

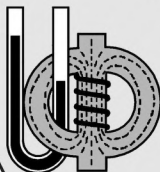
ISSN 2307-5457

*Primum
inter pares*

Материалы XXVI Всероссийской
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ



УЧЕБНАЯ ФИЗИКА

Октябрь - декабрь 2021 №4

Издается с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Основная школа

- В. В. Майер ПРОСТОЕ И НАДЕЖНОЕ КОЛЕСО ФРАНКЛИНА 3
Ю. А. Корнев

Старшая школа

- В. В. Майер УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ
Е. И. Вараксина ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА 8

- В. В. Майер ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНЫХ
Е. И. Вараксина ОПЫТОВ ПО КРИВОЛИНЕЙНОМУ
И. А. Васильев РАСПРОСТРАНЕНИЮ СВЕТА 20
К. М. Курбоналиев

Высшая школа

- В. В. Майер ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ
Е. И. Вараксина ПРИНЦИПА ГЮЙГЕНСА 24
К. М. Курбоналиев

- В. В. Майер ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭЛЛИПСА В ПАРАБОЛУ 31
А. А. Попова

Компьютер в эксперименте

- С. В. Марков ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКА ХОЛЛА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
В НАТУРНОМ КОМПЬЮТЕРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ 36

- Е. И. Вараксина ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НАГЛЯДНОГО
О. Л. Соколова ОБРАЗА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЛН ... 44

УДК 372.853:535

В. В. Майер, Е. И. Вараксина,
И. А. Васильев, К. М. Курбоналиев

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНЫХ ОПЫТОВ ПО КРИВОЛИНЕЙНОМУ РАСПРОСТРАНЕНИЮ СВЕТА

Описаны оборудование и порядок подготовки демонстрационного опыта по криволинейному распространению света в оптически неоднородной среде, образованной слоем между двумя смешивающимися жидкостями.

Ключевые слова: стеклянная кювета, вода, насыщенный раствор поваренной соли, флюоресцеин, полупроводниковый лазер.

1. Введение

Хороший демонстрационный опыт только тогда будет, возможно, использован в обучении, если для его подготовки, выполнения и последующего приведения оборудования в исходное состояние потребуются минимальные усилия и время. Именно поэтому на занятиях в школе и педагогическом вузе крайне редко демонстрируется простой, убедительный, фундаментальный и доказательный эксперимент по криволинейному распространению света в оптически неоднородной жидкости [1, 2]. Мы провели специальное дидактическое исследование с целью оптимизации оборудования для выполнения этого опыта.

2. Подготовка демонстрационного опыта

Проще всего оптически неоднородную жидкость создать методом неравномерного нагрева или методом диффузии. Первый метод предпочтительнее, если искривление светового пучка нужно продемонстрировать в динамике. Второй метод обладает тем преимуществом, что позволяет получить оптически неоднородную среду, устойчивую в течение нескольких часов.

Для получения оптически неоднородной жидкой среды нужно взять две смешивающиеся жидкости разной плотности, абсолютные показатели преломления которых заметно отличаются. Наиболее доступны чистая вода и водный раствор поваренной соли. Иногда вместо раствора соли рекомендуют использовать водный раствор сахара. Это значительно хуже, так как после опыта сахар придется отмывать со всех мест, куда его раствор пролит.

Для демонстрации криволинейного распространения света необходима плоскопараллельная прозрачная кювета. Часто рекомендуют вместо специальной кюветы использовать стеклянный аквариум небольших размеров. Но такой сосуд потребует нескольких литров чистой и соленой воды, которую после демонстрации придется просто вылить. Лучше изготовить небольшую плоскопараллельную кювету из стекла (рис. 1).

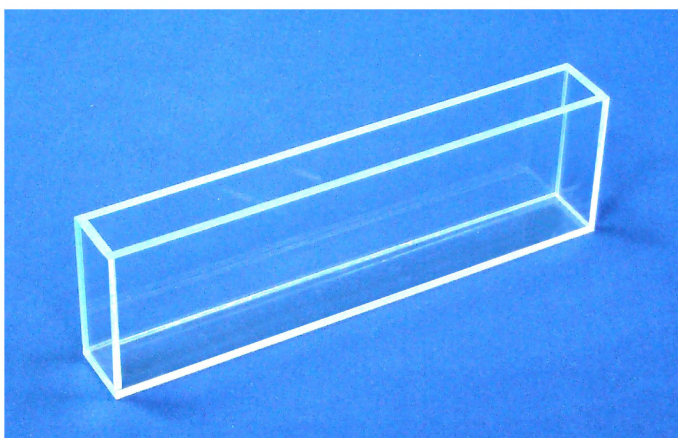


Рис. 1

Наши опыты показали, что вполне подойдет стеклянная кювета внутренним размером $20 \times 60 \times 200$ мм. Полный объем такой кюветы 240 мл позволяет залить в нее объемы воды и раствора соли по 100 мл каждый. При этом поверхность жидкости окажется ниже края кюветы на 10 мм.

