

**Управление образования города Пензы
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВА
ТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 28
г. ПЕНЗЫ
имени Василия Осиповича Ключевского**

**«Дифракция света как оптическое свойство
наночастиц»**

Выполнила:
Корендясева Екатерина Андреевна,
ученица 11 «А» класса
МБОУ СОШ №28 г. Пензы
имени Василия Осиповича Ключевского

Научный руководитель:
Торгунакова Алёна Викторовна,
учитель физики
МБОУ СОШ № 28 г. Пензы
имени Василия Осиповича Ключевского

Пенза 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Теоретические основы исследования	4
1.1. Наночастицы	4
1.2. Понятие природы света и как с помощью него мы видим окружающие нас предметы	5
1.3. Дифракция света	7
Глава 2. Практическая часть.....	8
Заключение	10
Приложение	13

Введение

Актуальность данной темы обусловлена тем, что нанотехнологии с каждым днём всё больше внедряются в нашу жизнь. За последние десятилетия очень сильно возрос интерес к наноматериалам, в особенности к наночастицам. В частности, это связано с их новыми или улучшенными физическими и химическими свойствами, по сравнению с другими материалами. Разработки в данной области находят применение практически в любой сфере: в медицине, машиностроении, сельском хозяйстве, кибернетике, экологии, электронике.

Объект исследования: дифракция света.

Предмет исследования: дифракция света как оптическое свойство наночастиц.

Цель работы: рассмотреть дифракцию света как оптическое свойство наночастиц.

Поставленная цель достигается посредством решения следующих **задач:**

- Рассмотреть основные теоретические положения физических свойств света
- Рассмотреть основные теоретические положения наночастиц
- Провести опыт, доказывающий или опровергающий выдвинутую гипотезу
- Обобщить результаты исследования и сделать выводы по данной работе

В качестве **гипотезы** выступило предположение о том, что за счёт очень малых размеров наночастиц световые лучи будут огибать их как препятствие.

Глава 1. Теоретические основы исследования

1.1. Наночастицы

Для начала разберёмся, что означает приставка «нано».

Нано (русское обозначение: н; международное: n) – одна из приставок, используемых в Международной системе единиц (СИ) для образования наименований и обозначений десятичных дольных единиц. Единица, наименование которой образовано путём присоединения приставки «нано» к наименованию исходной единицы, получается в результате умножения исходной единицы на число 10^{-9} . Иначе говоря, вновь образованная единица равна одной миллиардной части исходной единицы [1].

Наночастица – это изолированный твёрдофазный объект, имеющий отчётливо выраженную границу с окружающей средой, размеры которого во всех трёх измерениях составляют от 1 до 100 нанометров (приложение А) [2].

Наночастицы находят применение в различных областях, включая медицину, энергетику, электронику, косметику и промышленность. В медицине они используются для создания наночастиц-носителей лекарств, которые могут доставлять лекарственные вещества непосредственно к определенным клеткам или органам в организме. В электронике и энергетике наночастицы применяются для создания более эффективных и компактных устройств, таких как солнечные батареи и электроды для аккумуляторов.

Еще одной областью применения наночастиц являются материалы с измененными свойствами. Наночастицы могут использоваться для изменения физических и химических свойств материалов, делая их более прочными, устойчивыми к износу или имеющими другие полезные свойства [3].

1.2. Понятие природы света и как с помощью него мы видим окружающие нас предметы

Прежде чем приступить к исследованию оптических свойств наночастиц, разберёмся, что же такое свет с точки зрения физики и как с помощью него мы видим окружающие нас предметы.

Итак, **свет** – это электромагнитное излучение, испускаемое нагретым или находящимся в возбуждённом состоянии веществом. Длины волн света лежат в пределах от 4 нанометров до 2 миллиметров. Человеческий глаз способен воспринимать только часть этого участка, в диапазоне от 380 до 780 нанометров. Данная часть участка называется видимым светом (приложение Б) [4].

Световые лучи, длины волн которого не входят в этот диапазон, называют невидимым светом. Невидимый свет делится на инфракрасный и ультрафиолетовый. Длины волн инфракрасного излучения больше 780 нанометров. Ультрафиолетовый свет – это свет с длиной волн меньше 380 нанометров [5].

Как движется свет? Некоторые считали, что свет движется в форме волн или ряби, через воздух или загадочный «эфир». Другие думали, что эта волновая модель ошибочна, и считали свет потоком крошечных частиц. Ньютон склонялся ко второму мнению, особенно после серии экспериментов, которые он провел со светом и зеркалами.

