

Вправа 44, п.1 (Засєкіна Т.)

Металева куля, радіусом 24 см, надано заряд 6,26 кКл. Визначте напруженість електричного поля в центрі кулі, на відстані від центра, що дорівнює половині радіуса, і на відстані 24 см від поверхні кулі.

$$\epsilon = 1$$

$$R = 24 \text{ см} = 0,24 \text{ м}$$

$$q = 6,26 \text{ кКл} = 6,26 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r_1 = 0$$

$$r_2 = \frac{R}{2}$$

$$r_3 = 2R$$

$$E_1 - ?$$

$$E_2 - ?$$

$$E_3 - ?$$

Куля металева, тому заряди зосередяться на її поверхні. Отже, в центрі кулі і на відстані $r_2 = \frac{R}{2}$ зарядів немає. Тому напруженість поля в центрі кулі $E_1 = 0$; на відстані $r_2 = \frac{R}{2}$ такою напруженістю поля дорівнює нулю: $E_2 = 0$.

Заряджена куля створює навколо себе поле, напруженість якого визначається за формулою напруженості поля точкового заряду:

$$E_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_3^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{4R^2}$$

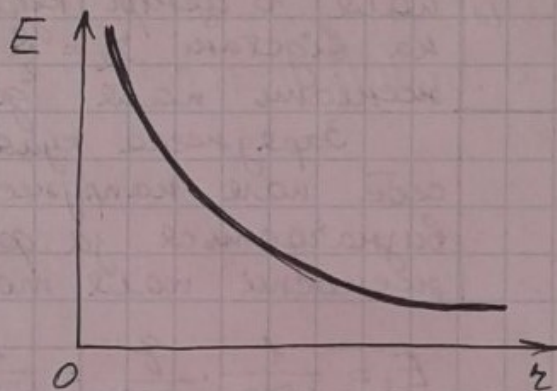
$$E_3 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}} \cdot \frac{6,26 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{4 \cdot (0,24 \text{ м})^2} \approx 245 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$$

Вправа 44, п.2 (Засєкіна Т.)

Побудуйте графіки залежності напруженості електричного поля від відстані $E = f(r)$ для точкового заряду і для зарядженої провідної кулі радіусом R .

Розв'язання: графік залежності напруженості електричного поля від відстані для точкового заряду:

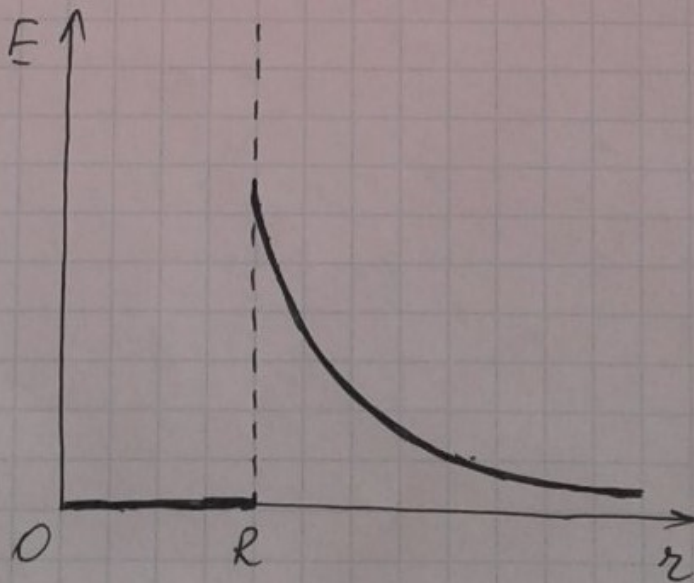
Формула напруженості точкового заряду $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q}{r^2}$



графік залежності напруженості електричного поля від відстані для зарядженої кулі радіусом R

Всередині провідної кулі напруженість ел. поля дорівнює нулю. Тобто, для $0 \leq r < R$ $E = 0$. При $r \geq R$ напруженість визначається формулою:

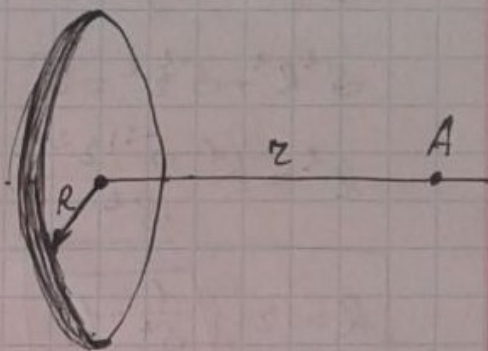
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \cdot \frac{q}{r^2}$$



P.S. Відповідь до задачі 2 з вправи 44 не така!
Це відповідь для рівномірно зарядженої непровідної кулі.

Вправа 44, п.б (Засека).

Визначте напруженість електричного поля в точці А, що розташована на відстані $z=5\text{ см}$ від зарядженого диска вздовж нормалі, установленої в його центрі. За якого значення радіуса R диска поле в точці А не буде відрізнятися більше ніж на 2% від поля нескінченної площини? Яка напруженість поля в точці А, якщо радіус диска дорівнює $R=10z$? У скільки разів напруженість, обчислена в цьому випадку, відрізняється від напруженості поля нескінченної площини?



Розв'язання:

$$z = 5\text{ см} = 0.05\text{ м}$$

$$R = 10z$$

$$\delta = \frac{|E_A - E|}{E} = 2\%$$

$$R - ?$$

$$E_A - ?$$

$$\frac{E_A}{E_1} - ?$$

Напруженість поля в точці, що лежить на перпендикулярі, проведеному з центра диска, на відстані z від нього визначається формулою:

$$E_A = \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon} \cdot \left(1 - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}}\right)$$

Але напруженість поля в т. А порівнювати не вдасться, бо умові задачі не задано поверхневої густини заряду.

Напруженість поля нескінченно зарядженої площини

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$$

За умовою задачі:

$$\delta = \frac{|E_A - E|}{E} = \frac{\left| \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot \left(1 - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}}\right) - \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \right|}{\frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}}$$

$$\delta = \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}}$$

$$S^2(R^2 + r^2) = r^2$$

$$S^2 R^2 + S^2 r^2 = r^2$$

$$R^2 = \frac{(1 - S^2)r^2}{S^2}$$

$$R = r \cdot \sqrt{\frac{1}{S^2} - 1}$$

Обратимом!

$$R = 0,05 \text{ м} \cdot \sqrt{\frac{1}{0,02^2} - 1} \approx \underline{\underline{2,5 \text{ м}}}$$

Итак $R = 10r$, то

$$E_A = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot \left(1 - \frac{r}{\sqrt{(10r)^2 + r^2}}\right) = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{100+1}}\right) \approx \underline{\underline{\frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot 0,99005}}$$

$$\frac{E_A}{E_0} = \frac{\frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{100+1}}\right)}{\frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}} \approx 0,99005$$

$$\text{або } \frac{E_0}{E_A} = \underline{\underline{\approx 1,11}}$$