

-1. Растекание токов и распределение потенциала

Условие

Задание 11-1. Растекание токов и распределение потенциала.

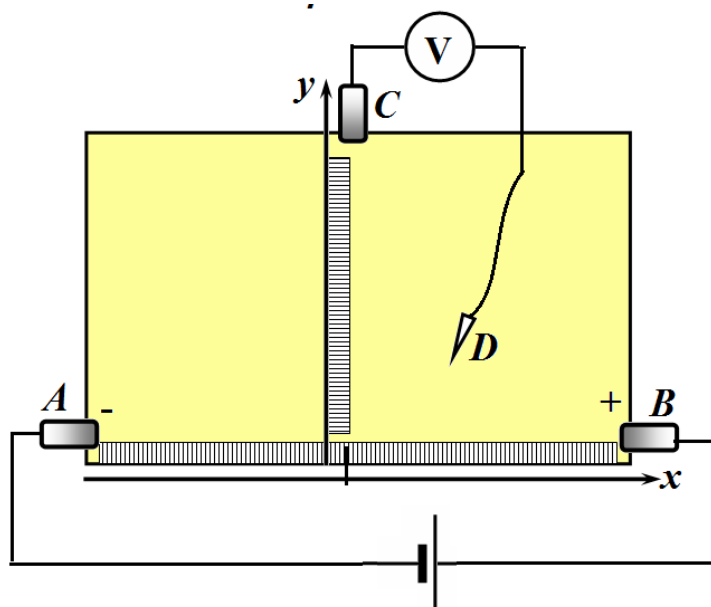
По закону Ома (записанному в дифференциальной форме)

$$\vec{j} = \frac{1}{\rho} \vec{E} \quad (1)$$

распределение вектора плотности тока при его распространении в протяженной среде полностью совпадает с распределением вектора напряженности электрического тока. Измерение распределения напряженности и потенциала в электростатических полях является сложной и труднореализуемой проблемой. Измерение же разности потенциалов при протекании электрического тока является банальной и элементарной задачей, легко решаемой с помощью обыкновенного мультиметра. Это и предстоит проделать Вам в ходе выполнения данного задания.

Приборы и оборудование: лист влажного картона формата А4, источник напряжения 4,5 В (гальванический элемент); мультиметр, соединительные провода с зажимами-клипсами, подвижный контакт (ластик с гвоздиком). Картон вам надо намочить самостоятельно. Опустите его в воду на несколько десятков секунд, а потом протрите салфеткой.

Вам предоставлен лист картона. На этот лист нанесены 2 шкалы (оси координат). Условимся длинную нижнюю ось обозначать осью x . Начало отсчета находится в центре листа. Перпендикулярную ось, проходящую по середине листа, назовем осью y . Источник тока следует подключить к клеммам А и В, находящимся на оси ОХ. Убедитесь в наличии электрического контакта между этими клеммами и картоном, соблюдайте полярность подключения. Если вы не проводите измерений отключайте источник от цепи, не давайте ему разряжаться! Один вывод вольтметра подключите к клемме С, расположенной на середине противоположной стороны листа. Вторым выводом подключайте к подвижному контакту D. Отрегулируйте положение контакта С таким образом, чтобы при подключении к точкам А и В мультиметр давал равные по модулю и противоположные по знаку значения напряжения. После этого подберите такое положение начала отсчета оси Х, чтобы значения напряжения между точкой С и началом отсчета равнялось нулю. При такой настройке вольтметр будет показывать значение потенциала в произвольной точке подключения подвижного контакта.



Часть 1. Распределение потенциала вдоль оси X

1.1 Измерьте зависимость потенциала от координаты x на оси OX (т.е. при $y = 0$): $\varphi_0(x)$. Постройте график полученной зависимости. **1.2** Можно предположить, что в данном случае зависимость потенциала от расстояния до источника (укажите, что в данном случае может рассматриваться как источник) обратно пропорциональна расстоянию до источника (как потенциал поля точечного заряда). Проверьте, выполняется ли в данном случае это предположение. **1.3** Полученная зависимость $\varphi_0(x)$ может быть аппроксимирована (приблизительно описана) функцией вида

$$\varphi_0(x) = ax + bx^3 \quad (2)$$

Используя все полученные экспериментальные данные, рассчитайте значения коэффициентов a, b этой зависимости. **1.4** Выскажите предположение о виде зависимости потенциала точечного источника от расстояния в данной задаче.

Часть 2. Распределение поля в плоскости.

2.1 Измерьте значения потенциалов в узлах квадратной сетки с шагом $h = 2$ см для положительных значений координат φ_{ij} в точках с координатами $x_i = ih, \quad y_j = jh, \quad i, j = 1, 2, \dots$

2.2 На основании проведенных измерений нарисуйте на листе миллиметровой бумаги (в масштабе 1:1), эквипотенциальную линию, проходящую через точку с координатами $x = 10$ см, $y = 0$. Приведите формулы, по которым вы получили эту линию. Можете построить эту же линию, проведя дополнительные измерения. Опишите использованный вами метод.

2.3 Во всех узловых точках (т.е. с шагом 2 см) на прямой с координатой $x = 10$ см укажите направление вектора напряженности электрического поля в картоне. Построение выполните на том же листе миллиметровой бумаги.