

## ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ЦВЕТА И ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ

*К.К. Гаспарян<sup>1)</sup>, Н.Л. Гуржи<sup>2)</sup>*

1) студентка Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, [karinagasparyan7@mail.ru](mailto:karinagasparyan7@mail.ru)

2) к.т.н., ст. преподаватель Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, [a\\_natali@bk.ru](mailto:a_natali@bk.ru)

**Аннотация:** Рассмотрены элементарные представления о природе и свойствах цвета. Представлено объяснение явлению интерференции в тонких пленках. Разобраны цветные составляющие света. Проанализированы результаты экспериментов многих ученых, занимающихся исследованиями в этой сфере.

**Ключевые слова:** цвет, свет, интерференция, электромагнитная волна, спектр, излучение.

## THE PHYSICAL NATURE OF COLOR AND INTERFERENCE IN THIN FILMS

*K. K. Gasparyan<sup>1)</sup>, N.L. Gurzhi<sup>2)</sup>*

1) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, [karinagasparyan7@mail.ru](mailto:karinagasparyan7@mail.ru)

2) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, [a\\_natali@bk.ru](mailto:a_natali@bk.ru)

**Abstract:** Elementary ideas about the nature and properties of color are considered. An explanation of the phenomenon of interference in thin films is presented. The color components of light are analyzed. The results of experiments of many scientists engaged in research in this field are analyzed.

**Keywords:** color, light, interference, electromagnetic wave, spectrum, radiation.

Мир, в котором мы живём, полон красок. Однако цветовые качества этого мира проявляются только при свете. Естественный свет, т.е. солнечный, воспринимается нами как белый. Белый свет, в свою очередь, не представляет элементарного цвета – это смесь многих цветов. Впервые эту задачу

исследовал и решил английский физик Исаак Ньютон во второй половине XVII века, поставив три его основных эксперимента.

В первом эксперименте пучок солнечного света, прошедший через небольшую щель в шторе, Ньютон пропустил сквозь призму. На стене, выполнявшей в этом опыте роль экрана, он увидел многоцветную полосу, являющуюся спектром белого света. Цвета в этом спектре были идентичны цветам радуги, они следовали друг за другом в той же последовательности. На физическом языке такой эксперимент называется спектральным разложением белого света.

Во втором эксперименте Ньютон с помощью узкого отверстия в экране «изъял» из пучка, прошедшего сквозь призму, луч одного цвета и пропустил его через другую призму. Этот луч дальнейшему спектральному разложению не подвергался. Такой эксперимент Ньютон провел для лучей различного цвета и во всех случаях получил такой же результат. Отсюда он сделал вывод, что одноцветные лучи являются элементарными составляющими белого света. Этот вывод он подтвердил непосредственно в третьем опыте, в котором добился синтеза белого света в результате смешения цветных лучей, полученных при разложении видимого солнечного излучения.

В отличие от линейной физической шкалы замкнутая форма круга отражает субъективное сходство цветов спектра. На рис.1 изображен цветовой круг Ньютона.



Рис.1 Цветовой круг Ньютона.

Цвета, получаемые этим способом, называют простыми или спектральными цветами. Цвета, которые мы можем наблюдать каждый день, являются составными. В качестве примера будет служить простая детская игра, которая состоит в разглядывании мира сквозь цветные стеклышки. Если бы мы дополнили эксперимент Ньютона, поместив на пути света, падающего на призму, цветное стекло, например оранжевое, то в спектре на экране обнаружили бы отсутствие голубой составляющей.

Другими словами, оранжевый цвет, видимый через оранжевое стекло, есть цвет, составленный из всех цветов радуги, за исключением голубого. Практически любой свет, какого бы цвета он ни был, мы можем подвергнуть такому же анализу, какой проделал Исаак Ньютон. И в каждом случае мы убедились бы, что это белый свет, из которого изъята часть составляющих.

