

Проводники в электростатическом поле

Проводником называется вещество, способное проводить электрический ток, а значит, содержащие свободные заряженные частицы. К проводникам относятся металлы, электролитические жидкости и плазма.

В электростатике рассматривается состояние, в котором все заряды на проводнике покоятся (условие электростатичности).

Рассмотрим основные электростатические свойства однородных металлических проводников.

1. Электростатическое поле внутри однородного заряженного проводника отсутствует. Если бы это было не так, то под действием поля заряды пришли бы в движение. Но это противоречит условию электростатичности.

2. При помещении незаряженного проводника во внешнее электростатическое поле наблюдается явление электростатической индукции – появление на противоположных сторонах проводника электрических зарядов разных знаков.

Явление электростатической индукции объясняется следующим образом. В металлических проводниках имеются свободные заряды, которые способны свободно двигаться по всему

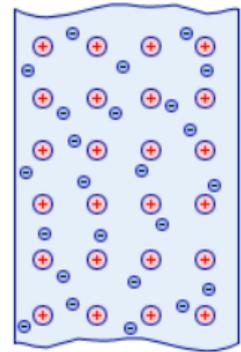


Рисунок 12.29

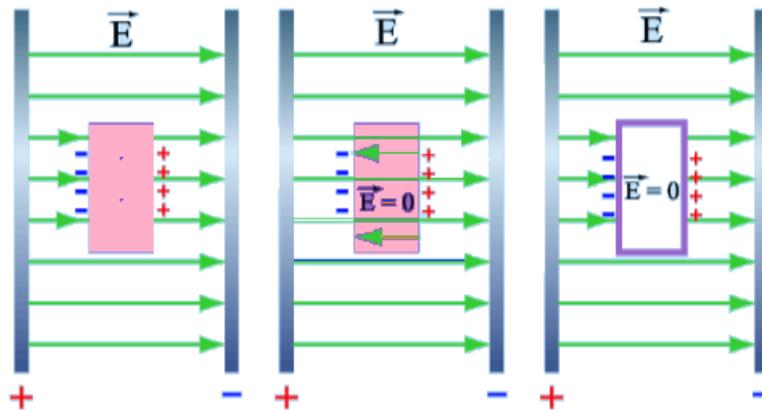


Рисунок 12.30

объёму тела (рис.12.29). При внесении такого проводника в электрическое поле эти носители заряда начинают перемещаться: положительные в направлении вектора E_0 , отрицательные – в противоположную сторону (рис.12.30, а). Та поверхность проводника, на которой они скапливаются, приобретает отрицательный заряд, противоположная – положительный (он создаётся оставшимися положительными ионами). Поле индуцированных зарядов направлено противоположно внешнему полю (рис.12.30, б).

Процесс разделения положительных и отрицательных зарядов в проводнике будет происходить до того момента, когда создаваемое этими зарядами поле внутри проводника полностью скомпенсирует внешнее поле. Таким образом нейтральный проводник, внесённый в электростатическое поле, разрывает часть линий напряжённости; они заканчиваются на отрицательных индуцированных зарядах и вновь начинаются на положительных. Следствием электростатической индукции является исчезновение электростатического поля внутри проводника, которое успевает просуществовать ничтожно малое время (рис.12.30, в).

1. Внутри проводника электрический заряд отсутствует; весь статический заряд проводника, полученный им при электризации, может располагаться только на его поверхности. Это свойство объясняется тем, что если проводник заряжен, то на нём находится

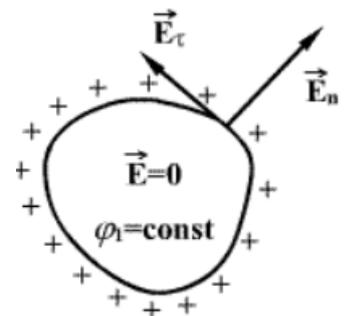


Рисунок 12.31

избыточный заряд какого-либо знака (рис.12.31). Из-за того, что одноимённые заряды отталкиваются они будут стремиться занять как можно больший объём и окажутся все на поверхности проводника.

Избыточный заряд распределяется на полой проводнике так же, как и на сплошном, т.е. по его внешней поверхности.

2. Если внутри проводника (заряженного или находящегося во внешнем поле) имеет полость, то в каждой точке этой полости электростатическое поле равно нулю.

3. Напряжённость электростатического поля на внешней поверхности проводника направлена перпендикулярно к этой поверхности. Если бы это было не так, то существовала бы составляющая поля E_{τ} , направленная вдоль поверхности проводника. Но это привело бы к возникновению поверхностного тока, что в статическом случае невозможно.

4. Во всех точках внутри проводника потенциал электростатического поля имеет одно и то же значение. В самом деле, рассматривая возможные пары точек внутри проводника и применяя к ним соотношение $\varphi_1 - \varphi_2 = E_z d$, где E_z всегда равно нулю, мы получим, что и $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$. Отсюда $\varphi_1 = \varphi_2$, что и требовалось доказать.

Одинаковый потенциал имеет и каждая точка на поверхности проводника. Поэтому можно сказать, что наружная поверхность проводника является эквипотенциальной.

5. Электрические заряды распределяются по поверхности проводника так, что электростатическое поле оказывается сильнее на выступах проводника и слабее на его впадинах (рис.12.32). Эквипотенциальные поверхности проводника неправильной формы вблизи проводника повторяют его форму, поэтому будут сгущены около выступов проводника и разряжены около впадин. Там где, эквипотенциальные поверхности расположены гуще, электрическое поле сильнее, а где они реже там это поле слабее.

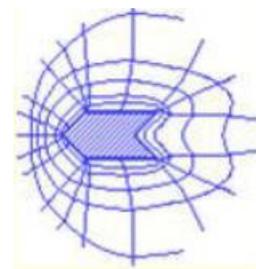


Рисунок 12.32