

Вы уже знаете, что абсолютный показатель преломления среды определяется её свойствами.

Являются ли свойства среды единственным фактором, определяющим показатель преломления, или существуют какие-либо другие причины, от которых он зависит?

Для ответа на этот вопрос проделаем опыт, изображённый на рисунке 145 (все изображённые на рисунке предметы размещены на классной доске с металлической основой и удерживаются на ней благодаря имеющимся на них магнитам). Разместим около объектива осветителя O диафрагму D с горизонтальной щелью (расположенной перпендикулярно плоскости

чертежа) и синий светофильтр Φ (т. е. синее стекло). При этом на экране (роль которого выполняет укрепленная на доске и немного отогнутая бумажная полоска) на уровне световых лучей получится изображение щели синего цвета (на рисунке 145, а его положение обозначено символом C_1).

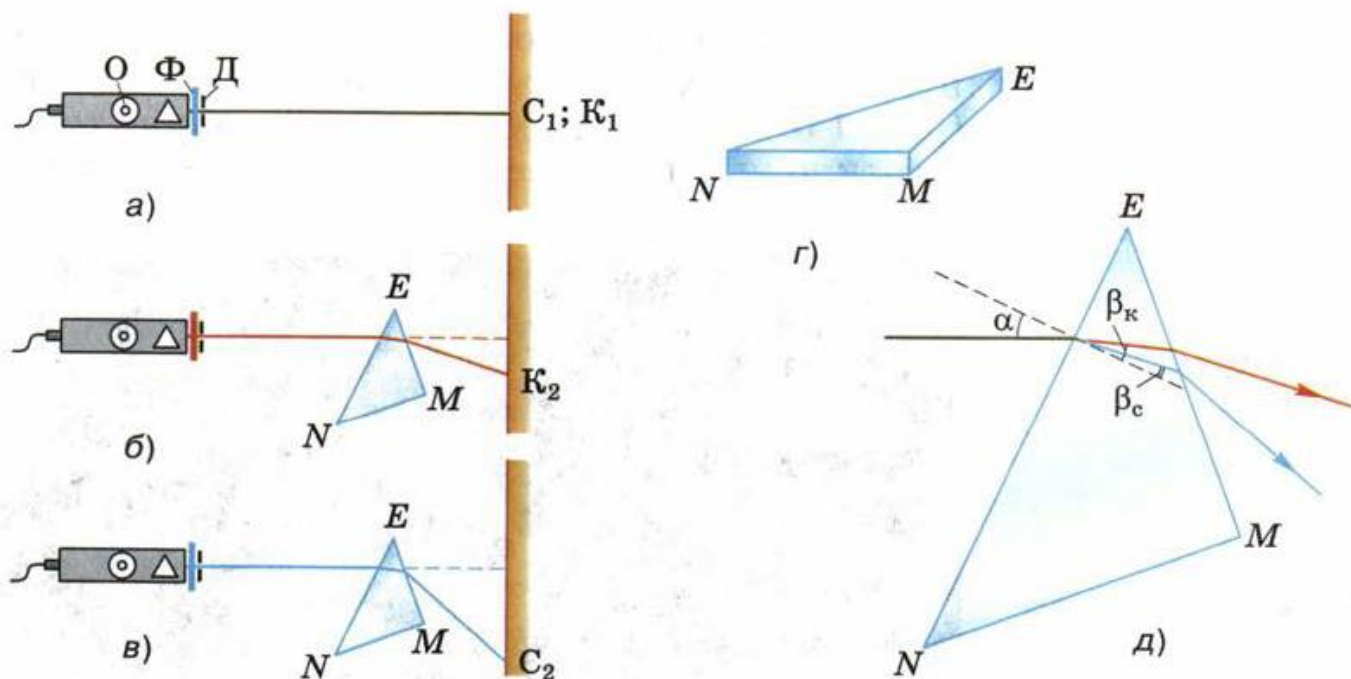
Заменим синий фильтр на красный — и на том же месте вместо синего изображения щели увидим красное K_1 .

Теперь на пути красного светового пучка поставим треугольную стеклянную призму NEM (рис. 145, б; объёмное изображение призмы — на рис. 145, г). Проходя через призму, луч отклоняется в сторону более широкой её части NM , в результате чего изображение щели смещается вниз в положение K_2 .

