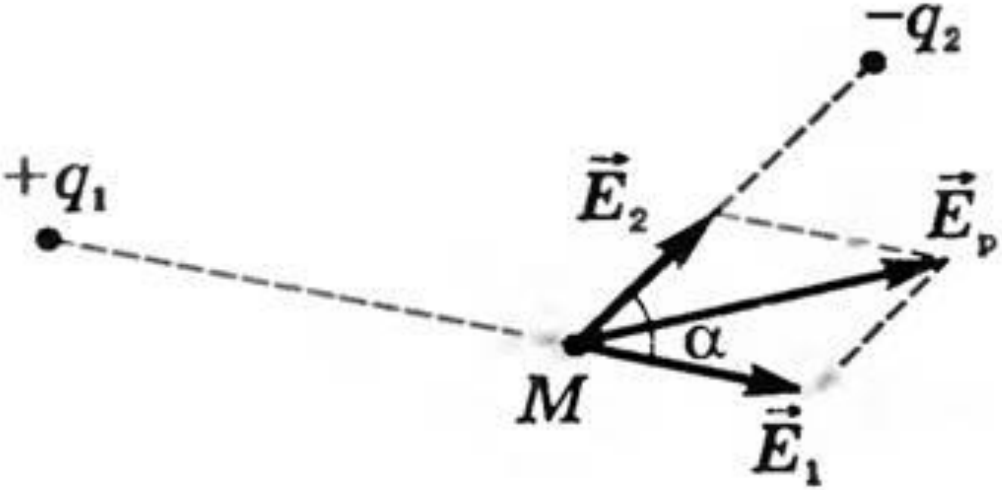
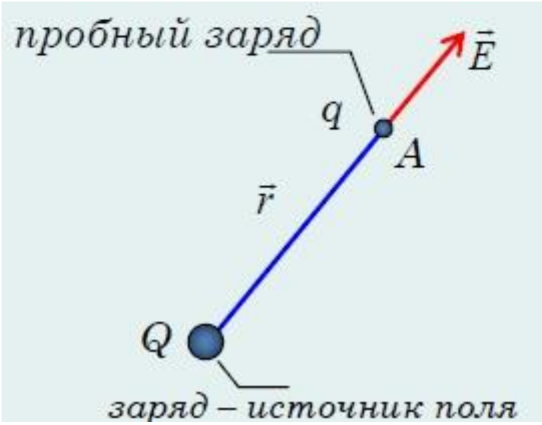
Напряженность, потенциал

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{np}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r^2}\frac{\vec{r}}{r}\ \left(\frac{\text{В}}{\text{м}}\right);$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \cdots + \vec{E}_n = \sum_k \vec{E}_k$$

$$\varphi = \frac{W_p}{q_{np}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}\quad (\text{В})$$





Равномерно заряженный тонкий стержень

Конечный

1. На оси на расстоянии *a* от ближайшего конца

$$E = \frac{\tau \cdot l}{4\pi\varepsilon_0 a(a+l)}$$

$$\varphi = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0} \ln \frac{a+l}{a}$$

2. На перпендикуляре на расстоянии *a*

$$E_x = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 a}(\sin\alpha_1 - \sin\alpha_2)$$

$$E_y = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 a}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)$$

$$\varphi = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0}\left(\ln tg\left(\frac{\alpha_2}{2} + \frac{\pi}{4}\right) - \ln tg\left(\frac{\alpha_1}{2} + \frac{\pi}{4}\right)\right)$$

Бесконечный

1. На оси

$$E = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 a}$$

$$\varphi \to \infty$$

2. На перпендикуляре

$$E_p = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 a}$$

$$\varphi = \infty$$

Равномерно заряженное тонкое кольцо радиуса R

на перпендикуляре к центру кольца на расстоянии *a*

$$E=\frac{\tau Ra}{2\varepsilon_0\sqrt{\left(R^2+a^2\right)^3}}$$

$$\varphi=\frac{\tau R}{2\varepsilon_0\sqrt{R^2+a^2}}$$

Круглая равномерно заряженная пластинка R

a>>R

a<<R

на прямой, перпендикулярной к плоскости пластинки и проходящей через ее центр

$$E=\frac{\sigma R^2}{2\varepsilon_0 a^2}$$

$$E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

бесконечный равномерно заряженный тонкий полый цилиндр *R*

$$E=\frac{\tau}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 r},\qquad (r\ge R)$$
$$E=0,\qquad (r\le R)$$

$$\varphi_2-\varphi_1=-\frac{q}{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 h}\ln\frac{r_2}{r_1}.$$

Бесконечная равномерно заряженная плоскость

$$E=\frac{|\sigma|}{2\varepsilon\varepsilon_0}$$

плоский конденсатор

$$E_{внутри}=\frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$$

$$E_{вне}=0$$

Задача 1. Два точечных электрических заряда q_1 = 1 нКл и q_2 = -2 нКл находятся на расстоянии d = 10 см друг от друга. Определить напряженность поля, создаваемого этими зарядами в точке А, удаленной от первого заряда на расстояние r_1 = 9 см и от второго на расстояние r_2 = 7 см.

