

Прочитайте вступление к учебной лекции.

Если читали ранее – можно пропустить этот блок информации.

Учебная лекция в ДО – это учебный материал для конспектирования

Инструкция для работы с учебным материалом (для конспектирования):

1. Первый раз прочитайте всю лекцию, ничего не записывая.
2. Ответьте мысленно на вопрос, что главное в лекции, из скольких основных частей лекция состоит (*на сколько частей ее можно мысленно разбить*), придумайте название для каждой части – это будет план конспекта.
3. Откройте тетрадь для лекций и запишите в тетради тему, дату лекции и план конспекта.
4. Второй раз начинайте читать лекцию и приступайте к конспектированию: в соответствии с планом – в каждой части плана пишите определения величин, формулы законов, формулировки законов, делайте рисунки к разбираемым примерам или другому. Чем больше будет ваших записей, поясняющих о чем идет речь, тем лучше вы поймете и запомните учебный материал.

Внимание! Важно обращать внимание на то, что вы описываете – явление, закон, величину или другое понятие (например, модель объекта).

Руководствуйтесь правилами:

А) если описываете явление – запишите особенности рассматриваемого явления (*в чем заключается явление, каковы условия его возникновения, какие законы и величины используются для исследования явления*)

В) если описываете величину – запишите определение величины (*укажите физическая скалярная или векторная величина, формулу/ы для определения величины, единицу величины, поясните, что характеризует и, если векторная величина, то она как направлена*),

С) если описываете понятие (не величину) – запишите одно предложение, которое раскрывает смысл понятия (*для примера см. система отсчета, материальная точка, система материальных точек и др.*),

Д) если описываете закон – название, формулу, формулировку, физический смысл запишите закона. **Помните, что при записи формулы надо расшифровать названия величин, входящих в данную формулу.**

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД

Электрический заряд. Характеристики заряженных тел.

Электрический диполь. Закон сохранения заряда. Электрическое поле.

Характеристики и законы электрического поля.

Введение

Электрические явления находят широкое применение в технических системах, в различных электронных устройствах, в элементах линий электропередач и др. Прежде всего надо понимать, что все электрические явления существуют благодаря двум ключевым объектам – заряженному телу и электрическому полю. Заряженное тело называют зарядом. Обратите внимание: заряд – термин, который применяют для описания заряженных тел (заряд = заряженное тело), но также этот термин используют для описания количественной характеристики способности заряженных тел взаимодействовать друг с другом (заряд = физическая величина с единицей измерения 1 Кл).

Электрическое поле – вид материи, которая распределена в пространстве. Поэтому нельзя охарактеризовать поле в целом, можно охарактеризовать его в одной рассматриваемой точке или в некоторой области пространства (характеристика эта показывает, как поле пронизывает некоторую поверхность). Для этого используют специальные характеристики: напряженность поля и потенциал поля в рассматриваемой точке, а также поток вектора напряженности поля для некоторой области пространства.

Какие законы обнаруживаются для электрического заряда и электрического поля? Электрические заряды в электроизолированной системе подчиняются *закону сохранения заряда*, который отражает неизменность зарядов в этом случае. Электрическое поле обнаруживает такие закономерности, как зависимость потока вектора напряженности поля от величины заряда – *теорема Гаусса*, а также невозможность с помощью самого поля заставлять заряды двигаться по замкнутой траектории – *теорема о циркуляции вектора напряженности электрического поля*. Кроме этих законов поля существуют уравнения связи между характеристиками поля.

Электрический заряд

Электрическим зарядом называют электрически заряженное тело. Если речь идет об электрических явлениях, то иногда используют термин «заряд»

вместо термина «электрический заряд». Как увидим в лекциях по магнитным явлениям, магнитных зарядов в природе не существует.

Электрические заряды могут притягиваться и отталкиваться. При обнаружении этого свойства электрические заряды охарактеризовали как положительно и отрицательно заряженные. При этом, как выяснилось, одноименные («+» и «+» или «-» и «-») заряды отталкиваются, а разноименные («+» и «-») заряды притягиваются. При этом заряженные тела притягивались по разному («сильнее» или «слабее»). Поэтому была введена количественная характеристика способности зарядов притягиваться или отталкиваться и этой характеристике тоже дали название «электрический заряд».

Электрический заряд - физическая скалярная величина, является количественной мерой (числовой характеристикой) способности тел вступать в электрическое взаимодействие, а также способности тел создавать электрическое поле (ЭП).

Единица измерения заряда $[q]=1$ Кл (кулон). Заряд можно обозначать и большой буквой $[Q]=1$ Кл.

Универсальной формулы для определения заряд не имеет – как правило, величина определяется с помощью законов электростатики, однако есть возможность связать заряд с элементарным зарядом:

$$q = \pm N \cdot e,$$

здесь e – элементарный электрический заряд, за который принимают заряд одного электрона, его значение определено опытным путем и равно

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$$

В математической формуле $q = \pm N \cdot e$ отражена важная особенность электрического заряда любого заряженного тела: величина электрического заряда всегда кратна элементарному электрическому заряду! То есть любое заряженное тело имеет заряд потому, что имеет избыток или недостаток электронов.

Физический смысл электрического заряда (величины) – он является характеристикой электрически заряженного тела, характеризует способность тела вступать в кулоновское (электрическое) взаимодействие.

