

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

Крутова О.В.

8 класс, МОУ «Гимназия № 3», г. Астрахань

Научный руководитель: Крутова И.А., Астраханский государственный университет,
зав. кафедрой теоретической физики и методики преподавания физики,
г. Астрахань

Мы живем в мире разнообразных световых явлений. В повседневной жизни мы встречаемся со многими световыми явлениями, но обычно не задумываемся над ними – настолько они привычны. В данной работе описан ход экспериментальных исследований некоторых свойств световых пучков с использованием простейшего оборудования. Далее выясняются причины наблюдаемых явлений и обнаруживается связь наблюдаемого явления с другими явлениями, а также находятся возможные практические применения полученных знаний для создания важных для человека устройств.

Цель исследования – применение эмпирических методов познания для выявления основных свойств световых пучков и создания действующих моделей оптических устройств.

Задачи исследования:

Осуществить серии экспериментальных исследований по исследованию свойств света. Для этого: 1) сформулировать цель эксперимента; 2) разработать методику его проведения; 3) смонтировать экспериментальную установку из подручного оборудования; 4) провести эксперимент; 5) сформулировать вывод в виде знания о свойствах света.

Разработать способ изготовления, сконструировать оптические устройства (световод, устройство для получения отпечатков пальцев методом полного внутреннего отражения, устройства для сложения цветов спектра), установить область их практического применения.

Предмет исследования – экспериментальное исследование явления отражения света, преломления света, полного внутреннего отражения, дисперсии света.

Основное содержание работы

Исследование 1

Цель: установить, как распространяется свет в однородной среде.

Метод экспериментального решения: сделать видимым процесс распространения света в различных однородных средах: воздухе, воде, подсолнечном масле, налитом в

прозрачный стакан. В качестве источника света использовать лазерную указку. Чтобы сделать световой луч видимым в воздухе, «запылить» исследуемую область мукой (фото 1).

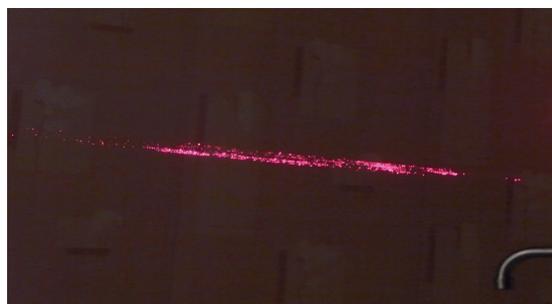


Фото 1. Прямолинейное распространение светового луча

Вывод: свет в однородной среде распространяется прямолинейно.

Дополнительные сведения: явление прямолинейного распространения света было известно уже в глубокой древности. Об этом писал основатель геометрии Евклид 2270 лет тому назад. Весьма вероятно, что понятие о прямой линии возникло из представлений о прямолинейности распространения света в однородной среде.

Исследование 2

Цель: установить, как распространяется свет в неоднородной среде; какие явления происходят на границе раздела двух сред.

Метод экспериментального решения: взять неоднородную среду «воздух-вода» и направить на границу этих двух сред луч лазера; варьировать среды, в которых распространяется свет («вода – воздух»; «воздух – зеркало», «вода – зеркало», «подсолнечное масло – вода») [2] и, сделав его видимым, наблюдать за направлением распространения света в каждом случае (фото 2, 3).

Вывод: на границе двух любых сред свет меняет направление распространения и возвращается в первую среду. Это явление называется отражением света.

Если свет переходит из одной прозрачной среды в другую, то он преломляется.

Это явление называется преломлением света.

