

**III открытый региональный конкурс
исследовательских и проектных работ школьников
«Высший пилотаж - Пенза» 2021**

**Интерактивное Web-приложение
«Волновая природа света»**

Выполнили: Каденков Андрей,
Филатов Артём
ученики 9 «А» класса
МБОУ СОШ №78 г. Пензы

Руководители:

Буянова Светлана Александровна
учитель информатики
МБОУ СОШ №78 г. Пензы
Сергеева Кристина Анатольевна
учитель физики МБОУ СОШ
№78г.Пензы

Пенза 2021

Содержание:

Введение	3
1. Возможности языков HTML и CSS.	5
2. Возможности языка программирования JavaScript.	6
3. Характеристики языка программирования JavaScript.	7
4. Создание интерактивного Web-приложения с использованием языка программирования JavaScript по физике «Волновая природа света».	8
Заключение	10
Список используемых источников	11
Приложение	12

Введение

В современном информационном обществе специалист в любой сфере деятельности постоянно встречается с web - технологиями. Ряд специалистов должны уметь создавать Web-страницы и Web - приложения, которые являются основными ресурсами глобальной компьютерной сети Интернет и широко используются во всемирной паутине. Одним из основных средств создания Web-страниц является язык разметки гипертекста HTML. Однако, для создания интерактивных Web-приложений этого недостаточно. Одними из современных средствами для создания интерактивных Web-приложений по мимо HTML, являются CSS – это формальный язык, служащий для описания оформления внешнего вида документа, созданного с использованием языка разметки, а так же язык программирования JavaScript. Так же при создании Web-приложения важен сам материал, который будет использоваться для работы или бучения, так как им будет пользоваться не ограниченное количество лиц. Тематика создаваемого Web-приложения «Волновая природа света» определена не случайным образом, является разделом предмета физики. Известно, что во многих общеобразовательных школах существуют ряд предметов, которые обеспечивают преимственность в предметной области «естествознание»: от начальной школы к основной и старшей. Таким пропедевтическим курсом может быть курс физики (есть в нашей). Значение физики как учебного предмета заключается, прежде всего, в ее развивающем потенциале. В проекте Федерального государственного образовательного стандарта (нового поколения) для основной школы целями обучения физике являются:

- развитие интересов и способностей учащихся на основе передачи им знаний и опыта познавательной и творческой деятельности;
- понимание учащимися смысла основных научных понятий и законов физики, взаимосвязи между ними;
- формирование у учащихся представлений о физической картине мира.

К седьмому классу учащиеся в значительной степени утрачивают интерес к изучению явлений окружающего мира, а пятиклассники еще находятся в возрасте «почемучек» и живо интересуются явлениями природы, различными техническими устройствами. Психологами установлено, что максимум сензитивного периода для развития интеллекта путем познания окружающего мира как раз приходится на возраст, соответствующий 5-6 классу.

В структуре среднего образования дисциплина "Пропедевтика физических процессов и явлений" имеет фундаментальное значение для формирования системы физических знаний и

практических умений. Дисциплина требует понимания физических явлений и взаимодействия с ними, поэтому необходимо изучать большое количество текстового материала, графических изображений, схем, проведения интерактивных лабораторных работ, которые удобно размещены в нашем пособии по темам вместе с текстом. Преподавание пропедевтики физических явлений наряду с традиционными способами нужно дополнять качественными методическими разработками, учитывающими современные подходы к дисциплине. Среди средств новых информационных технологий одно из ключевых мест занимают интерактивные учебные пособия.

Актуальность исследования заключается в том, что существует необходимость создания интерактивных Web-приложений по различным направлениям и дисциплинам, для их разработки нужно не только ориентироваться в наполнении теоретических и практических составляющих, но и изучить возможности их разработки с использованием HTML, CSS и языка программирования JavaScript.

Целью работы является: создание интерактивного Web-приложения с использованием современных средств разработки и языка программирования JavaScript.

Достижение предполагаемой цели связано с решением следующих задач:

- 1) изучить и систематизировать теоретический материал по данной теме.
- 2) определить возможности средств разработки Web-приложений
- 3) изучить структуру и синтаксис HTML, CSS и языка программирования JavaScript.
- 4) разработать интерактивное Web-приложение на примере раздела физики «Волновая природа света».
- 5) Провести анализ, использования данного приложения обучающимися 5-6 классов.

Объектом исследования является процесс разработки Web-программирования.

Предметом исследования является средство создания интерактивных приложений язык программирования JavaScript.

Новизна исследования, на наш взгляд, заключается в разработке интерактивного электронного пособия по пропедевтике дисциплины физика, раздела оптики, для организации как самостоятельной работы школьников, так и для использования в учебном процессе. Пособие включает методические разработки учителя физики, графические изображения и интерактивные практические задания.

Практическая значимость данной работы:

- интерактивное Web - приложение можно использовать как на занятиях, так и на элективных и внеурочных курсах.

- Данное интерактивное Web - приложение способно помочь с пониманием сложных физических явлений и повысить интерес к такому предмету, как физика.

- разработка данного приложения позволяет разбираться в средствах и способах создания IT-продуктов, что повышает интерес к информационным технологиям.

1. Возможности языков HTML и CSS.

Язык **HTML** - это основа web- сайтов, с его помощью создается каркас страницы, которую вы видите в браузере. Если сравнивать страницу сайта и обычную бумажную книгу, то на сайте, как и в книге, есть абзацы и заголовки.

В книге есть название всей книги (по сути самый главный заголовок), есть названия глав, параграфов в этих главах и так далее. Заголовки, абзацы и другие блоки можно выделить и на странице сайта. Это делается с помощью **HTML тегов**.

HTML теги - это специальные команды для браузера. Они говорят ему, что, к примеру, следует считать заголовком страницы, а что абзацем.

Теги строятся по такому принципу: уголок <, потом имя тега, а потом уголок >, вот так: <имя тега>. Имя тега может состоять из английских букв и цифр. Примеры тегов: <h1>, <p>, .

Теги обычно пишутся парами - открывающий тег и соответствующий ему закрывающий. Разница между открывающим и закрывающим тегами в том, что в закрывающем теге после уголка < стоит слеш /.

К примеру, <p> - так я открыл тег p, а так - </p> - я его закрыл. Все, что попадает между открывающим и закрывающим тегами, подпадает под воздействие нашего тега.

Бывают теги, которые не нужно закрывать, например,
 или .

В тегах также могут размещаться **атрибуты** - специальные команды, которые расширяют действие тега.

Атрибуты размещаются внутри открывающего тега в таком формате:

```
<тег атрибут1="значение" атрибут2="значение">
```

Кавычки могут быть любыми - одинарными или двойными, допустимо их вообще их не ставить, если значение атрибута состоит из одного слова (но это не желательно).

Язык **CSS** расширяет возможности языка HTML. Он позволяет менять цвета, шрифты, фон, в общем заниматься красотой сайта. А HTML, соответственно, отвечает за структуру сайта.

CSS (Cascading Style Sheets) — язык таблиц стилей, который позволяет прикреплять стиль (например, шрифты и цвет) к структурированным документам (например, документам HTML и приложениям XML).

Обычно CSS-стили используются для создания и изменения стиля элементов веб-страниц и пользовательских интерфейсов, написанных на языках HTML и XHTML, но также могут быть применены к любому виду XML-документа, в том числе XML, SVG и XUL.

Отделяя стиль представления документов от содержимого документов, CSS упрощает создание веб-страниц и обслуживание сайтов.

CSS поддерживает таблицы стилей для конкретных носителей, поэтому авторы могут адаптировать представление своих документов к визуальным браузерам, слуховым устройствам, принтерам, брайлевским устройствам, карманным устройствам и т.д.

Каскадные таблицы стилей описывают правила форматирования элементов с помощью свойств и допустимых значений этих свойств. Для каждого элемента можно использовать ограниченный набор свойств, остальные свойства не будут оказывать на него никакого влияния.

Объявление стиля состоит из двух частей: **селектора** и **объявления**. В HTML имена элементов нечувствительны к регистру, поэтому «h1» работает так же, как и «H1». Объявление состоит из двух частей: имя свойства (например, color) и значение свойства (grey). Селектор сообщает браузеру, какой именно элемент форматировать, а в блоке объявления (код в фигурных скобках) перечисляются формирующие команды — свойства и их значения.



2. Возможности языка программирования JavaScript.

Как и любой другой язык программирования, JavaScript использует переменные для хранения данных определенного типа. Реализация JavaScript является примером языка свободного использования типов. В нем не обязательно задавать тип переменной. Ее тип

зависит от типа хранимых в ней данных, причем при изменении типа данных меняется и тип переменной. JavaScript поддерживает четыре простых типа данных: целый, вещественный, строковый, булевый или логический. Для присваивания переменным значений основных типов применяются литералы - буквенные значения данных соответствующих типов. Целые литералы являются последовательностью цифр и представляют обычные целые числа со знаком или без знака: 123 (целое положительное число), -123 (целое отрицательное число), +123 (целое положительное число) Для задания вещественных литералов используется синтаксис чисел с десятичной точкой, отделяющей дробную часть числа от целой, или запись вещественных чисел в научной нотации с указанием после символа e или E порядка числа. Пример правильных вещественных чисел: .25,0.125e01,12.5E-1, 0.0125E+2 Строковый литерал - последовательность алфавитно-цифровых символов, заключенная в одинарные () или двойные кавычки (), например: Ира, ИРА. При задании строковых переменных нельзя смешивать одинарные и двойные кавычки. Недопустимо задавать строку, например, в виде Ира. Двойные кавычки - это один самостоятельный символ, а не последовательность двух символов одинарных кавычек. Если в строке нужно использовать символ кавычек, то строковый литерал необходимо заключать в кавычки противоположного вида: Its a string // Значение строки равно Its a string Булевы литералы имеют два значения: true и false, и используются для обработки ситуаций да/нет в операторах сравнения. Люди уже давно изобрели множество разных языков программирования, которые выступают в роли посредника между человеком и машиной. Язык программирования - это программа, которая читает текст исходного кода, содержащего более привычные команды, такие как print (печать) или copy (копировать), и автоматически преобразует их в двоичные машинные команды. По способу преобразования исходного кода в машинный код языки программирования подразделяются на компилируемые и интерпретируемые. Компилируемые языки программирования - это код, написанный на компилируемом языке, передается в программу - компилятор, которая, прежде всего, проверяет код на наличие ошибок, а затем переводит текст программы в бинарный машинный код и сохраняет результат в исполняемом файле (с расширением exe) или в библиотеке программных модулей (с расширением .dll). Если компилятор обнаруживает в исходном коде ошибки, процесс компиляции останавливается и разработчику отправляется список ошибок. После исправления ошибок компиляция начинается сначала. Таким образом, невозможно скомпилировать программу, в коде которой есть синтаксические ошибки. К сожалению, компилятор не защищает разработчика и будущих пользователей от логических ошибок в коде программы, которые уже невозможно исправить в конечном файле. Кроме этого, часто приходится вносить изменения в исходный код программы, поскольку компиляторы разных

систем стандартизированы не в полной мере. К компилируемым языкам программирования относятся языки семейства С (С, С++ и С#), Java и многие другие.

3. Характеристики языка программирования JavaScript.

Язык программирования JavaScript разработан фирмой Netscape для создания интерактивных HTML-документов. Это объектно-ориентированный язык разработки встраиваемых приложений, выполняющих как на стороне клиента, так и на стороне сервера. Синтаксис языка очень похож на синтаксис языка Java - поэтому его часто называют Java-подобным. Клиентские приложения выполняются браузером просмотра Web-документов на машине пользователя, серверные приложения выполняются на сервере. При разработке обоих типов приложений используется общий компонент языка, называемый ядром и включающий определения стандартных объектов и конструкций (переменные, функции, основные объекты и средство LiveConnect взаимодействия с Java-апплетами), и соответствующие компоненты дополнений языка, содержащие специфические для каждого типа приложений определения объектов. Клиентские приложения непосредственно встраиваются в HTML-страницы и интерпретируются браузером по мере отображения частей документа в его окне. Серверные приложения для увеличения производительности предварительно компилируются в промежуточный байт-код. Основные области использования языка JavaScript при создании интерактивных HTML-страниц:

-Динамическое создание документа с помощью сценария.

