



научно-методический журнал

ISSN 0130-5522

5 2024

ФИЗИКА **В ШКОЛЕ**



**Жизнь и деятельность
Александра Андреевича Покровского**

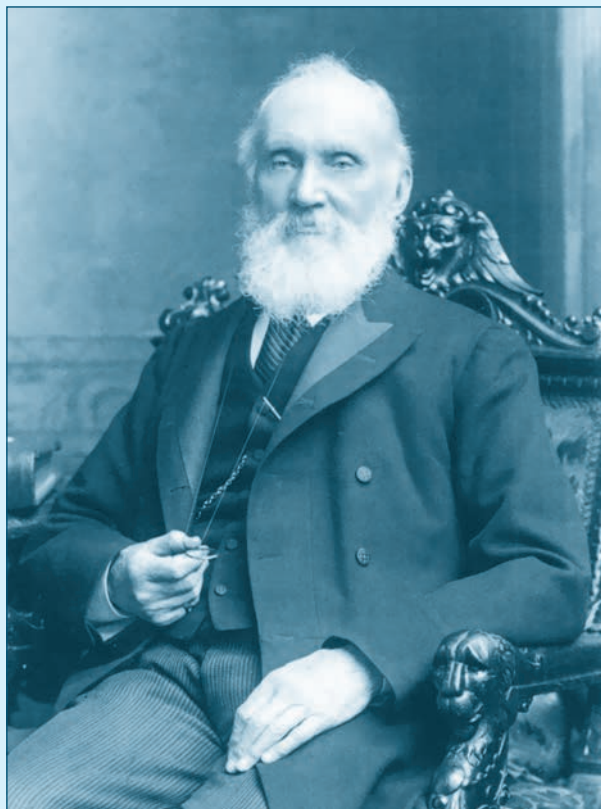
**Задачный физический квест
по Большому адронному коллайдеру**

Раздел «Астрономия» _____

**Гравитационно-волновая астрономия —
новый метод исследования Вселенной**

**Журналу
90 лет!**

К 200-летию со дня рождения Уильяма Томсона



Уильям Томсон, лорд Кельвин (26 июня 1824 — 17 декабря 1907) — британский физик, механик и инженер. Наиболее известными стали его работы в области термодинамики, механики, электродинамики.

С 1851 г. он был членом, а в период с 1890 по 1895 гг. президентом Лондонского королевского общества.

В 1892 г. У. Томсону за его большие научные заслуги был присвоен титул барона Кельвина (по имени речки Кельвин, протекающей вблизи университета в г. Глазго).

В его честь названа единица измерения абсолютной температуры — кельвин.

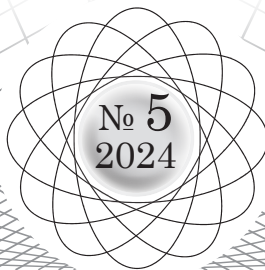
В 1896 г. он стал почетным членом Санкт-Петербургской академии наук

Кроме работ по термодинамике, Томсон заложил основы теории электромагнитных колебаний и в 1853 г. вывел формулу зависимости периода собственных колебаний контура от его емкости и индуктивности (формула Томсона).

В 1856 г. он открыл третий термоэлектрический эффект — эффект Томсона (первые два — возникновение термо-ЭДС и выделение теплоты Пельтье), состоявший в выделении так называемой «теплоты Томсона» при протекании тока по проводнику при наличии градиента температуры.

Большое значение в формировании атомистических представлений имел произведенный Томсоном расчет размеров молекул на основе измерений поверхностной энергии пленки жидкости.

