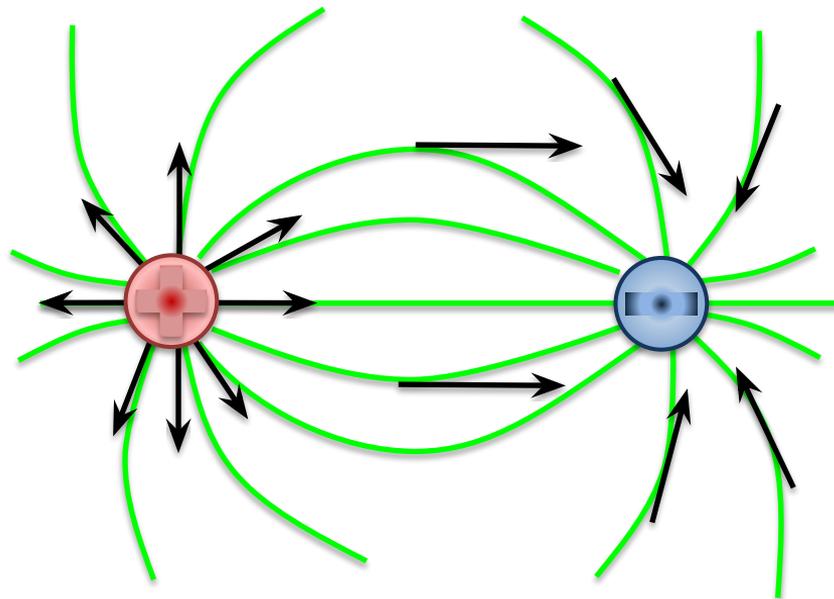


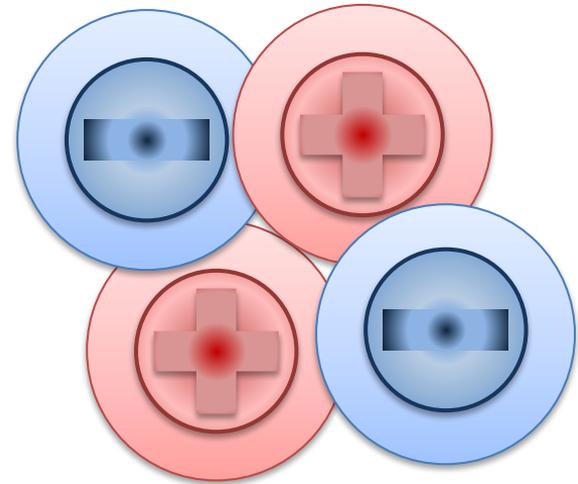
# Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей



# Электрическое поле

Электрическое поле — это особая форма материи, которая создается электрическими зарядами и оказывает воздействие на другие заряды.

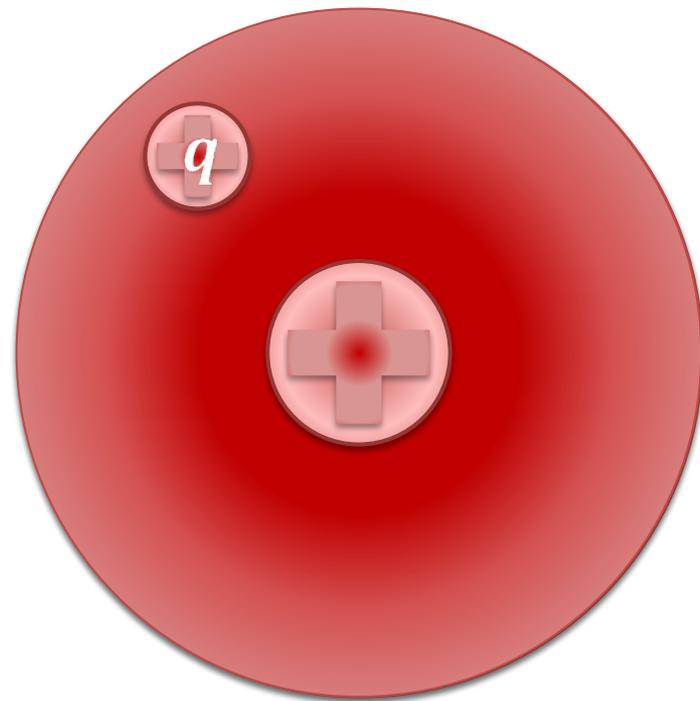
**Напряженность** — количественная характеристика электрического поля.