-Оперативная проверка достоверности заполняемых пользователем полей форм HTML до передачи их на сервер.

-Создание динамических HTML-страниц совместно с каскадными таблицами стилей и объектной моделью документа.

-Взаимодействие с пользователем при решении локальных задач, решаемых приложением JavaScript, встроенном в HTML-страницу.

Эффективность является исключительно важным фактором при программировании для многопользовательских сред, к числу которых относятся и WWW.

4. Создание интерактивного Web-приложения с использованием языка программирования JavaScript по физике «Волновая природа света».

Интерактивное Web-приложение, которое создано с использованием технологий HTML, CSS и языка программирования JavaScript. Данное Web-приложение является разработкой для пропедевтического курса физики в 5-6 классах и посвящена вопросам усовершенствования

учебного процесса при помощи электронного методического пособия по пропедевтике дисциплины физики, раздела оптики, для организации как самостоятельной работы школьников, так и для использования в учебном процессе. Пособие включает методические разработки по физике, графические изображения и интерактивные практические задания.

Структура данного пособия представляет собой: 1) Теоретический материал по волновой природе света; 2) Интерактивные практические задания (интерактивные лабораторные работы) 3) онлайн тестирование.

При запуске приложения, отображается главное меню, в котором пользователю доступно 6 модулей (web- страниц). В каждый модуль переход организован с помощью гиперссылки. Четыре модуля «Интерференция света», «Дифракция света», «Поляризация света», «Дисперсия света» (*смотри приложение f*) посвящены изучению теоретических материалов раздела физики «Волновая природа света», разработанные с помощью технологий HTML и CSS.

Модуль «Практические задания» (*Приложение рисунок 1*) содержит в себе интерактивные практические задания, необходимые для изучения физических явлений, разработанные с применением технологий HTML , CSS и языка программирования JavaScript . (*Приложение рисунок 3*)

Модуль «Проверь себя» содержит проверочный тест, по полученным знаниям, после изучения теоретических материалов и выполнения практических заданий. Этот тест разработан на языке программирования JavaScript , (*Приложение рисунок 1*) он содержит 15 вопросов, тип вопросов в тесте относится к одиночному выбору. После выбора правильных вариантов ответов, нужно щелкнуть на кнопку «Проверить результаты» и будет выведен результат тестирования в режиме диалогового окна. Тестирование можно повторить неограниченное количество раз.

Заключение

В ходе научно-исследовательской работы по созданию приложения, были решены следующие задачи:

1. Изучен и систематизирован теоретический материал по теме исследования.
2. Определены возможности средств разработки Web-приложений.
3. Разработано интерактивное Web-приложение по физике «Волновая природа света»
4. Проведен анализ использования данного приложения, детьми 6 классов на внеурочных занятиях пропедевтического курса физики.

В процессе работы с приложением у детей не возникало сложностей. Детям было задано 3 вопроса: 1) понравилось ли вам работать в приложении; 2) удобно ли было работать в приложении; 3) столкнулись ли с трудностями при работе данным приложением, если столкнулись, то с какими.

По результатам опроса, установлено, что большинству детей понравилось данное приложение, было очень удобно и не возникало трудностей. Некоторые ребята предложили дополнить Web-приложение анимационными картинками и видеороликами.

Данное приложение используется в пропедевтическом курсе волновых процессов света, которое содержит в себе современную информацию и интерактив. Информация разбита на модули и темы, ученик сможет легко получить доступ к ней при помощи удобного интерфейса данного пособия. Данное приложение способно помочь с пониманием сложных физических явлений и повысить интерес к таким предметам, как физика.

В данной работе были выполнены все задачи, обозначенные во введении, благодаря чему мы достигли поставленной цели - создание интерактивного Web-приложения.

Список используемых источников

1. Фримен, Робсон – Изучаем программирование на JavaScript, Питер 2017г.
2. Минник, Холланд – JavaScript для чайников, Москва 2013г.
3. Гудман, Д. JavaScript и DHTML. Сборник рецептов. Для профессионалов / Д. Гудман. - М.: Питер, 2015.
4. Дакетт, Джон HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов (+ CD-ROM) / Джон Дакетт. - М.: Эксмо, 2013. - 480 с.
5. Мержевич, Влад HTML и CSS на примерах / Влад Мержевич. - М.: "БХВ-Петербург", 2012.
6. Никсон, Робин Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL и JavaScript / Робин Никсон. - М.: Питер, 2013. –
7. Ташков, Петр Веб-мастеринг HTML, CSS, JavaScript, PHP, CMS, AJAX, раскрутка / Петр Ташков. - М.: Книга по Требованию, 2014.
8. М.В. Потапова Элективные курсы как дидактическое средство пропедевтики знаний, умений и навыков учащихся средней школы. Творческий поиск учителей, Челябинск 2007
9. Физика. Химия. 5-6 кл.: Метод. пособие. – М.: Дрофа, 2007.
10. Гуревич А.Е., Исаев Д.А., Понтанк Л.С. Физика. Химия. 5-6 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений / А.Е. Гуревич, Д.А. Исаев, Л.С. Понтанк. – М.: Дрофа, 2010.
11. Алексеев М.В. Этапы освоения метода моделирования педагогических явлений.// Взаимосвязь системы научных знаний и методов преподавания физики. -М.: МПУ, 1998.
12. Бершадский М.Е. Содержание и структура лабораторных работ по методике и технике школьного физического эксперимента //Проблемы определения концепции государственного образовательного стандарта по физике. -М.: МПУ, 1995.

Приложение.

Рисунок 1

```
praktik - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

<p align=center>Запишите в окошко ниже среднее значение глубины неровности (округлив до десятых)</p>

</div>

<div>
  <form name="input_form" method="post" action="praktik.html" onsubmit="return validate_form ( );">
    <p>Введите число: <input type="text" name="input_number"></p>
    <input type="submit" name="send" value="Отправить данные"></p>
  </form>

  <script type="text/javascript">
  <!--
  function validate_form ( )
  {
    valid = true;

    if (( document.input_form.input_number.value == "0,2" ) || ( document.input_form.in
    {
      alert ( "Класс шереховатости Вашей поверхности равен 12" );
      valid = false;
    }
    else
    {
      alert ( "У Вас ошибка!" );
    }
  }

  return valid;
  }
  <!-->
  </script>
</div>
```

Рисунок 2

```
priznan - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

<!DOCTYPE html>
<html lang="ru">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <link rel="stylesheet" href="css/main.css">
  <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Montserrat&Alternates:ital,wght@1,400;1,500;1,600&display=swap" rel="stylesheet">
  <title>Проверь свои знания</title>
</head>
<body>
<div class="car">
  <div class="container">
    <h1 class="car-header">Проверь свои знания.</h1>
    <div class="car-img">
      
    </div>
    <div class="car-description">
      <p></p>
      <p></p>
    </div>
  </div>

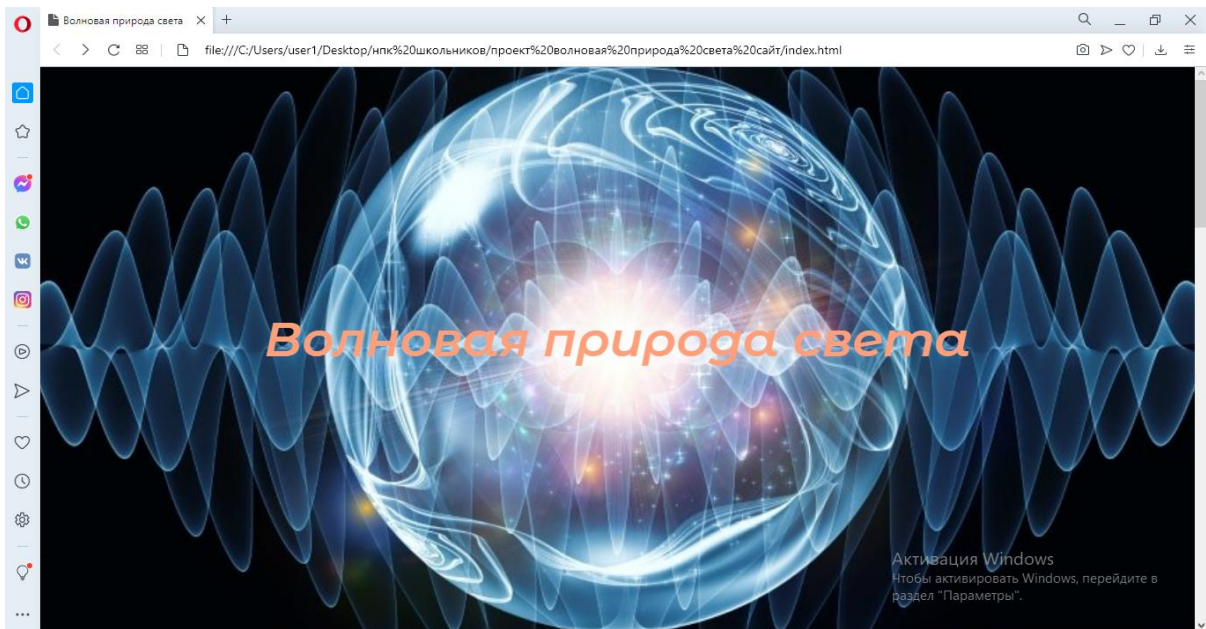
  <!-- Start Block TEST -->
  <script type="text/javascript">
  // Заголовок
  var subtitle = "Этот тест позволяет оценить Ваши знания";
  // Это ваши вопросы
  var questions=[
  {
    text: "Какое из перечисленных ниже явлений объясняется интерференцией света:",
    answers: ["Радужная окраска тонких мыльных и масляных пленок",
              "Отклонение световых лучей в область геометрической тени",
              "Отклонение световых лучей",
              "Солнечное излучение"],
    correctAnswer: 1
  },
  ];
```

