
Редакция журнала:

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

Редакционный совет:

| | |
|----------------|--|
| И. В. Гребенев | д.п.н., профессор, Нижний Новгород |
| М. Д. Даммер | д.п.н., профессор, Челябинск |
| П. В. Зуев | д.п.н., профессор, Екатеринбург |
| О. В. Лебедева | д.п.н., доцент, Нижний Новгород |
| В. А. Саранин | д.ф.-м.н., профессор, Глазов |
| Ю. А. Сауров | д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров |
| А. П. Усольцев | д.п.н., профессор, Екатеринбург |

Оргкомитет конференции:

| | |
|--------------------------|---|
| Н. Я. Молотков | д.п.н., профессор, Тамбов |
| Г. Г. Никифоров | к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва |
| А. Ю. Пентин | к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва |
| Ф. А. Сидоренко | д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург |
| Я. А. Чиговская–Назарова | к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов |
| Т. Н. Шамало | д.п.н., профессор, Екатеринбург |

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Пединститут. Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет 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.

Подписной индекс: 79876.

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

Сдано в набор 01.11.23. Подписано в печать 20.12.23.

Дата выхода в свет: 22.12.23.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,5.

Заказ 160. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Экспериментальная установка для градуировки электрометра по напряжению.

Научная статья
ББК 74.262.23
УДК 372.853

В. В. Майер, Е. И. Вараксина
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТА

Представлен дидактический ресурс ученического проекта по учебному исследованию электромагнита на начальном этапе изучения явлений магнетизма в школьном курсе физики.

Ключевые слова: ученический проект, дидактический ресурс, основы магнетизма, электромагнит.

V. V. Mayer, E. I. Varaksina
STUDENTS' PROJECT ACTIVITY
WHEN STUDYING ELECTROMAGNETS

The didactic resource for student's project on the educational study of the electromagnet at the initial stage of studying the phenomena of magnetism in the school physics course is presented.

Keywords: student project, didactic resource, fundamentals of magnetism, electromagnet.

Введение. Система дидактических ресурсов для внеурочной проектной деятельности учащихся 7 класса представлена в работе [1]. Там же подробно описана технология организации такой деятельности, детали которой здесь не обсуждаются.

В школьном курсе физики начальные представления об электромагнитных явлениях обучающиеся получают в 8 классе [2, с. 165–169]. Принято считать, что обучение физике в основной школе осуществляется на эмпирическом уровне, который способствует «развитию лишь индуктивного метода мышления» обучающихся [3, с. 334]. К сожалению, этот важный этап развития личности школьников практически не реализуется, так как в современной школе натуральный эксперимент подменяется умозрительным, а редкие учебные опыты носят не доказательный, а иллюстративный характер. Однако, если учитель систематически применяет метод *экспериментального доказательства* [4], то он вовлекает школьников в научное познание физических явлений и тем самым развивает их физическое мышление, которое, как известно, является теоретическим.

Учебное исследование катушки с током

Информация

В учебнике физики за 8 класс при изучении магнитного поля катушки с током, электромагнитов и их практического применения описаны три простых физических опыта.

В первом опыте используется «катушка, состоящая из большого числа витков провода, намотанных на деревянный каркас (рис. 1). Когда в катушке есть ток, железные опилки притягиваются к ее концам, при отключении тока они опадают» [2, с. 165].

Второй опыт (рис. 2.1) повторяет первый, но в нем обнаруживается, что «при увеличении силы тока действие магнитного поля катушки с током усиливается» [2, с. 166], так как она притягивает больше железных опилок.

В третьем опыте (рис. 2.2) магнитное действие катушки с током значительно возрастает, если внутрь ее ввести железный сердечник.

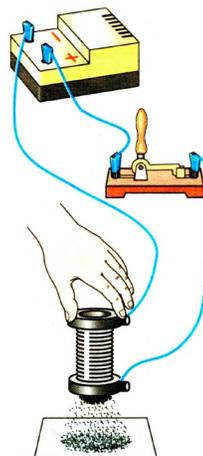


Рис. 1. Иллюстрация из учебника [2, с. 165]

