



2020

Материя

Движение

Время

Пространство

Взаимодействия

Важнейшая задача естествознания -

- создание естественнонаучной картины мира
- Для ее решения используются понятия:
- **материя**
- **движении**
- **время**
- **пространство**
- **взаимодействия ***



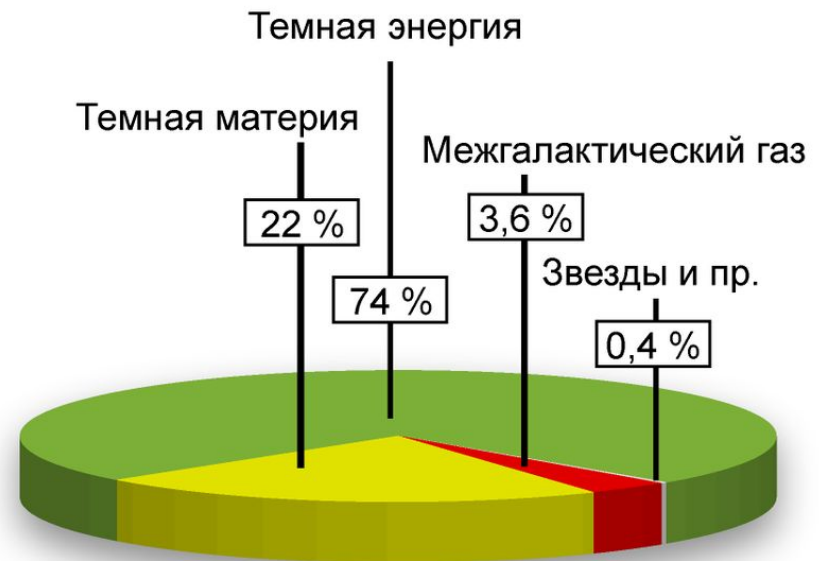
Особенность современного этапа развития естествознания

- **Наука о микромире** — физика элементарных частиц —
и наука о Вселенной — космология —
становятся **единой наукой** о фундаментальных свойствах окружающего нас мира