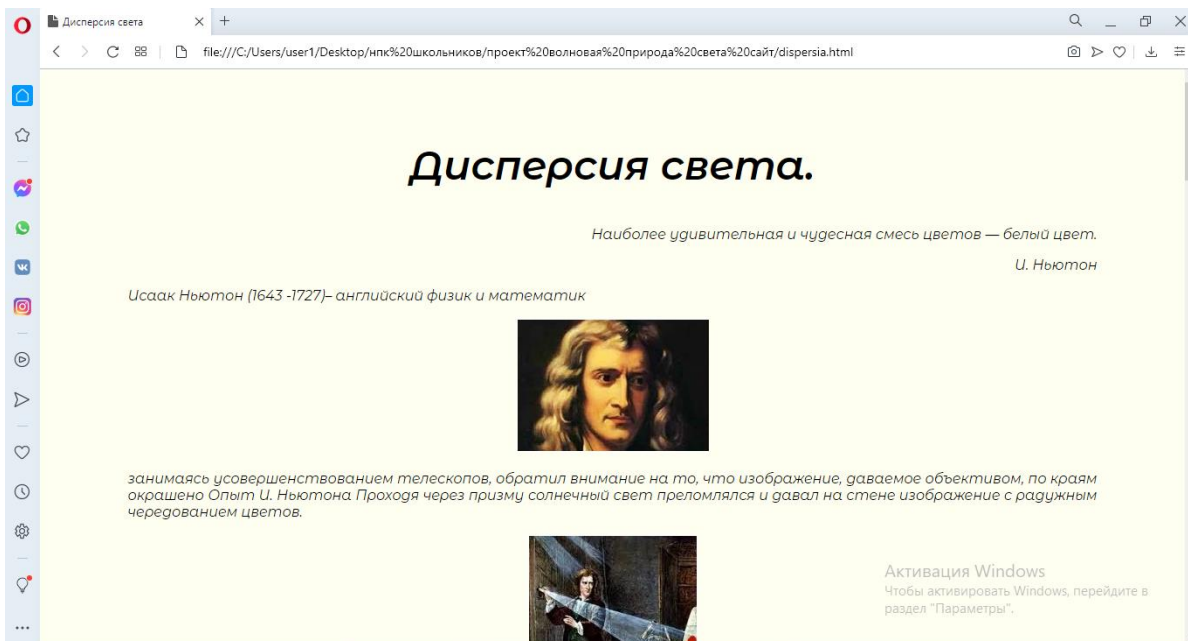
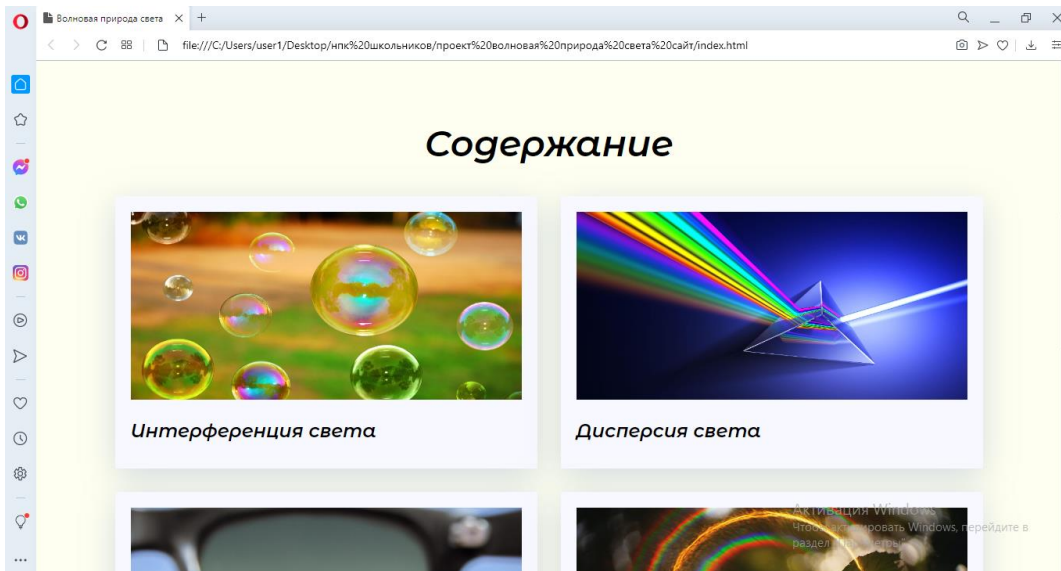
Рисунок 3

```

interferencia – Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
<!DOCTYPE html>
<html lang="ru">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <link rel="stylesheet" href="css/main.css">
  <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Montserrat+Alternates:ital,wght@1,400;1,500;1,600&display=swap" rel="stylesheet">
  <title>Интерференция света</title>
</head>
<body>
<div class="car">
  <div class="container">
    <h1 class="car-header">Интерференция света</h1>
    <div class="car-img">
      
    </div>
    <div class="car-description">
      <p align="right"><em>«Мыльный пузырь, витая в воздухе...</em></p align="right">
      <p align="right"><em>зажигается всеми оттенками цветов,</em></p align="right">
      <p align="right"><em>присущими окружающим предметам.</em></p align="right">
      <p align="right">Мыльный пузырь, пожалуй, </p align="right">
      <p align="right">самое изысканное чудо природы».</p align="right">
      <p align="right">Марк Твен</em></p align="right">
      <p align="justify">А, что если мы представим бассейн с водой, и с одной его стороны создадим волны? Затем разместим экран с двумя щелями, чтобы волны могли проходить только через щели. В результате у нас появится два источника волн. В результате получаем картину интерференции, где есть пики и провалы, а также промежутки, где будет просто средняя высота воды без волн. Это называется интерференцией – иногда пики и провалы складываются и усиливают друг друга, иногда пик складывается с провалом и взаимно компенсируются. Эксперимент Юнга. Через две щели светили светом, чтобы понять, будет он вести себя, как частицы, или как волны. Теперь этот стандартный эксперимент студенты повторяют в лабораториях. В р
      
      <p align="justify">Интерференция света – это явление наложения световых волн друг на друга, приводящее к перераспределению энергии волн в пространстве, в результате чего
      <p align="justify">Интерференция в природе
      
      
      
      <p align="justify">Цвета побежалости</p>
      
      
      <p align="justify">Цвета побежалости в технике Цвета побежалости на разогретом лезвии бритвы цвета побежалости – радужные цвета, раздел "Параметры".
  </div>
</div>

```






Полиризация света

Полиризация света

Поляризация В световых волнах, испускаемых обычными источниками света (например, лампочкой накаливания), колебания вектора напряженности электрического поля происходят по всевозможным направлениям. Такой свет называют естественным. Поляризованный свет можно получить при помощи поляризаторов-приборов, превращающих неполяризованную волну в поляризованную. Если посмотреть через тонкую кристаллическую пенку (поляризатор) на естественный свет и покрутить его вокруг своей оси, то ничего не произойдет. Однако если пропустить свет через две такие пластинки, мы обнаруживаем у него новые свойства. При вращении одной пластинки относительно другой интенсивность прошедшего света будет меняться от полного пропускания в случае, когда плоскости поляризации обеих пластинок совпадают, до полного гашения, в случае, когда эти плоскости перпендикулярны. Попробуем изобразить этот процесс более наглядно. Представим себе обычный деревянный забор, в одной из досок которого прорезана узкая вертикальная щель. Проденем сквозь эту щель верёвку; её конец за забором закрепим и начнём верёвку встряхивать, заставляя её колебаться под разными углами к вертикали. То есть щель в заборе — это модель поляризатора, преобразующего неполяризованные колебания (волны) в плоскополяризованные.




Если мы пропустим шнур через две таких щели, то:

1. Если эти щели будут параллельны друг другу, колебания будут проходить полностью (рис. 2).

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

Проверь свои знания

I Проверь свои знания.



Этот тест позволяет оценить Ваши знания

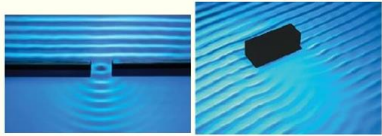
1. Какое из перечисленных ниже явлений объясняется интерференцией света:
 - Раздужная окраска тонких мыльных и масляных пленок
 - Отклонение световых лучей в область геометрической тени
 - Отклонение световых лучей
 - Солнечное излучение
2. Если размер препятствия больше, чем длина волны, то...
 - Волна проходит без изменения
 - Форма волны и длина волны изменяются
 - Форма волны изменяется, а длина волны — нет
 - Форма не изменяется, а длина — да

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

Дифракция света

Дифракция света.

Можно увидеть многое, просто наблюдая
— Юги Бера



Дифракция механических волн, идущих по воде. Можно отметить, что волна встретив препятствие на своем пути, старается его обойти, чтобы пройти дальше в направлении своего движения. А так как нам уже известно, что свет-это поперечная волна электро-магнитной природы.

Когда размеры препятствий малы, волны, огибая края препятствий, смыкаются за ними. Способность огибать препятствия обладают звуковые волны. Вот почему можно слышать сигнал автомобиля за углом дома, когда ее самой не видно и эхо в лесу.

Свет распространяется или рассеивается не только прямолинейно, отражением и преломлением, но и также


Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

Практические задания

file:///C:/Users/user1/Desktop/чпк%20школьников/проект%20волновая%20природа%20света%20сайт/praktik.html

Практические задания.

Практическое задание №1



Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

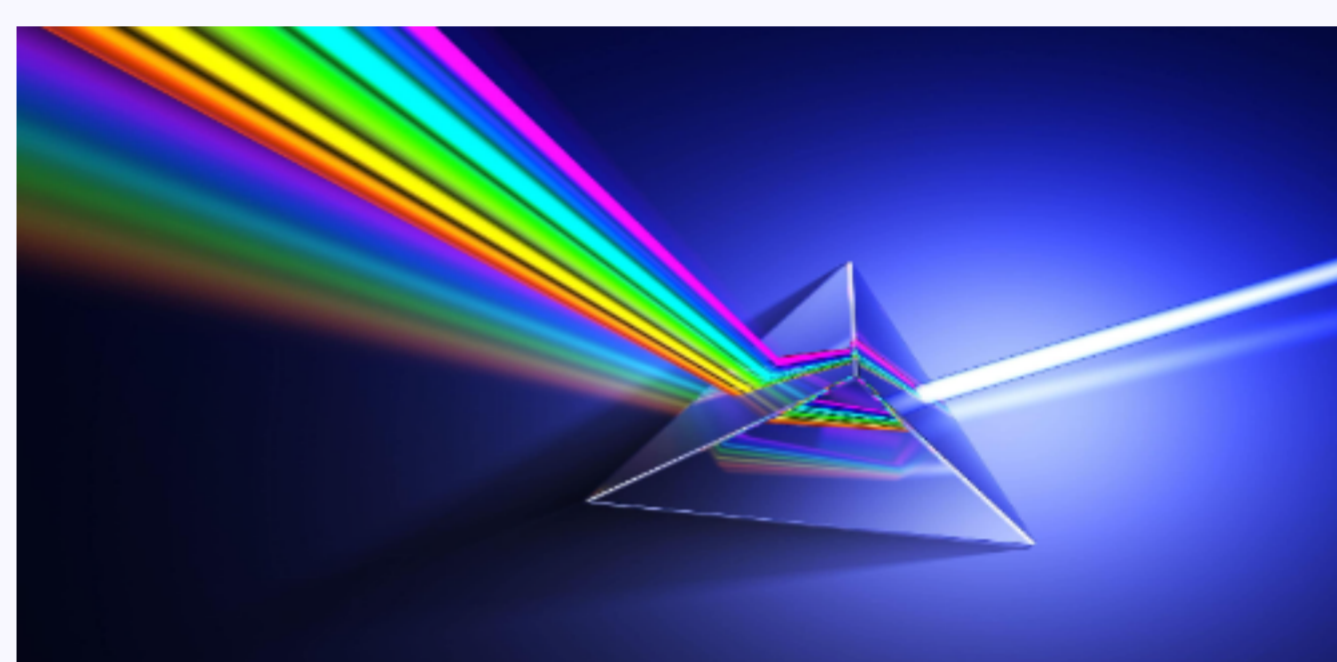
Настройка микроскопа. 1. Вращайте винты 1 и 2, чтобы установить лаву. 2. На экране прибора

Волновая природа света

Содержание



Интерференция света



Дисперсия света



Поляризация света



Дифракция света



Проверь себя



Практические задания

*Авторы:
Кагенков Андрей Евгеньевич
Филатов Артем Сергеевич
МБОУ СОШ №78 г.Пензы*

*Интерактивное Web- приложение по физике
"Волновая природа света"*

*Руководители:
Буянова Светлана Александровна
Сергеева Кристина Анатольевна*

Дисперсия света.

Наиболее удивительная и чудесная смесь цветов — белый цвет.

