Введение

- **Мельчайшие частицы материи слепляются в результате сильнейшего притяжения, образуя частицы большего размера, но уже менее склонные к притяжению; многие из этих частиц могут опять слепляться, образуя ещё большие частицы с ещё большие частицы с ещё меньшим притяжением друг к другу и так далее в разных последовательностях, пока эта прогрессия не закончится на самых больших частицах, от которых зависят уже и химические реакции и цвет естественных тел, и, которые образуют, наконец, тела ощутимых размеров. Если так, то в природе должны существовать посредники, помогающие частицам вещества близко слепляться друг с другом за счет сильного притяжения. Обнаружение этих посредников и есть задача экспериментальной философии.**

И. Ньютон (1643 – 1727)

Элементарные частицы

Аристотель (384 – 322 до н.э.)

всё делится на:

- **вещество: воздух, вода, земля, огонь,**
- **взаимодействия: лёгкость и тяжесть**

- **Поиск элементарных составляющих, из которых образована вся окружающая материя.**
- **Изучение сил, связывающих элементарные составляющие материи.**
- **Описание движения частиц под действием известных сил.**

Древние греки:

- **Есть мельчайшие неделимые частицы – атомы;**
- **Вещество можно делить бесконечно!**

Теория ядра не существует!

Осторожно, лженауки!

Новая физика на рубеже веков - теория относительности, квантовая теория

- 1897 год, Дж. Томсон, открытие электрона;
- 1905 год, А. Эйнштейн, теория относительности;
- Квантовая теория.

Теория относительности

- Равномерное и прямолинейное движение тел не влияет на происходящие в них процессы.
- Существует предельная скорость распространения взаимодействия - скорость света в пустоте.

- Преобразование Лоренца.

Квантовая теория

- 1900 г., работа М. Планка по проблемам теплового излучения, постоянная Планка.
- Фотоэффект,
- Рассеяние фотонов на электронах,
- 1924 г. Луи-де-Бройль, корпускулярно-волновй дуализм,
- 1927 г. В. Гейзенберг, принцип неопределенности.

Открытие атомного ядра

- 1904 г. Дж. Томсон, атом - нейтральная система - из заряженного шара с зарядом +Ze, внутри Z отрицательно заряженных электронов. Размер атома ~10^{-8} см.
- 1911 г. Э. Резерфорд, положительно заряженное атомное ядро с радиусом < 10^{-12} см и электронная оболочка с радиусом ~10^{-8} см. 99.98% массы в ядре.

Нерелятивистская квантовая теория

- **1913 г., Н. Бор, квантовая теория орбит.**
- **1926 г. уравнение Шредингера.**
- **Вероятностный характер микромира.**

Радиоактивность

- **1898 г. А. Беккерель, открытие радиоактивности – испускание:**

нейтрально заряженных частиц – фотонов,

отрицательно заряженных частиц- электронов,

положительно заряженных частиц.

- **1919 г., первый масс-спектрограф Ф. Астона.**
- **Измерение масс ядер, открытие α-частиц.**

