**Тема:** Проводники и диэлектрики в электрическом поле.

Электрическая емкость, конденсаторы, соединение конденсаторов.

**Задание:** 1. Внимательно проработайте презентацию.

2. Дайте письменные ответы на вопросы для самоконтроля.

3. Решите задачи.

**Проводники в электрическом поле**

**Проводниками** называют вещества, в которых может происходить упорядоченное перемещение электрических зарядов, т. е. протекать электрический ток.

Проводниками являются металлы, водные растворы солей, кислот, ионизованные газы. ***В проводниках есть свободные электрические заряды*.**

Если металлический проводник поместить в электрическое поле, то под его действием свободные электроны проводника начнут перемещаться в направлении, противоположном направлению напряженности поля. В результате на одной поверхности проводника появится избыточный отрицательный заряд, а на противоположной – избыточный положительный заряд.

*Эти заряды создают внутри проводника внутреннее электрическое поле, вектор напряженности которого направлен противоположно вектору напряженности внешнего поля*. Под действием внешнего электростатического поля электроны проводимости в металлическом проводнике перераспределяются так, *что* ***напряженность результирующего поля в любой точке внутри проводника равна нулю. Электрические заряды расположены на поверхности проводника.***

**Важно!**  
*Если внутри проводника есть полость, то напряженность в ней будет равна нулю независимо от того, какое поле имеется вне проводника и как заряжен проводник.* Внутренняя полость в проводнике экранирована (защищена) от внешних электростатических полей. На этом основана электростатическая защита.

Явление перераспределения зарядов во внешнем электростатическом поле называется **электростатической индукцией**.

Заряды, разделенные электростатическим полем, взаимно компенсируют друг друга, если проводник удалить из поля. Если такой проводник разрезать, не вынося из поля, то его части будут иметь заряды разных знаков.

**Важно!**  
Во всех точках поверхности проводника вектор напряженности направлен перпендикулярно к его поверхности. Поверхность проводника является эквипотенциальной (потенциалы всех точек поверхности проводника равны).

**Диэлектрики в электрическом поле**

**Диэлектриками** называют вещества, не проводящие электрический ток. Диэлектриками являются стекло, фарфор, резина, дистиллированная вода, газы.

***В диэлектриках нет свободных зарядов, все заряды связаны.*** В молекуле диэлектрика суммарный отрицательный заряд электронов равен положительному заряду ядра. Различают полярные и неполярные диэлектрики.

В молекулах *полярных диэлектриков* ядра и электроны расположены так, что центры масс положительных и отрицательных зарядов не совпадают и находятся на некотором расстоянии друг от друга. То есть молекулы представляют собой диполи независимо от наличия внешнего электрического поля. В отсутствие внешнего электрического поля из-за теплового движения молекул диполи расположены хаотично, поэтому суммарная напряженность поля всех диполей диэлектрика равна нулю.

Если в отсутствие внешнего электрического поля центры масс положительных и отрицательных зарядов в молекуле диэлектрика совпадают, то он называется *неполярным*. Пример такого диэлектрика – молекула водорода. Если такой диэлектрик поместить во внешнее электрическое поле, то направления векторов сил, действующих на положительные и отрицательные заряды, будут противоположными. В результате молекула деформируется и превращается в диполь. При внесении диэлектрика в электрическое поле происходит его поляризация.

**Поляризация диэлектрика** – процесс смещения в противоположные стороны разноименных связанных зарядов, входящих в состав атомов и молекул вещества в электрическом поле.

Если диэлектрик неполярный, то в его молекулах происходит смещение положительных и отрицательных зарядов. На поверхности диэлектрика появятся поверхностные связанные заряды. Связанными эти заряды называют потому, что они не могут свободно перемещаться отдельно друг от друга.

*Внутри диэлектрика суммарный заряд равен нулю, а на поверхностях заряды не скомпенсированы и создают внутри диэлектрика поле, вектор напряженности которого направлен противоположно вектору напряженности внешнего поля. Это значит, что внутри диэлектрика поле имеет меньшую напряженность, чем в вакууме.*

Физическая величина, равная отношению модуля напряженности электрического поля в вакууме к модулю напряженности электрического поля в однородном диэлектрике, называется **диэлектрической проницаемостью вещества**:



В полярном диэлектрике во внешнем электрическом поле происходит поворот диполей, и они выстраиваются вдоль линий напряженности.

Если внесенный в электрическое поле диэлектрик разрезать, то его части будут электрически нейтральны.

**Электрическая емкость. Конденсатор**

**Электрическая емкость (электроемкость)** – скалярная физическая величина, характеризующая способность уединенного проводника удерживать электрический заряд.

Обозначение – ​C​, единица измерения в СИ – фарад (Ф).

***Уединенный проводник*** – это проводник, удаленный от других проводников и заряженных тел.

***Фарад*** – электроемкость такого уединенного проводника, потенциал которого изменяется на 1 В при сообщении ему заряда 1 Кл:



Формула для вычисления электроемкости:

****

где ​q​ – заряд проводника, ​φ​ – его потенциал.

Электроемкость зависит от его линейных размеров и геометрической формы. Электроемкость не зависит от материала проводника и его агрегатного состояния. Электроемкость проводника прямо пропорциональна диэлектрической проницаемости среды, в которой он находится.

