

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Институт – Физико-технический институт**

**Направление – Ядерная физика и технологии**

**Кафедра – Кафедра технической физики**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЯДЕР**

Презентация по дисциплине «Основы ядерных технологий»

Выполнил студент гр. 0А61 Чумаков Д.К.

Проверил проф. каф. ТФ Дорофеева Л.И.

# План презентации

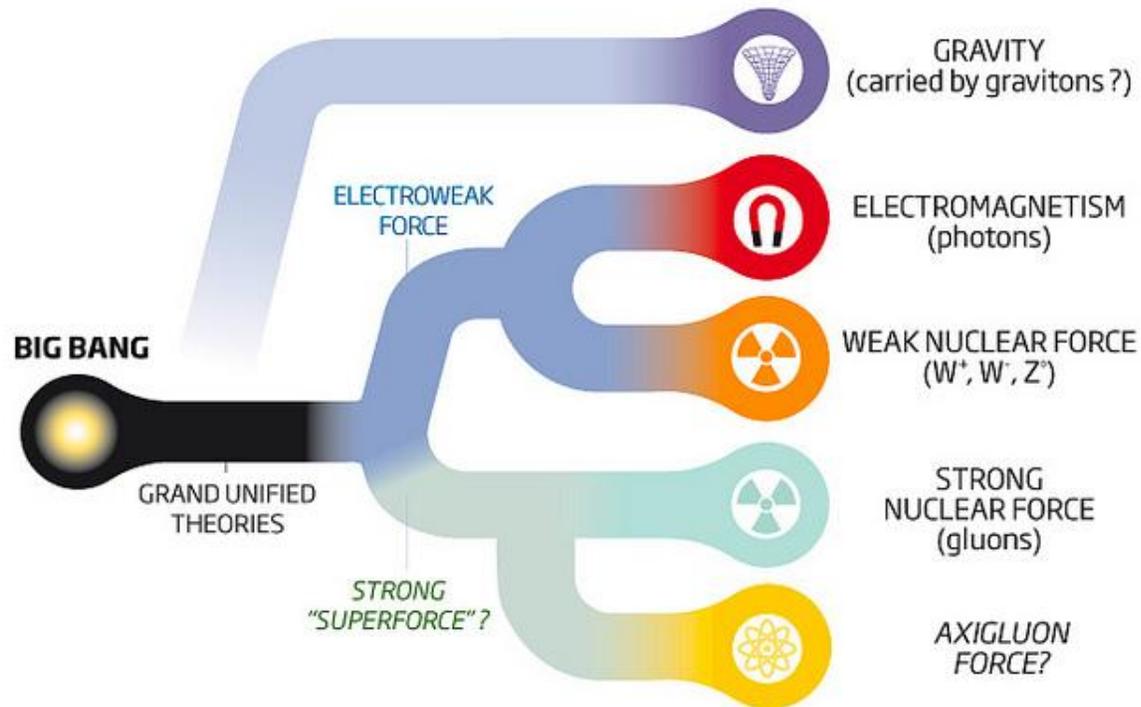
- Фундаментальные взаимодействия
- Электромагнитное взаимодействие
- Вклад ученых в изучение ЭМ взаимодействий
- Заключение

# Фундаментальные взаимодействия

## Breaking symmetry

©NewScientist

Nature's four forces probably took on their distinct identities a split second after the big bang. Unexplained measurements at Fermilab's Tevatron collider might indicate the existence of a new variant of the strong nuclear force that was once unified with it



