Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Кафедра загальної та експериментальної фізики

Звіт до лабораторної роботи № 2-5

з курсу фізики «вибрані розділи»

«Вивчення електростатичного поля»

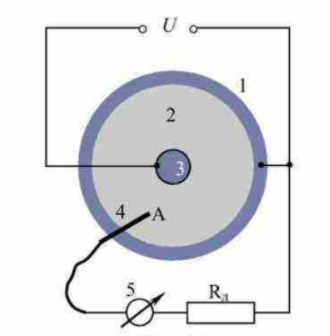
Виконав: студент 2 курсу групи ТІ-92

Черноусов Д.І.

Перевірив: Захарченко Р. В.

Київ-2020

Схема робочого елемента установки



1 – зовнішній електрод з радіусом *rзов ;* 2 – провідний папір ; 3 – центральний електрод з радіусом *rвн* ; 4 – зонд (електрод) ; 5 – мікроамперметр ; – додатковий опір до мікроамперметр.

Робочі формули

Обробка результатів вимірювань

Максимальна різниця потенціалів між електродами

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радіус  r, см | Струм *I(r)*, мкА, за променями | | | | Середній струм мкА | *U(r), В* | |
| *I1(r)* | *I2(r)* | *I3(r)* | *I4(r)* | Експерементальне значення *U(r) =* | Теоретичне значення |
| 1 | 24 | 23 | 27,5 | 36 | 27,625 | 2,514 | 3,125 |
| 2 | 16 | 18 | 17,5 | 20 | 17,875 | 1,627 | 2,184 |
| 3 | 12 | 14 | 13,5 | 15 | 13,625 | 1,24 | 1,634 |
| 4 | 9 | 11 | 10 | 11,5 | 10,375 | 0,944 | 1,244 |
| 5 | 8 | 10,5 | 8 | 9 | 8,875 | 0,808 | 0,941 |
| 6 | 6 | 8 | 6,5 | 7 | 6,875 | 0,626 | 0,693 |
| 7 | 5 | 7 | 4 | 5,5 | 5,375 | 0,489 | 0,484 |
| 8 | 5 | 6 | 3 | 3,5 | 4,375 | 0,398 | 0,303 |

Обчислимо середній струм мкА за цією формулою :

Обчислимо експерементальне значення

Знайдемо теоретичне значення U(r) за формулою

*rвн = 3 мм = 0,0035 м –* радіус внутрішнього електрода

*rзов = 10см = 0,1 м –* радіус зовнішнього електроду

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Радіус  r, см | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 7,5 |
| *Eекс* , В/м | 88,7 | 33,7 | 29,6 | 13,6 | 18,2 | 13,7 | 9,1 |
| *E*теор , В/м | 90,5 | 54,3 | 38,8 | 30,2 | 24,7 | 20,9 | 18,1 |

Знайдемо експерементальне значення

Знайдемо теоретичне значення

Знайдемо середні відносні похибки за формулами

Для напруги U

Для напруженості Е

Контрольні запитання

1. **Що таке напруженість і протенціал електростатичного поля?**

Поле називається електростатичним, якщо воно не змінюється з часом. Напруженість електростатичного поля – це фізична векторна величина , що характеризує потік силових ліній в електростатичному полі в кожній його точці. Напруженість дорівнює відношенню сили , яка діє на заряд, на значення цього заряду q, тобто

або можна записати формулу через закон кулона

Де k – константа кулонівської сили, r – відстань між зарядом q і пробним зарядом q0 , значенням якого можна знехтувати, – діелектрична проникність середовища.

Потенціал електростатичного поля – це фізична скалярна величина , що характеризує енергетичні властивості електричного поля; визначає потенціальну енергію заряду q в довільній точці поля. дорівнює відношенню потенціальної енергії заряду W в полі, на значення цього заряду q, тобто

Можна також записати у вигляді

1. **Який зв’язок між напруженостю й потенціалом у даній точці електростатичного поля?**

Напруженість в точці електростатичного поля дорівнює зміні потенціалу в цій точці зі знаком мінус

Для системи координат XYZ

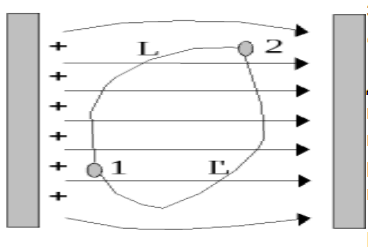
Для полярної системи координат

1. **Яке поле називається потенціальним? Доведіть потенціальний характер електростатичного поля.**

Потенціальне поле – це таке поле, в якому робота по переміщенню тіла залежить тільки від його початкового та кінцевого положення. Доведемо це.

