



## Электризация тел

### Цель работы

Целью работы является демонстрация явления электризации тел трением.

### Метод экспериментального исследования явления

В работе с помощью датчика электрического заряда (электрометра) производится измерение электрических зарядов, сообщаемых телам в процессе электризации трением.

### Теория

Процесс сообщения телу электрического заряда называется электризацией. Явление электризации может возникать в результате различных процессов, происходящих при непосредственном контакте разнородных тел, например: трения, скобления, раскалывания или надавливания. Электризация может наблюдаться и в результате индукции (при перераспределении зарядов), когда незаряженное тело не соприкасается с заряженным. Химические реакции, процесс кристаллизации (отвердевания), в результате которых изменяется состав или структура вещества, также могут привести к появлению электрического заряда.

Рассмотрим подробнее процесс электризации трением. С помощью трения можно обеспечить хороший контакт между поверхностями соприкасающихся тел. В результате часть электронов с одного тела переходит на другое. При этом оба тела приобретают равные по модулю, но противоположные по знаку заряды: тело с недостатком электронов – положительный заряд, а тело с избытком электронов – отрицательный. Так, например, при натирании стекла бумагой или шелком оно заряжается положительно, а бумага или шелк при этом отрицательно; эбонит или пластмасса, потертые о шерсть или мех, заряжаются отрицательно, а шерсть или мех приобретают при этом отрицательный заряд. В следующем перечне тела расположены в таком порядке, что каждое из предыдущих тел электризуется положительно при трении об одно из последующих, которое соответственно электризуется отрицательно: мех, полированное стекло, шерстяные ткани, перья, дерево, бумага, шелк, смола, матовое стекло.

При разделении наэлектризованных трением тел между ними возникает разность потенциалов, которая возрастает с увеличением расстояния и может достигнуть десятков и сотен киловольт. Если при этом наэлектризованные тела изолированы от источников свободных электронов (например, являются диэлектриками) и окружены сухим воздухом, то заряд может сохраняться длительное время.

### Контрольные вопросы

1. Можно ли при трении двух тел друг о друга наэлектризовать оба тела положительным электрическим зарядом?
2. Два тела в результате трения друг о друга наэлектризовались. Как они будут взаимодействовать: притягиваться или отталкиваться?
3. Как будут взаимодействовать электрически заряженное (наэлектризованное) и незаряженное тела: притягиваться, отталкиваться или не будут взаимодействовать?

### Оборудование экспериментальной установки

Датчик электрического заряда (электрометр):

диапазоны измерений:  $\pm 5$  нКл;  $\pm 20$  нКл;  $\pm 100$  нКл;

входная емкость: 10 нФ последовательно с сопротивлением 1 МОм;

диапазон напряжений:  $\pm 150$  В;

постоянная времени: 0,1 с.

Пары тел (например, стекло и бумага, стекло и шелк, эбонит и шерсть, пластмасса и мех).

### Параметры экспериментальной установки

Длительность проведения эксперимента

Весь цикл измерений может быть проведен за 5–10 мин.

На обсуждение содержания эксперимента и его результатов, ответы на вопросы во время выполнения измерений и после их окончания отводится 15–20 мин.



## Точность измерений

При строгом следовании рекомендациям разделов «Монтаж и настройка», «Подготовка приборов» и «Методика выполнения эксперимента» данный эксперимент позволяет измерить величину электростатического заряда с точностью до 0,1 нКл.

## Техника безопасности

Во время проведения эксперимента необходимо соблюдать все правила техники безопасности, указанные для персонального компьютера как электрического оборудования.

Используемое измерительное оборудование (система сбора данных, датчик электрического заряда) экспериментальной установки рассчитано на питание от низковольтного напряжения, не представляющего опасности для человека.

## Обеспечение наглядности результатов эксперимента

Для обеспечения удобства управления демонстрацией эксперимента компьютер необходимо располагать достаточно близко от установки (на расстоянии не более 1,5 м).

Экран компьютера рекомендуется продублировать с помощью проектора.

## Монтаж и настройка

Перед проведением измерений устанавливается нулевое значение датчика электрического заряда. Для этого следует соединить друг с другом черный и красный контакты датчика и нажать кнопку установки нуля **Ноль** в разделе **Калибровка**. Эту процедуру необходимо обязательно выполнять перед каждым новым измерением.

Датчик электрического заряда не может работать в дифференциальном режиме, поскольку черный провод датчика всегда связан с землей платы сбора данных. Для измерения заряда тела достаточно коснуться его поверхности красным контактом.

## Подготовка приборов

Перед началом проведения эксперимента необходимо выполнить следующее:

Внимательно прочитайте инструкции, подготовьте необходимое оборудование.

Запустите программу **SensorLab ПО**.

Подключите провод с прижимными контактами (входящими в комплект датчика) к датчику электрического заряда. Подключите датчик электрического заряда к аналоговому входу системы сбора данных (любому из трех).

Датчик электрического заряда имеет три градации чувствительности:  $\pm 5$  нКл,  $\pm 20$  нКл и  $\pm 100$  нКл. Им соответствуют надписи на верхней крышке датчика:  $\pm 0,5$  В,  $\pm 2$  В и  $\pm 10$  В соответственно. В начале проведения эксперимента устанавливайте диапазон наиболее грубых измерений, при необходимости увеличивайте усиление датчика.

## Методика выполнения эксперимента

### Проведение измерений

Установите нуль датчика согласно инструкции, приведенной в разделе «Монтаж и настройка». Текущие показания датчика заряда отображаются в поле.

Нажмите кнопку **Пуск**. При этом на графике **Электрический заряд–Время** начинает отображаться зависимость измеренного датчиком заряда от времени.

Наэлектризуйте пару тел трением.

Прикоснитесь к поверхности одного из наэлектризованных тел красным контактом датчика. Не убирая контакт с поверхности тела, наблюдайте на графике за процессом стекания заряда, который может продолжаться несколько минут.

### Анализ результатов

Графики измеренных зависимостей электрических зарядов тел от времени появляются автоматически, никаких дополнительных действий для проведения анализа не требуется.

### Повторные измерения

Перед проведением повторных измерений установите нулевое значение датчика электрического заряда.

Повторите измерения по пунктам 2–5 раздела «Проведение измерений» для разных пар тел



Проведя несколько опытов с положительно и отрицательно наэлектризованными телами, обратите внимание учащихся на то, что заряды, приобретаемые телами в результате трения, имеют разные знаки. Предложите сделать вывод о зависимости электризации тел от их типа. Объясните процесс стекания заряда, при необходимости можно оценить скорость процесса.

## **Справка**

### **Принцип работы датчика электрического заряда (электрометра)**

Датчик электрического заряда, используемый в данной работе, в отличие от обычного электроскопа позволяет проводить количественные измерения заряда с учетом его знака.

На входе датчика (красный контакт) стоит конденсатор емкостью 10 нФ, на который перетекает заряд с измеряемого тела до достижения равенства потенциалов. Последовательно с конденсатором во входной цепи датчика стоит сопротивление 1 МОм для ограничения величины протекающего тока.

Датчик электрического заряда не может работать в дифференциальном режиме, поскольку черный провод датчика всегда связан с землей платы сбора данных.

После каждого измерения конденсатор датчика заряжается, поэтому перед проведением новых измерений необходимо установить нулевое значение датчика, т. е. дать возможность стечь заряду с обкладок конденсатора. Для этого следует соединить друг с другом черный и красный контакты датчика и подержать кнопку установки нуля на корпусе датчика в нажатом состоянии несколько секунд. Эту процедуру необходимо обязательно выполнять перед каждым новым измерением.