Он понял, что лучи света подчиняются строгим геометрическим правилам. Луч света, отраженный в зеркале, ведет себя подобно шарик, брошенному прямо в зеркало. Волны не обязательно будут двигаться по этим предсказуемым прямым линиям, предположил Ньютон, поэтому свет должен переноситься некоторой формой крошечных безмассовых частиц.

Проблема в том, что были в равной степени убедительные доказательства того, что свет представляет собой волну. Одна из самых наглядных демонстраций этого была проведена в 1801 году. Эксперимент с

двойной щелью Томаса Юнга, в принципе, можно провести самостоятельно дома.

Возьмите лист толстого картона и аккуратно сделайте в нем два тонких вертикальных разреза. Затем возьмите источник «когерентного» света, который будет излучать свет только определенной длины волны: лазер отлично подойдет. Затем направьте свет на две щели, чтобы проходя их он падал на другую поверхность.

Вы ожидаете увидеть на второй поверхности две ярких вертикальных линии на тех местах, где свет прошел через щели. Но когда Юнг провел эксперимент, он увидел последовательность светлых и темных линий, как на штрих-коде.

Когда свет проходит через тонкие щели, он ведет себя подобно водяным волнам, которые проходят через узкое отверстие: они рассеиваются и распространяются в форме полусферической ряби.

Когда этот свет проходит через две щели, каждая волна гасит другую, образуя темные участки. Когда же рябь сходится, она дополняется, образуя яркие вертикальные линии. Эксперимент Юнга буквально подтвердил волновую модель, поэтому Максвелл облек эту идею в твердую математическую форму. Свет — это волна [6].

Благодаря отражению света мы можем видеть, окружающие нас предметы. **Отражение** – это физический процесс, в котором световой луч падает на границу раздела двух сред и изменяет своё направление, возвращаясь в исходную среду [7]. Отражаясь от поверхности предмета, лучи света попадают на сетчатку нашего глаза и возбуждают нейроны, которые передают полученную информацию в головной мозг (приложение В). Таким образом мы можем видеть предметы. Поэтому в темноте мы ничего не видим. Там просто нет света, который доносил бы до нас зрительную информацию.

1.3. Дифракция света

Помимо отражения света, есть ещё такое понятие как дифракция света.

Дифракция света – это совокупность физических явлений, обусловленных волновой природой света, наблюдаемых при распространении ограниченных в пространстве пучков света, а также в среде с резко выраженной оптической неоднородностью (например, при прохождении через отверстия в экранах, вблизи границ непрозрачных тел и т.п.). В более узком смысле этого слова под дифракцией понимают: огибание светом различных препятствий; проникновение волны в область геометрической тени; т.е. отклонение от законов геометрической оптики (приложение Г) [8].

Свойства дифракции:

1) Дифракция волн – характерная особенность распространения волн независимо от их природы.

2) Волны могут попадать в область геометрической тени (огибать препятствия, проникать через небольшие отверстия в экранах). Например, звук хорошо слышен за углом дома - звуковая волна его огибает. Дифракцией радиоволн вокруг поверхности Земли объясняется прием радиосигналов в диапазоне длинных и средних радиоволн за пределами прямой видимости излучающей антенны.

3) Дифракция волн зависит от соотношения между длиной волны и размером объекта, вызывающего дифракцию. В пределе при $\lambda \rightarrow 0$ законы волновой оптики переходят в законы геометрической оптики. Дифракция обнаруживается в тех случаях, когда размеры огибаемых препятствий соизмеримы с длиной волны [9].

Глава 2. Практическая часть

Наночастицы по сравнению с макроскопическим твердым телом имеют ряд особенностей рассеяния и поглощения света. Эти особенности наиболее отчетливо проявляются в экспериментах с большим количеством частиц.

