

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 №2 Издаётся с января 1997 года
„Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения“	

СОДЕРЖАНИЕ

Хроника

М. Д. Даммер	XVI ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА ПО ТЕОРИИ И МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ ИМЕНИ А. В. УСОВОЙ 3
--------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Основная школа

В. В. Майер	ШКОЛЬНЫЙ УЧЕБНИК ФИЗИКИ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ 16
Е. И. Вараксина	

Старшая школа

В. В. Майер	ПРОСТЫЕ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ НА УРОКАХ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ 24
Е. И. Вараксина	
Ю. А. Корнев	

Высшая школа

С. А. Герасимов	ЭКСПЕРИМЕНТЫ С ТЕМНОВЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ И МАНИПУЛЯЦИИ СО ВТОРЫМ НАЧАЛОМ ТЕРМОДИНАМИКИ 35
-----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Компьютер в эксперименте

Ф. А. Сидоренко	ПРЕЗЕНТАЦИИ К <i>ON-LINE</i> УПРАЖНЕНИЯМ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ В КУРСЕ ФИЗИКИ 42
Б. А. Мукушев	ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОСРЕДСТВОМ ПАКЕТА <i>MATHCAD</i> 45

Исследования

П. В. Зуев	ПРОСТЫЕ ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ... 51
А. В. Пауткина	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ..... 55

Науковедение

Ю. А. Сауров	УЧЕНЫЙ — ЭТО ВСЕГДА БОЕЦ ЗА НОВОЕ... (Эссе к юбилею профессора В. В. Майера)..... 59
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------

АВТОРЫ ЖУРНАЛА	66
ABSTRACTS	67

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 ГППИ, 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 152. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Серия опытов для экспериментального обоснования принципа Гюйгенса (см. статью В. В. Майера, Е. И. Вараксиной и К. М. Курбоналиева, Учебная физика. — 2021. — № 4. — С. 24–30).

УДК 372.853

С. А. Герасимов

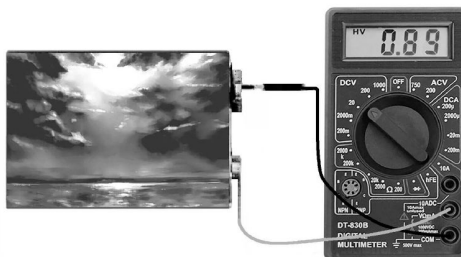
ЭКСПЕРИМЕНТЫ

С ТЕМНОВЫМ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

И МАНИПУЛЯЦИИ СО ВТОРЫМ

НАЧАЛОМ ТЕРМОДИНАМИКИ



Удивительное дело — контакт алюминия с дистиллированной водой производит электрическую энергию, которая не исчезает недели и даже месяцы. Остается понять, почему это происходит, и какое отношение это имеет к второму началу термодинамики. Попытка изменить форму алюминиевых электродов потворствует решению этой задачи.

Ключевые слова: дистиллированная вода, алюминий, напряжение, температура жидкости, темновой электрический ток.

Альтернативным претендентом на объяснение того, откуда берется энергия при контакте двух несимметричных алюминиевых электродов с дистиллированной водой [1], являются химические реакции. Что только не делалось, чтобы химию поставить на место! Соединяя пару темновых источников электрической энергии последовательно и параллельно, удалось лишь продемонстрировать, что контакт алюминия с водой ведет себя точно также как пара электродов, погруженных в электролит [2]. Изменение объема воды, находящейся между алюминиевыми электродами, конечно, выявило некоторые особенности формирования темнового тока [3], но мало о чем говорит: сравнивать не с чем. Магнитное поле, естественно, должно влиять на силу тока в том или ином источнике электрической энергии. Однако попытки связать изменения темнового тока с вариациями магнитного поля Земли [4] едва ли можно считать успешными. Пока не подтвержденным является и отрицательное дифференциальное внутреннее сопротивление темнового источника элект-

трической энергии [5]; а жаль, это позволило бы настаивать на квантовой природе явления, для которого нарушение второго начала термодинамики — вполне обычное дело [6].

