

Часть 2. Электромагнетизм.

Раздел 6. Электростатика.

*Раздел 7. Электростатическое поле и
вещество. Постоянный ток.*

Раздел 8. Магнитное поле.

*Раздел 9. Электромагнитное поле.
Цепи переменного тока.*

Раздел 10. Электромагнитные волны.

Раздел 6. Электростатика.

Тема 1. Электромагнитное поле и его источники.

*Тема 2. Дополнительные характеристики
электростатического поля.*

Тема 3. Заряженные проводники. Проводники в ЭСП.

Для работы с тестами скорректируйте Word:
Сервис→Макрос→Безопасность→Низкая

Тема 1. Электромагнитное поле и его источники.

П.1. Физические поля.

П.2. Электрический заряд.

П.3. Закон Кулона.

П.4. Электростатическое поле.

П.1.Физические поля.

Известно, что материальные объекты могут взаимодействовать друг с другом. При этом каждый объект испытывает воздействие со стороны другого и что-то в нем изменяется.

Передачу воздействия от одного объекта к другому обеспечивает форма материи, которая в классической физике описывается моделью «физическое поле».

В данной модели предполагается, что «физическое поле» непрерывно заполняет все пространство.

Физическое поле (далее просто поле) не единственная модель взаимодействия. Другая модель - поток частиц, называемая корпускулярной (частица \equiv корпускула).

Известны 4 фундаментальных физических взаимодействия:

1. гравитационное,
2. электромагнитное,
3. сильное,
4. слабое.

У каждой модели есть границы ее применимости.

В классической теории электромагнетизма мы будем использовать классическую модель электромагнитного взаимодействия – электромагнитное поле.

Замечание: *математические поля - это любые непрерывные функции пространства и времени.*

П.2.Электрический заряд.

Электромагнитное поле возникает вокруг объектов, имеющих электрический заряд (коротко “заряженных”).

Электрическим зарядом называется характеристика материального объекта, определяющая его способность создавать электромагнитное поле (ЭМП) и взаимодействовать с электромагнитным полем.

Со своим собственным ЭМП частица не взаимодействует.

Замечание: Словом «заряд» называют и физическую характеристику электрических свойств объекта и сам заряженный объект (имеющий электрический заряд).

Основные свойства электрического заряда:

1. Заряд аддитивен, т.е. суммируется $Q_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^N q_i$.

2. Заряд сохраняется:

$Q_{\text{сум}} = \text{const}$, если через границы заряженной области нет потока заряженных частиц (зарядов).

Поток зарядов называется электрическим током.

3. Заряд инвариантен $Q = \text{Inv}$:

Результат измерения заряда одинаков в любой инерциальной системе отсчета, включая и те, в которых он движется.

ТЕСТ

4. Заряд дискретен.

А) Имеется минимальный заряд $q_{\min} = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Таким (по величине) зарядом обладают электроны и протоны, являющиеся основными частицами, из которых состоит вещество.

Замечание: Есть определенные теоретические предположения, что существуют частицы, обладающие еще меньшим зарядом и называемые кварками. У них

$$q_{\min} = \frac{1}{3} e.$$

Б) Любой заряд кратен элементарному:

$$Q = N \cdot e, \text{ где } N = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

5. Имеется 2 “сорта” зарядов.

Заряды одного “сорта” отталкиваются, а разных “сортов” притягиваются (наблюдается экспериментально).

Принято: { Электрон имеет $q_{\text{эл}} = -e$.
Протон имеет $q_{\text{прот}} = +e$.

ЗАМЕЧАНИЕ: Приписывание знака $-$ есть математическое отображение «двухсортности» заряда.

ДОПОЛНЕНИЕ: В модели тела «сплошная среда» для элементарного объема dV вводят элементарный заряд dQ , а их отношение называют *объемной плотностью заряда*

$$\rho = \frac{dQ}{dV}.$$

ТЕСТ

П.3.Закон Кулона.

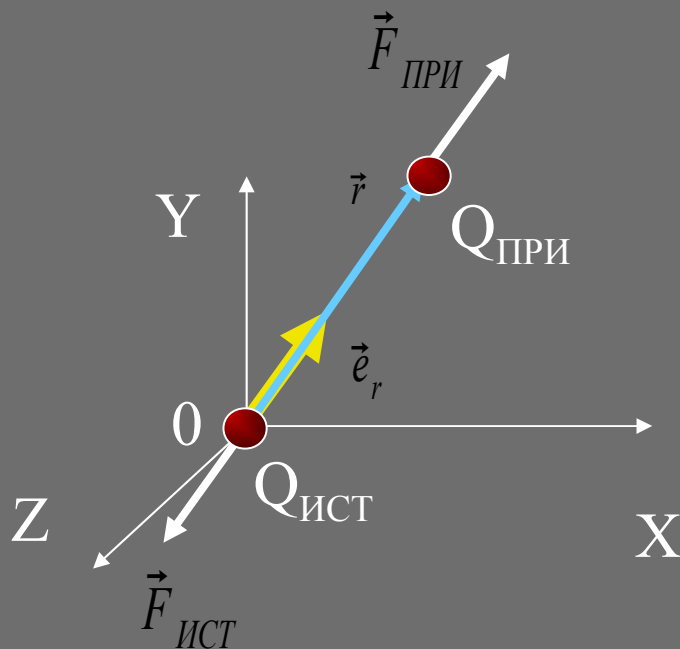
Проблема: Каковы простейшие модели заряженных объектов и как они взаимодействуют.

