

Лабораторная работа № 3.01: Изучение электростатического поля методом моделирования

Исхаков Камиль Фархатович

3 октября 2024 г.

1 Основные формулы:

Средняя напряженность между двумя точками, лежащими на одной силовой линии:

$$\langle E_{12} \rangle = \frac{\phi_1 - \phi_2}{l_{12}}$$

где ϕ_1, ϕ_2 – потенциалы в выбранных точках, а l_{12} – расстояния между данными точками
Поверхностная плотность зарядов проводника:

$$\sigma' = -\epsilon_0 \frac{\Delta\phi}{\Delta l_n}$$

где ϵ_0 – постоянная электрическая постоянная, $\Delta\phi$ – изменение потенциала при смещении на малое расстояние Δl_n по нормали к поверхности проводника

2 Расчеты:

$$E_{\text{центра}(16\ 10)} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{l_{12}} = \frac{2}{0.162 - 0.100} = 33.333$$

$$E_{\text{окр}+} = \frac{\phi_1 - \phi_2}{l_{12}} = \frac{12.01 - 11.25}{0.286 - 0.265} = 36.19$$

Расчет погрешностей измерений:

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \Delta\phi_i}{3l}\right)^2 + \left(\frac{2(\phi_2 - \phi_1) \cdot \Delta l_i}{3l^2}\right)^2}$$

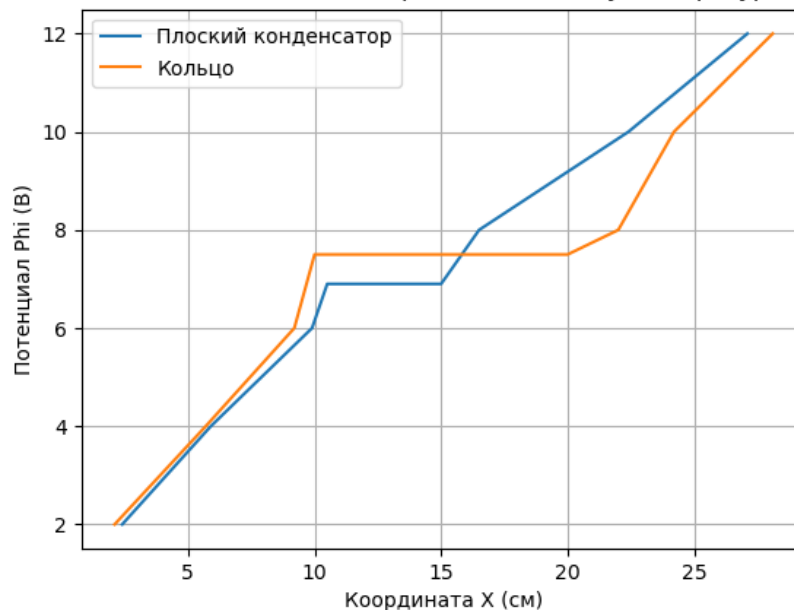
$$\Delta E_{\text{центра}(16\ 10)} = 1.2\text{ В}$$

$$\Delta E_{\text{окр}+} = 3.4\text{ В}$$

$$\sigma'_+ = -\epsilon_0 \frac{\Delta\phi}{\Delta l_n} = -3.203\text{ В/м}$$

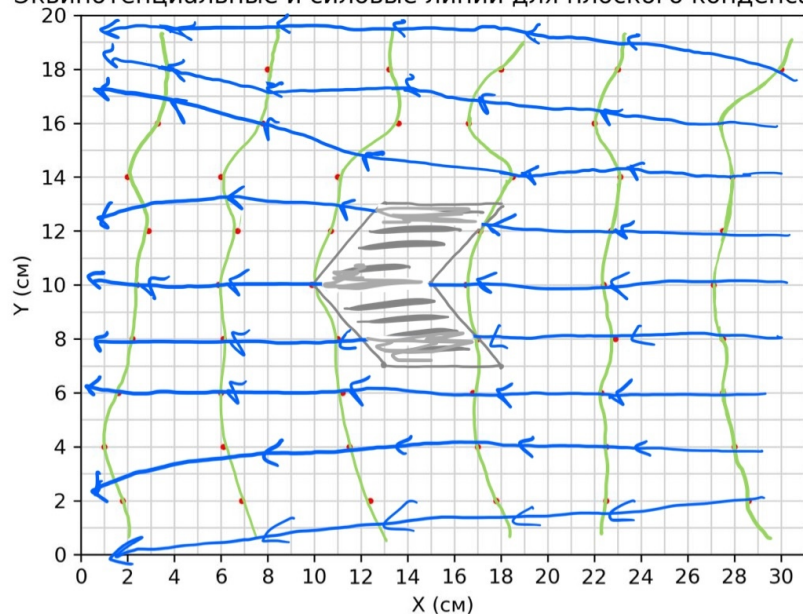
$$\sigma'_- = -\epsilon_0 \frac{\Delta\phi}{\Delta l_n} = -4.383\text{ В/м}$$

Зависимость потенциала от координаты для двух конфигураций поля



Зеленые линии – эквипотенциальные линии; Синие линии – силовые линии.

Эквипотенциальные и силовые линии для плоского конденсатора



3 Выводы

В результате выполнения лабораторной работы было смоделировано электрическое поле с помощью эквипотенциальных поверхностей. Стоит отметить, что верхняя часть смоделированного поля в последнем рисунке искривлена сильнее, чем нижняя. Это может быть связано с тем, что источник питания был расположен как раз ближе к верхней половине установки. Также искривления могли появиться из-за того, что недистиллированная вода могла неравномерно покрывать установку, вследствие чего одна из сторон источников питания была менее погружена другой. На графике зависимости потенциала ϕ от x для кольца и плоского конденсатора видно плоское плато, которое соответствует значению напряженности конденсатора и кольца (и области, заключенной внутри кольца). Причем для конденсатора характерно, что в окрестности кончика стрелки значение потенциала растет более быстро, чем в хвостике. Это соответствует действительности, поскольку количество зарядов на кончике будет больше, чем в самом конце. Расчетные погрешности не имеют особых всплесков.