# Напряженность электрического поля

Напряженность электрического поля — это отношение силы, действующей на заряд, помещаемый в данную точку поля к величине этого заряда:

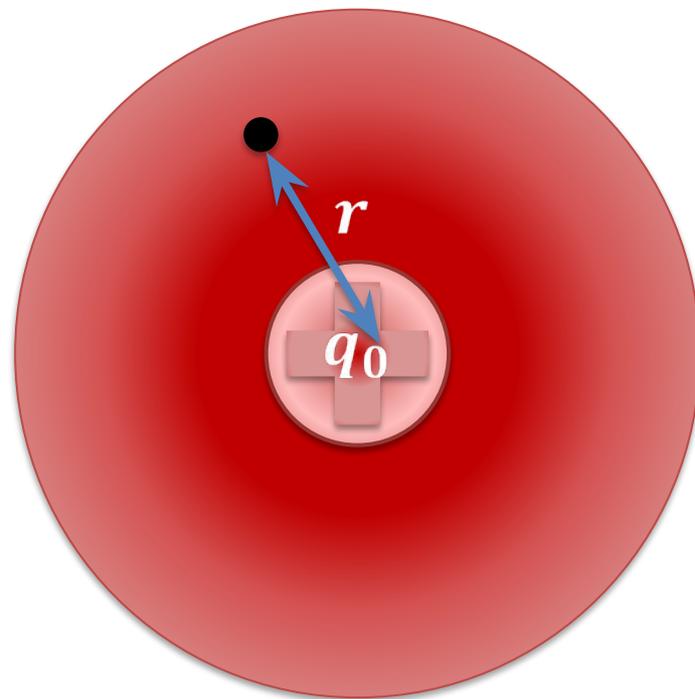
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad [E] = \left[ \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right]$$



# Напряженность электрического поля

Напряженность  
электрического поля  
точечного заряда в данной  
точке:

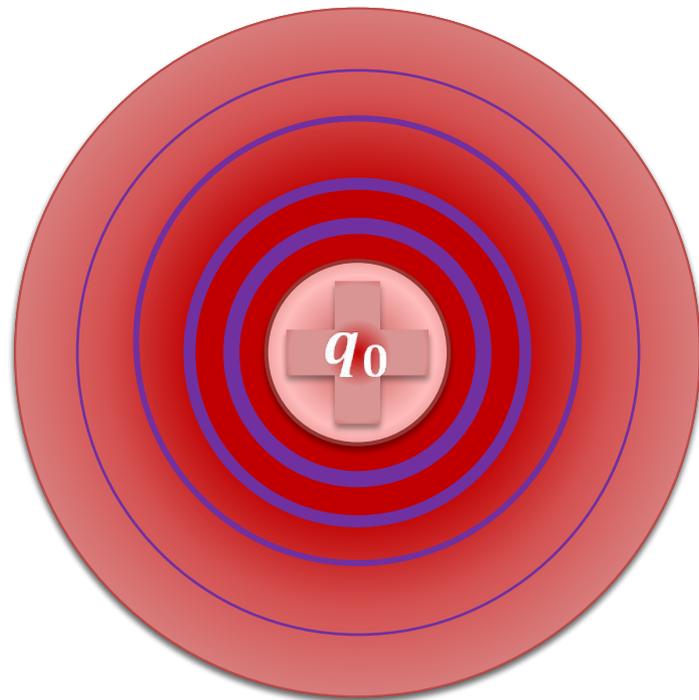
$$E = \frac{F}{q} = k \frac{q_0}{r^2}$$



# Напряженность электрического поля

Напряженность  
электрического поля  
точечного заряда в данной  
точке:

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{q_0}{r^2}$$

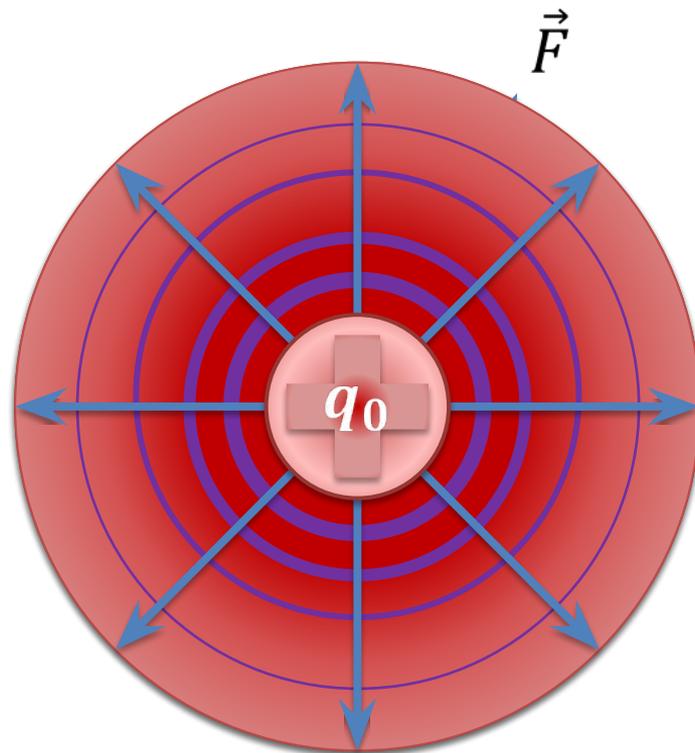


# Напряженность электрического поля

Напряженность  
электрического поля  
точечного заряда в данной  
точке:

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{q_0}{r^2}$$

$$\vec{F} = \vec{E}q$$

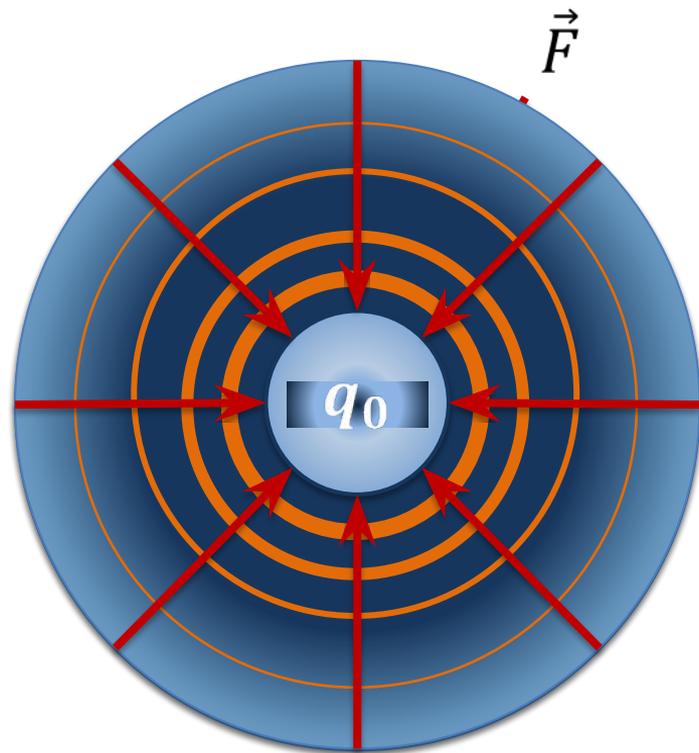


# Напряженность электрического поля

Напряженность  
электрического поля  
точечного заряда в данной  
точке:

$$E = \frac{F}{q} = k \frac{q_0}{r^2}$$

$$\vec{F} = \vec{E}q$$



# Принцип суперпозиции полей

## Принцип суперпозиции полей:

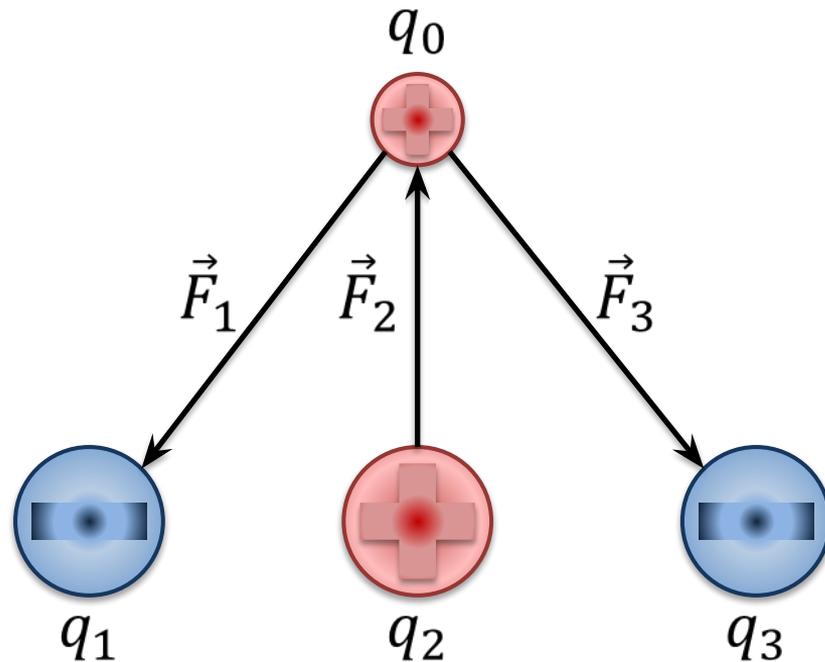
если в данной точке пространства различные заряженные частицы

создают электрические поля, с

определенными напряженностями, то

результатирующая напряженность поля в этой точке будет равна

векторной сумме напряженностей этих полей.



На рисунке указан точечный заряд  $q_1$ , напряженность поля которого в точке  $A$  равна  $2000 \text{ Н/Кл}$ . Обозначьте на рисунке силу, действующую на заряд  $q_2$ . Также, найдите модуль силы, действующей на заряд  $q_2$ , если точка  $A$  находится ровно посередине между зарядами  $q_1$  и  $q_2$ .

Дано:

$$E_{1A} = 2000 \text{ Н/Кл}$$

$$r_1 = r_2$$

$$q_2 = 600 \text{ мкКл}$$

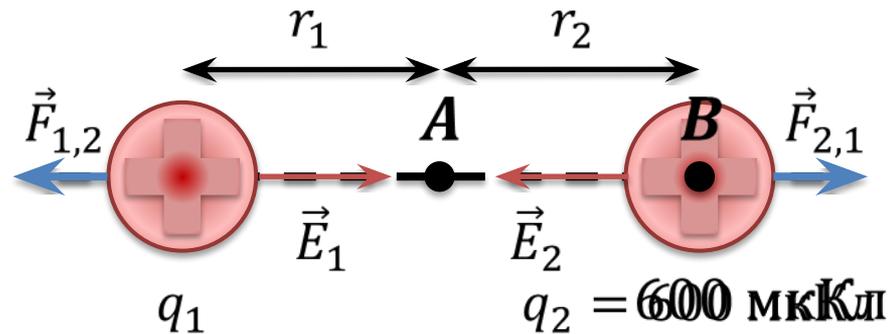
$$F_{1,2} = ?$$

$$E_{1A} = \frac{kq_1}{r_1^2}$$

$$E_{1B} = \frac{kq_1}{(2r_1)^2} = \frac{E_{1A}}{4}$$

$$E_{1B} = \frac{F_{1,2}}{q_2} \Rightarrow F_{1,2} = E_{1B}q_2$$

$$F_{1,2} = \frac{E_{1A}}{4} q_2 = \frac{2000}{4} \times 600 \times 10^{-6} = 0,3 \text{ Н}$$



Величины точечных зарядов  $q_1$  и  $q_3$  указаны на рисунке. Расстояние между зарядами  $q_1$  и  $q_3$  составляет  $0,5$  м. Найдите такое положение заряда  $q_2$ , при котором он будет находиться в состоянии покоя.

