

Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля

Электрический потенциал

ТЕМА: ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

ЛЕКЦИЯ: ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ, ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЗАКОН КУЛОНА.

Рассмотрение данной темы начинаем с понятия об основных формах материи: веществе и поле. Все вещества, как простые, так и сложные, состоят из молекул, а молекулы – из атомов. Молекула – мельчайшая частица вещества, которая сохраняет его химические свойства. Атом – мельчайшая частица химического элемента, которая сохраняет его свойства. Атом состоит из положительно заряженного ядра, в состав которого входят протоны и нейтроны (нуклоны), и отрицательно заряженных электронов, расположенных на оболочках вокруг ядра на различном расстоянии от него. Если говорят, что атом электрически нейтрален, это значит, что число электронов на оболочках равно числу протонов в ядре, т.к. нейтрон заряда не имеет. Электрический заряд – физическая величина, определяющая интенсивность электромагнитного взаимодействия. Заряд частицы обозначается q и измеряется в Кл (Кулон) в честь французского ученого Шарля Кулона. Элементарным (неделимым) зарядом обладает электрон, его заряд равен $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Заряд протона по модулю равен заряду электрона, т. е. $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, следовательно, бывают положительные и отрицательные электрические заряды. Причем, одноименные заряды отталкиваются, а разноименные – притягиваются. Если тело заряжено, это значит, что в нем преобладают заряды какого-то одного знака («+» или «-»), в электрически нейтральном теле число «+» и «-» зарядов равно. Заряд всегда связан с какой-то частицей. Существуют частицы, не имеющие электрического заряда (нейтрон), но не существует заряда без частицы.

С понятием электрического заряда неразрывно связано понятие электрического поля. Существует несколько видов полей:

- электростатическое поле – это электрическое поле неподвижных заряженных частиц;
- электрическое поле – это материя, которая окружает заряженные частицы, неразрывно с ними связана и оказывает силовое воздействие на электрически заряженное тело, внесенное в пространство, заполненное этим видом материи;
- магнитное поле – это материя, которая окружает любое движущееся заряженное тело;
- электромагнитное поле характеризуется двумя взаимосвязанными сторонами – составляющими: магнитным полем и электрическим, которые выявляются по силовому воздействию на заряженные частицы или тела.

Как определить, существует ли электрическое поле в данной точке пространства или нет? Мы не можем пощупать поле, увидеть его или понюхать. Для определения существования поля необходимо внести в любую точку пространства пробный (точечный) электрический заряд q_0 .

Заряд называется точечным, если его линейные размеры весьма малы по сравнению с расстоянием до тех точек, в которых определяется его поле.

Пусть поле создается положительным зарядом q . Для определения величины поля этого заряда необходимо в любую точку пространства, окружающего этот заряд, внести пробный заряд q_0 . Тогда со стороны электрического поля заряда $+q$ на заряд q_0 будет действовать некоторая сила.

Эту силу можно определить, используя закон Кулона: величина силы, с которой на каждый из двух точечных тел действует их общее электрическое поле, пропорциональна произведению зарядов этих тел, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и зависит от среды, в которой находятся эти тела:

$$F = q_1 \cdot q_2 / 4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2,$$

где $1/4\pi\epsilon\epsilon_0 = k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$;

q_1, q_2 – заряды частиц;

r – расстояние между частицами;

3

ϵ_0 – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума (электрическая постоянная, равная: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$);

ϵ – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды, показывающая во сколько раз в среде электрическое поле меньше, чем в вакууме.

Характеристики электрического поля:

1. силовая характеристика – напряженность (E) – это векторная физическая величина, численно равная отношению силы, действующей на заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда: $E = F/q$; $[E] = [1 \text{ Н/Кл}] = [1 \text{ В/м}]$

Графически электрическое поле изображают с помощью силовых линий – это линии, касательные к которым в каждой точке пространства совпадают с направлением вектора напряженности.

Силовые линии электрического поля незамкнуты, они начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных:



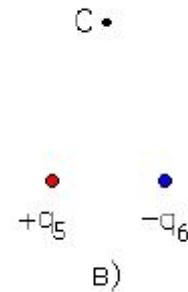
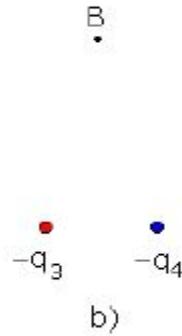
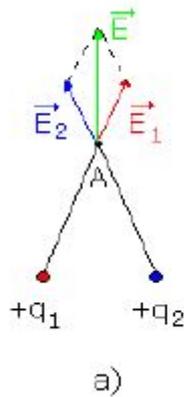
Пусть у нас имеются:

а) два положительных заряда q_1 и q_2 ;

б) два отрицательных заряда q_3 и q_4 ;

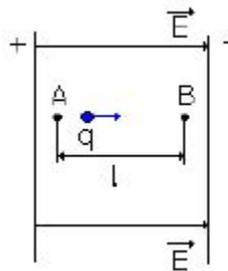
в) положительный заряд q_5 и отрицательный заряд q_6

Необходимо найти напряженность поля, созданного этими зарядами в некоторых точках пространства (А, В, С).



Принцип суперпозиции: если поле создано несколькими электрическими зарядами, то напряженность такого поля равна векторной (геометрической) сумме напряженностей полей отдельных зарядов: $E_{\text{общ}} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$

Электрическое поле называется однородным, если вектор напряженности E одинаков по модулю и по направлению в любой точке поля, а силовые линии поля параллельны между собой и находятся на одинаковом расстоянии друг от друга.



Пусть у нас имеется однородное электрическое поле, например, поле между обкладками плоского конденсатора, в котором положительный точечный заряд q перемещается под действием силы со стороны этого поля из точки A в точку B на расстояние l .

При этом электрическое поле будет совершать работу, равную:

$A = Fl$, где $F = Eq$, т.е. $A = Eql$ - работа поля по перемещению электрического заряда q из одной точки поля в другую.

Величина, равная отношению работы по перемещению точечного положительного заряда между двумя точками поля к величине этого заряда, называется электрическим напряжением между указанными точками: $U = A/q = Eql/q = E \cdot l$ [U] = [1 Дж/Кл] = [1 В].

Работа электрического поля не зависит от формы траектории, следовательно, она равна изменению потенциальной энергии, взятой с обратным знаком: $A = -\Delta E_{\text{пот}} = -\Delta E_p$. На замкнутой траектории работа поля равна нулю.

Потенциальная энергия всегда связана с выбором нулевого (начального) уровня, однако, в данном случае выбор нулевого уровня относителен. Физический смысл имеет не сама потенциальная энергия, а ее изменение, т.к. именно за счет изменения потенциальной энергии совершается работа. И чем больше ее изменение, тем больше работа поля.

энергетическая характеристика – потенциал φ - это скалярная физическая величина, равная отношению потенциальной энергии заряда, необходимой для его перемещения из одной точки поля в другую, к величине этого заряда: $\varphi = \Delta E_p / q$. $[\varphi] = [1 \text{ Дж/Кл}] = [1 \text{ В}]$.

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ – изменение потенциала;

$U = \varphi_1 - \varphi_2$ - разность потенциалов (напряжение)