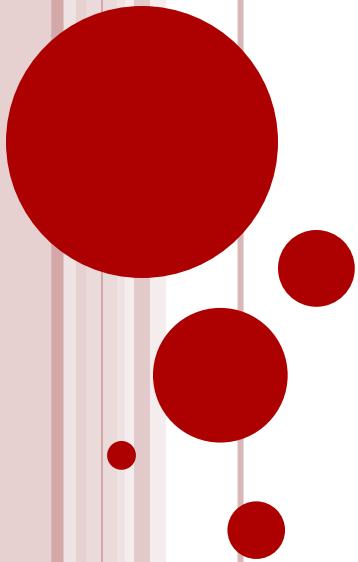


ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ

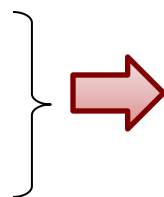


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ И ИХ СВОЙСТВА

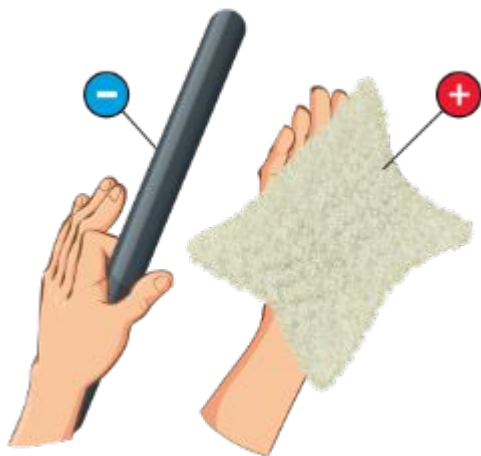
Носители электрического заряда – заряженные тела и частицы

$$q_{\text{эл}} = -1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$q_{\text{пр}} = +1,6 \cdot 10^{-19}$$



Элементарный заряд –
наименьший в природе



Электризация –

электроны переходят с
одного тела на другое

Избыток электронов –

отрицательный заряд

Недостаток электронов –

положительный

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ И ИХ СВОЙСТВА

Аддитивность – заряд системы равен сумме зарядов, образующих эту систему

Дискретность – заряды тел и частиц кратны элементарному заряду:

$$q = \pm n \cdot |q_e|, \text{ где } n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

Закон сохранения электрического заряда:

суммарный заряд электрически изолированной системы сохраняется

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАРЯДА

1. **Линейная плотность заряда** – заряд на единицу длины:

Если $\tau = \text{const}$, то $\tau = \frac{q}{l}$

$$\tau = \frac{dq}{dl} \left[\frac{\text{Кл}}{\text{м}} \right]$$

2. **Поверхностная плотность заряда** – заряд на единицу поверхности:

Если $\sigma = \text{const}$,
то $\sigma = \frac{q}{S}$

$$\sigma = \frac{dq}{dS} \left[\frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \right]$$

3. **Объемная плотность заряда** – заряд на единицу объема:

Если $\rho = \text{const}$,
то $\rho = \frac{q}{V}$

$$\rho = \frac{dq}{dV} \left[\frac{\text{Кл}}{\text{м}^3} \right]$$

ЗАКОН КУЛОНА В ВАКУУМЕ

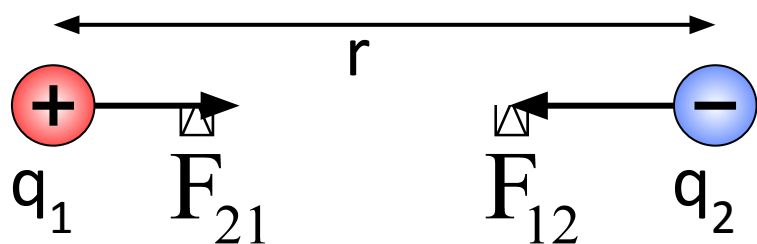
Точечный заряд – заряженное тело, размерами которого в условиях данной задачи можно

пренебречь.
Сила взаимодействия двух точечных зарядов:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