Проделаем тот же опыт, предварительно заменив красный светофильтр на синий (рис. 145, в). Мы обнаружим, что изображение щели, полученное в синих лучах, прошедших через призму, окажется в положении C_2 , т. е. сместится в том же направлении, что и красное, но на большее расстояние.

Проведённый опыт свидетельствует о том, что лучи синего цвета, имеющие бо́льшую час-

Рис. 145. Наблюдение дисперсии света при преломлении в призме световых лучей разной частоты



тоту, чем красные, преломились сильнее красных. Это означает, что *абсолютный показатель преломления стекла, из которого изготовлена призма, зависит не только от свойств стекла, но и от частоты (от цвета) проходящего через него света.*

Из рисунка 145, *д* видно, что уже на грани *NE* призмы при одном и том же угле падения α синий луч преломился сильнее красного:

$\beta_c < \beta_k$, значит, $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta_c} > \frac{\sin \alpha}{\sin \beta_k}$, т. е. $n_c > n_k$. Со-

ответственно для синих лучей больше и оптическая плотность стекла, но скорость их распространения в стекле меньше скорости красных, поскольку скорость обратно пропорциональна показателю преломления:

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

Зависимость показателя преломления вещества и скорости света в нём от частоты световой волны называется дисперсией света.

Слово «дисперсия» происходит от латинского *dispersio* и означает «рассеяние, развеивание».

Теперь, убрав с осветителя фильтр, пропустим через призму пучок белого света (рис. 146). Мы увидим, что этот пучок не только отклонился к более широкой части призмы,

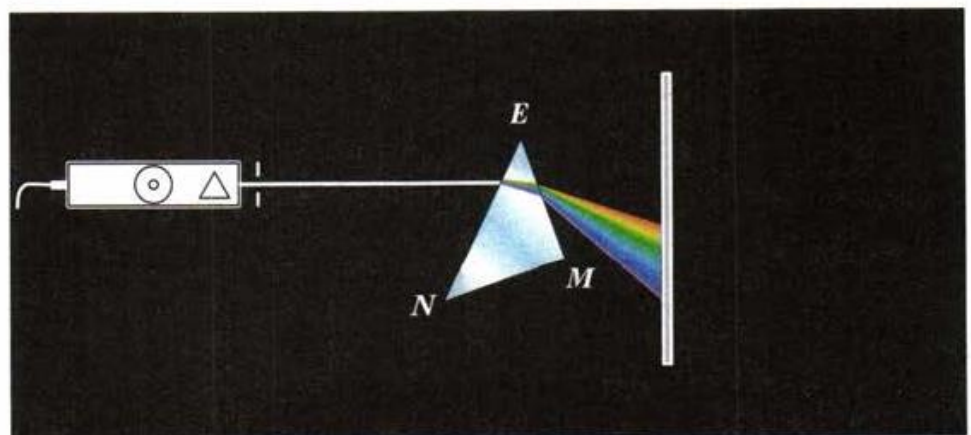
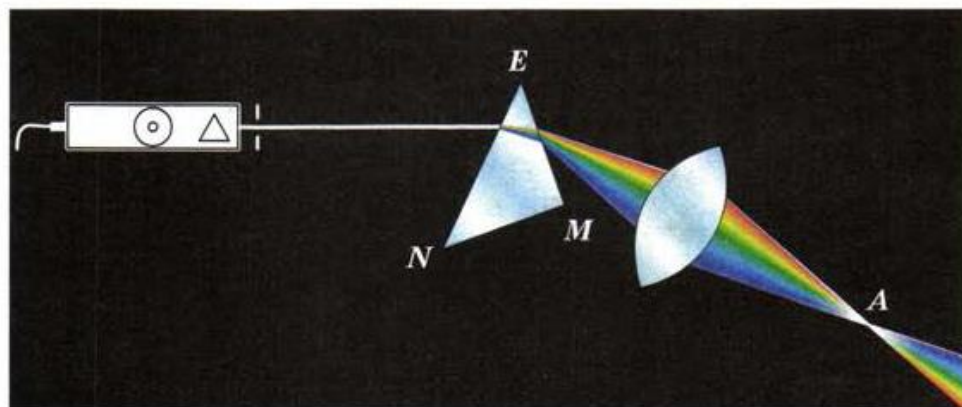


Рис. 146. Разложение пучка белого света в спектр

Рис. 147. Сложение спектральных цветов с помощью линзы



но и разложился в *спектр*¹, в котором семь цветов — красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий и фиолетовый (как в радуге) — плавно переходят друг в друга.

