

Условие

Задача 1. Знаете ли Вы закон Ома?

Для измерения электрического напряжения и силы тока Вам необходимо использовать электронный мультиметр. См. Инструкцию.

Задания.

Приборы и оборудование: батарейка 4,5 В, кусок нихромовой проволоки (ее изображение на всех схемах показано на рис. 1), мультиметр, линейка 50 см, соединительные провода.

проволока



Рис. 1

***Подключайте батарейку только во время проведения измерений – иначе батарейка разрядится, а Вы не сможете получить необходимые результаты!

Во всех измерениях длина участка проволоки, по которой протекает электрический ток, должна быть не менее 5 см.***

Часть 0. Знакомство с мультиметром.

0.1 Подключите мультиметр (в режиме измерения напряжения) непосредственно к выводам батарейки – запишите значение измеренного напряжения U_0 , которое можно назвать **напряжением холостого хода**, так как в этом случае ток через батарейку пренебрежимо мал.

Часть 1. Как напряжение зависит от длины проволоки.

1.1 Соберите электрическую цепь, изображенную на рис. 2, проволока подключена на всю длину. Измерьте зависимость напряжения на участке проволоки $U_1(x)$ от его длины. Постройте график полученной зависимости.

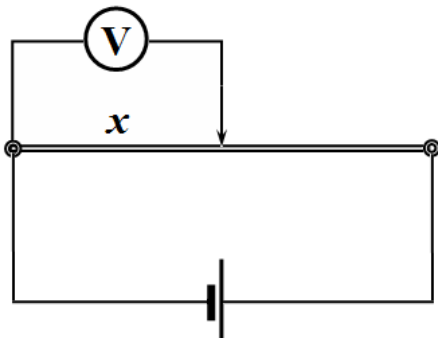


Рис. 2

1.2 Предложите простую формулу, описывающую полученную зависимость, найдите численные значения параметров этой формулы.

Часть 2. Как зависит сила тока от длины проволоки.

2.1 Соберите цепь, показанную на рис. 3. Измерьте зависимость силы тока $I_2(x)$ в этой цепи от длины подключенного участка проволоки x .

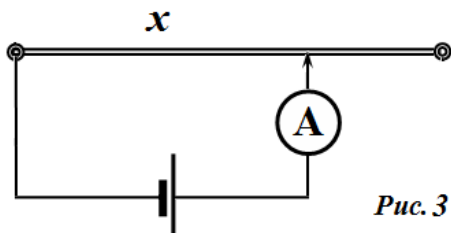


Рис. 3

2. Покажите, что найденная зависимость может быть описана формулой

$$I_2 = \frac{a_2}{b_2 + x}, \quad (2)$$

где a_2, b_2 - постоянные величины. На основании экспериментальных данных определите численные значения этих коэффициентов.

Часть 3. Как сила тока зависит от напряжения.

3.1 Соберите цепь, показанную на рис.4, в которой батарейка подключается к той же точки провода, что и мультиметр. Измерьте зависимость напряжения от длины x участка проволоки в этом случае. Измерения проведите при тех же значениях длины x , которые Вы использовали при измерениях силы тока в п.2.1.

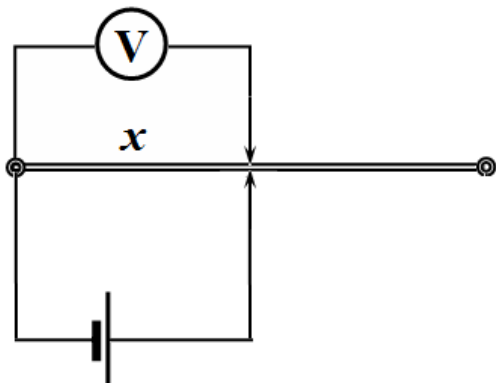


Рис.4

3.2 Используя данные полученные в п. 2.1 и п. 3.1 постройте график зависимости напряжения на участке проволоки x от силы тока через него.

3.3 Предложите простую формулу, описывающую полученную зависимость. Найдите численные значения параметров этой формулы.

