

Лекция 20

Электростатика

Электростатическое поле и его характеристики

Продолжим рассмотрение примеров вывода формул для расчета характеристик электростатического поля, созданного зарядами, распределенными по объектам различной формы.

Пример 4

Напряженность поля, созданного зарядом, равномерно распределенным с объемной плотностью заряда ρ по объему шара из диэлектрика радиусом R .

Проводящий металлический шар (и проводник любой формы) невозможно зарядить с распределением заряда по объему.

Сообщенный проводнику избыточный заряд из-за взаимного отталкивания одноименных заряженных частиц и проводимости распределяется по поверхности.

Диэлектрики – материалы, не проводящие электричество, и сообщенный заряд может быть распределен по объему.

В качестве замкнутой поверхности интегрирования S (гауссовой поверхности), через которую будем определять поток силовых линий, выберем сферу радиусом r , центр которой совпадает с центром заряженного шара.

- поле вне (снаружи) шара;
- поле вблизи поверхности шара;
- поле внутри шара;

Теорема Гаусса:



Необходимо определить поток вектора напряженности через гауссову поверхность и суммарный заряд внутри ее.

Поток вектора напряженности через гауссову поверхность

Внутри гауссовой поверхности S расположен весь шар с зарядом q



Напряженность поля вне заряженного шара радиуса R

r – расстояние от центра шара

**Напряженность поля внутри
однородно заряженного шара
радиуса R из диэлектрика**

**Заряд части шара внутри
гауссовой поверхности**



**Напряженность поля вблизи поверхности
однородно заряженного шара радиуса R из
диэлектрика**

**Если приближаться к поверхности
изнутри**

извне

**График зависимости напряженность поля однородно
заряженного шара радиуса R из диэлектрика от
расстояния r от центра шара**

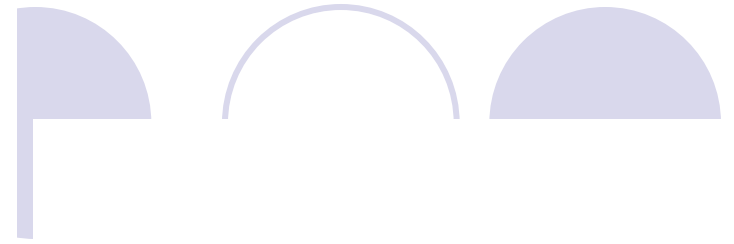
Пример 5

Напряженность поля, созданного зарядом, равномерно распределенным с поверхностной плотностью заряда σ (или с линейной плотностью τ) по поверхности бесконечно длинного цилиндра радиусом R .

Силловые линии поля перпендикулярны поверхности цилиндра.

В качестве гауссовой поверхности S выберем цилиндр радиусом r и длиной l , ось которого совпадает с осью заряженного цилиндра.

Векторы напряженности и нормали совпадают по направлению для боковой поверхности S_b выбранного цилиндра, и перпендикулярны друг другу для поверхности обоих оснований S_o .

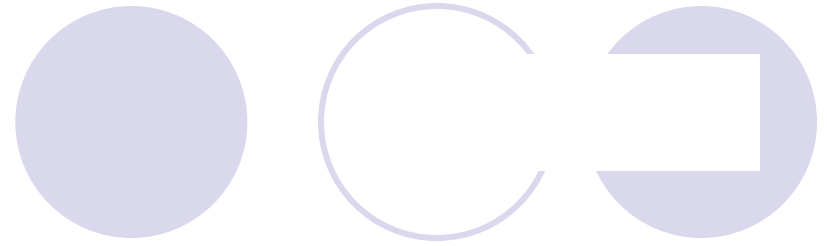


Поток вектора напряженности E через гауссову поверхность

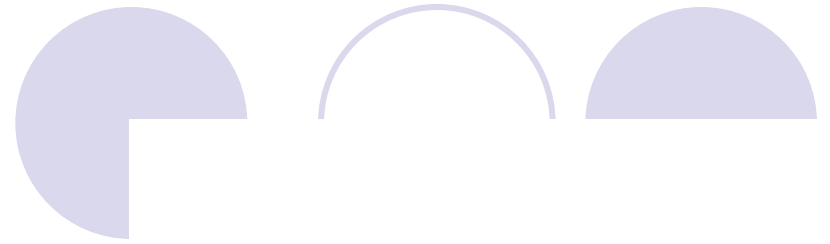


Напряженность поля вне заряженного цилиндра радиуса R

**Соотношение между
поверхностной σ и линейной τ
плотностями заряда
поверхности цилиндра**



**Напряженность поля вблизи
поверхности заряженного цилиндра
радиуса R**



Напряженность поля внутри заряженного полого или проводящего цилиндра радиуса R

Пример 6

Напряженность поля, созданного зарядом, равномерно распределенным с линейной плотностью τ по бесконечно длинному тонкому стержню (длинной нити) на расстоянии r от оси