Далее мы будем иметь дело только с элементарными или, другими словами, спектральными цветами. Какая физическая характеристика отличают цвета друг от друга? Для ответа на это вопрос рассмотрим понятие, что такое свет?

Первую концепцию выдвинул английский физик Роберт Гук, который считал, что свет – это род волновых импульсов. Примерно таких же взглядов, но в несколько модифицированной форме придерживался голландский физик Христиан Гюйгенс, который, в свою очередь, трактовал свет как волну.

Противоположную концепцию одновременно выдвинул уже упоминавшийся ранее Исаак Ньютон, который считал, что свет – это поток специфических частиц (корпускул).

Благодаря трудам английского исследователя, врача по образованию и физика по призванию, Томаса Юнга, а также французского инженера, оставившего свою профессию ради физики, – Огюстена Френеля начался кропотливый, но быстрый процесс создания волновой теории света. Ее основу составили хорошо продуманные эксперименты. Решающую роль в этом сыграли исследования и объяснение явления интерференции света. На рис.2 изображена схема получения интерференционной картины.

Это явление с классической точки зрения соответствует волновому движению и свидетельствует в пользу волновой природы света.

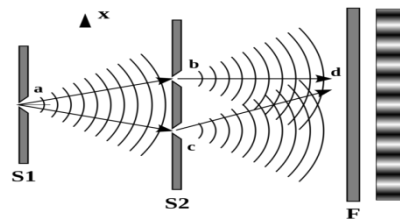


Рисунок 2 Схема получения интерференционной картины.

Таким образом, корпускулярная концепция Ньютона потерпела поражение. Победу одержала – как казалось, окончательно – волновая теория.

Оказалось, что обе они дополняют друг друга. К этим вопросам мы вернемся далее. Во всяком случае, с некоторыми оговорками мы можем говорить здесь о свете как о волнах.

Волны, но какие? На этот вопрос ответил английский физик Джеймс Клерк Максвелл, который во второй половине XIX в. разработал теорию электромагнитного поля. Из этой теории следовало то, что должны существовать неизвестные ещё в то время волны – электромагнитные.

Максвелл теоретически предсказал их свойства, среди которых следовало, прежде всего, выделить такие: волны должны распространяться с той же скоростью, что и свет; при отражении от поверхности раздела двух сред эти волны подчиняются таким же законам, что и свет, отражающийся от поверхности зеркала; при переходе из одной среды в другую эти волны ведут себя на границе сред так же, как свет в аналогичной ситуации.

На этой основе (и опираясь еще на два других фактов, о которых речь пойдет чуть позже) Максвелл пришел к выводу, что свет представляет собой частный случай электромагнитной волны, что он является членом обширной и многочисленной семьи электромагнитных волн.

Теоретический вывод Максвелла о существовании электромагнитных волн экспериментально подтвердил немецкий исследователь, инженер по образованию и физик по увлечению, Генрих Рудольф Герц примерно через 20 лет после того, как Максвелл опубликовал результаты своих исследований. За выводом Максвелла, что свет есть частный случай электромагнитных волн, последовали тщательные исследования, как самого света, так и других диапазонов электромагнитного излучения.

Итак, свет – это электромагнитная волна, принадлежащая к тому же семейству, что и радиоволны. Чем же в таком случае они различаются? Так как обе волны распространяются (в вакууме) с одинаковой скоростью (примерно 300 тыс. км/с), единственное различие между ними заключалось в длине волны или же в частоте колебаний.

Простейший пример волны – волна, распространяющаяся по поверхности воды. Под длиной волны физики понимают расстояние между двумя соседними «гребнями» или «впадинами», обозначается она обычно буквой  $\lambda$ . Единицей измерения длины волны в СИ служит метр (м). Определение частоты колебаний такой волны не представляет особой сложности. Для этого достаточно стать у моря и подсчитать, сколько раз в секунду поверхность воды поднимается вверх (или опускается вниз). Это число и будет частотой колебаний волнового движения.

