

ISSN 2307-5457	НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ
<i>Primus inter pares</i>	 УЧЕБНАЯ ФИЗИКА
Материалы XXVII Всероссийской научно-практической конференции	Январь - март 2022 №1
«Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения»	Издается с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Хроника

XXVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ. СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ»	3
--	---

Основная школа

В. В. Майер К. М. Курбоналиев	ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА И СОВРЕМЕННАЯ ГРАДИЕНТНАЯ ОПТИКА НА ШКОЛЬНОМ ВНЕУРОЧНОМ ЗАНЯТИИ	9
----------------------------------	---	---

Старшая школа

В. Н. Бакулин М. И. Толмачева	ВЕРЕВКА — ВЕРВИЕ НЕ ПРОСТОЕ	14
Ш. Г. Зиятдинов	ЗАДАЧИ-ЛОВУШКИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ	22

Высшая школа

Б. А. Мукушев	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА, МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИЛУ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ	27
А. А. Сабирзянов	ПОСТРОЕНИЕ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПО МЕТОДУ МАКСВЕЛЛА	33
С. А. Герасимов	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТИ И ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ ...	41

А. П. Коваленко	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО	
С. В. Симукова	ТОКА НА ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ	
	ПО ФИЗИКЕ	48

Компьютер в эксперименте

В. В. Майер	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАРТФОНА	
А. А. Перминов	ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАДИЕНТА	
	ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ	53

АВТОРЫ ЖУРНАЛА	67
ABSTRACTS	68

Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

Редакционный совет:

В. Е. Антонов	д.ф.-м.н., с.н.с., ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Л. Д. Григорьева	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
С. С. Назин	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
Э. В. Суворов	д.ф.-м.н., профессор, ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Я. А. Чиговская-Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов

Оргкомитет конференции:

М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5-32-29.

E-mail: kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77-69506.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 12.05.22. Подписано в печать 15.06.22. Дата выхода в свет: 27.06.22. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,25.

Заказ 151. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Современный вариант эксперимента Г.Герца, в котором обнаруживается электромагнитное излучение, распространяющееся от полуволнового вибратора с искровым промежутком.

УДК 372.853:535

В. В. Майер, К. М. Курбоналиев

ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА
И СОВРЕМЕННАЯ ГРАДИЕНТНАЯ ОПТИКА
НА ШКОЛЬНОМ ВНЕУРОЧНОМ ЗАНЯТИИ

Разработано содержание внеурочного занятия для учащихся 8 класса, посвященное явлениям, связанным с полным внутренним отражением света в оптически однородных и неоднородных средах.

Ключевые слова: внеурочное занятие, основная школа, полное внутреннее отражение, градиентная оптика.

Учащимся 8–9 классов будет интересно познакомиться с одним из современных разделов учения о свете — градиентной оптикой. Сделать это можно на внеурочном занятии продолжительностью не более астрономического часа. На нем нужно показать и на качественном уровне объяснить серию объединенных общей идеей демонстрационных опытов по распространению света в разных оптически однородных и неоднородных средах.

1. Подготовка занятия

Для безупречного и кратковременного выполнения опытов на занятии необходима предварительная подготовка учителя. Она включает: 1) подбор оборудования; 2) выполнение опытов с целью определения оптимальных условий их проведения; 3) тренинг действий при демонстрациях, сопровождающихся теоретическим объяснением наблюдаемых явлений.

Перечислим минимальное оборудование для демонстрационных опытов (без штативов, подъемного столика и других вспомогательных, но необходимых компонентов): 1) плоскопараллельная стеклянная кювета внутренним размером $20 \times 60 \times 200$ мм, полный объем которой 240 мл; 2) подкрашенные флюоресцеином вода и насыщенный раствор поваренной соли в сосудах объемом 0,5 л; 3) воронка с силиконовым шлангом и зажимом; 4) стеклянное зеркало на ручке; 5) два одинаковых по форме и размерам световода из оргстекла, узкие грани одного из которых матовые;

6) красный и зеленый сверхъяркие светодиоды; 7) полупроводниковый лазер, дающий зеленое, фиолетовое или ультрафиолетовое излучение.