Это наводит на мысль, что белый свет является сложным, состоящим из световых волн разных цветов (и соответственно разных частот).

Синий и красный лучи, выделенные в предыдущем опыте из белого света с помощью фильтров, при прохождении через призму не разлагались в спектр. Это говорит о том, что цветные лучи являются *простыми*, или, как их ещё называют, *монохроматическими* (от греческих слов *monos* — один, единственный и *chromatikos* — цветной, окрашенный). Свет каждого цвета представлен волнами настолько узкого интервала частот, что обычно его характеризуют одной определённой частотой.

Чтобы удостовериться, что призма не окрашивает, а именно разлагает белый свет, поставим на пути вышедшего из призмы и разложившегося в спектр пучка собирающую линзу (рис. 147). Мы увидим, что после преломления в линзе разноцветные лучи, пересекаясь в точке A, «складываются», приобретая белый цвет.

¹ В данном случае под спектром понимается совокупность частот или длин волн, содержащихся в излучении какого-либо вещества. (В общем случае в физике *спектр* — это совокупность всех значений какой-либо физической величины, характеризующей систему или процесс.)

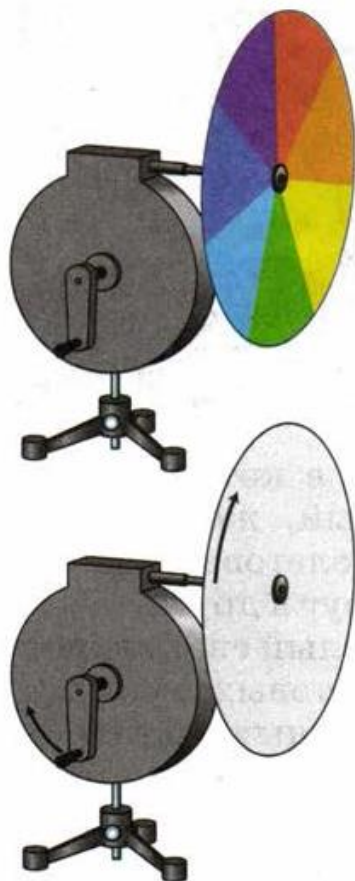


Рис. 148. Опыт по сложению спектральных цветов

Сложить спектральные цвета и получить белый цвет можно и на более простом опыте. Возьмём картонный диск с изображёнными на нём разноцветными секторами и укрепим его на валу центробежной машины (рис. 148). При быстром вращении диска создаётся впечатление, что он белый.

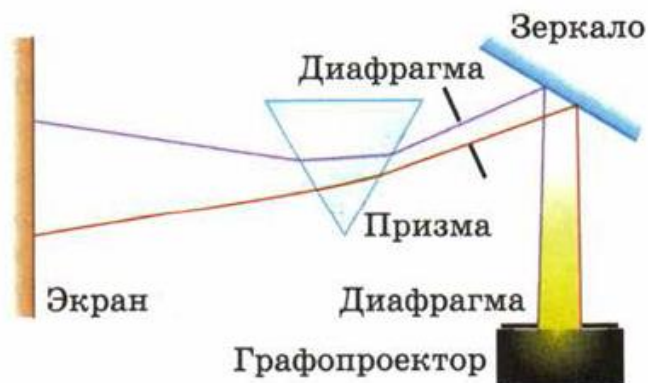
Зададимся вопросом, почему окружающие нас тела, освещённые одним и тем же солнечным светом, имеют разные цвета. В чём заключается физическая причина такого различия?

