
Электрическое поле

3.1.1 Электризация тел

Определение:

Электризация — это процесс, при котором тела приобретают электрический заряд в результате перераспределения зарядов между ними.

Способы электризации:

1. **Электризация трением:** При трении двух тел часть электронов переходит с одного тела на другое, в результате чего тела приобретают заряды противоположных знаков.
2. **Электризация соприкосновением:** При контакте заряженного тела с нейтральным заряд перераспределяется между ними.
3. **Электризация через влияние (электростатическая индукция):** Под действием внешнего заряженного тела в нейтральном теле происходит перераспределение зарядов, и оно приобретает разноименные заряды на разных концах.

Закон сохранения заряда:

В замкнутой системе алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$$

Типы зарядов:

- **Положительный заряд:** Обусловлен недостатком электронов.
- **Отрицательный заряд:** Обусловлен избытком электронов.

Взаимодействие зарядов:

- Одноименные заряды отталкиваются.
- Разноименные заряды притягиваются.

Электрическое поле:

- Заряженные тела создают вокруг себя электрическое поле, которое действует на другие заряженные тела.
- Напряженность электрического поля (E) определяется силой, действующей на единичный положительный заряд:

$$E = \frac{F}{q}$$

где:

- F — сила, действующая на заряд.
- q — величина заряда.

Примеры электризации:

- Электризация волос при расчесывании.
- Электризация воздушного шарика при трении о шерсть.
- Электризация через влияние в электроскопе.

3.1.4 Закон Кулона

Формулировка:

Сила взаимодействия между двумя точечными зарядами прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Формула:

$$F = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$$

где:

- F — сила Кулона.
- k — коэффициент пропорциональности (электрическая постоянная). $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$.
- q_1, q_2 — величины точечных зарядов.
- r — расстояние между зарядами.

Векторная форма:

$$\vec{F}_{12} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{r}$$

где \vec{r}_{12} — вектор, направленный от заряда q_1 к q_2 .

Сила Кулона:

- Сила отталкивания, если заряды одноименные.
- Сила притяжения, если заряды разноименные.
- Действует вдоль прямой, соединяющей заряды.

3.1.5 Действие электрического поля на электрические заряды

Электрическое поле:

Особая форма материи, существующая вокруг электрических зарядов и проявляющаяся в воздействии на другие заряды, помещенные в это поле.

Силовое воздействие:

Электрическое поле оказывает силовое воздействие на заряды.

Характер действия:

- Положительный заряд движется в направлении силовых линий электрического поля.
- Отрицательный заряд движется против силовых линий электрического поля.

Сила, действующая на заряд в электрическом поле:

Формула:

$$F = q \cdot E$$

где:

- F — сила, действующая на заряд.
- q — величина заряда.
- E — напряженность электрического поля.

3.1.6 Напряженность электрического поля

Определение:

Векторная физическая величина, характеризующая электрическое поле в данной точке пространства. Напряженность электрического поля равна отношению силы, действующей на пробный положительный заряд, помещенный в эту точку, к величине этого заряда.

Формула:

$$E = \frac{F}{q_0}$$

где:

- E — напряженность электрического поля.
- F — сила, действующая на пробный заряд q_0 .
- q_0 — пробный положительный заряд.

Направление:

Направление напряженности совпадает с направлением силы, действующей на положительный заряд.

Напряженность поля точечного заряда:

Формула:

$$E = k \cdot \frac{|q|}{r^2}$$

где:

- k — коэффициент пропорциональности ($k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$).
- q — величина точечного заряда.
- r — расстояние от заряда до точки, в которой определяется напряженность.

Единица измерения:

- В/м (вольт на метр) или Н/Кл (ньютон на кулон).

3.1.7 Принцип суперпозиции электрических полей

Формулировка:

Напряженность электрического поля, созданного несколькими зарядами, равна векторной сумме напряженностей полей, созданных каждым из зарядов в отдельности.

Формула:

$$\vec{E}_{\text{рез}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

Применение:

Позволяет рассчитать электрическое поле, созданное сложной системой зарядов.

3.1.8 Потенциальность электростатического поля

Потенциальное поле (консервативное поле):

Работа сил электрического поля при перемещении заряда не зависит от формы траектории и определяется только начальным и конечным положениями заряда.