В 1870 г. он установил зависимость упругости насыщенного пара от формы поверхности жидкости



ФИЗИКА В ШКОЛЕ

Образован в 1934 году Наркомпросом РСФСР. Учредитель — 000 «Школьная Пресса». Журнал выходит 8 раз в год

СЛОВО ОБ УЧИТЕЛЕ (A WORD ABOUT THE TEACHER)

- ▶ **Н.Б. Федорова, О.В. Кузнецова**
Жизнь и деятельность Александра Андреевича Покровского 3

СТРАНИЧКИ ИСТОРИИ (HISTORY PAGES)

- ▶ **А.В. Овчаров, П.Д. Голубь**
Вопросы физического образования в журнале
«Вестник опытной физики и элементарной математики» 10

МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ (METHODOLOGY. EXCHANGE OF EXPERIENCE)

- ▶ **В.В. Смирнов, О.М. Алыкова, Г.П. Стефанова, А.Б. Погожева**
Экспериментальная составляющая проекта «Новая физика» 19

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ (PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES)

- ▶ **Ю.В. Иванов**
Задачный физический квест по Большому адронному коллайдеру 24

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (INFORMATION TECHNOLOGIES)

- ▶ **В.Ф. Очков, М. Краска, А. Диаз**
Полет на Луну 29

ЭКСПЕРИМЕНТ (EXPERIMENT)

- ▶ **С.М. Барышников, А.Ю. Милинский**
Приемник теплового излучения для проведения демонстрационного
эксперимента 35
- ▶ **Д.Г. Лекомцев**
Простейший демонстрационный индикатор радиоактивности
со световой индикацией 40

АСТРОНОМИЯ (ASTRONOMY)

- **М.Ю. Королев**
Гравитационно-волновая астрономия — новый метод
исследования Вселенной 45

НАМ ПИШУТ (CORRESPONDENCE)

- **С.М. Андリュшечкин**
Об одном школьном учебнике. 58
- **П.Ф. Севрюков**
Стандарты, обозначения и определения. 63

Журнал рекомендован Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
Журнал зарегистрирован в базе данных Российского индекса научного цитирования.
Распространяется в печатном и электронном виде.

Главный редактор **Е.Б. Петрова**, д.п.н., доцент / **Petrova, E.B.** DrSci in Education, Associate Professor
Зав. редакцией **Е.Б. Перская** / **Perskaya, E.B.**

Состав редколлегии

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Демидова М.Ю. , д.п.н., доцент | Demidova M.Yu. , DrSci in Education, Associate Professor |
| Засов А.В. , д.ф.-м.н., академик МАН, профессор | Zasov A.V. , DrSci of Physics and Mathematics, Academician of the MAS, Professor |
| Королев М.Ю. , д.п.н., к.ф.-м.н., доцент | Korolev M.Yu. , DrSci in Education, PhD of Physics and Mathematics, Associate Professor |
| Майер В.В. , д.п.н., профессор | Mayer V.V. , DrSci in Education, Professor |
| Милинский А.Ю. , д.ф.-м.н., доцент | Milinskiy A.Yu. , DrSci of Physics and Mathematics, Associate Professor |
| Наумов А.В. , д.ф.-м.н., доцент, профессор РАН, член-корреспондент РАН | Naumov A.V. , DrSci of Physics and Mathematics, Professor Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of Russian Academy of Science |
| Пентин А.Ю. , к.ф.-м.н. | Pentin A.Yu. , PhD of Physics and Mathematics |
| Плахотник Т.В. , к.ф.-м.н., приват доцент, школа математики и физики университета Квинсленда, Австралия | Plakhotnik T.V. , PhD of Physics and Mathematics, privat-docent, school of mathematics and physics, University of Queensland, Australia |
| Сауров Ю.А. , д.п.н., профессор, член-корреспондент РАО | Saurov Yu.A. , DrSci in Education, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Education |
| Федорова Н.Б. , д.п.н., доцент | Fedorova N.B. , DrSci in Education, Associate Professor |
| Ханнанов Н.К. , к.х.н. | Khannanov N.K. , PhD in chemical Sciences |
| Царьков И.С. , к.т.н., зам. директора | Tsarkov I.S. , PhD in Technology, associate Director |
| Чулкова Г.М. , д.ф.-м.н., доцент | Chulkova G.M. , DrSci of Physics and Mathematics, Associate Professor |

ООО «Школьная Пресса»

Корреспонденцию направлять по адресу: 127254, г. Москва, а/я 62

Тел.: 8 (495) 619-52-87, 619-52-89.

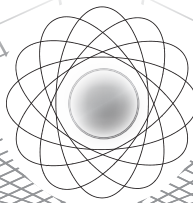
Интернет [http:// www.школьнаяпресса.рф](http://www.школьнаяпресса.рф) E-mail: fizika@schoolpress.ru

Формат 84×108/16. Усл. п. л. 4,0. Изд. № 3892. Заказ

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-38550 от 21.12.09.

