

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и
методико-информационных технологий

**«Расширение понятий о корпускулярно-волновом дуализме в школьном
курсе физики»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 461 группы
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»

профиль "Физика"

физического факультета

Никитина Сергея Александровича

Научный руководитель
к. физ.- мат. наук, доцент

 16.06.18

В.Б. Гаманюк

Заведующий кафедрой
д. физ.- мат. наук, профессор

 16.06.18

Б.Е. Железовский

Саратов, 2018 год

Введение

При изучение темы «Корпускулярно-волновой дуализм» в рамках школьного курса физики появляются определенные объективные трудности. В первую очередь, они обусловлены тем, что, живя в макром мире, сложно осмыслить законы микромира. Кроме того, корпускулярно-волновая концепция имеет и философскую составляющую, глубоко осознать которую школьник не в состоянии по причине еще не сформировавшегося мировоззрения. Поэтому попытки расширить представления о двойственности свойств материи при обучении в средней школе представляют определенный интерес.

Целью настоящей работы является составление учебно-методического пособия позволяющего получить школьнику дополнительные знания по теме «Корпускулярно-волновой дуализм». Это, главным образом, планируется сделать через экспериментальные исследования свойств света, реализация которых не требует сложного оборудования и возможна даже в домашних условиях. Тем самым мы как бы подчеркиваем, что выявление особенностей поведения света не требует выполнения каких-то особых условий.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие *задачи* дипломного исследования:

1. Ознакомится с научной и учебной литературой по выбранной теме.
2. На этой основе дать краткую историю развития взглядов на природу света
3. Ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к учебному эксперименту.
4. Предложить эксперименты, подтверждающие наличие у света корпускулярно-волновой двойственности.
5. Пояснить идею Луи де-Бройля о корпускулярно-волновом дуализме материи вообще.

Работа состоит из *введения, основной части, трех глав, заключения и списка использованных источников.*

Во *введении* обосновывается актуальность выбранной темы.

В *основной части* содержатся сведения из истории развития взглядов на природу света. Эта информация помогает понять, что концепция корпускулярно-волнового дуализма возникла не на голом месте. Обсуждается гипотеза де-Бройля и приводятся доводы, а также результаты экспериментальных исследований её подтверждающие. Приведены методические указания по проведению экспериментов учебного характера. В соответствии с ними предложены лабораторные работы, позволяющие убедиться в существовании у света двойственных начал. В *заключении* обсуждаются результаты проделанной работы и дается им оценка.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Первая глава «Обзор основных позиций корпускулярно-волнового дуализма в теории физики» включает в себя теоретические сведения об изменении взглядов науки на природу света. Вся информация предоставлена в хронологической последовательности. Первая глава содержит пять параграфов.

В первом из них – «Опыты Ньютона по дисперсии и интерференции света» рассмотрены опыты со стеклянными призмами. В этой работе Ньютон экспериментально установил, что лучи, отличные по цвету, по-разному преломляются стеклянной призмой. Опыт заключался в следующем. Кусок плотной бумаги с параллельными сторонами был разделен линией, перпендикулярной параллельным сторонам. Одна часть куска бумаги была ярко-красной, другая ярко-синей. Этот кусок бумаги рассматривался через толстую стеклянную призму с преломляющим углом в 60° . Если призма располагалась преломляющим углом вниз, то раскрашенная бумага через призму казалась поднятой, причем синяя часть казалась поднятой больше, чем красная. Если же призма располагалась преломляющим углом вверх, то части бумаги казались опущенными, и синий кусок казался смещенным вниз несколько больше, чем красный. Так, было показано, что свет, который

вызывает ощущение синего цвета, преломляется сильнее света, который вызывает ощущение красного цвета. Далее в работе говорилось, что в состав солнечного (белого) света входят лучи разных цветов - лучи, которые по-разному преломляются стеклянной призмой.

