

ОСНОВЫ современного естествознания - 4

10. Основные принципы
современного естествознания

11. Происхождение и структура
Вселенной

12. Уровень элементарных частиц

Основные принципы современного естествознания

- Принцип соответствия: новая теория включает в себя предшествующую как частный (предельный) случай. Примеры: специальная теория относительности в пределе малых скоростей переходит в ньютоновскую физику, а общая теория относительности в случае малых значений гравитационного потенциала сводится к специальной

- Принцип наблюдателя: наблюдатель (в т.ч. автоматизированная измерительная система) всегда оказывает влияние на наблюдаемое, а потому образ исследуемого объекта включает характеристики проведенного наблюдения. Теория описывает не сам объект, а способ его данности наблюдателю с учетом уровня развития его познания

- Антропный принцип: необходимая связь между наблюдаемыми фундаментальными свойствами мира в целом и существованием в нем наблюдателя (человека). Слабый АП: наблюдатель, поскольку он существует, обладает привилегированным положением в мире. Сильный АП: Вселенная такова, что в ней должен был возникнуть наблюдатель.

- Принцип глобального эволюционизма: развитие всего в природе – процесс эволюционный (в т.ч. Развитие неживой материи). Единая эволюция, которая, правда, имеет особую специфику на разных своих этапах. Механическое перенесение концептов наиболее разработанной картины биологической эволюции на другие этапы неправомерно

Основные черты картины мира

- Ограниченность познания: мир дан нам в границах нашего познания и существования, при этом он выходит за эти пределы (ненаблюдаемая Вселенная, предположительно – параллельные Вселенные).
- Движение в микро-, макро- и мегамире описывается разными законами

- Пространство и время - единый четырехмерный континуум, определяемый состоянием системы
- Пространство и время – свойства Вселенной, вместе с ней они возникают и развиваются
- Вероятностный характер закономерностей и процессов требует использования статистических, а не динамических законов

- Развитие – необратимый,
нелинейный и неравновесный
процесс самоорганизации
незамкнутых систем
- Развитие Вселенной – сложный
эволюционный процесс от
первоначальной сингулярности до
развитых форм человеческого
общества
- К исследованию мира неприложимы
классические принципы
редукционизма и строгого
детерминизма

- Мир состоит из микрообъектов,
противоречиво постигаемых
наблюдателем как волны и частицы.
Несмотря на то, что изучение
волновых свойств микрообъектов
мешает регистрации корпускулярных
значений и наоборот, они должны
дополнять друг друга в описании
(принцип дополнительности) и
учетом воздействия наблюдателя.

- Полное описание
микрообъектов невозможно,
но даже если бы оно было
осуществимо, то оно не
давало универсальной основы
для описания мира, поскольку
более сложные системы
невозможно свести к ним.

- Фундаментальные взаимодействия:
гравитационное,
электромагнитное, сильное и слабое. Вселенная – всеобъемлющая материальная система всего сущего (но дана нам как Метагалактика).

- Материя – объективно существующая реальность, предстающая в формах вещества и поля, а также в пока не идентифицированном образе темной материи и темной энергии.

11. Происхождение и структура Вселенной

- Вещество (форма материи, обладающая массой покоя) структурировано на микро-, макро- и мегамир.

Основные подструктуры микромира («малый»):

- субатомный (элементарных частиц),
- атомный
- молекулярный (иногда также макромолекулярный) уровни.

- Макромир («большой») – в широком смысле (в физике) весь мир, по размерам превышающий микромир; в узком (в философии естествознания) – сфера бытия, соразмерная человеку (прежде всего – биологические уровни).

Важнейшие биологические
подструктуры макромира:
• (субклеточный – переходный)
• клеточный,
• (тканевый)
• организменный,
• популяционный,
• биогеоценотический
• биосферный уровни.

Для человека биологические
уровни специфичны как:
• индивидуальный,
• групповой,
• социально-экологический
• ноосферный.

Сферы небесных тел (в т.ч. планетарные сферы) – переход от макромира к мегамиру: биосфера, ноосфера, а также:

- атмосфера,
- гидросфера
- литосфера.

Мегамир:

уровень небесных тел
(важнейшие – планеты,
звезды, черные дыры),
планетарные и звездные
системы,
галактики,
галактические системы.

- Предел познания
вещественной организации
мира – Метагалактика
(наблюдаемая часть
Вселенной). Часть Вселенной
– за пределами горизонта
событий (и «сваливается»
туда, поскольку Вселенная
расширяется)

Происхождение Вселенной

- Мифология – органицизм, представление об органическом происхождении (рождение) мира как живого существа;
- Религия – креационизмом, представлением, что мир сотворен божественными силами

- Концепция абсолютности (стационарности) мира: Вселенная существовала всегда, оставаясь в целом неизменной или периодически меняя определенные свои характеристики (звезды, планетарные системы исчезают)

Теория Большого взрыва

- (современная наука): Вселенная начала быстро развиваться («взорвалась») из конечного (точечного) объема («сингулярности»)



- На основе теории относительности советский математик Александр Фридман в 1922 г. предположил, что Вселенная расширяется (т.е. кривизна пространства меняется со временем), соответственно, далекие объекты динамически удаляются, что выражается в понижении частот их излучения (космологическое красное смещение).