-гравитационное

-

электромагнитно  
е

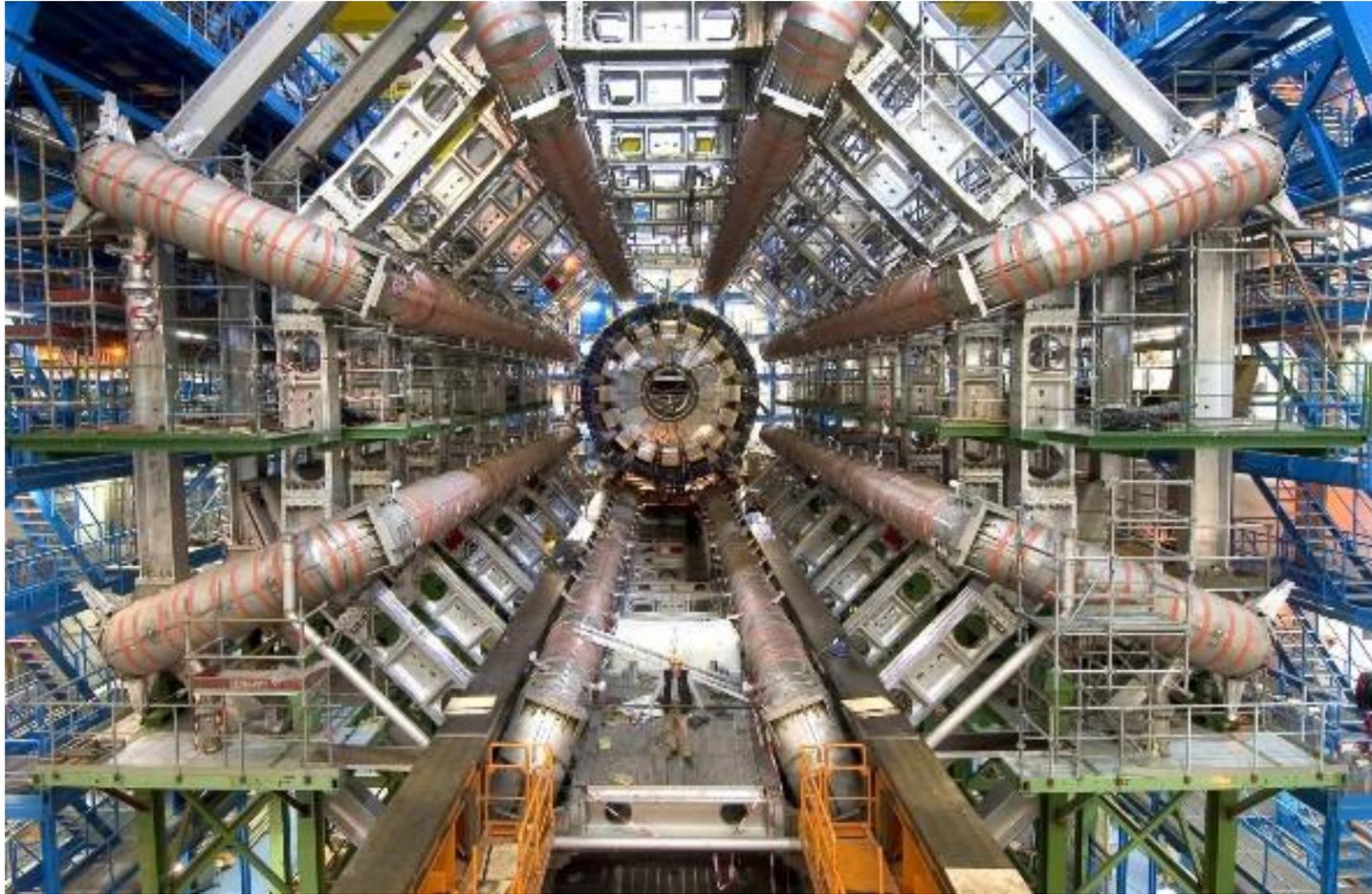
-слабое ядерное

-сильное ядерное

# Фундаментальные взаимодействия

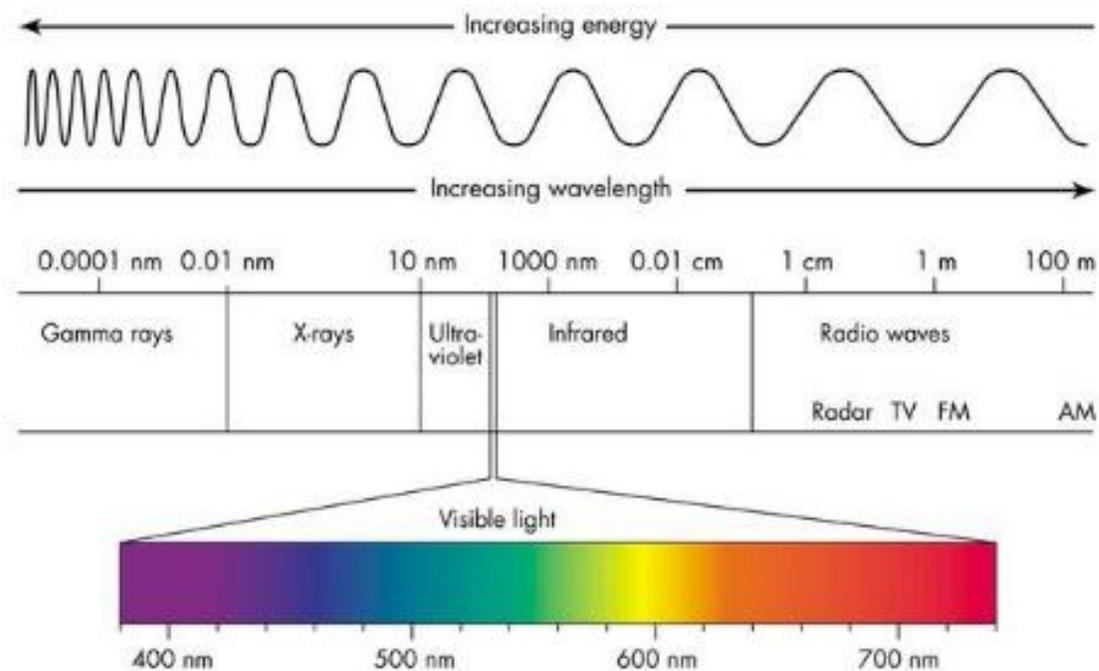
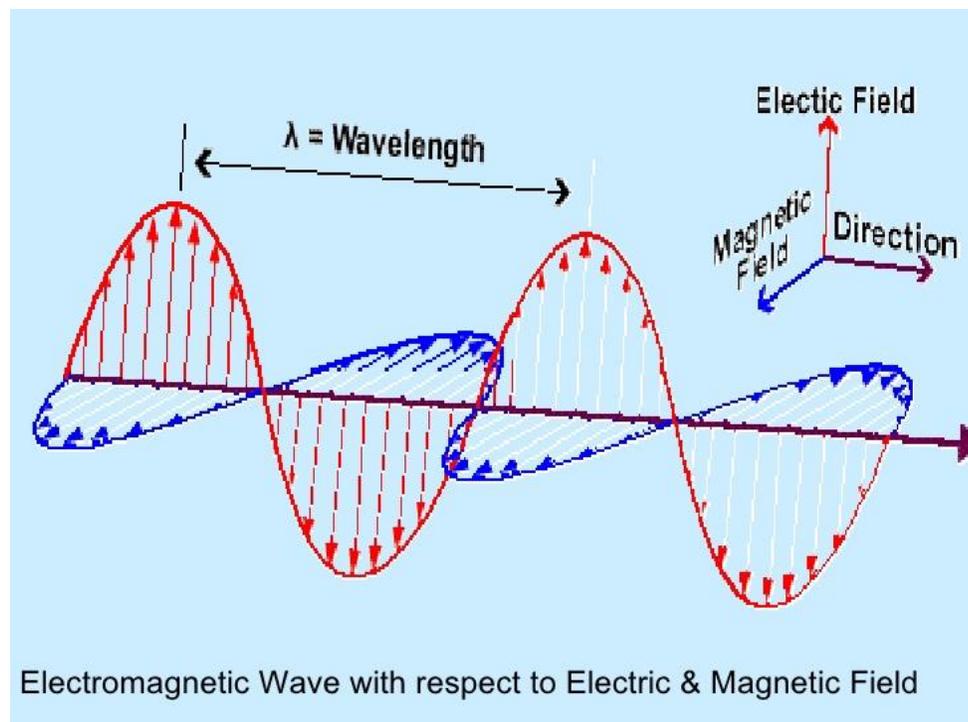
Тип	Константа	Радиус, см	Потенциал	Интенсивность, $\alpha$
Сильное	$\alpha_s = \frac{g_s^2}{\hbar c} \sim 14$ ; $r > r_p$	$10^{-13}$	$1/r^n$ или $e^{-r/a}$	$\sim 1$
	$\alpha_s(q^2) \approx \left( \ln \frac{q^2}{\Lambda^2} \right)^{-1}$ ; $r < r_p$	$10^{-14}$	$\pm \alpha_s/r + \text{æ}r$	
Электромагнитное	$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$	$\infty$	$\frac{1}{r^2}$	$\sim \frac{1}{137}$
Слабое	$\alpha_W = \frac{G_F}{\hbar c \left( \frac{\hbar}{m_p c} \right)^2} = 1.02 \cdot 10^{-5}$	$10^{-10}-10^{-14}$		$\sim 10^{-10}$
Гравитационное	$\alpha_G = \frac{G m_N^2}{\hbar c} = 0.5 \cdot 10^{-38}$	$\infty$	$\frac{1}{r^2}$	$\sim 10^{-38}$