Информацию о технологии изготовления кюветы, воронки и способе приготовления растворов можно найти в статье [1]. Демонстрационные опыты по криволинейному распространению света и их теоретическое объяснение даны в работах [2, 3]. Способ изготовления световодов из оргстекла описан в статье [4].

Что касается предварительной постановки опытов и тренинга демонстратора, то они совершенно необходимы, если планируется получить от внеурочного занятия положительный эффект. Рекомендации в этом могут быть только самые общие: во-первых, при подготовке опытов их нужно повторять до тех пор, пока они не будут получаться безупречно; во-вторых, собственные действия и теоретические объяснения должны быть синхронизированы и доведены до разумного автоматизма.

2. Проведение занятия

Представим серию демонстрационных экспериментов и краткие комментарии по объяснению наблюдаемых явлений. Иными словами, дадим развернутый план внеурочного занятия, приводящего к понятию градиентной оптики.

Опыт 1. Прямолинейное распространение света. В кювету до половины наливают воду и направляют в нее сбоку пучок света от лазера. Показывают, что в оптически однородной среде свет распространяется прямолинейно. Применяют принцип Гюйгенса для объяснения этого результата. Сообщают, что в разных средах свет распространяется с разной скоростью.

Опыт 2. Отражение света от плоского зеркала. В воду опускают зеркало и показывают, что падающий на него под некоторым углом пучок света отражается под тем же углом. Формулируют закон отражения света. Говорят, что принцип Гюйгенса позволяет теоретически объяснить закон отражения света.

Опыт 3. Полное внутреннее отражение света. Лазерный пучок направляют сбоку кюветы внутрь воды под разными углами и показывают явление полного внутреннего отражения света. Вводят понятия оптически более плотной и оптически менее плотной среды. Показывают существование предельного угла. Объясняют, почему полное внутреннее отражение может наблюдаться только при переходе света из оптически более плотной в оптически менее плотную среду.

Опыт 4. Прямой световод. Подбирают угол падения так, чтобы лазерный пучок несколько раз отразился от верхней и нижней поверхностей плоского слоя воды. Приходят к выводу, что слой оптически однородной среды может служить световодом.

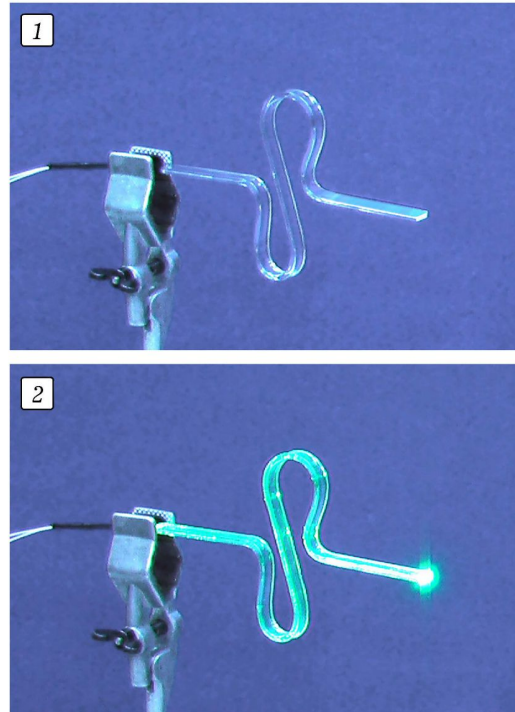


Рис. 1. Демонстрационный световод из оргстекла: 1 — все грани световода отполированы; 2 — потери энергии света в световоде с отполированными гранями малы

Опыт 5. Преломление света. С помощью воронки и трубки аккуратно на дно кюветы, до половины заполненной водой, наливают раствор соли. Направляют пучок света лазера сверху кюветы так, чтобы он падал на границу раздела жидкостей под углом падения, не равным нулю. Показывают, что пока граница двух жидкостей еще резкая, лазерный пучок на ней преломляется, но не отражается.