И. Ньютон

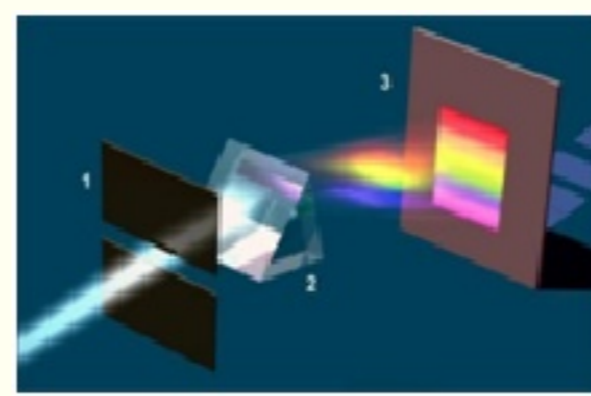
Исаак Ньютон (1643 -1727)– английский физик и математик



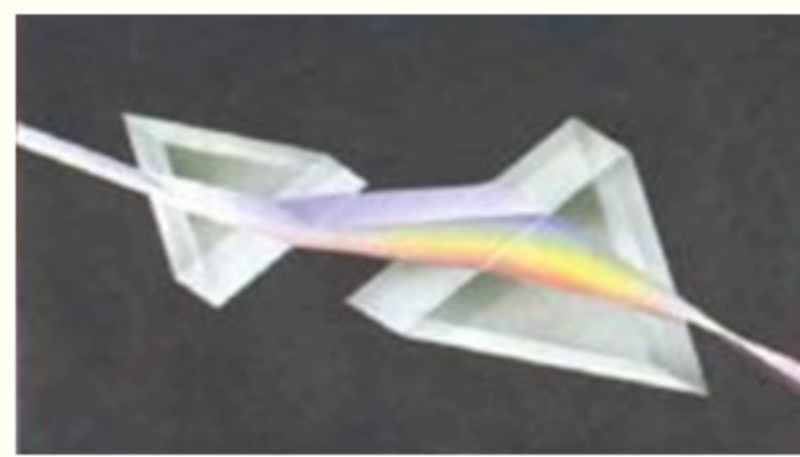
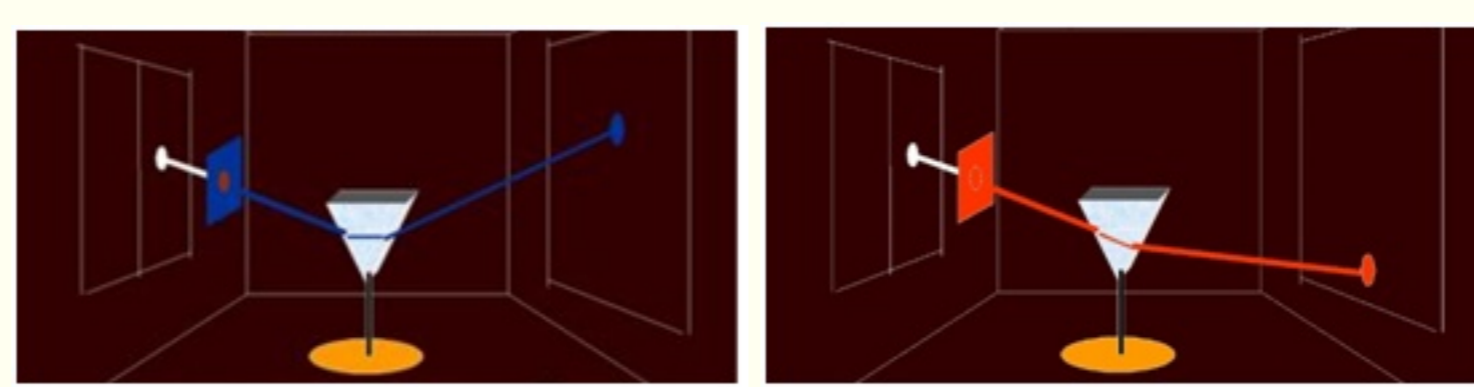
занимаясь усовершенствованием телескопов, обратил внимание на то, что изображение, даваемое объективом, по краям окрашено Опыт И. Ньютона Проходя через призму солнечный свет преломлялся и давал на стене изображение с радужным чередованием цветов.



Ученый первым обратил внимание на спектральный состав света и выяснил, что радужная полоска образовалась благодаря разным величинам отклонения лучей различных цветов, т.е. лучей с различными длинами волн. Так Ньютоном была открыта дисперсия света. Радужная полоска - спектр от латинского «spectrum»- видение.



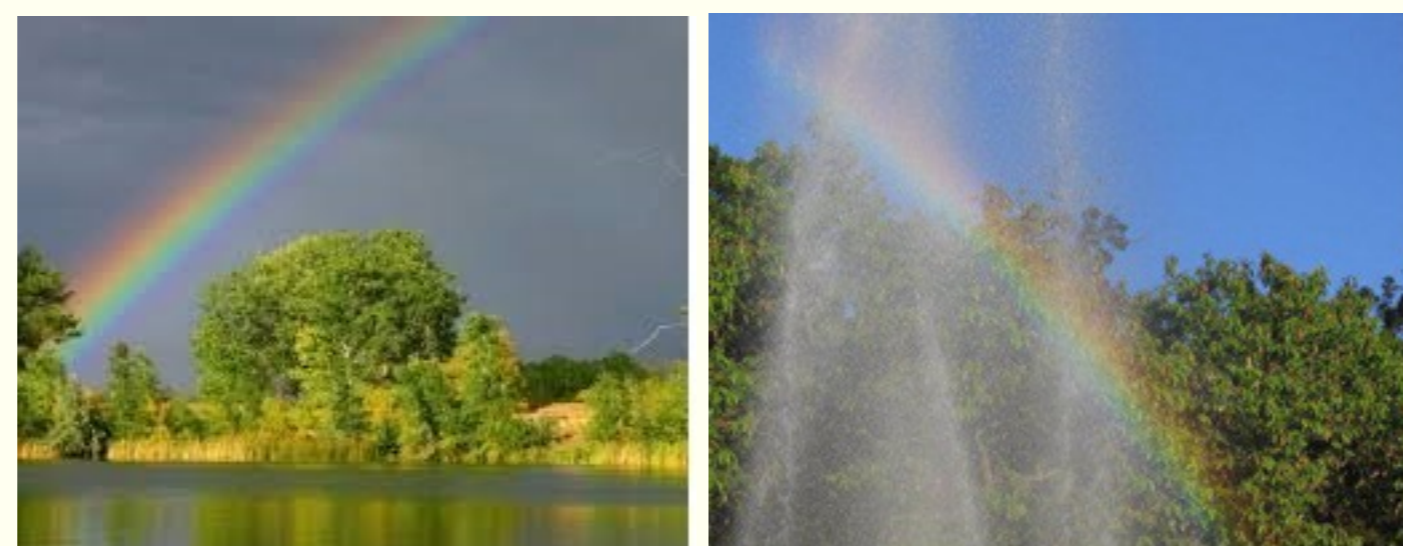
Закрыв отверстие синим стеклом, Ньютон наблюдал на стене только синее пятно Волна одного цвета – монохроматическая, аналогично он делал и для остальных длин волн.



А когда Ньютон собрал линзой вышедшие из призмы цветные пучки, то получил на белом экране вместо окрашенной полосы белое изображение отверстия.

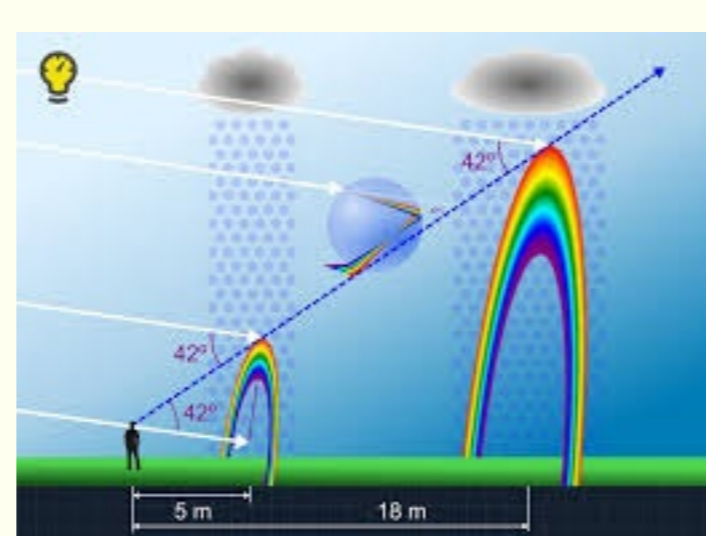


Выводы из опытов Ньютона: призма не изменяет свет, а лишь разлагает его на составные части; белый свет как электромагнитная волна состоит из семи монохроматических волн; световые пучки, отличающиеся по цвету, отличаются по степени преломляемости; наиболее сильно преломляются фиолетовые лучи, меньше других - красные; красный свет имеет наибольшую скорость в среде, а фиолетовый - наименьшую, поэтому призма и разлагает свет. Откуда берется радуга?



Радуга –это спектр солнечного света Он образован разложением белого света в каплях дождя(маленькие призмочки). Из дождевых капель под разными углами преломления выходят широкие разноцветные пучки света. Наблюдатель, находясь вне зоны дождя, видит радугу на фоне облаков, освещаемых солнцем, на расстоянии 1 – 2 км.

Условия возникновения радуги:



- 1.Радуга появляется, только когда выглянуло из-за туч солнце и только в стороне, противоположной солнцу.
- 2.Радуга возникает, когда солнце освещает завесу дождя.
- 3.Радуга появляется при условии, что угловая высота солнца над горизонтом не превышает 42°.



В водяной капле происходят оптические явления: преломление света, дисперсия света, отражение света.

Цвет непрозрачных предметов



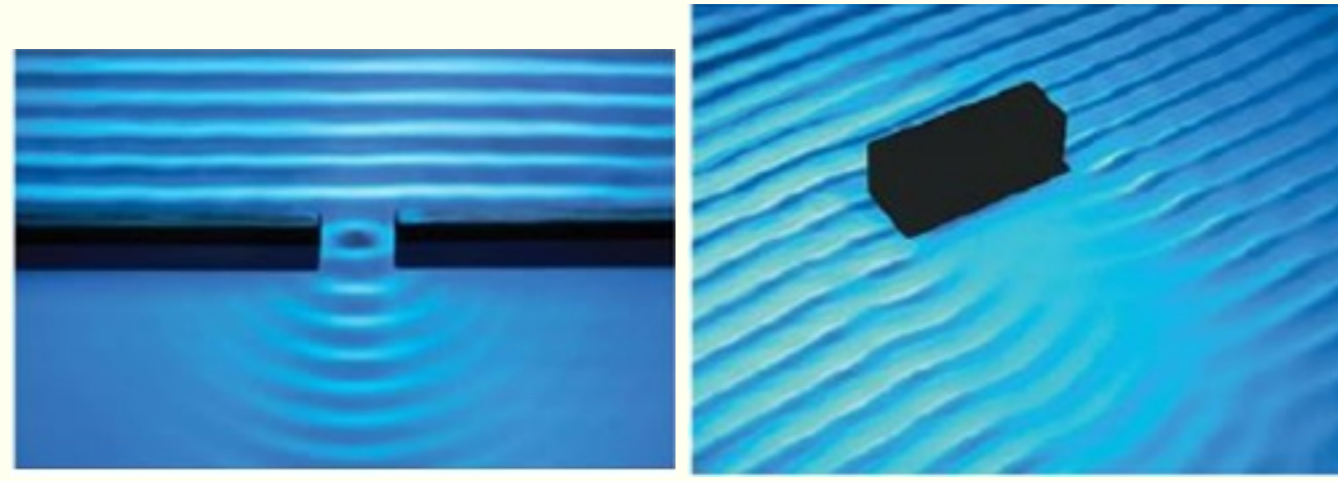
Многообразие цветов и оттенков в окружающем нас мире объясняет явление дисперсии. При взаимодействии с различными телами лучи света разного цвета по-разному отражаются и поглощаются этими телами. Тела, окрашенные в белый цвет, отражают лучи света разных частот одинаково хорошо. Тела, окрашенные в черный цвет, поглощают лучи света разных частот одинаково хорошо. Непрозрачные тела окрашиваются в тот цвет, лучи света которого они хорошо отражают. Цвет прозрачного тела определяется составом того света, который проходит через него. Если прозрачное тело равномерно поглощает лучи всех цветов, то в проходящем белом свете оно бесцветно, а при цветном освещении имеет цвет тех лучей, которыми освещено. При пропускании белого света через окрашенное стекло оно пропускает тот цвет, в который окрашено. Это свойство используется в различных светофильтрах. Итак, дисперсия- явление разложения белого света в спектр Белый свет – сложный, состоит из семи монохроматических цветов. Показатель преломления среды зависит от цвета света.х

Свет с разными длинами волн распространяется в среде с разными скоростями: фиолетовый с наименьшей, красный - наибольшей.

[← ВЕРНУТЬСЯ ОБРАТНО](#)

Дифракция света.

Можно увидеть многое, просто наблюдая
— Йоги Бера



Дифракция механических волн, идущих по воде. Можно отметить, что волна встретив препятствие на своем пути, старается его обойти, чтобы пройти дальше в направлении своего движения. А так как нам уже известно, что свет-это поперечная волна электро-магнитной природы.

Когда размеры препятствий малы, волны, огибая края препятствий, смыкаются за ними. Способность огибать препятствия обладают звуковые волны. Вот почему можно слышать сигнал автомобиля за углом дома, когда ее самой не видно и эхо в лесу.