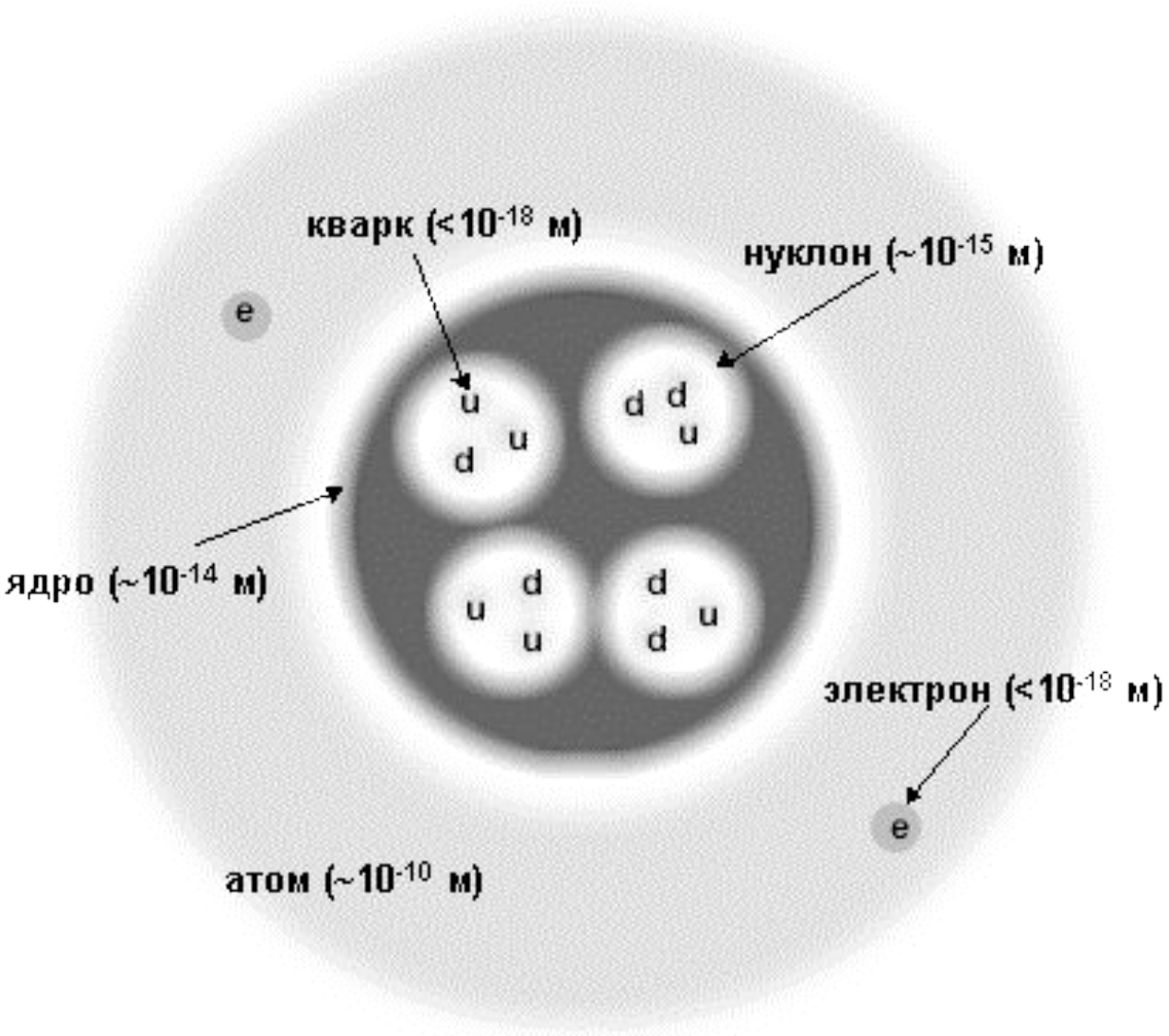
Первая ядерная реакция и строение ядра

- 1919 г. Э. Резерфорд
  $^{14}N + a \rightarrow {}^{17}O + p$
- Открытие протона.
- До 1932 г., Протон-электронная модель.
- 1928 г., Г. Гамов, модель α-распада.
- 1932 г., Д. Чедвик, открытие нейтрона.
- Нейтрон-протонная модель ядра.
- Открытие изотопов.
- Открытие ядерных сил.

