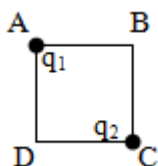


ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ № 11. Электростатика.**Тренировочный вариант.**

1. Два одинаковых точечных заряда взаимодействуют в вакууме с силой 0,1 Н. Расстояние между зарядами равно 6 м. Найти величину этих зарядов.
2. Модуль напряженности электрического поля в точке, где находится заряд 10 мкКл, равен 4 В/м. Определите силу, действующую на этот заряд.
3. Одинаковые небольшие проводящие шарики, заряженные одноименными зарядами 5 мКл и 20 мКл, находятся на расстоянии L друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и вновь развели на такое же расстояние. Как при этом изменилась сила взаимодействия между ними?
4. В вертикально направленном однородном электрическом поле находится пылинка массой $5 \cdot 10^{-5}$ г и зарядом $4 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какова напряженность поля, если сила тяжести пылинки уравновешена силой электрического поля?
5. В электрическом поле, вектор напряженности которого направлен горизонтально и равен по модулю 4 кВ/м, нить с подвешенным на ней заряженным шариком массой 1,8 г отклонилась на угол φ от вертикали. Чему равен заряд шарика, если $\operatorname{tg} \varphi = 1,6$? Ответ выразите в микрокулонах (мкКл).
6. Заряды 1 нКл и 9 нКл расположены на расстоянии 2 м друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы силы, действующие на него со стороны двух других зарядов, были равны по модулю и противоположны по направлению?
7. В вершинах А и С квадрата ABCD находятся заряды -3 нКл и 4 нКл. Определить напряженность электрического поля в точке В, если сторона квадрата равна 5 см.



8. Одинаковые по модулю, но разные по знаку заряды 6 нКл расположены в двух вершинах равностороннего треугольника со стороной 0,2 м. Найти напряженность электрического поля в третьей вершине треугольника.
9. Пылинка, имеющая положительный заряд 10^{-11} Кл и массу 10^{-6} кг, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Какой стала скорость пылинки, если напряженность поля 10^5 В/м?

(N1)

Дано:

$$\begin{aligned}
 q_1 &= q_2 = q \\
 F &= 0,1 \text{ Н} \\
 r &= 6 \text{ см} \\
 k &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \\
 q &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
 F &= k \frac{q^2}{r^2} ; \quad q = \sqrt{\frac{F r^2}{k}} \\
 q &= \sqrt{\frac{0,1 \cdot 36}{9 \cdot 10^9}} = 4 \cdot 10^{-5} (\text{Кл}) = \boxed{40 \text{ мкКл}} \\
 \text{Ответ: } &40 \text{ мкКл.}
 \end{aligned}$$

(N2)

Дано:

$$\begin{aligned}
 q &= 10 \text{ нКл} = \\
 &= 10^{-5} \text{ Кл} \\
 E &= 4 \text{ В/м} \\
 F &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{F}{q} ; \quad F = q E \\
 F &= 10^{-5} \cdot 4 = 4 \cdot 10^{-5} (\text{Н}) = \boxed{40 \text{ мкН}} \\
 \text{Ответ: } &40 \text{ мкН.}
 \end{aligned}$$

(N3)

Дано:

$$\begin{aligned}
 q_1 &= 5 \text{ нКл} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} \\
 q_2 &= 20 \text{ нКл} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} \\
 r_1 &= r_2 = L \\
 \frac{F_2}{F_1} &= ?
 \end{aligned}$$

Решение:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= k \frac{q_1 q_2}{L^2} - \text{до взаимодействия} \\
 F_2 &= k \frac{q_1' q_2'}{L^2} - \text{после взаимодействия} \\
 q_1 + q_2 &= q_1' + q_2' ; \quad q_1' = q_2' = q' \\
 q_1 + q_2 &= 2q' ; \quad q' = \frac{q_1 + q_2}{2} \\
 q' &= \frac{25 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}}{2} = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} \\
 F_2 &= k \frac{(q')^2}{L^2} \\
 \frac{F_2}{F_1} &= \frac{(q')^2}{q_1 q_2} = \frac{(12,5 \cdot 10^{-3})^2}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = \\
 &= \frac{156,25}{100} \approx 1,56.
 \end{aligned}$$

Ответ: увеличится в 1,56 раз.

(N4)

Дано:

$$\begin{aligned}
 m &= 5 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \\
 &= 5 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \\
 q &= 4 \cdot 10^{-10} \text{ Кл} \\
 F_3 &= F_{\text{тяг}}
 \end{aligned}$$

E-?

Решение:



$$\begin{aligned}
 F_3 &= mg \\
 F_3 &= qE \\
 mg &= qE \\
 E &= \frac{mg}{q}
 \end{aligned}$$

$$E = \frac{5 \cdot 10^{-8} \cdot 10}{4 \cdot 10^{-10}} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ (В/м)} = \boxed{1,25 \text{ кВ/м}}$$

Ответ: 1,25 кВ/м.

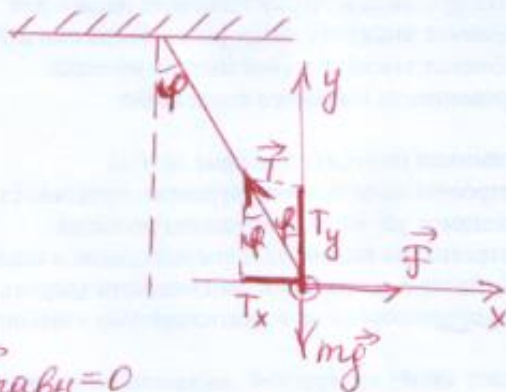
(N5)

Дано:

$$\begin{aligned}
 E &= 4 \text{ кВ/м} = \\
 &= 4 \cdot 10^3 \text{ В/м} \\
 m &= 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \\
 \tan \varphi &= 1,6
 \end{aligned}$$

q-?