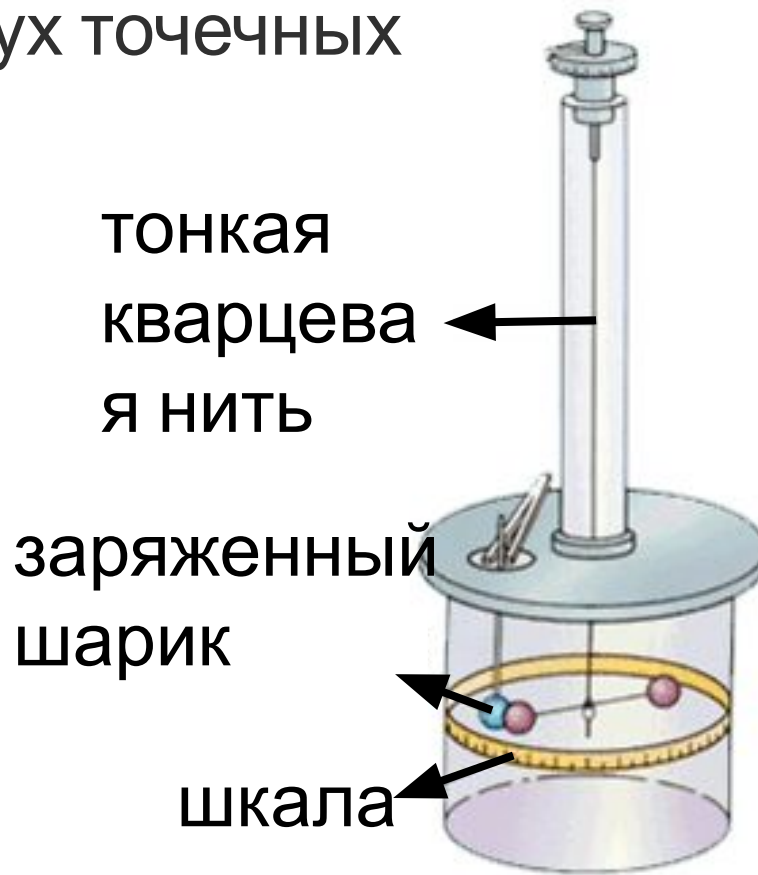
$$k = 1 / 4\pi\epsilon_0$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$$



$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$$

- электрическая постоянная

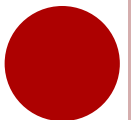


Закон Кулона в среде

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{\epsilon r^2}$$

ϵ – диэлектрическая проницаемость среды

Показывает, во сколько раз среда ослабляет силу взаимодействия между зарядами



ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

- Всякий электрический заряд q создает в окружающем его пространстве **электрическое поле**
- **Электрическое поле** проявляет себя тем, что действует с силой $F_{\text{эл}}$ на помещенный в какую-либо точку другой заряд
- **Электростатическое поле** – поле, созданное неподвижными электрическими зарядами

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Вектор напряженности:

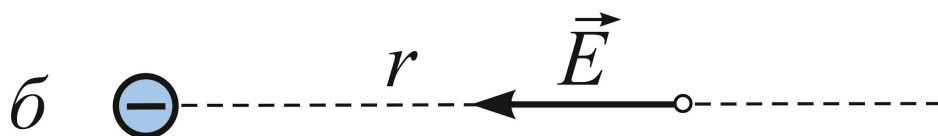
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad \left[\frac{\text{Н}}{\text{Кл}} \right] = \left[\frac{\text{В}}{\text{м}} \right]$$

Напряжённость - **силовая** характеристика поля

Напряженность равна отношению силы, действующей на помещенный в поле заряд, к этому заряду



Напряжённость поля точечного заряда:



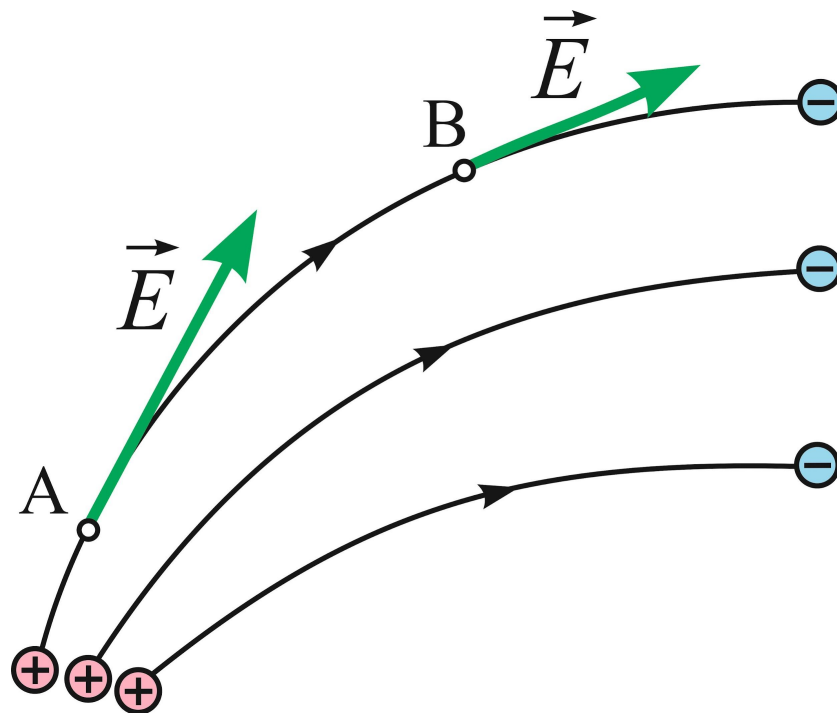
$$E_{\text{т.з.}} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Линии напряженности или **силовые линии** - это линии, касательные к которым в каждой точке совпадают по направлению с вектором напряженности поля

Свойства силовых линий:

- Начинаются на + и заканчиваются на -
- Не пересекаются

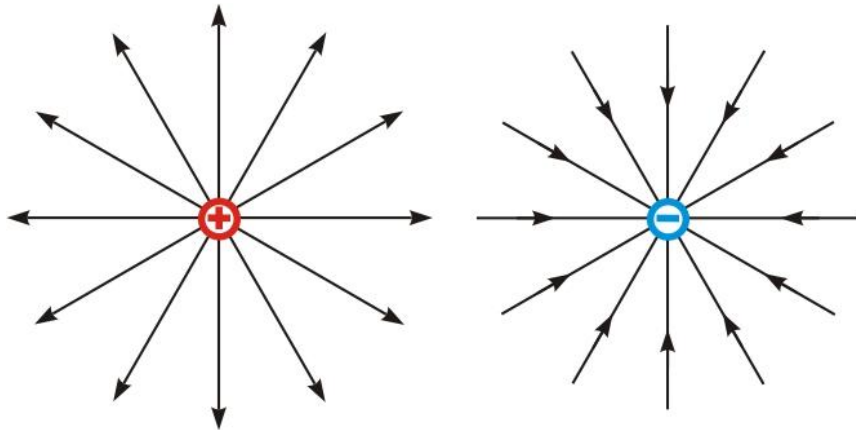


НАПРЯЖЕННОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

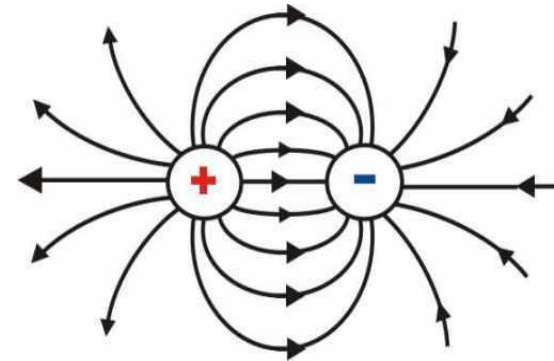
Силовые линии поля всегда направлены от плюса к минусу

Неоднородные поля:

Точечные заряды

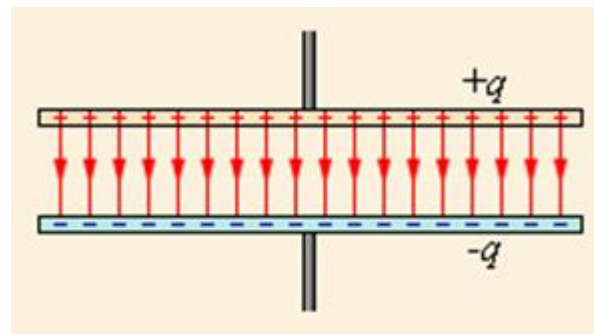


Диполь



Однородное поле:

$$\vec{E} = \text{const}$$



Поле плоского конденсатора

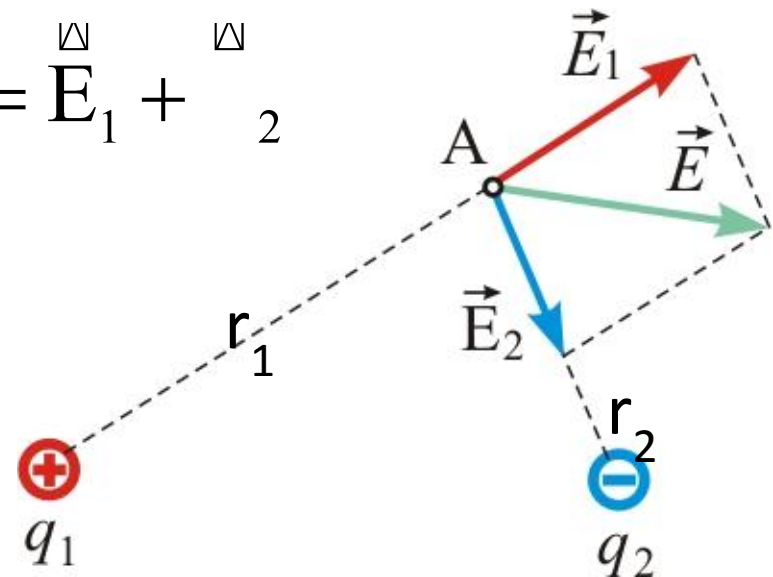
ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ

Напряженность электрического поля \vec{E} нескольких неподвижных точечных зарядов q_1, q_2, \dots, q_N равна векторной сумме напряженностей полей, которые создавал бы каждый из этих зарядов в отсутствии остальных:


$$\vec{E} = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i$$




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

Пример: Суперпозиция полей двух точечных зарядов:



ПОТЕНЦИАЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Электростатическое поле –
потенциальное поле 

-  Работа по перемещению заряда в этом поле зависит только от **начальной и конечной** точек пути и не зависит от траектории
-  Работа при перемещении заряда по любому замкнутому контуру **равна нулю**
-  Работа сил электростатического поля равна убыли потенциальной энергии заряда в этом поле:

$$A_{12} = W_1 - W_2$$

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Электрический потенциал – отношение потенциальной энергии точечного заряда, помещенного в данную точку поля к величине этого заряда:

$$\varphi = \frac{W}{q_0} \quad [V] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} \right]$$

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Потенциал поля точечного заряда:

$$\varphi_{\text{т.з.}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad \begin{array}{l} r \rightarrow \infty \Rightarrow \\ \varphi \rightarrow 0 \end{array}$$

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Потенциал поля системы точечных зарядов:

$$\varphi = \sum_{i=1}^N \varphi_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i}$$

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ

Запишем выражение для работы с учетом определения потенциала:

$$\left. \begin{array}{l} A_{12} = W_1 - W_2 \\ W = q_0 \varphi \end{array} \right\} \rightarrow A_{12} = q_0 (\varphi_1 - \varphi_2)$$



Разность потенциалов $\varphi_1 - \varphi_2$ численно равна работе, совершаемой силами поля при перемещении

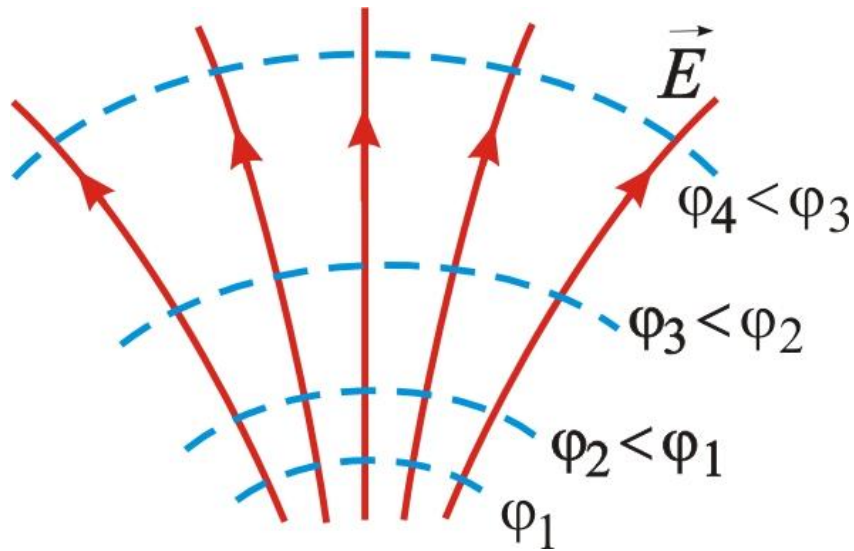
единичного положительного точечного заряда

