

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физический факультет

Кафедра общей физики

ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Часть 3. Электричество и магнетизм

Новосибирск, 1988

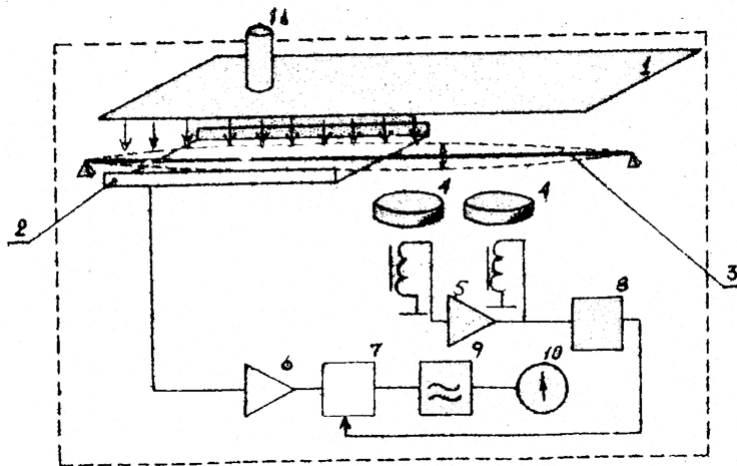
1. ЭЛЕКТРОСТАТИКА ПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

Лабораторная работа 1.1

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Цель работы - изучение основных методов измерения напряженности электрического поля, напряжения и тока

Измерение напряженности электрического поля - достаточно сложная экспериментальная задача, и методы таких измерений до сих пор развиты гораздо меньше, чем, например методы измерения напряженности магнитного поля, напряжений, токов. На кафедре общей физики НГУ разработан измеритель напряженности электрического поля (ИНЭП). Этот прибор можно использовать также для измерения напряжения и силы постоянного и переменного тока. Схема ИНЭПа приведена на рисунке.



Блок-схема измерителя напряженности электрического поля: 1, 1а, 2 - электроды; 3 - струна; 4 - электромагнит; 5, 6 - усилители; 7 - синхронный детектор; 8 – формирователь; 9 - фильтр низких частот; 10 – стрелочный индикатор; 11 – корпус.

Измеряемое электрическое поле индуцирует заряды на пластине (1), создавая между электродами (1) и (2) поле, пропорциональное измеряемому. Заземленная струна (3), колебания которой возбуждаются электромагнитами (4) с усилителем (5), в течение периода колебания изменяет заряд, индуцированный на электроде (2), так как электрическое поле между электродами (1) и (3) зависит от положения струны; амплитуда переменной составляющей индуцированного заряда пропорциональна напряженности измеряемого электрического поля. Сигнал с электрода (2) подается на усилитель (6), затем на синхронный детектор (7), опорные импульсы на который подаются с выхода усилителя (5) через формирователь (8). Выходной сигнал с синхронного детектора поступает на фильтр (9), соединенный со стрелочным прибором (10). Для защиты от помех схема заключена в металлический корпус (11), так что измеряемое поле воздействует на штырь (1а), соединенный с пластиной (1). ИНЭП позволяет измерять не только величину, но и знак напряженности поля.

Для изучения характеристик ИНЭПа измерьте постоянную времени разряда его входной цепи. Определите входную емкость прибора. Для этого зарядите

изолированный металлический шар с помощью источника напряжения и соедините шар с электродом (1а). Затем присоедините конденсатор известной емкости к, входному конденсатору ИНЭПа, образованному электродами (1) и (2), и снова соедините с электродом (1а) заряженный до того же потенциала изолированный шар. Сравнение показаний регистратора ИНЭПа в этих случаях дает возможность определить входную емкость ИНЭПа.

Разрядив конденсатор, медленно поднесите к нему заряженное тело, не касаясь электрода (1а), затем удалите тело. Объясните наблюдаемый эффект.

Задания

1. ИНЭП можно использовать в качестве измерителя разности потенциалов или тока. Соберите на базе ИНЭПа сначала вольтметр, затем амперметр и снимите их градуировочные кривые. Оцените ток короткого замыкания старой батарейки.

2. Соедините выход ИНЭПа с осциллографом и исследуйте зависимость амплитуды выходного напряжения от скорости прохождения заряженного шара около электрода (1а) ИНЭПа, т.е. от частоты вращения шара. Затем зашунтируйте вход ИНЭПа сопротивлением $R \approx 10^9$ Ом (постоянная времени входа $\tau = RC$ не более 10^{-2} с) и проведите аналогичные исследования. Полученные результаты объясните.

Частота вращения не должна превышать 70 Гц, так как большие частоты ИНЭП не “пропускает”.

Указания и рекомендации

1. Для выполнения первого задания необходимо ясно представлять принципиальное отличие измерителя тока от измерителя напряжения.

2. Во втором задании сначала Вы наблюдали изменение во времени индуцированного заряда ($R \rightarrow \infty$, “потенциальный” вход); потом измеряли “ток смещения» $I = \frac{dE^2}{dt}$ (“токовый” вход).

Полезно иметь в виду, что вход любого электрического измерительного прибора можно представить в виде эквивалентных конденсатора C и сопротивления R .

Соотношения R и $\frac{1}{\omega C}$ для соответствующих диапазонов частот ω определяет характер входа: “токовый” или “потенциальный”.

Контрольные вопросы

1. Плоский конденсатор, состоящий из двух идеально проводящих пластин, разделенных вакуумным промежутком, помещен во внешнее переменное поле. Как зависит напряженность поля в этом конденсаторе от частоты внешнего поля.

2. Как изменятся те же характеристики поля конденсатора, если последний зашунтировать сопротивлением? («токовый» вход). Оцените зависимость амплитуды переменного поля внутри конденсатора от частоты внешнего поля в этом случае, Что изменится, если пластины конденсатора не являются идеальными проводниками?

См. библиографический список: /3/

Интернет версия подготовлена на основе издания: Описание лабораторных работ.
Часть 3. Электричество и магнетизм. Новосибирск: Изд-во, НГУ, 1988

© Физический факультет НГУ, 1999

© Лаборатория электричества и магнетизма НГУ, 1999, <http://www.phys.nsu.ru/electricity/>