



научно-методический журнал

ISSN 0130-5522

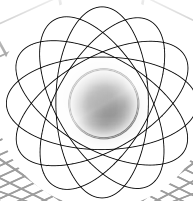
7
2016

ФИЗИКА

В ШКОЛЕ



- Академическая научная школа профессора В.Г. Разумовского
- Биографический метод в обучении физике
- Планируем лабораторную работу



ЭКСПЕРИМЕНТ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЗАДАЧА «ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЕЛИЧИНЫ СИЛЫ ТОКА, ПРИ КОТОРОЙ ПЕРЕГОРАЮТ ПРОВОДНИКИ, ОТ ИХ ДИАМЕТРА»

С.М. Андрюшечкин , к.п.н., доцент Омского государственного аграрного университета, г. Омск; asm57@mail.ru	S.M. Andryushechkin , PhD (Pedagogy), Associate Professor, Omsk State Agrarian University; asm57@mail.ru
Ключевые слова: творческая работа учащихся, анализ процессов, обусловленных прохождением постоянного тока по металлическому проводнику	Keywords: students' creative work, analysis of processes, stipulated by the current flow in the metallic conductor
В статье рассматривается экспериментальная задача, в процессе решения которой можно организовать различные формы деятельности учащихся	The article considers the experimental task, which solution process allows to organize different forms of pupils' activities

Известно, что одной из основных задач современной школы является развитие учащихся — их познавательных интересов, мышления, практических умений. Ученые-дидакты уже давно указали на то, что «для развития творческих способностей учащиеся должны встречаться с проблемами: на внеурочных занятиях именно задания творческого типа должны составлять основу большинства видов деятельности школьников. При поисках путей развития творческих способностей школьников следует опираться на положения психологии, согласно которым способности не только проявляются, но и создаются, формируются в деятельности. Поэтому необходимо уделять особое внимание организации самостоятельной работы учащихся, имеющей творческий характер» [1, с. 7–8].

Это может быть достигнуто путем использования экспериментальных задач, решения творческих задач исследовательского и конструкторского характера.

Предлагаемая тема исследования «Изучение зависимости величины силы тока,

при которой перегорают проводники, от их диаметра»¹ позволяет успешно организовать различные формы деятельности учащихся (например, в рамках выполнения учебного проекта):

- изучение справочной литературы;
- теоретический анализ проблемы;
- проведение экспериментального исследования;
- обработку результатов эксперимента, в том числе и с использованием графических методов.

В ходе такой работы будет развиваться и критичность мышления школьников. «Критическое мышление ... формирует процесс рефлексии относительно смысла утверждений, проверяя предложенные доказательства и рассуждения и вырабатывая суждения относительно фактов. ...В основе своей

¹ Сама задача не нова, ее условие приводится в классическом пособии: Слободецкий И.Ш., Орлов В.А. Всесоюзные олимпиады по физике: Пособие для учащихся 8–10 кл. сред. школы / И.Ш. Слободецкий, В.А. Орлов. — М.: Просвещение, 1982. — С. 21, зад. № 115.

критическое мышление — это интеллектуальная ценность, которая остается таковой во всех областях исследования и которая включает: ясность, аккуратность, точность, очевидность, истинность и справедливость» [2]. Критичность является следствием рефлексивности мышления. Это позволяет считать критичность мышления результатом вопрошающей рефлексии.

Ниже описан возможный вариант выполнения работы.

1. В справочнике [3, с. 154] имеется таблица, в которой указаны номинальные значения силы тока через плавкий предохранитель в зависимости от диаметра медной проволоки.

Таблица 1

Плавкие предохранители

Сила тока, А	5	15	30	60	100
Диаметр медной проволоки, мм	0,213	0,508	0,914	1,42	2,03

Примечание. Номинальная сила тока, указываемая на предохранителе, является предельной, при которой ток может протекать длительное время. Сила тока в 1,8–2 раза больше номинальной быстро расплавляет проволоку в предохранителе.

По данным, приведенным в таблице 1, строится график зависимости силы тока I от диаметра проводника d (рис. 1). Делается вывод, что зависимость не является прямо пропорциональной.