Перенос носителей тока осуществляет электрическое поле, а напряженность электрического поля больше в той области проводника, где больше его кривизна. Значит цилиндрический электрод, который должен создавать максимальную напряженность только внизу, надо заменить на большое число электродов с острыми краями. Можно догадаться: надо алюминиевый цилиндр поменять на несколько дисков, при этом по возможности сохранив другие условия. Придется сравнивать, значит нужен не один темновой источник, а по крайней мере два. Диаметр внешнего большого электрода C должен быть равен среднему диаметру колец S (рис. 1). О третьем фальш-источнике с датчиком температуры пока помолчим; сначала надо сравнить первый, создающий падение напряжения U_1 , и второй, который на таком же резисторе R с сопротивлением 20 кОм производит напряжение U_2 . Обязательное условие: площади боковых поверхностей электродов C и S , находящихся в жидкости L (дистиллированной воде) в кюветах K , должны быть равны, иначе желаемое или нежелаемое можно выдать за действительное.

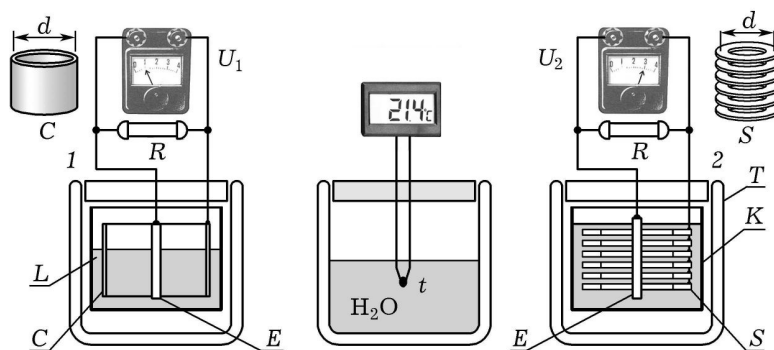


Рис. 1. Два почти одинаковых источника темнового тока с разными электродами

Остальные параметры: диаметр внутренних электродов E — 8 мм; оба источника находятся в одинаковых тонкостенных сосудах T , слабо играющих роль термостатов, $d = 70$ мм. О стабилизации температуры заботиться не надо, если планируется обеспечить примерно равную температуру воды не только в кюветах, но и по сравнению с температурой окружающей среды.

ЭДС и внутреннее сопротивление. Для обычных источников тока падение напряжения на резисторе R записывается обычным способом

$$U = \frac{\mathcal{E}R}{r + R}, \quad (1)$$

где \mathcal{E} — ЭДС, r — внутреннее сопротивление. Иначе это выглядит так

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\mathcal{E}} + \frac{r}{R\mathcal{E}},$$

то есть, если построить зависимость обратных значений напряжения от обратных значений сопротивления резистора, то это должна быть линейная зависимость. Так оно и есть: в большом диапазоне изменений сопротивлений R оба источника производят примерно одинаковые электродвижущие силы \mathcal{E} , а вот значения внутренних сопротивлений отличаются примерно в 4 раза (рис. 2). Правильная была мысль отказаться от цилиндра, а вместо него взять несколько колец, изготовленных из того же материала.

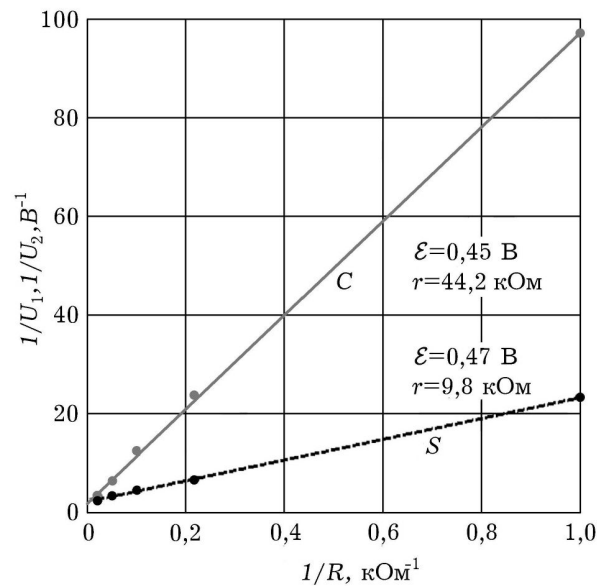


Рис. 2. Так обратные значения напряжений зависят от обратных значений сопротивления нагрузки для обоих источников