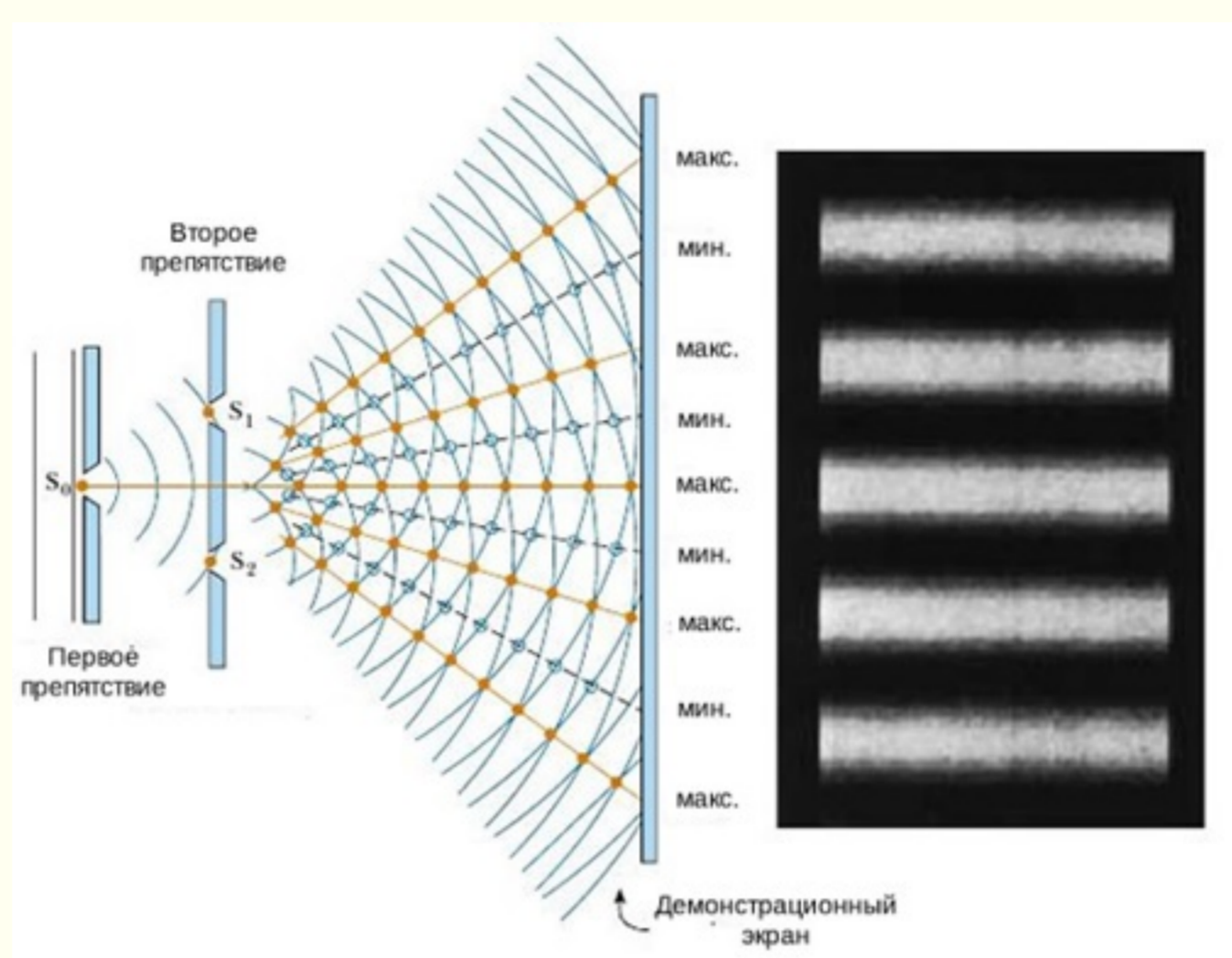
"Свет распространяется или рассеивается не только прямолинейно, отражением и преломлением, но и также четвертым способом - дифракцией" (Ф.Гримальди 1665г.)

Дифракция - отклонение от прямолинейного распространения волн, огибание волнами препятствий. Результат дифракции зависит от соотношения длины волны с размерами препятствия.

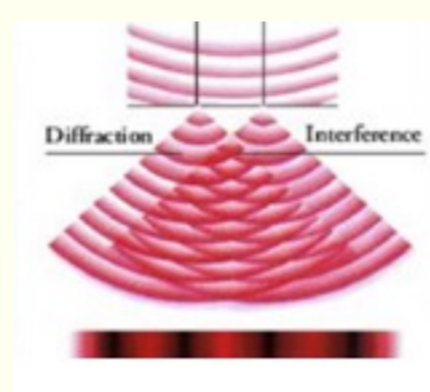
Дифракционные явления были хорошо известны еще во времена Ньютона. Первое качественное объяснение явления дифракции на основе волновых представлений было дано английским ученым Т. Юнгом (1773-1829).



Свет от Солнца падал на экран с узкой щелью S. Прошедшая через щель световая волна затем падала на второй экран уже с двумя щелями S1 и S2. Когда в область перекрытия световых волн, идущих от S1 и S2 помещался третий экран, то на нем появлялись параллельные интерференционные полосы, содержащие (по словам Юнга) «красивое разнообразие оттенков, постепенно переходящие один в другой». Именно с помощью этого опыта Юнг смог измерить длины волн световых лучей разного цвета.



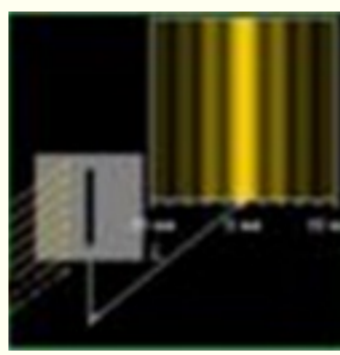
Условия наблюдения дифракции. Дифракция происходит на предметах любых размеров, а не только соизмеримых с длиной волны.



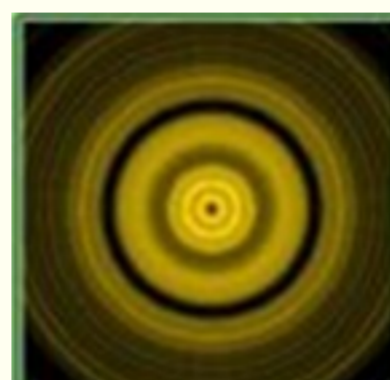
Дифракционные картины от различных препятствий



от круглого отверстия

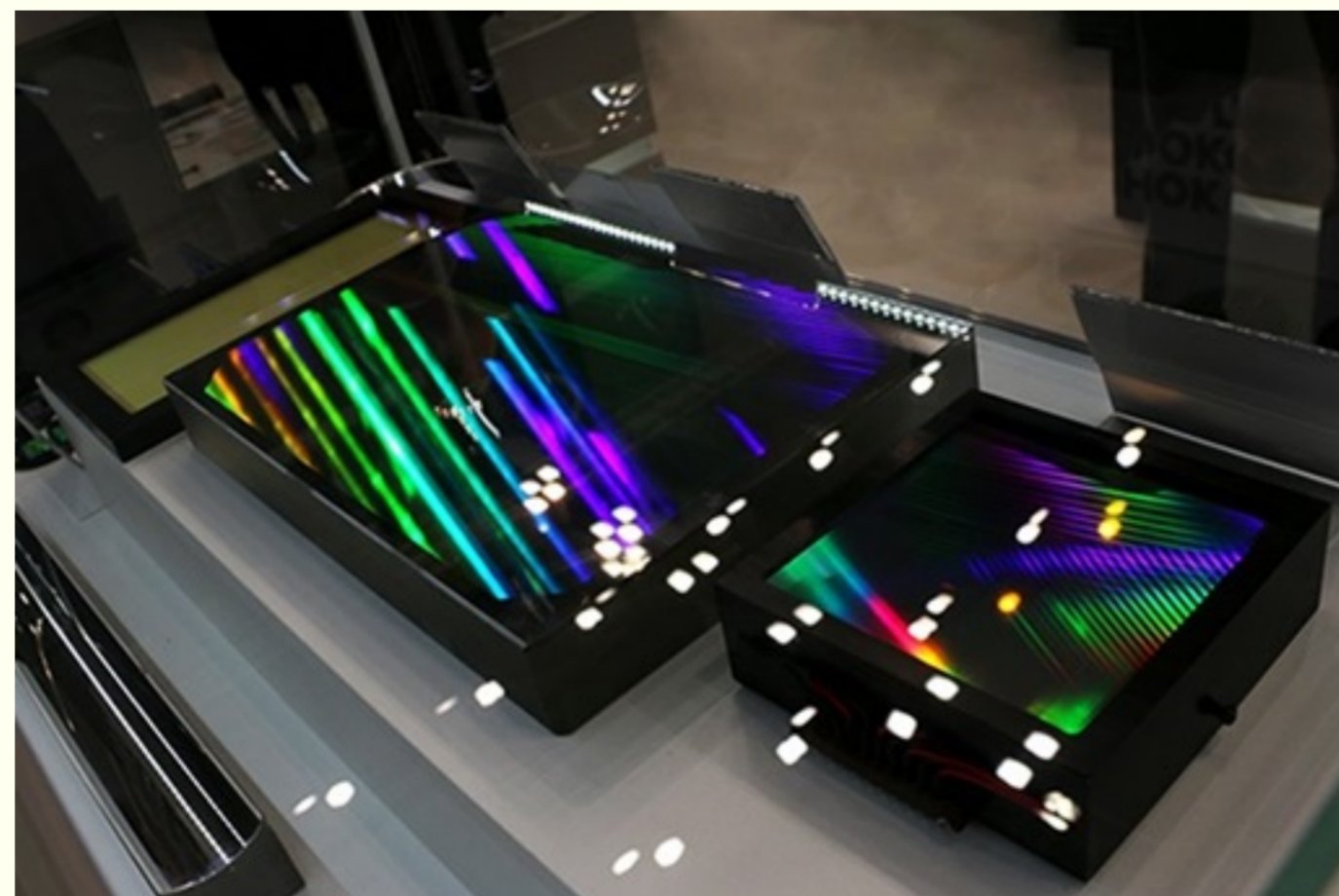


от тонкой проволоки или щели

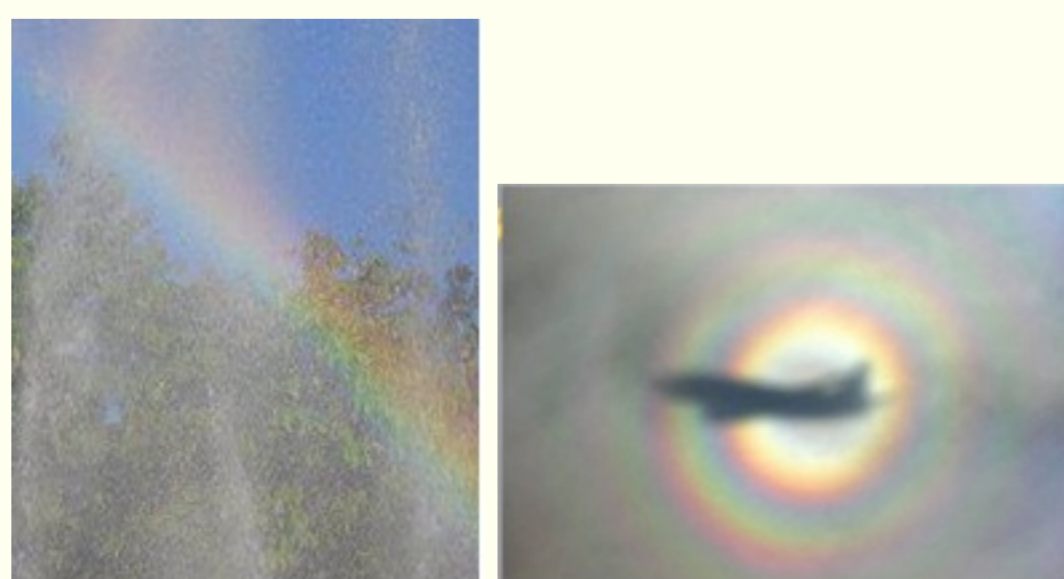


от круглого экрана

Дифракционная решётка — оптический прибор, действие которого основано на использовании явления дифракции света. Представляет собой совокупность большого числа регулярно расположенных штрихов (щелей, выступов), нанесённых на некоторую поверхность.



