

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 22

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРОВОДНИКОВ МОСТОВЫМИ СХЕМАМИ

Выполнил студент гр. _____

Ф.И.О. _____

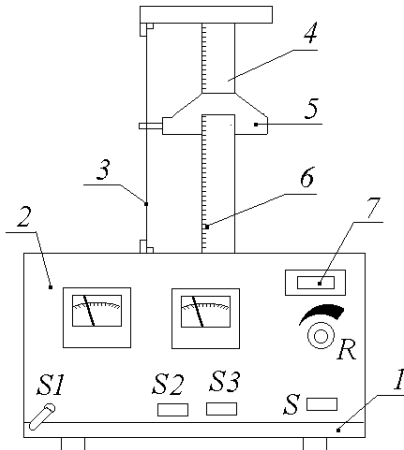
Подпись преподавателя _____
(обязательна после окончания эксперимента)

дата _____

Цель работы: ознакомление с принципами работы мостовых схем, определение удельного сопротивления с помощью моста Уитстона, и сопротивления гальванометра с помощью моста Томсона.

Описание установки

Общий вид установки представлен на рисунке. К основанию (1) прикреплена колонна (4) с нанесенной метрической шкалой (6). Подвижный кронштейн (5) может передвигаться вдоль колонны. Между верхним и нижним неподвижным кронштейнами натянут резистивный провод (3). Нажатие клавиши S прибора (2) вызывает включение напряжения питания, при этом высвечивается индикатор (7). Переключением клавиши S2 выбирается вид работы установки (мост Томсона или определение удельного сопротивления проводника). Переключение клавиши S3 позволяет точно ток или напряжение при нижнем положении переключателя S1 и нажатой клавише S2. Клавиша S3 также служит для переключения резисторов R_0 в мостовой схеме при отжатой клавише S2. Ручка резистора R позволяет регулировать силу тока в схеме.



Порядок выполнения работы

А) Определение удельного сопротивления резистивного провода.

Установите режим работы установки для определения удельного сопротивления проводника. Для этого необходимо:

1. Поставить переключатель S1 в нижнее положение. Нажать клавишу S2 (положение V – mA). Нажать клавишу S3. При таком положении переключателей включена схема, изображенная на рис.1.
4. Включите вилку в розетку с напряжением 220 В. Нажмите клавишу S (сеть).
5. Передвиньте подвижный кронштейн на $l = 35$ см от основания (длина l определяется по положению риски на подвижном кронштейне по линейке). Регулятором R установите такое значение тока, чтобы вольтметр показывал приблизительно 2/3 измерительного диапазона.
6. Запишите показания амперметра и вольтметра в таблицу 1
7. Значение напряжения и тока измерьте для трех различных длин l проводника.
8. Вычислите удельное сопротивление проводника по формуле $\rho = US / Il$, где U – напряжение на проводнике; I – ток в проводнике; l – длина проводника; S – площадь его поперечного сечения для трёх проведенных измерений. Данные занести в таблицу 1.

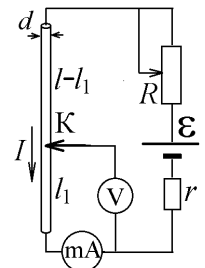


Рис.1

Таблица 1.

№ п/п	U , В	I , 10^{-3} А	l , м	S , m^2	ρ_i , Ом·м	$\langle \rho \rangle$, Ом·м	$\Delta \rho_i$, Ом·м	$\langle \rho \rangle$, Ом·м	$\Delta \rho$, Ом·м	E %

9. Рассчитайте среднее значение $\langle \rho \rangle$, случайные отклонения $\Delta \rho_i = \rho_i - \langle \rho \rangle$, погрешность измерений $\Delta \rho = \sqrt{\sum (\Delta \rho_i)^2 / 6}$ и относительную погрешность $E = (\Delta \rho / \langle \rho \rangle) \cdot 100\%$. Занесите результаты вычислений в таблицу и запишите результат в виде $\rho = (\langle \rho \rangle \pm \Delta \rho)$ Ом·м: $\rho = (\quad \pm \quad)$ Ом·м.

Б) Определение сопротивления гальванометра с помощью моста

1. Отожмите клавишу S2 (положение – мост).
2. Переключатель S1, разрывающий диагональ моста, поставьте в нижнее положение; отожмите клавишу S3 (в плечо моста подключается первый резистор R_{01}). Регулятором R установите стрелку вольтметра так, чтобы она не зашкаливала.