Издание охраняется Гражданским кодексом РФ (часть 4). Любое воспроизведение материалов, размещенных в журнале, как на бумажном носителе, так и в виде ксерокопирования, сканирования, записи в память ЭВМ, и размещение в Интернете запрещается.

Отпечатано в АО «ИПК «Чувашия», 428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 13.



ОБ ОДНОМ ШКОЛЬНОМ УЧЕБНИКЕ

ABOUT A SCHOOL TEXTBOOK

Переписка

ББК 74.262.23

УДК 372.853

Correspondence

DOI 10.47639/0130-5522_2024_5_58

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С.М. Андリュшечкин , младший научный сотрудник, Омская гуманитарная академия, г. Омск; asm57@mail.ru | S.M. Andryushechkin , junior researcher, Omsk Humanitarian Academy; asm57@mail.ru |
| Ключевые слова: преподавание физики в школе, школьный учебник | Keywords: teaching physics at school, school textbook |
| Аннотация. Автор письма предлагает открыть новую рубрику «Вопросы автору учебника и эксперту», в рамках которой учителя физики и методисты могли бы получить разъяснения по тем утверждениям, что содержатся на страницах школьных учебников физики, но представляются им спорными или ошибочными с научной (или методической) точки зрения | Abstract. The author of the letter suggests opening a new section «Questions to the author of the textbook and the expert», in which physics teachers and methodologists could receive clarifications on those statements that are contained on the pages of school physics textbooks, but they seem controversial or erroneous from a scientific (or methodological) point of view |

© Андリュшечкин С.М., 2024

Вопросы качества школьных учебников, в том числе и учебников физики, пожалуй, можно отнести к разряду «вечных» вопросов, ответы на которые волнуют и учителей, и школьников, и их родителей. В качестве одного из направлений улучшения школьных учебников президент Российской академии наук (РАН) Г.Я. Красников на встрече с главой государства 30 января 2024 г. высказал предложение вернуть РАН к участию в процедуре научной экспертизы учебников. Глава государства назвал прекращение подобной экспертизы странной и дал согласие на обсуждение этой темы.

В этой связи предлагаю в журнале «Физика в школе» открыть рубрику «Вопросы автору учебника и эксперту», в рамках которой учителя физики и методисты могли бы получить разъяснения по тем утверждениям, что содержатся на страницах школьных

учебников физики, но представляются им спорными или ошибочными с научной (или методической) точки зрения.

Ряд подобных вопросов возник у автора письма после ознакомления с текстом учебника физики для 8-го класса (авторы И.М. Пёрышкин, А.И. Иванов) [1]. Ниже приведены цитаты из текста учебника, возникшие вопросы, а также примечания автора письма.

1. «Абсолютный нуль служит началом отсчета температурной шкалы Кельвина ..., названной по имени британского физика Томсона Уильяма Кельвина (1824–1907)» [1, с. 17].

Не является ли ошибкой подобная трактовка фамилии ученого?

Примечание. На сайте РАН в разделе «Персональный состав с 1724 г.» среди ино-

странных членов РАН указан Томсон Уильям, лорд Кельвин [2].

2. «Данное утверждение является частным случаем закона сохранения энергии: **во всех процессах в природе энергия не может появиться из ничего или исчезнуть бесследно; она может лишь переходить от одного тела к другому и из одного вида в другой**» [1, с. 53].

Не противоречит ли предложенная в учебнике формулировка закона сохранения энергии той, что приведена в Физической энциклопедии?

Примечание. В пятом томе Физической энциклопедии, в частности, говорится: «Энергии сохранения закон — один из наиболее фундаментальных законов природы, согласно которому важнейшая физическая величина — *энергия* сохраняется в изолированной системе. Энергия может переходить из одной формы в другую, но ее количество остается постоянным» [3, с. 613, 614]. В более раннем издании многотомного Физического энциклопедического словаря (1960–1966 г.) также подчеркивается, что «энергия при этом только превращается из одной формы в другую» [4, с. 532].