Может ли быть такое, чтобы вода химически наиболее рьяно реагировала с алюминиевыми кольцами, а не с алюминиевым цилиндром? Конечно может, поэтому вопросы пока остаются. И еще. Не все алюминиевые кольца были утоплены в воде. Где пять, там и четыре: процесс формирования тока особой стационарностью не отличается, а при параллельном соединении пяти одинаковых источников тока общее внутреннее сопротивление уменьшается не в пять раз.

Корреляция и внешняя температура. То, как работает источник тока, конечно же зависит от его температуры, а проводимость жидкости при повышении температуры увеличивается. Поэтому возникает желание посмотреть, как производят электрическую энергию одновременно оба источника тока, и как результат зависит от температуры окружающей среды. Только на первый взгляд результат может показаться очень обнадеживающим (рис. 3). Так выходит, что оба источника темнового тока одновременно повышают падение напряжения, они же одновременно понижают значения U ; при этом все это происходит синхронно с изменениями температуры t : возросла температура — жди увеличение падения напряжения, создаваемых обоими источниками; упала — все наоборот.

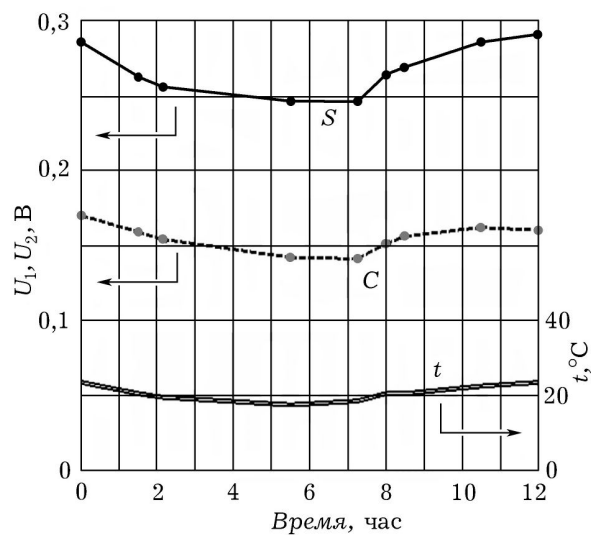


Рис. 3. Так падения напряжения и температура окружающей среды зависят от времени

Можно даже построить «зависимость» одного напряжения от другого (рис. 4), правда кавычки в слове зависимость лучше оставить: не может быть такого, чтобы вода в одном стакане влияла на воду в другом.

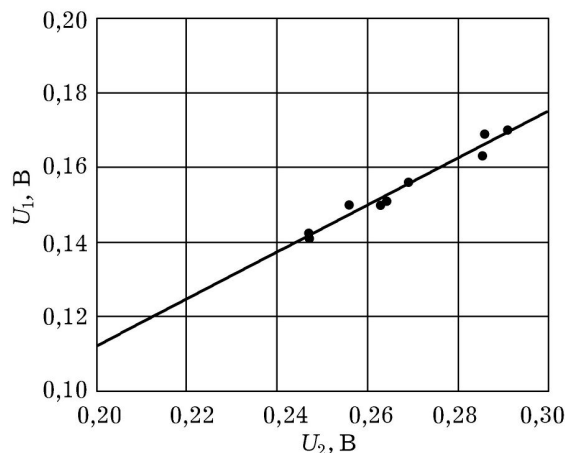


Рис. 4. Это не зависимость, это корреляция между напряжениями

Полезно присмотреться к зависимости напряжения от температуры. Нет особой необходимости разглядывать обе зависимости, относящиеся к двум падениям напряжения. Достаточно одной, скажем $U_2(t)$; едва ли у кого-то возникнут сомнения в корреляции между U_1 и U_2 . Поскольку зависимость падения напряжения U_2 от температуры t оказалась линейной (рис. 5), то примерно так же должна выглядеть и зависимость первого падения напряжения от той же температуры, регистрируемой термодатчиком, утопленным в третьем сосуде. Вот зачем было необходимо обратить внимание на корреляцию, продемонстрированную на рис. 4.