Простейшей и наиболее широко применяемой моделью является точечный заряд.

Точечный заряд – есть материальная точка, имеющая электрический заряд.

Эта модель применяется для описания реальных заряженных объектов, размерами которых можно пренебречь в условиях данной задачи.

Сила взаимодействия двух неподвижных точечных зарядов Q_1 и Q_2 называется силой Кулона, а формула для этой силы – законом Кулона



$$\vec{F}_{\text{ПРИ}}(\vec{r}) = \frac{Q_{\text{ПРИ}} \cdot Q_{\text{ИСТ}}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r.$$

ϵ_0 – диэлектрическая (электрическая) постоянная, равная $8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м,

Единичный вектор:

$$\vec{e}_r = \frac{\vec{r}}{r}.$$

Сила направлена по прямой, соединяющей заряды.

$\vec{F}_{\text{ПРИ}} = -\vec{F}_{\text{ИСТ}}$ - третий закон Ньютона.

Электростатическим называют взаимодействие двух неподвижных зарядов, а электростатической называют соответствующую кулоновскую силу.

Электрической называют силу, которая действует на неподвижный заряд со стороны движущегося (или неподвижного) заряда.

П.4.Электростатическое поле.

Электростатическим полем называется область пространства, существующая вокруг неподвижного заряженного объекта, в каждой точке которой другой неподвижный заряженный объект испытывает воздействие.

«Поле, описывающее взаимодействие неподвижных зарядов».

Запишем закон Кулона и перегруппируем сомножители:

$$\vec{F}_{\text{ПРИ}} = \left(\frac{Q_{\text{ИСТ}}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r \right) Q_{\text{ПРИ}} = \vec{E}_{\text{ИСТ}} \cdot Q_{\text{ПРИ}}.$$

$\vec{E}_{\text{ИСТ}}$ - характеристика ЭСП, создаваемого источником.

Она называется напряженностью электростатического поля.

Далее для краткости слово «электростатическое» будем заменять на «электрическое», когда это не вызывает противоречий.

Напряженность электрического поля равна отношению силы, действующей на заряд, к величине (алгебраической) этого заряда:

$$\vec{E}_{\text{ИСТ}} = \frac{\vec{F}_{\text{ПРИ}}}{Q_{\text{ПРИ}}}.$$

Напряженность электрического поля в точке с координатой \vec{r} , созданного точечным зарядом $Q_{\text{ИСТ}}$, помещенным в начало координат, равна

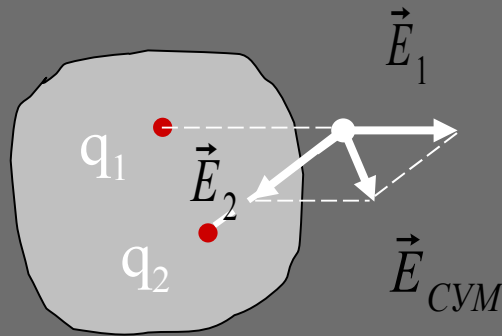
$$\vec{E} = \frac{Q_{\text{ист}}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r.$$

ТЕСТ

ТЕСТ

Электростатическое поле удовлетворяет принципу суперпозиции:

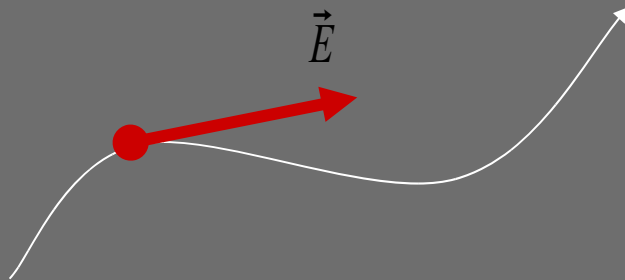
напряженность суммарного поля, создаваемого в данной точке A системой точечных зарядов, равна сумме векторов напряженности полей, созданных каждым точечным зарядом системы.



$$\vec{E}_{\text{СУМ}} = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i.$$

Графическое изображение поля — линии поля.

Линия поля — есть геометрическое место точек, в каждой из которых вектор напряженности направлен по касательной к линии поля.



Густота линий пропорциональна величине напряженности поля вблизи данной точки.

ТЕСТ