Для исследования дифракции света, как оптического свойства наночастиц, мы взяли наночастицы серебра. Чтобы их получить, мы использовали цитратный способ Туркевича. При его реализации цитрат-анион выступает одновременно в роли восстановителя и стабилизатора. Поэтому именно концентрация цитрат-ионов определяет как скорость восстановления, так и процессы роста металлических наночастиц. Реакцию цитратного восстановления серебра можно выразить следующим уравнением:

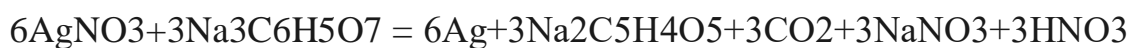


Рис.1. Наночастица серебра

Далее, мы попробовали рассмотреть, полученные нами наночастицы серебра, при помощи светового микроскопа. Принцип работы такого микроскопа достаточно прост: расходящийся пучок света проходит сквозь образец, полученное изображение увеличивается объективом и преломляется для поступления в тубус окуляра, где увеличивается еще раз. После этого пучок света поступает на сетчатку глаза, формируя картинку. То есть, получается, что увидеть через такой микроскоп мы можем только те частицы, от которых отражаются лучи света. Значит, рассматриваемые частицы должны быть не меньше длин волн видимого света. А как мы уже говорили ранее, длины волн световых лучей, которые воспринимаются нашим глазом, находятся в диапазоне от 380 до 780 нанометров. А размер наночастиц серебра не превышает 100 нанометров. Основываясь на этих данных мы выдвинули гипотезу, что за счёт таких малых размеров наночастиц, лучи света будут огибать наночастицы как препятствие. Значит, увидеть их через световой микроскоп не получится. Рассматривая наночастицы серебра через световой микроскоп, мы смогли увидеть только лишь образованные части исходного вещества, а сами частицы нет, что доказывает правдивость нашей гипотезы.

Заключение

Проведя данное исследование, мы смогли доказать, что за счёт того, что наночастицы значительно меньше длин волн световых лучей, которые воспринимаются нашим глазом, свет огибает их как препятствие. В дальнейшем, основываясь на данных нашего исследования, и продолжая изучение наночастиц и различных оптических явлений, мы планируем разработать проект, основой которого будет являться создание из наночастиц метаматериала с отрицательным коэффициентом преломления. Такой материал позволит добиться эффекта невидимости.

Список литературы

1. Попова Л.М. ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИЮ: учебное пособие / СПбГТУРП, СПб., 2013
2. А.И.Гусев «Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии» — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005
3. А. А. Семенова, Р. С. Смердов, Ю. М. Спивак, Е. Чернякова. Х00 НАНОЧАСТИЦЫ, НАНОСИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ. Сенсорика, энергетика, диагностика / под ред. В. А. Мошникова, А. И. Максимова. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020
4. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1836298>
5. <https://promenter.ru/fakty/nanocasticy-cto-eto-takoe-i-dlya-cego-oni-nuzny> (дата обращения: 26.10.2023)
6. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/6777#.D0.92.D0.BE.D1.81.D0.BF.D1.80.D0.B8.D1.8F.D1.82.D0.B8.D0.B5 .D1.81.D0.B2.D0.B5.D1.82.D0.B0.D0.BB.D0.B0.D0.B7.D0.BE.D0.BC> (дата обращения: 12.10.2023)
7. <https://m-focus.ru/chto-takoe-svet-svoystva/> (дата обращения: 12.10.2023)
8. <https://hi-news.ru/science/davajte-razberemsya-chto-zhe-takoe-svet.html> (дата обращения: 12.10.2023)
9. Михеенко, А. В. Интерференция и дифракция света (теория и лабораторные работы) : учеб.пособие. /А. В. Михеенко, А. В. Кирюшин, Н. Л. Швец. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013
10. http://genphys.phys.msu.ru/mitin/Seminar/Optika_6Difr1.pdf#:~:text=%D0%94%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%B0%20%E2%80%93%20%D1%8D%D1%82%D0%BE%20%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BF%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C,%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D

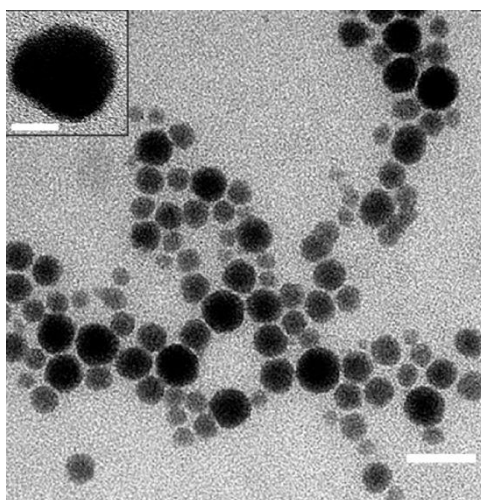
[0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D1%82%D0%B5%D0%BD
%D0%B8%3B%20%D1%82.%D0%B5.%20%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%
BB%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5](https://light-fizika.ru/index.php/11-klass?layout=edit&id=152)

11.