# Фундаментальные взаимодействия

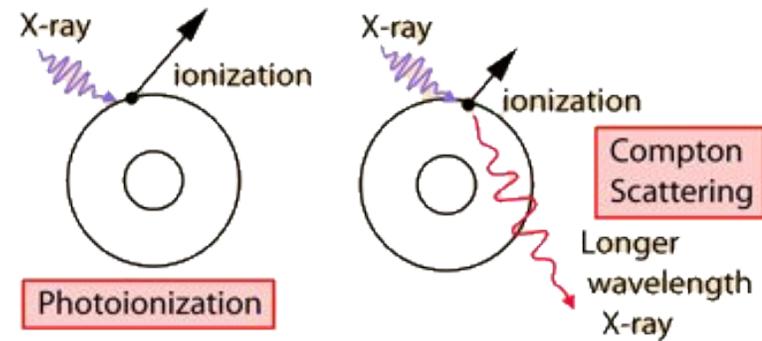
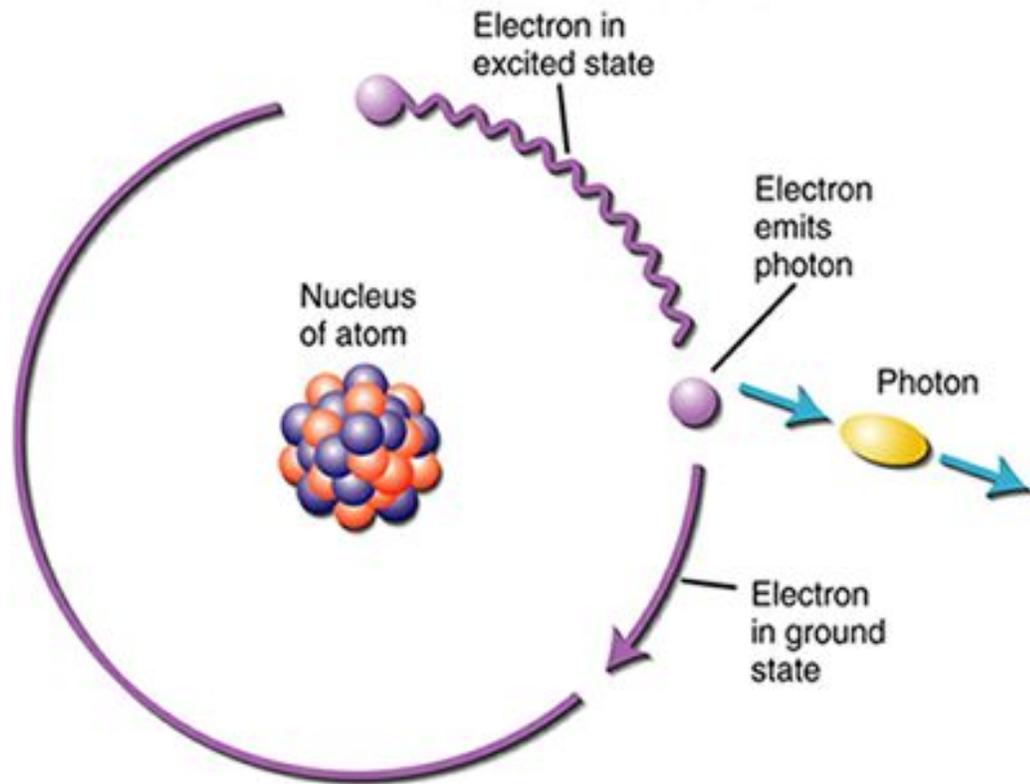


Текущие исследования фундаментальных взаимодействий производятся на установках, подобных данному детектору ATLAS, функционирующему в рамках коллаборации CERN на БАК. ATLAS предназначен для исследования процессов, происходящих в протон-протонных и ион-ионных столкновениях при сверхвысоких энергиях. Основная цель таких столкновений — это изучение свойств адронной материи при сверхвысоких давлениях и температурах,

