

Лабораторная Работа №3.01(А)

Изучение электростатического поля методом моделирования

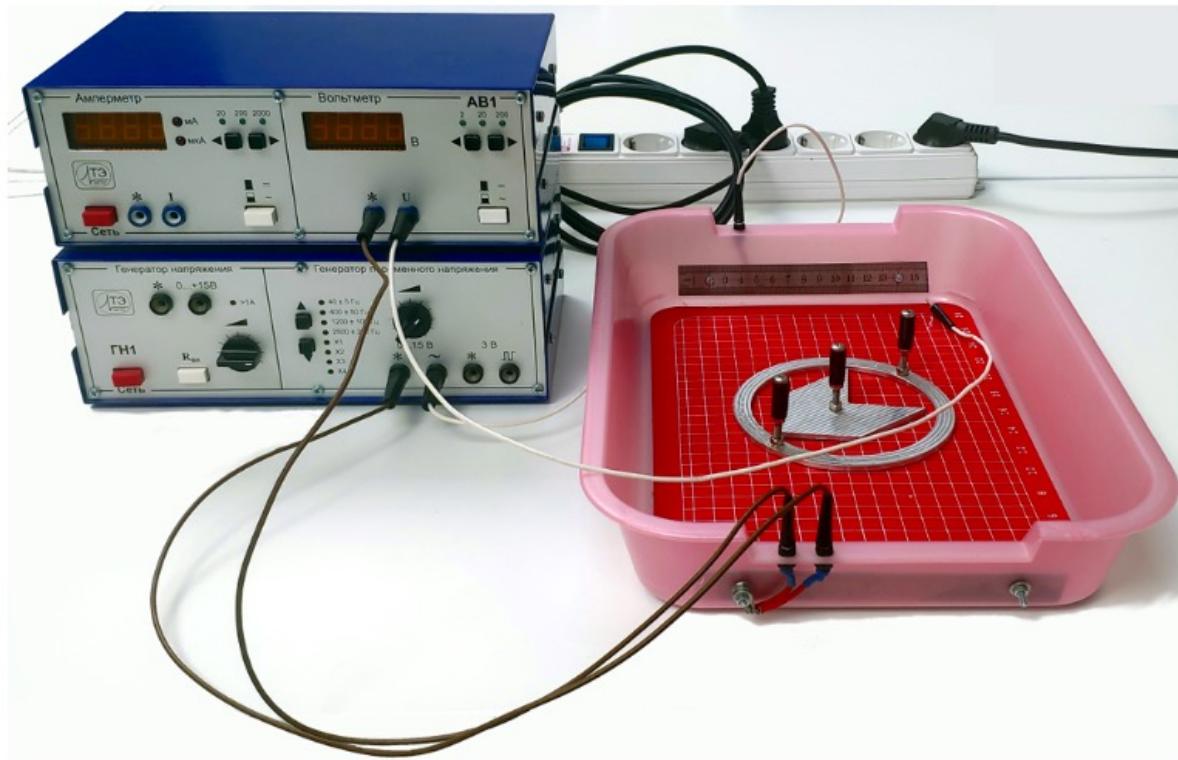
Цель работы

Построение сечений эквипотенциальных поверхностей и силовых линий электростатического поля на основе экспериментального моделирования распределения потенциала в слабопроводящей среде.

Экспериментальная Установка

Приборы и принадлежности, используемые в лабораторно работе показаны на рисунке ниже. На боковых стенках электролитической ванны расположены плоские металлические электроды, подключенные к многофункциональному генератору напряжения **ГН1**.

Между электродами находится измерительный зонд в виде тонкого изолированного проводника, подсоединеного к вольтметру. Вольтметр в составе комбинированного прибора **АВ1** показывает действующую разность потенциалов между зондом и электродом, подключенным ко второму гнезду вольтметра. Собственное сопротивление вольтметра существенно превышает сопротивление воды в ванне, для того чтобы измерительный ток вольтметра не шунтировал токи в модели и не искажал распределение электрического поля. В ванну может быть помещено проводящее тело в форме кольца.



