

УДК: 535.44 + 551.9

DOI 10.33514/1694-7851-2023-2-481-485

Лактионов В.В.

окутуучу

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети

Бишкек ш.

vadimlaktionovv@gmail.com

Мокешов Ж.К.

ага окутуучу

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети

Бишкек ш.

АСМАН ЖААСЫ – ЖАРЫКТЫН ТАБИЯТЫН ТҮШҮНДҮРМӨСҮ

Аннотация. Макалада атмосфера байкалуучу оптикалык кубулуш – асман жаасы, анын пайда болушу, жаратылышы физиканын закондорунун негизинде түшүндүрүлгө жана ал жөнүндө ээ болгон билимдерди түс түшүнүүчүн түшүндүрүчөгө жардам бере түргандыгы да маалымдалган. Рене Декарт, Исаак Ньютон сыяктуу окумуштуулардын иштериндеги чечим жана өздөрүнүн көз караштарын, кубулуштарын талкуулашкан. Бир караганда дисперсиялык спектр менен дифракциялык спектр окшош көрүнгөнү менен, бирок айырмасы бар деп айтылат.

Негизги сөздөр: асман жаасы, атмосфера, Декарт, Ньютон, түс, закон, оптика, дифракция, дисперсия, дифракциялык жана дисперсиялык спектрлер.

Лактионов В.В.

преподаватель

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

г. Бишкек

vadimlaktionovv@gmail.com

Мокешов Ж.К.

старший преподаватель

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

РАДУГА – КАК ОБЪЯСНЕНИЕ ПРИРОДЫ ЦВЕТА

Аннотация. В статье рассматривается радуга – оптическое явление, наблюдаемое в атмосфере Земли, объясняются с физической точки зрения причины ее появления и как знания о ней помогают понимать, что такое цвет. Обсуждаются работы ученых, таких как Рене Декарт и Исаак Ньютон, которые изучали это явление, и к каким выводам они пришли в своих наблюдениях. Рассказывается о том, чем отличается дисперсионный спектр от дифракционного спектра, хоть и на глаз они выглядят одинаково.

Ключевые слова: радуга, Декарт, дисперсия света, спектр, Ньютон, цвет, оптика, дифракция света, дифракционный спектр, дисперсионный спектр.

Laktionov V.V.

Lecturer

Kyrgyz State University named after I. Arabaeva

Bishkek c.

vadimlaktionovv@gmail.com

Mokeshov J.K.

Senior Lecturer

Kyrgyz State University named after I. Arabaeva

RAINBOW – AS EXPLANATION OF THE NATURE OF COLOR

Abstract. The article discusses the rainbow - an optical phenomenon observed in the Earth's atmosphere, explains from a physical point of view the reasons for its appearance and how knowledge about it helps to understand what color is. The works of scientists such as Rene Descartes and Isaac Newton who studied this phenomenon and what conclusions they came to in their observations are discussed. It tells about how the dispersion spectrum differs from the diffraction spectrum, although they look the same to the eye.

Keywords: rainbow, Descartes, dispersion of light, range, Newton, color, optics, light diffraction, diffraction spectrum, dispersion spectrum.

Радуга – это такое оптическое явление, которое может видеть каждый человек, но не каждый может объяснить, как оно происходит. Что-то можно сказать исходя из своих личных наблюдений. Например, она появляется после дождя, когда солнце пробивается сквозь дождливые тучи, или что она состоит из нескольких цветов. Но из каких? Ведь четких границ между ними нет. Ученые древней Греции, такие как Аристотель, перечисляли только три цвета – красный, зеленый и фиолетовый. У Ньютона количество цветов радуги постоянно менялось – то пять, то десять, в итоге он остановился на семи. И именно благодаря Ньютону радуга семицветная (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый). Хотя сейчас известно, что радуга состоит из всех возможных цветов.

