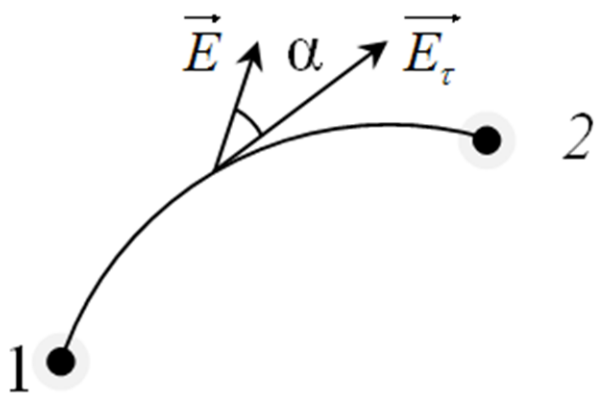


# ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

# 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:

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

# 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.

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = 0 \quad (2)$$

$L$  - контур, ограничивающий поверхность  $dS$   
Т. е.

$$\oint_{(L)} E dl \cos \alpha = \int_L E_\tau dl = 0 \quad (3)$$

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

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

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

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

## 2. Потенциал поля

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

где функция  $\varphi$  - 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.

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

Для электростатического поля:  $U_{12} = \varphi(1) - \varphi(2)$   
Если поле однородное ( $E = \text{const}$ ), то

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

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

где  $d$  - расстояние между двумя точками вдоль силовых линий

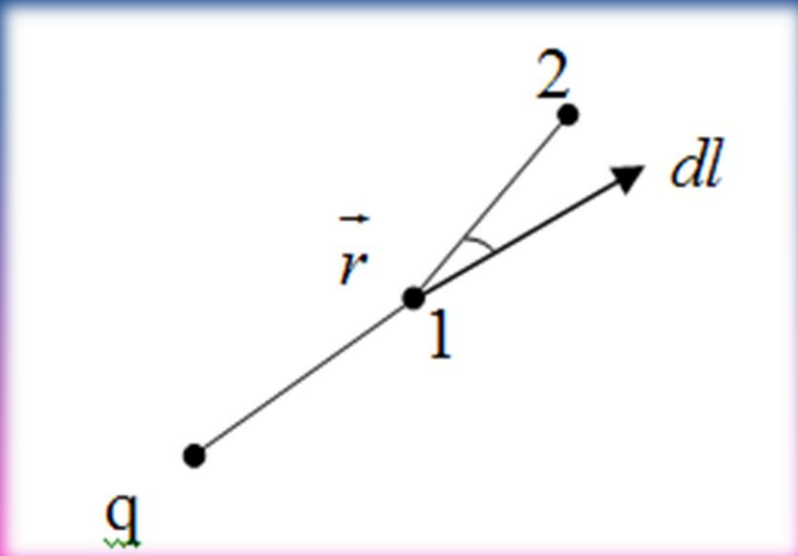


## 4. Потенциал поля точечного заряда

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

значит  $\varphi(r) \rightarrow 0$ ,

то потенциал поля точечного заряда:



$$\varphi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} \quad (9)$$

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

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i,$$

тогда

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