Решение

Задача 9-1

Результаты всех необходимых измерений сведены в Таблицу 1. Обозначения соответствуют приведенным в условии задачи. Исходное напряжение холостого хода на батарейке лежит в пределах 3,5-4,8 В

Таблица 1.

x , см	U_1 В	I_2 , А	$1/I_2$, А ⁻¹	U_2 , В
5	0,26	0,92	1,087	0,60
10	0,52	0,79	1,266	1,03
15	0,76	0,71	1,408	1,32
20	1,02	0,65	1,538	1,57
25	1,26	0,59	1,695	1,81
30	1,51	0,54	1,852	1,98
35	1,76	0,50	2,000	2,13
40	2,01	0,47	2,128	2,25
45	2,24	0,44	2,273	2,36
50	2,50	0,41	2,439	2,46

Часть 1. Как напряжение зависит от длины проволоки.

1.1 График зависимости на участке проволоки $U_1(x)$ от его длины l показан на рис. 1

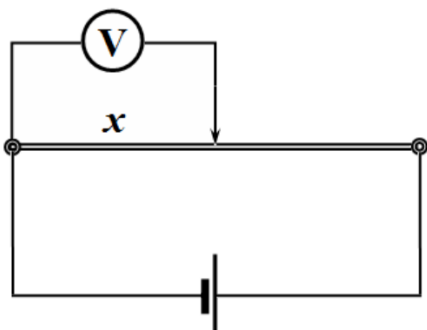
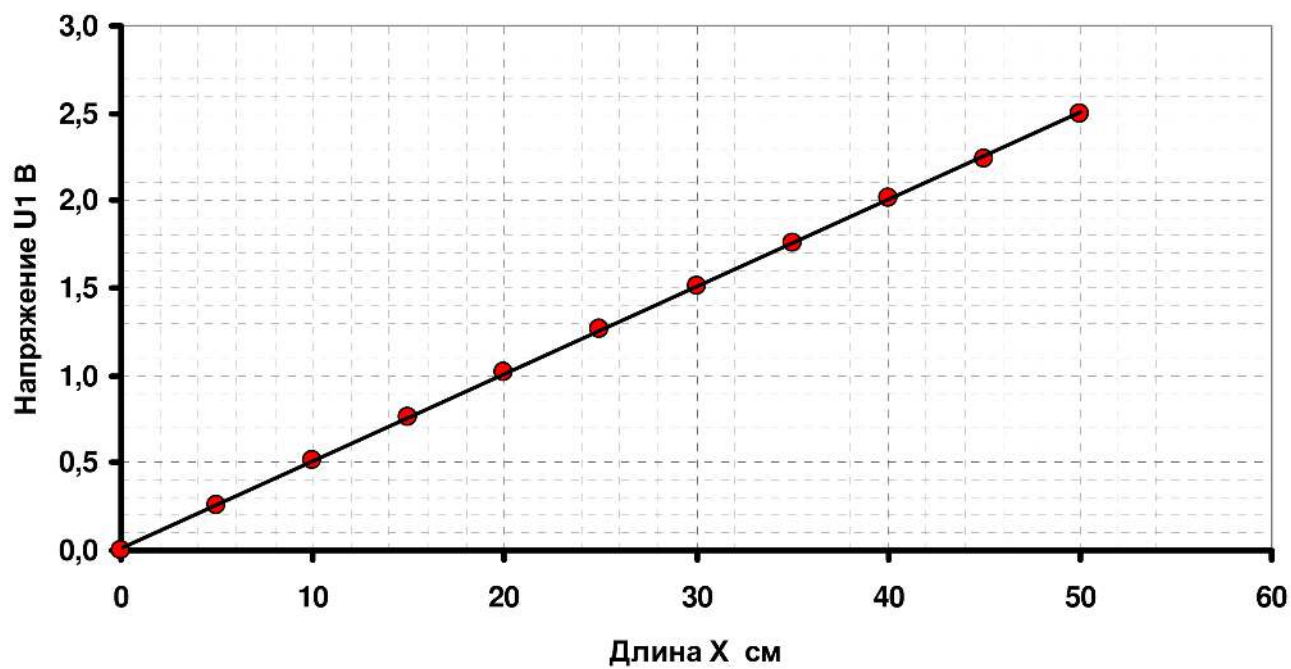


Рис. 1 Зависимость $U_1(x)$

$$y = 0,050x + 0,014$$



1.2 Вывод однозначный – напряжение прямо пропорционально длине проволоки $U = al$, значение параметра $a = 0,050$ В/см.