Применение дифракционной решетки в спектральных приборах; в качестве оптических датчиков; линейных и угловых перемещений (измерительные дифракционные решетки); в качестве поляризаторов; в качестве фильтров инфракрасного излучения; в качестве делителей пучков в интерферометрах; в «антибликовых» очках. Дифракционная решетка легла в основу рентгеноструктурного анализа — самого распространенного метода определения структуры вещества. Природной дифракционной решеткой может служить множество капельки дождя при образовании радуги оптическое явление gloria.



Вывод Дифракция не позволяет получить отчетливые изображения мелких предметов, так как свет распространяется не строго прямолинейно, а огибает предметы. дифракция происходит всегда, на любых препятствиях. И при очень тонких наблюдениях ею нельзя пренебречь и для препятствий, по размеру значительно больших длины волны. Дифракция света определяет границы применимости геометрической оптики.

[← ВЕРНУТЬСЯ ОБРАТНО](#)

Интерференция света

«Мыльный пузырь, витая в воздухе..
зажигается всеми оттенками цветов,
присущими окружающим предметам.

Мыльный пузырь, пожалуй,
самое изысканное чудо природы». Марк Твен

А, что если мы представим бассейн с водой, и с одной его стороны создадим волны? Затем разместим экран с двумя щелями, чтобы волны могли проходить только через щели. В результате у нас появится два источника волн. В результате получаем картину интерференции, где есть пики и провалы, а также промежутки, где будет просто средняя высота воды без волн. Это называется интерференцией – иногда пики и провалы складываются и усиливают друг друга, иногда пик складывается с провалом и взаимно компенсируются. Эксперимент Юнга был серией экспериментов, проводимых с 1799 по 1801 года. Через две щели светили светом, чтобы понять, будет он вести себя, как частицы, или как волны. Теперь этот стандартный эксперимент студенты повторяют в лабораториях. В результате получается такая картина(интерференция механических волн):

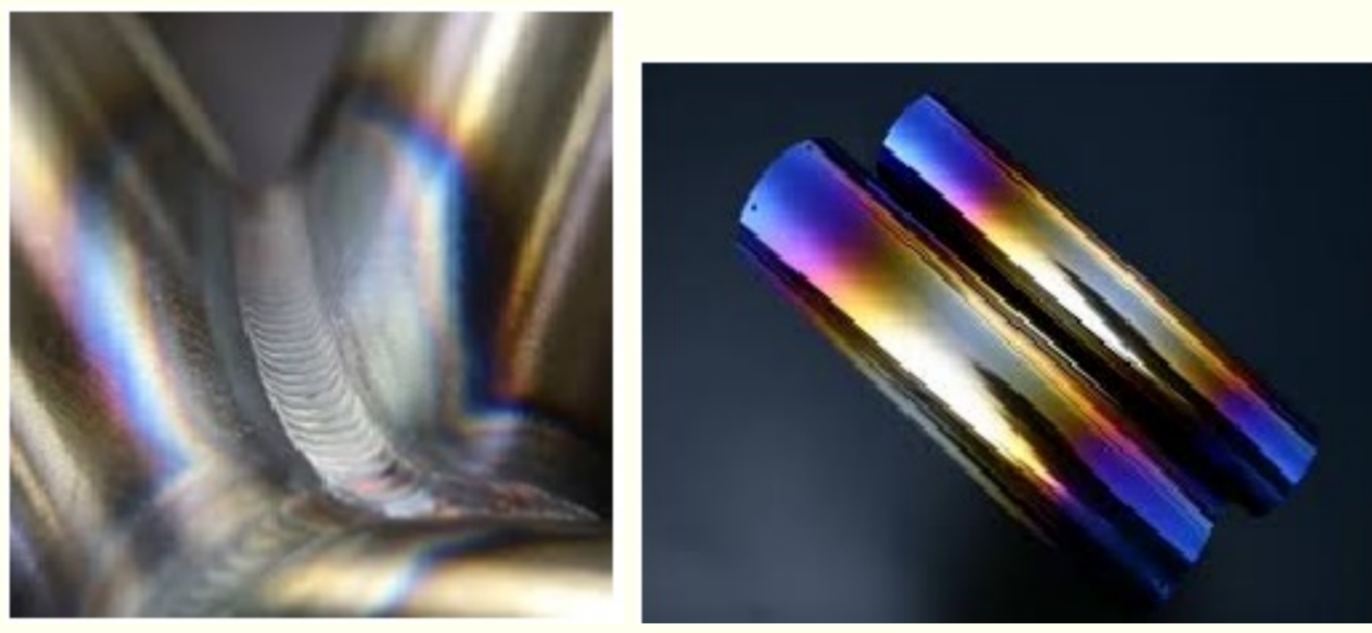


Интерференция света – это явление наложения световых волн друг на друга, приводящее к перераспределению энергии волн в пространстве, в результате чего происходит усиление или ослабление света. Интерференция (лат.): «inter» между + «ferens» несущий, переносящий.

Интерференция в природе



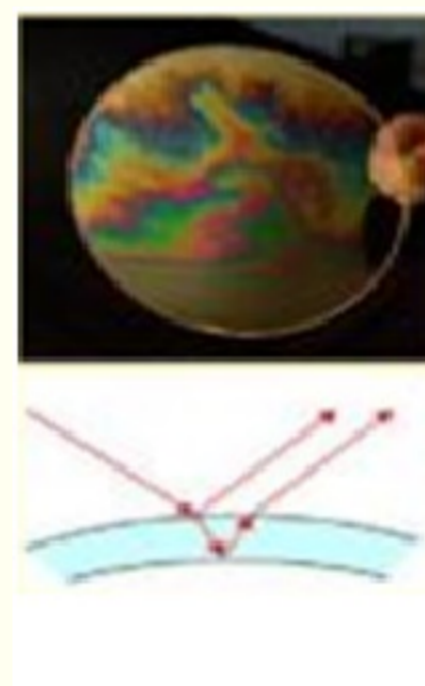
Цвета побежалости



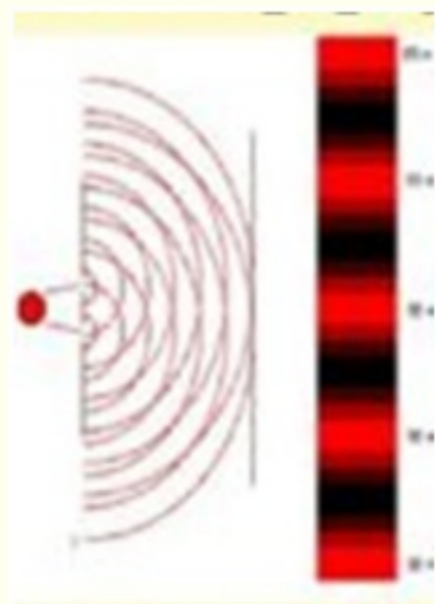
Цвета побежалости в технике Цвета побежалости на разогретом лезвии бритвы цвета побежалости — радужные цвета, образующиеся на гладкой поверхности металла или минерала в результате формирования тонкой прозрачной поверхностной оксидной плёнки и интерференции света в ней. Цвета побежалости обычно наблюдаются при нагревании сплавов железа, например, углеродистой стали



Цвета побежалости в природе в оксидных пленках минералов Попытки объяснить разноцветную окраску тонких масляных плёнок на поверхности воды делали в разное время независимо друг от друга английские ученые Роберт Бойль и Роберт Гук. Они объясняли данное явление отражением света от верхней и нижней поверхностей пленки.



Интерференционная картина на экране – это чередование светлых (цветных) и темных полос на экране, максимумов и минимумов. По закону сохранения энергии: энергия световых волн нигде не исчезает, она только перераспределяется между максимумами и минимумами. тах- свет; тiп- тьма Монохроматичность – одноцветность ($v=const$): монос - один; хромос – цвет. Монохроматический свет – свет лазера; свет, пропущенный через светофильтр (цветное стекло).



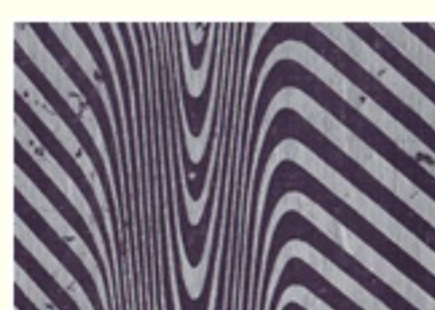
И.Ньютон наблюдал и исследовал кольца не только в белом, но и при освещении линзы одноцветным (монохроматическим) светом. Удовлетворительно объяснить, почему возникают кольца, Ньютон не смог. Это удалось Юнгу. в белом свете в монохроматическом свете в монохроматическом свете Кольца Ньютона Кольца Ньютона – интерференционная картина, имеющая вид концентрических колец и возникающая в тонкой прослойке воздуха между стеклянной пластиной и положенной на нее плоско – выпуклой линзой, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны. В месте соприкосновения линзы и пластины темное пятно и вокруг него совокупность маленьких радужных (или одноцветных) колец. Расстояние между соседними кольцами быстро убывает с увеличением их радиуса. Кольца Ньютона в монохроматическом свете. Интерферируют лучи 1 и 2 Кольца Ньютона в отраженном свете.



Применение интерференции света «Просветление оптики» - уменьшение отражения света от поверхности линзы в результате нанесения на нее специальной пленки. Фиолетовый или сиреневый оттенок просветленных объективов.



Проверка качества обработки поверхности. Неровности поверхности вызывают искривления интерференционных полос, образующихся при отражении света от контролируемой поверхности и нижней грани эталонной пластины.



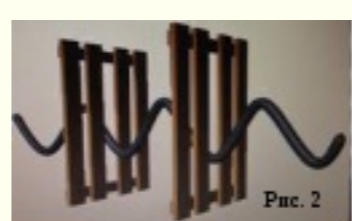
А знаете ли Вы? 9 августа 1996 года новозеланец Алан Маккей выдул самый глинный мыльный пузырь – глиной 32 метра.



[← ВЕРНУТЬСЯ ОБРАТНО](#)

Полиризация света

Поляризация В световых волнах, испускаемых обычными источниками света (например, лампочкой накаливания), колебания вектора напряженности электрического поля происходят по всевозможным направлениям. Такой свет называют естественным. Поляризованный свет можно получить при помощи поляризаторов-приборов, превращающих неполяризованную волну в поляризованную. Если посмотреть через тонкую кристаллическую пенку (поляризатор) на естественный свет и покрутить его вокруг своей оси, то ничего не произойдет. Однако если пропустить свет через две такие пластинки, мы обнаруживаем у него новые свойства. При вращении одной пластинки относительно другой интенсивность прошедшего света будет меняться от полного пропускания в случае, когда плоскости поляризации обеих пластинок совпадают, до полного гашения, в случае, когда эти плоскости перпендикулярны. Попробуем изобразить этот процесс более наглядно. Представим себе обычный деревянный забор, в одной из досок которого прорезана узкая вертикальная щель. Проденем сквозь эту щель верёвку; её конец за забором закрепим и начнём верёвку встряхивать, заставляя её колебаться под разными углами к вертикали. То есть щель в заборе — это модель поляризатора, преобразующего неполяризованные колебания (волны) в плоскополяризованные.

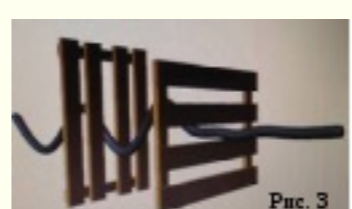


Если мы пропустим шнур через две таких щели, то:

1. Если эти щели будут параллельны друг другу, колебания будут проходить полностью (рис. 2).



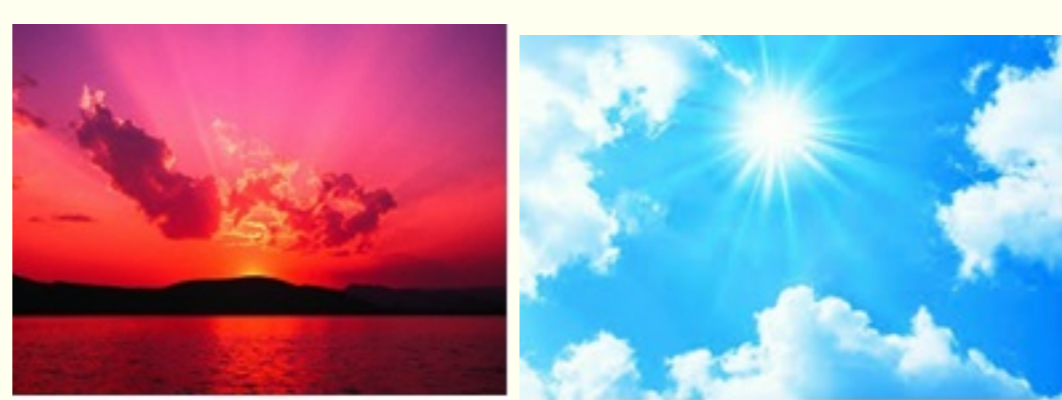
2. Если щели будут перпендикулярны друг другу, то после второй щели колебания полностью погасятся (рис. 3).