Дано:

$$q_1 = 500 \text{ мкКл}$$

$$q_3 = 200 \text{ мкКл}$$

$$r = 0,5 \text{ м}$$

Положение  
равновесия  $q_2$

$$F_2 = q_2 E_{1,3}$$

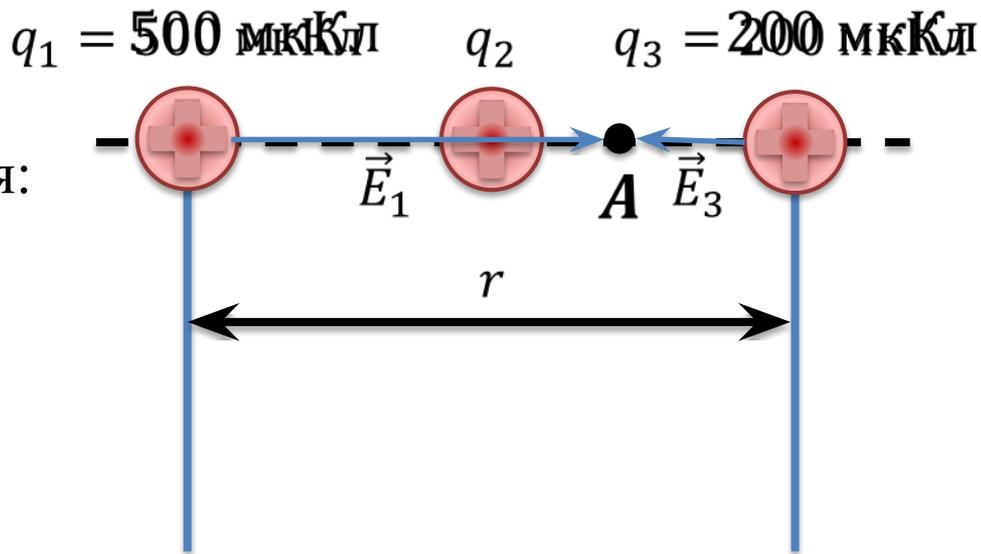
Для равновесия:

$$\vec{E}_{1,3} = 0$$

$$\vec{E}_{1A} + \vec{E}_{3A} = 0$$

$$E_{1A} - E_{3A} = 0$$

$$E_{1A} = E_{3A}$$



Величины точечных зарядов  $q_1$  и  $q_3$  указаны на рисунке. Расстояние между зарядами  $q_1$  и  $q_3$  составляет 0,5 м. Найдите такое положение заряда  $q_2$ , при котором он будет находиться в состоянии покоя.

Дано:

$$q_1 = 500 \text{ мкКл}$$

$$q_3 = 200 \text{ мкКл}$$

$$r = 0,5 \text{ м}$$

Положение  
равновесия  $q_2$

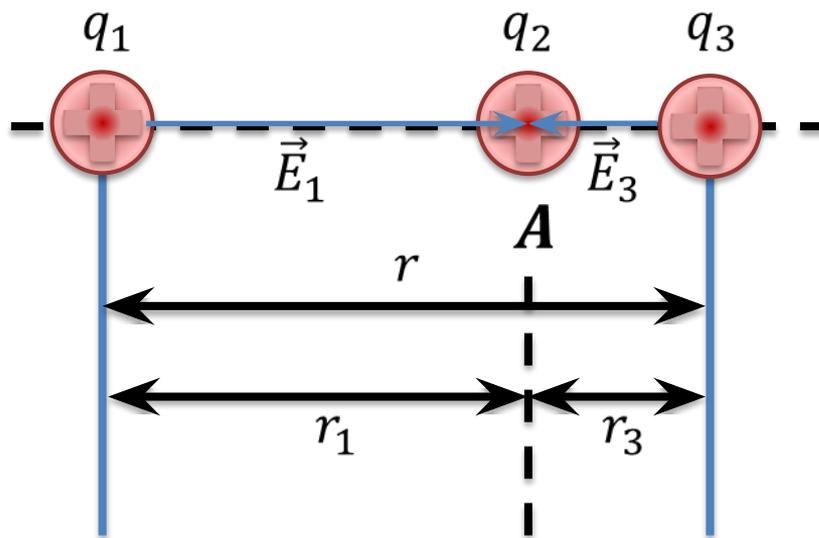
$$E_{1A} = E_{3A}$$

$$\frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_3}{r_3^2}$$

$$\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_3}{r_3^2}$$

$$r_3 \neq r_3 = r_1$$

$$\frac{(r - r_1)^2}{r_1^2} = \frac{q_3}{q_1}$$



Величины точечных зарядов  $q_1$  и  $q_3$  указаны на рисунке. Расстояние между зарядами  $q_1$  и  $q_3$  составляет 0,5 м. Найдите такое положение заряда  $q_2$ , при котором он будет находиться в состоянии покоя.

