

1 ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

1.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ. НАПРЯЖЕННОСТЬ ПОЛЯ

1.1.001. Электрический заряд – источник одной из форм электромагнитного поля, связанный с материальным носителем.

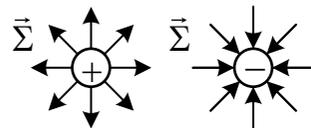
1.1.002. Электромагнитное поле – особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между зарядами.

1.1.003. Электрический заряд q – физическая величина, определяющая электромагнитное взаимодействие: $[q] = 1$ Кл.

1.1.004. Количественной силовой характеристикой действия электромагнитного поля на заряды является вектор $\vec{\Sigma}$ напряженности электрического поля. Напряженность электрического поля в данной его точке равна отношению силы F , действующей со стороны поля на точечный пробный заряд, помещенный в рассматриваемую точку поля, к величине q' этого заряда:

$$\vec{\Sigma} = \frac{\vec{F}}{q'} \quad (\Phi.1.1.001)$$

1.1.005. Существуют два рода электрических зарядов – положительные и отрицательные. Разноименные заряды притягиваются, а одноименные – отталкиваются.



Р.1.1.001

1.1.006. Напряженность – силовая характеристика поля, а не заряда. Например, напряженность электростатического поля точечного заряда q в точке, удаленной от него на расстоянии r , определяется выражением

$$\vec{\Sigma} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{\epsilon r^3} \vec{r}, \quad (\Phi.1.1.002)$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²) – электрическая постоянная,

ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость среды

$\epsilon\epsilon_0$ – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды

1.1.007. Принцип суперпозиции полей: напряженность электрического поля системы зарядов равна векторной сумме напряженностей полей, создаваемых каждым из зарядов в отдельности:

$$\vec{\Sigma} = \sum_{k=1}^n \vec{\Sigma}_k, \quad (\Phi.1.1.003)$$

1.1.008. Закон Кулона: сила взаимодействия F_{12} между зарядами q_1 и q_2 прямо пропорциональна произведению и обратно пропорциональна квадрату расстояния r между ними:

$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad (\Phi.1.1.004)$$

1.1.009. Закон сохранения заряда: алгебраическая сумма зарядов тел или частиц, образующих электрически изолированную систему, не изменяется при любых процессах, происходящих в этой системе.

1.2 ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ. НАПРЯЖЕНИЕ

1.2.001. Пусть $|+q_0| = 9$ нКл. Точки 1, 2, 3 удалены от заряда q_0 на расстояние $r = 1$ м.

При перемещении зарядов

$$|+q_1| = 0,1 \text{ нКл,}$$

$$|-q_2| = 0,2 \text{ нКл,}$$

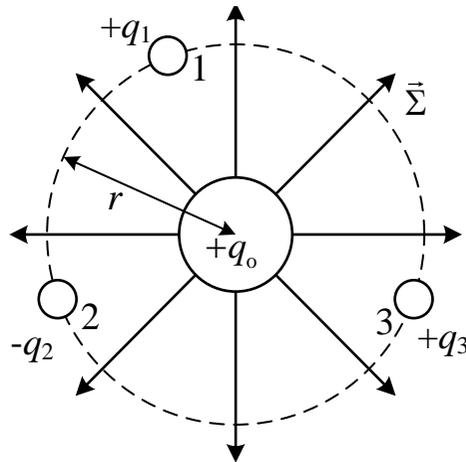
$$|+q_3| = 0,3 \text{ нКл}$$

из бесконечно удаленной точки в точки 1, 2, 3 им сообщается потенциальная энергия

$$W_1 = 0,9 \text{ нДж,}$$

$$W_2 = 1,8 \text{ нДж,}$$

$$W_3 = 2,7 \text{ нДж.}$$



Р.1.2.001

Но отношение $\frac{W_1}{|q_1|} = \frac{W_2}{|q_2|} = \frac{W_3}{|q_3|} = \varphi$, (Ф.1.2.001)

остаётся постоянным для данной точки поля и называется **потенциалом**

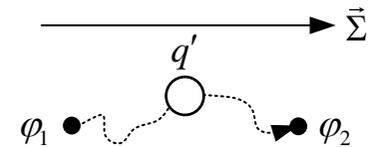
1.2.002. Т. о. потенциал электростатического поля φ –

$$(Ф.1.2.002)$$

1.2.003. Потенциал – это характеристика поля, а не помещаемого в него заряда. Например, потенциал электростатического поля, создаваемого одним точечным зарядом q в однородном и изотропном диэлектрике с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ на расстоянии r от него определяется выражением:

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}. \quad (Ф.1.2.003)$$

1.2.004. При перемещении заряда q' из точки поля с потенциалом φ_1 в точку поля с потенциалом φ_2 (Р.1.2.002) совершается работа A_{12} , определяемая выражением:



Р.1.2.002

$$(Ф.1.2.004)$$

величина которой не зависит ни от формы траектории пути, ни от ее длины.