Во втором параграфе «Опыты Юнга» описаны опыты, из которых был сделан вывод, что свет является волновым процессом в заполнении Вселенной светонесущим эфиром. Ощущение цвета, по Т. Юнгу, зависят от различной частоты колебаний, возбуждаемых светом в сетчатке. Далее Т. Юнг объяснял цвета царапин на непрозрачных поверхностях и делал вывод о том, что эти цвета имеют то же происхождение, что и цвета тонких прозрачных пленок. При этом Т. Юнг подробно обсуждал опыты Ньютона, в ходе которых наблюдались радужные кольца. В работах «Лекция о природе света и цветов» и курса лекций «по натуральной философии и механическим ремеслам» Т. Юнг выдвинул идею о том, что, если свет волновой процесс, то для него должны наблюдаться те же симптомы, характерные для механических волн (например, для волн на воде и для звука). Юнгом был сделан очень важный вывод о том, что для наблюдения взаимного усиления или гашения световых волн (то есть для наблюдения явления интерференции) свет должен исходить из одного источника.

В третьем параграфе «Фотоэлектрический эффект» говорится о том, что при облучении отрицательного электрода искрового разрядника ультрафиолетовым светом, разряд происходит при меньшем напряжении. То есть ультрафиолет способствует проскакиванию искры. Этот факт положил начало экспериментальным работам, в которых была выяснена физическая сущность явления и установлены его основные количественные характеристики. Данное явление получило название внешнего фотоэффекта. При облучении отрицательно заряженной пластинки в цепи появлялся электрический ток (фототок). Именно так Столетов показал, что выпущенные под действием облучения заряды имеют отрицательный знак, и сила фототока растёт с увеличением освещенности.

Четвертый параграф «Гипотеза де Бройля» посвящен концепции корпускулярно-волнового дуализма. Корпускулярно-волновой дуализм (слово дуализм означает двойственность) – это физический принцип, утверждающий, что любой объект природы может вести себя и как частица, и как волна. С первым проявлением этого принципа мы столкнулись, когда говорили о двойственной, корпускулярно-волновой природе света. В явлениях интерференции и дифракции свет демонстрирует свою волновую природу. В явлении фотоэффекта свет выступает как дискретный поток частиц – фотонов. Идея об универсальной двойственности корпускулярных и волновых свойств всех объектов природы была впервые высказана Луи де Бройлем (в 1924 году) в качестве гипотезы о волновых свойствах частиц. Де Бройль, в сущности, постулировал тот факт, что каждой частице соответствует распространение некоторой волны. Частота и длина этой волны определяются энергией и импульсом частицы.

В пятом параграфе «Соотношение неопределённостей» говорится о том, что обнаружение корпускулярных свойств у электромагнитных волн и волновых свойств у частиц показало, что объекты микромира подчиняются необычным законам. Эти законы совершенно непривычны для нас, живущих в макромире.

Наше сознание выработало некоторые образы. Частицы и волны, вполне пригодные для описания объектов классической физики. Частица – это маленький, локализованный в пространстве сгусток вещества, волна – это распределённый (не локализованный) в пространстве колебательный процесс. Так, будучи частицей, электрон локализован в пространстве; но, будучи волной, локализован не в точке, а «размазан» по некоторой области. Координаты и скорость электрона не могут быть измерены одновременно сколь угодно точно.

Вторая глава «Прикладные аспекты введения лабораторного эксперимента в образовательный процесс по физике» включает в себя необходимые методические сведения и состоит из двух параграфов.

В первом параграфе «Постановка и проведение экспериментов как неотъемлемый элемент образовательного процесса по физике в школе» рассказывается обо всей значимости и необходимости проведения экспериментов.

Обучение учащихся методики эксперимента должно включать формирование следующих экспериментальных умений:

- 1) самостоятельное формулирование цели опыта;
- 2) формулировка и обоснование гипотезы, лежащая в основе эксперимента;
- 3) выявление условий, необходимых для постановки опыта;
- 4) проектирование эксперимента;
- 5) подбор необходимых приборов и материалов;
- 6) составление экспериментальной установки и создания необходимых условий для выполнения опыта;
- 7) осуществление измерений;
- 8) проведение наблюдений;
- 9) фиксирование (кодирование) результатов измерений и наблюдений;
- 10) математическая обработка результатов измерений;
- 11) анализ результатов и формулирование выводов.

Во втором параграфе «Методические основы организации и проведения эксперимента по физике» описываются требования, которые предъявляются к различным школьным экспериментам.