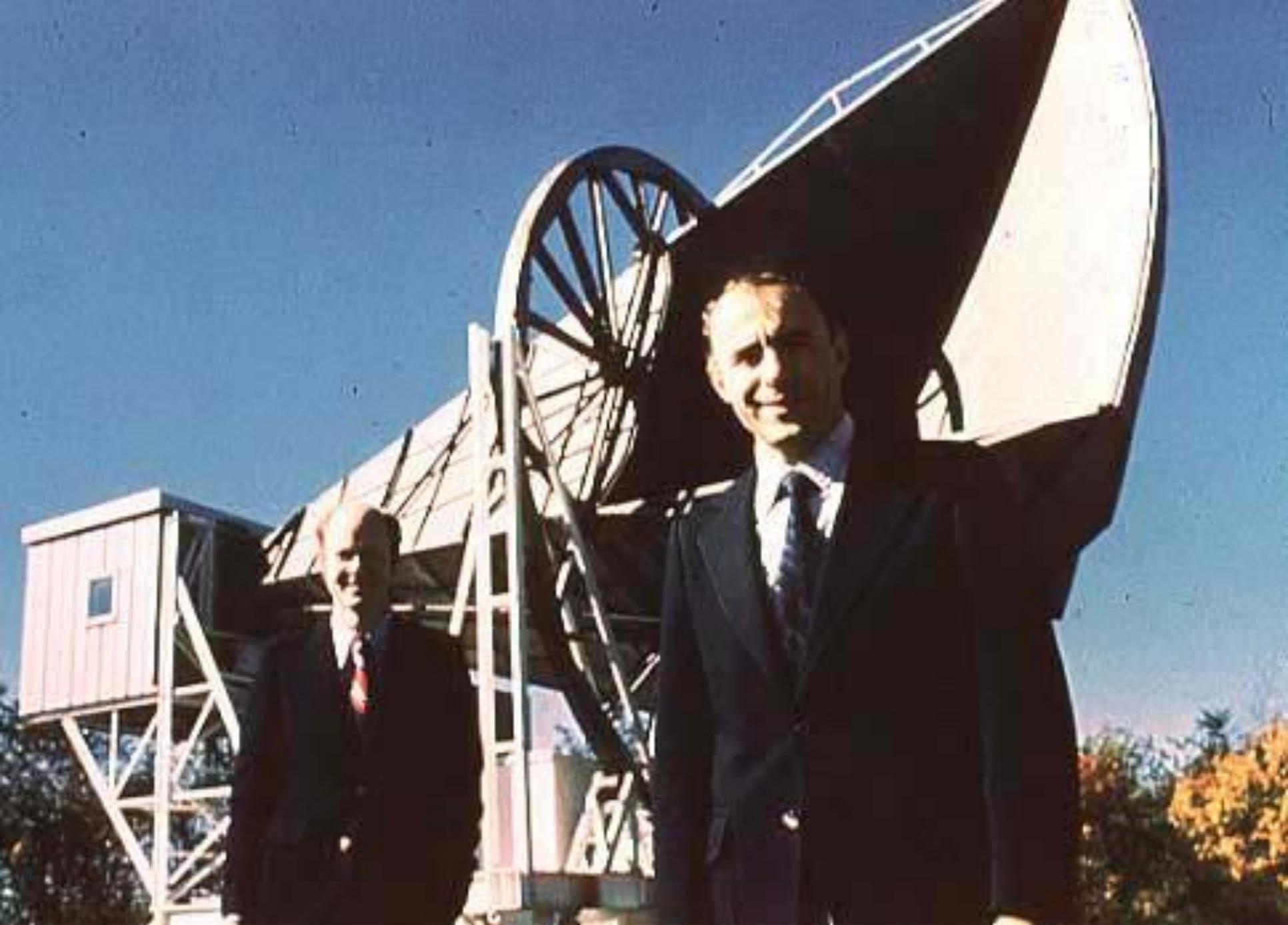
- Экстраполируя расширение в прошлое, Фридман предполагал, что либо Вселенная развивается из некоего конечного или точечного объема (сингулярности), либо пульсирует, постоянно то сжимаясь, то расширяясь (концепция пульсирующей Вселенной).

- Теория была развита бельгийским священником и ученым Жоржем Леметром в 1927 г.: вся Вселенная в начале была «первобытным атомом» или «космическим яйцом», затем она начала быстро расширяться («взорвалась»), причем от этого первоначального «взрыва» должен сохраниться температурный след. Георгий (Джорж) Гамов: реликтовое излучение должно быть около 3 К.

- Эдвин Хаббл: открытие «красного смещения» (смещение возрастает больше для далеких галактик, чем для близких – пропорционально расстоянию).



- Реликтовое излучение открыто в 1965 г. американскими учеными Арно Пензиасом и Робертом Вильсоном, а впоследствии более детальное изучение его космическими спутниками выявило его неоднородность, свидетельствующую о неравномерности распределения вещества во Вселенной уже в начальный период ее истории.



