

Фундаментальные взаимодействия

Выполнила
Студентка 554 гр.
Бойнова Екатерина

2007 год
rptcsuoiu.ru

Фундаментальные взаимодействия –

различные, не сводящиеся друг к другу типы взаимодействия элементарных частиц и составленных из них тел.

Элементарные частицы:

- 1. Лептоны** - элементарные частицы, не участвующие в сильном взаимодействии (электроны, нейтрино, мюон).
- 2. Адроны** - частицы участвующие в сильных, электромагнитных и слабых взаимодействиях. Сегодня известно свыше сотни адронов(протоны, нейтроны).
- 3. Калибровочные бозоны** - частицы переносящие взаимодействие между фундаментальными фермионами (кварками и лептонами).

Основные характеристики частиц:

-) *Масса частицы, т. (от 0 (фотон) до 90 ГэВ (Z-бозон));*
-) *Время жизни;*
-) *Спин;*
-) *Электрический заряд.*

Фундаментальные взаимодействия:

-) гравитационное;
-) электромагнитное;
-) слабое;
-) сильное.

Гравитационное взаимодействие:

Первое лабораторное наблюдение гравитационного притяжения между двумя телами было проведено в 1774 г. шотландцем Невилом Маскелином и в 1797 г. Генри Кавендишом.

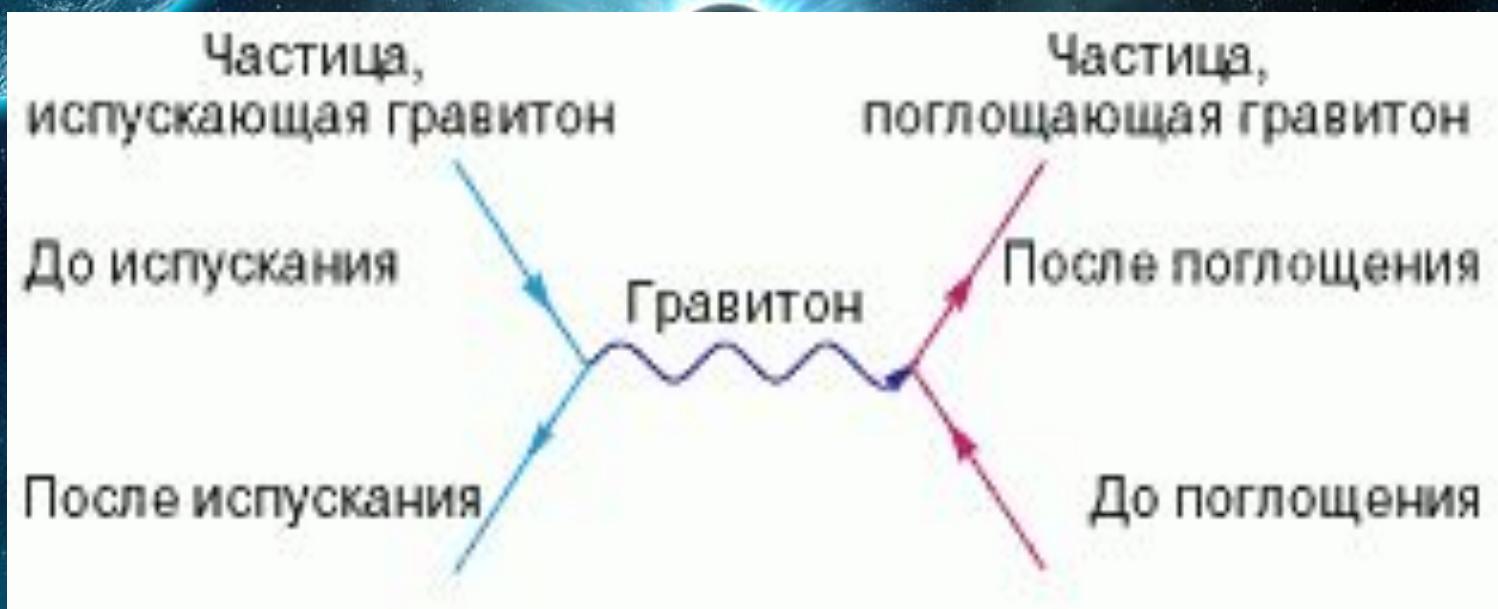


Вид	Взаимо-действующие частицы	Проявление	Механизм	Интенсивность	Радиус действия, м
ГРАВИТАЦИОННОЕ	все тела Вселенной	всемирное тяготение, обеспечивающее существование звезд, планетных систем	обмен гравитонами	10^{-38}	∞