1.2.005. Отношение работы A , совершаемой любым электрическим полем при перемещении положительного заряда q из одной точки поля в другую, к значению заряда называется **напряжением** U между этими точками:

$$(Ф.1.2.005)$$

1.2.006. Из (Ф.1.2.005) для случая на рисунке Р.1.2.002 справедливо:

$$(Ф.1.2.006) \quad 4$$

1.3 ВЕЩЕСТВО В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

1.3.001. По электрическим свойствам все материалы можно **условно** разделить на проводники и диэлектрики (изоляторы)

В проводниках существуют **свободные носители заряда**, которые под действием внешнего электрического поля могут перемещаться по всему объему тела.

При не слишком высоких температурах и в условиях, когда диэлектрики не подвержены действию очень сильных электрических полей в них, в отличие от проводников, **отсутствуют свободные носители заряда**.

1.3.002. Проводники первого рода –

Проводники второго рода –

1.3.003. Свободными носителями заряда являются:

в металлах в электролитах в газах

2 ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА И МЕТОДЫ ИХ РАСЧЕТА

2.1 ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ

2.1.001. Электрический ток (ток) –

2.1.002. Сила электрического тока (сила тока, ток) –

этого промежутка:

(Ф.2.1.001)

2.1.003. Постоянный электрический ток –

(Ф.2.1.002)

2.1.004. За направление тока принято



Р.2.1.001

2.2 СТОРОННИЕ СИЛЫ

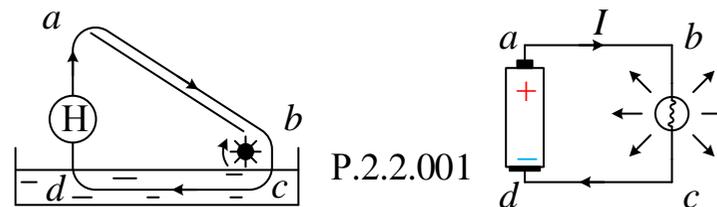
2.2.001. В металлическом проводнике имеется электростатическое поле, которое создается электронами и положительными ионами кристаллической решетки – поле кулоновских сил. Кулоновское взаимодействие между зарядами приводит к тому, что электрическое поле внутри проводника равно нулю. Поэтому

2.2.002. Сторонние силы –

Сторонние силы вызывают **разъединение разноименных зарядов** и **поддерживают разность потенциалов** на концах проводника. Они являются причиной неэлектростатического электрического поля, существующего в проводнике и обеспечивающего упорядоченное движение зарядов

Стационарное электрическое поле сторонних сил создается источниками электрической энергии.

2.2.002. Источники электрической энергии –



Р.2.2.001

Из a в b и из b в c жидкость движется под действием гравитационных сил. По пути из b в c жидкость совершает работу. Из d в a жидкость движется под действием «сторонних» (по отношению к гравитационным) сил.

Из a в b , из b в c и из c в d заряды движутся под действием кулоновских сил. По пути из b в c ток совершает работу. Из d в a заряды движутся под действием «сторонних» (по отношению к кулоновским) сил.

Насос обеспечивает создание между точками d и a постоянной разности гидростатического давления. За счет энергии, которая «затрачивается в насосе», совершается работа по сообщению жидкости потенциальной энергии.

Источник обеспечивает создание между точками d и a постоянной разности потенциалов. За счет энергии, которая затрачивается в источнике, сторонние силы совершают работу $A_{ст}$, необходимую для упорядоченного движения зарядов.

2.2.003. Электродвижущая сила (ЭДС) E –

(Ф.2.2.001)

ЭДС – одна из характеристик **любого** источника электрической энергии

2.3 ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

2.3.001. Из рисунка Р.2.2.001 можно определить следующие условия существования электрического тока:

2.3.002. **Электрическая цепь** – это совокупность устройств, предназначенных для передачи, распределения, взаимного преобразования электрической (электромагнитной) и других видов энергии и информации, если процессы, протекающие в этих устройствах, могут быть описаны при помощи понятий об ЭДС, токе и напряжении.

2.3.003. **Основные элементы цепи** – источники и приемники (потребители) электрической энергии (и информации), соединенные проводниками.

2.3.004. Приемники энергии –

2.3.005. Рассчитать цепь – определить токи и их направления во всех участках и напряжения на их концах.

2.3.006. **Электрическая схема** – изображение электрической цепи с помощью условных знаков – условных графических обозначений (УГО)

2.3.007. **Вольтамперная характеристика (ВАХ)** –