Решение:



$$\vec{F}_{\text{равн}} = 0$$

$$\vec{F} + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$\text{OX: } F - T \sin \varphi = 0$$

$$\text{OY: } -mg + T \cos \varphi = 0$$

$$\begin{cases}
 T \sin \varphi = F \\
 T \cos \varphi = mg
 \end{cases}$$

$$\tan \varphi = \frac{F}{mg}; \quad F = qE; \quad \tan \varphi = \frac{qE}{mg}$$

$$\text{т.е. } q = \frac{mg \tan \varphi}{E}$$

$$q = \frac{1,8 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1,6}{4 \cdot 10^3} = 0,72 \cdot 10^{-5} = 7,2 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл)} = \boxed{7,2 \text{ нКл}}$$

Ответ: 7,2 нКл

(N6)

Дано:

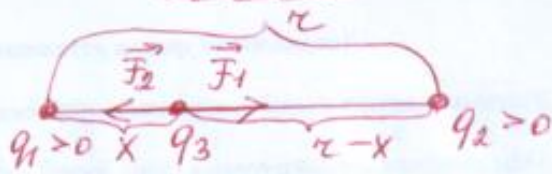
$$q_1 = 1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$$

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

$$r = 2 \text{ м}$$

$$F_1 = F_2$$

$x = ?$

Решение:

$$F_1 = k \frac{q_1 q_3}{x^2}$$

$$F_2 = k \frac{q_2 q_3}{(r-x)^2}$$

$$F_1 = F_2$$

$$\frac{k q_1 q_3}{x^2} = \frac{k q_2 q_3}{(r-x)^2}; \quad \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(r-x)^2}$$

$$\frac{\sqrt{q_1}}{x} = \frac{\sqrt{q_2}}{r-x}; \quad x \sqrt{q_2} = (r-x) \sqrt{q_1}$$

$$x \sqrt{q_2} = r \sqrt{q_1} - x \sqrt{q_1}; \quad x (\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}) = r \sqrt{q_1}$$

$$x = \frac{r \sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}}; \quad x = \frac{2 \sqrt{10^{-9}}}{\sqrt{10^{-9}} + \sqrt{9 \cdot 10^{-9}}} = \frac{2}{1+3} = 0,5 \text{ (м)}$$

$$r-x = 2 \text{ м} - 0,5 \text{ м} = 1,5 \text{ м}$$

Ответ: на расстоянии 0,5 м от заряда q_1 и на 1,5 м от q_2 .

(N7)

Дано:

$$q_1 = -3 \text{ нКл} =$$

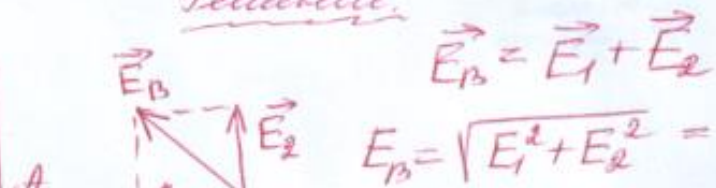
$$= -3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 4 \text{ нКл} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$a = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$E_B = ?$

Решение:

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

$$E_B = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} =$$

$$= \sqrt{\left(k \frac{q_1}{a^2}\right)^2 + \left(k \frac{q_2}{a^2}\right)^2} =$$

$$= \frac{k}{a^2} \sqrt{q_1^2 + q_2^2}$$

$$E_B = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9}}{25 \cdot 10^{-4}} \sqrt{9+16} = 1,8 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 18 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

Ответ: 18 кВ/м.

(N8)

Дано:

$$q_1 = 6 \text{ нКл} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

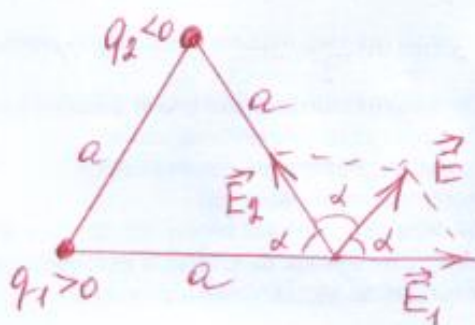
$$q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$a = 0,2 \text{ м}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$E = ?$

Решение:



т.к.

$$q_1 = q_2,$$

$$\text{то } E = E_1 = E_2$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \text{ — по правилу суперпозиции}$$

Т.к. $\vec{E}_1, \vec{E}_2$ и $\vec{E}$ образуют равносторонний треугольник, то $E = E_1 = E_2$

$$E = k \frac{|q|}{a^2}; \quad E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 6 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 10^{-2}} = 13,5 \cdot 10^2 \text{ В/м} =$$

Ответ: 1,35 кВ/м

$$= 1,35 \text{ кВ/м}$$

(N9)

Дано:

$$q = 10^{-14} \text{ Кл}$$

$$m = 10^{-6} \text{ кг}$$

$$v_0 = 0,1 \text{ м/с}$$

$$S = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$E = 10^5 \text{ В/м}$$

$v = ?$

Решение:

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$A = FS = qES$$

$$qES = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$2qES = mv^2 - mv_0^2$$

$$mv^2 = 2qES + mv_0^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2qES + mv_0^2}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-14} \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-2} + 10^{-6} \cdot 10^{-2}}{10^{-6}}} =$$

$$= \sqrt{8 \cdot 10^{-2} + 10^{-2}} = 0,3 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 0,3 м/с.