**Конденсатор** – это система из двух проводников, разделенных слоем диэлектрика, толщина которого мала по сравнению с размерами проводников.

Проводники называют обкладками конденсатора. Заряды обкладок конденсатора равны по величине и противоположны по знаку заряда. Электрическое поле сосредоточено между обкладками конденсатора. Конденсаторы используют для накопления электрических зарядов.

Электроемкость конденсатора рассчитывается по формуле:



где ​q​ – модуль заряда одной из обкладок,  
​U​ – разность потенциалов между обкладками.

Электроемкость конденсатора зависит от линейных размеров и геометрической формы и расстояния между проводниками. Электроемкость конденсатора прямо пропорциональна диэлектрической проницаемости вещества между проводниками.

Плоский конденсатор представляет две параллельные пластины площадью ​S​, находящиеся на расстоянии ​d​ друг от друга.

Электроемкость плоского конденсатора:



где ​ε​ – диэлектрическая проницаемость вещества между обкладками,  
ε0 – электрическая постоянная.

На электрической схеме конденсатор обозначается:

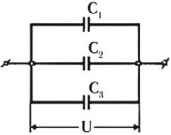


***Виды конденсаторов:***

* по типу диэлектрика – воздушный, бумажный и т. д.;
* по форме – плоский, цилиндрический, сферический;
* по электроемкости – постоянной и переменной емкости.

**Конденсаторы можно соединять между собой.**

**Параллельное соединение конденсаторов**



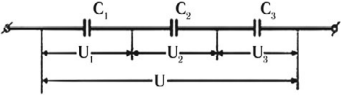
При параллельном соединении конденсаторы соединяются одноименно заряженными обкладками. Напряжения конденсаторов равны:



Общая емкость:



**Последовательное соединение конденсаторов**



При последовательном соединении конденсаторов соединяют их разноименно заряженные обкладки.

Заряды конденсаторов при таком соединении равны:



Общее напряжение:



Величина, обратная общей емкости:



При таком соединении общая емкость всегда меньше емкостей отдельных конденсаторов.

**Важно!**  
Если конденсатор подключен к источнику тока, то разность потенциалов между его обкладками не изменяется при изменении электроемкости и равна напряжению источника. Если конденсатор заряжен до некоторой разности потенциалов и отключен от источника тока, то его заряд не изменяется при изменении электроемкости.

**Применение конденсаторов**  
Конденсаторы используются в радиоэлектронных приборах как накопители заряда, для сглаживания пульсаций в выпрямителях переменного тока.

**Энергия электрического поля конденсатора**

**Энергия** заряженного конденсатора равна работе внешних сил, которую необходимо затратить, чтобы зарядить конденсатор.

Электрическая энергия конденсатора сосредоточена в пространстве между обкладками конденсатора, то есть в электрическом поле, поэтому ее называют **энергией электрического поля**. Формулы для вычисления энергии электрического поля:



Так как напряженность электрического поля прямо пропорциональна напряжению, то энергия электрического поля конденсатора пропорциональна квадрату напряженности.

Плотность энергии электрического поля:



где ​V​ – объем пространства между обкладками конденсатора.

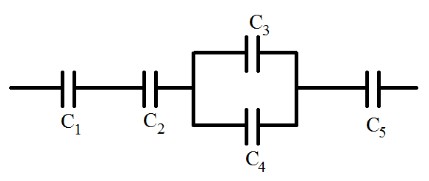
Плотность энергии не зависит от параметров конденсатора, а определяется только напряженностью электрического поля.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Какие вещества называются проводниками? Приведите примеры проводников.
2. Опишите что происходит с проводником в электрическом поле. Чему равна напряженность внутри проводника? Где это свойство используется?
3. Какие вещества называются диэлектриками? Приведите примеры.
4. Что происходит с диэлектриком в электрическом поле? Что называется диэлектрической проницаемостью?
5. Что называется электрической емкостью? Как обозначается, единицы измерения , формула?
6. Что называют конденсатором? Как устроен? Виды конденсаторов? Как находится электроемкость плоского конденсатора? Для чего примеряется?
7. Как можно соединять конденсаторы? Чему равна общая емкость при последовательном и при параллельном соединении?
8. Чему рана энергия электрического поля конденсатора?

**Решить задачи:**

1. Найдите электроёмкость конденсатора, который при зарядке до напряжения 1,5 кВ, получает заряд, равный 60 мкКл.
2. Конденсатору емкостью 20 мкФ сообщили заряд 5 мкКл. Какова энергия заряженного конденсатора?
3. Плоский конденсатор заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 2. Энергия конденсатора без диэлектрика равна 20 мкДж. Чему равна энергия конденсатора после заполнения диэлектриком? Считать, что источник питания отключен от конденсатора.
4. На рисунке изображена батарея конденсаторов. Каждый конденсатор имеет емкость 1 мкФ. Найдите емкость батареи.



1. Конденсатор подключен к источнику постоянного напряжения U=1 кВ. Емкость конденсатора равна 5 пФ. Как изменяться заряд на обкладках конденсатора и его энергия, если расстояние между обкладками уменьшить в три раза.