$\boxed{3.1}$

$\gamma = \frac{q}{m}$

$$F_{эл} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q^2}{R^2} \qquad F_г = G\cdot\frac{m^2}{R^2} \qquad \frac{F_{эл}}{F_г} = \frac{\frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q^2}{R^2}}{G\cdot\frac{m^2}{R^2}} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0\cdot G}\cdot\left(\frac{q}{m}\right)^2$$

$\gamma_1 = 1.76\cdot10^{11}$

$\gamma_2 = 0.959\cdot10^{8}$

$\frac{F_{эл}}{F_г}$

$F_{эл} = F_г \qquad \gamma$

$\varepsilon_0 = 0.885\cdot10^{-11}$

$G = 6.672\cdot10^{-11}$

$$\eta_1 = \frac{F_{эл}}{F_г} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0\cdot G}\cdot(\gamma_1)^2 \qquad \eta_1 = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot(0.885\cdot10^{-11})\cdot(6.672\cdot10^{-11})}\cdot(1.76\cdot10^{11})^2 = 4.175\times10^{42}$$

$$\eta_2 = \frac{F_{эл}}{F_г} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0\cdot G}\cdot(\gamma_2)^2 \qquad \eta_2 = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot(0.885\cdot10^{-11})\cdot(6.672\cdot10^{-11})}\cdot(0.959\cdot10^{8})^2 = 1.239\times10^{36}$$

$$F_{эл} = F_г \qquad \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q^2}{R^2} = G\cdot\frac{m^2}{R^2} \qquad q^2 = 4\cdot G\cdot m^2\cdot\pi\cdot\varepsilon_0 \qquad \gamma = \sqrt{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0\cdot G}$$

$$\gamma = \sqrt{4\cdot\pi\cdot(0.885\cdot10^{-11})\cdot(6.672\cdot10^{-11})} = 8.614\times10^{-11}$$

$\boxed{3.2}$

$m = 10^{-3}$

$R = 1$

$\eta = 0.01$

$\mu_r = 63.5$

$z = 29$

$$F = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q^2}{R^2}$$

$q = N\cdot e\cdot z\cdot\eta$ z - количество электоронов в атоме
N - количество атомов в массе m

$$N = N_A\cdot\frac{m}{\mu} \qquad \mu = \mu_r\cdot10^{-3} \qquad N = N_A\cdot\frac{m}{\mu_r\cdot10^{-3}}$$

$$q = N_A\cdot\frac{m}{\mu_r\cdot10^{-3}}\cdot e\cdot z\cdot\eta$$

$$F = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{R^2}\cdot\left(N_A\cdot\frac{m}{\mu_r\cdot10^{-3}}\cdot e\cdot z\cdot\eta\right)^2 \qquad F = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot(0.885\cdot10^{-11})}\cdot\left(6.022\cdot10^{23}\cdot\frac{10^{-3}}{63.5\cdot10^{-3}}\cdot1.6\cdot10^{-19}\cdot29\cdot0.01\right)^2 = 1.741\times10^{15}$$

$\boxed{3.6}$

$r_0 = 2\cdot\vec{i} + 3\cdot\vec{j}$

$r = 8\cdot\vec{i} - 5\cdot\vec{j}$

$q = 50\cdot10^{-6}$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r^3}\cdot\vec{r}$$

$$\vec{R} + \vec{r_0} = \vec{r} \qquad \vec{R} = \vec{r} - \vec{r_0} \qquad R = (8-2)\vec{i} + (-5-3)\cdot\vec{j} = 6\cdot\vec{i} - 8\cdot\vec{j}$$

$$\left|\vec{R}\right| = \left|6\cdot\vec{i} - 8\cdot\vec{j}\right| = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{\left(\left|6\cdot\vec{i} - 8\cdot\vec{j}\right|\right)^3}\cdot(6\cdot\vec{i} - 8\cdot\vec{j})$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot(0.885\cdot10^{-11})}\cdot\frac{50\cdot10^{-6}}{\left(\sqrt{6^2+8^2}\right)^3}\cdot(6\cdot\vec{i} - 8\cdot\vec{j}) = 449.59\cdot(6\cdot\vec{i} - 8\cdot\vec{j}) = (2.697\cdot\vec{i} - 3.596\cdot\vec{j})\cdot10^3$$

$$\left|\vec{E}\right| = \left|2697.54\cdot\vec{i} - 3596.72\cdot\vec{j}\right| \qquad \left|\vec{E}\right| = \sqrt{2697.54^2 + 3596.72^2} = 4.495\cdot10^3$$

$\boxed{3.16}$

$\sigma = \vec{a}\cdot\vec{r}$

E

$$\vec{E} = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r^3}\cdot\vec{r} \qquad dE = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{dq}{r^3}\cdot\vec{r}$$ r - радиус-вектор центра относительно точки поверхности

$$dq = \sigma\cdot dS \qquad \sigma = -\vec{a}\cdot\vec{r} \qquad dq = -\vec{a}\cdot\vec{r}\cdot dS \qquad dE = \frac{1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{-\vec{a}\cdot\vec{r}\cdot dS}{r^3}\cdot\vec{r} = \frac{-1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{a}\cdot dS}{r}$$

$$E = \int \frac{-1}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{a}}{r}\,dS = \frac{-4\cdot\pi\cdot r^2}{4\cdot\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\frac{\vec{a}}{r} = \frac{r}{\varepsilon_0}\cdot\vec{a}$$

