

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 21

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРОВОДНИКА С ТОКОМ

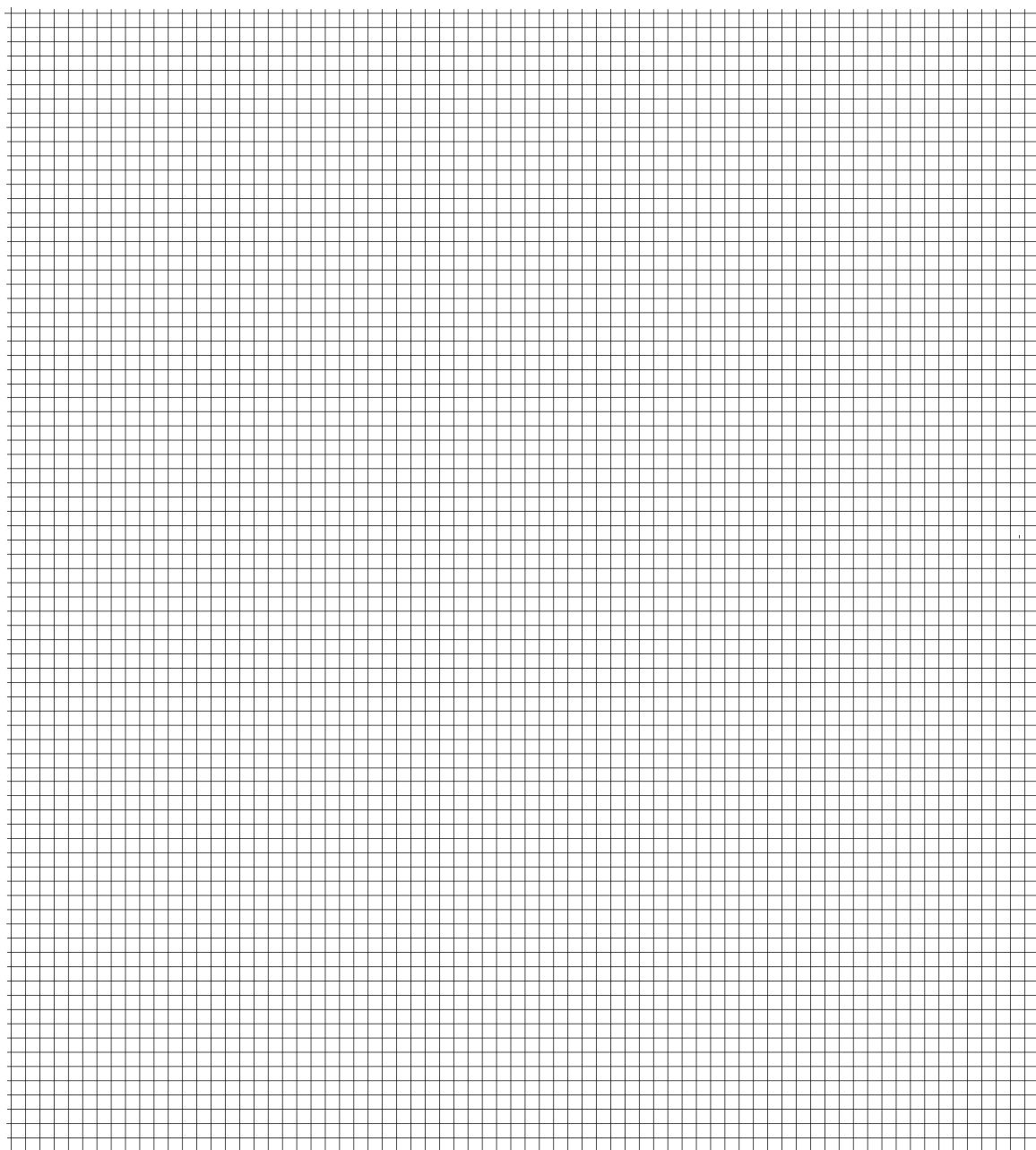
Выполнил студент гр. _____

Ф.И.О. _____

Подпись преподавателя _____
(обязательна после окончания эксперимента)

дата _____

Цель работы: изучение свойств электрических полей в проводящей жидкости, получение графического изображения поля с помощью эквипотенциальных поверхностей и силовых линий.



$\varphi_A = \text{_____ V}$

$\varphi_1 = \text{_____ V}$

$\varphi_2 = \text{_____ V}$

$\varphi_3 = \text{_____ V}$

$\varphi_4 = \text{_____ V}$

$\varphi_5 = \text{_____ V}$

$E_1 = \text{_____ V/m}$

$E_2 = \text{_____ V/m}$

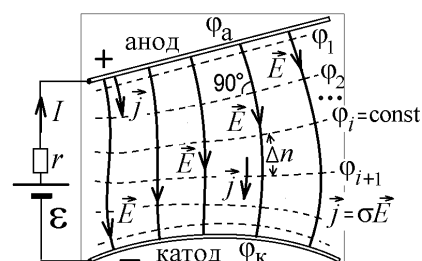
$E_3 = \text{_____ V/m}$

$E_4 = \text{_____ V/m}$

**Описание
установки**

Между двумя металлическими электродами налита слабо проводящая жидкость. На электроды подано напряжение, и между ними возникает электростатическое поле с напряженностью \vec{E} , созданное разностью потенциалов $\Delta\varphi$. Вдоль линий напряженности \vec{E} (силовых линий поля) протекает, электрический ток с плотностью $\vec{j} = \sigma\vec{E}$. Связь напряженности и потенциала $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$ позволяет по измеренной разности потенциалов определить величину напряженности по приближенной формуле

