**Уважаемые студенты! Изучите лекционный материал и составьте в тетради план-конспект лекции по данной теме**

**Проводники и диэлектрики в электрическом поле**

**Задания для студентов:**

**1. Составить в тетради план-конспект данной лекции.**

**2. Составить синквейн на термины: Проводники, диэлектрики, поляризация.**

**Лекция: Проводники и диэлектрики в электрическом поле**

Вещество, внесенное в электрическое поле, может существенно изменить его. Это связано с тем, что вещество состоит из заряженных частиц. В отсутствие внешнего поля частицы распределяются внутри вещества так, что создаваемое ими электрическое поле в среднем по объемам, включающим большое число атомов или молекул, равно нулю. При наличии внешнего поля происходит перераспределение заряженных частиц, и в веществе возникает собственное электрическое поле. Полное электрическое поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk28f-4.jpg складывается в соответствии с принципом суперпозиции из внешнего поля http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg и внутреннего поля http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-3.jpg создаваемого заряженными частицами вещества.

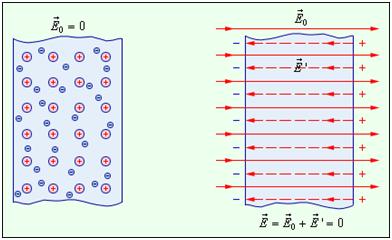
Вещество многообразно по своим электрическим свойствам. Наиболее широкие классы вещества составляют **проводники** и **диэлектрики**.

**Проводники в электрическом поле.**

**Проводниками***называют вещества, проводящие электрический ток.*

*Основная особенность* **проводников**– наличие **свободных** **зарядов** (электронов), которые участвуют в тепловом движении и могут перемещаться по всему объему проводника. Типичные проводники – металлы.

В отсутствие внешнего поля в любом элементе объема проводника отрицательный свободный заряд компенсируется положительным зарядом ионной решетки. В проводнике, внесенном в электрическое поле, происходит перераспределение свободных зарядов, в результате чего на поверхности проводника возникают нескомпенсированные положительные и отрицательные заряды. Этот процесс называют **электростатической индукцией**, а появившиеся на поверхности проводника заряды – **индукционными зарядами**.



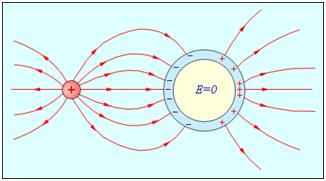
*Явление перераспределения зарядов внутри проводника под действием внешнего электрического поля называется***электростатической индукцией***.*

*Заряды, появляющиеся на поверхности проводника, называются***индукционными зарядами**.

Индукционные заряды создают свое собственное поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-3.jpg , которое компенсирует внешнее поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg во всем объеме проводника:

http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-4.jpg(внутри проводника).

**Полное электростатическое поле внутри проводника равно нулю, а потенциалы во всех точках одинаковы и равны потенциалу на поверхности проводника.**

Все внутренние области проводника, внесенного в электрическое поле, остаются электронейтральными. Если удалить некоторый объем, выделенный внутри проводника, и образовать пустую полость, то электрическое поле внутри полости будет равно нулю. На этом основана ***электростатическая защита*** – чувствительные к электрическому полю приборы для исключения влияния поля помещают в металлические ящики.

***Электростатическая защита.****Поле в металлической полости равно нулю.*

**Диэлектрики в электрическом поле.**

**Диэлектриками (изоляторами)***называют вещества, не проводящие электрического тока.*

В отличие от проводников, **в диэлектриках** (изоляторах) нет свободных электрических зарядов. Они состоят из нейтральных атомов или молекул. Заряженные частицы в нейтральном атоме связаны друг с другом и не могут перемещаться под действием электрического поля по всему объему диэлектрика.

При внесении диэлектрика во внешнее электрическое поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg в нем возникает некоторое перераспределение зарядов, входящих в состав атомов или молекул. В результате такого перераспределения на поверхности диэлектрического образца появляются избыточные нескомпенсированные **связанные** заряды. Все заряженные частицы, образующие макроскопические связанные заряды, по-прежнему входят в состав своих атомов.

Связанные заряды создают электрическое поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-3.jpg, которое внутри диэлектрика направлено противоположно вектору напряженности внешнего поля http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg. Этот процесс называется **поляризацией диэлектрика**.

**Электрической поляризацией***называют особое состояние вещества, при котором электрический момент некоторого объёма этого вещества не равен нулю.*

В результате полное электрическое поле внутри диэлектрика http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-6.jpg оказывается по модулю меньше внешнего поля http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg.

*Физическая величина, равная отношению модуля напряженности внешнего электрического поля в вакууме http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg к модулю напряженности полного поля в однородном диэлектрике http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk28f-4.jpg, называется***диэлектрической проницаемостью вещества.**

**http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-7.jpg**

*Диэлектрическая проницаемость среды показывает, во сколько раз напряженность поля в вакууме больше, чем в диэлектрике.*Это величина безразмерная (нет единиц измерения).