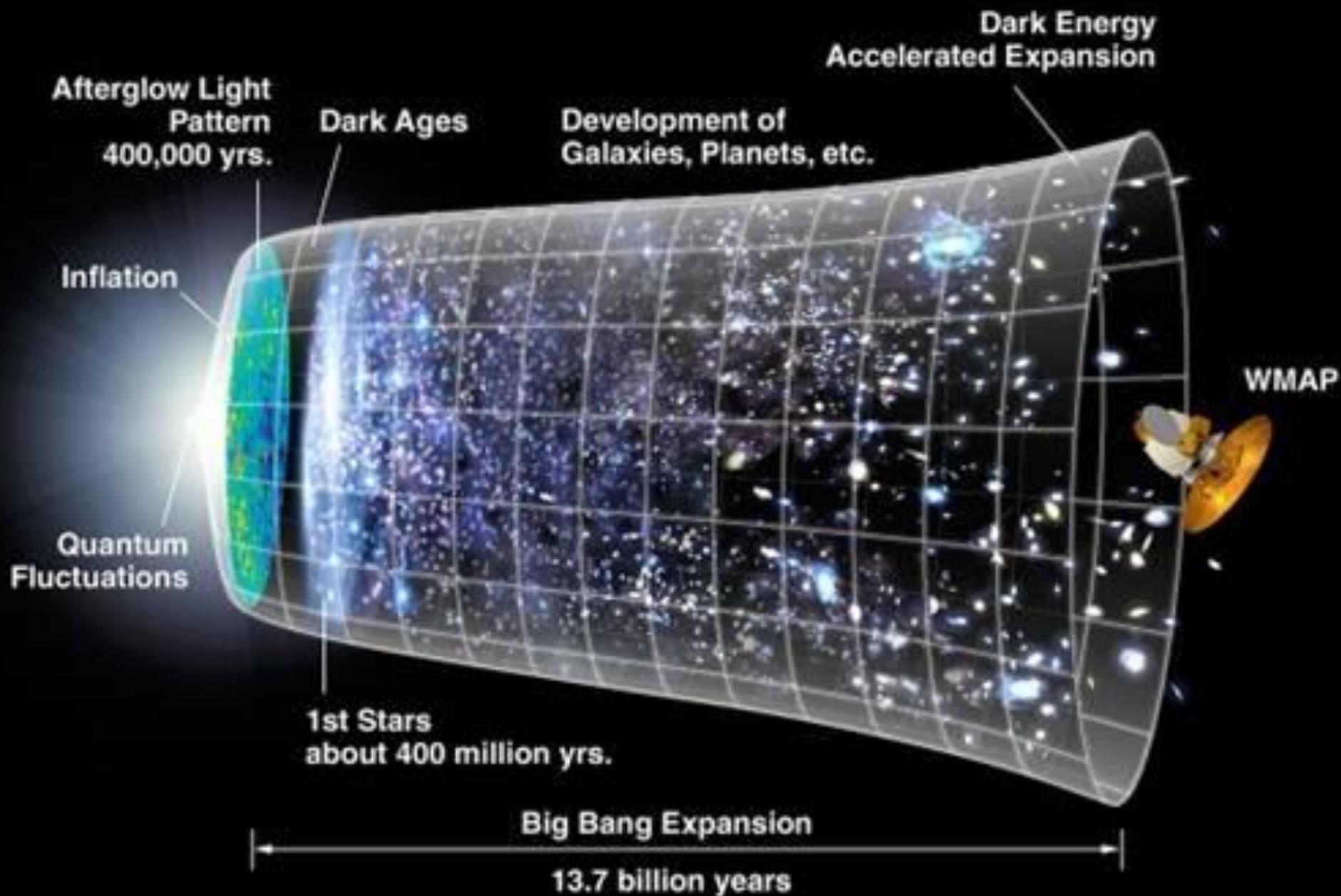
- Алан Гут: предположение о периоде крайне быстрого начального расширения Вселенной (инфляционная модель), разрешавшее ряд трудностей стандартной модели.

- Название английское Теории Большого взрыва (название «Big Bang theory» было предложено ее противником Фредом Хойлом в 1949 г.) также разрабатывается в теории струн, предполагающей также наличие параллельных Вселенных.

- Сегодня предполагается, что Вселенная стала расширяться из первоначального точечного состояния (сингулярности) около 13,7 миллиардов лет назад (измерения условны, т.к. пространство и время меняют свои значения в зависимости от эпохи развития Вселенной, с учетом, что Вселенная не может расширяться в какое-то внешнее пространство).

- Первоначальная
сингулярность
характеризовалась крайне
высокой плотностью,
энергией и температурой,
понижавшимися
(расширение и остывание) в
ходе развития Вселенной.

- В теории Большого взрыва предполагается, что есть граница возможного физического описания истории Вселенной, так называемый планковский предел (иными словами, теория не отвечает на вопрос о собственно начале Вселенной, но только об ее последующем развитии).



Этапы развития Вселенной

1. Планковская эпоха:
нарушение симметрии,
понижение температуры и
плотности высокооднородной
среды

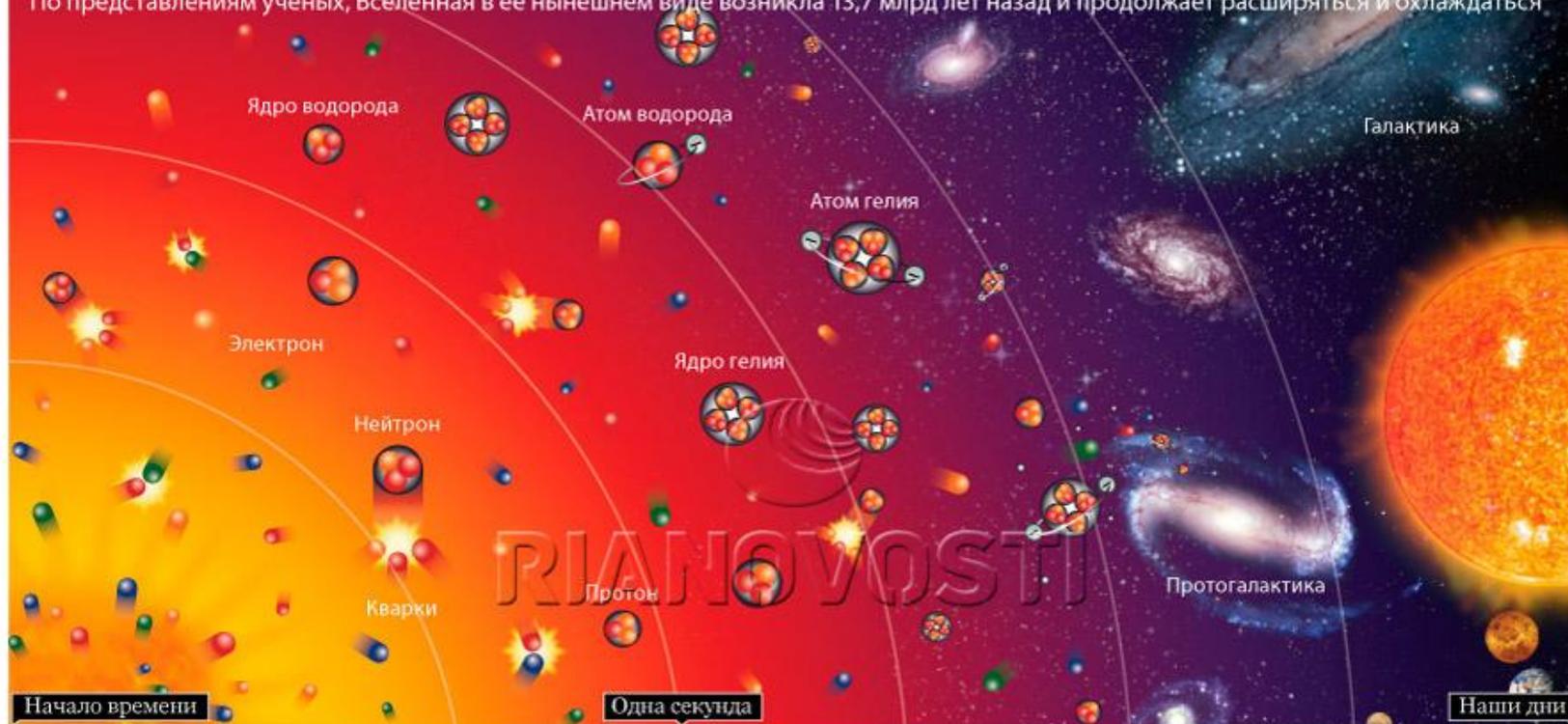
2. Эпоха (разрушения) Великого объединения: отделение гравитации от объединения других взаимодействий,
вследствие чего для описания Вселенной оказывается применимой Общая теория относительности.

