

2. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд $q = 2.33 \text{ нКл}$, помещен отрицательный заряд q_0 . Найти этот заряд, если на каждый заряд q действует результирующая сила $F = 0$. [$q_0 = -2.23 \text{ нКл}$]

Дано:

$$q = 2,33 \text{ нКл} = 2,33 \times 10^{-9} \text{ Кл} \quad F = 0$$

$$\varepsilon = 1q_0 - ?$$

Решение:

По условию задачи результирующая сила, действующая на каждый заряд q $F = 0$, т.е. все заряды находятся в состоянии равновесия. На заряд q действуют четыре силы $\vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4$ и \vec{F}_p . Условие равновесия $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_p = 0$

Распишем каждую силу:

$$|\vec{F}_2| = |\vec{F}_4| = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

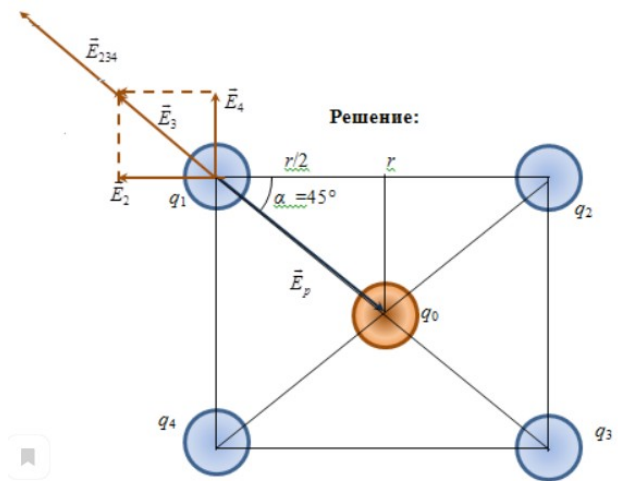
Сумма сил F_2 и F_4 :

$$F_{24} = \sqrt{F_2^2 + F_4^2} = \sqrt{\frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} + \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}}$$

$$= \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \times \sqrt{2}$$

Сила F_3 :

$$F_3 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 \left(\frac{r}{\cos 45^\circ}\right)^2}$$



Результирующая сил F_2, F_4 и F_3 :

$$F_{234} = F_{24} + F_3 = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \times \sqrt{2} + \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 \left(\frac{r}{\cos 45^\circ}\right)^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \times \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

Сила взаимодействия положительного заряда q и отрицательного заряда q_0

$$F_p = \frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0 \left(\frac{r}{\cos 45^\circ}\right)^2} \quad \text{тогда} \quad F_p = F_{234} \quad \frac{qq_0}{4\pi\varepsilon_0 \left(\frac{r}{\cos 45^\circ}\right)^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \times \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

Величина отрицательного заряда q_0

$$q_0 = q \frac{\left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)}{2} = 2,33 \times 10^{-9} \times \frac{\sqrt{2} + 0,5}{2} = -2,23 \times 10^{-9} \text{ Кл}$$

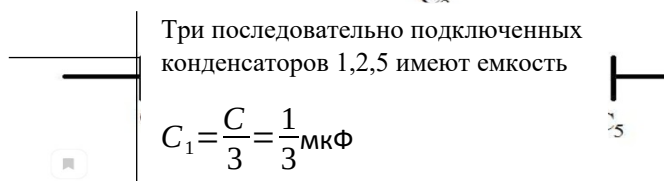
Ответ: $-2,23 \text{ нКл}$

5. Определите емкость C батареи конденсаторов, изображенной на рисунке. Емкость каждого конденсатора $C_i = 1 \text{ мкФ}$. [$C_2 = 0.286 \text{ мкФ}$].

Дано:

$$C_1 = 1 \quad C = ?$$

Решение:



Три последовательно подключенных конденсаторов 1, 2, 3 имеют емкость

$$C_1 = \frac{C}{3} = \frac{1}{3} \text{ мкФ}$$

При параллельном подключении двух, их емкость:

$$C_2 = C \times 2 = 1 \times 10^{-6} \times 2 = 2 \text{ мкФ}$$

$$C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2} = \left(\frac{\left(\frac{1 \times 2}{3} \right)}{\left(\frac{2+1}{3} \right)} \right) \times 10^{-6} = 0.286 \text{ мкФ}$$

6. Найти силу F , действующую на заряд $q = 2 \text{ нКл}$, если заряд помещен на расстоянии $r = 2 \text{ см}$ от поверхности заряженного шара с радиусом $R = 2 \text{ см}$ и поверхностной плотностью

заряда $\sigma = 20 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$. Диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon = 6$, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ М. (188 мкН)}$

Дано:

$$q = 2 \text{ нКл}$$

$$r = 2 \text{ см}$$

Решение:

E – напряженность поля на расстоянии r от поверхности заряженного шара с радиусом R и поверхностной плотностью заряда σ $R = 2 \text{ см}$

$$E = q \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} \times \frac{R^2}{R+r} \quad \sigma = \frac{20 \text{ мкКл}}{\text{м}^2} \quad \text{тогда } \epsilon = 6$$

$$F = q \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon} \times \frac{R^2}{R+r} = \frac{2}{3 \times 10^9} \times \frac{20 \times 10^{-5}}{8.85 \times 10^{-12} \times 6} \times \frac{2 \times 10^{-2}}{(2 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-2})} = 6.278 \times 10^{-5} \text{ Н}$$

$$F = ?$$

$$\text{Ответ: } F = 6.278 \times 10^{-5}$$