Дано: $q_1 = 1$ нКл $= 10^{-9}$ Кл

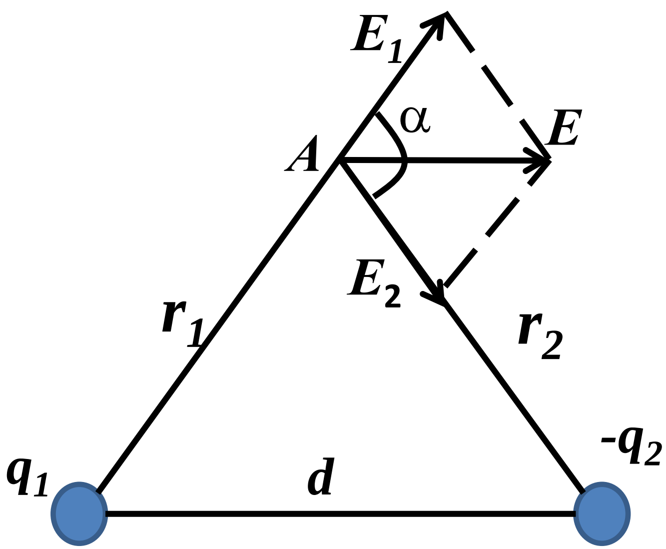
$q_2 = -2$ нКл $=-2 \cdot 10^{-9}$ Кл

$d = 10$ см $=0,1$ м

$r_1 = 9$ см $= 0,09$ м

$r_2 = 7$ см $= 0,07$ м.

Найти: E - ?



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\vec{E}_1 = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon_0 r_1^2}, \qquad \vec{E}_2 = \frac{q_2}{4\pi\varepsilon_0 r_2^2}$$

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1E_2\cos\beta}$$

$$\cos\beta = \cos(180 - \alpha) = -\cos\alpha$$

$$d = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1r_2\cos\beta} = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2\cos\alpha}$$

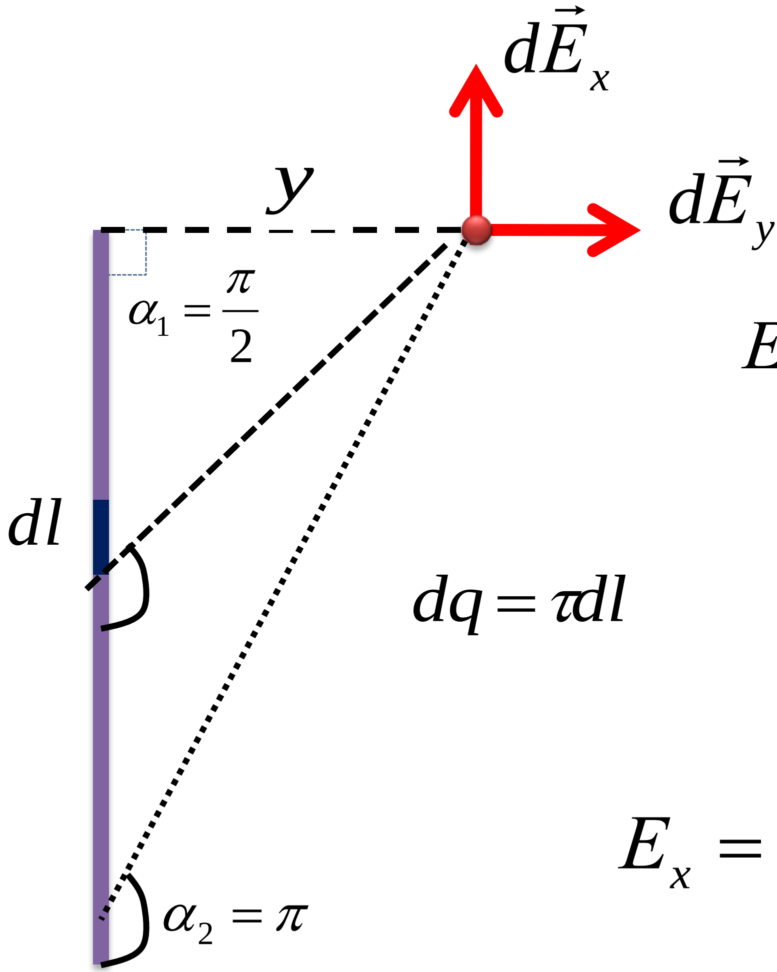
$$\cos\alpha = \frac{d^2 - r_1^2 - r_2^2}{2r_1r_2} = -0{,}238$$

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sqrt{\frac{q_1^2}{r_1^4} + \frac{q_2^2}{r_2^4} + 2\frac{q_1}{r_1}\frac{q_2}{r_2}\cos\alpha} \approx 3{,}58 \text{ В/м}$$

Задача 2. Очень длинная прямая равномерно заряженная нить имеет заряд τ на единицу длины. Найти модуль и направление вектора напряженности электрического поля в точке, которая отстоит от нити на расстояние y и находится на перпендикуляре к нити, проходящем через один из ее концов.

