

Тема: Проводники и диэлектрики в электростатическом поле

Проводниками называются вещества, которые при обычных условиях хорошо проводят электрический ток.

(это объясняется наличием в веществе большого количества свободных электрически зарядов)

Свободными зарядами называются заряженные частицы, способные свободно перемещаться в веществе под действием электрического поля.

Пример проводников: металлы, электролиты, ионизированные газы.

- в металлах носителями тока являются свободные электроны.
- в электролитах носителями тока являются положительно и отрицательно заряженные ионы,
- в ионизированных газах носителями тока являются свободные электроны, а так же положительно и отрицательно заряженные ионы.

Диэлектриками называются вещества, которые при обычных условиях не проводят электрический ток.

(это объясняется отсутствием в веществе свободных носителей тока)

Пример диэлектриков: стекло, пластмассы, резина и т.д.

Проводники в электростатическом поле

При внесении металлического проводника в электростатическое поле, свободные электроны проводника смещаются вдоль силовых линий и располагаются на его поверхности.

На одной стороне проводника окажется недостаток электронов и она зарядится положительно, на другой стороне избыток электронов и она зарядится отрицательно.

Такой способ электризации тел называется **электростатической индукцией** (или **электризацией влиянием**).

Электростатической индукцией объясняется притяжение предметов к наэлектризованным телам.

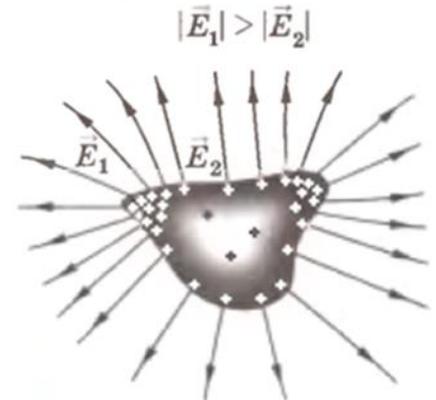
Заряды внутри проводника создают своё электрическое поле, направленное навстречу внешнему. Накопление свободных электронов на одном из концов проводника будет происходить до тех пор, пока внутреннее электрическое поле не скомпенсирует внешнее, в результате чего напряжённость результирующего поля внутри проводника станет равной нулю, а проводник (и поверхность и его внутренняя область) приобретает один и тот же потенциал.

Таким образом:

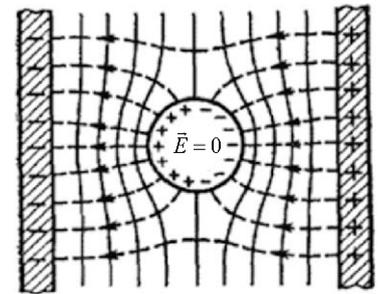
1. при равновесии заряда на проводнике, находящемся во внешнем электростатическом поле, внутри проводника электрического поля нет и весь проводник (поверхность и его внутреннее пространство) приобретает один и тот же потенциал;

2. при равновесии зарядов на проводнике силовые линии электростатического поля перпендикулярны поверхности проводника.

3. заряд на поверхности проводника распределяется неравномерно. Поверхностная плотность заряда зависит от кривизны поверхности: там, где кривизна поверхности меньше, там выше поверхностная плотность заряда, и наоборот (то есть на острие самая большая плотность заряда);



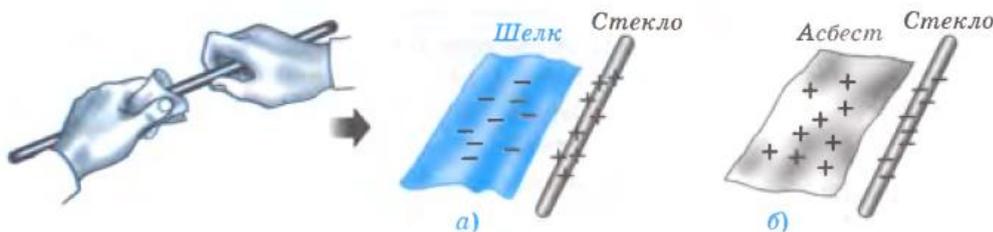
4. благодаря электростатической индукции проводник в электростатическом поле становится подобным диполю, поэтому в пространстве вокруг проводника образуется электрическое поле подобное полю диполя. Это поле деформирует внешнее электрическое поле (см. рис);



Эти рисунки можно не рисовать

Диэлектрики в электростатическом поле

При трении двух незаряженных диэлектриков друг о друга их можно наэлектризовать (то есть сообщить каждому электрический заряд). Это происходит из-за того, что при трении электроны одного диэлектрика могут перейти на другой в результате чего, первый диэлектрик всегда заряжается положительно (так как у него оказывается недостаток электронов), а другой отрицательно (так как у него оказывается избыток электронов).