3. Эпоха Космической инфляции: экспоненциальное расширение, образуется неоднородная кварк-глюонная плазма, прото-вещество.

- 4. Формирование из плазмы барионов (в т.ч. нейтронов и протонов) при нарушении симметрии, причем количество образующейся материи превалировало над антиматерией, что не дало всему веществу аннигилировать.

Теория Большого взрыва: загадки и подробности

Большой взрыв – гипотетическое начало расширения Вселенной, перед которым Вселенная находилась в сингулярном состоянии.* По представлениям ученых, Вселенная в ее нынешнем виде возникла 13,7 млрд лет назад и продолжает расширяться и охлаждаться



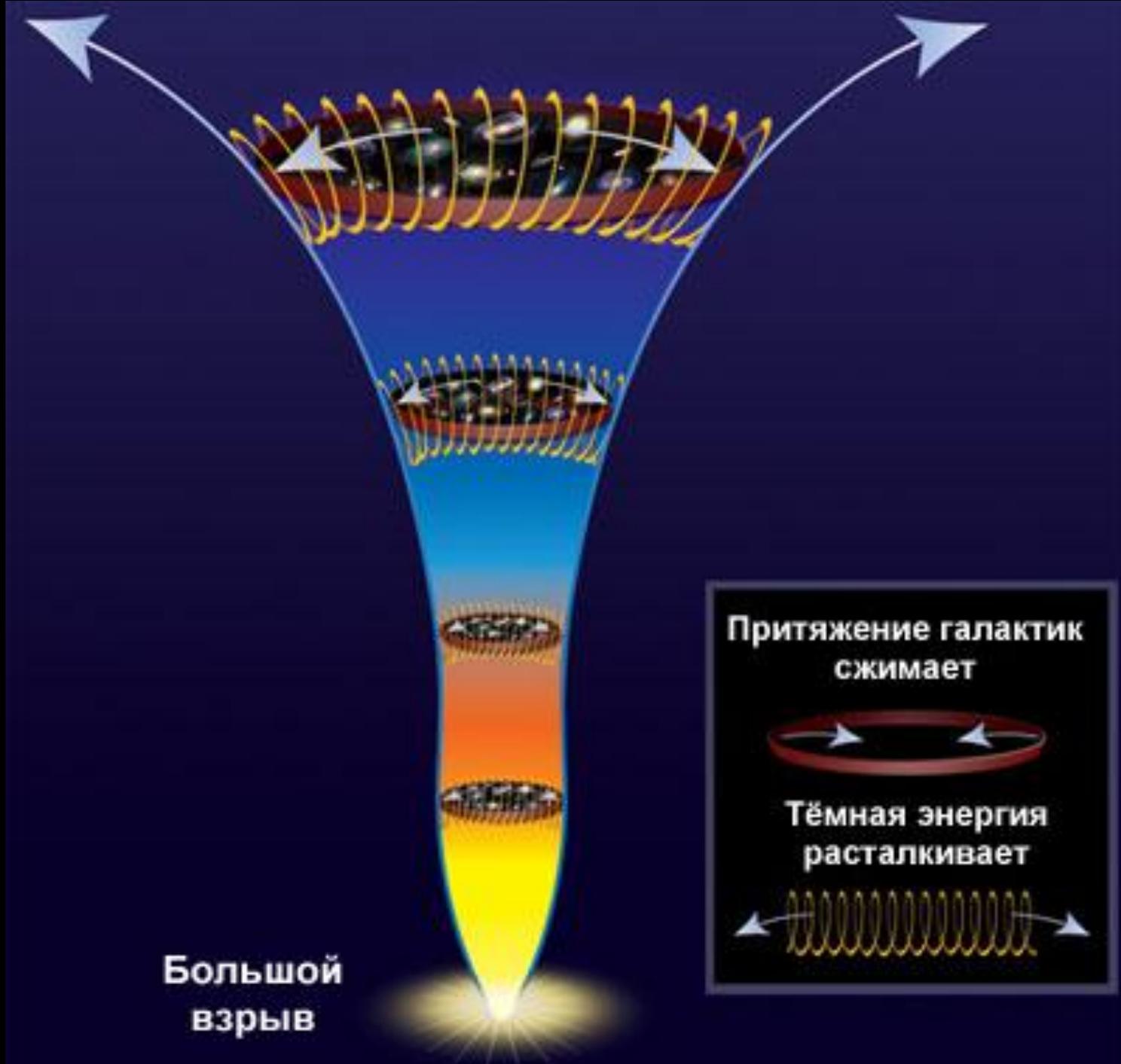
Начало времени		Одна секунда				Наши дни
10^{-43} сек.	10^{-32} сек.	10^{-6} сек.	3 мин.	300000 лет	1 миллиард лет	15 миллиардов лет
Температура	10^{27} °C	10^{13} °C	10^8 °C	10000 °C	-200 °C	-270 °C