Для изготовления кюветы нужно подобрать оконное стекло толщиной $h = 2 \div 4$ мм, при наблюдениях сквозь которое не видны искажения окружающих предметов. Из стекла алмазным стеклорезом вырезают 5 заготовок (рис. 2): две одинаковые боковые стенки размером 20×60 мм; одинаковые переднюю и заднюю стенки размером $60 \times (200 + 2h)$ мм; дно размером $(20 + 2h) \times (200 + 2h)$ мм. Торцы всех заготовок аккуратно обрабатывают до плоскостности на смоченном водой плоском абразивном бруске и снимают небольшие фаски.

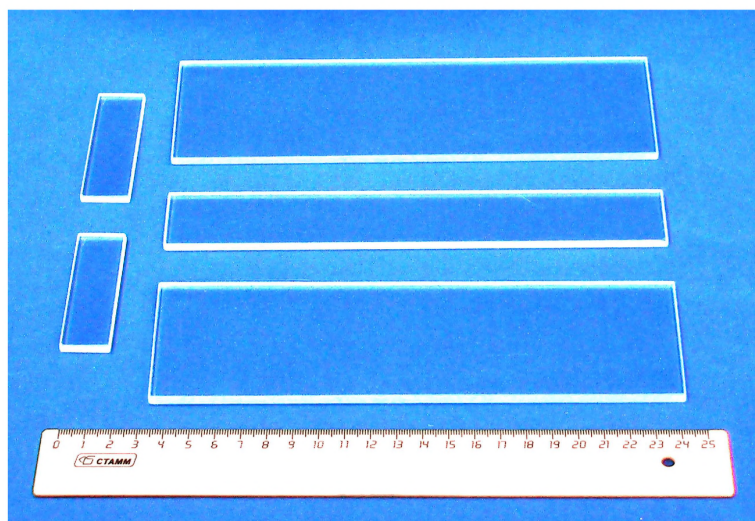


Рис. 2

Заготовки кюветы склеивают термостойким герметиком (до 150 °С), предназначенным для стекла. Мы использовали *герметик силиконовый*, приобретенный в хозяйственном магазине.

3. Приготовление смешивающихся жидкостей

Вода должна быть прокипяченной или отстоявшейся, чтобы на стенках кюветы не собирались газовые пузырьки. В теплой воде готовят насыщенный раствор поваренной соли, который после охлаждения до комнатной температуры желательно отфильтровать. В два одинаковых прозрачных сосуда наливают воду и раствор соли, ставят сосуды рядом и небольшими порциями размешивают в них флюоресцеин до тех пор, пока жидкости в обоих сосудах не приобретут одинаковый зеленоватый оттенок. Если приготовленные жидкости залить в чистые пластиковые бутылки с завинчивающимися крышками, то в темноте их можно хранить, по крайней мере, в течение года. Перед опытами порции жидкостей объемом 100 мл наливают в два стеклянных стаканчика объемом 150 мл.

Обрезают дно небольшой пластиковой бутылки, и в ее крышке герметично закрепляют силиконовый шланг диаметром примерно 4 мм с зажимом (удобно взять набор для переливания диффузионных растворов, который можно приобрести в любой аптеке). Так получится воронка, позволяющая с небольшой скоростью заливать жидкости в кювету (рис. 3).