Одной из первых теорий, объясняющих возникновение радуги, предложенной в 1637 году Рене Декартом, состояла в том, что радуга образуется вследствие преломления солнечного света в каплях воды, которые остаются в воздухе после дождя (рис. 1). Используя формулы преломления и отражения света, Декарт математически доказал свою теорию и даже нашел углы, на которых радуга будет более заметна:

«Я еще не знал, почему цвета появляются лишь под известными углами, пока не взял перо и не вычислил подробно хода всех лучей, которые падают на различные точки водяной капли, чтобы узнать, под какими углами они могут попасть в наш глаз после двух преломлений и одного или двух отражений. Тогда я нашел, что после одного отражения и двух преломлений гораздо больше лучей, которые могут быть видны под углом от 41° до 42° (по отношению к солнечному лучу), чем таких, которые видны под каким-либо меньшим углом, и нет ни одного, который был бы виден под большим» [1 с. 69].

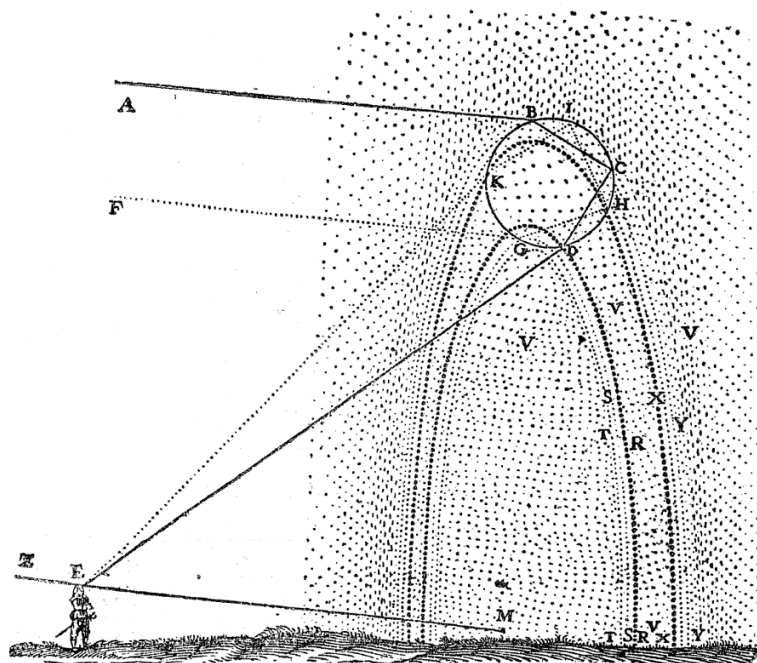


Рис. 1. Объяснение радуги Декартом.

Теория Декарта была хорошо построена, но в ней был существенный недостаток, ни его теория, ни сам Декарт в нейшем, ни те ученые, которые развивали и дополняли эту теорию не могли объяснить вание в радуге нескольких тов. И это оставалось нерешенной задачей в последующие тридцать лет до тех пор, пока не вышел знаменитый труд Исаака Ньютона «Лекции об оптике».

Приведем опыт Ньютона (рис. 2).

В закрытом от любых источников света помещении, кроме небольшого отверстия в окне откуда пробивался небольшой пучок света, Ньютон установил стеклянную призму, на которую и падал этот пучок. И так получалось, что, когда свет проходил через призму на экране, стоявшем чуть поодаль, был виден уже не белый цвет, а все цвета, которые входят в радугу. Эти цветные полосы Ньютон назвал спектром (с латинского языка «*spectrum*» переводится как *видение*). И когда с помощью второй призмы Ньютон собрал все лучи вместе – снова появился белый цвет.

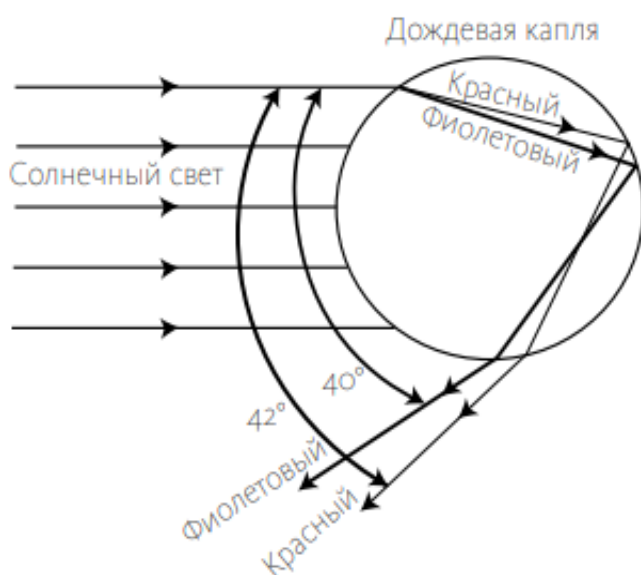


Рис. 2. Разложение белого света в стеклянной призме.

