

Дисперсия света

Темы кодификатора ЕГЭ: дисперсия света.

Пусть солнечный луч переходит из воздуха в прозрачную среду (например, воду или стекло). Если угол падения α не равен нулю, то, как вы помните, угол преломления β определяется из закона преломления:

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}.$$

Величина n , называемая показателем преломления, характеризует среду и от угла падения не зависит.

Оказывается, однако, что среда по-разному реагирует на прохождение электромагнитных волн различных частот. Имеет место *дисперсия* — зависимость показателя преломления среды от частоты света.

Опыт Ньютона

Классический опыт по наблюдению дисперсии был поставлен Ньютоном. Узкий луч солнечного света направлялся на треугольную стеклянную призму (рис. 1).

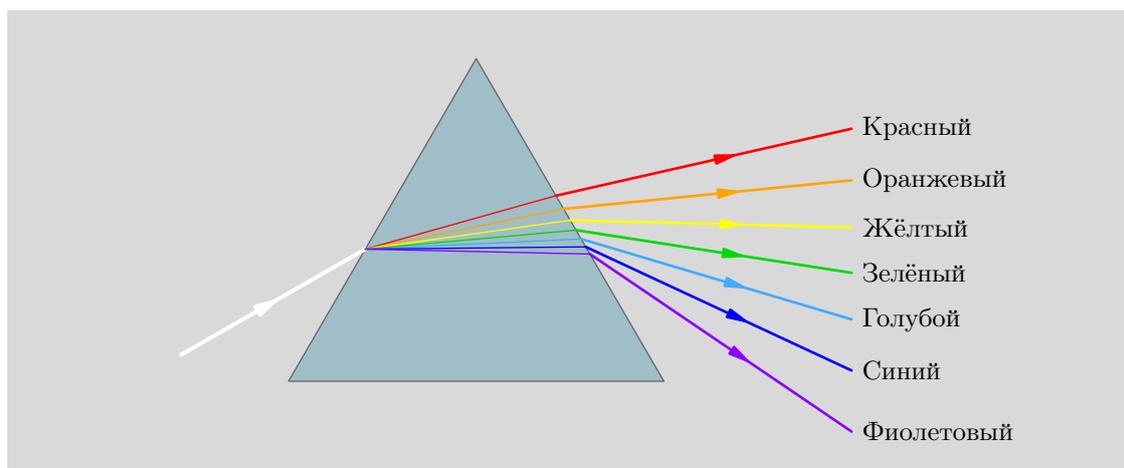


Рис. 1. Разложение белого света в спектр

На экране за призмой появлялся *спектр* — радужная полоса. Один край спектра оказался красным, другой — фиолетовым, а цвета внутри спектра непрерывно переходили друг в друга.

Выделяя луч какого-либо цвета (например, красного или синего) и запуская его в другую призму, мы уже не увидим изменения цвета преломлённого луча. Стало быть, компоненты радуги являются простейшими цветами, не разложимыми далее. Их можно собрать обратно с помощью второй призмы, и тогда снова получится белый свет. Следовательно, белый свет является смесью световых пучков различных цветов, непрерывно заполняющих диапазон видимого света от красного до фиолетового.

Мы видим, таким образом, что стеклянная призма является простейшим *спектральным прибором* — она позволяет исследовать спектральный состав белого света. С действием более сложного спектрального прибора — дифракционной решётки — мы познакомились в предыдущем листке.

Как показывает опыт Ньютона, слабее всего преломляется красный свет, а сильнее всего — фиолетовый. В видимом диапазоне красный свет имеет наименьшую частоту, а фиолетовый — наибольшую. Чем скорее показатель преломления становится всё больше по мере движения от красного конца спектра к фиолетовому, мы делаем вывод, что *показатель преломления стекла увеличивается с возрастанием частоты света*.

Но показатель преломления есть отношение скорости света в воздухе к скорости света в среде: $n = c/v$. Значит, *чем больше частота света, тем с меньшей скоростью свет распространяется в стекле*. Наибольшую скорость внутри стеклянной призмы имеет красный свет, наименьшую — фиолетовый.

Различие в скоростях света для разных частот проявляется только при наличии среды. В вакууме скорость распространения электромагнитных волн не зависит от частоты и равна c .

Открытая и исследованная Ньютоном, дисперсия света больше двухсот лет ждала своего объяснения — нужны были соответствующие сведения о строении вещества. Классическая теория дисперсии была предложена Лоренцем лишь в конце XIX века. Более точная квантовая теория дисперсии появилась в первой половине прошлого столетия.

Хроматическая aberrация

Предположим, что на собирающую линзу параллельно главной оптической оси падает пучок белого света. Преломляясь в линзе, он, казалось бы, должен собраться в её фокусе. Однако вследствие дисперсии возникает *хроматическая aberrация* — некоторая расфокусировка пучка, вызванная различной преломляемостью разных компонент белого света.

Явление хроматической aberrации показано на рис. 2.

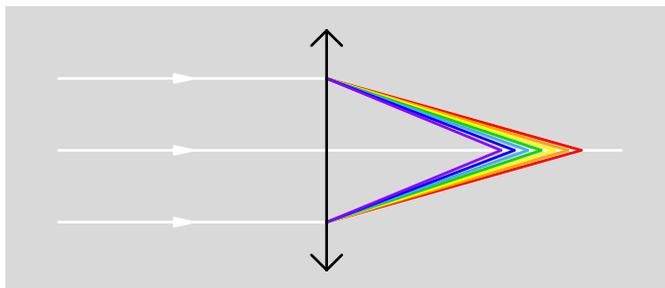


Рис. 2. Хроматическая aberrация

Показатель преломления материала линзы принимает наименьшее значение для красного света, и потому красный свет преломляется слабее всего. Красные лучи собираются на главной оптической оси в наиболее удалённой от линзы точке. Жёлтые лучи собираются ближе к линзе, зелёные — ещё ближе, и, наконец, в ближайшей к линзе точке сойдутся фиолетовые лучи.

Хроматическая aberrация ухудшает качество изображений — снижает чёткость, даёт лишние цветные полосы. Но с хроматической aberrацией можно бороться. Для этого в оптической технике применяют так называемые ахроматические линзы, получаемые накладыванием на собирающую линзу дополнительной рассеивающей линзы. Догадайтесь — зачем нужна рассеивающая линза?