Физический эксперимент на современном этапе развития образования должно отвечать следующим требованиям:

- 1) Научная достоверность. Выбор такого варианта демонстрации опыта, в котором то, что наблюдают ученики, безошибочно объясняется изучаемым явлением;
- 2) Доступность демонстраций ученикам. Демонстрации должны быть доступны ученикам и органически связаны с учебным материалом того урока, на котором их демонстрируют;

3) Наглядность. Хорошая видимость демонстраций для всех учеников класса и убедительный показ главного в рассматриваемом явлении;

4) Требования техники безопасности.

Также во время выполнения физического эксперимента необходимо выяснить следующее:

- цели и задачи эксперимента;
- сформировать и обосновать гипотезу, которую можно положить в основу эксперимента;
- выяснить условия, которые необходимы для достижения поставленной цели эксперимента;
- при планировании эксперимента включить следующие вопросы: какие наблюдения следует провести, какие величины измерить, какие приборы будут использоваться, ход опытов и их выполнения, выбор формы эксперимента;
- выбор необходимого оборудования; составить установку; провести опыты;
- выполнить математическую обработку результатов измерений.

В третьей главе «Постановка школьных экспериментов» предложены исследования, способствующие расширить представления школьников на природу света. Всего было разработано три опыта:

- исследование внешнего фотоэффекта;
- наблюдение дифракции света и последующее определение его длины волны;
- повторение опыта Т. Юнга в домашних условиях (наблюдение интерференции света).

В этих экспериментах источниками света служили лазерные указки трех цветов – красного, зеленого и синего.

Исследование внешнего фотоэффекта проводилось с использованием низковольтного вакуумного фотоэлемента СЦВ-4 по стандартной схеме.

Сила фототока измерялась гальванометром типа М1032-М со световым указателем измеряемой величины. Оказалось, что в отличие от зеленого и синего цветов излучение красного цвета не вызывает фотоэффекта. При освещении фотоэлемента зеленым и синим светом фотоэффект проявлялся, причем сильнее на синем свете. Таким образом, наличие у света корпускулярных свойств было подтверждено экспериментально.

Два остальных опыта проводились с целью обнаружить у света волновые проявления.

Наблюдалась дифракция света красного и зеленого лазеров при прохождении через решетку с периодом $0,01$ мм. Эксперимент показал, что дифракционные максимумы зеленого света находятся ближе к центру по сравнению с красными (рисунки 1, 3). Данный факт согласуется с результатами, полученными из теории.



Рисунок 1 – Картина дифракции красного света



Рисунок 2 – Картина дифракции зеленого света

Для демонстрации интерференции света по схеме Т. Юнга был предварительно изготовлен непрозрачный экран с двумя щелями. Для этого использовалась фольга, в которой тонким острым лезвием делались две параллельные прорези, толщиной примерно 0,2 мм на расстоянии друг от друга около 0,5 мм. Чтобы области с малой интенсивностью засветки в получившемся распределении света были заметными, эксперимент проводился в затемненном помещении.

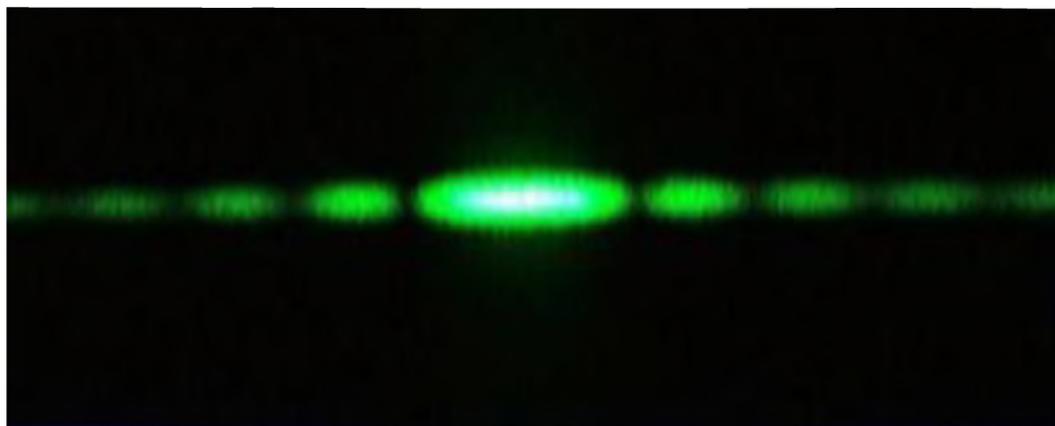


Рисунок 3 – Интерференционная картина для зеленого света

Опыты проводились при использовании всех имеющихся лазеров. Результат эксперимента для зеленого света дан на рисунке 3.