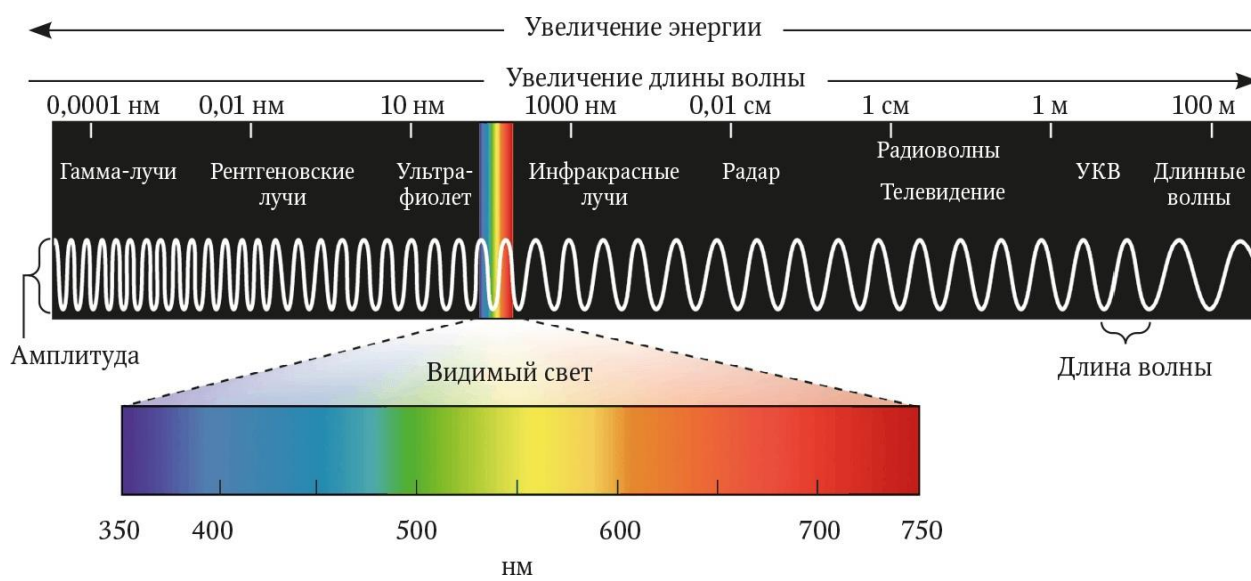
[h](#)