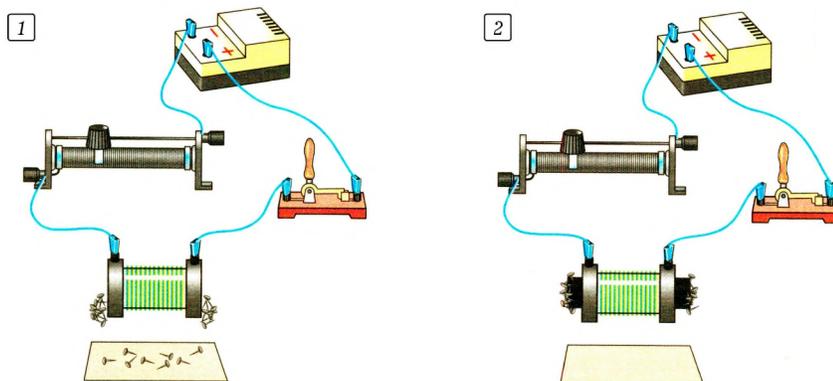


Рис. 2. Иллюстрация из учебника [2, с. 166]

Задание

Катушка, подобная описанной в учебнике, но намотанная не на деревянном, а на пластмассовом каркасе, есть в физическом кабинете [5, с. 334]. Параметры этой катушки: обмотка $N = 570$ витков изолированного провода диаметром $0,65\text{--}0,8$ мм; напряжение $U = 4$ В; сила тока $I = 1$ А. Подберите недостающее оборудова-

ние и подготовьте перечисленные три опыта для демонстрации в классе.

Эксперимент

Повторение описанных в учебнике опытов на экспериментальных установках, изображенных на рис. 1 и 2, показывает, что катушка без железного сердечника вообще не притягивает железные опилки! Замена лабораторного источника постоянного напряжения на 4 В более мощным регулируемым блоком питания ВС-24м (В-24) только подтверждает этот результат: даже при силе тока 4–5 А катушка без сердечника не притягивает опилок (рис. 3).



Рис. 3. Проверка опыта, описанного в учебнике: даже при недопустимо большой силе тока изображенная в учебнике катушка не притягивает ни железные опилки, ни стальные скрепки

Проблема

Как в демонстрационном опыте на школьном уроке показать, что катушка из медного изолированного провода действительно притягивает легкие железные предметы, если по ней пропускать электрический ток?

Гипотеза

Описанный в учебнике опыт не получается потому, что толщина щечек деревянной катушки довольно велика, поэтому опилки находятся на большом расстоянии от витков катушки, по которым идет ток, и к ней не притягиваются.

Идея

Для проверки гипотезы нужно взять стальной постоянный магнит, который заведомо хорошо притягивает содержащие железо

предметы, и определить, на каком расстоянии от железных опилок он начинает их притягивать.

Эксперимент

На листе бумаги создадим плоскую кучку железных опилок, рядом с ней вертикально поставим деревянную или пластмассовую линейку и вдоль нее сверху вниз будем медленно опускать постоянный магнит (рис. 4). Определим максимальное расстояние между нижним полюсом магнита и ближайшими к нему опилками, при котором они начинают притягиваться к магниту. В нашем опыте это расстояние составило не более 5 мм. А толщина щечек деревянной катушки примерно 10 мм. Поэтому высказанная гипотеза получила косвенное экспериментальное подтверждение.

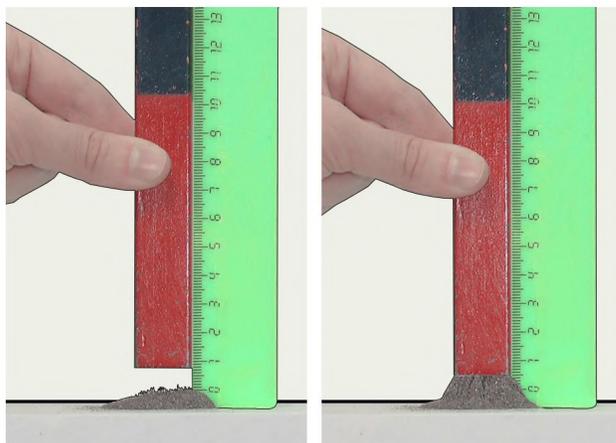


Рис. 4. Притяжение железных опилок к постоянному магниту

В этих опытах выясняется также, что использование железных опилок для демонстрации притяжения к магнитам нерационально, так как опилки на демонстрационном столе не видны классу и после каждого опыта от них нужно очищать полюсы магнитов и стол. Вместо опилок лучше взять стальные скрепки.

Идея

Чтобы получить прямое экспериментальное доказательство сформулированной выше гипотезы, нужно сделать специальную катушку с тонкими (толщиной не более 3–4 мм) щечками и использовать ее для выполнения описанного в учебнике опыта.