Теория

Если известны потенциалы ϕ и ϕ' двух точек, лежащих на одной силовой линии, то средняя напряженность между этими точками вычисляется по формуле

$$\langle E \rangle \simeq \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{l_{12}}$$

Величина напряженности вблизи поверхности заряженного проводника (электрода) связана с поверхностной плотностью зарядов σ' на этом проводнике соотношением

$$\sigma' = \varepsilon_0 E_n$$

$$\varepsilon_0 \simeq 8,85 \cdot 10^{-12} \Phi/\text{м} - \text{электрическая постоянная.}$$

Величина погрешности полученного результата :

$$\Delta E = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{\partial E}{\partial \varphi} \Delta \varphi \right)^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial l} \Delta l \right)^2} = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{2}{3l} \Delta i_\varphi \right)^2 + \left(\frac{2(\varphi_2 - \varphi_1)}{3l^2} \Delta i_l \right)^2}$$

$\Delta_\varphi, \Delta_l - 2/3$ от погрешности приборов, измеряющих соответственные величины

Ход работы

п.1,2

Рисунок 1,на котором красным изображено эквипотенциальные линии , зеленым система силовых линий поля с указанием их направления,фиолетовое-электроды

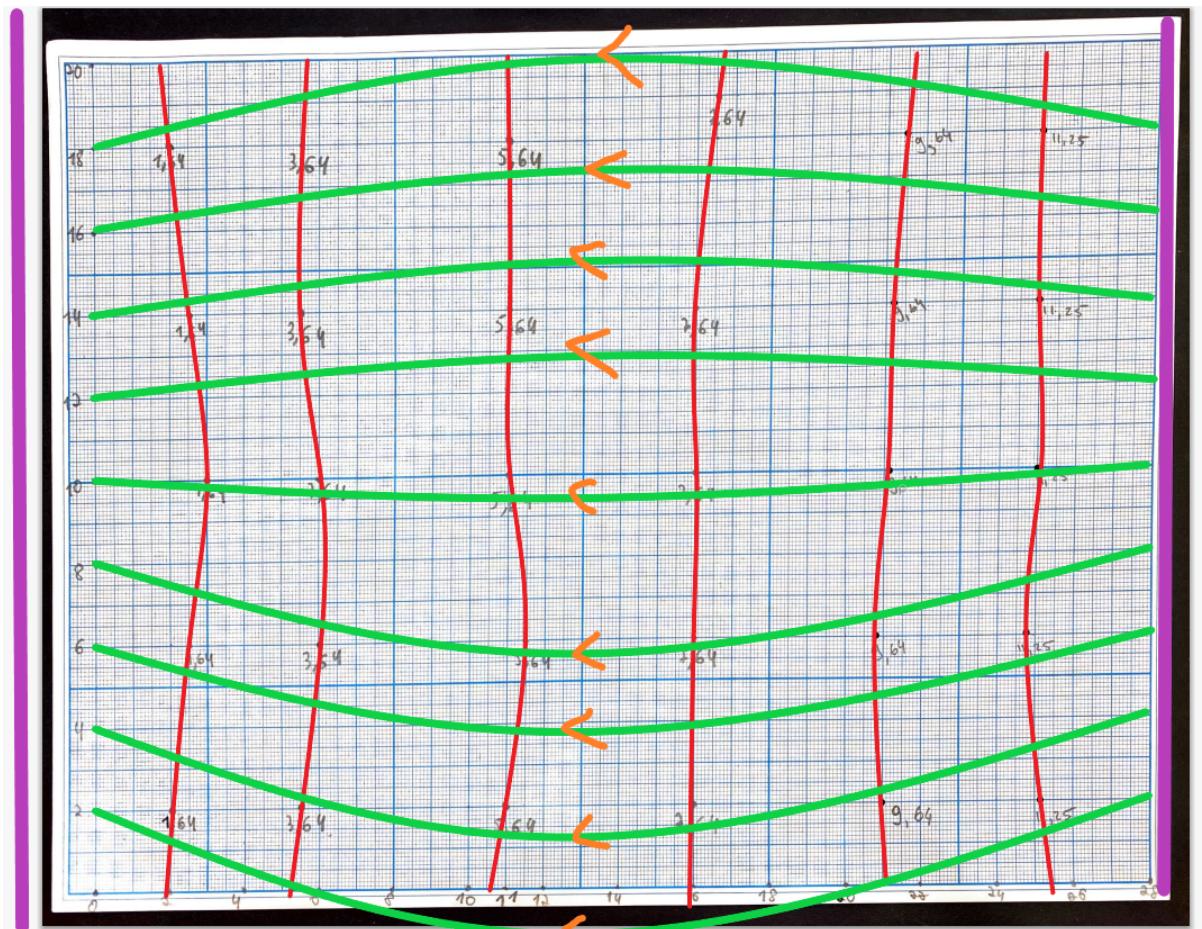
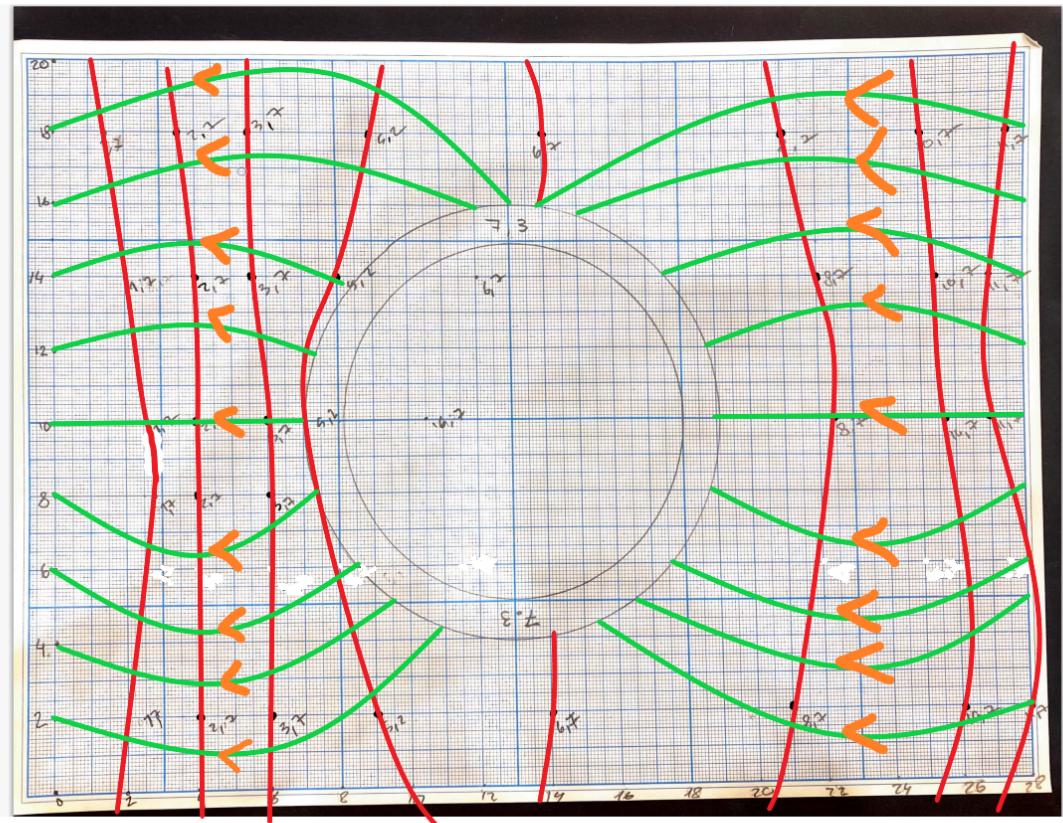