Было проведено обсуждение полученных сведений о природе света.

Закрепить приобретенные знания предложено с помощью составленных контрольных вопросов.

Заключение

Составлено учебно-методическое пособие, позволяющие как получить новые сведения по теме «корпускулярно-волновой дуализм» так и глубже осмыслить его философские начала. Эта цель достигается путем ознакомления школьников с основными этапами развития представлений о природе света, разъяснением понятным для их уровня знаний языком идеи де-Бройля и описанием лабораторных исследований, позволяющих убедиться в двойственности свойств света. Предлагаемые опыты могут быть реализованы на оборудовании школьного физического кабинета, а некоторые из них – даже в домашних условиях.

Сказанное позволяет считать дипломное задание выполненным.

Практическая значимость работы состоит в том, что представленные в ней материалы могут послужить основой для разработки уроков по теме «Двойственность свойств материи».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдрахманова, А.Х., Нефедьев Е.С. История лазера [Текст]/ А.Х. Абдрахманова. - М.: КДУ, 2011. - 128 с.
2. Аринштейн Э.А. Некоторые проблемы школьного курса физики / Э. А. Аринштейн. – М.: Физический факультет МГУ, 2000. – С. 13.
3. П.С. Тартаковский. Внешний фотоэффект/ П.С. Тартаковский– М.:Просвещение,2004

4. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики, В 3-х тт, Т.1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны, 7-ое издание, М., Лань, 2007,- 352с.
5. Луи де Бройль Избранные научные труды. Том 2. Квантовая механика и теория света / Луи де Бройль. М.: Московский государственный университет печати, 2011. - 624 с.
6. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года //Вестник образования, 2002. - №6. – с.10-42.
7. Королёв Ф.А. Курс Физики. Оптика. Атомная и ядерная физика. Просвещение, М., 1974.
8. Механика и молекулярная физика: лабораторный практикум для школьников / С.Н. Потемкина [и др.]; под общей редакцией С.Н. Потемкиной. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. - 98 с.
9. Молчанов С.Г., Симонян Р.Я. Предпрофильное и профильное образование (терминологический словарь) / С.Г. Молчанов, Р.Я. Симонян / Учебное пособие. – Челябинск: ИДППО, 2005. – 44 с.
10. Формирование экспериментальных умений школьников на лабораторном практикуме по физике. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-eksperimentalnyh-umeniy-shkolnikov-na-laboratornom-praktikume-po-fizike>, свободный (Дата обращения: 28.05.2018).
11. Профильное обучение: Нормативные правовые документы. – М.: ТЦ Сфера, 2006. – 96 с.
12. Абдрахманова, А.Х. Лабораторный практикум по дисциплине "Физика" с компьютерными моделями / А.Х. Абдрахманова, Е.С. Нефедьев. - М.: КДУ, 2012. - 128 с.
13. Физика. 11 класс: элективные курсы / сост. О.А. Маловик. – Волгоград: Учитель, 2007. – 125 с.
14. Механика, молекулярная физика, электродинамика, оптика для школьников на комплексах ЕГЭ-лабораторий: лабораторный практикум /

Л.О. Потемкина, Е.А. Ведутенко, С.Н. Потемкина. - Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. - 116 с.

15. Физический практикум: новая форма организации работы студента с реальным физическим оборудованием / С.Н. Потемкина, С.В. Талалов / Физическое образование в вузах. - Том 13, номер 1, 2007. -С. 104-111.

16. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика-11. – М.:Просвещение,2004

17. Физическое образование: структура лаборатории и новые формы работы студента / А.А. Панферов, С.Н. Потемкина, С.В. Талалов / Высшее образование сегодня. - № 9, 2007. - С. 80-82.

18. Щербо И. Реализация профильного обучения в школе //Директор школы, 2005. - №4. – с.47-56.

19. Квантовая оптика. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.laserportal.ru/content_262, свободный (Дата обращения: 22.02.18)

20. Лекции по оптике. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.swsu.ru/structura/up/fiu/tief/fizik/lek_optika.pdf, свободный (Дата обращения: 12.03.2018)