- 1** Космос переживает сверхбыстрое инфляционное (от лат. *inflatio* – *вздутие*) расширение, расширившись в 1050 раз за долю секунды
- 2** Расширение замедляется. Вселенная представляет собой кипящий «суп» из электронов, кварков и других элементарных частиц
- 3** Быстро остывающий космос позволяет кваркам объединяться в протоны и нейтроны
- 4** Горячие для объединения в атомы, заряженные электроны и протоны препятствуют испусканию света. Вселенная – сверхгорячий туман
- 5** Электроны с протонами и нейтронами образуют атомы, чаще всего водорода и гелия
- 6** Водород и гелий образуют гигантские «облака», которые впоследствии станут галактиками. Разрушенные мелкие скопления газа приводят к появлению первых звезд
- 7** Галактики объединяются в скопления. Первые звезды умирают и извергают в космос тяжелые элементы, которые в итоге образуют новые звезды и планеты

- В кварковую эпоху окончательно разделяются все взаимодействия, а затем наступает фаза нуклоносинтеза (протонный период), в которую формируются ядра изотопов водорода и гелия.

- Эра рекомбинации и реионизации:
Эпоха Темных веков: гравитация становится доминирующим взаимодействием и образуются первые атомы водорода в ходе захвата ионами электронов, что сделало материю прозрачной для собственного излучения (именно к этой эре рекомбинации относится дошедшее до нас реликтовое излучение).

- Эпоха вещества: Первые звезды, квазары и галактики. На звездах или в результате их гибели из водорода и гелия возникают другие химические элементы



**Большой
взрыв**

**Притяжение галактик
сжимает**



**Тёмная энергия
расталкивает**



Сценарии будущего Вселенной

- Если Вселенная пульсирует, то она начнет сжиматься.
- Более вероятным (соответствующим наблюдаемой сегодня инфляции) считается сценарий, по которому расширение Вселенной приведет к вырождению и испарению звезд, черных дыр и диссоциации вещества в целом (холодная смерть Вселенной).

Микромир

- Элементарные частицы квалифицируются как целостные мельчайшие (субатомные) части вещества.

- Некоторые элементарные частицы (как электрон или фотон) считаются бесструктурными, неразложимыми на более мелкие частицы, другие обладают внутренней структурой (например, протон и нейтрон состоят из кварков).

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

		000 ⁰ Фазон Razon					
		-3	-2	-1	+1	+2	+3
1 ЛЕГКИЙ ЗАРЯД LEIGHTY CHARGE	0 ВЯКА WEAKNESS	-100^{-9} ϕ^- Антигравитон Antigraviton	$0 \cdot 10^{-3}$ γ^- Антифотон Antiphoton	$00 \cdot 1^{-1}$ η^- Заряд "минус" Minus	001^{+1} η^+ Заряд "плюс" Plus	010^{+3} γ^+ Фотон Photon	100^{+9} ϕ^+ Гравитон Graviton
		И Е Л П О Н Т Ы Период N К В Λ -3	$1 \cdot 10^{+6}$ ν^- Антинейтрино Antineutrino	$10 \cdot 1^{+8}$ χ^- Антиконденсон Anticondenson	101^{+10} χ^+ Конденсон Condenson	110^{+12} ν^+ Нейтрино Neutrino	Поля δ^- & δ^+ – магнитное ν^- & ν^+ – гравитационное χ^- & χ^+ – электростатическое $(\nu^-$ & $\nu^+)$ – электромагнитное
	$01 \cdot 1^{-12}$ δ^- U-магнитон U-magniton		011^{+4} δ^+ S-магнитон S-magniton				
		$0 \cdot 1 \cdot 1^{-4}$ $b\delta^-$ Чёрный U-магнитон Black U-magniton	$0 \cdot 11^{-2}$ $b\delta^+$ Чёрный S-магнитон Black S-magniton				
		$-1 \cdot 10^{-12}$ $b\nu^-$ Чёрное антинейтрино Black antineutrino	$-10 \cdot 1^{-10}$ $b\chi^-$ Чёрный антиконденсон Black anticondenson	-101^{-8} $b\chi^+$ Чёрный конденсон Black condenson	-110^{-6} $b\nu^+$ Чёрное нейтрино Black neutrino		
Ключ	В О К О Т У Ы Т Н Λ В К	$11 \cdot 1^{+11}$ e^- Электрон Electron	111^{+13} e^+ Позитрон Positron	К периодической системе химических элементов ДИ Менделеева $+24 e^-$ & e^+ – электрический ток			
Элементарный номер, десятичный	О Т У Ы Т Н Λ В К	$1 \cdot 1 \cdot 1^{-5}$ b_e^- Чёрный электрон Black electron	$1 \cdot 11^{+7}$ b_e^+ Чёрный позитрон Black positron				
Степень реальности	У Ы Т Н Λ В К	$-11 \cdot 1^{-7}$ ν_e^- Виртуальный электрон Virtual electron	-111^{-5} ν_e^+ Виртуальный позитрон Virtual positron				
Обозначение	У Ы Т Н Λ В К	$-1 \cdot 1 \cdot 1^{-13}$ w_e^- Призрак электрона Prisrack electron	$-1 \cdot 11^{+11}$ w_e^+ Призрак позитрона Prisrack positron	Общий закон взаимодействий $F = [G, \hbar, \epsilon] \frac{\kappa_{1111} K[m, l, \epsilon] \kappa_{2222} K[m, l, \epsilon]}{r^2}$			
Квантовый заряд	У Ы Т Н Λ В К						
Название / Name	У Ы Т Н Λ В К						