<https://light-fizika.ru/index.php/11-klass?layout=edit&id=152>

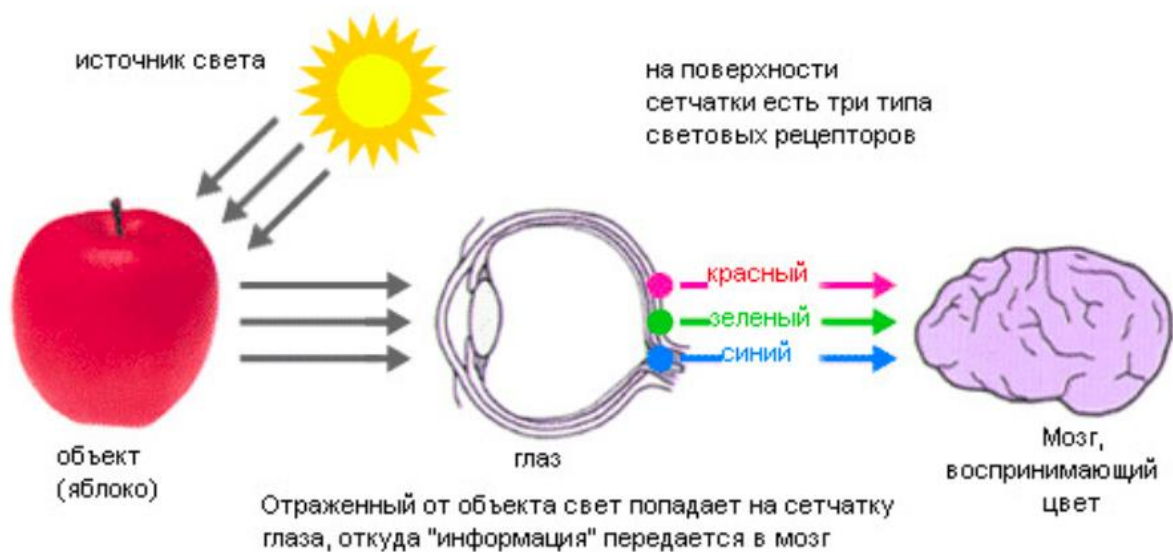
Приложение



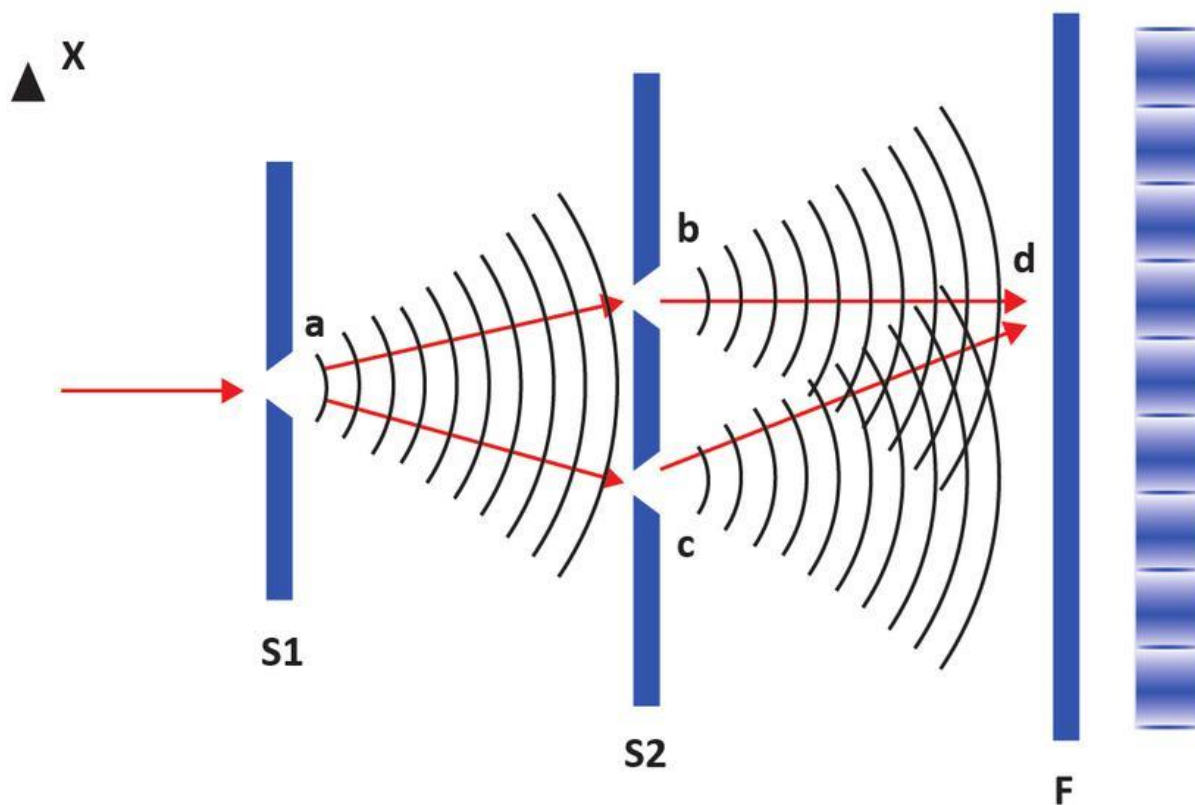
Приложение А



Приложение Б



Приложение В



Приложение Г

Рецензия на работу
«Дифракция света как оптическое свойство наночастиц»
ученицы 11 «А» класса
Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения
средней общеобразовательной школы № 28 г. Пензы
им. В.О.Ключевского

Корендясовой Екатерины Андреевны

В исследовательской работе представлено обоснование темы, указана актуальность исследования, практическая значимость, определены цели и задачи, объект и предмет исследования, обозначены особенности анализируемого материала, описаны методы его анализа, выдвинута гипотеза по обозначенной проблеме.

В ходе выполнения работы обучающаяся рассмотрела в первой главе теоретические основы данного вопроса: наночастицы, понятие природы света, дифракция.

В практической части на основе полученных знаний для исследования дифракции света, как оптического свойства наночастиц, были рассмотрены наночастицы серебра при помощи светового микроскопа.

Оформление работы соответствует требованиям и критериям, предъявляемым к работам на конкурсе исследовательских и проектных работ школьников.

Работа заслуживает положительной оценки и может быть представлена на второй этап для публичной защиты.

Научный руководитель :



Торгунакова А.В.
Учитель физики, первой категории
МБОУ СОШ № 28 г. Пензы
им. В. О. Ключевского