Дано:

$$q_1 = 500 \text{ мкКл}$$

$$q_3 = 200 \text{ мкКл}$$

$$r = 0,5 \text{ м}$$

Положение  
равновесия  $q_2$

$$\frac{(r - r_1)^2}{r_1^2} = \frac{q_3}{q_1}$$

$$\frac{r^2 - 2rr_1 + r_1^2}{r_1^2} = \frac{q_3}{q_1}$$

$$\frac{r^2}{r_1^2} - \frac{2r}{r_1} + 1 = \frac{q_3}{q_1} = 0$$

$$\left(1 - \frac{q_3}{q_1}\right)r_1^2 - 2rr_1 + r^2 = 0$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$r_{1_1} = 1,36 \text{ м} \quad r_{1_2} = 0,3 \text{ м}$$

$$r_3 = r - r_1 = 0,2 \text{ м}$$

Величины точечных зарядов  $q_1$  и  $q_3$  указаны на рисунке. Расстояние между зарядами  $q_1$  и  $q_3$  составляет 0,5 м. Найдите такое положение заряда  $q_2$ , при котором он будет находиться в состоянии покоя.

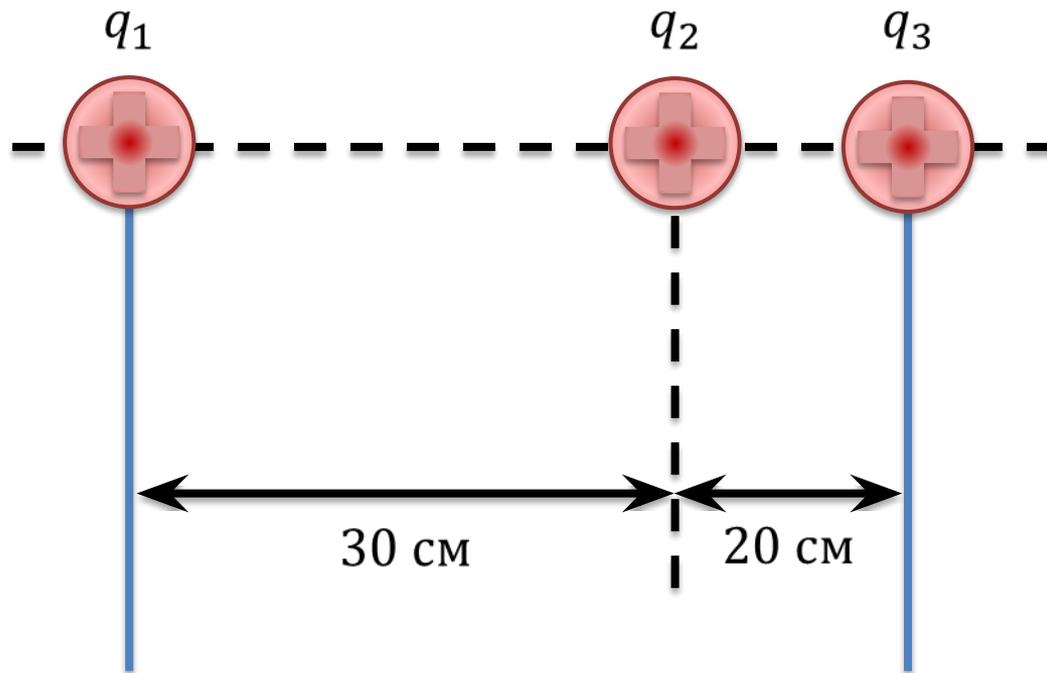
Дано:

$$q_1 = 500 \text{ мкКл}$$

$$q_3 = 200 \text{ мкКл}$$

$$r = 0,5 \text{ м}$$

Положение  
равновесия  $q_2$



Два равных по модулю заряда находятся в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого равна **2 м**. Найдите модуль и направление напряженности в третьей вершине треугольника, если модуль заряда равен **150 нКл**