Конечно, электромагнитную волну – распространяющиеся электрические и магнитные колебания – увидеть невозможно. Здесь мы имеем дело со связанными электрическим и магнитным полями, напряженность которых меняется ритмично, подобно тому, как волнуется водная поверхность.

Таким образом, можно точно определить различие между видимым светом и другими электромагнитными волнами, а также описать спектральные цвета. Если, обычная радиоволна имеет длину, лежащую в пределах от метров до километров, то видимый свет имеет длину волны намного более короткую: от 0,38 мкм до 0,78 мкм. Что касается спектра белого света, то он представляет собой разложение световых волн по возрастающим длинам. Фиолетовому цвету спектра отвечает нижний, а красному – верхний предел этого диапазона. Между ними расположены цвета радуги, которым соответствуют промежуточные значения длин волн.

На шкале значений длин волн за пределами видимого света размещаются другие виды электромагнитных волн. Выше 780 нм (красный свет) расположено инфракрасное излучение, за которым следуют радиоволны. Ниже 0,38 мкм (фиолетовый свет) располагаются

ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучения. Более короткие волны, чем гамма-излучение, пока неизвестны.

Видимый окрас предметов связан с толщиной поверхностной пленки и с показателем ее преломления вследствие интерференции отраженных лучей. Результат интерференции зависит от угла падения света на пленку, ее толщины и длины волны (рис. 3). Цвет образуется в результате усиления или ослабления отраженных или прошедших соответствующих длин волн в процессе интерференции.

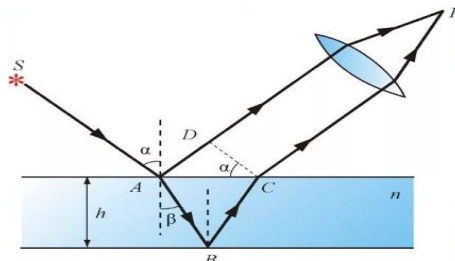


Рисунок 3 Интерференция в тонких пленках.

Интерференция при отражении от тонких пленок (рис.4) лежит в основе просветления оптики. Просветлением оптики называется нанесение на внешнюю поверхность линзы тонкой пленки с показателем преломления такой толщины, чтобы создать максимум отражения для фиолетовых и ультрафиолетовых волн. При прохождении света через преломляющую поверхность отражается около 4% от падающего светового потока.

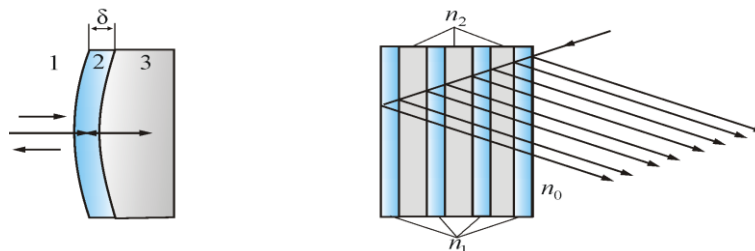


Рис.4 Просветление оптики

В заключение я приведу информацию о двух фактах, на которые опирался Максвелл, когда открывал электромагнитную природу света. Речь шла об ультрафиолетовом и инфракрасном излучениях, которые были известны в то время и основные свойства которых были уже изучены. Именно эти исследования двух видов излучения и указали на удивительное их сходство с видимым светом.

#### Список использованных источников:

1. <https://studfile.net/preview/2180165/page:36/>
2. Кл. Э. Суорц Необыкновенная физика обыкновенных явлений. Том 2./Книга Суорц Кл.Э. - М. Наука, 1987.-384с.
- 3.[https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KRAVCHENKONS/rabota/IK/Fizika32/Tab/lkO02\(1\).pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KRAVCHENKONS/rabota/IK/Fizika32/Tab/lkO02(1).pdf)
4. Трофимова Т.И. Курс физики, М.: Высшая школа, 1998, 478 с.