в астрономии — кажущееся смещение небесного объекта вследствие конечной скорости распространения света в сочетании с движением наблюдаемого объекта и наблюдателя. Действие аберрации приводит к тому, что видимое направление на объект не совпадает с геометрическим направлением на него в тот же момент времени.

Первая составляющая аберрации связана с собственным движением объекта. Вторая часть аберрации, связанная с движением наблюдателя, в астрономии носит название звёздной аберрации. Она включает в себя:

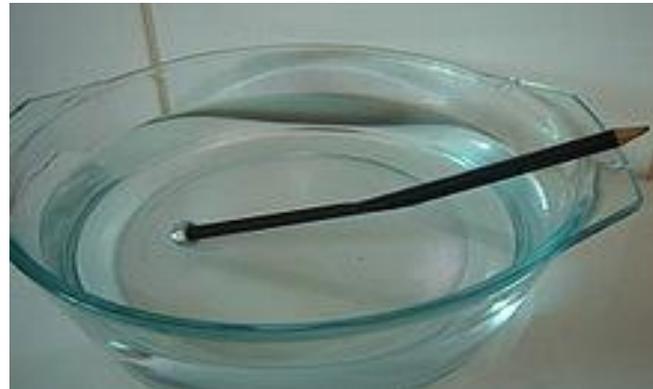
суточную аберрацию, обусловленную участием наблюдателя в суточном вращении Земли. Максимальная величина суточной аберрации (на экваторе при угле 90°) составляет около $0,319''$;

годовую аберрацию, вызванную движением Земли по орбите относительно центра масс Солнечной системы. Максимальное значение $20,49552''$;

вековую аберрацию, связанную с движением Солнечной системы вокруг центра Галактики.



- **Преломление (рефракция)** — изменение направления распространения волн электромагнитного излучения, возникающее на границе раздела двух прозрачных для этих волн сред или в толще среды с непрерывно изменяющимися свойствами.
- Преломление света на границе двух сред даёт парадоксальный зрительный эффект: пересекающие границу раздела прямые предметы в более плотной среде выглядят образующими больший угол с нормалью к границе раздела (то есть преломлёнными «вверх»); в то время как луч, входящий в более плотную среду, распространяется в ней под меньшим углом к нормали (то есть преломляется «вниз»). Этот же оптический эффект приводит к ошибкам в визуальном определении глубины водоёма, которая всегда кажется меньше, чем есть на самом деле.
- Преломление света в атмосфере Земли приводит к тому, что мы наблюдаем восход Солнца несколько раньше, а закат несколько позже, чем это имело бы место при отсутствии атмосферы. По той же причине вблизи горизонта диск Солнца выглядит заметно сплюснутым вдоль вертикали.