Эти рисунки можно не рисовать

Поляризованность диэлектрика

При внесении диэлектрика во внешнее магнитное поле он поляризуется, то есть приобретает отличный от нуля дипольный момент

$$\vec{p}_V = \sum \vec{p}_i ,$$

где \vec{p}_i - дипольный момент i -ой молекулы.

Поляризованностью диэлектрика \vec{P} называется векторная величина, равная отношению суммарного электрического дипольного момента молекул, заключенных в объеме V , к величине этого объема:

$$\vec{P} = \frac{\vec{p}_V}{V} = \frac{\sum \vec{p}_i}{V} ,$$

$$[P] = \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}, \text{ Кулон на метр в квадрате.}$$

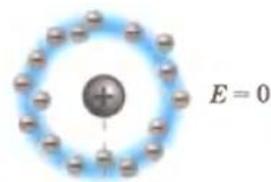
Виды диэлектриков

Различают четыре основных вида диэлектриков: неполярные, полярные, ионные и сегнетоэлектрики.

1. **Неполярными** называются диэлектрики, дипольный момент которых в отсутствии внешнего магнитного поля равен нулю.

К ним относятся диэлектрики, молекулы которых имеют симметричное строение

(H_2 ; O_2 ; CO_2 и др.), в результате чего центр тяжести связанных положительных и отрицательных зарядов молекулы совпадают, поэтому их дипольный момент в отсутствии внешнего электрического поля оказывается равным нулю. Такие молекулы не создают вокруг себя электрическое поле.

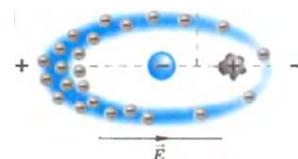


Диэлектрическая проницаемость неполярных диэлектриков не зависит от температуры диэлектрика (при постоянстве концентрации молекул).

2. **Полярными** называются диэлектрики, дипольный момент которых в отсутствии внешнего магнитного поля не равен нулю.

К ним относятся диэлектрики, молекулы которых имеют несимметричное строение

(H_2O , NH_3 , CO и др.), в результате чего центр тяжести связанных положительных и отрицательных зарядов молекулы не совпадают, поэтому их дипольный момент оказывается отличным от нуля.



Такие молекулы даже в отсутствии внешнего электрического поля создают вокруг себя электрическое поле, то есть ведут себя подобно диполям.

Диэлектрическая проницаемость полярных диэлектриков уменьшается с увеличением температуры диэлектрика.

3. **Ионными** называются кристаллические диэлектрики, которые представляют собой пространственные решётки с правильным чередованием ионов противоположных знаков.

В этих кристаллах нельзя выделить отдельные молекулы. Их можно рассматривать как систему вставленных одна в другую ионные подрешётки. (пример ионных диэлектриков: $NaCl$, KCl , KBr и др.).

4. **Сегнетоэлектриками** называются полярные диэлектрики, которые в определенном интервале температур спонтанно поляризованы, то есть обладают поляризованностью P даже при отсутствии внешнего электрического поля.

Вектор электрического смещения (электрической индукции) \vec{D}

Это вспомогательная характеристика электростатического поля.

$$\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E} \quad \text{или} \quad \vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P},$$

где $[D] = \frac{Кл}{м^2}$, Кулон на метр в квадрате,

\vec{E} - напряжённость электрического поля,

\vec{P} - поляризованность диэлектрика,

ε - диэлектрическая проницаемость вещества,

ε_0 - электрическая постоянная.

Поток вектора электрического смещения \vec{D} (дэ)

Потоком вектора электрического смещения \vec{D} называется скалярная величина Φ , равная поверхностному интегралу вида:

$$\Phi = \int_S \vec{D} d\vec{s}.$$

Теорема Гаусса для электростатического поля в веществе

Поток вектора \vec{D} электростатического поля в диэлектрике через произвольную замкнутую поверхность S равен алгебраической сумме свободных зарядов $\sum q_{своб}$, находящихся внутри этой поверхности:

$$\oiint_S \vec{D} d\vec{s} = \sum q_{своб}.$$