Эксперимент

1. Изготовление катушки. Готовят деревянную оправку сечением 10×21 мм, белый ватман форматом А3 и клей ПВА. Из ватмана вырезают полосу размером 60×420 мм и четыре или шесть узких

полосок размером 4×420 мм. На оправке из широкой полосы выклеивают прямоугольную трубку толщиной стенки примерно 1 мм. По две или три узкие полоски наворачивают с клеем на концы трубки, формируя щечки высотой 3–4 мм. После полного высыхания каркаса в одной из его щечек сверлят два отверстия диаметром 1 мм для выводов. Торцы каркаса делают плоскими, обрабатывая их на шкурке. Каркас для прочности и красоты можно покрыть нитрокраской. К медному проводу диаметром 0,47 мм припаивают вывод из многожильного провода в изоляции и место спая изолируют, например, термоусадочной трубкой. Пропустив вывод через ближайшее к трубке отверстие щечки, на каркас наматывают виток к витку обмотку из шести слоев подготовленного провода (примерно 600 витков). Для удобства намотки каждый слой обмотки, кроме последнего, обертывают однослойной прокладкой из писчей бумаги. Второй вывод обмотки делают так же, как первый. Размеры каркаса катушки подобраны так, чтобы ее можно было использовать в опытах с большим дугообразным магнитом [5, с. 229].

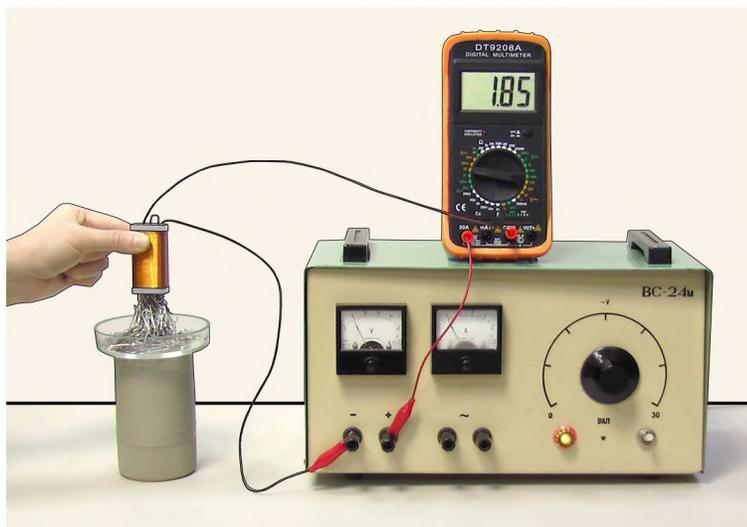


Рис. 5. Втягивание стальных скрепок внутрь самодельной катушки. По высушенной из каркаса сверху скрепке понятно, что внутри катушки втянувшиеся скрепки образовали стальной сердечник

2. Проверка катушки. Подключают изготовленную катушку к блоку питания ВС–24м (В–24). Увеличивают поданное на катушку напряжение и убеждаются, что при силе тока до 1 А катушка не притягивает скрепки. Увеличивают силу тока до 2 А и торцом катушки касаются скрепок. Если при этом одна из них втянулась внутрь катушки, тогда вслед за ней в катушку втягивается горсть скрепок (рис. 5).

Объясняют этот результат тем, что первая втянувшаяся в катушку скрепка становится ее сердечником. Каждая следующая скрепка, притянувшаяся к первой, увеличивает объем ферромагнитного сердечника, и сила притяжения такого электромагнита резко возрастает.

