

## 10. Фундаментальные взаимодействия. Закон всемирного тяготения. Электромагнитные силы.

Практически все наблюдаемые во вселенной явления обусловлены четырьмя видами фундаментальных взаимодействий. **Фундаментальные взаимодействия** — это виды взаимодействия элементарных частиц и состоящих из них тел. Фундаментальные взаимодействия нельзя свести к более элементарным взаимодействиям.

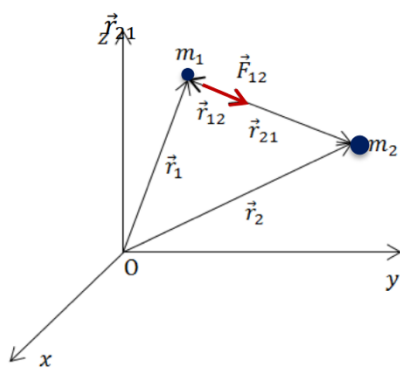
### Фундаментальные взаимодействия:

1. Гравитационное [самое слабое].
2. Электромагнитное.
3. Слабое взаимодействие (пример:  $\beta$ -распад).
4. Сильное взаимодействие (пример: связь нуклонов в атомном ядре) [самое сильное].

### Гравитационное взаимодействие.

Гравитационное взаимодействие подчиняется **закону всемирного тяготения**:

$$\vec{F}_{гп\ 12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}; \quad |\vec{F}_{гп\ 12}| = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



$\vec{F}_{гп12}$  – сила притяжения первого тела ко второму.

Согласно рисунку,  $\vec{r}_{21} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ ,  $\vec{r}_{12} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$

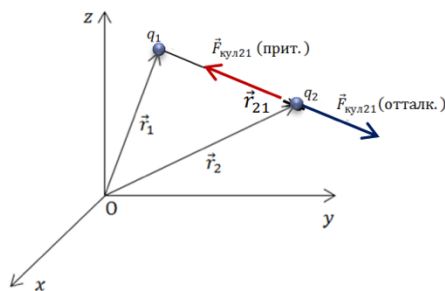
$\frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$  – единичный вектор, определяющий направление действия силы.

$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}.$  – гравитационная постоянная.

### Электромагнитные силы.

1. Взаимодействие между двумя неподвижными зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , расположенными в вакууме на расстоянии  $\vec{r}_{21} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$  описывается **законом Кулона**:

$$\vec{F}_{кул21} = k \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \cdot \frac{\vec{r}_{21}}{r_{21}}; \quad F_{кул21} = k \frac{|q_1| |q_2|}{r_{21}^2}$$



Если  $q_1 q_2 > 0$  (одноименные заряды), то между ними действует сила отталкивания  $\vec{F}_{кул21} \uparrow \vec{r}_{21}$ .

Если  $q_1 q_2 < 0$  (разноименные заряды), то между ними действует сила притяжения  $\vec{F}_{кул21} \uparrow \vec{r}_{21}$

Коэффициент пропорциональности  $k \approx 9 \cdot 10^9 \frac{\text{м}}{\text{Ф}}.$

2. Взаимодействие движущихся зарядов определяется **силой Лоренца**:

$$\vec{F}_{л21} = q_2 \vec{E}_1(\vec{r}_2) + q_2 [\vec{v}_2, \vec{B}_1(\vec{r}_2)],$$

Где  $q_1, \vec{v}_1$  – заряд и скорость первого тела;

$q_2, \vec{v}_2$  – заряд и скорость второго тела;

$\vec{F}_{л21}$  – сила Лоренца, действующая на второй заряд со стороны первого;

$\vec{E}_1$  – электрическое поле, создаваемое первым зарядом в том месте, где находится второй;

$\vec{B}_1(\vec{r}_2)$  – магнитное поле, создаваемое первым зарядом в том месте, где движется второй;