Электростатическое поле:

Электрическое поле, создаваемое неподвижными зарядами, является потенциальным полем.

Работа электрического поля:

Формула:

$$A = q(\phi_1 - \phi_2)$$

где: ϕ_1 и ϕ_2 — потенциалы в начальной и конечной точках.

3.1.9 Потенциал электрического поля. Разность потенциалов

Потенциал электрического поля (ϕ):

Скалярная физическая величина, характеризующая энергетические свойства электростатического поля в данной точке. Потенциал равен отношению потенциальной энергии пробного заряда, помещенного в данную точку, к величине этого заряда:

$$\phi = \frac{E_p}{q_0}$$

Потенциал поля точечного заряда:

Формула:

$$\phi = k \cdot \frac{q}{r}$$

Единица измерения:

Вольт (В).

Разность потенциалов (напряжение, U):

Разность потенциалов между двумя точками электрического поля:

$$U = \phi_1 - \phi_2$$

Связь между напряженностью и разностью потенциалов:

1. Формула:

$$E = -\frac{\Delta\phi}{\Delta x}$$

(связь для однородного поля)

2. Для однородного электрического поля:

$$U = E \cdot d$$

где d — расстояние между точками с разностью потенциалов U .

3.1.10 Проводники в электрическом поле

Проводники:

Вещества, содержащие свободные заряды (электроны), способные перемещаться под действием электрического поля.

Поведение в электрическом поле:

- Свободные заряды в проводнике перемещаются под действием электрического поля, пока поле внутри проводника не станет равным нулю (перераспределение зарядов).
- На поверхности проводника возникают индуцированные заряды, которые компенсируют внешнее электрическое поле внутри проводника.
- Поле внутри проводника равно нулю.
- Поверхность проводника является эквипотенциальной поверхностью (потенциал одинаков во всех точках).

3.1.11 Диэлектрики в электрическом поле

Диэлектрики:

Вещества, в которых отсутствуют свободные заряды, но есть электрические диполи (молекулы, у которых центры положительного и отрицательного зарядов не совпадают).

Поляризация диэлектриков:

Под действием электрического поля диполи диэлектрика ориентируются вдоль поля, что приводит к ослаблению поля внутри диэлектрика (диэлектрическая проницаемость).

- Процесс наведения диполей называют поляризацией.
- Поляризация ведет к появлению связанных зарядов на границе диэлектрика.

Диэлектрическая проницаемость (ϵ):

Характеризует способность диэлектрика ослаблять электрическое поле.

Напряженность поля в диэлектрике:

$$E_{\text{диэл}} = \frac{E_{\text{вакуум}}}{\epsilon}$$

Ослабление поля:

Электрическое поле внутри диэлектрика становится меньше, чем внешнее электрическое поле.

3.1.12 Электрическая емкость. Конденсатор

Электрическая емкость (C):

Мера способности тела накапливать электрический заряд.

Формула:

$$C = \frac{q}{U}$$

где:

- C — электрическая емкость.
- q — заряд тела.
- U — потенциал тела или разность потенциалов.

Единица измерения:

Фарад (Ф). $1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл/В}$.

Конденсатор:

Устройство, предназначенное для накопления электрического заряда и энергии.

- Состоит из двух проводников (обкладок), разделенных диэлектриком.

Емкость плоского конденсатора:

Формула:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 \cdot S}{d}$$

где:

- ϵ — диэлектрическая проницаемость вещества между обкладками.
- ϵ_0 — электрическая постоянная.
- S — площадь обкладок.
- d — расстояние между обкладками.

3.1.13 Энергия электрического поля конденсатора

Энергия заряженного конденсатора (W):

Энергия, запасенная в электрическом поле, созданном зарядами на обкладках конденсатора.

Формула 1:

$$W = \frac{qU}{2}$$

Формула 2:

$$W = \frac{CU^2}{2}$$

Формула 3:

$$W = \frac{q^2}{2C}$$

где:

- W - Энергия на обкладках конденсатора
- C — электрическая емкость.
- q — заряд тела.
- U — потенциал тела или разность потенциалов.