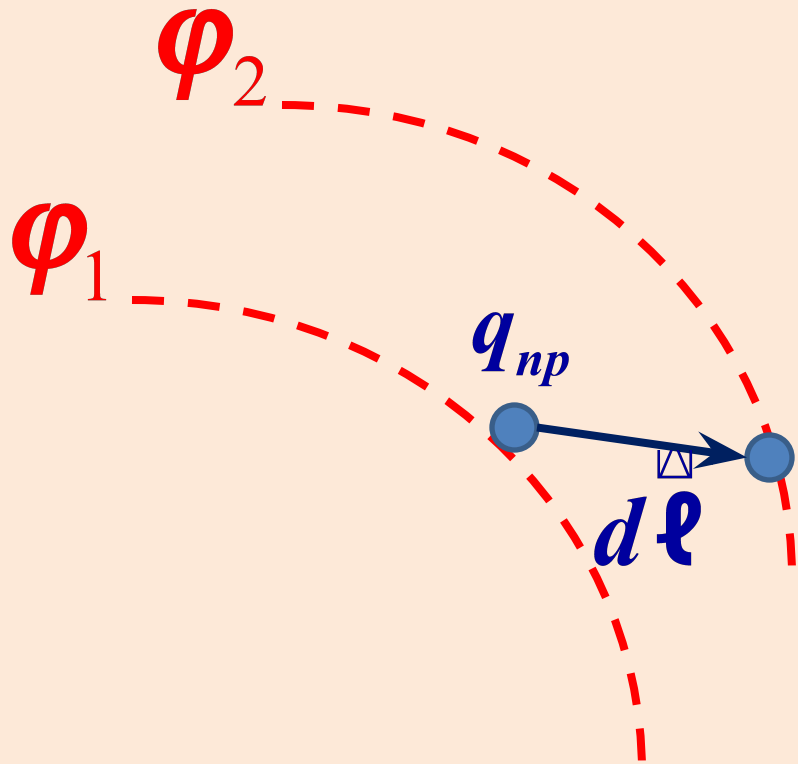


Связь напряженности и потенциала

Пусть пробный заряд переместился из точки с потенциалом ϕ_1 в точку с потенциалом ϕ_2 на малое перемещение



Работа кулоновской силы над зарядом


$$dA = \vec{F} \cdot d\vec{\ell} = q\vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

равна убыли его потенциальной энергии

$$-dW_{\text{п}} = -q \cdot d\varphi$$

Приравняе

$$dA^M = -dW_{II}$$


$$q \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -q \cdot d\varphi$$

и поделим на пробный заряд

$$d\varphi = -\vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -E_{\ell} \cdot d\ell$$

**Компонента напряженности поля
в каком-либо направлении l по
модулю равна производной
потенциала по этому
направлению.**

$$|E_l| = \frac{\partial \varphi}{\partial l}$$

В потенциальном поле сил:

$$\mathbf{F} = -\mathit{grad}W_{\Pi}$$

Опять делим на пробный заряд.

$$\frac{\overset{\square}{F}}{q} = E$$

$$\frac{W_{\Pi}}{q} = \varphi$$

$$\overset{\nabla}{E} = -\mathit{grad} \varphi$$

или

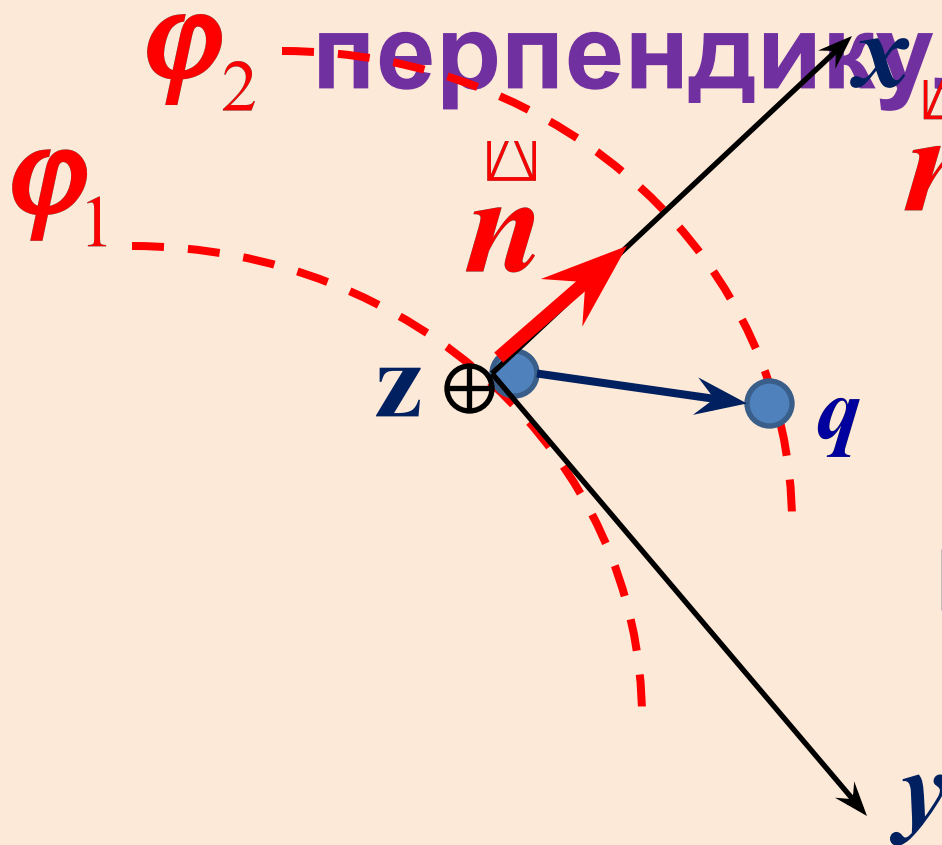
$$\overset{\nabla}{E} = -\nabla \varphi$$

$$\mathbf{grad} \varphi = \mathbf{i} \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \mathbf{k} \frac{\partial \varphi}{\partial z}$$

Значит

$$E_x = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}, E_y = -\frac{\partial \varphi}{\partial y}, E_z = -\frac{\partial \varphi}{\partial z}$$

Проведем оси координат так, чтобы две из осей (y и z) шли по касательной к эквипотенциальной поверхности, а третья (x) была перпендикулярна к ней.



n — единичный вектор нормали к эквипотенциальной поверхности. Направлен в сторону увеличения потенциала.

По осям y и z потенциал
не меняется, и
производные ϕ по y и z
равны нулю.

Не равна нулю только

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{d\phi}{dn}$$

$$\mathbf{grad} \varphi = \frac{d\varphi}{dn} \mathbf{n}$$

$$\mathbf{E} = - \frac{d\varphi}{dn} \mathbf{n}$$

Три формулы,
связывающие

напряженность и
потенциал:

$$d\varphi = -E_{\varrho} \cdot d\varrho$$

$$\nabla E = -grad \varphi$$

$$E = -\frac{d\varphi}{dn} n$$

Выводы:

1. Силовые линии перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям.

**2. Вектор градиента
направлен в сторону
максимального роста
потенциала, а вектор
напряженности – в
противоположную.**

**3. По модулю оба
вектора равны
изменению
потенциала на
единицу длины
силовой линии.**