

Задача 4, Вправа 44 (Засекіна)

4. З якою силою електричне поле зарядженої нескінченної площини діє на одиницю довжини зарядженої нескінченно довгої нитки, що розташована в цьому полі? Лінійна густина заряду на нитці — $3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}}$, а поверхнева густина заряду на площині — $20 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$.

$$\tau = 3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}} = 3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}}$$

$$\sigma = 20 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$$

$F = ?$

Розв'язування. Напруженість поля зарядженої нескінченної площини має вигляд

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

Тоді на кожен метр нескінченно довгої нитки (очевидно, що вона повинна бути паралельна цій площині) діятиме сила:

$$F = \tau \cdot E = \frac{\tau \cdot \sigma}{2 \varepsilon \varepsilon_0}.$$

Приймаючи відносну діелектричну проникність ε за одиницю, обчислюємо:

$$F = \frac{\tau \cdot \sigma}{2 \varepsilon \varepsilon_0} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2 / (\text{Н} \cdot \text{м}^2)} \approx 3,39 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Отже, на кожен метр довжини нитки діє сила приблизно $3,39 \text{ Н}$.

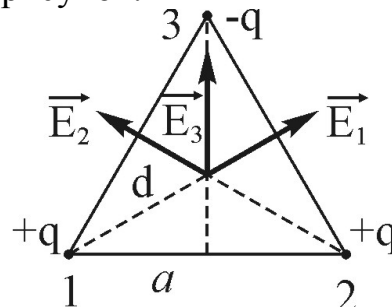
Задача 3, Вправа 43 (Засекіна)

3. В основі рівностороннього трикутника зі стороною a розташовано заряди по $+q$ кожний, а у вершині — заряд $-q$. Визначте напруженість поля в центрі трикутника.

$$q_1 = q_2 = +q, \quad q_3 = -q$$

$E = ?$

Розв'язування. Насамперед слід зробити схематичний рисунок:



Як відомо, центр рівностороннього трикутника є точкою перетину його медіан (чи бісектрис). Відстань від центра до кожної з вершин становить:

$$d = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{2a}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a\sqrt{3}}{3}.$$

Сумарне поле в центрі трикутника матиме напруженість, що рівна векторній сумі всіх складових напруженостей електричного поля:

$$E = E_1 \cdot \cos 60^\circ + E_2 \cdot \cos 60^\circ + E_3 = \frac{1}{2}E_1 + \frac{1}{2}E_1 + E_1 = 2E_1 = 2 \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{q}{d^2} =$$

$$= \frac{q}{2\pi\epsilon\epsilon_0} \cdot \frac{3}{a^2}.$$

Задача 5, Вправа 43 (Засекіна)

5. На який кут відхилиться у вакуумі заряджена неметалева кулька, підвішена на шовковій нитці, якщо її помістити в горизонтальне однорідне електричне поле, напруженість якого $1 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$? Заряд кульки — 4,9 нКл, маса — 0,4 г.

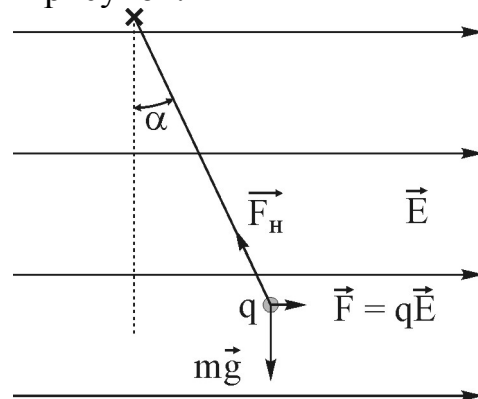
$$q = 4,9 \text{ нКл} = 4,9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$E = 10^5 \text{ Н / Кл}$$

$$m = 0,4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$\alpha - ?$

Розв'язування. Насамперед слід зробити схематичний рисунок:



Отже, на кульку діють: сила тяжіння $m\vec{g}$, кулонівська сила з боку електричного поля $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ та сила натягу нитки \vec{F}_n , які взаємно компенсують одна одну. Тоді можна записати:

$$\begin{cases} F_n \cdot \sin \alpha = qE \\ F_n \cdot \cos \alpha = mg \end{cases} \Rightarrow \frac{qE}{mg} = \operatorname{tg} \alpha.$$

Обчислюємо:

$$\frac{qE}{mg} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{4,9 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 10^5 \text{ Н / Кл}}{4 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ Н / кг}} = 0,125 \Rightarrow \alpha \approx 7,1^\circ$$

Відповідь: кулька відхилиться приблизно на $7,1^\circ$.

Задача 6, Вправа 43 (Засекіна)

6. Заряджену металеву кульку, підвішену на ізолюючій нитці, внесли в однорідне горизонтально напрямлене поле, від чого нитка утворила з вертикаллю кут 45° . На скільки зменшиться кут відхилення нитки, якщо з кульки стече десята частка її заряду?

$$q_2 = 0,9q_1$$

$$\alpha_1 = 45^\circ$$

$$\alpha_2 = ?$$

Розв'язування. Ця задача дуже подібна до попередньої, тому можна використати і попередній рисунок, і попередні результати. Отже, з задачі 5, вправи 43 (Засекіна) маємо:

$$\frac{q_1 E}{m g} = \operatorname{tg} \alpha_1; \quad \frac{q_2 E}{m g} = \operatorname{tg} \alpha_2.$$

Оскільки $q_2 = 0,9q_1$, а $\operatorname{tg} 45^\circ = 1$, то

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{0,9q_1 E}{m g} = 0,9 \operatorname{tg} \alpha_1 = 0,9 \Rightarrow \alpha_2 \approx 42^\circ.$$

Отже, кут відхилення нитки зменшиться приблизно на 3° .