# Электромагнитное взаимодействие

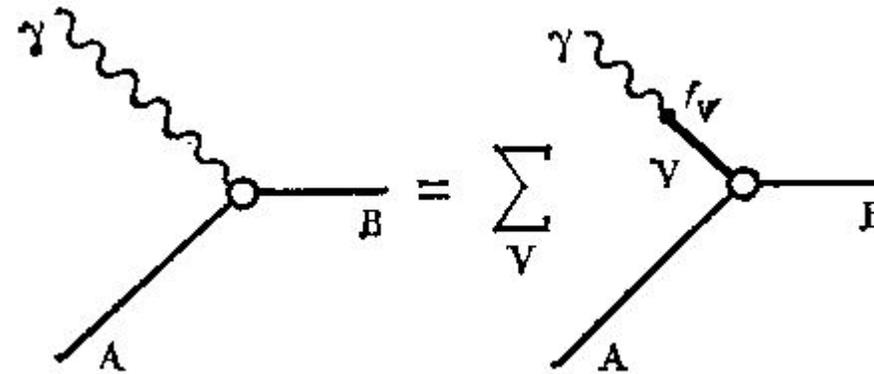
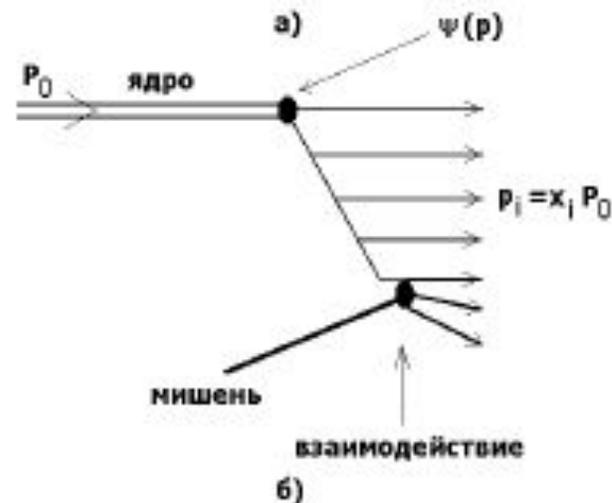
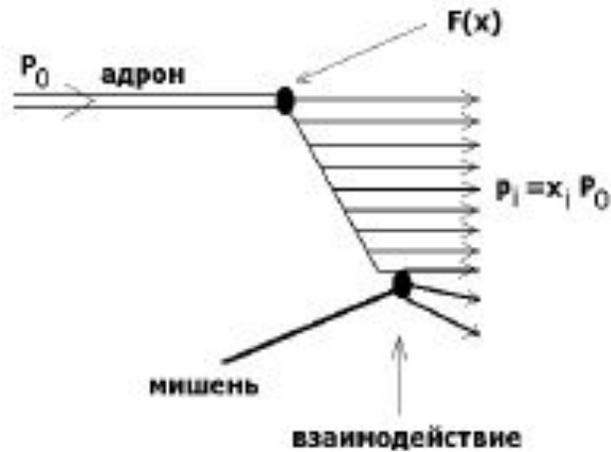


# Электромагнитное взаимодействие



- Испускание фотона возбужденным электроном
- Фотоэффект – вылет электрона с высокой энергией
- Эффект Комптона – уменьшение частоты электромагнитной волны при рассеянии на электроне

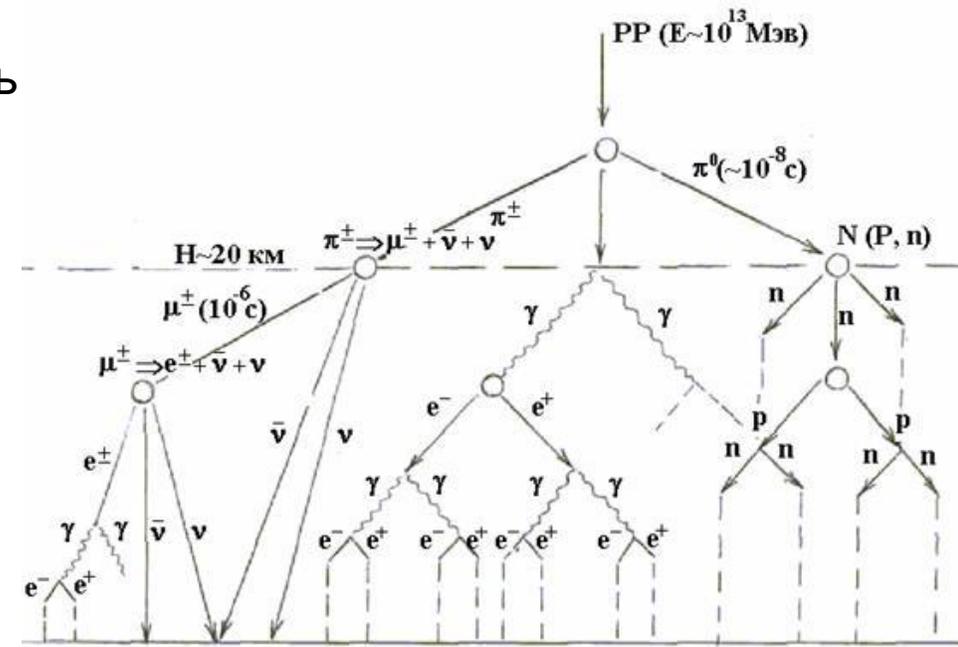
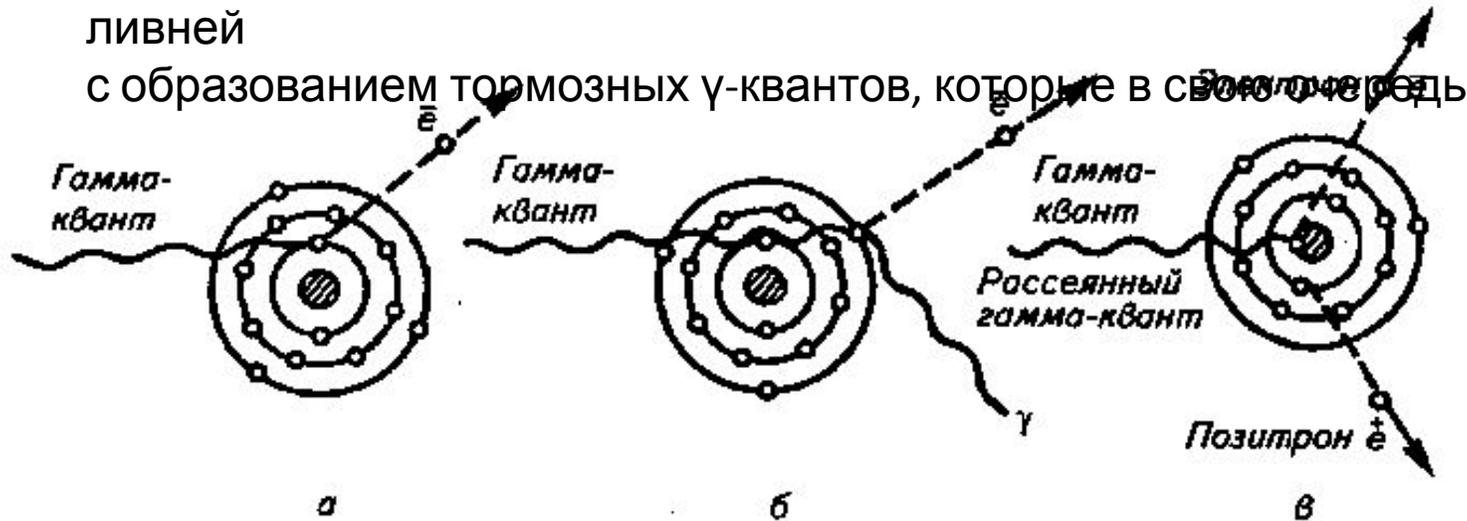
# Электромагнитное взаимодействие