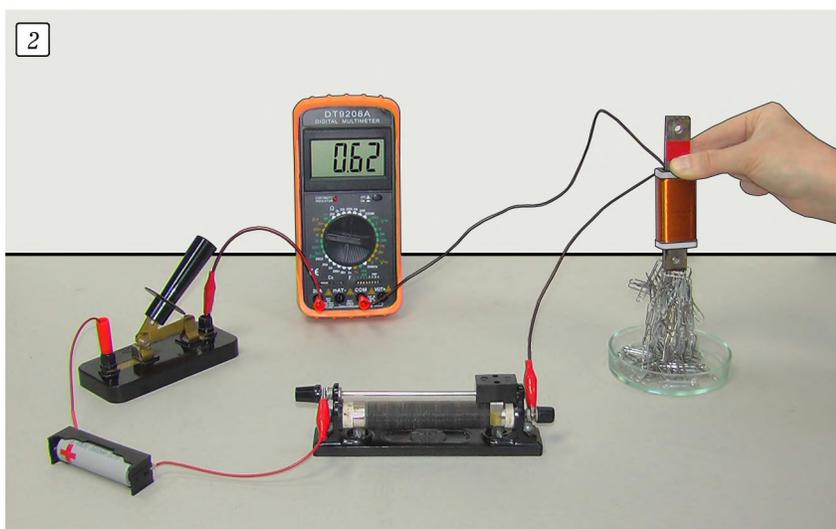
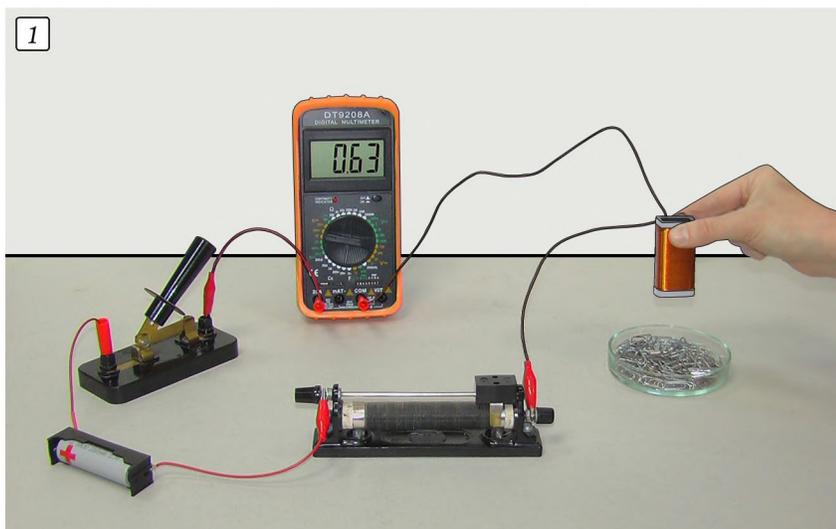


Рис. 6. Экспериментальное исследование электромагнита в демонстрационных и лабораторных опытах

3. Демонстрационные опыты. Собирают экспериментальную установку, состоящую из последовательно соединенных литий-ионного

аккумулятора на 3,7 В (2000 mAh, 3,7 V), ключа, амперметра (мультиметр с пределом измерения 20 А), катушки и реостата на 6 Ом. Нижней щечкой катушки касаются кучки канцелярских скрепок в чашке Петри или другом невысоком прозрачном сосуде. Запускают ключ и показывают, что эти содержащие железо легкие предметы *не притягиваются* к катушке с током (рис. 6.1). Вставляют в катушку сердечник из мягкой стали или набранный из подходящих пластин трансформаторного железа (это лучше). Демонстрируют, что получившийся электромагнит *притягивает* скрепки. Выводят реостат почти до нуля и обнаруживают значительно возросшую подъемную силу электромагнита, который притягивает сразу все скрепки (рис. 6.2). Подняв электромагнит, размыкают цепь, и учащиеся видят, как скрепки с шумом падают в сосуд. Из проделанной серии опытов делают экспериментально обоснованные выводы.

Заключение. Представленный в статье дидактический ресурс проектной деятельности направлен на решение следующей образовательной проблемы: как обеспечить формирование умений экспериментального доказательства справедливости теоретических моделей в учебном исследовании физических явлений? Выполнение подобных проектов способствует развитию физического и инженерного мышления обучающихся.

Исследование выполнено на базе Федеральной инновационной площадки «Школа учебного физического эксперимента» по проекту «Методика проведения новых физических опытов в школе как средство формирования инженерных компетенций обучающихся», который реализуется при финансовой поддержке Министерства просвещения Российской Федерации в рамках государственного задания (дополнительное соглашение Министерства просвещения Российской Федерации и ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко» № 073-03-2023-026/2 от 20.06.2023 к соглашению № 073-03-2023-026 от 27.01.2023, регистрационный № НИОКТР 1022080500004-8-5.3.1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вараксина Е. И., Майер В. В. Учебные проекты по школьному физическому эксперименту: 7 класс. Дидактические ресурсы проектной деятельности. — М.: ФЛИНТА: Наука, 2017. — 172 с.
2. Перышкин А. В. Физика: 8 класс: учебник. — М.: Дрофа, 2019. — 240 с.
3. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурышева, Т. И. Носова и др.: Под ред. С. Е. Каменецкого. — М.: Издательский центр «Академия», 2000. — 384 с.
4. Майер В. В. Экспериментальные доказательства в заданиях ЕГЭ // Физика в школе. — 2015. — № 4. — С. 20–26.
5. Учебное оборудование по физике в средней школе. Пособие для учителей. Под ред. А. А. Покровского. — М.: Просвещение, 1973. — 480 с.

Глазовский государственный
инженерно-педагогический
университет имени В. Г. Короленко

Поступила в редакцию 16.08.23.