ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Основные вопросы:

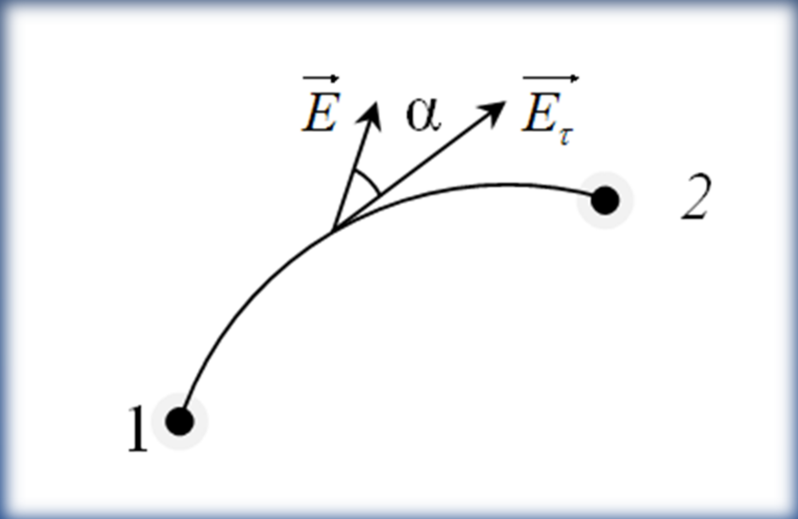
1. Интегральная и дифференциальная формулировки потенциальности поля

2. Потенциал поля

3. Разность потенциалов и её физический смысл

4. Потенциал поля точечного заряда

1. Интегральная и дифференциальная формулировки потенциальности поля



$$E_\tau = E\cos\alpha$$ – тангенциальная составляющая напряжённости внешнего поля относительно траектории частицы.

Работа по перемещению заряда из точки *1* в точку 2:

$$A = q\int_1^2 E_\tau dl \qquad (1)$$

Условия потенциальности поля:

- поле называется потенциальным, если работа по перемещению заряда не зависит от траектории и определяется только начальным или конечным положением тела;

- поле называется потенциальным, если работа при перемещении заряда по замкнутой траектории равна нулю.

$$\oint\limits_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = 0 \qquad (2)$$

L – контур, ограничивающий поверхность *dS*
Т. е.

$$\oint\limits_{(L)} E dl \cos\alpha = \int\limits_{L} E_\tau dl = 0 \qquad (3)$$

Формулы (2) и (3) – ***интегральная*** формулировка потенциального поля.

Т.к. контур *L* является границей поверхности *S*,
то применяя теорему Стокса из (2) получим:

$$\oint_L \vec{E}d\vec{l} = \int_S rot\vec{E}d\vec{S} = 0 \qquad (4)$$

(4) – условие потенциальности электростатического поля в ***дифференциальном*** виде.

2. Потенциал поля

$$\vec{E} = -grad\varphi \qquad (6)$$

где функция φ – скалярный потенциал поля.

Рассмотрим некоторый потенциал $\varphi_1 = \varphi + c$,
где $c = const$.

$$\vec{E}_1 = -grad\varphi_1 = -grad(\varphi + c) = -grad\varphi - gradc = -grad\varphi = \vec{E}$$

т.е. потенциал, соответствующий одной и той же напряженности является неоднозначным.

3. Разность потенциалов и её физический смысл

Разность потенциалов равна отношению работы поля по перемещению заряда *q* к величине заряда.

$$\varphi(1)-\varphi(2)=\int_1^2 \vec{E}d\vec{l}=A/q \qquad (7)$$

Для электростатического поля: $U_{12}=\varphi(1)-\varphi(2)$

Если поле однородное (*E=const*), то

$$\varphi(1)-\varphi(2)=E\int dl=E(l_2-l_1)=Ed$$

$$U=Ed \qquad (8)$$

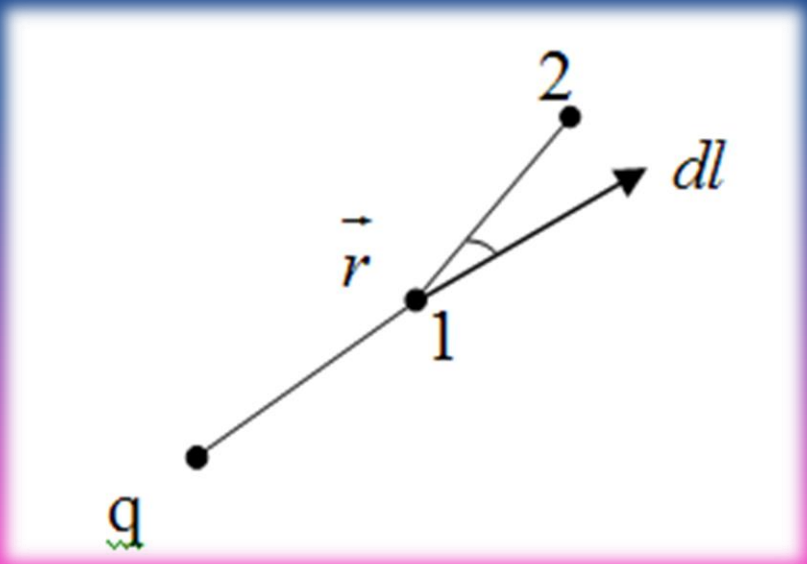
где *d* – расстояние между двумя точками вдоль силовых линий

4. Потенциал поля точечного заряда

Т.к. $\varphi(1)-\varphi(2)=\int \vec{E}d\vec{l}$, и в точке 2 $r\to\infty$,

значит $\varphi(r)\to 0$,

то <u>потенциал поля точечного заряда:</u>



$$\varphi(r)=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} \qquad (9)$$

Если поле создается несколькими неподвижными точечными зарядами, то напряженность в любой точке поля:

$$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E}_2 + \ldots + \vec{E_n} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i,$$

тогда

$$d\varphi = -\vec{E}d\vec{l} = -\left(\sum_{i=1}^{n} \vec{E_l}\right) d\vec{l} = -\sum_{i=1}^{n} \left(\vec{E}_l d\vec{l}\right) = \sum_{i=1}^{n} d\varphi_i$$