Существует две основные рассматриваемые модели фотон-адронного взаимодействия: партонная (слева) и модель векторной доминантности (справа)

# Электромагнитное взаимодействие

Один из замечательных видов электромагнитного фотон-электронного взаимодействия помимо комптоновского рассеяния и фотоэффекта – образование электрон-позитронных пар: часть энергии гамма-кванта передается на образование электрон-позитронной пары. Этот процесс приводит к испусканию электрон-фотонных ливней с образованием тормозных  $\gamma$ -квантов, которые в свою очередь

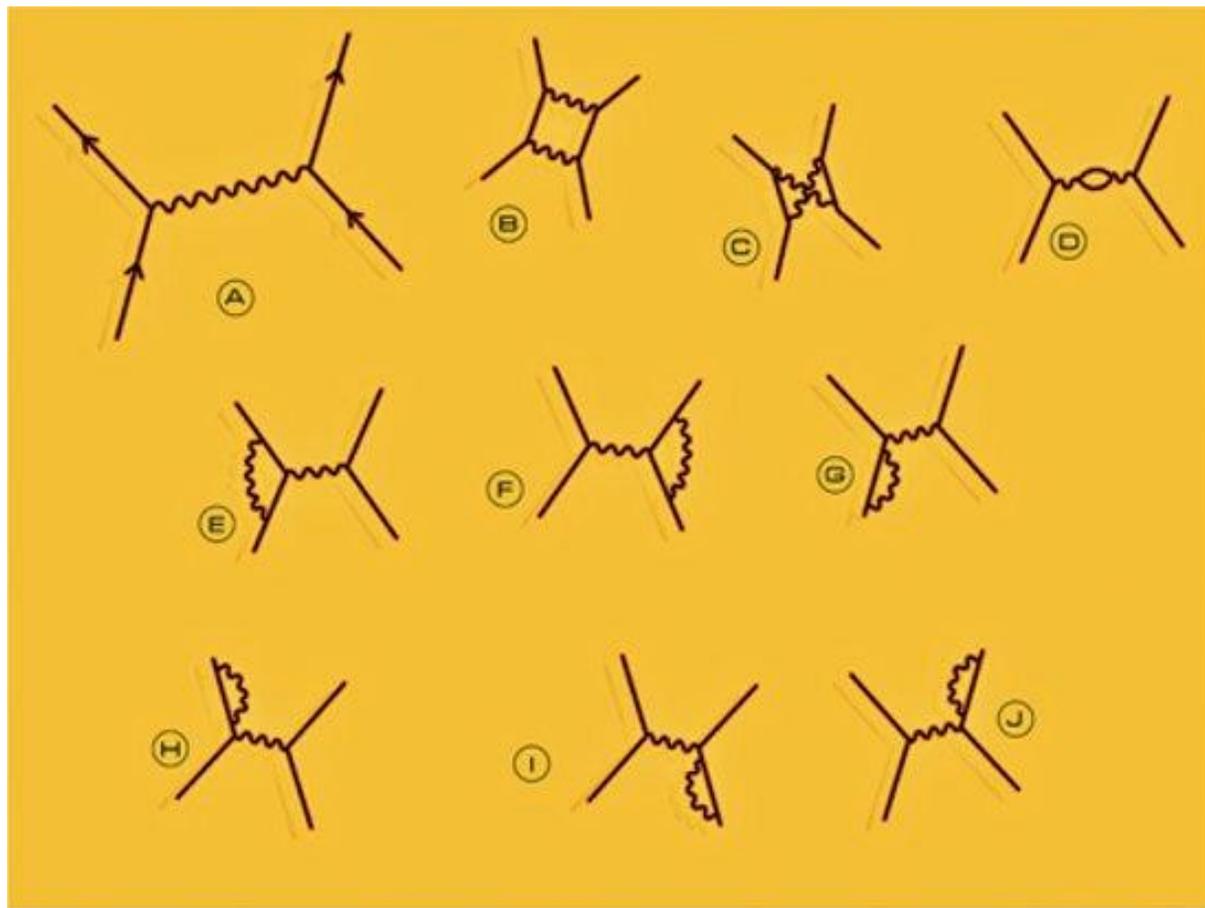