Проверим поляризованность света Жидкокристаллический монитор даёт поляризованный свет, т.к. повороте поляризатора на 90 свет полностью исчезает.



Рассеянный свет голубого неба даёт частично поляризованный свет, т.к. повороте поляризатора на 90 свет незначительно ослабляется Свет, отражённый от стекла, поляризован, т.к. повороте поляризатора на 90 свет полностью исчезает Свет, отражённый от зеркала, неполяризован, т.к. повороте поляризатора на 90 свет не исчезает. Почему небо голубое, а солнце красное.



Солнце излучает лучи, которые имеют белый цвет. Белый, как известно, включает в себя все цвета видимого нам спектра. Свидетельство тому – радуга. Она возникает по той причине, что солнечный свет, попадая в капельки воды, преломляется и распадается на разные цвета. Голубое небо мы тоже наблюдаем по чем-то похожей причине.



Дело в том, что в воздухе множество молекул газа, которые и рассеивают солнечный свет. Частицы света разлетаются в разные стороны, поэтому голубой цвет неба виден и землянам, и космонавтам с МКС в виде голубого ореола.

Почему небо именно голубого цвета? У каждого цвета имеется своя длина волны. Фиолетовый рассеиваются слишком сильно, а цвета с зелёного по красный наоборот рассеиваются не очень интенсивно. Вот и получается, голубые и синие частицы — это золотая середина. Фиолетовый, несмотря на то, что он рассеивается лучше голубого, мы не замечаем из-за нашего восприятия: при одинаковой яркости голубой воспринимается нашим глазом гораздо лучше, чем его собрат.



Применение поляризаторов



-солнцезащитные очки и антибликовые очки На солнечные очки наносится поляризационная пленка для избавления от бликов, которые получаются при отражении света.

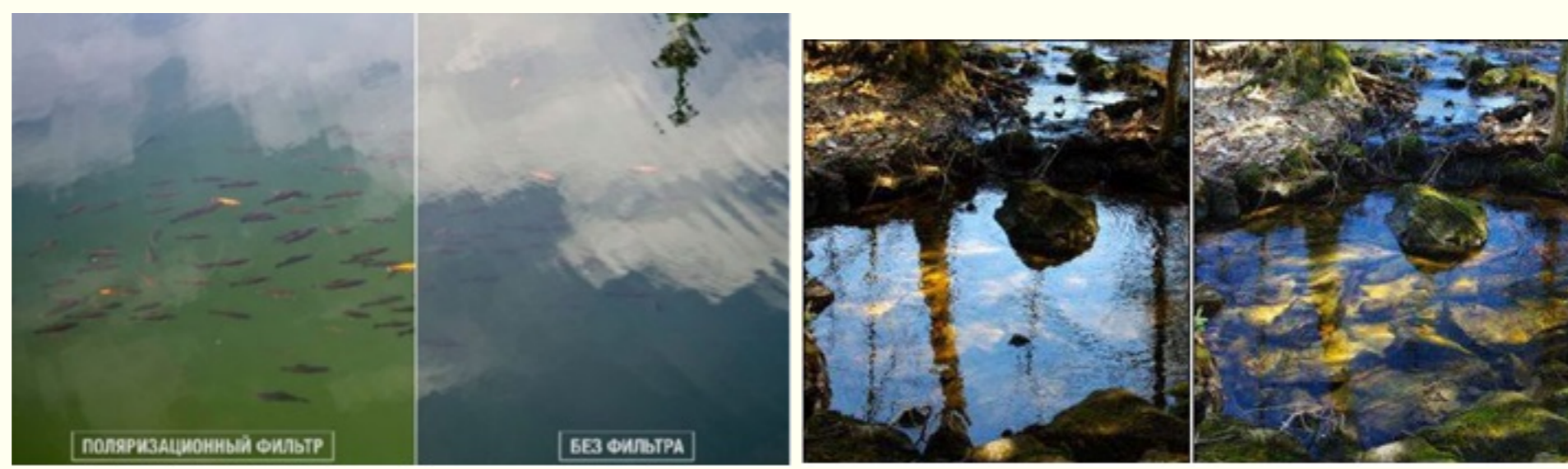


- поляридные фильтры в фотоаппаратах
- обнаружение дефектов в изделиях из прозрачного материала
- жидкокристаллические мониторы
- жидкокристаллические мониторы
- стереомониторы и стереоочки

В трехмерном кинематографе поляризация используется для разделения изображения для левого и правого глаза.



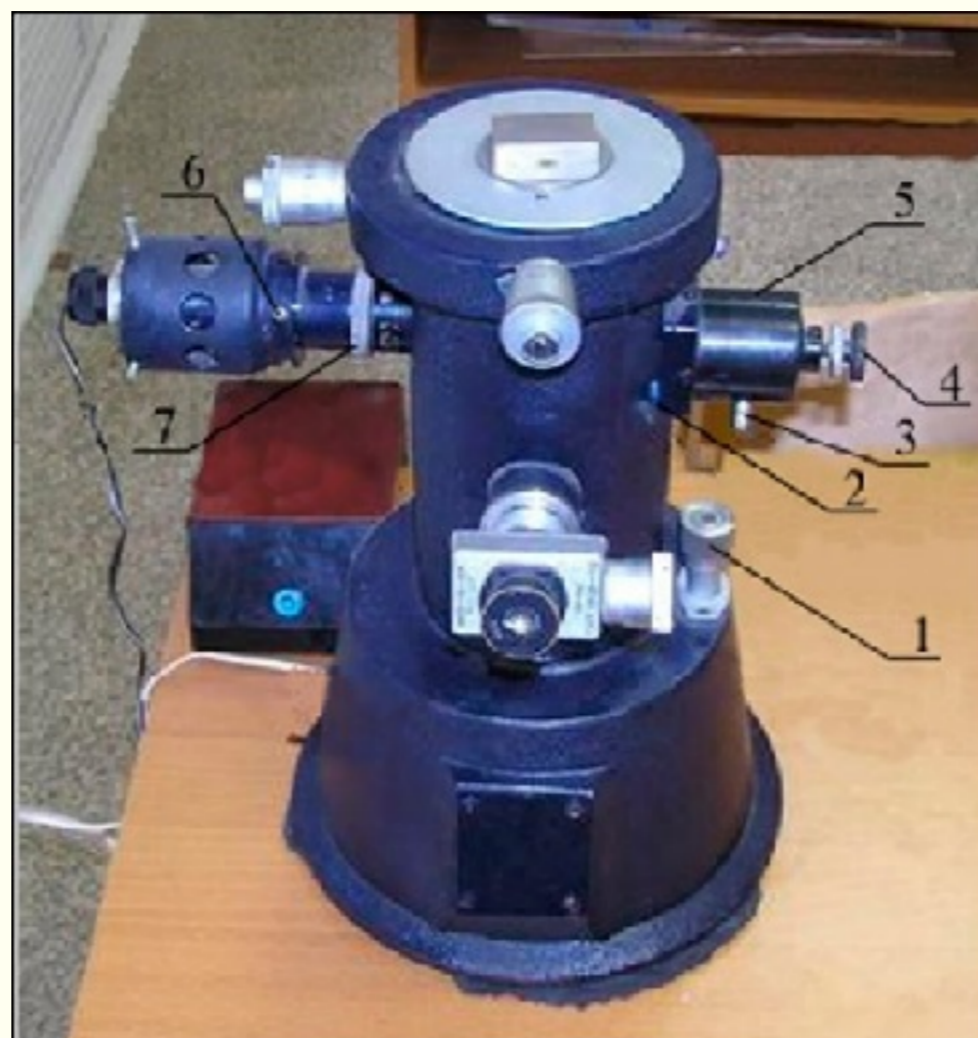
- Поляризационные фильтры используются для улучшения качества изображения.



[← ВЕРНУТЬСЯ ОБРАТНО](#)

Практические задания.

Практическое задание №1



Настройка микроинтерферометра 1. Включите лампу 12 и положите испытуемую деталь 11 на столик прибора исследуемой поверхностью вниз (к объективу). 2. Поверните рукоятку 2 так, чтобы отгравированная на ней стрелка расположилась вертикально, и с помощью микрометрического винта 4 сфокусируйте интерферометр на исследуемую поверхность (получите ее резкое изображение). 3. Поворотом рукоятки 2 включите головку объектива 5 (стрелка на рукоятке должна расположиться горизонтально); при этом в поле зрения должны быть видны интерференционные полосы (аналогичные изображенным на рис. 2 красные волнистые линии). 4. С помощью микрометрического винта 1 добейтесь наиболее резкого изображения полос и такого положения, при котором в поле зрения будут видны одновременно изображение контролируемой поверхности и интерференционная картина. 5. Для получения большей контрастности полос рекомендуется поворотом кольца 7 несколько уменьшить отверстие апертурной диафрагмы. 6. Необходимый для работы интервал между полосами интерференционной картины установите вращением головки винта 3 вокруг собственной оси. 7. Поворотом винта 3 вокруг оси головки объектива 5 установите интерференционные полосы перпендикулярно штриху (исследуемой царапине) на испытуемой поверхности. 8. Для работы с монохроматическим светом включите один из светофильтров сдвинув пластину 6 до упора.

Порядок выполнения практической работы по определению класса шероховатости поверхности. Существует несколько классов шероховатости поверхности, которые можно определить с помощью микроинтерферометра- измерительного прибора, действие которого основано на явлении интерференции.

Установлено 14 классов шероховатости.

Классы шероховатости:

1-3 - грубые поверхности

4-5 - полуматовые поверхности

6-8 – чистые поверхности

9-12 – очень чистые поверхности

13-14 – высшей чистоты поверхности.