А теперь все внимание к формуле (1). При повышении температуры коэффициент диссоциации увеличивается. Поэтому при нагревании ее вязкость уменьшается; подвижность ионов увеличивается, что приводит к увеличению удельной проводимости электролитов [7]. Спрашивается, как должно зависеть внутреннее сопротивление r от t , чтобы зависимость падения напряжения от температуры была линейной? Ответ: никак. Немного по-другому. Может ли электродвижущая сила \mathcal{E} , зависящая от t и поделенная на сумму R с внутренним сопротивлением r , при

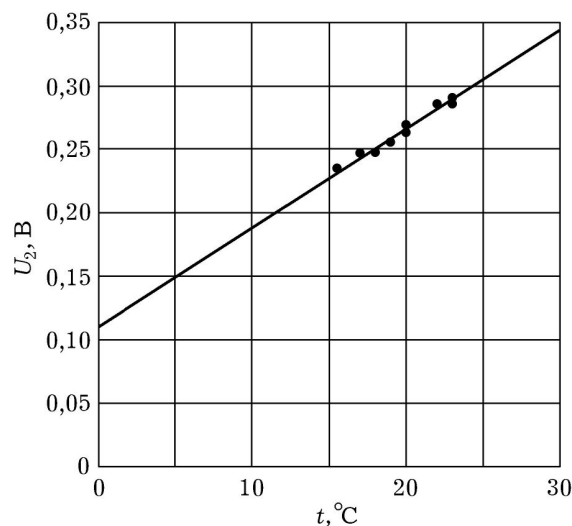


Рис. 5. Так падение напряжения зависит от температуры

любом значении сопротивления нагрузки R линейно изменяться с ростом температуры? Таких зависимостей не существует. Остается только одно: при линейном возрастании падения напряжения с увеличением температуры линейно изменяется только электродвижущая сила, а никак не внутреннее сопротивление, пусть даже за компанию с ЭДС. Вывод напрашивается сам: химические реакции, меняющие и электродвижущую силу и внутреннее сопротивление при изменении температуры, не оказывают существенное влияние на формирование темнового тока. Все это напоминает кажущееся нарушение второго начала термодинамики: *«Невозможны такие процессы, единственным конечным результатом которых был бы переход тепла от тела, менее нагретого, к телу, более нагретому»*. Все верно, этот закон, по крайней мере в таком его классическом исполнении оспаривать бессмысленно. Но для того, чтобы электрический ток тек через резистор, нужна энергия, и эта энергия берется из воды, чуть-чуть уменьшая ее энергию, а значит — температуру. В такой интерпретации [8] ни первое начало термодинамики, ни второе — не нарушаются. Обнаружить этот дефицит температуры пока невозможно. Он слишком мал по сравнению с температурой окружающей среды. Что невозможно сейчас, рано или поздно будет обнаружено. Такова роль, смысл и цель того, что