3. Поставьте переключатель S1 в верхнее положение, разрывая диагональ моста (рис.2). При этом показание вольтметра изменится. Передвигая по проводу подвижный кронштейн (5), добейтесь первоначального показания вольтметра (как и при нижнем положении переключателя S1), т.е. уравновесьте мост. Проверьте равновесие моста переводом переключателя S1 в нижнее и вновь в верхнее положение. Стрелка вольтметра при этом не должна изменять своего положения.

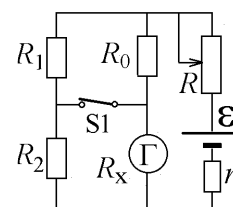


Рис.2

4. Запишите значение сопротивления подключенного резистора R_{01} и длину проводника l_1 от основания до риски на подвижном кронштейне в таблицу 2.

5. Верните переключатель S1 в нижнее положение, разрывая диагональ моста. Нажмите клавишу S3, подключая в плечо моста второй резистор R_{02} . Переведите переключатель S1 в верхнее положение, замыкая диагональ моста. Показание вольтметра изменится. Снова уравновесьте мост передвиганием кронштейна (5). Проверьте равновесие моста переводом переключателя S1 в нижнее и вновь в верхнее положение. Стрелка вольтметра при этом не должна изменять своего положения.

6. Запишите значение сопротивления подключенного резистора R_{02} и новую длину проводника l_1 от основания до риски на подвижном кронштейне в таблицу 2.

7. Повторите пункты 2–6 при двух других значениях напряжения, изменяя его регулятором R.

8. Вычислите сопротивление гальванометра $R_x = R_0 l_1 / (l - l_1)$, где $l = 51$ см – длина всего провода.

9. Аналогично формулам упражнения А рассчитайте среднее значение сопротивления $\langle R_x \rangle$, погрешность ΔR_x и относительную погрешность E . Результаты занести в таблицу 2 и записать окончательный результат в виде $R_x = (\text{_____} \pm \text{_____}) \text{ Ом}$ Таблица 2.

№ п/п	R_0 , Ом	l_1 , см	R_{xi} , Ом	$\langle R_x \rangle$, Ом	ΔR_{xi} , Ом	ΔR_x , Ом	E , %

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 22

- Объясните механизм появления электрического тока в металлах. Почему мала скорость направленного движения свободных электронов в проводнике, подключенном к источнику напряжения?
- По какой причине возникает электрическое сопротивление? Какую величину называют удельным сопротивлением? От чего она зависит?
- Как вычислить сопротивление однородного участка проводника, зная его размеры?
- Сформулируйте закон Ома для однородного участка проводника в обычной и в локальной форме.
- Проволока подключена к источнику постоянной ЭДС ε с внутренним сопротивлением r . Длину l проволоки увеличили в 4 раза. Как надо изменить, диаметр d проволоки, чтобы текущий по проволоке ток не изменился?
- Сформулируйте правила Кирхгофа. Объясните, как ими пользоваться.
- Запишите систему уравнений правил Кирхгофа для определения токов в неуравновешенной мостовой схеме, изображенной на рис.А.
- Сделайте вывод условия равновесия мостовой схемы.
- Чем отличаются мостовые схемы Уитстона и Томсона? В каких случаях они применяются? Можно ли использовать схему Томсона вместо схемы Уитстона?

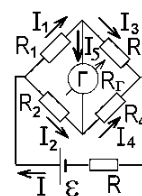
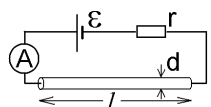


Рис.А

- Определите величину и направление тока, протекающего через сопротивление R на рис.Б, где $\varepsilon_1 = 10$ В, $\varepsilon_2 = 5$ В, $R = 10$ Ом, а внутренние сопротивления обоих источников ЭДС равны $r = 1$ Ом.

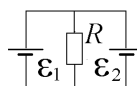


Рис.Б

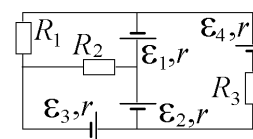


Рис.В

- Запишите систему уравнений (правил Кирхгофа) для определения токов, протекающих в разветвленной цепи, изображенной на рис.В.

Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

- Савельев И.В. Курс физики в 3-х тт.: Т. 2: Электричество - М.: Наука, 1970.- §§ 5, 7, 10-12.
- Колмаков, Ю.Н. Кажарская С.Е. Физика. Электромагнетизм: руководство к проведению самостоятельной работы студентов. Изд-во ТулГУ, 2017.стр. 71-74.