Опыт Ньютона стал неопровержимым доказательством того, что белый цвет получается при слиянии всех остальных. Хотя для нас сейчас это логично, но ученые современники Ньютона думали, что цвет появляется в самой призме, что это свойство призмы.

Интересным в опыте Ньютона еще было то, что, когда он проделывал маленькие отверстия в экране, на котором отображались цветные полосы и тот цветной луч, проходивший через это отверстие, попадая и проходя через другую призму, оставался таким же каким и был. Отсюда можно сделать вывод, что лучи состоящие, например, только из красного цвета, являются монохроматическими.

То явление, которое наблюдал Ньютон, называется дисперсией света. Дисперсия света – зависимость показателя преломления среды от длины волны света. Следовательно, одна и та же среда по-разному преломляет световые лучи различной длины волны. Каждый отдельный свет какого-нибудь цвета представляет собой электромагнитную волну, и у каждой волны своя уникальная длина волны. Следовательно, скорость распространения у разных длин волн будет тоже разной. В стеклянной призме Ньютона скорость распространения фиолетового света ниже, чем у красного. Значит, по закону преломления света, который гласит, что отношение синусов углов падения и преломления



будет равняться отношению скоростей этой волны в данных средах (в нашем случае это воздух и стекло), можно сделать вывод: волна фиолетового света будет преломляться под большим углом чем, волна красного света, а если вспомнить, что между красным и фиолетовым есть еще цвета, которые тоже будут преломляться под своим углом, на выходе из призмы мы получим тот же спектр цветов который получил и Ньютон в своем опыте.

Рис. 3. Преломление света в дождевой капле

Солнечные лучи (рис. 3), попадая в каплю преломляются, отражаются и снова преломляются, и получается так, что они направлены почти в обратную сторону, а разные цвета мы видим из-за разности угла преломления разных световых волн. Причем как установил Декарт угол не может быть больше 42 градусов. Угол, когда красный световой луч покидает каплю, может быть, в диапазоне от 0° до 42° и у каждого цвета свой максимальный угол, у фиолетового, к примеру, угол максимального преломления равен 40° [3. с. 116].

Форма радуги зависит от формы капель воды ее образующих. Капли воды на самом деле имеют определенную форму – сферическую. Проходя через каплю и преломляясь в ней, пучок белых солнечных лучей преобразуется в серию цветных воронок, вставленных одна в другую, обращенных к наблюдателю. Наружная воронка красная, в нее вставлена оранжевая, желтая, далее идет зеленая и т. д., заканчивая внутренней фиолетовой. Таким образом, каждая отдельная капля образует целую радугу. Но радугу, образованную из одной капли, мы скорее всего не увидим, поэтому та радуга, наблюдаемая нами в атмосфере, образована большим количеством капель. Мы не видим весь спектр капель, которые от них идут. Так как глаза человека являются общей точкой куда сходятся все лучи, получается, что все красные лучи, вышедшие из капель, попадают к нам в глаза, только если у них один и тот же угол, соответственно образуется красная дуга. Такие дуги образуют и другие цвета и мы видим радугу в форме полукруга. Пролетая на самолете, мы могли бы видеть весь радужный круг.

У большинства наблюдаемых радуг цветовая палитра отличается. И все эти отличия происходят из-за разных размеров капель воды. Дифракция света на каплях воды в воздухе после дождя влияет на степень яркости и сам факт присутствия цвета в радуге. К примеру, при диаметре капли в 1–2 мм ярко выражены такие цвета как фиолетовый и зеленый, и отлично видна красная внешняя дуга. При более меньшем диаметре порядка 0,5 мм красный цвет тускнеет и ослабевает, а при 0,2 мм красный цвет практически полностью исчезает. При диаметре меньшим 0,1–0,08 мм в радуге ярким остается только фиолетовый цвет, а сама вся радуга становится шире и бледнеет. Если диаметр капель будет еще меньше, примерно 0,05 мм, можно увидеть белую радугу [2. с. 130]. Обычно капли с таким маленьким диаметром бывают в тумане, поэтому другое название такой радуги – туманная.