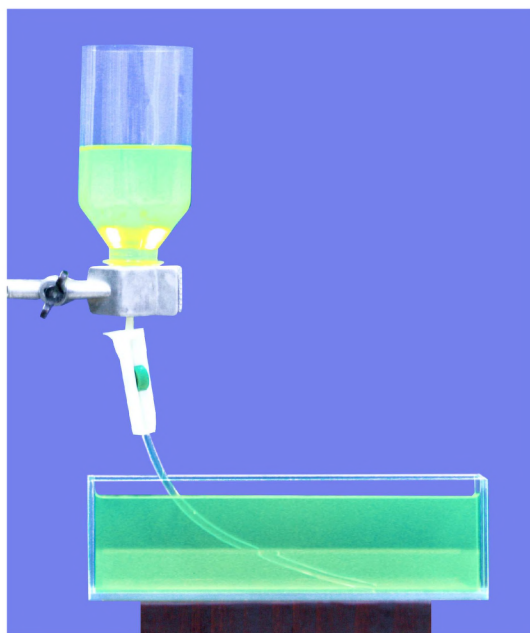


Рис. 3

4. Источники света

Для опытов необходим источник света, дающий остронаправленный узкий пучок излучения, вызывающего люминесценцию флюоресцеина. Наиболее пригодны вполне доступные полупроводниковые лазеры, излучающие зеленый, синий, фиолетовый или ультрафиолетовый свет. Для питания лазера целесообразно использовать сетевой адаптер, позволяющий получить постоянное напряжение 3,0 В. Прежде, чем подключить к нему лазер, мультиметром измеряют напряжение на выходе адаптера. Например, мы взяли адаптер, который без нагрузки давал напряжение 3,3 В, а при подключении лазера это напряжение уменьшалось до 2,7 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекционные демонстрации по физике / М. А. Грабовский, А. Б. Млодзевский, Р. В. Телеснин, М. П. Шаскольская, И. А. Яковлев; под ред. В. И. Ивероной. — М.: Наука, 1972. — 640 с.
2. Майер В. В. Свет в оптически неоднородной среде: учебные исследования. — М.: Физматлит, 2007. — 232 с.

Глазовский государственный
педагогический институт

Поступила в редакцию 30.11.21.

ABSTRACTS

Mayer V. V., Kornev Yu. A. A simple and reliable Franklin wheel. A simple method of making a Franklin wheel is described, accessible even to those students who are just starting to study physics. The idea of this method can become the basis of a student project, the final stage of which is the demonstration of the Franklin wheel in a school lesson. *Keywords:* electrostatics, Franklin wheel, student project, demonstration experiment.

Mayer V. V., Varaksina E. I. Arrangement and operating principle of piezoelectric generator. The arrangement and the principle of operation of the piezoelectric generator are considered. A series of simple experiments on the educational study of a piezoelectric high voltage source is described. The article is a didactic resource of project activity intended for high school students and teachers. *Keywords:* piezoelectric generator, electrometer, simple experiments, educational research, didactic resource.

Mayer V. V., Varaksina E. I., Vasiliev I. A., Kurbonaliev K. M. Equipment for educational experiments on curved light propagation. The equipment and procedure for preparing a demonstration experiment on the curvilinear propagation of light in an optically inhomogeneous medium formed by a layer between two miscible liquids are described. *Keywords:* glass cuvette, water, saturated salt solution, fluorescein, semiconductor laser.

Mayer V. V., Varaksina E. I., Kurbonaliev K. M. Experimental substantiation of the Huygens principle. A series of demonstration experiments on the propagation of light in an optically homogeneous and inhomogeneous liquids is described. In experiments, estimates of the radius of curvature of a light beam are compared in two ways: by direct measurement of the parameters of a curved beam and calculation based on the Huygens principle. *Keywords:* Huygens principle, optically inhomogeneous medium, refractive index gradient, radius of curvature of the light beam.

Mayer V. V., Popova A. A. Transformation of an ellipse into a parabola. The transition from the ellipse equation in canonical form to the parabola equation is considered. This makes it possible to implement a unified approach when studying the optical properties of an ellipse and a parabola. *Keywords:* equation of ellipse in canonical form; equation of second-order curve related to its vertex; equation of parabola.

Markov S. V. Scientific research of the magnetic fields using the Hall generator in a full-scale computer experiment. The electromagnetic induction research was examined. A graph of the magnetic induction and the resulting EMF of induction in the loop were built. The experiment was worked for lab out of the quantitative study of the law of electromagnetic induction. *Keywords:* a full-scale computer experiment, an electromagnetic induction, a lab, Hall generator, to visualize electromagnetic processes.

Varaksina E. I., Sokolova O. L. The problem of forming a visual image of interference of mechanical waves. The existence of the problem of forming a visual image of interference is substantiated. The possibility of creating such an image by means of an educational physical experiment, graphic and photographic illustrations in school textbooks is analyzed. At the initial stage of studying interference, it is proposed to supplement the educational physical experiment with interactive computer animation simulating the superposition

of circular waves propagating from two point sources. *Keywords*: interference, wave theory of light, visual aids, educational physical experiment.

Saurov Yu. A. On the modernity of the development of creative abilities (to the 50th anniversary of the defense of the doctoral dissertation by V. G. Razumovsky). Memory is our great and eternal resource. It sets and preserves patterns of activity in the past for the present and the future. The defense of the dissertation is not only personally significant, but socially and socially significant. The defense of the doctoral dissertation by V. G. Razumovsky has so far directly or indirectly influenced the development of methods of teaching physics. This article outlines the essential features of this study. *Keywords*: creativity, dissertation, history of physics teaching methods.

Varaksina E. I. Illustrative and evidential educational physical experiment. Our articles published in the journals «Educational Physics» No. 1 and No. 3 show the need for systematic research activities of subjects of physical education in the field of educational physical experiment. To formulate the purpose of this activity, we propose to turn to the concepts of *illustrative* and *evidential* experiment. *Keywords*: educational physical experiment, research, conclusiveness, illustrativity.