# Вклад ученых в изучение ЭМ взаимодействий



Ричард Фейнман – выдающийся физик, исследователь мира элементарных частиц, один из активных участников Манхэттенского проекта. Внес значительный вклад в развитие квантовой электродинамики и в исследования электромагнитных взаимодействий.

# Вклад ученых в изучение ЭМ взаимодействий



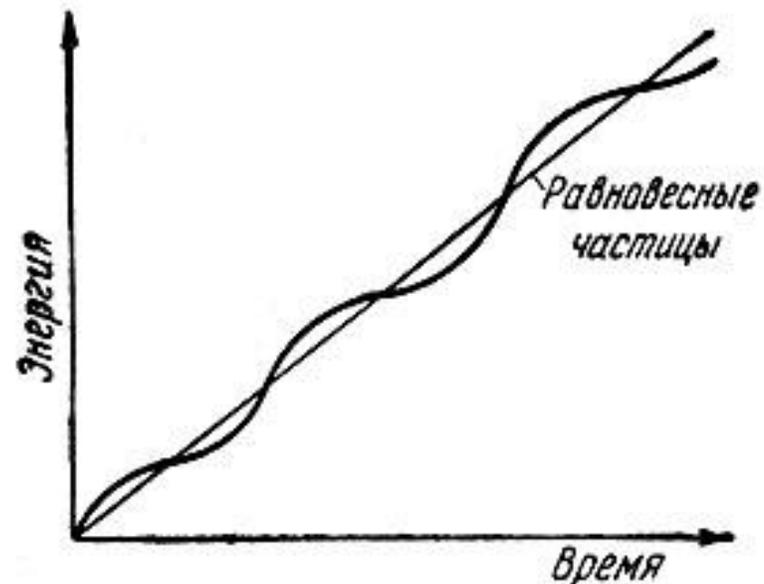
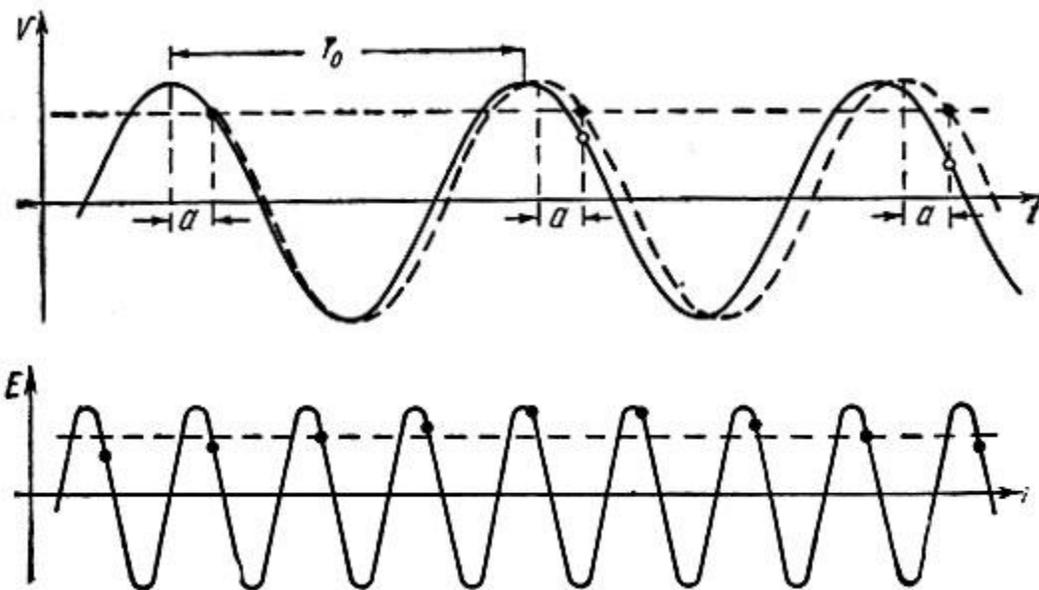
Диаграммы Фейнмана были разработаны им для упрощения представления электромагнитных взаимодействий. Существуют определенные правила составления диаграмм. Диаграммы наглядно показывают суть процессов, происходящих в ходе взаимодействий.