Пример 7

Разность потенциалов двух точек поля, созданного зарядом, равномерно распределенным с линейной плотностью τ по бесконечно длинному тонкому стержню

Поле осевой симметрии (связь между напряженностью и потенциалом):



Напряжение между двумя точками поля

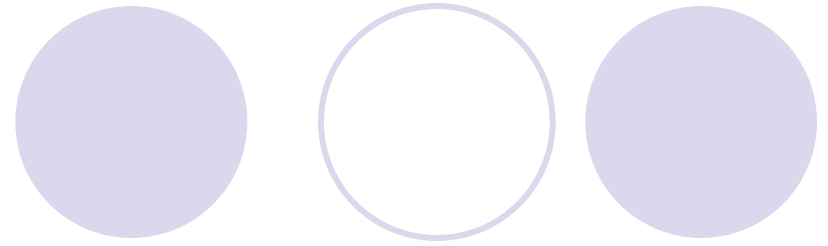
Пример 8

Напряженность поля, созданного зарядом, равномерно распределенным с поверхностной плотностью заряда σ по бесконечно протяженной плоскости

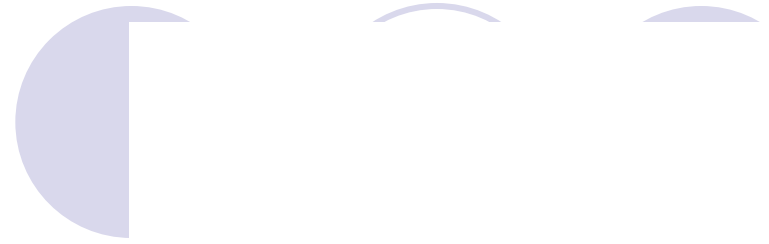
Силловые линии поля перпендикулярны заряженной плоскости, и при положительном знаке заряда направлены от нее.



В качестве гауссовой поверхности S выберем параллелепипед с основаниями площадью S_0 , параллельными заряженной плоскости.



Поток вектора напряженности E через боковые поверхности параллелепипеда равен нулю.



**Поток вектора
напряженности E
через гауссову поверхность**



**Заряд внутри гауссовой
поверхности**

**Напряженность поля плоскости
не зависит от расстояния**

**Напряженность поля
вблизи поверхности
заряженного проводника
(сравните формулы)**

Пример 9

Напряженность поля плоского конденсатора

Плоский конденсатор представляет собой 2 параллельные плоскости (2 электрода), заряды которых одинаковы по величине и противоположны по знаку.

Определим напряженность поля между плоскостями (в точке b) и по обе стороны от конденсатора (в точках a и c).

В соответствии с определением напряженности поместим в каждую из точек пробный положительный заряд и определим направления векторов напряженности в них.

В точках a и c векторы напряженности поля направлены в противоположные стороны, а между плоскостями (в точке b) оба вправо.

**Значения напряженностей каждой из плоскостей одинаковы.
Их векторная сумма в точках a и c равна нулю.**

**Однородное поле
напряженностью
 E сосредоточено
только между
плоскостями
(обкладками
конденсатора).**

Электрический диполь



- **Электрический диполь – система двух взаимосвязанных точечных зарядов одинаковой величины и противоположных знаков, расположенных на малом расстоянии друг от друга.**
- **Дипольный электрический момент**
- **Диполем моделируются молекулы веществ при описании их поведения в электрическом поле.**

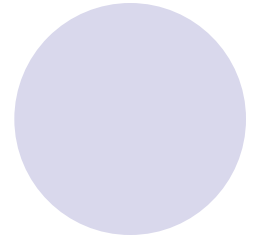
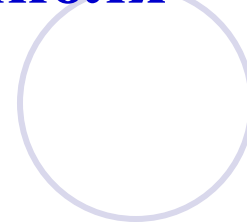
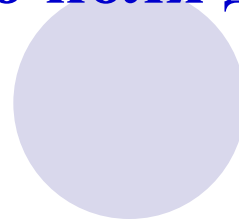
Характеристики электрического поля, созданного диполем

The title is centered at the top of the page. It is flanked by a series of decorative elements: a solid light blue circle on the left, followed by a white circle with a light blue outline, then another solid light blue circle, another white circle with a light blue outline, and finally a solid light blue circle on the right.

Потенциал электрического поля диполя

Принцип суперпозиции

Потенциал электрического поля диполя



Напряженность электрического поля диполя



Напряженность электрического поля диполя



Напряженность электрического поля диполя





Напряженность электрического поля диполя

Диполь во внешнем электрическом поле

- **Однородное поле**

Силы, действующие на заряды диполя, создают момент пары сил, поворачивающих диполь.

Диполь во внешнем электрическом поле

- Неоднородное поле,
(убывающее в
направлении x)



Диполь во внешнем электрическом поле

- **В электрическом поле диполь поворачивается под действием момента пары сил,**
- **а в случае неоднородного поля втягивается в область более сильного поля с силой**