Ньютоновская теория всемирного тяготения.

$$V(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r},$$

Квантовая гравитация



Слабое взаимодействие:

Если в процессе взаимодействия участвует элементарная частица, называемая нейтрино (или антинейтрино), то данное взаимодействие является слабым.

Слабое взаимодействие:

1054 г. - Сверхновая звезда;

1896 г. - Анри Беккерель открыл радиоактивность;

Эрнест Резерфорд - радиоактивные атомы испускают частицы: альфа и бета.

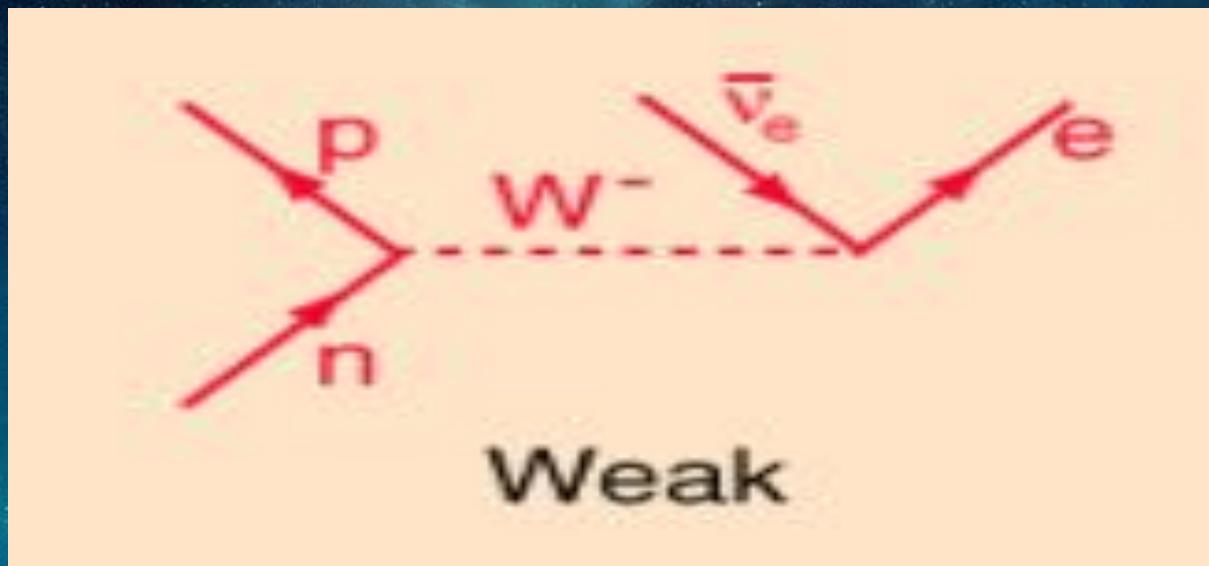
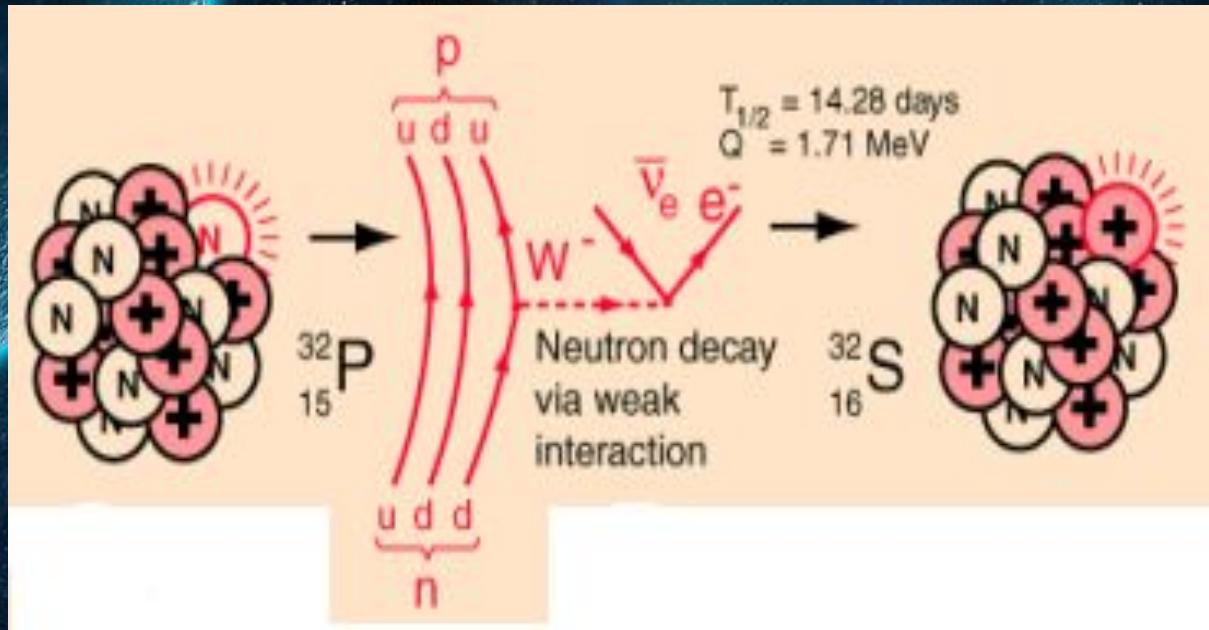