Робота, яку здійснює електростатичне поле при переміщенні заряду q на відрізок dl

Проінтегруємо по лінії L і отримаємо

Розглянемо рух по довільному замкнутому шляху

Нехай заряд q в електростатичному полі пройшов шлях по траекторії L від точки 1 до точки 2. При переміщенні заряду поле виконує роботу . При переміщенні заряду по траекторії поле робить роботу . При цьому , бо в цей раз заряд рухається не за , а проти силових ліній. Їхня вся робота по переміщенню А = + = 0.

З цього випливає, що електростатичному полі робота не залежить від шляху. Оскільки, в полі робота не залежить від шляху, то таке поле є потенціальним.

1. **У чому полягає метод моделювання електростатичних полів за допомогою струмів у малопровідному середовищі?**

Метод математичного моделювання електростатичних полів полягає в тому, що електричне поле стаціонарного струму в середовищі зі слабкою провідністю завжди є потенціальним. Це дає можливість моделювати електростатичні поля заряджених тіл у вакуумі.

Роль заряджених тіл у моделюванні виконують електроди, розміри яких пропорційні до натуральних тіл. Розміщення електродів береться таке саме, як і в приладі, що моделюється. На електроди подається напруга, що пропорційна або рівна напрузі на електродах приладу. Внаслідок отримаємо електричне поле такої самої конфігурації, що і моделюється. Різнитися вони можуть тільки чисельним значенням напруги

1. **Як довести, що лінії струму ортогональні до еквіпотенціальних поверхонь?**

Нехай є електростатичне поле. Робота по переміщенню заряду на тій самій потенціальній поверхні дорівнює нулю, тобто

Це означає, що , , при чому для всіх потенціальних поверхонь. То сила перпендикулярна до всіх потенціальних поверхонь. Оскільки,

,

з цього випливає, що напруженість перпендикулярна еквіпотенціальним поверхням.

1. **Як виводять формули для E(r) I U(r) у даній роботі?**

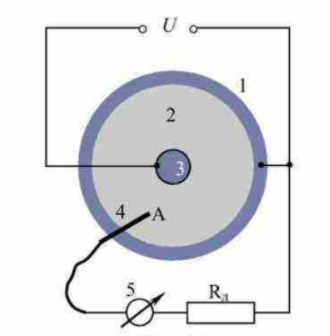
Експериментальна установка зібрана так, що в досліді вимірюється різниця потенціалів між зовнішнім електродом, потенціал якого приймається рівними нулю, і вибраною точкою поля. Розрахувати різницю потенціалів можна за допомогою формули зв'язка між напруженістю поля та його потенціалом.

В полярній системі координат рівність матиме вигляд

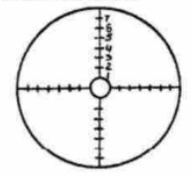
звідси

Де – радіус зовнішнього електрода.

Одержанні вирази перепишемо в зручному вигляді. Замість введемо , - радіус внутрішнього електрода, – різниця потенціалів між зовнішім і внутрішнім електродами.

1. **Як проводять вимірювання у даній роботі?**

1 – зовнішній електрод з радіусом *rзов ;* 2 – провідний папір ; 3 – центральний електрод з радіусом *rвн* ; 4 – зонд (електрод) ; 5 – мікроамперметр ; – додатковий опір до мікроамперметр.



Беремо зонд і, спершу, торкаємся ним внутрішнього електрода і записуємо максимальні струм і напругу. Потім встановлюємо зондом до електропровідного паперу, а саме на промінь(радіус). Послідовно торкаємося в точки цього радіуса на відстані 1,2 …8 см і записуємо дані з мікроамперметра. Такі вимірювання загалом проводимо для чотирьох променів.

1. **Як обчислити E(r) за виміряними значеннями U(r)?**

Нехай ми маємо значення U(r) для r = 1,2,3 … 8.

Напруженість електричного поля дорівнює різниці потенціалів, що припадає на одиницю довжини уздовж лінії напруженості

Прибавимо потенціал електричного поля на зовнішньому електроді

Оскільки різниця потенціалів – це напруга , то маємо формулу