Предложенная же в учебнике физики трактовка понятия энергии как некоей субстанции (теплорода?), что «может лишь переходить от одного тела к другому», а не физической величины, не может не вызвать обоснованного возражения. Подтвердим это возражение обширной широко известной цитатой: «Существует факт, или, если угодно, закон, управляющий всеми явлениями природы, всем, что было известно до сих пор. Исключений из этого закона не существует; насколько мы знаем, он абсолютно точен. Название его — *сохранение энергии*. Он утверждает, что существует определенная величина, называемая энергией, которая не меняется ни при каких превращениях, происходящих в природе. Само это утверждение весьма и весьма отвлеченно; это по существу математический принцип, утверждающий,

что существует некоторая численная величина, которая не изменяется ни при каких обстоятельствах. Это отнюдь не описание механизма явления или чего-то конкретного, просто-напросто отмечается то странное обстоятельство, что можно подсчитать какое-то число и затем спокойно следить, как природа будет выкидывать любые свои трюки, а потом опять подсчитать это число — и оно останется прежним» [5, с. 71].

3. «При соприкосновении двух разнородных твердых тел силы притяжения электронов внешних оболочек к своим атомным ядрам у одного тела могут оказаться меньше, чем силы их притяжения к атомным ядрам другого тела. И тогда электроны в местах соприкосновения тел могут оторваться от своих атомов и перейти в другое тело» [1, с. 116].

Не противоречит ли предложенный механизм процесса электризации трением тому, что был экспериментально раскрыт в работах советского физика М.И. Корнфельда?

Примечание. Вышеупомянутый советский физик, доктор физ.-мат. наук, «за успешное выполнение заданий в 1947 г. был награжден премией СМ СССР, а в 1954 г. — Сталинской (ныне Государственной) премией» [6, с. 2286].

М.И. Корнфельдом было проведено экспериментальное исследование процесса электризации трением; его результаты изложены им в ряде статей [7; 8].

Один из основных выводов, сделанный ученым, заключается в следующем: «Исходным пунктом предлагаемого ниже объяснения электризации является утверждение о существовании у твердых диэлектриков «собственного» заряда. Это означает, иными словами, что диэлектрики благодаря наличию структурных дефектов вовсе не нейтральны в электрическом плане.

У образца, пробывшего некоторое время на воздухе, собственный заряд скомпенсирован адсорбированными ионами. Отсюда

следует, что грязь на поверхности образца заряжена, а ее заряд равен по абсолютной величине и противоположен по знаку собственному заряду.

Общее количество адсорбированной грязи зависит от всей предшествующей истории образца, поэтому даже у одинаковых образцов слои грязи, как правило, отличаются друг от друга по толщине и по удельному заряду.

Трение сопровождается смещением слоев грязи и их перераспределением между торцевыми поверхностями. При этом вследствие нарушения компенсации собственных зарядов и возникает электризация.

Таким образом, электризация обусловлена, попросту говоря, тем, что образцы пачкают друг друга заряженной грязью» [8, с. 1113–1114].

Отметим, что эти научные результаты введены в «методический оборот»:

– в журнале «Квант» в свое время была опубликована статья с популярным изложением механизма электризации трением «по Корнфельду» [9];

– в параграфе «Электрическое взаимодействие. Проводники и изоляторы» учебника [10] объяснение процесса электризации трением дано именно через нарушение «шкурки» поверхностного заряда при трении тел [10, с. 86, 87];

– в пособии для учителей «Уроки физики в 8 классе» [11] специально приведены обширные цитаты из статьи М.И. Корнфельда «Что такое электризация трением?» [11, с. 60–61].

4. «Усовершенствовав этот опыт, американские физики **Томас Стюарт** (1895–1958) и **Ричард Толмен** (1891–1948) в 1916 г. по направлению тока в катушке определили знак заряда частиц — отрицательный» [1, с. 131].

Примечание.

– Томас Дейл Стюарт (Thomas Dale Stewart) родился 14 августа 1890 г. Американский ученый-химик, автор новаторской

работы в области кислотно-основных равновесий органических соединений азота, а также в изучении механизмов реакций и кинетики реакций галогенирования. Как отмечено в мемориальной статье, посвященной Стюарту, на сайте Калифорнийского университета, его первые исследования были проведены под руководством Р. Толмена и посвящены механизму электронной проводимости в металлах.