называется познанием. Можно подождать, а можно и придумать, как бы это сделать. Этому может помочь изучение особенностей темного электрического тока в жидкости. Современная экспериментальная база, доступная даже в учебной лаборатории, вполне это позволяет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов С. А. Вода, алюминий и альтернативная энергетика // Dom-Lab. — 2021. — № 7. — С. 190–195.
2. Gerasimov S. A. Parallel and Series Connection of Dark Electric Current in Liquid and Second Law of Thermodynamics // European Journal of Applied Physics. — 2021. — V. 3. — № 2. — P. 16–18.
3. Gerasimov S. A. Short-Circuit Mode of Dark Electric Current in Liquid // IOSR Journal of Engineering. — 2020. — V. 10. — № 12. — P. 49–51.
4. Gerasimov S. A. Time and Temperature Variations of Dark Electric Current in Liquid // American Journal of Engineering Research. — 2020. — V. 9. — № 11. — P. 19–23.
5. Герасимов С. А. Туннельный фотоэлектрический эффект в жидкости // Инженерная физика. — 2017. — № 11. — С. 3–7.
6. Capek V., Bok J. Violation of the Second Law of Thermodynamics in Quantum Microworld // Physics A. — 2001. — V. 290. — P. 379–401.
7. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм. — М.: Высшая школа, 1983. — 464 с.
8. Опарин Е. Г. Физические основы бестопливной энергетике: Ограниченность второго начала термодинамики. — М.: Издательство ЛКИ, 2007. — 136 с.

Южный федеральный
университет

Поступила в редакцию 08.04.22.

ABSTRACTS

Dammer M. D. XVI All-Russian Student Olympiad on the theory and methodology of teaching physics named after A. V. Usova. The results of the XVI All-Russian Student Olympiad on the theory and methodology of teaching physics named after A. V. Usova are discussed. The characteristics of tasks and the results of their implementation by the participants of the Olympiad are given, the peculiarities of the preparation and performance of teams in competitions are analyzed, winners and prize-winners are listed. *Keywords:* A. V. Usova, All-Russian Olympiad, theory and methodology of teaching physics, pedagogical education.

Mayer V. V., Varaksina E. I. School physics textbook as a means of developing critical thinking. It is shown that descriptions of some demonstration experiments in school physics textbooks can become the basis of research projects that develop students' critical abilities. *Keywords:* school physics textbooks, demonstration experiments, research projects, critical abilities.

Mayer V. V., Varaksina E. I., Kornev Yu. A. Simple demonstration experiments in electrostatics lessons. It is shown that a modern physics course should be built in accordance with the theoretical cycle of scientific knowledge of Einstein and Razumovsky and then all schoolchildren will understand it. *Keywords:* physics lesson, electrostatics, demonstration experiment, cycle of scientific knowledge.

Gerasimov S. A. Experiments with dark current and manipulations with second law of thermodynamics. An amazing thing — the contact of aluminum with distilled water produces electrical energy that does not disappear for weeks and even months. It remains to be seen why this is happening and what it has to do with the second law of thermodynamics. An attempt to change the shape of aluminum electrodes contributes to the solution of this problem. *Keywords:* distilled water, aluminum, voltage, temperature of liquid, dark electric current.

Sidorenko F. A. Presentations to on-line exercises for solving problems in the course of physics. It is proposed to use animated presentations as a reference component when conducting remote practical classes with engineering students. The didactic principles of slide construction and methods of working with an online audience are considered. *Keywords:* presentation, slide, animation.

Mukushev B. A. Study of physical processes using the MathCAD package. The computational capabilities of the MathCAD application software package are analyzed and the main characteristics of these

programs are described. Examples from physics are presented, where the MathCAD package is presented as a tool for studying physical processes and phenomena. *Keywords:* MathCAD application software package, standard mathematical language, formula editor, animation model.

Zuev P. V. Simple experiments and observations as a means of increasing the effectiveness of experimental training of students.

The article discusses the problem of increasing the level of experimental training of students in physics using simple experiments and observations. The features of the experiments and their importance for increasing the effectiveness of experimental training are indicated. *Keywords:* motive, entertainment, engineering education, problem, simple experiments.

Pautkina A. V. Laboratory workshop for schoolchildren in a remote format.

The method of organizing a laboratory workshop in physics for schoolchildren in a remote format is described. *Keywords:* laboratory workshop in physics, video clips, methodological support, distance learning.

Saurov Y. A. A scientist is always a fighter for new things... (Essay on the anniversary of Professor V. V. Mayer).

In the form of an essay, the creative fate and professional activities of Professor V. V. Mayer in Glazov State Pedagogical Institute named after V. G. Korolenko are considered. *Keywords:* history and methodology of methods of teaching physics, scientific and methodological activity, systems of methodological knowledge.