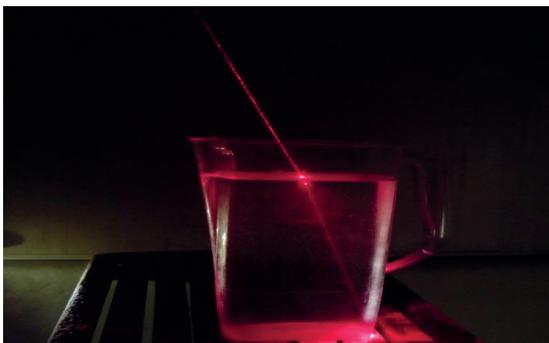


Фото 2. Преломление светового пучка при переходе из воздуха в воду

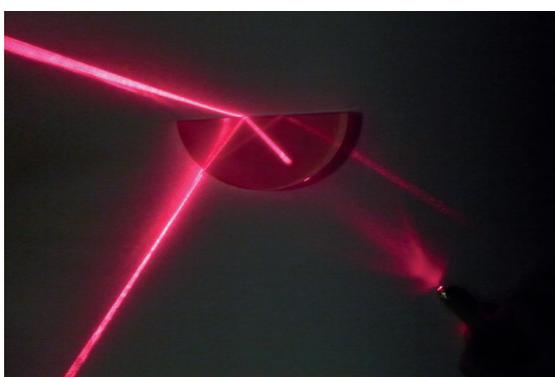


Фото 3. Преломление и отражение светового пучка на границе

Дополнительные сведения: преломлением света на границе раздела двух сред объясняются многие явления, которые мы постоянно наблюдаем в жизни. Например, карандаш, ложка, соломинка, опущенные в стакан с водой кажутся надломленными; ноги человека, зашедшего по пояс в речку, кажутся короче, чем на самом деле.

Исследование 3

Цель: установить, всегда ли на плоской границе двух прозрачных сред, свет частично отражается от этой границы и частично преломляется в ней.

Метод экспериментального решения: Изменять угол, под которым световой пучок падает на границу раздела двух прозрачных сред.

Наблюдение. Возьмем чистый фужер, наполненный водой. Обхватим его сверху пальцами и посмотрим сквозь воду на стенку стакана, желая увидеть свои пальцы. Мы не увидим их, потому что свет, проходящий сквозь воду и падающий на стекло, полностью отражается от него в воду.

Эксперимент. Отрегулировать положение лазерной указки так, чтобы был виден ход падающего, отраженного и преломлен-

ного пучков в прозрачном стеклянном полуцилиндре. Поворачивая лазерную указку и увеличивая угол падения света на плоскую грань полуцилиндра, наблюдаем за изменением углов отражения и преломления (фото 4).

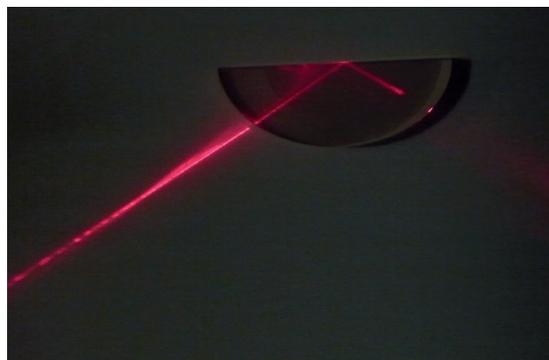


Фото 4. Явление полного внутреннего отражения света.

Вывод: при определенных углах падения, превышающих некоторый предельный угол, падающий пучок полностью отражается обратно в первую оптически более плотную среду, и преломленный пучок совсем отсутствует. Это явление называется полным внутренним отражением света.

Дополнительные сведения: Отпечатки пальцев в наши дни снимают не только у преступников. Разумеется, законопослушные граждане с большой неохотой позволяют наносить на свои пальцы черную краску и прижимать их к бумажному листу. Найдем способ избежать этой неприятной процедуры, опираясь на знания полного внутреннего отражения света.

Возьмем прямоугольную равнобедренную стеклянную призму и к ее гипотенузной грани прижмем палец. Тогда, глядя сквозь катетную грань, при полном отражении света можно увидеть прекрасную картину папиллярных узоров, которую можно сфотографировать и занести в базу данных.

Одно из преимуществ получения отпечатков пальцев методом полного внутреннего отражения заключается в том, что образуется ясная несмазанная картина, по которой нетрудно распознать мельчайшие особенности строения папиллярного узора.

Исследование 4

Цель: разработать способ изготовления и смоделировать световод.

Метод экспериментального решения: использовать самый гибкий материал, позволяющий сильно изгибать световод, – струйку воды, из которой свет не сможет выйти в воздух.

Экспериментальная установка:

Возьмем чистую полуторалитровую пластиковую бутылку. В одной из стенок на высоте равной $2/3$ бутылки сделаем сверлом круглое отверстие диаметром 2 мм. Закроем отверстие маленькой пробочкой, наполним бутылку водой и расположим на некоторой высоте над миской. Лазерную указку закрепим так, чтобы пучок света от неё шел горизонтально и падал в отверстие с диаметрально противоположной точки стенки бутылки. Откроем пробку и в темноте пронаблюдаем происходящее явление (фото 5).