$$E = \Delta\varphi/\Delta n .$$



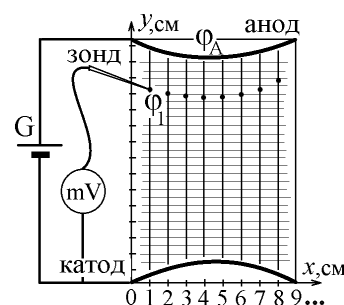
(1)

Порядок выполнения работы

1. Перерисовать с установки **в натуральную величину** координатные линейки и электроды на листе миллиметровой бумаги.

2. С помощью зонда определить величину потенциала анода ϕ_A .

3. Найти эквипотенциальную поверхность со значением $\phi_1 = 0,8\phi_A$. Для этого следует поместить острие зонда в плоский сосуд с жидкостью над одной из вертикальных линий y миллиметровой бумаги, расположенной под прозрачным дном сосуда, и, перемещая его вдоль этой линии, найти координаты точки, в которой потенциал имеет значение ϕ_1 . Отметить эту точку на Вашем графике. Помещая зонд последовательно над второй, над третьей и т.д. вертикальными линиями миллиметровой бумаги и перемещая зонд вдоль них, найти точки с тем же потенциалом ϕ_1 .



4. Соединив на своем рисунке точки с потенциалом ϕ_1 , вы получите первую из искомых эквипотенциальных поверхностей (на плоском листе она будет эквипотенциальной линией).

5. Аналогичные измерения проделать для других значений потенциалов, например, $\phi_2 = 0,6\phi_A$, $\phi_3 = 0,5\phi_A$, $\phi_4 = 0,4\phi_A$, $\phi_5 = 0,2\phi_A$. Желательно выбрать их так, чтобы расстояния между эквипотенциальными линиями были приблизительно одинаковыми. На графике должно быть нарисовано не менее пяти эквипотенциальных линий.

6. Аккуратно, соблюдая взаимную ортогональность, нарисовать на бумаге систему силовых линий (не менее пяти), указав стрелками их направление, как показано на рисунке.

7. Вычислить по формуле (1) значения напряженности E для одной из силовых линий во всех промежутках между нарисованными эквипотенциальными поверхностями.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 21

1. Какие поля называются потенциальными? Почему потенциально электростатическое поле, и как записать условие его потенциальности?

2. Каков физический смысл потенциала? Разности потенциалов? Вектора напряженности \vec{E} электростатического поля? Как этот вектор связан с потенциалом?

3. Как вычислить градиент потенциала, его направление и его величину?

4. Найдите величину и направление вектора \vec{E} в точке на плоскости xu , в которой потенциал имеет выражение $\phi = Ax^n y^m$, где A, n, m – целые числа (по указанию преподавателя).

6. Что такое эквипотенциальные поверхности? Какова взаимная ориентация плотности тока \vec{j} , текущего по электролиту, вектора \vec{E} и таких поверхностей?

7. Почему силовые линии \vec{E} в выполненной работе не являются прямыми линиями?

8. Нарисуйте на листе бумаги картину из нескольких кривых линий, являющихся эквипотенциальными поверхностями, и объясните, как по этой картине рассчитать величину и направление вектора \vec{E} .

9. Три эквипотенциальные поверхности имеют на плоскости xu вид концентрических окружностей с центром в начале координат 0 (рис.А). Чему равна величина напряженности электрического поля в точке с координатами $x = y = 3$ см?

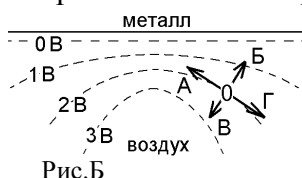
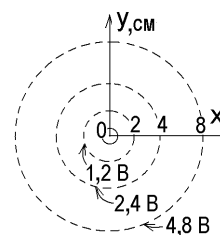


Рис.Б

10. Нарисуйте картину силовых линий и эквипотенциальных поверхностей для двух близко расположенных точечных зарядов, имеющих одинаковую величину и одинаковый (разный) знак.

11. Вблизи плоской границы металла, в воздухе, эквипотенциальные поверхности электрического поля искривлены и имеют величину потенциала, указанную на рис. Б. Укажите направление электрической силы, действующей на электрон, находящийся в точке 0.

Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

1. Савельев И.В. Курс физики в 3-х тт.: Т. 2: Электричество - М.: Наука, 1970.- §§ 5, 7, 10-12.

2. Колмаков Ю. Н., Пекар Ю. А., Лагун И. М. Электричество и магнетизм,- изд. ТулГУ. 2008, гл.І §§ 1,2,6,7.

3. Колмаков, Ю.Н. Кажарская С.Е. Физика. Электромагнетизм: руководство к проведению самостоятельной работы студентов. Изд-во ТулГУ, 2017.стр. 68-70.