

3.1.8. Потенциальность электростатического поля

Работа электростатического поля по перемещению заряда

В однородном электростатическом поле $A = qEd = qE(r_1 - r_2)$.

При вычислении работы электрического поля значение заряда подставляется в формулу с учётом знака.

$W = qEr$ — потенциальная энергия заряда в данной точке электростатического поля. Зависит от выбора начальной точки отсчёта потенциальной энергии:

$$W = qEr.$$

Работа электрического поля по перемещению заряда:

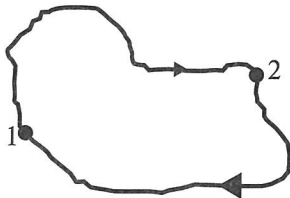
$A = W_1 - W_2 = -(W_2 - W_1) = -\Delta W$ — наиболее общий способ расчёта работы в электростатическом поле:

$$A = W_1 - W_2 = -\Delta W.$$

Работа при перемещении заряда между двумя точками в электростатическом поле:

- не зависит от формы траектории, а зависит от положения этих точек;
- равна убыли потенциальной энергии заряда в этом поле;
- работа по замкнутой траектории равна нулю.

Поле, обладающее этими свойствами, называется **потенциальным**.



3.1.9. Потенциал электрического поля. Разность потенциалов

Потенциал электростатического поля — скалярная величина, равная отношению потенциальной энергии заряда в поле к этому заряду — энергетическая характеристика поля в данной точке. Потенциал не зависит от величины заряда, помещённого в это поле:

$$\varphi = \frac{W}{q}.$$

Значение потенциала электростатического поля зависит от выбора нулевого уровня. В качестве нулевого потенциала выбирают в зависимости от задачи: а) потенциал Земли, б) потенциал бесконечно удалённой точки поля, в) потенциал отрицательной пластины конденсатора.

Если поле создаётся точечным зарядом, то потенциал поля точечного заряда с точностью до постоянной величины, определяющейся выбором

системы отсчёта, равен $\varphi = k \frac{q}{r}$.

Аналогично вычисляется потенциал поля проводящего шара на поверхности и вне шара (под r в этом случае подразумевается расстояние от центра шара до точки, в которой измеряют потенциал).

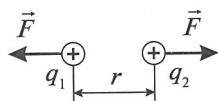
Согласно принципу суперпозиции полей потенциалы складываются *алгебраически*:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 + \dots$$

Потенциал численно равен работе поля по перемещению единичного положительного заряда из данной точки электрического поля в бесконечность. В СИ потенциал измеряется в вольтах:

$$[\varphi] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}.$$

Потенциальная энергия взаимодействия зарядов может быть вычислена, если представить, что один заряд находится в электрическом поле второго заряда. Например, заряд q_1 создаёт поле напряжённостью E , а заряд q_2 находится в этом поле:



$$W = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

$$A = -(W_2 - W_1) = -(\varphi_2 - \varphi_1)q = -q\Delta\varphi$$

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = -\Delta\varphi = \frac{A}{q}$$

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = -\Delta\varphi$$

Напряжение — разность значений потенциала в начальной и конечной точках траектории. Напряжение численно равно работе электростатического поля при перемещении единичного положительного заряда вдоль силовых линий этого поля.

Разность потенциалов (напряжение) *не* зависит от выбора начала отсчёта потенциала!

Напряжение равно 1 В, если при перемещении положительного заряда в 1 Кл вдоль силовых линий поле совершает работу в 1 Дж:

$$U = \frac{A}{q}; \quad [U] = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}.$$

Связь между напряжённостью и напряжением — напряжённость равна скорости изменения потенциала вдоль направления d .

Вектор напряжённости направлен в сторону уменьшения потенциала.

Напряжённость электростатического поля равна 1 В/м, если между двумя точками поля, находящимися на расстоянии 1 м друг от друга, существует разность потенциалов 1 В:

$$E = \frac{U}{\Delta d}; \quad [E] = \frac{\text{В}}{\text{м}} = \frac{\text{В}}{\text{м}}.$$

