**АГЕНСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

**УЗБЕКИСТАНА**

**ФЕРГАНСКИЙ ФИЛИАЛ**

**ТАШКЕНТСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**Реферат**

**по физике**

**Студента гр. 617-07 ИТ Даутова Салавата**

**Тема: «Потенциал поля»**

**Фергана - 2008 г.**

Тема: «Потенциал поля»

План:

1. Работа сил электрического поля. Циркуляция вектора напряжённости электрического поля.
2. Потенциал поля точечного заряда и системы зарядов.
3. Связь между напряжённостью и потенциалом электрического поля. Эквипотенциальные поверхности.

Выясним, как можно найти работу электрических сил при перемещении заряда q в однородном электрическом поле (Е=const). Пусть заряд q находится в точке В однородного электрического поля (рис.1).



Рис.1. Работа сил электрического поля по перемещению заряда q из точки В в точку С не зависит от формы пути.

Из механики известно, что работа равна произведению силы на путь и на косинус угла между ними. Поэтому работа электрических сил при перемещении заряда q в точку С по прямой BnC выразится следующим образом:

ABnC = F • BC • cos α = qE • BC • cos α

Так как BC•cos α=BD (см. рис. 1), то имеем

ABnC = qE • BD.

Работа сил поля при перемещении заряда q в точку С по пути BDC равна сумме работ на отрезках BD и DC, т. е.

ABDC = ABD + ADC = qE • BD + qE • DC • cos 90º.

Поскольку cos 90º=0, работа сил поля на участке DC равна нулю. Поэтому

ABDC = qE • BD.

Следовательно, когда перемещение заряда происходит по линии напряжённости, а затем перпендикулярно к ней, то силы поля совершают работу только при перемещении заряда вдоль линии напряжённости поля.

Выясним теперь, чему будет равна работа сил поля на криволинейном участке BmC. Разобьём этот участок на малые отрезки, сто каждый из них можно принять за прямую линию (см. рис. 1). По доказанному выше работа на каждом таком участке будет равна работе на соответствующем отрезке линии напряжённости li. Тогда вся работа на пути BmC будет равна сумме работ на отрезках l1, l2 и т. д. Таким образом,

ABmC = qE • (l1 + l2 +…+ lk).

Поскольку сумма в скобках равна длине BD, имеем

ABmC = qE • BD.

Итак, мы доказали, что *в однородном электрическом поле работа электрических сил не зависит от формы пути.* Например, при перемещении заряда q между точками В и С эта работа во всех случаях равна qE•BD. Можно доказать, что этот вывод справедлив и для неоднородного поля. Следовательно, если распределение а пространстве электрических зарядов, создающих электрическое поле, не изменяется со временем, то силы поля являются **консервативными**.

Поскольку работа сил поля на участке BnC и BmC одинакова (см. рис.2), то на замкнутом пути работа сил поля равна нулю. Действительно, если на участке BmC работа сил поля положительна, то на участке CnB она отрицательна. Итак, *работа сил электрического поля по замкнутому контуру всегда равна нулю.*



Рис. 2. Работа электрических сил на замкнутом пути равна нулю.

При действии только консервативной силы работа является единственной мерой изменения энергии. Поле консервативной силы, т. е. поле, в котором работа не зависит от формы пути, называется *потенциальным.* Примерами потенциальных полей являются поле тяготения и электрическое поле.

Поскольку силы электрического поля консервативные, то работа сил этого поля при перемещении заряда из точки В в С (см. рис. 2) может служить мерой изменения потенциальной энергии заряда в электрическом поле. Если обозначить потенциальную энергию заряда в точке В через ПВ, а в точке С – через ПС, то

ABC = ПВ - ПС. (1)

В более общем случае, если заряд перемещается в электрическом поле из точки 1, где его потенциальная энергия была П1, в точку 2, где его энергия оказывается равной П2, работа сил поля

А1 2 = П1 - П2 = - (П2 - П1) = - ∆П2 1,

Где ∆П2 1=П2-П1 представляет собой приращение потенциальной энергии заряда при его перемещении из точки 1 в точку 2. Итак

А1 2 = - ∆П2 1. (1а)

Из формулы (1а) видно, что А1 2 и ∆П2 1 всегда имеют противоположные знаки.