Дано:

$$q_1 = 150 \text{ нКл}$$

$$q_2 = -150 \text{ нКл}$$

$$a = 2 \text{ м}$$

$$\vec{E} - ?$$

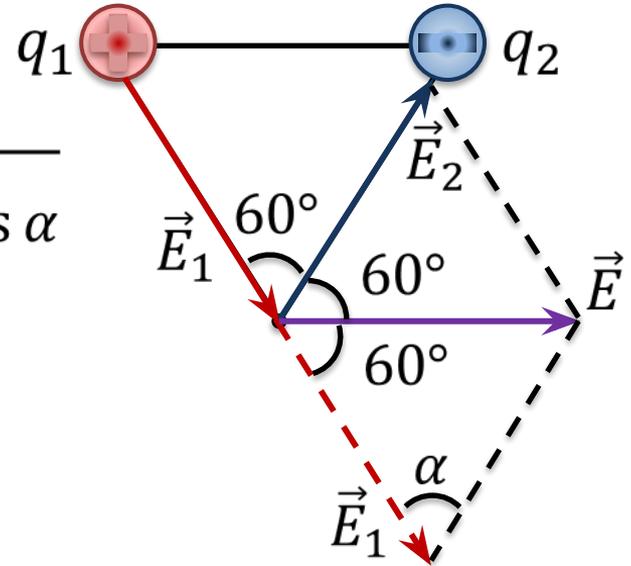
$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

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

$$E_1 = E_2 = \frac{k|q_1|}{r^2}$$

$$\alpha = 180 - 120 = 60^\circ$$

$$r = a$$



Два равных по модулю заряда находятся в вершинах равностороннего треугольника, сторона которого равна 2 м. Найдите модуль и направление напряженности в третьей вершине треугольника, если модуль заряда равен 150 нКл.

Дано:

$$q_1 = 150 \text{ нКл} \quad \left| \quad E = E_1 \sqrt{2} (1 - \cos 60^\circ) \right.$$

$$q_2 = -150 \text{ нКл} \quad E_1 = E_2 = \frac{k|q_1|}{a^2}$$

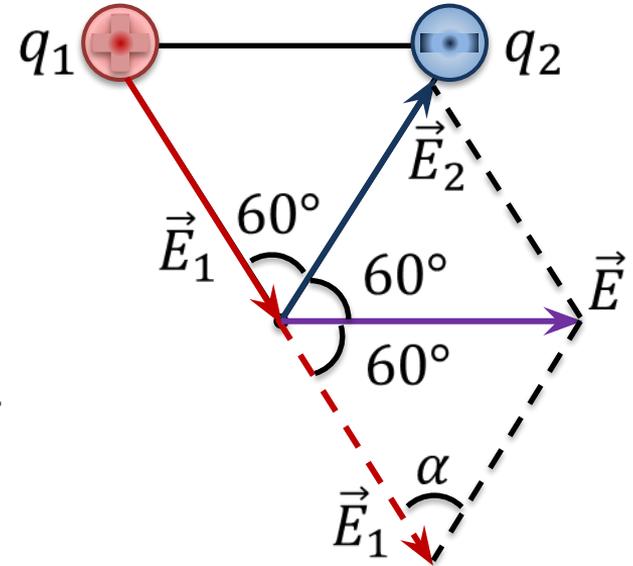
$$a = 2 \text{ м}$$

---


$$\vec{E} - ?$$

$$E = \frac{k|q_1|}{a^2} \sqrt{2} (1 - \cos 60^\circ)$$

$$E = \frac{9 \times 10^9 \times 150 \times 10^{-9}}{2^2} \sqrt{2} (1 - \cos 60^\circ) = 337,5 \text{ Н/Кл}$$



# Основные выводы

- Количественно охарактеризовать электрическое поле можно такой величиной, как **напряженность**.
- **Напряженность электрического поля** — это отношение силы, действующей на помещаемый в данную точку поля заряд, к величине этого заряда:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

- **Напряженность** направлена так же, как и сила Кулона.

# Основные выводы

- **Принцип суперпозиции полей:** если в данной точке пространства различные заряженные частицы создают электрические поля, с определенными напряженностями, то результирующая напряженность поля в этой точке будет равна векторной сумме напряженностей этих полей.

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