При поляризации **неоднородного диэлектрика** связанные заряды могут возникать не только на поверхностях, но и в объеме диэлектрика. В этом случае электрическое поле связанных зарядов http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-3.jpg и полное поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk28f-4.jpg могут иметь сложную структуру, зависящую от геометрии диэлектрика. Утверждение о том, что электрическое поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk28f-4.jpg  в диэлектрике в ε раз меньше по модулю по сравнению с внешним полем http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg строго справедливо только в случае **однородного диэлектрика**, заполняющего все пространство, в котором создано внешнее поле. В частности:

**Если в однородном диэлектрике с диэлектрической проницаемостью ε находится точечный заряд *q*, то напряженность поля http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk28f-4.jpg***,***создаваемого этим зарядом в некоторой точке, и потенциал φ в ε раз меньше, чем в вакууме:**

http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-8.jpg    http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-9.jpg

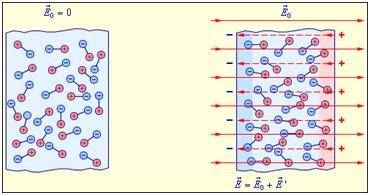
Существует несколько механизмов поляризации диэлектриков. Основными из них являются **ориентационная**, **электронная** и **ионная**поляризации. Ориентационная и электронная механизмы проявляются главным образом при поляризации газообразных и жидких диэлектриков, ионная - при поляризации твердых диэлектриков.

[**Поляризация диэлектриков (дополнительно)**](javascript:void(null);)

**1. Ориентационная или дипольная поляризация** возникает в случае **полярных диэлектриков**, *состоящих из молекул, у которых центры распределения положительных и отрицательных зарядов не совпадают*. Такие молекулы представляют собой микроскопические **электрические диполи** – *нейтральную совокупность двух зарядов, равных по модулю и противоположных по знаку, расположенных на некотором расстоянии друг от друга*.

Дипольным моментом обладает, например, молекула воды, а также молекулы ряда других диэлектриков (H2S, NO2 и т. д.).

При отсутствии внешнего электрического поля оси молекулярных диполей ориентированы хаотично из-за теплового движения, так что на поверхности диэлектрика и в любом элементе объема электрический заряд в среднем равен нулю.

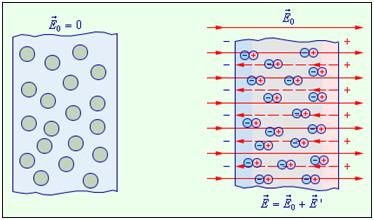
При внесении диэлектрика во внешнее поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg возникает частичная ориентация молекулярных диполей. В результате на поверхности диэлектрика появляются нескомпенсированные макроскопические связанные заряды, создающие поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-3.jpg, направленное навстречу внешнему полю http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg.

*Ориентационный механизм поляризации полярного диэлектрика*

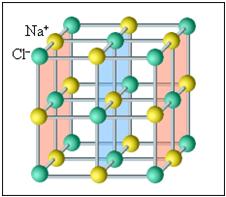
   Поляризация полярных диэлектриков сильно зависит от температуры, так как тепловое движение молекул играет роль дезориентирующего фактора.

**2. Электронный или упругий механизм** проявляется при поляризации **неполярных диэлектриков***, молекулы которых не обладают в отсутствие внешнего поля дипольным моментом.*

Под действием электрического поля молекулы неполярных диэлектриков деформируются – положительные заряды смещаются в направлении вектора http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg, а отрицательные – в противоположном направлении. В результате каждая молекула превращается в электрический диполь, ось которого направлена вдоль внешнего поля. На поверхности диэлектрика появляются нескомпенсированные связанные заряды, создающие свое поле http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-3.jpg, направленное навстречу внешнему полю http://infofiz.ru/joom1/images/stories/lkft/el/elst/lk31f-2.jpg. Так происходит поляризация неполярного диэлектрика.

  
*Поляризация неполярного диэлектрика.*

Деформация неполярных молекул под действием внешнего электрического поля не зависит от их теплового движения, поэтому поляризация неполярного диэлектрика не зависит от температуры.

**3.** В случае твердых кристаллических диэлектриков наблюдается так называемая **ионная поляризация**, при которой ионы разных знаков, составляющие кристаллическую решетку, при наложении внешнего поля смещаются в противоположных направлениях, вследствие чего на гранях кристалла появляются связанные (нескомпенсированные) заряды. Примером такого механизма может служить поляризация кристалла NaCl, в котором ионы Na+ и Cl– составляют две подрешетки, вложенные друг в друга. В отсутствие внешнего поля каждая элементарная ячейка кристалла NaCl электронейтральна и не обладает дипольным моментом. Во внешнем электрическом поле положительные ионы смещаются вдоль направления поля, а отрицательные ионы в противоположную сторону, то есть кристалл поляризуется.

**Пьезоэлектрический эффект.**Некоторые из диэлектриков поляризуются не только при внесении в электрическое поле, но и в процессе деформации при механических воздействиях на них.

*Явление возникновения связанных поверхностных электрических зарядов на кристалле кварца при его деформации названо***пьезоэлектрическим эффектом.**

Пьезоэффект наблюдается в кварце, турмалине, сегнетовой соли и др. (их называют пьезоэлектрическими кристаллами).