Действительно, если заряд q перемещается под действием сил поля (т. е. работа сил поля А1 2 положительна), то при этом потенциальная энергия заряда уменьшается (т. е. П2 < П1 и приращение потенциальной энергии ∆П2 1 отрицательно). Если же заряд перемещается против сил поля (А1 2 < 0), то потенциальная энергия заряда увеличивается (∆П2 1 > 0).

Из формулы (1) видно, что с помощью измерения работы можно узнать лишь изменение потенциальной энергии заряда q между двумя точками В и С, но нет способов, позволяющих однозначно оценить величину его потенциальной энергии в какой-либо точке поля. Чтобы устранить эту неопределённость, можно условно принять за нуль потенциальную энергию в любой произвольно выбранной точке поля. Тогда и во всех других точках потенциальная энергия будет определена однозначно. *Условились потенциальную энергию заряда, находящегося в точке, бесконечно отдалённой от заряженного тела, создающего поле, считать за нуль:*

П∞ = 0. (2)

Тогда для случая перемещения заряда q Из точки В в бесконечность получим

АВ∞ = Пв – П∞ = ПВ. (2а)

Следовательно, при таком условии *потенциальная энергия заряда, находящегося в какой-либо точке поля, будет численно равна работе, совершаемой силами поля при перемещении данного заряда из этой точки в бесконечность.* Таким образом, если поле создано положительным зарядом, то потенциальная энергия другого положительного заряда, находящегося в какой-либо точке этого поля, будет положительной, а если поле создано отрицательным зарядом, то потенциальная энергия положительного заряда в этом поле будет отрицательной. Для отрицательного заряда, помещённого в электрическое поле, будет всё наоборот.

Когда поле создано сразу несколькими зарядами, то потенциальная энергия заряда q, помещённого в какую-либо точку В такого поля, равна алгебраической сумме энергий, обусловленных полем (в точке В) каждого заряда в отдельности. Вспомним, что напряжённости электрических полей отдельных зарядов в каждой точке пространства тоже складываются (геометрически). Таким образом, если в пространстве одновременно существуют поля нескольких зарядов, то эти поля просто накладываются друг на друга. Такое свойство полей называется **суперпозицией**.

Отметим ещё, что *в электротехнике за нуль часто принимают потенциальную энергию заряда, находящегося на Земле.* В этом случае потенциальная энергия заряда в какой-либо точке поля В численно равна работе, совершаемой силами поля при перемещении этого заряда из точки В на поверхность Земли.

Было установлено, что потенциальная энергия электрического заряда зависит от его положения в электрическом поле. Поэтому целесообразно ввести энергетическую характеристику точек электрического поля.

Поскольку сила, действующая на заряд q в электрическом поле, прямо пропорциональна величине заряда q, то работа сил поля при перемещении заряда также прямо пропорциональна величине заряда q. Следовательно, и потенциальная энергия заряда в произвольной точке В электрического поля прямо пропорциональна величине этого заряда:

ПВ = φВq. (3)

Коэффициент пропорциональности φВ для каждой определённой точки поля остаётся постоянным и может служить энергетической характеристикой поля в этой точке.

*Энергетическая характеристика электрического поля в данной точке называется потенциалом поля в этой точке. Потенциал измеряется потенциальной энергией единичного положительного заряда, находящегося в заданной точке поля:*

φВ = ПВ**/**q. (3а)

*Потенциал поля электрического поля численно равен работе, совершаемой силами поля при перемещении единичного положительного заряда из этой точки в бесконечность.*



Рис. 3. Во всех точках, находящихся на одинаковом расстоянии от точечного заряда, потенциал одинаков.