Типичный пример слабого взаимодействия - это бета-распад нейтрона

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e,$$

Вид	Взаимо-действующие частицы	Проявление	Механизм	Интенсивность	Радиус действия, м
СЛАБОЕ	кварки лэптоны	β - распад	обмен бозонами	10^{-10}	10^{-18}

Условное обозначение слабого взаимодействия:



Электромагнитное взаимодействие:

XVIII–XIX вв. – Б. Франклин, М. Фарадей.

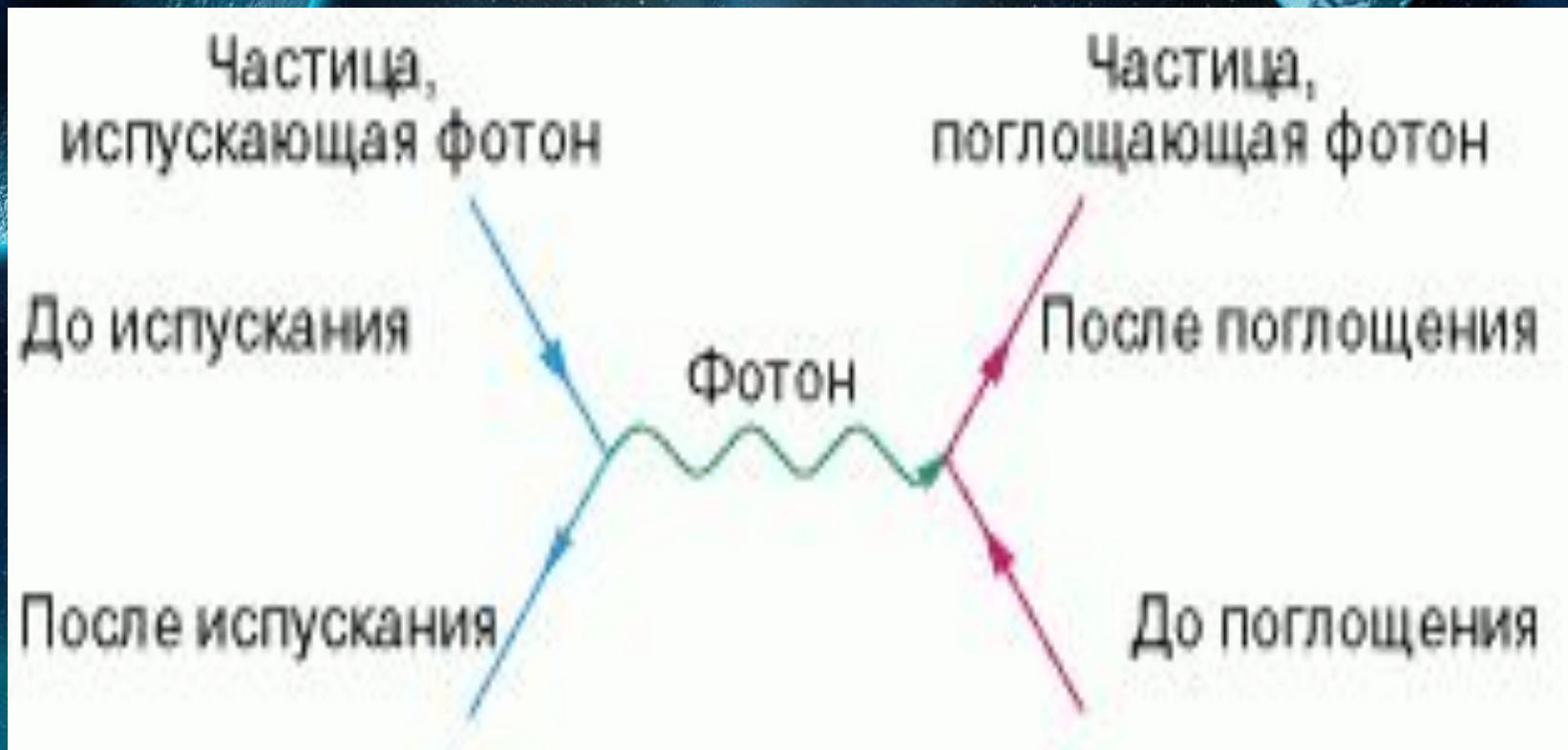
Д. Томсон - существование электрона.

Конец XVI в. – Гильберт – природа магнетизма.

50-е г. XIX в. – Максвелл, объединил
электричество и магнетизм в единую теорию
электромагнетизма.

Вид	Взаимо- действующие частицы	Проявление	Механизм	Интенсив- ность	Радиус действия, м
ЭЛЕКТРО- МАГНИТНОЕ	заряженные частицы, фотоны	кулоновская сила, обеспечивающая существование атома	обмен фотонами	$\frac{1}{137}$	∞