Рисунок 2,на котором присутствует в электролитической ванне проводящее тело. красным изображено эквипотенциальные линии , зеленым система силовых линий поля с указанием их направления,фиолетовое-электроды



3. Возьмем точки с координатами X :11 и 16, они лежат на одной силовой линии. Значение их потенциалов соответственно 5,64 и 7,64. По формуле 7 напряженность в центре электролитической ванны :

$$E_{center} = \frac{7,64 - 5,64}{0,16 - 0,11} = 40 \frac{B}{m}$$

Напряженности в окрестности одного из электродов (правого) координаты x (25,22) значения потенциалов 11,64 ; 9,64 соответственно . напряженность:

$$E_{правое} = \frac{11,64 - 9,64}{0,25 - 0,22} = 66,67 \frac{B}{m}$$

Оцените величину погрешности полученного результата :

$$\Delta_{E_{center}} = 0,979, \text{ подсчитана по формуле}$$

■

$$\Delta_{E_{\text{правое}}} = 1,92$$

$$\sqrt{2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0.05}{3 \cdot 0.03} \right)^2 + \left(\frac{2 \cdot 3 \cdot 0.0005}{3 \cdot 0.03^2} \right)^2}$$

По формуле (15) оцените поверхностную плотность электрического заряда на правом электроде:

$$8,85 * 10^{-12} \frac{\Phi}{m} * 66.67 B = 5,9 * 10^{-10} \frac{K_l}{m^2}$$

4. Рассчитаем минимальную и максимальную напряженность. Для того чтобы облегчить поиски таких мест, будем пользоваться фактом, что густота силовых линий пропорциональна величине вектора напряженности.