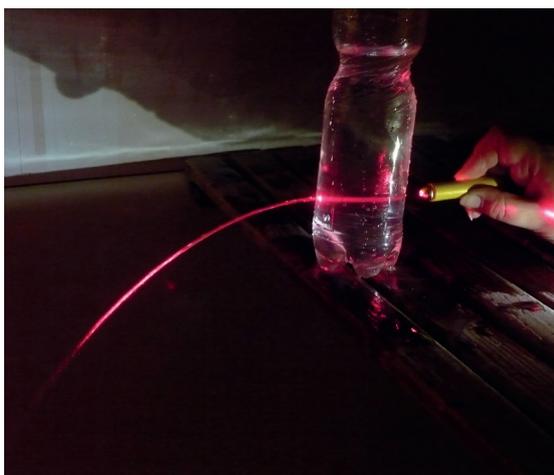


Фото 5. Жидкостный световод

Вывод. Свет входит в жидкостный световод и испытывает многократное внутреннее отражение. Если внести в струю стеклянную палочку, то в области, где она расположена, наблюдается «вспышка» света.

Дополнительные сведения: Явления аналогичные тем, что происходят в струйке воды, наблюдаются и в изогнутых стеклянных стержнях. Чем тоньше стержень, тем большее число отражений света происходит в нем. Как его не изгибай, свет, войдя в торец одного конца, обязательно выйдет из другого конца полностью. Такое стеклянное волокно назвали световодом. Для практических целей связывают в пучок несколько сотен или тысяч волокон. Тонкий и гибкий волокнистый световод служит не только для передачи света, но и весьма четкого изображения предмета непосредственно в глаз наблюдателя или фотокамеру. Световоды получили широкое распространение в медицине: их вводят в желудок или в область сердца для освещения и наблюдения определенных участков внутренних органов. В технике с помощью световодов обнаруживают малейшие дефекты различных труднодоступных механизмов.

Исследование 5

Цель: установить структуру белого цвета; объяснить возникновение радуги и многоцветие окружающих нас тел.

Метод экспериментального решения: Посмотрим сквозь грань призмы на предметы в комнате. Кажется, что они окрашены по краям. Выдвинем гипотезу: белый свет имеет сложную структуру и состоит из семи основных спектральных цветов: красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового; их наложение вызывает ощущение, что свет белый. Необходимо придумать способ сложить эти основные цвета

Экспериментальная установка. Возьмем ручную дрель, насадим на её ось картонный круг, который разделен на 7 секторов окрашенных в спектральные цвета. При ярком освещении приведем круг в быстрое вращение. В силу инерционности зрения, различные цвета спектра складываются, и круг кажется белым (фото 6).



Фото 6. Сложение цветов при вращении круга

Вывод: белый свет имеет сложную структуру и состоит из семи спектральных цветов.

Дополнительные сведения: возникновение радуги объясняется тем, что миллиарды дождевых капель, находящихся в атмосфере, играют роль прозрачных призм, которые разлагают солнечный свет в спектр [2].

Предметы, которые сами не излучают свет, выглядят окрашенными, потому что поглощают одни цветные лучи и отражают другие. Так, трава поглощает почти все цвета, кроме зеленого, а помидор – красного.

Заключение

Данная работа посвящена решению актуальной проблемы – исследованию свойств света и поиску способов их практического применения для создания значимых

для человека устройств. В процессе решения задач исследования получены следующие результаты:

Осуществлены экспериментальные исследования в соответствии с логикой эмпирического познания явлений природы.

С помощью простейших приспособлений и подручных средств воспроизведены основные световые явления: отражения, преломления, полного внутреннего отражения, дисперсии света.

Придуманы идеи и сконструированы действующие технические устройства: световод, устройство для получения отпечатков пальцев методом полного внутреннего

отражения, устройство для сложения цветов спектра.

Даны простые объяснения световым явлениям, происходящим в природе.

Описаны интересные факты практического применения проведенных исследований.

Список литературы

1. Крутова И.А., Стефанова Г.П. Организация познавательной деятельности учащихся при изучении световых явлений: учебно-методическое пособие. – Астрахань, ИД «Астраханский университет», 2014. – 96 с.

2. Майер В.В. Полное внутреннее отражение света: учебные исследования. – М.: Физматлит, 2007. – 160 с.