Квантовое электромагнитное взаимодействие между зарядами

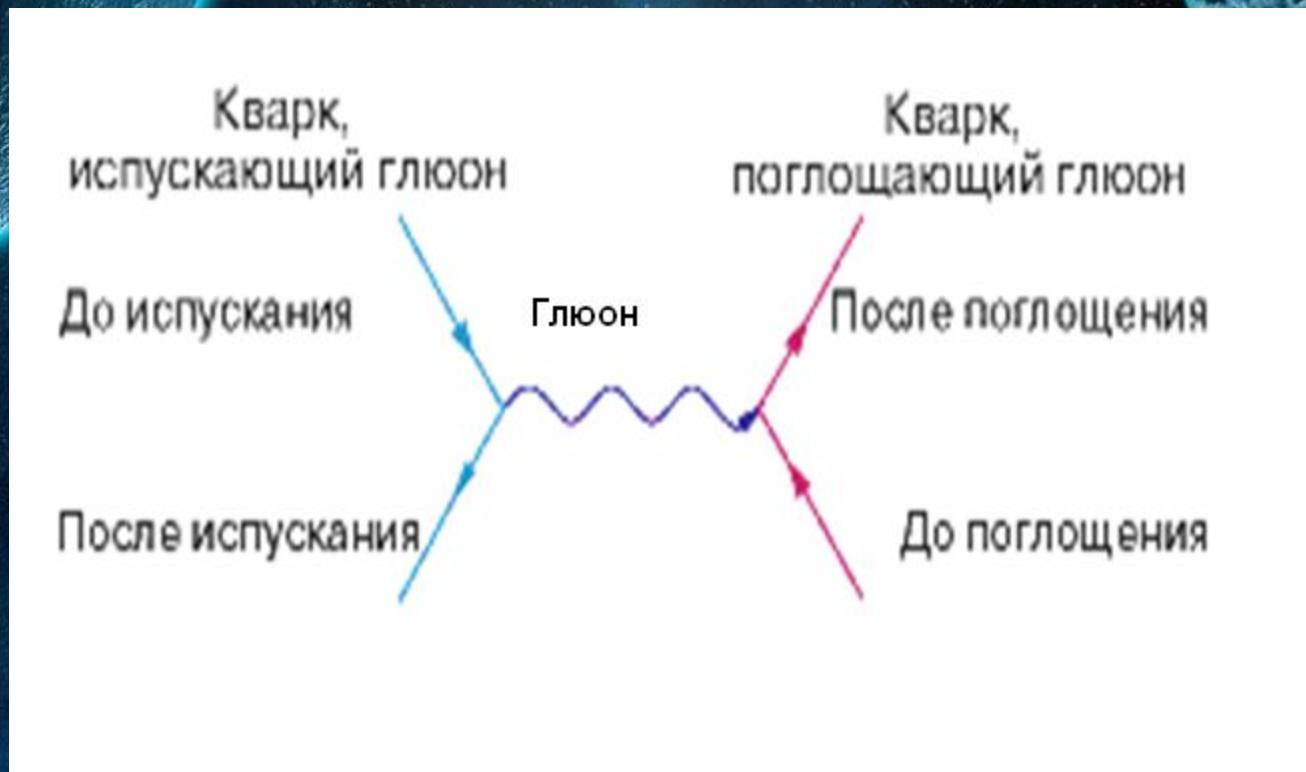


Сильное взаимодействие: (1973 г.)

Оно занимает первое место по силе и является источником огромной энергии.

Вид	Взаимо-действующие частицы	Проявление	