Размеры ядер

- **Плотность ядерной материи в центре ядра приблизительно одинакова у всех ядер и составляет ~ 0.17 нукл./Фм^3.**
- **Толщина поверхностного слоя (спад плотности от 0.9 до 0.1) у всех ядер примерно одинакова d = 2.4·Фм.**
- **Величина радиуса ядра определяется числом нуклонов, $R = 1.3A^{1/3}$ Фм.**
- **1 Фм = 10^{-13}см.**
- **Единица энергии – электрон-вольт (эВ)**

Размеры ядра

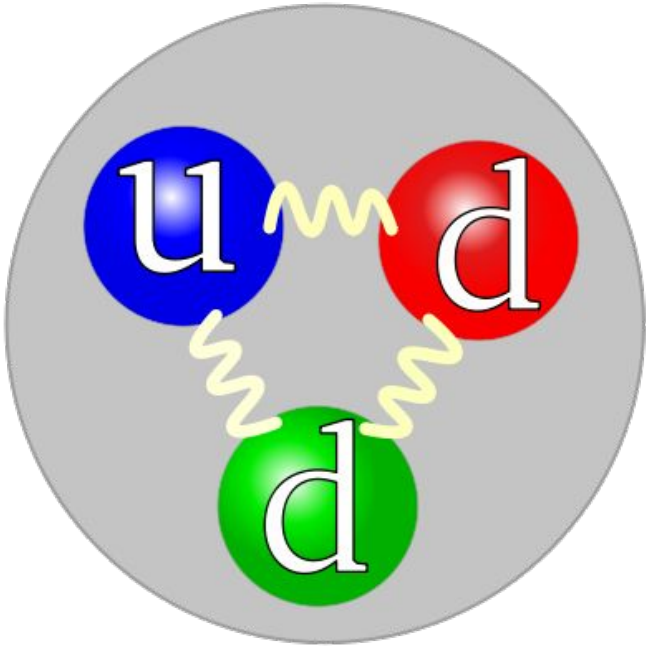


Фундаментальные взаимодействия

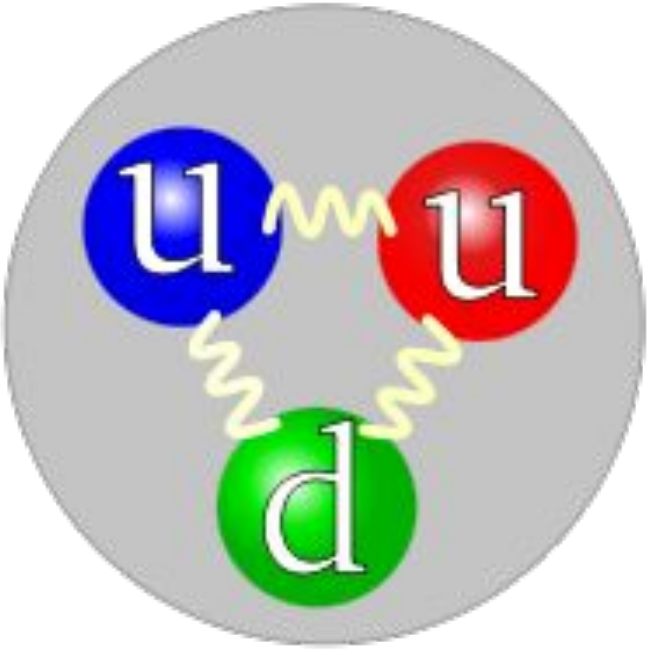
Взаимодействие	Характерная константа
Сильное	1
Электромагнитное	10^{-2}
Слабое	10^{-6}
Гравитационное	10^{-38}

Кварки, 1963 г.

М. Гелл-Манн и Г. Цвейг предложили кварковую модель адронов. Барионы “конструировались” из трёх кварков, мезоны – из кварка и антикварка.