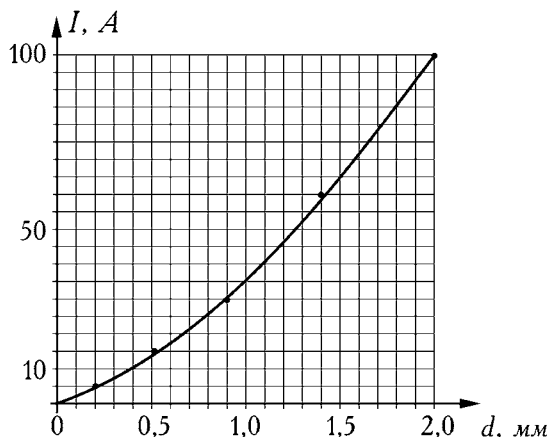


Рис. 1

2. Теоретический анализ рассматриваемой проблемы на доступном учащимся уровне может быть проведен следующим образом. Количество теплоты Q_1 , выделяющееся в проводнике сопротивлением R за время t при силе тока I , в соответствии с законом Джоуля и Ленца, равно:

$$Q_1 = I^2 Rt, \tag{1}$$

где

$$R = \rho \frac{l}{S}, \tag{2}$$

ρ — удельное сопротивление материала проводника, l — длина проводника,

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \tag{3}$$

— площадь поперечного сечения проводника.

При прохождении тока температура проводника повышается, возникает теплообмен с окружающей средой. Количество теплоты Q_2 , передаваемое в окружающую среду за время t , очевидно, определяется площадью поверхности проводника

$$S = \pi dl, \tag{4}$$

разностью температур ΔT проводника и окружающей среды (значение разности температур ограничено температурой плавления материала проводника) и свойствами окружающей среды

$$Q_2 = k S \cdot \Delta T, \tag{5}$$

(k — коэффициент пропорциональности).

Ясно, что

$$Q_2 = Q_1$$

(в противном случае проводник перегорит).

С учетом соотношений (1)–(5) имеем:

$$I^2 \sim d^3$$

или

$$I \sim d^{3/2}$$

(закон «три вторых»).

3. В пособии А.С. Еноховича приведен обширный справочный материал, позволяющий проверить зависимость «ток — диаметр проводника» [4, с. 193].

Для анализа данных, приведенных в таблице 2, предположим, что зависимость «ток — диаметр проводника» имеет степенной характер:

Таблица 2

Ток плавления различных проводов

Ток плавления, А	Диаметр провода, мм					
	Медь	Алюминий	Железо	Свинец	Олово	Никелин
1	0,053	0,066	0,118	0,210	0,183	0,084
2	0,086	0,104	0,189	0,325	0,285	0,135
3	0,112	0,137	0,245	0,425	0,380	0,177
5	0,157	0,193	0,345	0,60	0,53	0,25
7	0,203	0,250	0,45	0,78	0,66	0,32
10	0,250	0,305	0,55	0,95	0,85	0,39
15	0,32	0,40	0,72	1,25	1,02	0,52
20	0,39	0,48	0,87	1,52	1,35	0,62
25	0,46	0,56	1,00	1,75	1,56	0,73
30	0,52	0,64	1,15	1,98	1,77	0,81
35	0,58	0,70	1,26	2,20	1,95	0,91
40	0,63	0,77	1,38	2,44	2,14	0,99
45	0,68	0,83	1,50	2,65	2,30	1,08
50	0,73	0,89	1,60	2,78	2,45	1,15
60	0,82	1,00	1,80	3,15	2,80	1,30
70	0,91	1,10	2,00	3,50	3,10	1,43
80	1,00	1,22	2,20	3,80	3,40	1,57
90	1,08	1,32	2,38	4,10	3,65	1,69
100	1,15	1,42	2,55	4,40	3,9	1,82

$$I = Cd^A,$$

где A — показатель степени.