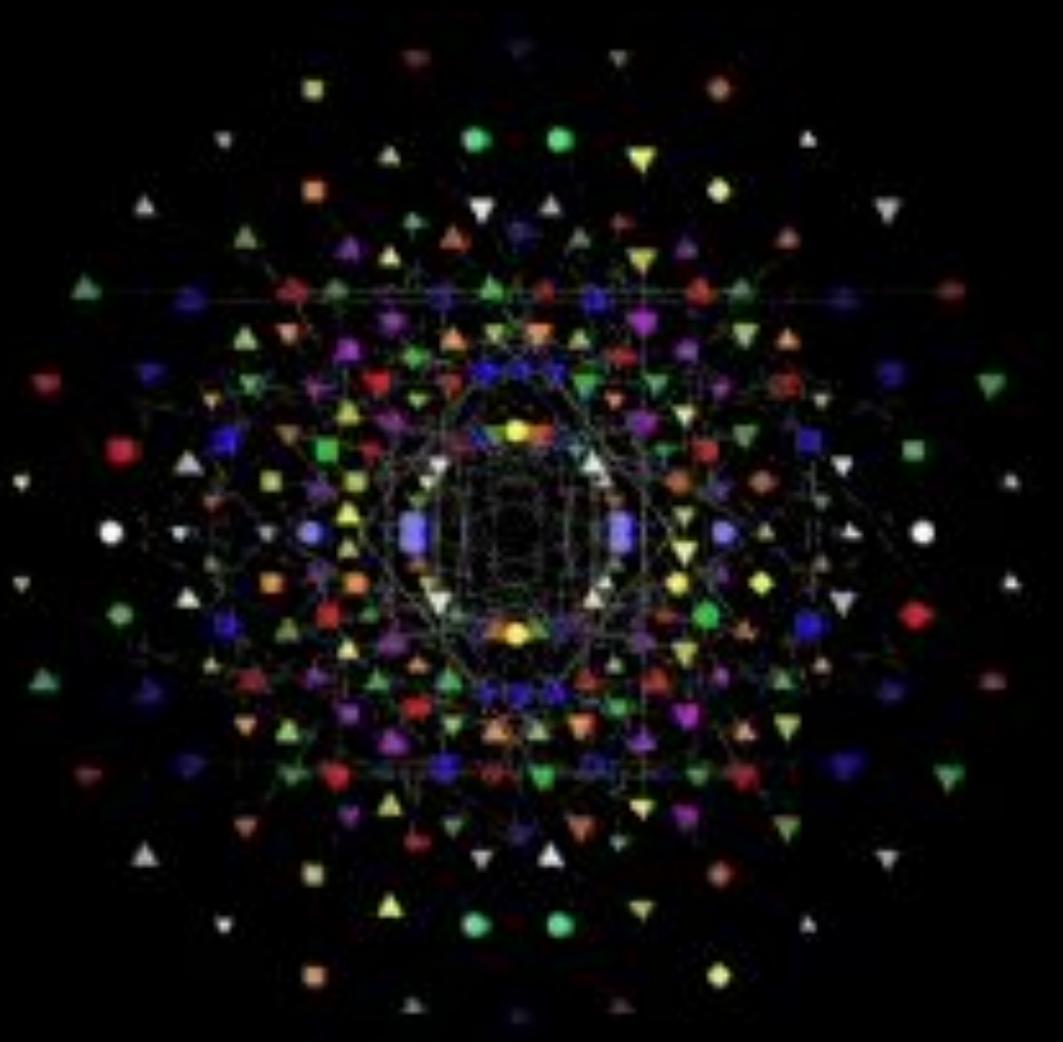
Свойства элементарных частиц

- В определенных условиях элементарные частицы могут превращаться друг в друга или излучать друг друга, почти все элементарные частицы (помимо нейтральных) имеют античастицы, при встрече с которыми они аннигилируют (исчезают).

- **Ва́куум** (от лат. *vacuum* — пустота) — пространство, свободное от вещества.
- **Физический вакуум** - низшее (основное) энергетическое состояние квантованного поля, обладающее нулевыми импульсом, моментом импульса и другими квантовыми числами.

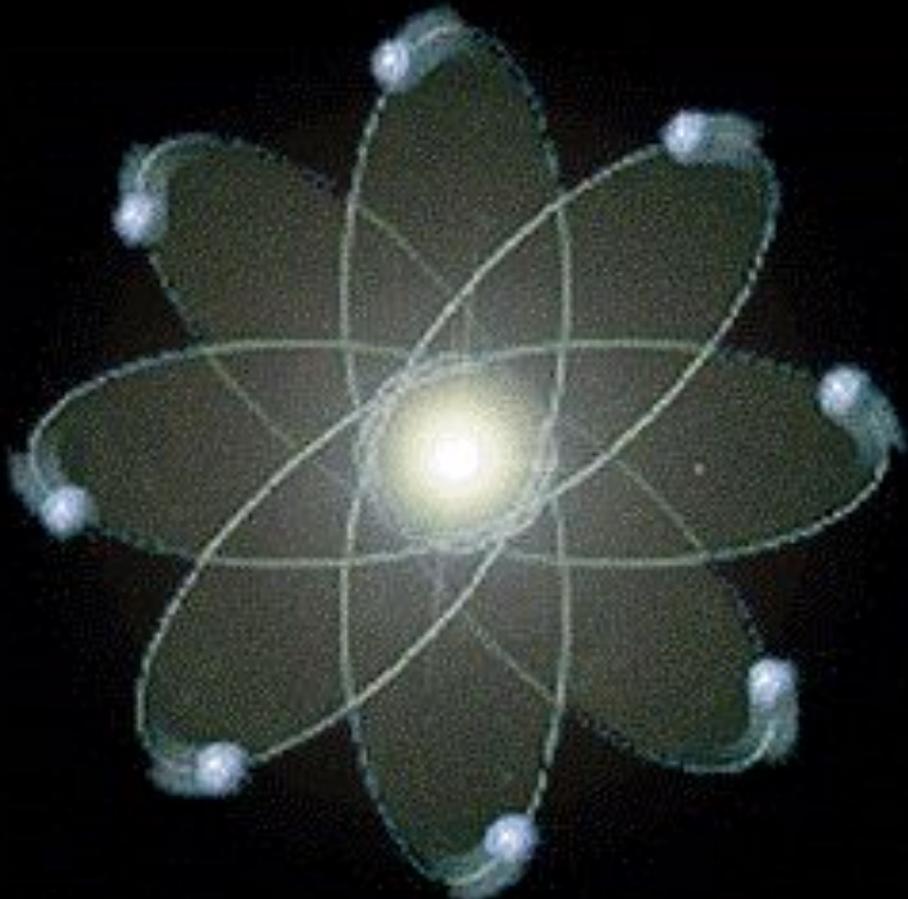
- Это – не всегда пустота:
поле в низшем состоянии
может быть, например,
полем квазичастиц в
твердом теле или даже в
ядре атома, где плотность
чрезвычайно высока.