Часть 2. Как зависит сила тока от длины проволоки.

2.1 Соберите цепь, показанную на рис. 3. График зависимости силы тока $I_2(x)$ в этой цепи от длины подключенного участка проволоки x показан на рис. 2 (от участников не требуется)

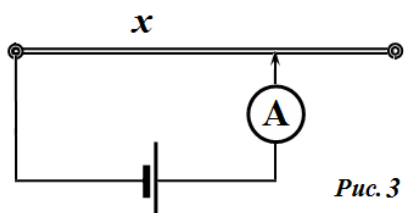
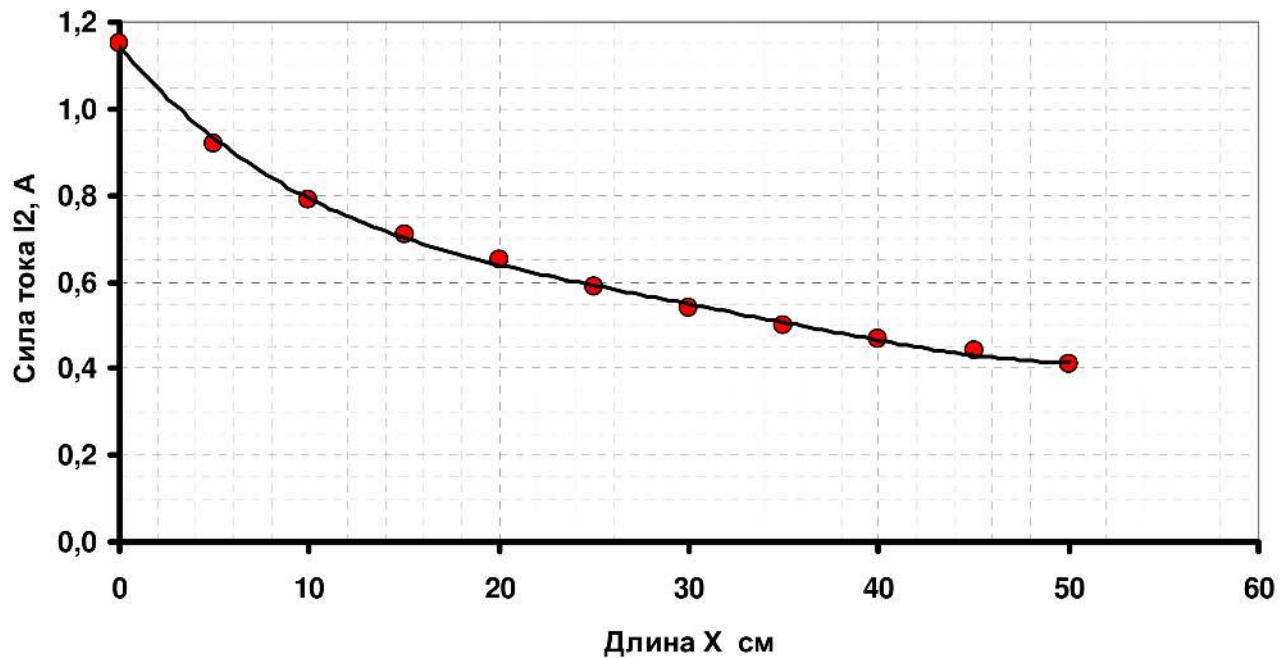