Чтобы выяснить это, сделаем опыт. С помощью установки, изображённой на рисунке 149, получим на белом экране (или на укрепленном на доске листе белой бумаги) спектр, изображённый на рисунке 150, а. Закроем правую часть спектра широкой бумажной полоской, например зелёного цвета. Мы увидим, что цвет полоски остаётся ярко-зелёным и не меняет оттенка только в той области, где на неё падают зелёные лучи. А при освещении лучами других цветов она либо меняет оттенок (в жёлтой части спектра), либо выглядит тёмной (рис. 150, б).

Значит, покрывающая полоску краска обладает способностью отражать только зелёный свет и поглощать свет всех остальных цветов.

Мы повторили с вами опыты, которые проделал И. Ньютон в 1666 г. Он пропускал через призму узкий пучок солнечного света, проходящего через маленькое отверстие в ставне.

Рис. 149. Установка для получения сплошного спектра и объяснения того, почему окружающие нас тела, освещённые солнечным светом, имеют разные цвета



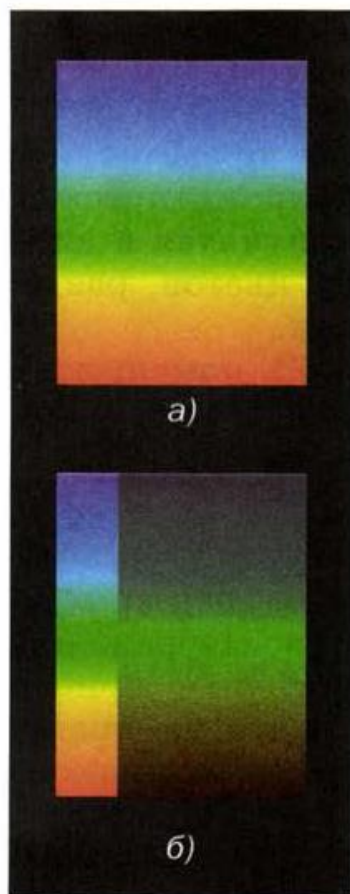


Рис. 150. Сплошной (непрерывный) спектр

В настоящее время для получения чётких и ярких спектров используют специальные оптические приборы.

На рисунке 151 показано устройство и внешний вид одного из таких приборов — двухтрубного спектроскопа.

Рассмотрим принцип действия спектроскопа. В трубе К (рис. 151, а), называемой *коллиматором*, имеется узкая щель *S*. Через эту щель исследуемый свет входит в прибор и расширяющимся пучком падает на линзу L_1 . Поскольку щель *S* расположена в фокальной плоскости этой линзы, то свет выходит из линзы параллельным пучком, а затем падает на призму П.

Так как волны разных цветов (т. е. разных частот) отклоняются призмой на разные углы, то из призмы выходят параллельные пучки разного направления (на рисунке показаны крайние лучи только двух пучков — красного и фиолетового). Эти пучки, преломившись в линзе L_2 , образуют в её фокальной плоскости $\mathcal{E}\mathcal{E}_1$ изображения щели *S*. Причём изображения, соответствующие волнам разных частот, приходятся на разные места плоскости $\mathcal{E}\mathcal{E}_1$.



Рис. 151. Схема устройства и внешний вид двухтрубного спектроскопа

Если на щель падает белый свет, то все изображения щели сливаются в цветную полосу, в которой представлены все цвета.

Если же исследуемый свет представляет собой смесь нескольких монохроматических (простых) цветов, то спектр получится в виде узких линий соответствующих цветов, разделённых тёмными промежутками.

В спектрографе в плоскости ЭЭ₁ помещается фотопластинка, на которой получается фотография спектра. Фотография спектра называется *спектрограммой*.

Если же в плоскость ЭЭ₁ поместить матовое стекло, то образующийся на нём спектр можно наблюдать глазом, увеличив изображение с помощью линзы. В этом случае прибор называется *спектроскопом*. Внешне спектрограф и спектроскоп выглядят одинаково (рис. 151, б).

На рисунке 152 показан однотрубный спектроскоп (внешний вид — рис. а; устройство — рис. б и в). В школе его обычно используют при выполнении лабораторных работ по оптике. В том, как он действует, вы разберётесь самостоятельно при выполнении задания 3 из упражнения 45.