Опыт 6. Криволинейное распространение света. Спустя небольшое время между чистой водой и раствором соли образуется оптически неоднородный слой, в котором лазерный пучок изгибается. Учащиеся наблюдают, что пучок света плавно изогнут в на-

правлении от оптически менее плотной к оптически более плотной среде. Объясняют явление с помощью принципа Гюйгенса: в первой среде скорость света больше, чем во второй. Сообщают, что явления, происходящие в оптически неоднородных средах, изучает *градиентная оптика*.

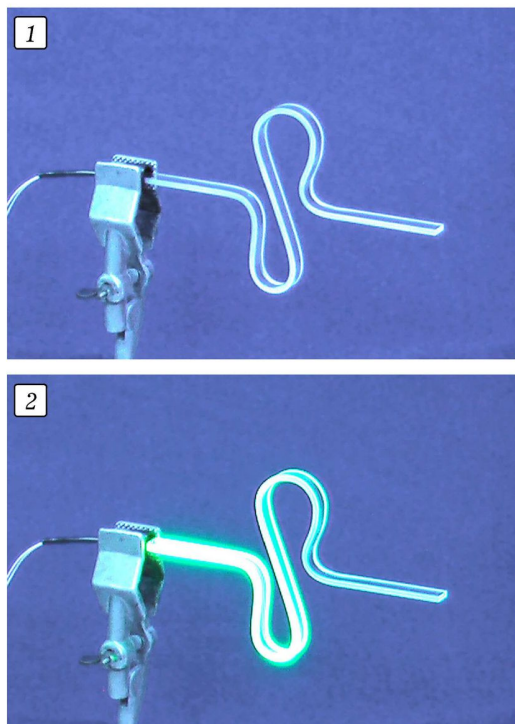


Рис. 2. Демонстрация рассеяния света на дефектах поверхности световода из оргстекла: 1 — узкие грани световода после шлифовки оставлены матовыми; 2 — на матовых гранях свет рассеивается и покидает световод, поэтому на выходе из него интенсивность света ничтожно мала

Опыт 7. Изогнутый световод из оргстекла. Используют световод из полоски оргстекла, все грани которого отполированы (рис. 1.1). На конец световода надевают патрубок со светодиодом, включают питание светодиода и показывают, что свет с небольшими потерями доходит до второго конца световода (рис. 1.2).

Опыт 8. Потери энергии в световоде. Повторяют предыдущий опыт со световодом, у которого узкие грани матовые (рис. 2.1) — учащиеся видят, что потери энергии настолько велики, что свет

не доходит до второго конца световода (рис. 2.2). Вместе со школьниками приходят к выводу, что для уменьшения потерь света необходимо использовать *градиентный световод*, в котором свет распространяется криволинейно, не достигая его поверхности.

3. Оценка результатов занятия

Чтобы оценить полученные образовательные результаты, через неделю после состоявшегося внеурочного занятия можно провести тестирование обучающихся.

Тест: Уровень усвоения явления полного внутреннего отражения света

1. В оптически однородной среде свет распространяется: 1) криволинейно; 2) волнообразно; 3) прямолинейно; 4) по кругу.
2. При падении луча света на зеркало угол отражения: 1) больше; 2) меньше; 3) равен; 4) не зависит от угла падения.
3. Полное внутреннее отражение света происходит при переходе света из: 1) воздуха в стекло; 2) воды в воздух; 3) воды в водный раствор соли; 4) воды в стекло.
4. В плоском слое соленой воды направленный под углом луч света идет: 1) криволинейно; 2) прямолинейно; 3) волнообразно; 4) зигзагообразно.
5. В слое между соленой и чистой водой световой пучок плавно изгибается вниз потому, что скорость света в чистой воде: 1) больше; 2) меньше; 3) равна; 4) зависит от скорости света в соленой воде.
6. В изогнутом световоде из оргстекла свет распространяется: 1) криволинейно; 2) прямолинейно; 3) волнообразно; 4) зигзагообразно.
7. Световод из оргстекла с матовыми узкими гранями не работает потому, что свет: 1) отражается; 2) преломляется; 3) рассеивается; 4) поглощается матовыми поверхностями.
8. Если к поверхности световода из оргстекла приклеить черную изоляцию, то световод перестает работать, так как скорость света в слое клея изоляции: 1) больше; 2) не зависит; 3) равна; 4) меньше скорости света в оргстекле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майер В. В., Вараксина Е. И., Васильев И. А., Курбоналиев К. М. Оборудование для учебных опытов по криволинейному распространению света // Учебная физика. — 2021. — № 4. — С. 20–23.
2. Майер В. В., Вараксина Е. И., Курбоналиев К. М. Экспериментальное обоснование принципа Гюйгенса // Учебная физика. — 2021. — № 4. — С. 24–30.
3. Майер В. В., Вараксина Е. И. Свет в неоднородной среде // Квант. — 2011. — № 4. — С. 43–46.
4. Майер В. В., Обьедков Е. С. Применение световода на уроках физики // Учебная физика. — 1998. — № 6. — С. 25–29.