Потенциал поля в данной точке может быть рассчитан теоретически. Он определяется величиной и расположением зарядов, создающих поле, а также окружающей средой. Ввиду сложности таких расчётов здесь мы их приводить не будем. Запишем лишь формулу для потенциала поля точечного заряда q, полученную в результате такого расчёта.

Если расстояние от заряда q до точки 1, в которой вычисляется потенциал, обозначить через r1 (рис. 3), то можно показать, что потенциал в этой точке

φ1 = q**/**4πεcr1. (4)

Отметим, что по этой же формуле вычисляется потенциал поля, созданного зарядом q, который равномерно распределён по поверхности шара, для всех точек, находящихся вне шара. В этом случае r1 обозначает расстояние от центра шара до точки 1.

Следует обратить внимание на то, что потенциал поля положительного заряда уменьшается при удалении от заряда, а потенциал поля отрицательного заряда – увеличивается. Поскольку потенциал является величиной скалярной, то, когда поле создано многими зарядами, *потенциал в любой точке поля равен алгебраической сумме потенциалов, созданных в этой точке каждым зарядом в отдельности.*

Работу сил поля можно выразить с помощью **разности потенциалов**. Вспомни, что работа при перемещении заряда между точками 1 и 2 (см. рис. 3) определяется формулой (1а):

А1 2 = - ∆П2 1 = - (П2 – П1).

Заменив П его значением из формулы (3), получим

А1 2 = - (φ2qПр – φ1qПр) = - qПр (φ2 – φ1) = - qПр∆φ.

Но это можно записать и так:

А1 2 = qПр (φ1 – φ2).

*Разность потенциалов* (φ1 – φ2) *называют напряжением между точками 1 и 2 и обозначается* U1 2. Таким образом,

А1 2 = qПрU1 2.

Опустив индексы, получим

А = qU. (5)

Следовательно, *работа сил поля при перемещении заряда q между двумя точками поля прямо пропорциональна напряжению между этими точками.*

Выведем из (5) единицу напряжения:

U = A**/**q; U = 1 Дж**/**1Кл = кг • м2**/**с3 • А = 1 В (вольт).

В системе СИ за единицу измерения напряжения принимается вольт. Вольтом называется такое напряжение (разность потенциалов) между двумя точками поля, при котором, перемещая заряд в 1 Кл из одной точки в другую, поле совершает работу в 1 Дж. Отметим, что на практике заряды всегда перемещаются между двумя определёнными точками поля, поэтому чаще важно знать напряжение между отдельными точками, а не их потенциалы.

Из формулы (4) видно, что во всех точках поля, находящихся на расстоянии r1 от точечного заряда q (см. рис. 3), потенциал φ1 будет одинаковый. Все эти точки находятся на поверхности сферы, описанной радиусом r1 из точки, в которой находится точечный заряд q.

*Поверхность, все точки которой имеют одинаковый потенциал, называется эквипотенциальной* (от латинского «экви» - равный). Разрезы таких поверхностей с потенциалами φ1 и φ2 на рис. 3 показаны окружностями. Для эквипотенциальной поверхности справедливо соотношение

φ = const. (6)

Оказывается, что *линии напряжённости электрического поля всегда нормальны к эквипотенциальным поверхностям.* Это означает, что *работа сил поля при перемещении заряда по эквипотенциальной поверхности равна нулю.*

Поскольку работа сил поля при перемещении заряда q определяется только разностью потенциалов между началом и концом пути, то при перемещении заряда q с одной эквипотенциальной поверхности на другую (потенциалы которых φ1 и φ2) эта работа не зависит от формы пути и равна А = q(φ1 – φ2).

В дальнейшем следует помнить, что под действием сил поля положительные заряды всегда перемещаются от большего потенциала к меньшему, а отрицательные – наоборот.

Литература.

Л.С. Жданов «Учебник по физике для средних специальных учебных заведений», изд. «Наука», 1977г.