- В вакууме постоянно рождаются и исчезают виртуальные частицы (кванты релятивистских волновых полей, участвующих в вакуумных флуктуациях, частицы, возникающие в промежуточных состояниях процессов перехода и взаимодействия частиц): происходят так называемые нулевые колебания полей. Следует отличать физический вакуум от технического (сильно разреженного газа)



- Важнейшими свойствами частиц предстают время жизни, масса, спин, возможность взаимодействия, электрический заряд, существуют также дополнительные особые для частиц характеристики.

- По времени жизни частицы делятся на стабильные и нестабильные. Стабильные частицы (электрон, протон, фотон и нейтрино) характеризуются длительным временем существования, нестабильные (большинство элементарных частиц) характеризуются малым временем жизни.

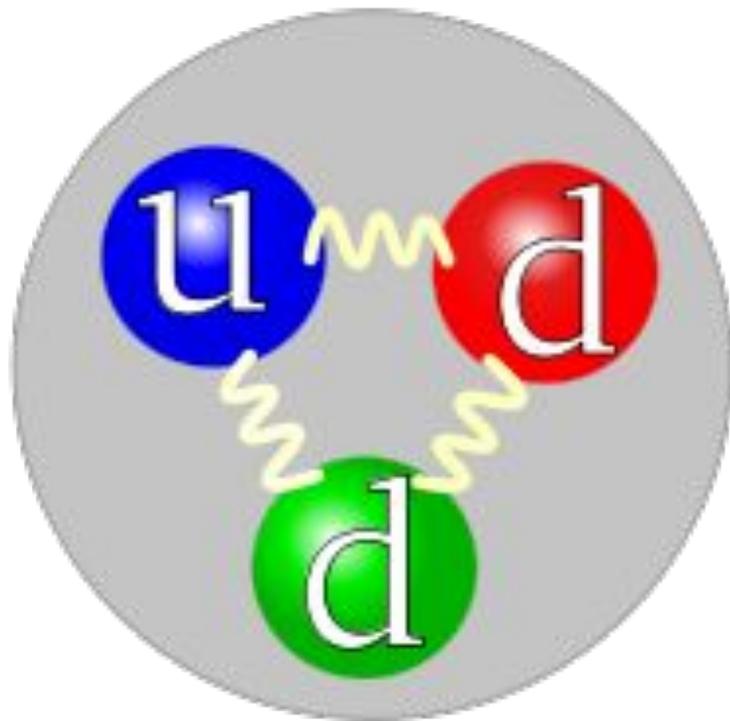


A visualization of a quantum mechanical probability distribution, likely a hydrogen atom's ground state. It shows a central bright spot surrounded by concentric, glowing blue and cyan rings, representing the electron's probability density. The image is presented in a video player interface with the following controls:

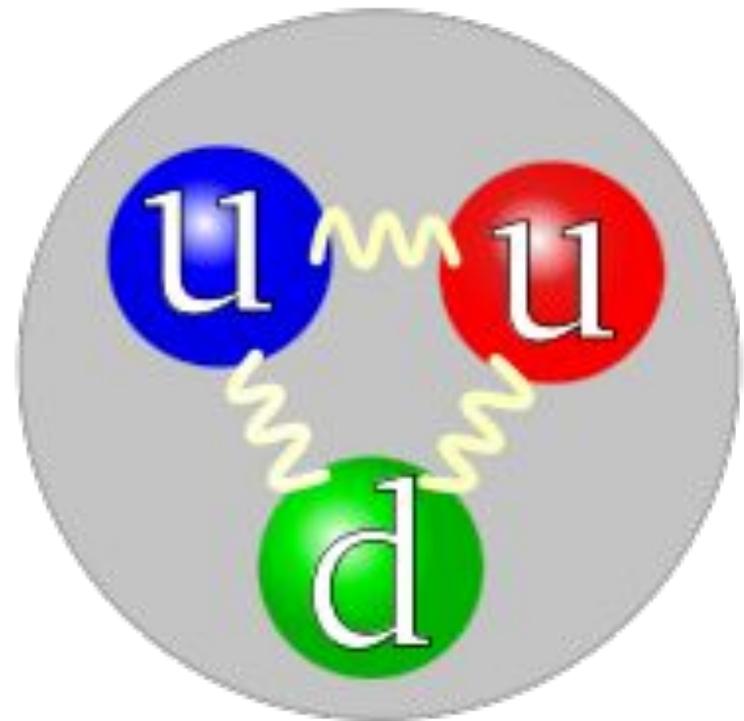
- Top right: [SHARE](#) and [EMBED](#) buttons.
- Bottom left: A play button and a timestamp of **00:00**.
- Bottom center: A progress bar with a volume icon.
- Bottom right: A [FULL](#) screen button.

- Нейтрон имеет промежуточный статус, поскольку в ядре атома он характеризуется стабильностью, а в свободном состоянии — быстро распадается.

Кварковая
структура
нейтрона



- Кварковая
структура
протона



- Спин – имеющий квантовую природу собственный момент импульса элементарных частиц, не связанный с перемещением частицы как целого.