нейтрон: 1up 2down



протон: 2up 1down

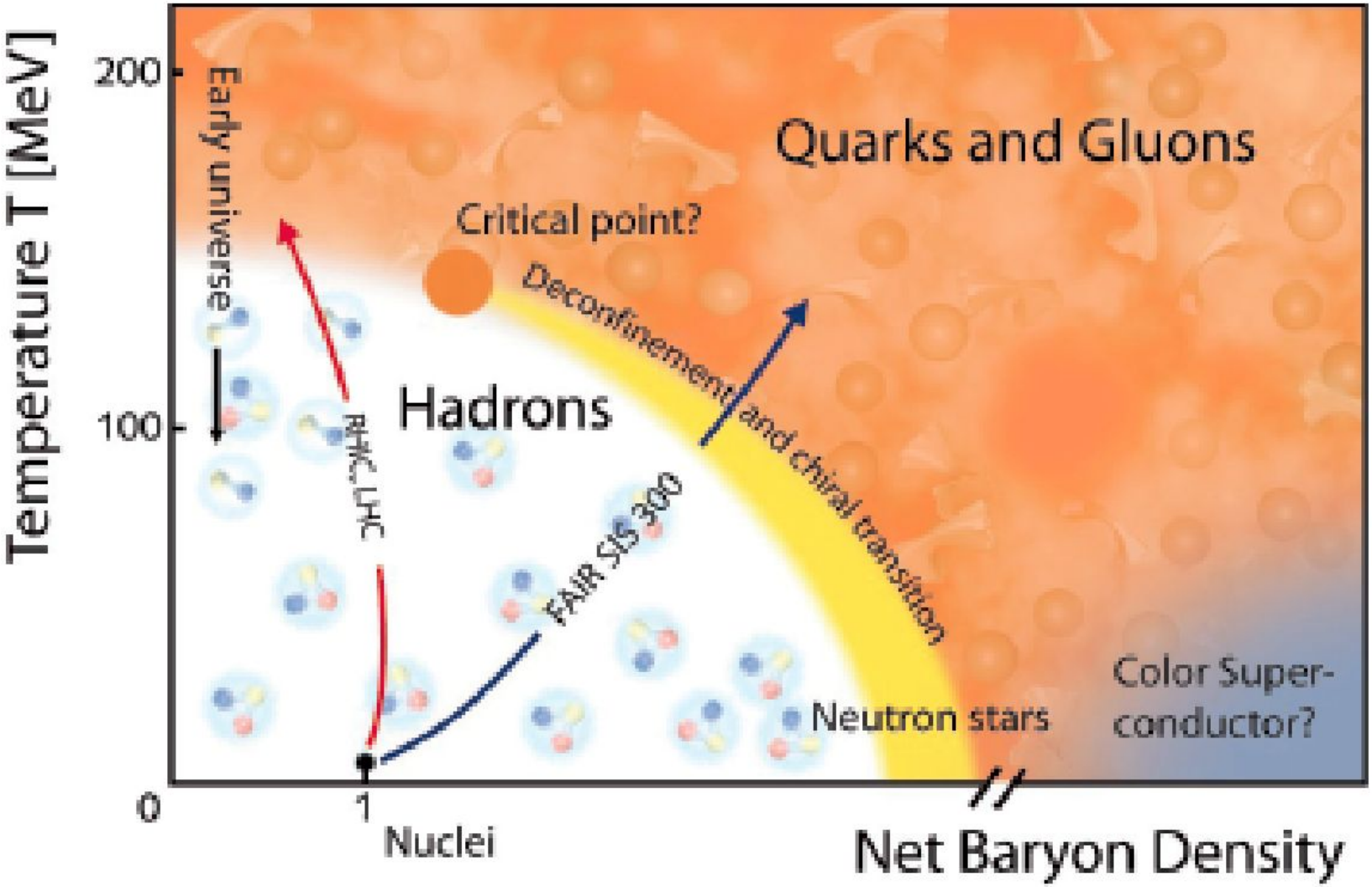
Нобелевская премия 1969 г.