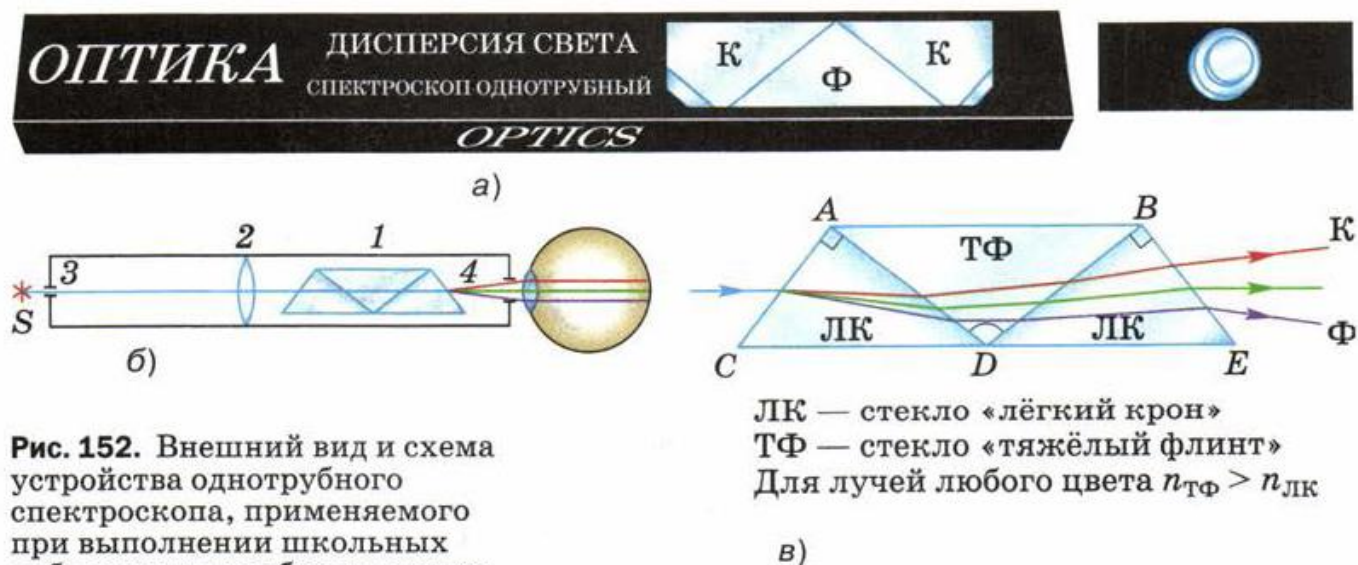


Рис. 152. Внешний вид и схема устройства однотрубного спектроскопа, применяемого при выполнении школьных лабораторных работ по оптике

Спектроскоп был сконструирован в 1815 г. немецким физиком **Йозефом Фраунгофером**. Этот прибор был необходим учёному для исследования явления дисперсии, которым он занимался в то время.

Вопросы

1. Что называется дисперсией света?
2. Расскажите об опыте по преломлению белого света в призме. (Ход опыта, результаты, вывод.)
3. Расскажите об опыте, изображённом на рисунке 152.
4. В чём заключается физическая причина различия цветов окружающих нас тел?
5. Используя рисунок 151, расскажите об устройстве спектрографа.
6. Что такое спектрограмма?
7. Чем спектрограф отличается от спектроскопа?



УПРАЖНЕНИЕ 45

1. На столе в тёмной комнате лежат два листа бумаги — белый и чёрный. В центре каждого листа наклеен оранжевый круг. Что вы увидите, осветив эти листы белым светом; оранжевым светом такого же оттенка, как и круг?
2. Напишите на белом листе бумаги первые буквы названий всех цветов спектра фломастерами соответствующих цветов: К — красным, О — оранжевым, Ж — жёлтым и т. д. Рассмотрите буквы через трёхсантиметровый слой ярко окрашенной прозрачной жидкости, налитой в тонкостенный стакан. Запишите результаты наблюдений и объясните их.
Указание: в качестве указанной жидкости можно использовать, например, малиновый или лимонный сироп, различные соки и т. п.
3. Рассмотрите рисунок 152, *в* и объясните, почему при входе в призму ADB лучи отклоняются в сторону более широкой её части (угол преломления меньше угла падения), а при входе в призму DBE — в сторону более узкой её части (угол преломления больше угла падения).