координаты x (4,6) значения потенциала 1,7 ; 3,7 соответственно

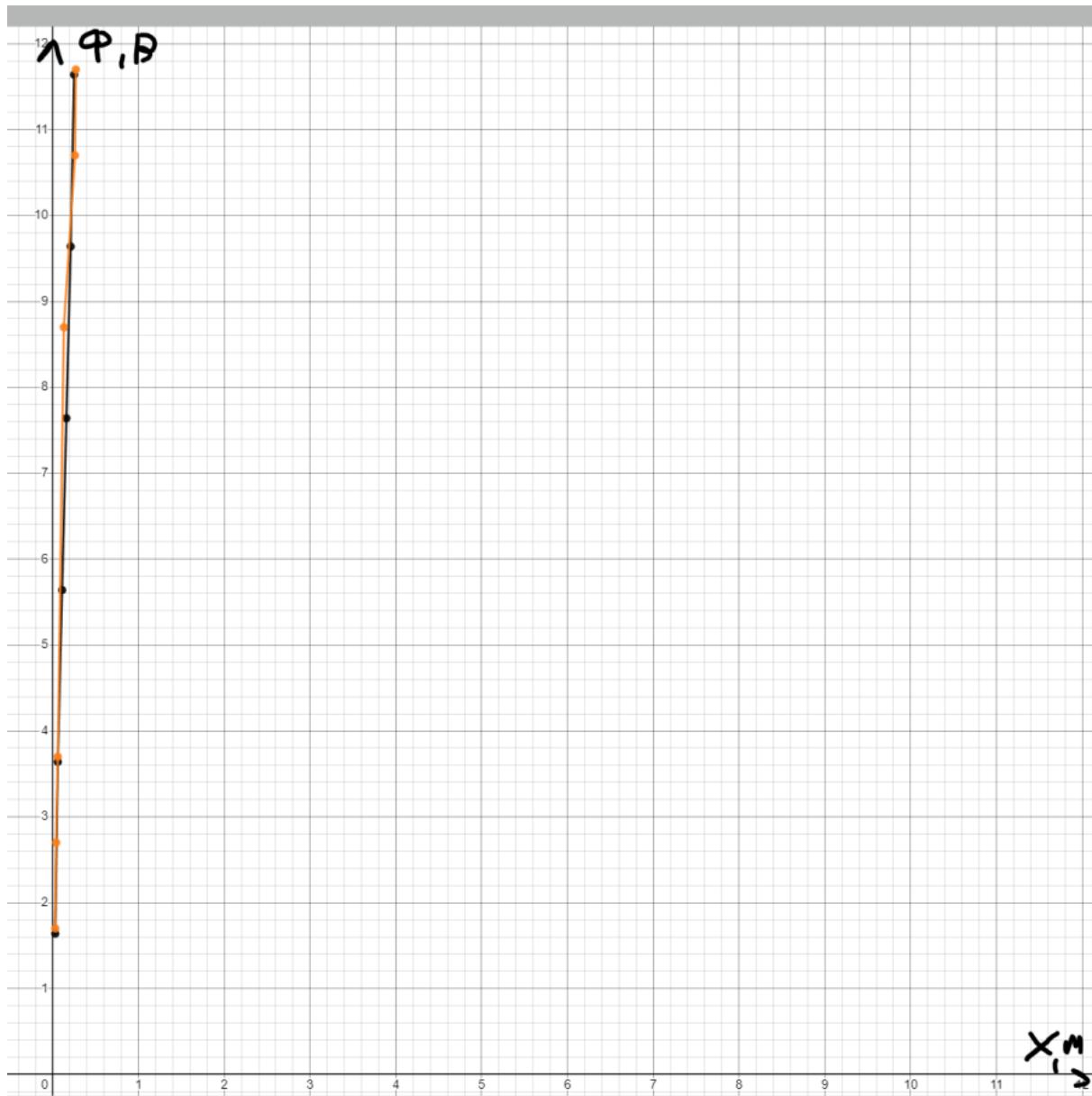
$$E_{max} = \frac{2B}{0,02m} = 100 \frac{B}{m}$$

координаты x (20,26) значения потенциала 8,7 ;10,7 соответственно

$$E_{min} = \frac{2B}{0,06m} = 33 \frac{B}{m}$$

5.

Рисунок 3, на котором изображен график зависимости фи=фи(х) потенциала от координаты для двух исследованных конфигураций поля для «горизонтали» $Y = 10$ см.
черный-график без проводящего тела, оранжевый-с проводящим телом



Вывод :

Были смоделированы две конфигурации электростатического поля – плоский конденсатор и поле с проводящим телом.

Были построены
эквипотенциальные срезы и силовые линии поля. рассчитаны значения величин
напряженности поля в центре, в окрестности правого электрода.

Проведен анализ данных и построен график зависимости потенциала от координаты.

На основании диаграммы зависимости потенциала от координат по оси , перпендикулярной плоскости электрода, можно сделать вывод, что измерения проводились менее точно из-за конфигурации поля, в которой располагалось проводящее кольцо.

В пределах этой области кольца потенциал должен быть равен константе, но первые измерения проводились с разными отклонениями потенциала на каждой стороне кольца, поэтому график области кольца выглядит следующим образом: У него нет определенного вида.

Обратите внимание на разницу в экспериментах: для модели плоского конденсатора зависимость от величины потенциала линейная, а для модели с проводниками - линейная на участке между электродом и кольцом и внутри кольца. является постоянным.