Надо заметить, что понятие электрического заряда недостаточно, чтобы описать любое заряженное тело, так как геометрическая форма заряженных тел может быть разной и не всегда можно представить заряженное тело точечным зарядом. В этом случае говорят о том, что заряд распределен по рассматриваемой конфигурации. Поэтому электрический заряд (заряженное тело) можно представить в виде точечного заряда или распределенного заряда, при этом точечный заряд характеризуется электрическим зарядом q , а для описания распределенного заряда используют одну из трех характеристик в зависимости от геометрической формы заряженного тела.

Таблица – Сравнение двух моделей заряженных тел

Точечный заряд	Распределенный заряд
<p>Точечный заряд - электрически заряженное тело, размеры которого малы по сравнению с масштабом взаимодействия тел. Характеристика точечного заряда: q, (1 Кл).</p>	<p>Распределенный заряд - это электрически заряженное тело, размерами которого пренебречь нельзя по условиям задачи, характеризует заряд, распределенный по нити (линии), по поверхности или по объему. Характеристики распределенного заряда:</p> <p>$\tau = \frac{dq}{dl}$, – линейная плотность заряда (Кл/м);</p> <p>$\sigma = \frac{dq}{dS}$, – поверхностная плотность заряда (Кл/м²);</p> <p>$\rho = \frac{dq}{dV}$, – объемная плотность заряда</p>

(Кл/м ³).

Линейная плотность заряда - физическая скалярная величина, которая характеризует распределение заряда по нити, численно равная заряду единицы длины нити:

$$\tau = \frac{dq}{dl}.$$

Единица измерения $[\tau] = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$.

Если линейная плотность заряда известна по всей длине нити, то полный заряд нити находят с помощью интеграла, полученного из предыдущего уравнения:

$$q = \int \tau dl.$$

И, если линейная плотность заряда одинакова на всей длине нити, то последняя формула преобразуется в более простой вид:

$$q = \tau \cdot l.$$

Найдите и запишите в конспект определения двух других характеристик: поверхностная плотность заряда и объемная плотность заряда.

Электрическое поле

Электрическое поле - один из видов материи, которое обладает следующими свойствами:

- 1) поле создается как подвижными, так и неподвижными электрическими зарядами;
- 2) поле оказывает силовое (механическое) воздействие на электрические заряды;
- 3) поле создается переменным магнитным полем (~ МП).

Напряженность ЭП- физическая векторная величина, которая характеризует ЭП в исследуемой точке, численно равна силе, с которой ЭП действует на единичный заряд, помещенный в данную точку поля $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$,

численно равна отношению силы, действующей на пробный точечный заряд, помещенный в исследуемую точку поля, к величине этого заряда.

$$\vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}, \text{ действует на } +q \quad [E] = \text{В/м}$$

Различают по значению напряженностей в разных точках поля два случая: *однородное ЭП* – вектор напряженности имеет одинаковое значение в каждой его точке, *неоднородное* – имеет разные значения в каждой точке.

Силовые линии - это способ графического представления поля. Это линии, в каждой точке к которым вектор напряженности касателен или совпадает с ней (в случае однородного поля).

Число силовых линий на рисунке должно соответствовать напряженности ЭП в исследуемой области пространства (например, на единице поверхности).

Силовым линиям приписывают направление. Они начинаются на положительном заряде и заканчиваются на отрицательном.

Потенциал - физическая скалярная величина, характеризует ЭП в исследуемой точке, численно равна потенциальной энергии, которой обладал бы единичный положительный заряд, помещенный в данную точку поля

$\varphi = \frac{W_{\text{пот}}}{q}$, численно равна отношению потенциальной энергии, которой обладал бы положительный пробный точечный заряд, помещенный в исследуемую точку поля, к величине этого заряда.

$$[\varphi] = 1\text{В}$$

Эквипотенциальные линии - линии равного потенциала, т.е. это линии, которые соединяют все точки, имеющие одинаковое значение потенциала.

Эквипотенциальные линии поля точечного заряда представляют собой окружности.

Нарисуйте силовые и эквипотенциальные линии вблизи точечного заряда (см. интернет).

Напряженность и потенциал - основные характеристики ЭП в исследуемой точке. Однако для исследования электрического поля

необходима еще одна характеристика – поток вектора напряженности электрического поля.

Поток вектора напряженности электрического поля Φ – физическая скалярная величина, которая количественно характеризует ЭП, пронизывающее исследуемую поверхность, численно равна скалярному произведению вектора напряженности \vec{E} на вектор $d\vec{S}$, при этом $d\vec{S}$ – вектор, по модулю равный площади исследуемой поверхности, а по направлению совпадающий с вектором положительной нормали к ней.

$$\delta\Phi = \vec{E} \cdot d\vec{S} \quad d\vec{S} = dS \cdot \vec{n} \quad \vec{n} - \text{единичный вектор ... нормали.}$$

$$\text{Полный поток } \Phi = \int_S \vec{E} d\vec{S} \quad [\Phi] = 1 \text{ Вб}$$

$$\delta\Phi = E_n dS$$

$$\delta\Phi = E \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Нарисуйте площадку, которую пронизывают силовые линии и изобразите, как направлен вектор $d\vec{S}$ по отношению к ней (см. интернет).

Электрическое поле диполя

Диполь – система, состоящая из двух электрических точечных зарядов, жестко скрепленных между собой, причем заряды равны по модулю, но противоположны по знаку.

Нарисуйте силовые и эквипотенциальные линии электрического диполя (см. интернет).

Электрический дипольный момент – физическая векторная величина, характеризует электрические свойства диполя, численно равна произведению заряда на плечо диполя

$$\vec{p} = q \cdot \vec{l},$$

здесь q – один заряд, \vec{l} – вектор, соединяющий положительный и отрицательный заряды, l по модулю называют плечом диполя.