– Ричард Чейз Толмен (Richard Chase Tolman) (1881–1948) — американский физик-математик и физикохимик, специалист в области статистической механики. Внес существенный вклад в теоретическую космологию.

– Результаты их известного исторического опыта изложены в статье «Электродвижущая сила, возникающая при ускорении металлов» [12]. Обширные цитаты из этой статьи приведены в пособии для учителей «Уроки физики в 8 классе» [11, с. 88–91].

5. «Закон, устанавливающий зависимость силы тока от напряжения на концах участка цепи и сопротивления этого участка, называется **законом Ома для участка цепи**: сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах участка и обратно пропорциональна сопротивлению участка

$$I = \frac{U}{R} \text{ [1, с. 149].}$$

Почему предложенная в учебнике формулировка закона Ома расходится с формулировкой, приведенной в третьем томе Физической энциклопедии:

«Ома закон — линейная связь между силой тока I на участке цепи и приложенным к этому участку напряжением U » [13, с. 404, 405]?

Примечание. Здесь, по нашему мнению, наблюдается смешение формулировки закона и математической формулы, выражающей содержание закона. Академиком РАО А.В. Усовой еще в прошлом веке были

разработаны и введены в методику физики обобщенные планы усвоения научных понятий, законов и теорий. «Эти рекомендации выполняют роль планов обобщенного характера при изучении учебного материала и при построении ответов, потому что их структура не зависит от частных особенностей материала. Например, план изучения явлений является общим для физических, химических и биологических явлений. То же относится к планам изучения приборов, законов и теорий» [14].

Так, например, предложенный А.В. Усовой план изучения физического закона выглядит следующим образом.

1. *Связь между какими явлениями или величинами выражает данный закон?*
2. *Формулировка закона.*
3. *Когда и кто впервые сформулировал данный закон?*
4. *Математическое выражение закона.*
5. *Опыты, подтверждающие справедливость закона.*
6. *Учет и использование закона на практике.*
7. *Границы применения закона.*

Изучение закона Ома в логике обобщенного плана не привело бы к «расширению» закона.

6. «Итак, магнитное поле существует вокруг движущихся электрических зарядов (токов) и оказывает силовое действие только на движущиеся заряды» [1, с. 187]. **«При всяком изменении магнитного потока, пронизывающего площадь, ограниченную замкнутым проводником, в этом проводнике возникает электрический ток, существующий в течение всего процесса изменения магнитного потока. В этом заключается явление электромагнитной индукции»** [1, с. 214, 215].

Благодаря какому силовому воздействию на свободные заряженные частицы, имеющиеся в неподвижном проводнике, в нем возникает электрический ток, если магнитное поле действует только на дви-

жущиеся частицы и, очевидно, не может быть причиной возникновения тока?

Если в области, где происходит изменение магнитного потока, отсутствует замкнутый проводящий контур (и, следовательно, не возникает индукционный ток), то означает ли это, что явление электромагнитной индукции не происходит?

Примечание.

– На наш взгляд, изложение понятия «магнитный поток» в учебнике физики 8 класса не является обязательным и выглядит избыточным, что признают и сами авторы учебника: «Строгое определение магнитного потока выходит за рамки нашего курса» [1, с. 210].

– Возникновение индукционного тока при относительном движении катушки, подключенной к гальванометру, и магнита (см. рис. 164 а, б в [1, с. 213] и рис. 166 в [1, с. 214]), а также «при движении катушек друг относительно друга» (см. рис. 165 в [1, с. 214]) находит свое объяснение как результат силового воздействия магнитного поля на движущиеся (вместе с проводником) свободные электроны. При этом применение правила левой руки подтверждает, что сила со стороны магнитного поля действует на электроны именно вдоль проводника.

– Попытка же дать объяснение возникновения индукционного тока в неподвижной катушке, замкнутой на гальванометр «при замыкании и размыкании ключа в катушке А, при изменении силы тока в ней» [1, с. 214] является для учеников проблемой: «Магнитное поле не действует на неподвижные электрические заряды. Почему в таком случае возникает ток?».