Дано: равномерно заряженная нить
τ, y

Найти: E и $\vec{E}$



$dq = \tau dl$

$$\boxed{E_y = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 y}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)}$$

$$E_y = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 y}\left(\cos\frac{\pi}{2} - \cos\pi\right) = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 y}$$

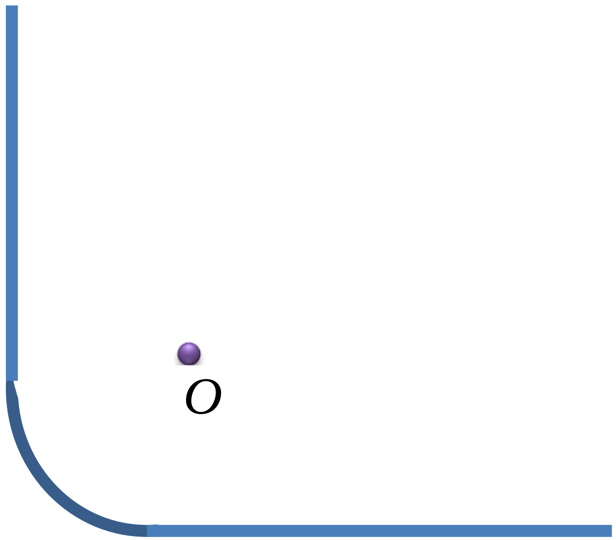
$$\boxed{E_x = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 a}(\sin\alpha_1 - \sin\alpha_2)}$$

$$E_x = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 y}\left(\sin\frac{\pi}{2} - \sin\pi\right) = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 y}$$

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \frac{\tau\sqrt{2}}{4\pi\varepsilon_0 a}$$

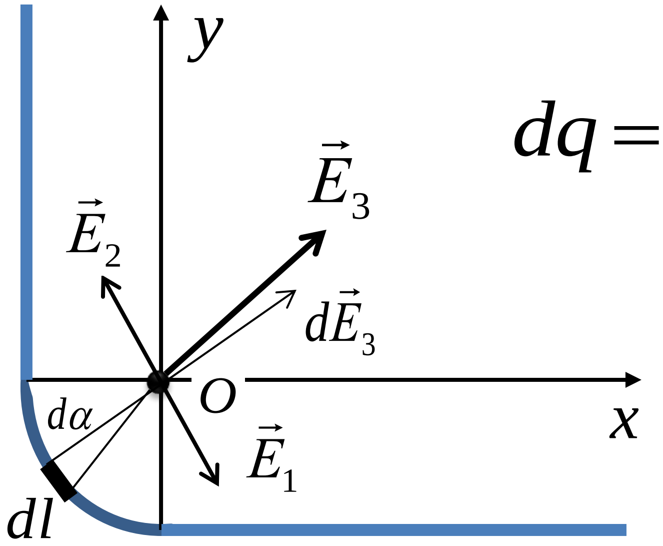
Направлен под углом 45^0.

Задача 3. Равномерно заряженная нить, на единицу длины которой приходится заряд τ, имеет конфигурацию, показанную на рисунке. Считая, что радиус закругления R значительно меньше длины нити, найти модуль вектора напряженности электрического поля в точке O.



Дано. τ, R

Найти E.



$$dq = \tau dl$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 0$$

$$\vec{E} = \vec{E}_3$$

$$dE_3 = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{\tau dl}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$$

$$E_{x3} = \int_0^{\pi/2} \frac{\tau dl}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \cdot \sin\alpha = \int_0^{\pi/2} \frac{\tau R d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \cdot \sin\alpha = -\frac{\tau\cos\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R}\bigg|_0^{\pi/2} = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

$$E_{y3} = \int_0^{\pi/2} \frac{\tau dl}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \cdot \cos\alpha = \int_0^{\pi/2} \frac{\tau R d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \cdot \cos\alpha = \frac{\tau\sin\alpha}{4\pi\varepsilon_0 R}\bigg|_0^{\pi/2} = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

$$E_3 = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \frac{\tau\sqrt{2}}{4\pi\varepsilon_0 R}$$