Механизм	Интенсивность	Радиус действия, м
СИЛЬНОЕ	тяжелые частицы (кварки, нуклоны)	ядерные силы, обеспечивающие существование ядер	обмен глюонами	1	10^{-15}

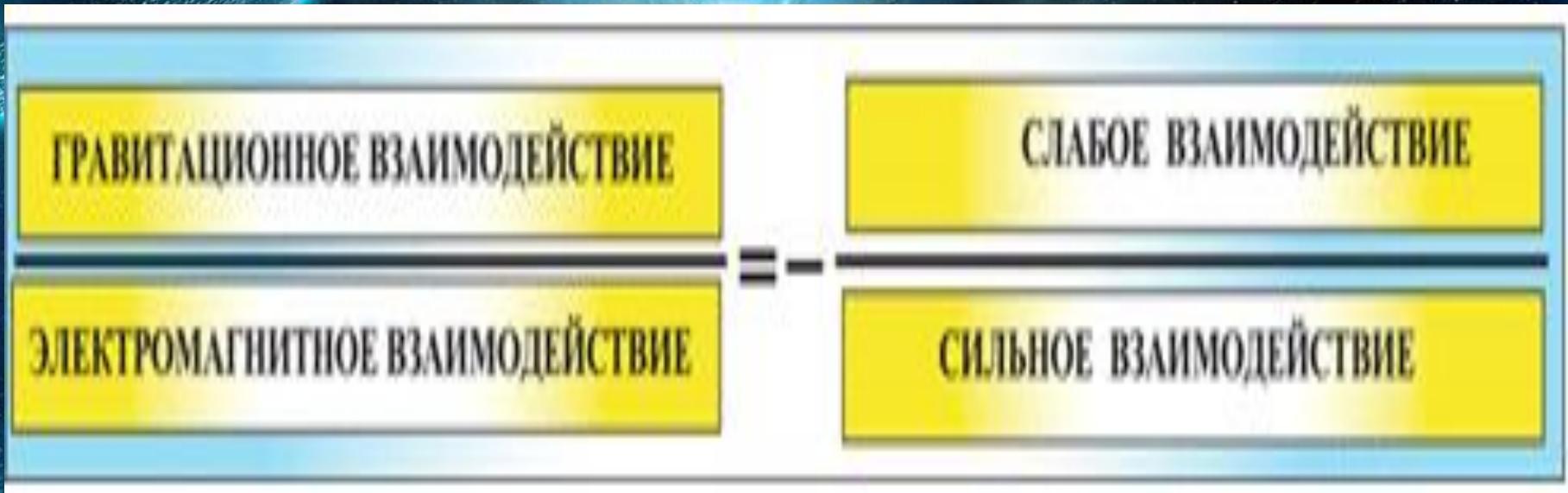
Условное изображение сильного взаимодействия:



Фундаментальные взаимодействия:

Вид	Взаимо-действующие частицы	Проявление	Механизм	Интенсивность	Радиус действия, м
СИЛЬНОЕ 	тяжелые частицы (кварки, нуклоны)	ядерные силы, обеспечивающие существование ядер	обмен глюонами	1	10^{-15}
ЭЛЕКТРО-МАГНИТНОЕ 	заряженные частицы, фотоны	кулоновская сила, обеспечивающая существование атома	обмен фотонами	$\frac{1}{137}$	∞
СЛАБОЕ 	кварки лептоны	β - распад	обмен бозонами	10^{-10}	10^{-18}
ГРАВИТАЦИОННОЕ 	все тела Вселенной	всемирное тяготение, обеспечивающее существование звезд, планетных систем	обмен гравитонами ?	10^{-38}	∞

Рычажные весы:



Создание единой теории фундаментальных взаимодействий

- 1863 г. - Максвелл - теория электромагнетизма.
- 1915 г. - Эйнштейн - общая теория относительности.
- 1967 г. - Салам и Вайтберг - теория электрослабого взаимодействия.
- 1973 г. - теория сильного взаимодействия (квантовая хромодинамика).

Модели объединения:

1. Великое объединение.

$E \geq 10^{15} \text{ ГэВ}$ - единое взаимодействие

$E < 10^{15} \text{ ГэВ}$ - сильное, электрослабое

$E \sim 10^2 \text{ ГэВ}$ - слабое, электромагнитное

2. Суперобъединение:

- ✓ Теория струн;
- ✓ Теория бран;
- ✓ М-теория.

Теория струн.

создатели - физики М.Грин и Д.Шварц.

Струны представляют собой отрезки со свободными концами или соединенными в виде восьмерки.

Их размеры - примерно 10^{-33} см.



Каждая элементарная частица, согласно теории суперструн, состоит из колеблющегося и тонкого (бесконечно тонкого) волокна, которое физики и назвали струной.



На сегодняшний день у теории суперструн есть следующие теоретические достижения:

- она открыла путь к построению теории гравитации;
- она позволила объединение в единой математической структуре всех четырех фундаментальных взаимодействий и показала, что это разные проявления одного и того же физического принципа;
- она дала возможность разрешить большинство парадоксов, возникающих при конструировании квантовых моделей черных дыр;
- она дала новый взгляд на происхождение Вселенной и теорию Большого Взрыва.

Однако, все не так просто. Уравнения теории суперструн дают правильные решения только при одном условии - если наше пространство является 11-мерным!

Литература:

1. И. Л. Бухбиндер /Фундаментальные взаимодействия/Соросовский образовательный журнал, № 5, 1997 г. Стр. 66-73.
2. Окунь Л.Б. /Физика элементарных частиц./ М.: Наука, 1984.
3. И. Л. Бухбиндер/Теория струн и объединение фундаментальных взаимодействий/ Соросовский образовательный журнал №3, 1999г.