Разобрав что такое радуга, мы поняли, что белый свет состоит из волн различной длины и познакомились с таким понятием как дисперсия света.

Интересно то, что в атмосфере встречается радужный спектр, который не образуется как радуга на небе. Речь будет идти о дисперсионном и дифракционном спектрах.

Спектры



Дисперсионный спектр



Дифракционный спектр

Рис. 4. Сравнение дифракционного и дисперсионного спектров.

Дисперсионный спектр образуется, когда луч белого света преломляется в другой среде (как в тех примерах, которые обсуждались ранее). Дифракционный спектр образуется не так, он появляется, например, когда белый свет проходит через очень маленькие отверстия в дифракционной решетке. После прохождения света через решетку там, где будут точки максимума, то есть там, где на экране мы увидим свет, он разложится на спектр, везде, кроме центрального максимума. Но способ появления – это не все отличия между этими спектрами. Оба этих спектра растягиваются. В дисперсионном спектре цвета растягиваются в сторону волн короткой длины, таких как фиолетовые. В дифракционном – лучи растянуты в сторону длинноволновых, то есть в сторону красной волны. Также дисперсионный спектр растягивается более равномерно чем дифракционный, каждый последующий световой луч после красного больше предыдущего.

В дальнейшем, учащимся после ознакомления с радугой, будет проще понимать и другие оптические явления.

Таким образом, мы видим разные цвета от разных тел, при условии, что на них попадает свет от солнца или от лампы. Но мы знаем, что свет солнечный – белый. Так откуда другие цвета? Возьмем пример с зеленым листочком какого-нибудь растения. Биологи бы сказали, что лист зеленый из-за наличия в нем хлоропластов. Однако нам такой ответ не подходит. Так древние философы как Платон или Пифагор, считали, что из глаз исходят лучи, которые ощупывают предметы, как сканер и создают видимость окружающего мира. Эта теория разбивается о то, что, если не будет какого-нибудь источника света, мы не увидим все картины мира. Сейчас очевидно, что мы видим цвета благодаря внешним факторам. Вернемся к примеру с листком, на который падает солнечный свет. Как мы уже поняли, белый цвет состоит из множества других. Так вот, зеленый цвет мы видим потому, что только он и отражается от поверхности листочка, в то время как другие цвета этим листочком поглощаются. С другими цветами происходит тоже самое. Красный цвет у яблока мы видим только потому, что до наших глаз доходит волна именно этого цвета. Мы видим объект белым тогда, когда от поверхности тела отражаются все падающие лучи, ну а черный цвет появляется, когда тело поглощает весь спектр цветов, падающих на него. Белый цвет из других можно получить и самостоятельно. Можно просто взять волчок и раскрасить его верхнюю часть в цвета радуги, а потом раскрутить. Все семь цветов сольются в один, который мы и увидим - белый.

Образование радуги – очень красивое и интересное явление природы знания о котором могут дать ответы сразу на несколько вопросов. Все, о чем рассматривалось в этой статье возможно не так просто для понимания учащихся школ. Но природу цвета можно легко понимать в дальнейшем уже в старших классах при изучении квантовой физики.

Список использованной литературы:

1. Голин Г.М., Филонович С.Р. Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.): Справ. пособие. – М.: Высш. шк., 1989. – 576 с.: ил. ISBN 5-06-000058-3
2. Булат В.Л. Оптические явления в природе. – М.: Просвещение, 1977.
3. Резван Н.С. Оптические явления в атмосфере. – М.: 2007. – 48 с.
4. Тарасов Л.В. Физика в природе. Книга для учащихся – М.: Просвещение, 1988.
5. Уолтер Левин, Уоррен Гольдштейн. Глазами физика. От края радуги к границе времени – Манн, Иванов и Фербер, 2017.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Токонбекова К.Ч.