- При нулевом спине частица при любом повороте выглядит одинаково (бозон Хиггса), частицы со спином 1 (например, фотон) принимают тот же вид после полного оборота.

- Частица со спином 2 (предположительно гравитон) – через пол-оборота, а частица со спином $\frac{1}{2}$ (протон, нейтрон и электрон) – после двух оборотов.

- Имеющие целый спин (0, 1, 2) элементарные частицы называются бозонами (калибровочные бозоны и составные мезоны), имеющие полу-целый ($1/2, 3/2$) – фермионы.

- Фермионы – основные строительные блоки материи, делятся также на элементарные (кварки и лептоны) и составные (протоны, нейтроны и пр.). По отношению к ним справедливо, что в одном квантовом состоянии может находиться не более одной частицы (принцип Паули)

- **Элементарные бозоны – чаще всего незаряженные (помимо W^{\pm}) кванты калибровочных полей, могут в неограниченном количестве находиться в одном квантовом состоянии.**

- При их помощи осуществляется взаимодействие элементарных фермионов (фотон переносит электромагнитное взаимодействие, глюоны – сильное, W^{\pm} - и Z -бозоны – слабое; гипотетически предполагается гравитон, передающий гравитационное взаимодействие) и составные (мезоны – двухкварковые связанные состояния).



LARGE HADRON COLLIDER

- Элементарные частицы характеризуются разной массой покоя – от нулевой (фотон) и сверхлегкой (электрон) до сверхтяжелых W - и Z -бозонов.

Шрёдингер, Эрвин



Кот Шрёдингера (кошка Шрёдингера) — объект мысленного эксперимента (кошка Шрёдингера) — объект мысленного эксперимента, предложенного Эрвином Шрёдингером (кошка Шрёдингера) — объект мысленного эксперимента,

- «Текущая ситуация в квантовой механике»: «Можно построить и случаи, в которых довольно бурлеска. Некий кот заперт в стальной камере вместе со следующей адской машиной (которая должна быть защищена от прямого вмешательства кота):

- внутри счётчика Гейгера находится крохотное количество радиоактивного вещества, столь небольшое, что в течение часа может распасться только один атом, но с такой же вероятностью может и не распасться;

- если же это случится, считывающая трубка разряжается и срабатывает реле, спускающее молот, который разбивает колбочку с синильной кислотой. Если на час предоставить всю эту систему самой себе, то можно сказать, что кот будет жив по истечении этого времени, коль скоро распада атома не произойдёт.

- Первый же распад атома отравил бы кота. Пси-функция (волновая функция) системы в целом будет выражать это, смешивая в себе или размазывая живого и мёртвого кота (простите за выражение) в равных долях.

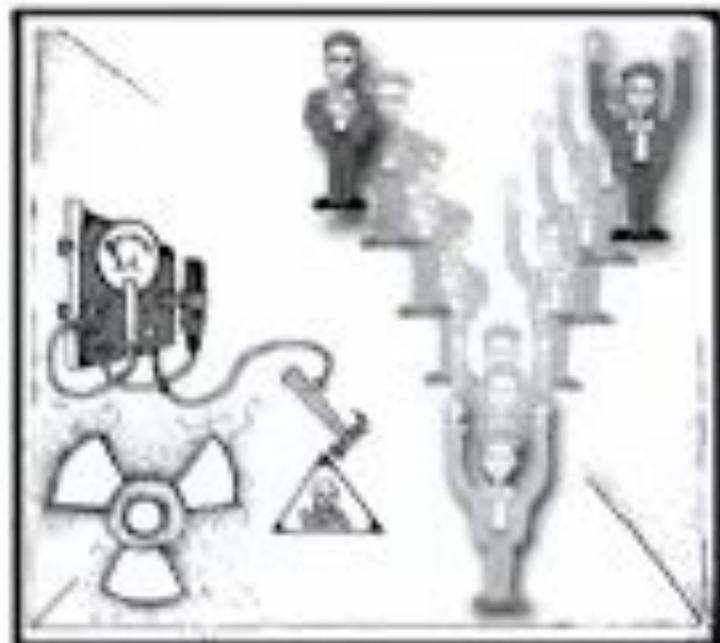
- Типичным в подобных случаях является то, что неопределённость, первоначально ограниченная атомным миром, преобразуется в макроскопическую неопределённость, которая может быть устранена путём прямого наблюдения.

- Это мешает нам наивно принять «модель размытия» как отражающую действительность. Само по себе это не означает ничего неясного или противоречивого. Есть разница между нечётким или расфокусированным фото и снимком облаков или тумана». [\[2\]](#).

- Согласно квантовой механике, если над ядром не производится наблюдение, то его состояние описывается суперпозицией (смешением) двух состояний — распавшегося ядра и нераспавшегося ядра, следовательно, кот, сидящий в ящике, и жив, и мёртв одновременно.

- Если же ящик открыть, то экспериментатор может увидеть только какое-нибудь одно конкретное состояние — «ядро распалось, кот мёртв» или «ядро не распалось, кот жив».





- **Поскольку** в микромире известны четыре вида взаимодействий (сильное (ядерное), электромагнитное, слабое и гравитационное), то по способности к ним элементарные частицы делятся на классы адронов (и составляющих их кварков), вступающих во все взаимодействия, и лептонов, не вступающих в сильное взаимодействие.

- Лептоны несоставные, имеющие полу-целый спин ($1/2$) и не вступающие в сильное взаимодействие (электрон, мюон и нейтрино, а также их античастицы).

- Число адронов, составных частиц, вступающих во все взаимодействия, исчисляется сотнями. Помимо нейтрона и протона адроны являются нестабильными, причем большинство из них – резонансы, которые распадаются столь быстро, что их практически невозможно зафиксировать.

- По своей составу адроны делятся на барионы (состоят из трех кварков) и мезоны (включают в себя пару (или пары) кварк-антикварк). Наиболее важными барионами являются протоны и нейтроны, формирующие ядра атомов и составляющие большую часть видимой материи во Вселенной