Рис. 3

Рис. 2 Зависимость $I_2(x)$



2. Для проверки предложенной формулы следует построить зависимость величины, обратной силе тока от длины участка $\frac{1}{I_2}(x)$. Ее график приведен на рис. 3
Из вида приведенной функции следует, что обратная величина линейно зависит от длины участка

$$I_2 = \frac{a_2}{b_2 + x} \Rightarrow \frac{1}{I_2} = \frac{1}{a_2}x + \frac{b_2}{a_2}, \quad (1)$$

Построенный график подтверждает предложенную зависимость. Ее параметры могут быть найдены из уравнения построенной прямой:

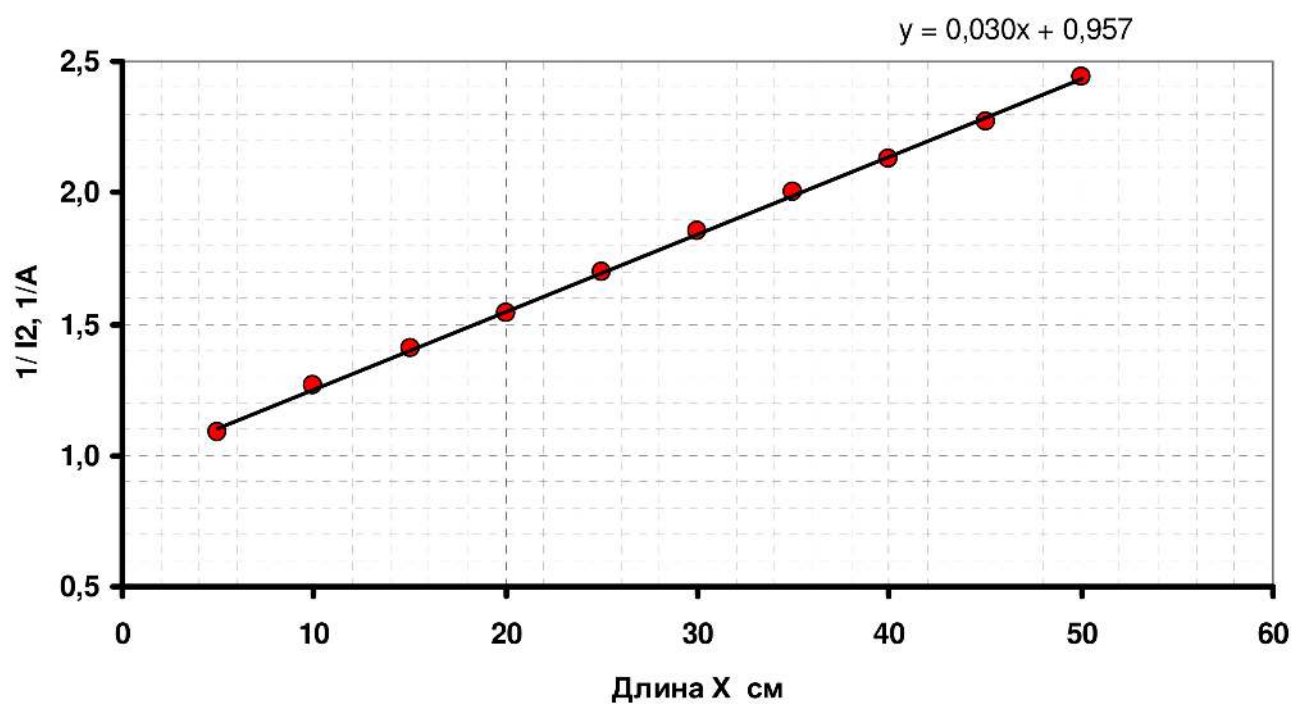
$$\begin{aligned} \frac{1}{a_2} = 0,030 &\Rightarrow a_2 = 33,3 \text{ А} \cdot \text{см} \\ \frac{b_2}{a_2} = 0,96 &\Rightarrow b_2 = 0,96 \cdot a_2 = 32 \text{ см} \end{aligned} \quad (2)$$

Отметим, что параметр b_2 имеет смысл внутреннего сопротивления источника и подводящих к нему проводов, измеренный в сантиметрах.