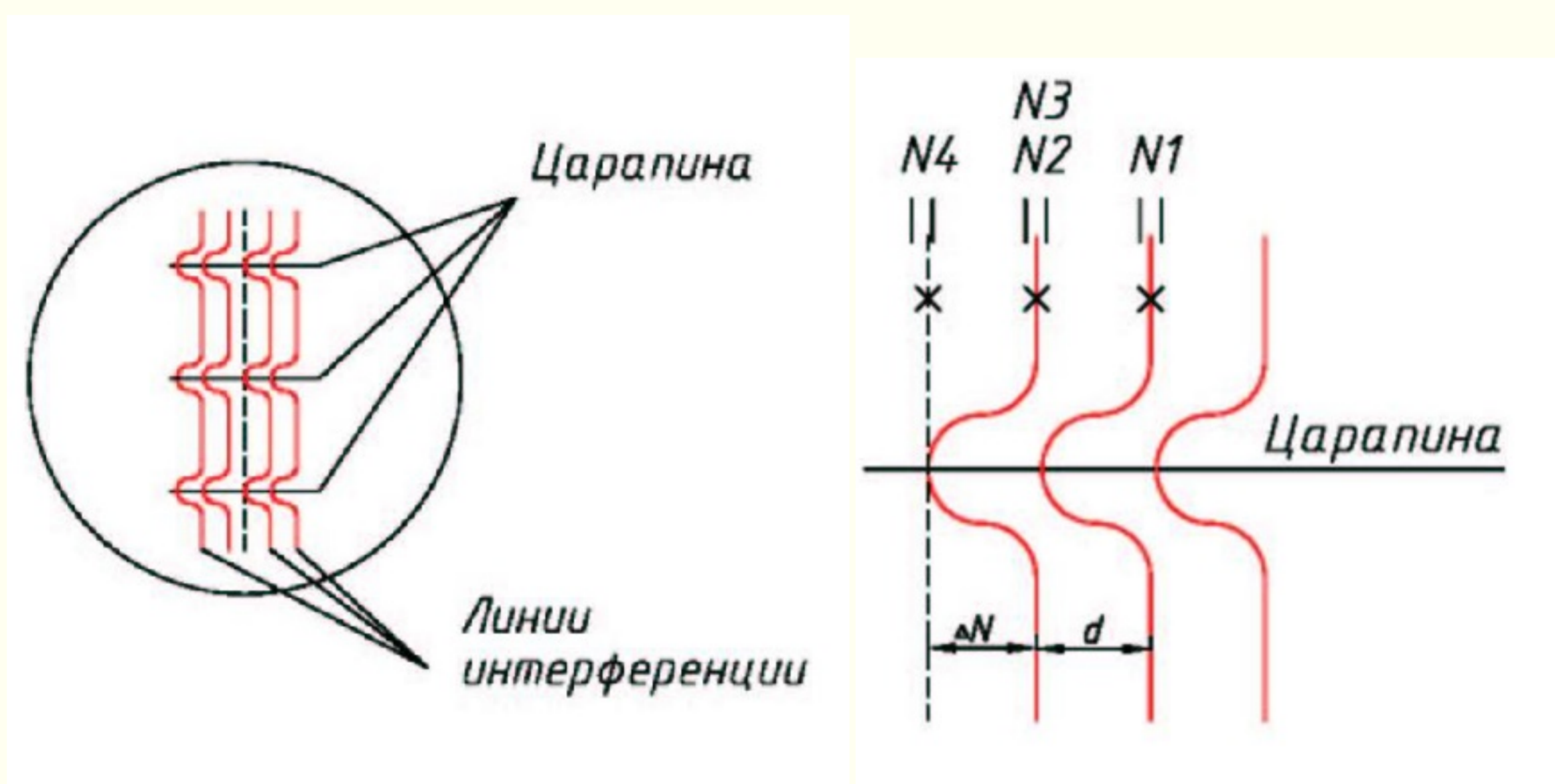
1.Вычислите интервал между интерференционными полосами (d); высоту изгиба полосы (Δn); глубину неровности (h), среднее значение глубины неровности (hср) по следующим формулам:

$$d = |n_1 - n_2|$$

$$\Delta n = |n_2 - n_3|$$

$$h = (0,25 \cdot \Delta n) / d$$

$$h_{ср} = (h_1 + h_2 + h_3) / 3$$



Показания микрометра

№	1	2	3
n1, мм	1,78	1,38	0,98
n2, мм	1,59	1,19	0,81
n3, мм	1,42	1,06	0,68

Запишите в окошко ниже среднее значение глубины неровности (округлив до десятых)

Введите число:

Практическое задание №2



На данном фото изображена фотометрическая скамья для измерения относительной интенсивности поляризованного луча. Скамья выполнена в виде рельса с направляющими пазами, на котором укреплены источник естественного света, система поляризатор-анализатор, фотометрическая головка и эталонная лампа. Эталонная лампа может плавно перемещаться вдоль скамьи, и ее расстояние от фотометрической головки r0 определяется по измерительной линейке. Поляризованный свет падает на матовую пластину фотометрической головки, а с противоположной стороны на нее же падает свет от эталонной лампы. С помощью окуляра фотометрической головки наблюдаются два поля, освещенных поляризованным светом и светом эталонной лампы.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с описанием используемой установки.

2. Изменяя угол поворота анализатора на каждые 100°, равномерность освещенности поля, наблюдаемого в окуляре, будет нарушаться, т.е. будет видна фигура (прямоугольник). Расстояние при 0° составляет 10 см. Изменяя расстояние от эталонной лампы до фотометрической головки при угле поворота анализатора 10° за счет перемещения лампы, добиваемся равномерной освещенности поля в окуляре.



3. Добавьте полученное значение расстояния при помощи кнопки «Заполнить». В таблице появятся значения расстояний от эталонной лампы до фотометрической головки для каждого угла поворота анализатора.

4. Рассчитайте отношения r0/rφ и отношение I/I0 по формуле I/I0 = [(r0/rφ)²]², где I - интенсивность света, выходящего из поляризатора. I0 - интенсивность падающего на поляризатор света.

5. Сравните полученные отношения I/I0 с эталоном. Совпадение свидетельствует о точности выполнения измерений и справедливости закона Малюса.

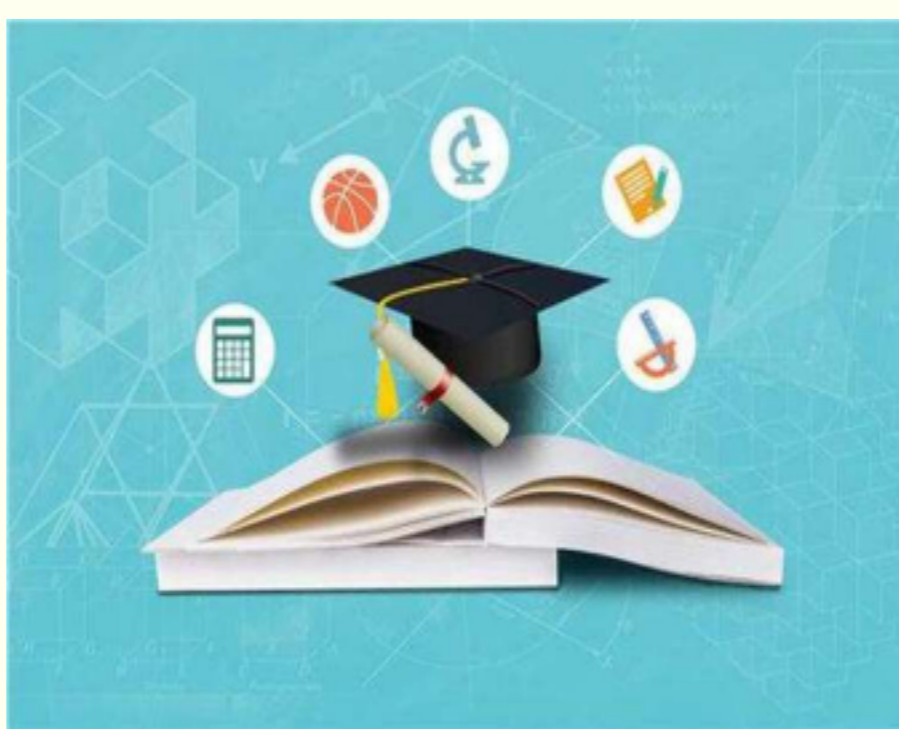
Таблица 1

r0=10см

φ, 0	rφ, см	r0/rφ	I/I0	эталон
10				0,98
20				0,94
30				0,87
40				0,77
50				0,64
60				0,5
70				0,34
80				0,17
90				0

[← ВЕРНУТЬСЯ ОБРАТНО](#)

Проверь свои знания.



Этот тест позволяет оценить Ваши знания

1. **Какое из перечисленных ниже явлений объясняется интерференцией света:**
 - Радужная окраска тонких мыльных и масляных пленок
 - Отклонение световых лучей в область геометрической тени
 - Отклонение световых лучей
 - Солнечное излучение
2. **Если размер препятствия больше, чем длина волны, то...**
 - Волна проходит без изменения
 - Форма волны и длина волны изменяются
 - Форма волны изменяется, а длина волны – нет
 - Форма не изменяется, а длина - да
3. **С помощью какого прибора можно определить класс шероховатости поверхности**
 - Интерферометр
 - Гигрометр
 - Дифрактометр
 - Барометр
4. **Что получится при смешении всех цветов радуги**
 - Черный пятно
 - Белое пятно
 - Коричневое пятно
 - Фиолетовое пятно
5. **Какое явление волновой оптики объясняет почему мы видим небо голубым?**
 - Интерференция
 - Поляризация
 - Дисперсия
 - Дифракция
6. **Явление отклонения от прямолинейного распространения волн, огибание волнами препятствий, называют...**
 - Дисперсией
 - Интерференцией
 - Дифракцией
 - Поляризацией
7. **При прохождении стеклянной призмы белый свет...**
 - Остается без изменений
 - Разлагается на спектр
 - Отражается
 - Преломляется
8. **При дисперсии света наиболее отклоняются...**
 - Фиолетовые лучи
 - Зеленые лучи
 - Желтые лучи
 - Красные лучи
9. **Дифракционные картины, получаемые для синего и желтого цветов...**
 - Одинаковые
 - Разные, зависят от периода дифракционной решетки
 - Разные, зависят от показателя преломления
 - Разные, зависят от частоты
10. **Сложную структуру имеет...**
 - Белый свет
 - Красный свет
 - Зеленый свет
 - Фиолетовый свет
11. **Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено**
 - Интерференцией света
 - Отражением света
 - Дисперсией света
 - Дифракцией света
12. **Какое оптическое явление объясняет появление цветных радужных пятен на поверхности воды, покрытой тонкой бензиновой плёнкой?**
 - Дисперсия света
 - Фотозффект
 - Дифракция света
 - Интерференция света
13. **При попадании солнечного света на капли дождя образуется радуга. Это объясняется тем, что солнечный свет состоит из электромагнитных волн с разной длиной волны, которые каплями воды по-разному**
 - Поглощаются
 - Отражаются
 - Преломляются
 - Рассеиваются
14. **При просмотре фильмов в формате 3D зрители надевают специальные очки, которые позволяют «сделать» изображение объемным. На каком явлении основано действие очков?**
 - Дисперсия
 - Поляризация
 - Дифракция
 - Интерференция
15. **Для гашения света угол между осями поляризаторов должен быть...**
 - 90°
 - 180°
 - 60°
 - 45°

Проверить результаты

[← ВЕРНУТЬСЯ ОБРАТНО](#)

**Рецензия на научно-исследовательскую работу учеников 9 «А» класса МБОУ СОШ №78 г.Пензы
«Интерактивное Web-приложение «Волновая природа света»»**

Актуальность темы данной работы несомненно обусловлена потребностью в создании интерактивных Web-приложений по различным направлениям и дисциплинам, для их разработки нужно не только ориентироваться в наполнении теоретических и практических составляющих, но и владеть способами их разработки с использованием различных информационных технологий. Авторы в своей работе выбрали в качестве средств разработки информационного продукта технологии HTML, CSS и JavaScript.

Проведенный авторами анализ научно-технической литературы и проделанная работа, свидетельствует, что потребность в таких информационных продуктах существует. Так как большинство готовых разработок в сети интернет, не всегда соответствуют нужным требованиям и как правило должны приобретаться за денежные средства.

У ребят получилось с помощью информационных технологий разработать интерактивный продукт, для практического применения в учебном процессе на занятиях по физике. Я думаю, что авторам нужно продолжить свою работу над проектом и сделать интерактивные приложения по другим разделам физики, а так же по другим дисциплинам, продумать и наполнить их мультимедийными составляющими.

В процессе работы над проектом авторами изучены возможности языков HTML и CSS и языка программирования JavaScript.

Практическая значимость работы заключается в следующем: данное интерактивное Web - приложение можно использовать в образовательном процессе и на внеурочной деятельности, как для изучения нового материала, так и для закрепления ранее изученных тем, раздела физики - оптика. Такие интерактивные разработки, при применении в образовательной деятельности повышают интерес к предмету. Для разработки данного приложения ребята изучили средства и способы создания интерактивных продуктов, выбрали для себя определенные информационные технологии.

Таким образом, авторы достигли поставленной цели – разработали интерактивное Web-приложение «Волновая природа света», которое используется на занятиях по физике.

По данной работе имеется следующие замечание: авторы в блоке «практические задания», часть заданий предлагают рассчитывать пользователю самостоятельно, для более удобного использования, можно эти вычисления представить в автоматизированном виде, то есть прописать с помощью языка программирования, возможно ребятам пока еще не успели познакомиться со всеми возможностями информационных технологий.

Работа Каденкова Андрея и Филатова Артёма выполнена на достаточном уровне, сделанные замечания не оказывают существенного влияния на высокую оценку работы.

Работа содержит научную новизну, практическую значимость заключающуюся в разработке интерактивного электронного пособия по пропедевтике дисциплины физика, раздела оптики, для организации как самостоятельной работы школьников, так и для использования в учебном процессе.

*К.т.н., доцент
каф ИВС*

Мур

Муржана



В. Канцелярия Швалова