Глазовский государственный педагогический институт

Поступила в редакцию 13.04.22.

ABSTRACTS

XXVII All–Russia scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions». A report on XXVII All–Russian scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions» is presented. The conference was organized in Glazov on 28–29 January 2022. The names of the reports are given. *Keywords:* didactics of physics, educational physics experiment, conference.

Mayer V. V., Kurbanaliev K. M. Total internal reflection of light and modern gradient optics at school optional lesson. The content of an optional lesson for 8th grade students has been developed. The lesson is devoted to the phenomena associated with the total internal reflection of light in optically homogeneous and inhomogeneous media. *Keywords:* optional lesson, basic school, total internal reflection, gradient optics.

Bakulin V. N., Tolmacheva M. I. Rope is not an easy verve. Different methodological approaches to solving problems with rope are compared. The reasons for discrepancies in the results of solving problems by different methods are analyzed: dynamic and energetic. The results of the application of various approaches by senior physics students to solving rope movement problems are discussed. *Keywords:* educational task, motion models, dynamic and energetic approaches.

Ziyatdinov Sh. G. Trap tasks in the school physics course. The necessity of drawing students' attention to tasks requiring an unconventional approach to their solution is discussed. *Keywords:* school physics course, workshop on solving physical problems, trap tasks.

Mukushev B. A. Experimental setup simulating the force of universal gravity. The article presents the principles of operation and structure of the experimental setup necessary to simulate the movement of a body in a field of central force similar to the force of universal gravity. *Keywords:* electrical circuit of the installation, alternating current coil, magnetic field, Wood proof, conical motion of a steel ball.

Sabirzyanov A. A. Construction of electrostatic field lines by Maxwell's method. Maxwell's method of constructing force lines for a system of two point charges is considered. The force lines are represented by approximating polylines. The equation of force lines is derived in trigonometric form through the functions of two guiding angles. The pictures of force lines for several cases differing in the values and signs of charges are given. *Keywords:* electrostatic field, force lines, construction, Maxwell's method.

Gerasimov S. A. Electric current in liquid and negative magnetoresistivity. Not to confirm, but to understand — that is the purpose of this work. The magnetic field should reduce the current in the substance. This is the result of the so-called magnetoresistivity. It turned out the opposite. The electric current in the electrolyte increases under the influence of a magnetic field. *Keywords:* magnetic field, electric current, temperature, electrolyte, magnetoresistivity.

Kovalenko A. P., Simukova S. V. Research of alternating current rectifier at a laboratory workshop in physics. The article considers the research of the dependence of the ripple ratio, as well as the variable and steady components of the rectified voltage on the load current strength for single-half-period and two-half-period rectifiers. *Keywords:* single-half-period rectifier, two-half-period rectifier, steady component, variable component, ripple ratio.

Mayer V. V., Perminov A. A. Using a smartphone to determine the gradient of the refractive index. For the undergraduate physics workshop of a pedagogical university, a laboratory work is proposed to determine the gradient of the refractive index in the layer between a solution of table salt and pure water. The main measuring device is a smartphone with the program «Radius of curvature of the beam». *Keywords:* laboratory work, refractive index gradient, smartphone, software, photographing curved light beam.