Рис. 3 Зависимость $1/I_2(x)$

$$y = 0,030x + 0,957$$

Рис. 3 Зависимость $1/I_2(x)$



Часть 3. Как сила тока зависит от напряжения.

3.1 График зависимости напряжения от длины x участка проволоки показан на рис. 4 (от участников не требуется)

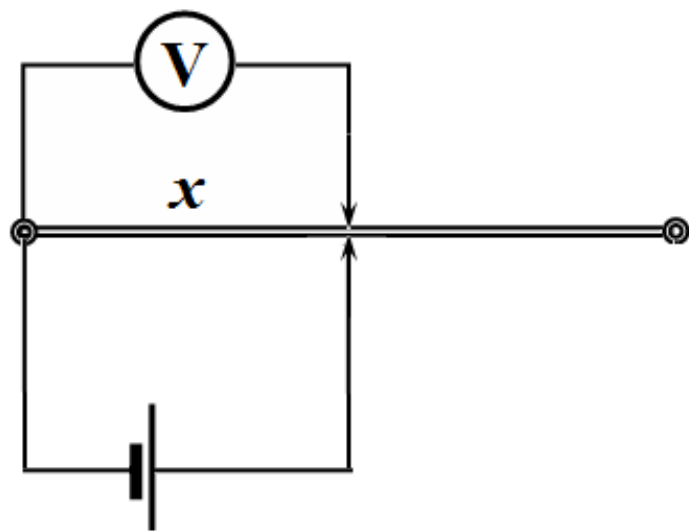
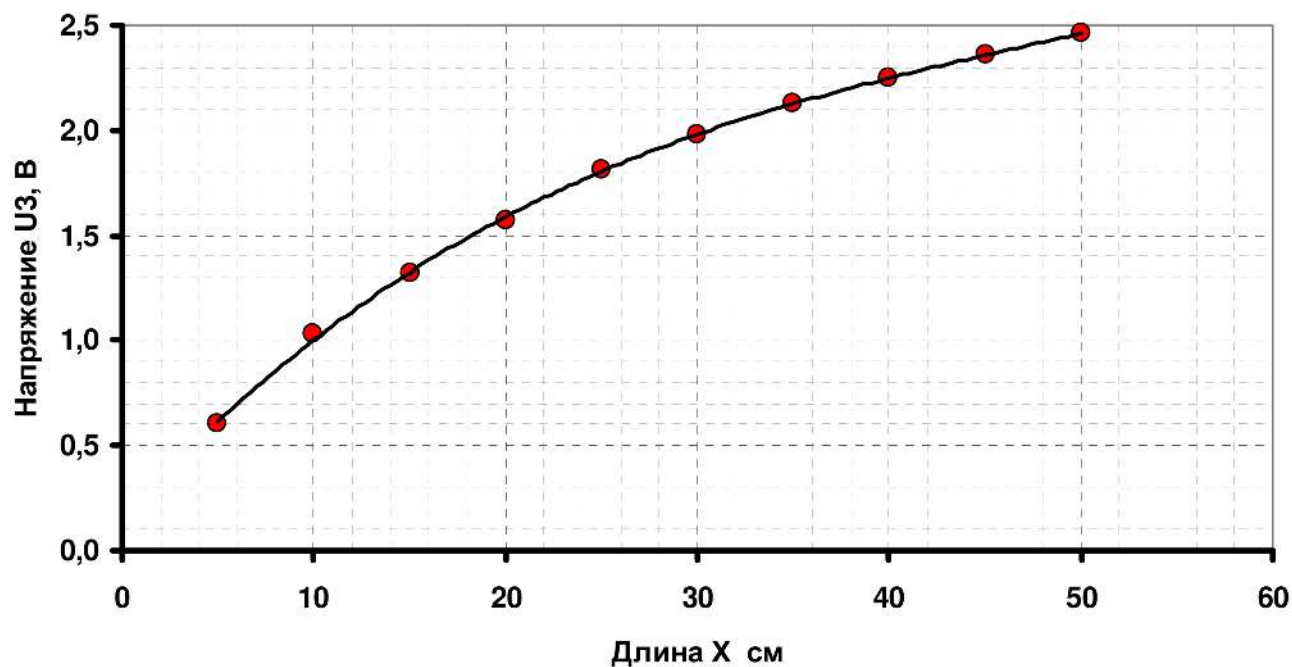


