Заряженные тела притягивают или отталкивают друг друга. При перемещении заряженных тел, например листочков электроскопа, действующие на них силы совершают работу. Из механики известно, что система, способ­ ная совершить работу благодаря взаимодействию тел друг с другом, обладает потенциальной энергией. Значит, система заряженных тел обладает потенциальной энергией, называемой электростатической или электрической.

Понятие потенциальной энергии самое сложное в электростатике. Вспомните, как нелегко было представить себе, что такое потенциальная энергия в механике. Силу мы ощущаем непосредственно, а потенциальную энергию нет. На пятом этаже дома потенциальная энергия нашего тела больше, чем на первом. Но мы это никак не воспринимаем. Различие становится понятным, если вспомнить, что при подъёме вверх пришлось совершить работу, а также если представить себе, что произойдёт при падении с пятого этажа.

Энергия взаимодействия электронов с ядром в атоме и энергия взаимодействия атомов друг с другом в молекулах (химическая энергия) - это в основном электрическая энергия.

С точки зрения теории близкодействия на заряд непосредственно действует электрическое поле, созданное другим зарядом. При перемещении заряда действующая на него со стороны поля сила совершает работу. (В дальнейшем для краткости будем говорить просто о работе поля.) Поэтому можно утверждать, что заряженное тело в электрическом поле обладает энергией. Найдём потенциальную энергию заряда в однородном электрическом поле.

Работа при перемещении заряда в однородном электростатическом поле. Однородное поле создают, например, большие параллельные металлические пластины, имеющие заряды противоположного знака. Это поле действует

на заряд q с постоянной силой F= qЁ, подобно тому как Земля действует с постоянной силой F = т"/Т на камень вблизи её поверхности.

Пусть пластины расположены вертикально (рис. 14.31), левая пластина В заряжена отрицательно, а правая - положительно. Вычислим работу, совершаемую полем при перемещении положительного заряда q из точки 1 , находящейся на расстоянии d1 от левой пластины, в точку 2, расположенную на расстоянии d2 от неё. Точки 1 и 2 лежат на одной силовой линии. Электрическое поле при перемещении заряда совершит положительную работу.

Работа по перемещению заряда в электрическом поле не зависит от формы траектории, подобно тому как не зависит от формы траектории работа силы тяжести.

Докажем это непосредственным расчётом.

Пусть перемещение заряда происходит по кривой (рис. 14.32). Разобьём эту кривую на малые перемещения. Сила, действующая на заряд, остаётся постоянной (поле однородно), а угол а между направлением силы и направлением перемещения будет изменяться. Работа на малом перемещении равна. Очевидно, что IЛs lcosa = Лd - проекция малого перемещения на горизонтальное направление. Суммируя работы на малых перемещениях, получаем А = qEd. С помощью аналогичных рассуждений можно вывести формулу для работы кулоновской силы при перемещении заряда q0 из точки 1 в точку 2 в неоднородном поле неподвижного точечного заряда q. При этом должно быть учтено, что сила зависит от расстояния до точечного заряда q. Для работы кулоновской силы в поле точечного заряда q справедливо выражение.

Мы видим, что работа зависит только от положения начальной (r 1 ) и конечной (r 2) точек траектории и не зависит от формы траектории.

Электростатическая сила, действующая на заряды, является так же, как и силы тяжести, тяготения и упругости, консервативной силой.

Потенциальная энергия. Поскольку работа электростатической силы не зависит от формы траектории точки её приложения, сила является консервативной, и её работа согласно формуле (5.22) равна изменению потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком.

Сравнивая полученное выражение (14.12) с общим определением потенциальной энергии (14.13), видим, что. Считаем, что в точке 2 потенциальная энергия равна нулю. Тогда потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле равна, где расстояние от точки до любой точки, находящейся с точкой 2 на одной силовой линии.

Теперь получим формулу для потенциальной энергии заряда, находящегося в поле точечного заряда. Изменение потенциальной энергии заряда q0 при перемещении из точки 1 в точку 2 в неоднородном поле неподвижного точечного заряда q равно работе консервативной силы, взятой с обратным знаком.

Если считать, что в бесконечно удалённой точке потенциальная энергия равна нулю, то потенциальная энергия заряда q0 в некоторой точке, находящейся на расстоянии r от точечного заряда, создающего поле.

Потенциальная энергия прямо пропорциональна заряду, внесённому в поле.

Отметим, что формула (14.14) подобна формуле для потенциальной энергии тела. Но заряд q в отличие от массы может быть как положительным, так и отрицательным.

Если поле совершает положительную работу, то потенциальная энергия заряженного тела при его свободном перемещении в поле в точку 2 уменьшается. Одновременно согласно закону сохранения энергии растёт его кинетическая энергия. И наоборот, если работа отрицательна (например, при свободном движении положительно заряженной частицы в направлении, противоположном направлению вектора напряжённости поля Е; это движение подобно движению камня, брошенного вверх), то. Потенциальная энергия растёт, а кинетическая энергия уменьшается; частица тормозится.

На замкнутой траектории, когда заряд возвращается в начальную точку, работа поля равна нулю.

Это - свойство полей консервативных сил.