Прологарифмируем:

$$\log I = \log C + A \log d.$$

Если высказанное предположение о степенном характере функции верно, то графиком зависимости логарифма силы тока от логарифма диаметра проводника является прямая линия, а угловой коэффициент этой прямой равен показателю степени A^2 .

$$A = \frac{\Delta(\log I)}{\Delta(\log d)}$$

² В случае недостаточной математической подготовки учащихся для проверки исследуемой зависимости можно предложить им построить и проанализировать графики зависимости квадрата силы тока от куба диаметра проводника.

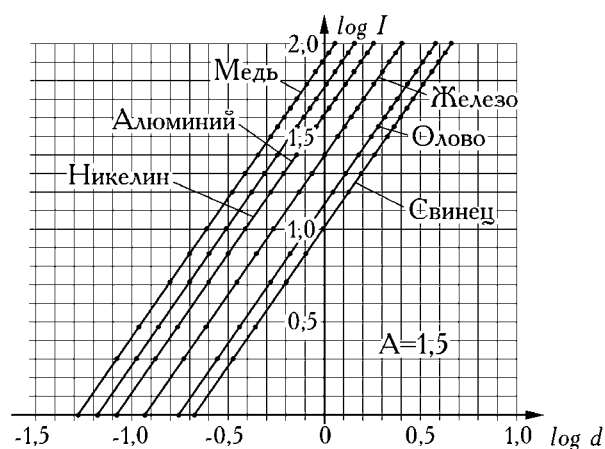


Рис. 2

На рисунке 2 приведены соответствующие графики, при построении которых использованы данные таблицы 2.

Таким образом, справочные данные [4, с. 193] подтвердили ранее обоснованную теоретически зависимость «три вторых».

4. Осуществим экспериментальную проверку исследуемой зависимости. С этой целью собирается цепь, схема которой приведена³ на рисунке 3. Между точками C и D цепи включается исследуемый образец (кусочек медной проволоки известного диаметра без изоляции). Увеличивают ток в цепи, уменьшая сопротивление реостата, и замечают силу тока, при которой перегорает проводник; измерение повторяют 4–5 раз.

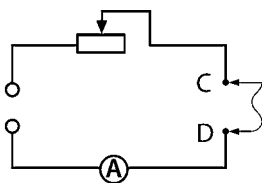


Рис. 3

Ниже приводятся результаты измерений, приведенные учащимися лица «ЛОРД» (г. Петропавловск, Северный Казахстан) А. Мостовщиковым и Е. Бушлановым (табл. 3), график, построенный по результатам измерений, и расчет показателя A степенной функции (рис. 4).

Таблица 3

Результаты измерений

Диаметр медного проводника <i>d</i> , мм	0,08	0,10	0,14	0,15	0,17	0,20
Сила тока <i>I</i> , А	1,6	2,3	3,9	4,3	5,2	6,6

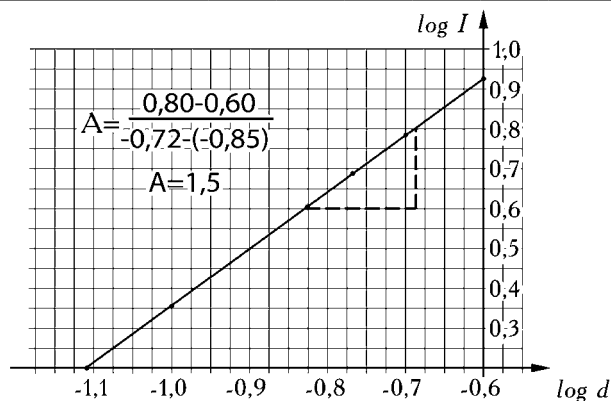


Рис. 4

³ Технические характеристики источника тока, амперметра и реостата не уточняются, так как может быть использовано различное оборудование из числа имеющегося в кабинете физики.

5. С целью развития критического мышления школьников можно предложить им вновь обратиться к справочным данным, приведенным в таблице 1 статьи, и построить соответствующий график в логарифмическом масштабе (рис. 5). Учащиеся убеждаются, что с достаточно хорошим приближением данные «ложатся» в предложенную теоретическую модель.