$\boxed{3.22}$

R

$\rho = \rho_0\cdot\left(1-\frac{r}{R}\right)$

$\rho_0 = \text{const}$

$\varepsilon = 1$

1. Применим теорему Гаусса для сферы радиуса r (r < R)

$$\int E\,dS = \frac{q(r)}{\varepsilon_0} \qquad E\cdot4\cdot\pi\cdot r^2 = \frac{q(r)}{\varepsilon_0}$$

$$q(r) = \int_V \rho\,dV \qquad dV = V(r+dr) - V(r) = \frac{4}{3}\cdot\pi\cdot(r+dr)^3 - \frac{4}{3}\cdot\pi\cdot r^3 = 4\cdot\pi\cdot dr\cdot r^2 + 4\cdot\pi\cdot dr^2\cdot r + \frac{4}{3}\cdot\pi\cdot dr^3$$

$$q(r) = \int_0^r \left(4\cdot\pi\cdot dr\cdot r^2\right)\cdot\left[\rho_0\cdot\left(1-\frac{r}{R}\right)\right]dr = \frac{1}{3}\cdot r^3\cdot\frac{(4\cdot R - 3\cdot r)}{R}\cdot\pi\cdot\rho_0$$

$$E\cdot4\cdot\pi\cdot r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{3}\cdot r^3\cdot\frac{(4\cdot R-3\cdot r)}{R}\cdot\pi\cdot\rho_0 \qquad E = \frac{-1}{12}\cdot r\cdot(3\cdot r - 4\cdot R)\cdot\frac{\rho_0}{\varepsilon_0\cdot R} = \frac{1}{3}\cdot\left(1-\frac{3\cdot r}{4\cdot R}\right)\cdot\frac{\rho_0\cdot r}{\varepsilon_0}$$

2. Для для сферы радиуса r (r > R) весь заряд сконцентрирован внутри шара R

$$q(R) = \frac{1}{3}\cdot R^3\cdot\frac{(4\cdot R - 3\cdot R)}{R}\cdot\pi\cdot\rho_0 = \frac{1}{3}\cdot R^3\cdot\pi\cdot\rho_0$$

$$E\cdot4\cdot\pi\cdot r^2 = \frac{q(r)}{\varepsilon_0} \qquad E\cdot4\cdot\pi\cdot r^2 = \frac{\frac{1}{3}\cdot R^3\cdot\pi\cdot\rho_0}{\varepsilon_0} \qquad E(r) = \frac{1}{12}\cdot R^3\cdot\frac{\rho_0}{r^2\cdot\varepsilon_0}$$

2. $$0 = \frac{d}{dr}\frac{1}{3}\cdot\left(1-\frac{3\cdot r}{4\cdot R}\right)\cdot\frac{\rho_0\cdot r}{\varepsilon_0} \rightarrow 0 = \frac{-1}{4\cdot R}\cdot\rho_0\cdot\frac{r}{\varepsilon_0} + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\cdot\frac{r}{R}\right)\cdot\frac{\rho_0}{\varepsilon_0} \qquad r = \frac{2}{3}\cdot R$$

$$E_{max} = \frac{1}{3}\cdot\left[1 - \frac{3\cdot\left(\frac{2}{3}\cdot R\right)}{4\cdot R}\right]\cdot\frac{\rho_0\cdot\left(\frac{2}{3}\cdot R\right)}{\varepsilon_0} \qquad E_{max} = \frac{1}{9}\cdot\rho_0\cdot\frac{R}{\varepsilon_0}$$

$\boxed{3.26}$

$\rho_1 = -\rho$

$\rho_2 = \rho$

$\vec{a} = \vec{r_1} - \vec{r_2}$

Для сферы радиуса r, равномерно заполненной зарядом

$$E(r)\cdot4\cdot\pi\cdot r^2 = \frac{q(r)}{\varepsilon_0} \qquad E(r)\cdot4\cdot\pi\cdot r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0}\cdot\frac{4}{3}\cdot r^3\cdot\rho \qquad \vec{E} = \frac{1}{3}\cdot\frac{\rho\cdot\vec{r}}{\pi\cdot\varepsilon_0}$$

Рассмотрим точку, лежащую в области пересечения двух сфер

$$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} \qquad \vec{E} = \frac{1}{3}\cdot\frac{\rho_1\cdot\vec{r_1}}{\pi\cdot\varepsilon_0} + \frac{1}{3}\cdot\frac{\rho_2\cdot\vec{r_2}}{\pi\cdot\varepsilon_0} = \frac{1}{3}\cdot\frac{\rho}{\pi\cdot\varepsilon_0}\cdot\left(\vec{r_1} - \vec{r_2}\right) = \frac{1}{3}\cdot\frac{\rho}{\pi\cdot\varepsilon_0}\vec{a}$$