Рис.4

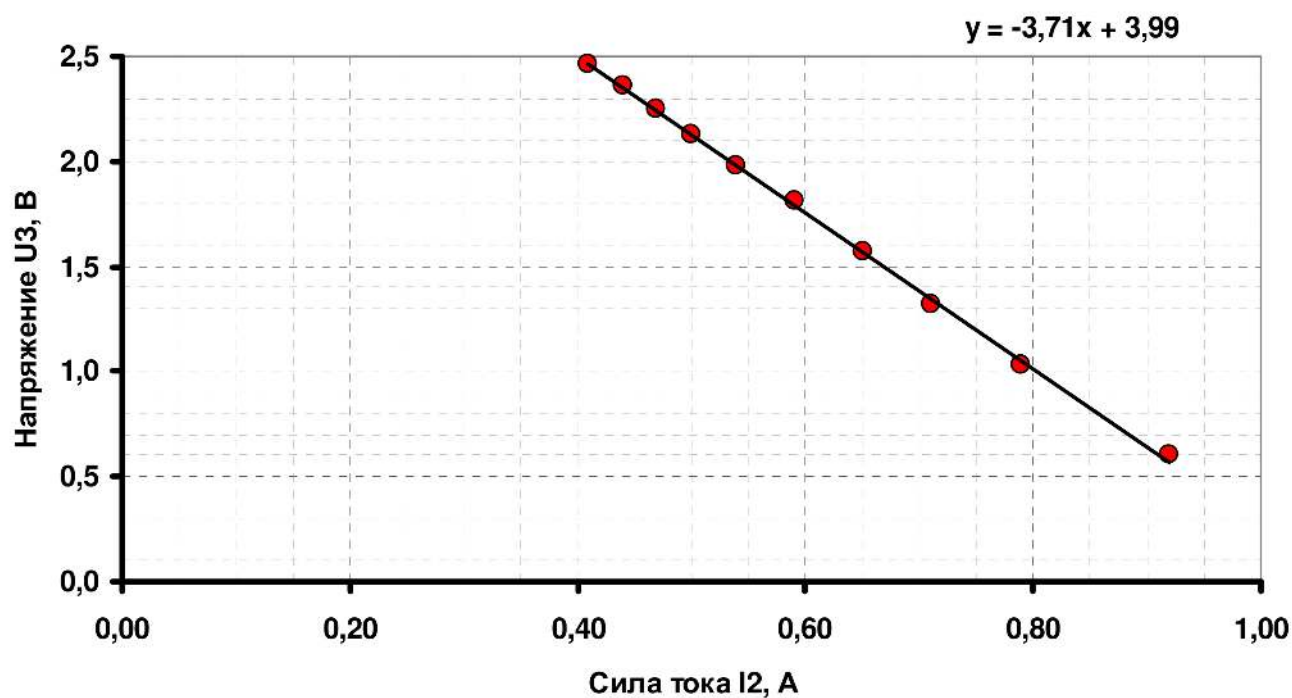
Рис. 4 Зависимость $U_3(x)$

Рис. 4 Зависимость $U_3(x)$



Если измерения силы тока и напряжения проведены при одинаковых значениях длин, то построение графика зависимости напряжения от силы тока не представляет труда (рис.5)

Рис. 4 Зависимость $U_3(I_2)$



Получена линейная убывающая зависимость, которая может быть описана формулой

$$U = U_0 - Ir \tag{3}$$

Численные значения параметров $U_0 = 3,7 \text{ В}$, $r = 4,0 \frac{\text{В}}{\text{А}}$.