Напряжени $U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{12}}{q_0} \quad [B]$

e:

ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

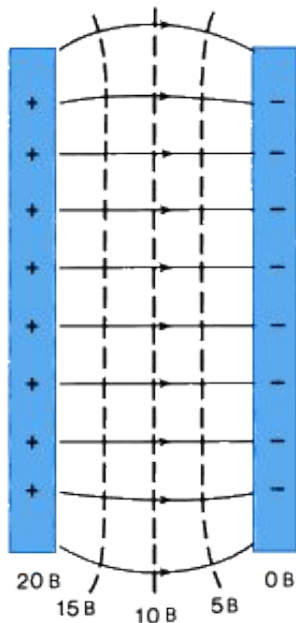
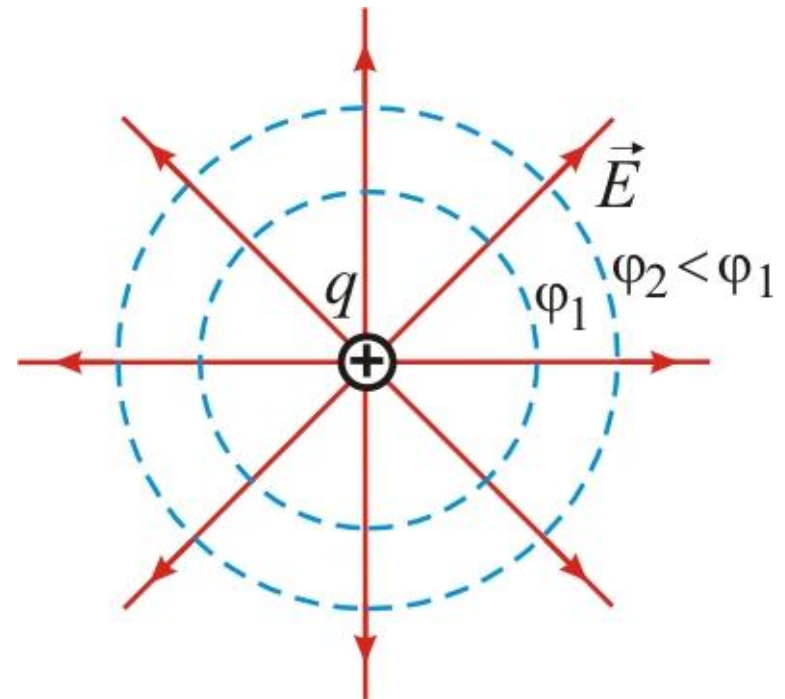
Эквипотенциальная поверхность –
поверхность, во всех точках которой потенциал
имеет одно и то же значение



Линии напряженности
в каждой точке поля \perp
эквипотенциальным
поверхностям

ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

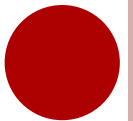
Поле точечного заряда



Поле плоского конденсатора
– однородное поле:

$$E = U / d$$

Спасибо за внимание!



Список должников:

301 группа:

Герасимова Виолетта (работа по мол. физ.)

Иголкин Владислав (работа по мол. физ. и электричеству)

Курбанов Далер (работа по мол. физ.)

Поляков Игорь (работа по мех., мол. физ. и электричеству)

Рождественский Ростислав (работа по мех., мол. физ.)

303 и 304 группы:

Бурмистров Олег (работа по механике)

Все должники могут написать мне письмо на электронную почту, решим, что делать.

