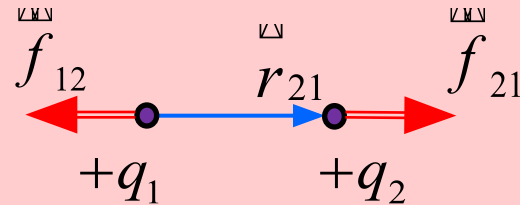


1. Основные постулаты электростатики.



1. 2 типа зарядов (+,-)...
2. Кратность величины заряда... $\rightarrow Q = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$
3. З-н сохранения заряда в изолированной системе.
4. Инвариантность заряда.
5. З-н Кулона (1785 г.):

$$\vec{f}_{21} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{21}^2} \frac{\vec{r}_{21}}{r_{21}}$$



Электрическая постоянная

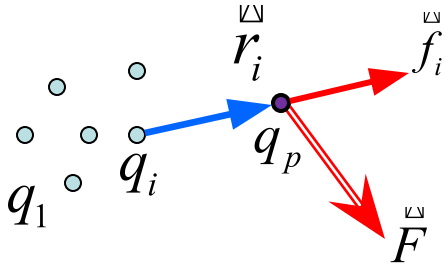
$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

$$\vec{f}_{12} = -\vec{f}_{21}$$

Закон Кулона: сила взаимодействия между двумя неподвижными точечными зарядами пропорциональна величине зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними (в вакууме).

2. Характеристики электростатического поля.

Рассмотрим систему:
N неподвижных точечных зарядов...



q_p - Пробный заряд, помещенный
 - в произвольную точку поля...



точечный...
 малый по
 величине...

$$\vec{f}_{i\text{ на } q_p} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i q_p}{r_i^2} \frac{\vec{r}_i}{r_i} \dots$$

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^N \vec{f}_i = \frac{q_p}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^2} \frac{\vec{r}_i}{r_i}$$



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_p} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^2} \frac{\vec{r}_i}{r_i}$$



Напряженность электростатического поля,
создаваемого системой N неподвижных
точечных зарядов в данной точке – силовая
характеристика поля, равная силе,...



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

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_p} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i^2} \frac{\vec{r}_i}{r_i}$$

$N = 1$

Напряженность поля точечного заряда

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$



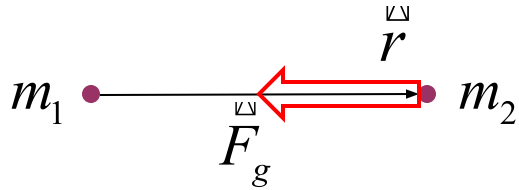
Принцип суперпозиции для напряженности электростатического поля...

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


$$\vec{E}_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_i^2} \frac{\vec{r}_i}{r_i}$$

Напряженность поля, создаваемого зарядом...

Работа силы тяготения.



$$F_g \propto \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

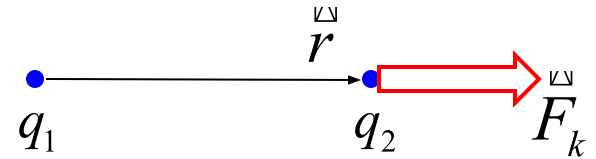
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$$

$$\vec{F}_g = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$



$$\vec{F} = \alpha \frac{\vec{r}}{r^3}$$

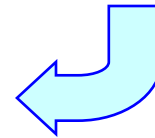
Работа силы Кулона



$$F_k \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad F_k = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

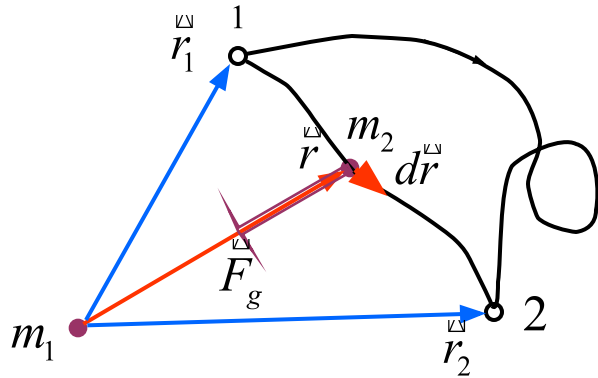
$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{В} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$\vec{F}_k = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

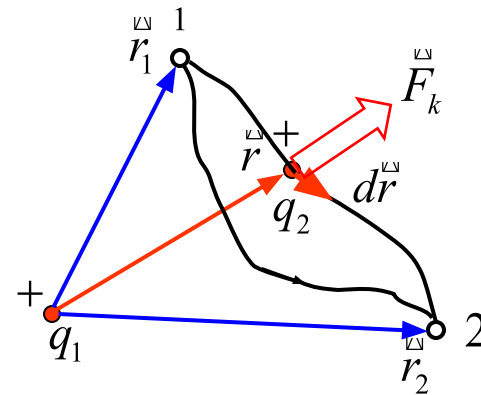


Вычисление работы центральной силы

Перемещение тела в поле другого тела из точки (1) в точку (2)