Разрешение этой проблемы требует введения понятия «вихревое электрическое поле», что, в итоге, существенно обогащает физическую картину мира, формируемую у учащихся на доступном им понятийном уровне (в отличие от половинчатого введения понятия «магнитный поток»). Такой подход полностью соответствует научным

представлениям: «Электромагнитная индукция — возникновение электрического поля, электрического тока или электрической поляризации при изменении во времени магнитного поля или при движении материальных сред в магнитном поле. Различают два вида эффектов электромагнитной индукции. Один из них состоит в наведении вихревого электрического поля $\vec{E}(\vec{r}, t)$ переменным магнитным полем $\vec{B}(\vec{r}, t)$. Другой тип эффектов электромагнитной индукции связан с движением материальных сред (проводников, изоляторов, твердых тел, жидкостей, газов, плазмы) в стационарном магнитном поле $\vec{B}(\vec{r})$ » [3, с. 537].

Дополнительно отметим, что предлагаемый подход к изучению явления электромагнитной индукции:

- наблюдение движения контура в магнитном поле, объяснение возникновения индукционного тока силовым воздействием магнитного поля;
- обнаружение тока в неподвижном проводящем контуре, который пронизывает переменное магнитное поле;
- постановка учебной проблемы и ее решение введением понятия «вихревое электрическое поле»;
- формулировка правила Ленца и обоснование правила отсылкой к закону сохранения энергии;
- установление (качественно) закона электромагнитной индукции на основе фронтальной лабораторной работы,

многократно проверен нами в практике преподавания и показал свою дидактическую эффективность. Именно такой подход реализован в тексте параграфов «Явление электромагнитной индукции», «Вихревое электрическое поле» учебника [10, с. 217–227] и подробно описан в пособии для учителей «Уроки физики в 8 классе» [11, с. 109–117].

Литература

1. Пёрышкин И.М. Физика. 8 класс: базовый уровень: учебник / И.М. Пёрышкин, А.И. Иванов. — М.: Просвещение, 2023. — 255 с.

2. Члены Академии за всю историю существования. — URL: <https://www.ras.ru/members/personalstaff1724.aspx> (дата обращения: 20.03.2024).

3. Физическая энциклопедия: Т. 5: Стробоскопические приборы — Яркость. / Гл. ред. А.М. Прохоров. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. — 757 с.

4. Физический энциклопедический словарь: Т. 5: Спектр — Яркость. — М.: Сов. энциклопедия, 1960–1966. — 575 с.

5. Фейнман Р.Ф. Фейнмановские лекции по физике. 9 т.; [Вып.] 1: Современная наука о природе. Законы механики, 1965. — М.: Мир, 1965–1967. — 267 с.

6. Памяти Марка Иосифовича Корнфельда // Физика твердого тела. 1993. Т. 35. Вып. 8. С. 2285–2287.

7. Корнфельд М.И. Избыточные электрические заряды в щелочно-галаллоидных кристаллах // Физика твердого тела. 1968. Т. 10. Вып. 8. С. 2422–2430.

8. Корнфельд М.И. Что такое электризация трением? // Физика твердого тела. 1969. Т. 11. Вып. 6. С. 1611–1616.

9. Ашкинази Л.А. Что же такое электризация трением? // Квант. 1985. № 6. С. 16–19.

10. Андриюшечкин С.М. Физика. 8 кл.: учеб. для организаций, осуществляющих образовательную деятельность. — М.: Баласс, 2015. — 240 с.

11. Андриюшечкин С.М. Уроки физики в 8 классе. Методические рекомендации для учителя. — М.: Баласс, 2017. — 144 с.

12. Tolman R., Stewart T. The Electromotive Force Produced by the Acceleration of Metals // Phys. Rev. 1916. V. 8. No 2. P. 97.

13. Физическая энциклопедия: Т. 3 Магнитоплазменный — Пойтинга теорема. / Гл. ред. А.М. Прохоров. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. — 672 с.

14. Усова А.В. Формирование учебно-познавательных умений в процессе изучения предметов естественного цикла // Физика. 1 сентября. 2006. № 16. С. 3–8.

Дата поступления рукописи (Received): 22.03.2024.

Опубликовано (Published): 16.07.2024.