Фундаментальные частицы Стандартной Модели

e^-	μ^-	τ^-
ν_e	ν_μ	ν_τ
u	c	t
d	s	b

$8g, \quad \gamma, \quad W^+, \quad W^-, \quad Z$

Диаграмма состояния ядерной материи



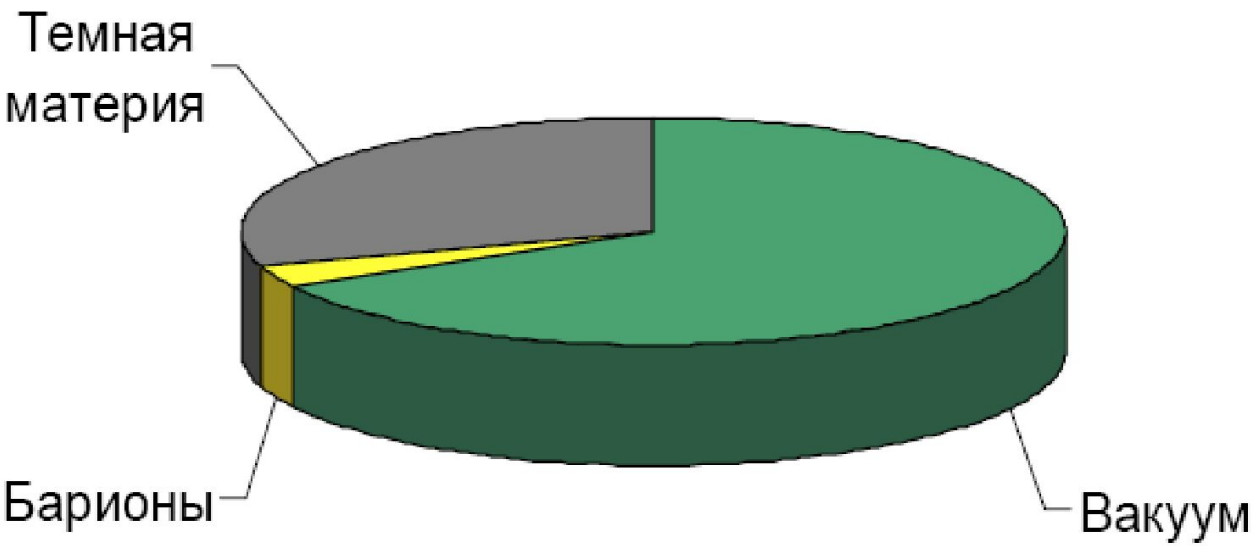
Тёмная материя
1933 г. Ф. Цвики

- Тёмная материя — вещество неизвестной природы, которое взаимодействует с обычными веществами посредством сил тяготения.
- Оно не излучает свет.
- Движение галактик в скоплениях можно описать, если предположить, что суммарная масса скопления в 10 раз больше суммарной массы составляющих его галактик.
- Устойчивое вращение звезд по орбитам в рукавах спиральных галактик требует большей массы галактик.
- Для описания температуры межгалактического газа требуется гравитационный потенциал и, следовательно, масса галактик гораздо больше наблюдаемой оптическими методами.
- Микролинзирование удаленных галактик позволяет оценить распределение вещества в галактиках и их скоплениях. Его также оказывается на порядок больше наблюдаемого.

galaxy cluster CL0024+17

Тёмная энергия

- В начале 1998 г. было сделано открытие. Оказалось, что последние $5 \cdot 10^9$ лет расширение Вселенной не замедлялось, как следует из модели Большого Взрыва, а ускорялось.
- Этот вывод получен в результате анализа спектров излучения взрывающихся Сверхновых, расположенных от Земли на расстоянии 5-10 млрд световых лет.
- Таким образом было доказано наличие в космосе гравитационного отталкивания, присущего физическому вакууму.
- 2008 – тёмный поток.

Характеристики Вселенной

БАРИОНЫ в том числе:	 - звёзды	0.02-0.05 0.002-0.003
ФОТОНЫ		$4.9 \cdot 10^{-5}$
НЕЙТРИНО		$3.3 \cdot 10^{-5}$
ТЁМНАЯ МАТЕРИЯ в том числе:	 - неизвестные массивные частицы (не барионы) - вакуум	0.96 0.2-0.4 0.6-0.8
ПОЛНАЯ ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА-ЭНЕРГИИ		1.02 ± 0.02