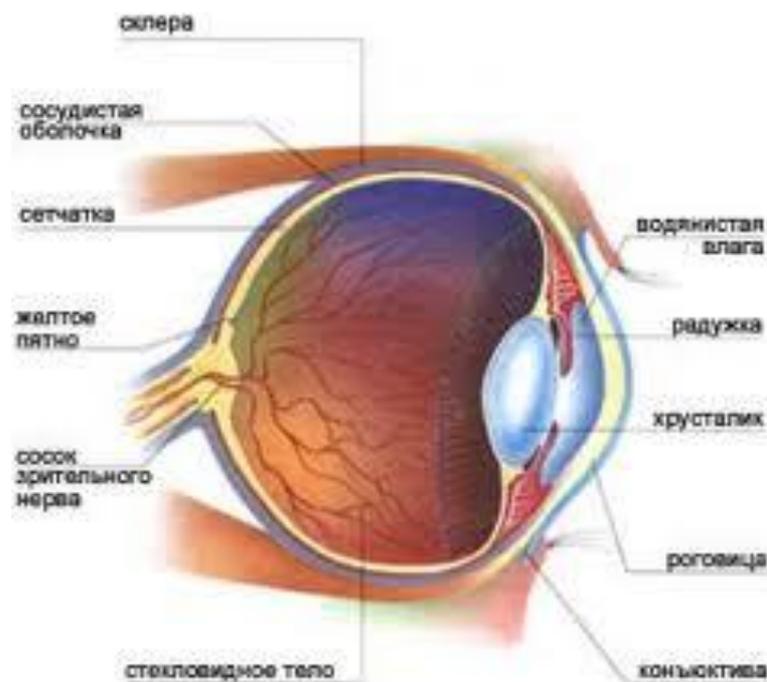


УСТРОЙСТВО ГЛАЗА

- **Глаз** человека представляет собой сложную оптическую систему, которая по своему действию аналогична оптической системе фотоаппарата. Глаз имеет почти шарообразную форму и диаметр около **2,5 см**. Снаружи он покрыт защитной оболочкой белого цвета – **склерой**. Передняя прозрачная часть склеры называется **роговицей**. На некотором расстоянии от нее расположена радужная оболочка, окрашенная пигментом. Отверстие в радужной оболочке представляет собой **зрачок**. В зависимости от интенсивности падающего света зрачок рефлекторно изменяет свой диаметр приблизительно **от 2 до 8 мм**, т.е. действует подобно диафрагме фотоаппарата.



- Между роговицей и радужной оболочкой находится прозрачная жидкость. За зрачком находится **хрусталик** – эластичное линзоподобное тело. Особая мышца может изменять в некоторых пределах форму хрусталика, изменяя тем самым его оптическую силу. Остальная часть глаза заполнена стекловидным телом. Задняя часть глаза – **глазное дно**, оно покрыто сетчатой оболочкой, представляющей собой сложное разветвление зрительного нерва с нервными окончаниями – **палочками и колбочками**, которые являются светочувствительными элементами.



Лучи света от предмета, преломляясь на границе воздух–роговица, проходят далее через **хрусталик** (линзу с изменяющейся оптической силой) и создают изображение на **сетчатке**.

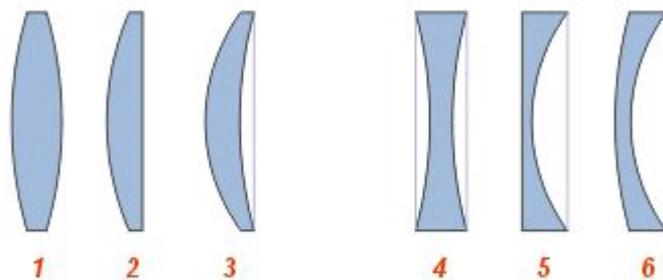
Роговица, прозрачная жидкость, хрусталик и стекловидное тело образуют оптическую систему, оптический центр которой расположен на расстоянии около **5 мм** от роговицы. При расслабленной глазной мышце оптическая сила глаза приблизительно равна **59 дптр**, при максимальном напряжении мышцы – **70 дптр**.



- ▣ **Линза** (нем. *Linse*, от лат. *lens* — чечевица) — деталь из оптически прозрачного однородного материала, ограниченная двумя полированными преломляющими поверхностями вращения, например, сферическими или плоской и сферической. В настоящее время всё чаще применяются и асферические, форма поверхности которых отличается от сферы. В качестве материала линз обычно используются оптические материалы, такие как стекло, оптическое **стекло**, оптически прозрачные **пластмассы** и другие материалы.



- В зависимости от форм различают **собирающие** (положительные) и **рассеивающие** (отрицательные) линзы. К группе собирательных линз обычно относят линзы, у которых середина толще их краёв, а к группе рассеивающих — линзы, края которых толще середины. Следует отметить, что это верно только если показатель преломления у материала линзы больше, чем у окружающей среды. Если показатель преломления линзы меньше, ситуация будет обратной. Например пузырёк воздуха в воде — двояковыпуклая рассеивающая линза



Виды линз:

Собирающие:

1 — двояковыпуклая

2 — плоско-выпуклая

3 — вогнуто-выпуклая (положительный мениск)

Рассеивающие:

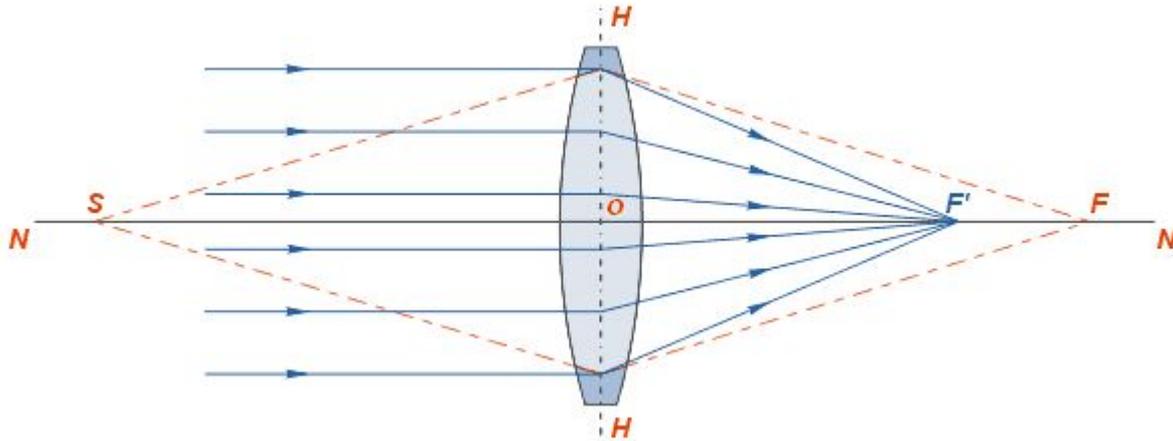
4 — двояковогнутая

5 — плоско-вогнутая

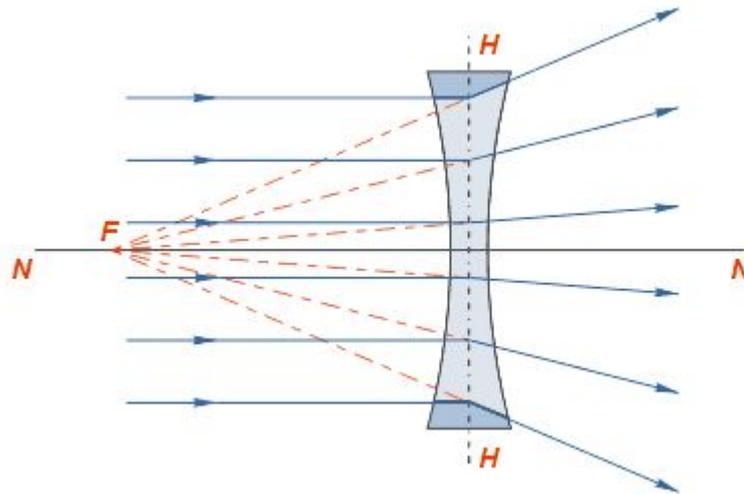
6 — выпукло-вогнутая (отрицательный мениск)



- Если на некотором расстоянии перед собирающей линзой поместить светящуюся точку S , то луч света, направленный по оси, пройдёт через линзу не преломившись, а лучи, проходящие не через центр, будут преломляться в сторону оптической оси и пересекутся на ней в некоторой точке F , которая и будет изображением точки S . Эта точка носит название сопряжённого фокуса, или просто **фокуса**.
- Если на линзу будет падать свет от очень удалённого источника, лучи которого можно представить идущими параллельным пучком, то по выходе из неё лучи преломятся под большим углом и точка F переместится на оптической оси ближе к линзе. При данных условиях точка пересечения лучей, вышедших из линзы, называется **фокусом F'** , а расстояние от центра линзы до фокуса — фокусным расстоянием.



- Лучи, падающие на рассеивающую линзу, по выходе из неё будут преломляться в сторону краёв линзы, то есть рассеиваться. Если эти лучи продолжить в обратном направлении так, как показано на рисунке пунктирной линией, то они сойдутся в одной точке F , которая и будет **фокусом** этой линзы. Этот фокус будет **мнимым**.



- **Контактные линзы** — небольшие изготавливаемые из прозрачных материалов линзы, надеваемые непосредственно на глаза для коррекции зрения (то есть для повышения остроты зрения).
- Контактные линзы, по мнению специалистов, носят около 125 миллионов человек в мире. Метод коррекции зрения с помощью контактных линз называется контактной коррекцией зрения.
- Почти 50 % тех, кто носит контактные линзы, — это молодые люди в возрасте от 18 до 25 лет. А среди тех, кто надевает контактные линзы впервые, доля молодых людей в возрасте до 35 лет почти 90 %.