# Вклад ученых в изучение ЭМ взаимодействий



Владимир Иосифович Векслер – «отец» первого советского синхротрона – ускорителя заряженных частиц, работа которого основана на принципе автофазировки – самоподстройки характеристик ускоряемых частиц к фазе при возрастании энергии.

# Вклад ученых в изучение ЭМ взаимодействий



Явление автофазировки, открытое Векслером и независимо подтвержденное зарубежными учеными, позволило создать принципиально новый тип ускорителей – циклотроны, позволяющие нарастить энергию ускоряемых частиц за счет резонанса, возникающего при автофазировке, т.е. подстройке характеристик частиц под фазу.

# Заключен

ие

- Таким образом, роль электромагнитных взаимодействий в наше время как для фундаментальной науки, так и для всего человечества, нельзя недооценивать. Хотя они и являются наиболее изученными из всех типов фундаментальных взаимодействий, их продолжают активно исследовать во многих научных центрах. Эти исследования ведутся с использованием методов атомной и ядерной спектроскопии, а также с помощью полученных на ускорителях интенсивных пучков высокоэнергетичных фотонов, электронов, мюонов. Отдельные ученые и научно-исследовательские коллективы трудятся над открытиями в области мира элементарных частиц; астрофизики регистрируют излучения от далеких объектов; медики используют влияние излучения на ткани организма. Все это было бы затруднительным без исследований электромагнитных взаимодействий. Таким образом, изучение этой области физики является крайне важным для всех областей научной деятельности и жизни человека.

# Список литературы

1. Недорезов, В.Г. Исследования электромагнитных взаимодействий ядер: вчера, сегодня, завтра: сб. ст. / В.Г. Недорезов [и др.] – М.: МГУ, 2010.- 205 с.
2. Фейнман Р. Взаимодействие фотонов с адронами – М.: Мир, 1975.-388 с. Пер. изд.: Feynman, R.P. Photon-hadron interactions – Massachusetts: W.A. Benjamin Inc., 1972
3. Ядерная физика: учеб. пособие для вузов.- 3-е изд., перераб./ Широков Ю.М., Юдин Н.П.- Екб: Издательство ЮЛАНД, 2016 год. – 728 с., ил.
4. Взаимодействие частиц с веществом [Электронный ресурс] - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/spargalka/a11.htm>
5. Общие свойства фундаментальных взаимодействий [Электронный ресурс] - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/fi/fi03.htm>
6. Электромагнитные взаимодействия [Электронный ресурс] / Большая Советская Энциклопедия - <http://bse.sci-lib.com/article126042.html>
7. Физика элементарных частиц: популярное изложение [Электронный ресурс] - <http://particle.mephi.ru/popular-exposition>
8. Студопедия: Основные понятия. Лекция 6. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом [Электронный ресурс] - [http://studopedia.su/10\\_100796\\_osnovnie-ponyatiya.html](http://studopedia.su/10_100796_osnovnie-ponyatiya.html)
9. Интернет-энциклопедия Википедия: Электрослабое взаимодействие [Электронный ресурс] - [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрослабое\\_взаимодействие](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрослабое_взаимодействие)
10. Интернет-энциклопедия Википедия: Фундаментальные взаимодействия [Электронный ресурс] - [https://ru.wikipedia.org/wiki/Фундаментальные\\_взаимодействия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Фундаментальные_взаимодействия)
11. Интернет-энциклопедия Википедия: Электромагнитное взаимодействие [Электронный ресурс]-[https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнитное\\_взаимодействие](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромагнитное_взаимодействие)