

поляризованными зарядами и направленное против внешнего поля (рис. 14.25). Если напряженность внешнего поля E_0 , а напряженность поля, создаваемого поляризованными зарядами, E_1 , то напряженность поля внутри диэлектрика равна:

$$E = E_0 - E_1.$$

Как видим, поле внутри диэлектрика ослабляется. Степень ослабления поля зависит от свойств диэлектрика.

В электрическом поле связанные заряды диэлектрика смещаются в противоположные стороны, происходит поляризация диэлектрика. Поляризованный диэлектрик сам создает электрическое поле. Независимо от вида диэлектрика напряженность поля в нем всегда меньше напряженности внешнего поля, вызвавшего его поляризацию.



1. Что называют поляризацией диэлектрика?
2. Как диэлектрик влияет на электрическое поле?

§ 96

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЗАРЯЖЕННОГО ТЕЛА В ОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

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, способная 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 подъеме вверх пришлось совершить работу, а также если представить себе, что произойдет 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.

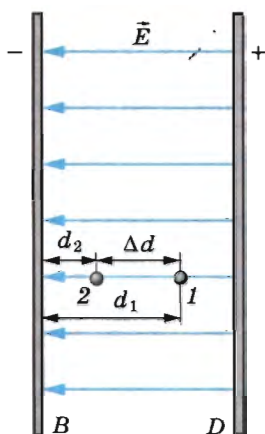


Рис. 14.26

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. Найдем 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 $\vec{F} = q\vec{E}$, подобно тому как Земля действует с постоянной силой $\vec{F} = mg$ на камень вблизи ее поверхности.

Пусть пластины расположены вертикально (рис. 14.26), левая пластина B заряжена отрицательно, а правая D — положительно. Вычислим работу, совершаемую полем при перемещении положительного заряда q из точки 1, находящейся на расстоянии d_1 от левой пластины, в точку 2, расположенную на расстоянии d_2 от нее. Точки 1 и 2 лежат на одной силовой линии.

Электрическое поле при перемещении заряда совершит положительную работу

$$A = qE(d_1 - d_2) = qE\Delta d. \quad (14.12)$$

Эта работа не зависит от формы траектории, подобно тому как не зависит от формы траектории работа силы тяжести. Докажем это непосредственным расчетом.

Пусть перемещение заряда происходит по кривой (рис. 14.27). Разобьем эту кривую на малые перемещения. Сила, действующая на заряд, остается постоянной (поле однородно), а угол между направлением силы и перемещением будет изменяться. Работа на малом перемещении $\Delta\vec{s}$

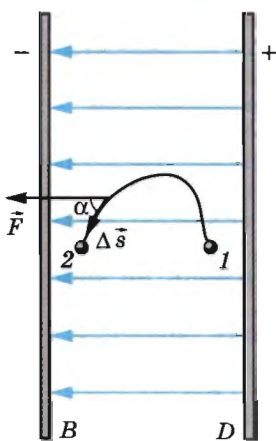


Рис. 14.27

равна $\Delta A = qE |\Delta \vec{s}| \cos \alpha$. Очевидно, что $|\Delta \vec{s}| \cos \alpha = \Delta d$ — проекция малого перемещения на горизонтальное направление. Суммируя работы на малых перемещениях, получим $A = qE \Delta d$.

Потенциальная энергия. Поскольку работа электростатической силы не зависит от формы траектории точки ее приложения, эта сила является консервативной, и ее работа согласно формуле (6.23) равна изменению потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком:

$$A = -(W_{n2} - W_{n1}) = -\Delta W_{\text{п}}. \quad (14.13)$$

Сравнивая полученное выражение (14.12) с общим определением потенциальной энергии (14.13), видим, что *потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле равна:*

$$W_{\text{п}} = qEd. \quad (14.14)$$

(Считаем, что в точке 2 потенциальная энергия равна нулю.)

Формула (14.14) подобна формуле $W_{\text{п}} = mgh$ 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 в поле уменьшается: $\Delta W_{\text{п}} < 0$. Одновременно согласно закону сохранения энергии растет его кинетическая энергия. И наоборот, если работа отрицательна (например, при движении положительно заряженной частицы в направлении, противоположном направлению вектора напряженности поля \vec{E} ; это движение подобно движению камня, брошенного вверх), то $\Delta W_{\text{п}} > 0$. Потенциальная энергия растет, а кинетическая энергия уменьшается; частица тормозится.

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

$$A = -\Delta W_{\text{п}} = -(W_{n1} - W_{n2}) = 0.$$

Заряженные частицы в электростатическом поле обладают потенциальной энергией. При перемещении частицы из одной точки поля в другую электрическое поле совершает работу, не зависящую от формы траектории. Эта работа равна изменению потенциальной энергии, взятой со знаком «-».



1. Как связано изменение потенциальной энергии заряженной частицы с работой электрического поля?
2. Чему равна потенциальная энергия заряженной частицы в однородном электрическом поле?