2.2 Определение потенциала по заданному закону распределения зарядов

Поле создается точечным зарядом **q**. Определим потенциал поля на расстоянии r от него. По формуле (2.3) получаем

$$\varphi_A = \int_r^{\infty} \overline{\mathbf{E}} \cdot \overline{\mathbf{dr}}\ . \qquad (*)$$

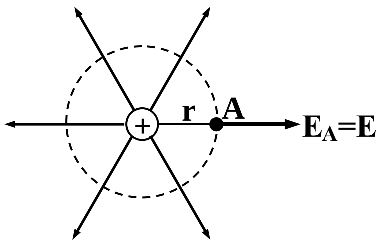

Рисунок 2.2

Величину вектора $\overline{E}$ определим используя теорему Гаусса, полагая, что заряд находится в центре сферы с радиусом r.

$$\mathbf{E}\oint_S \mathbf{dS} = \frac{\mathbf{q}}{\varepsilon\varepsilon_o}; \ => \ \mathbf{S} = 4\pi\pi_A^2; \ => \ \mathbf{E} = \frac{\mathbf{q}}{4\pi\pi_A^2\varepsilon\varepsilon_o}.$$

Значение E из (**) подставляем в (*), получим

$$\varphi_A = \int_r^{\infty} \frac{\mathbf{q}\cdot\mathbf{dr}}{4\pi\pi\varepsilon_o\mathbf{r}^2} = \frac{-\mathbf{q}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\cdot\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{r}}\Bigg|_r^{\infty} = \frac{\mathbf{q}}{4\pi\pi\varepsilon_o\mathbf{r}}. \qquad (2.7)$$

Поле создается n *точечными зарядами*. В этом случае потенциал определяется по методу наложения – алгебраическим сложением потенциалов, создаваемых каждым точечным зарядом в точке A.

$$\varphi_A = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\sum_{k=1}^{n}\frac{\mathbf{q_k}}{\mathbf{r_k}}. \qquad (2.8)$$

Поле создается заряженным телом (проводом), сечение которого мало по сравнению с расстоянием до точки, в которой определяется потенциал. В этом случае можно считать, что заряд сосредоточен на оси провода с линейной плотностью $\boldsymbol{\tau} = \mathbf{q}/\ell$, Кл/м. Приращение заряда на единицу длины $\mathbf{dq} = \boldsymbol{\tau}\cdot\mathbf{d}\ell$.

$$\varphi_A = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\int_{\ell}\frac{\boldsymbol{\tau}\mathbf{d}\ell}{\mathbf{r}} = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\int_{\ell}\frac{\mathbf{dq}}{\mathbf{r}}. \qquad (2.9)$$

Поле создается заряженным телом, заряд у которого распределен по поверхности с поверхностной плотностью зарядов σ =q/S, Кл/м^2. Приращение заряда на единицу поверхности $dq = \sigma \cdot dS$.

$$\varphi_A = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\int_S\frac{\boldsymbol{\sigma}\mathbf{dS}}{\mathbf{r}} = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\int_S\frac{\mathbf{dq}}{\mathbf{r}}. \qquad (2.10)$$

Поле создается заряженным телом, заряд у которого распределен по объему с объемной плотностью зарядов ρ =q/V, Кл/м^3. Приращение заряда на единицу объема $dq = \rho\cdot dV$.

$$\varphi_A = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\int_V\frac{\boldsymbol{\rho}\mathbf{dV}}{\mathbf{r}} = \frac{\mathbf{1}}{4\pi\pi\varepsilon_o}\int_V\frac{\mathbf{dq}}{\mathbf{r}}. \qquad (2.11)$$