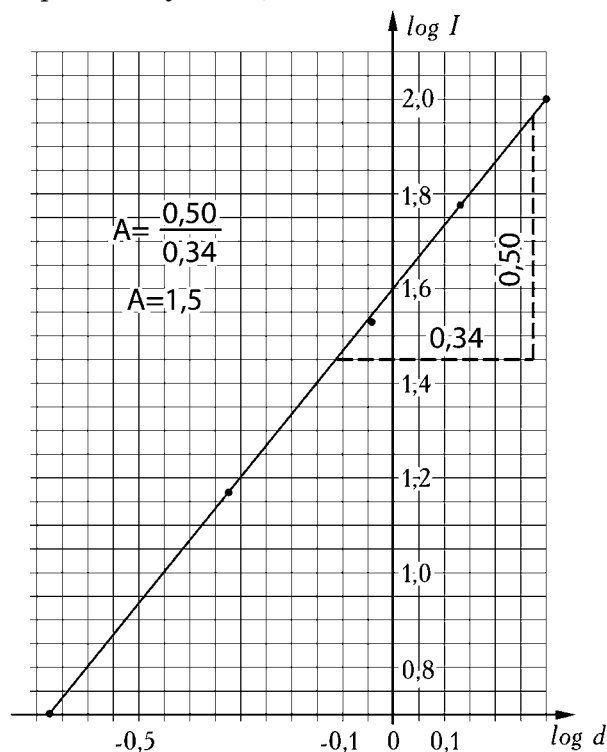


Рис. 5

Однако в [3, с. 153] имеются сведения о допустимой силе тока в *изолированных* проводах при продолжительной работе (в амперах).

Построение графиков (рис. 6) убеждает, что здесь зависимость логарифма предельного значения силы тока от логарифма диаметра проводника далека от прямо пропорциональной зависимости. Следовательно, в этом случае рассмотренная модель требует уточнения (например, необходимо учитывать различную толщину изоляционного материала, «укутывающего» проводник и т.д.).

Таблица 4

**Допустимые значения силы тока
в изолированных проводах
при продолжительной работе (в амперах)**

Материал	Сечение, мм ²							
	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25
Алюминий	8	11	16	20	24	34	60	80
Железо	–	–	8	10	12	17	30	–
Медь	11	14	20	25	31	43	75	100

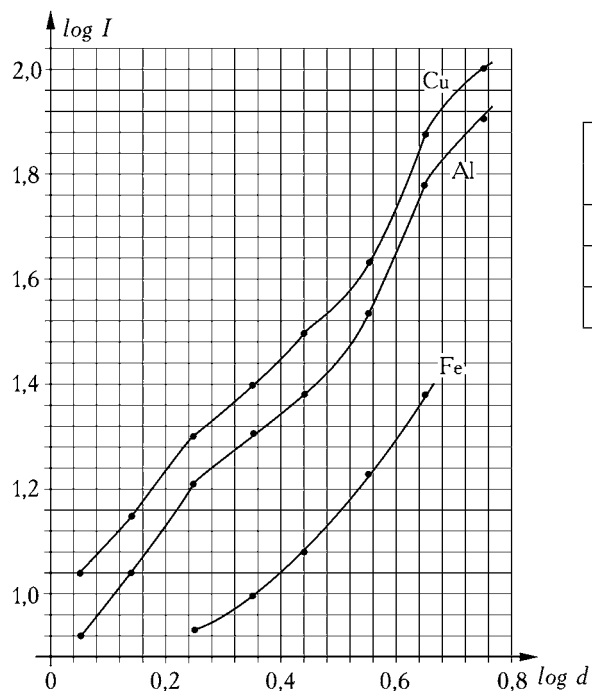


Рис. 6

Литература

1. Внеурочная работа по физике / О.Ф. Кабардин, Э.М. Браверман, Г.Р. Глущенко и др. / Под ред. О.Ф. Кабардина. М.: Просвещение, 1983.
2. [Электронный ресурс] http://en.wikipedia.org/wiki/Critical_thinking#Overview
3. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике / Н.И. Кошкин, М.Г. Ширкевич. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.
4. Енохович А.С. Справочник по физике / А.С. Енохович. М.: Просвещение, 1978.