Перемещение заряда в поле другого заряда из точки (1) в точку (2)



Работа силы: $\rightarrow A = \int_{(1)}^{(2)} \alpha \frac{r}{r^3} dr = \alpha \int_{(1)}^{(2)} \frac{1}{r^3} r dr = \alpha \int_{(1)}^{(2)} \frac{1}{r^3} r (dr)_r$

$(dr)_r$



Проекция элементарного перемещения на направление радиус-вектора

$(dr)_r = dr$

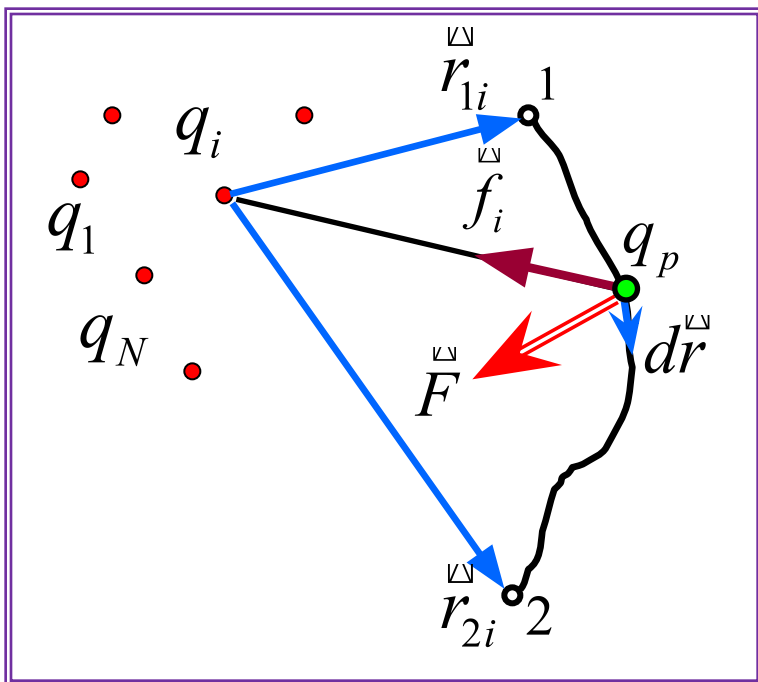
$$A = \alpha \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r^2} dr = \alpha \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$A_g = -G \frac{m_1 m_2}{r_1} - \left(-G \frac{m_1 m_2}{r_2} \right)$$

$$A_k = \frac{kq_1 q_2}{r_1} - \frac{kq_1 q_2}{r_2}$$

Работа силы гравитации и работа силы Кулона не зависят от траектории, по которой движется материальная точка (заряд), а зависят от начального и конечного положения материальной точки (заряда). Сила, работа которой зависит от начального и конечного положения материальной точки (точечного заряда) и не зависит ни от вида траектории, ни от закона ее движения, называется *потенциальной (консервативной) силой*.

Вычислим работу сил электростатического поля, создаваемого системой N неподвижных точечных зарядов, по перемещению пробного заряда из точки 1 в точку 2 :



$$A_{1 \rightarrow 2} = \int_1^2 \vec{F} d\vec{r} = \int_1^2 \sum_{i=1}^N \vec{f}_i d\vec{r} = \sum_{i=1}^N \int_1^2 \vec{f}_i d\vec{r} =$$

$$= \sum_{i=1}^N \left(\frac{q_p q_i}{4\pi\epsilon_0 r_{1i}} - \frac{q_p q_i}{4\pi\epsilon_0 r_{2i}} \right) = W_{\text{п1}} - W_{\text{п2}}$$

$$A_{1 \rightarrow 2} = W_{\text{п2}} - W_{\text{п1}}$$

$$W_{\text{п}} = \sum_{i=1}^N \frac{q_p q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i}$$

Потенциальная энергия взаимодействия пробного заряда со всеми зарядами системы

Потенциал электростатического поля, создаваемого системой N неподвижных точечных зарядов в данной точке – энергетическая характеристика поля, равная потенциальной энергии взаимодействия,...



$$\varphi = \frac{W_{\text{п}}}{q_p} = \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i}$$

$N = 1$

Потенциал поля точечного заряда

$$\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$



Принцип суперпозиции для потенциала...

$$\varphi = \sum_{i=1}^N \varphi_i$$



$$\varphi_i = \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i}$$

Потенциал поля, создаваемого зарядом...

$$A_{1 \rightarrow 2} = W_{\pi 2} - W_{\pi 1}$$



$$\frac{A_{1 \rightarrow 2}}{q_p} = \frac{W_{\pi 1}}{q_p} - \frac{W_{\pi 2}}{q_p} = \varphi_1 - \varphi_2$$



$$A_{1 \rightarrow 2} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$



$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{1 \rightarrow 2}}{q_p}$$



$$\begin{aligned} \varphi_2 &\rightarrow \infty \\ \varphi_2 &\rightarrow 0 \end{aligned}$$



$$\varphi_1 = \frac{A_{1 \rightarrow \infty}}{q_p}$$



**Разность потенциалов -
величина, равная работе
сил поля по ...**