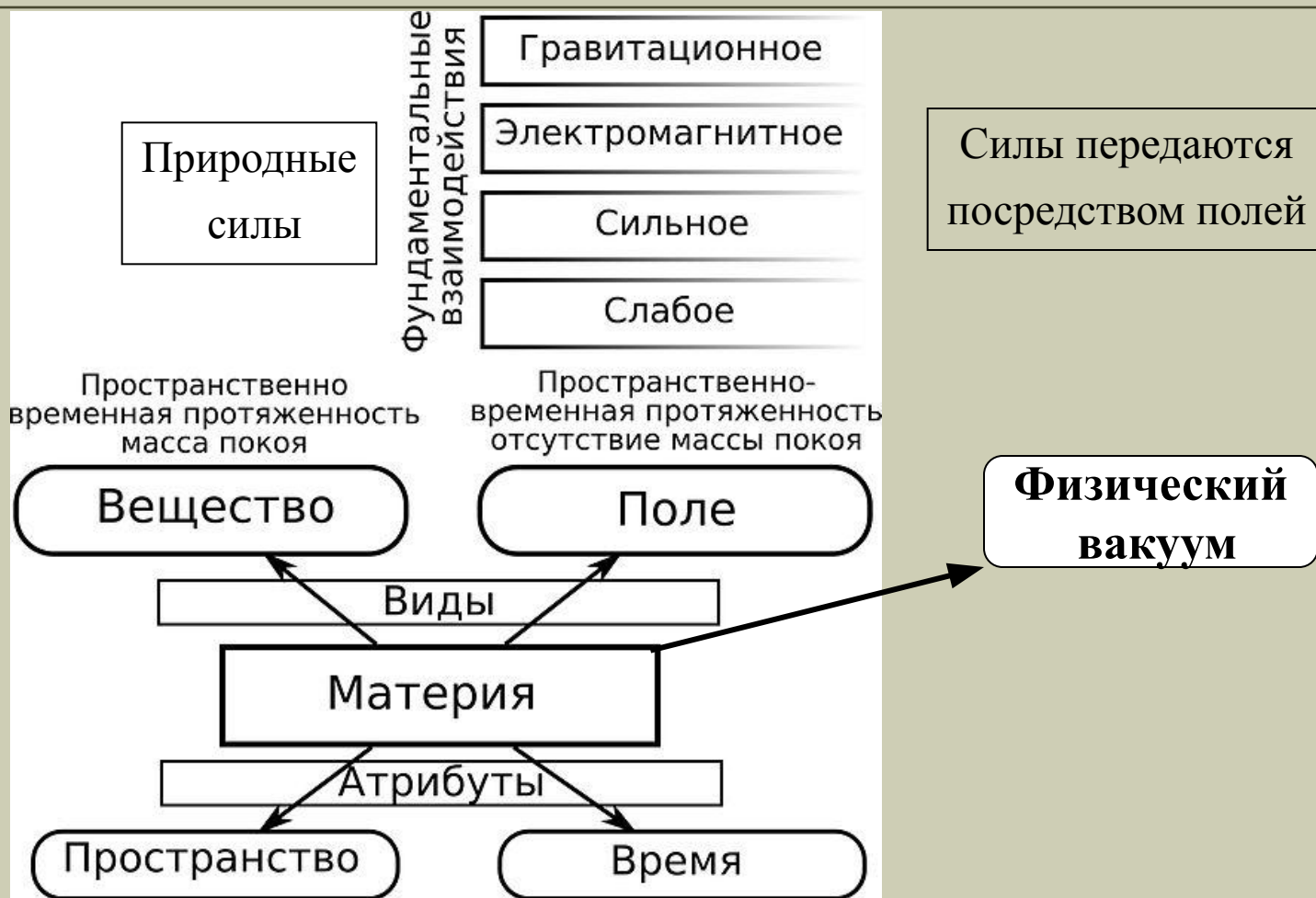


Материя

- все то, что прямо или косвенно действует на органы чувств человека и другие объекты
- весь окружающий нас мир, все существующее
- Состав Вселенной (в массовых %*) →



Атрибуты и виды материи



Виды материи

- 1) **Вещество**
- 2) **Физическое поле**
- 3) **Физический вакуум**



Время и пространство

- - всеобщие универсальные *формы* существования и движения *материи*



Время и пространство

- **Пространство** выражает порядок сосуществования физических тел

- Выдвигаются гипотезы, согласно которым пространство нашей Вселенной имеет **много измерений**
 - Например: 11- мерная супергравитация
 - М- теория

- Наши органы чувств способны ощущать только **три**



Время и пространство

- **Время** - форма последовательной смены явлений и состояний материи, характеризующая длительность их бытия

- **Универсальные свойства времени:**
 - 1. длительность**
 - 2. неповторяемость**
 - 3. одномерность**
 - 4. необратимость**(однонаправленное изменение от прошлого к будущему)



Неотъемлемое свойство материи – движение

- **Движение материи**- любые изменения, происходящие с материальными объектами в результате их взаимодействия



- **Основные формы движения материи:**
- **Механическая**
(наличие траектории)
- **Физическая**
(теплота, электромагнетизм, гравитация...)
- **Химическая**
(превращение атомов и молекул)
- **Биологическая**
(в живой природе)
- **Общественная**
(развитие общества)

Взаимосвязанные свойства материи - энергия и масса

- **Энергия** –
мера движения материи
(количественная ее
характеристика)
- **Масса** –
мера инерции материи

- Их взаимосвязь отражает
Закон сохранения массы и энергии:
в изолированной системе сумма
масс и энергий постоянна
- Формулировка учитывает, что
между массой ***m*** и энергией ***E***
существует взаимосвязь согласно
уравнению Эйнштейна

- $$E=mc^2,$$

где ***c*** – скорость света в пустоте
($3 \cdot 10^8$ м/с).



Материя : 1) Вещество

- основной вид материи, обладающей **массой**
- К вещественным объектам относятся:
 - 1) материальные объекты
 - 2) молекулы
 - 3) атомы
 - 4) элементарные частицы



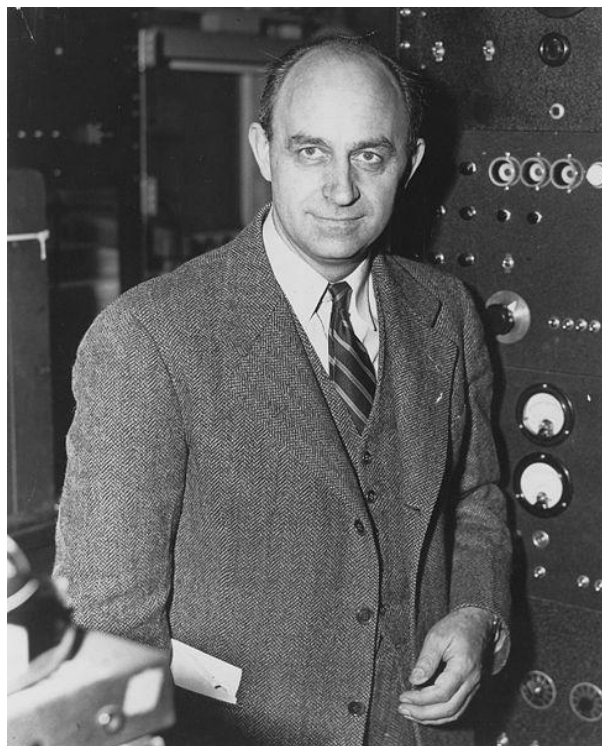
Элементарные частицы

(мельчайшие известные частицы материи)

- одни **имеют сложную внутреннюю структуру**, однако их невозможно разделить на части
- другие считаются бесструктурными – «**фундаментальные частицы**»
- **Вещество** составляют **фермионы** — частицы с **полуцелым спином** :
1/2, 3/2, и т.д. (например, **электрон** 1/2, 3/2, и т.д. (например, электрон, **протон** 1/2, 3/2, и т.д. (например, электрон, протон, **нейтрон** 1/2, 3/2, и т.д. (например, электрон, протон, нейтрон, **нейтрино**))
- **Взаимодействие** переносят **бозоны** — частицы с **целым спином** 0, 1, 2 и т.д. (например, **фотон** 0, 1, 2 и т.д. (например, фотон, **глюон** 0, 1, 2 и т.д. (например, фотон, глюон, **мезоны**)).

Энри́ко Фэ́рми (итал. *Enrico Fermi*)

- 1901-1954
- италo-американский физик



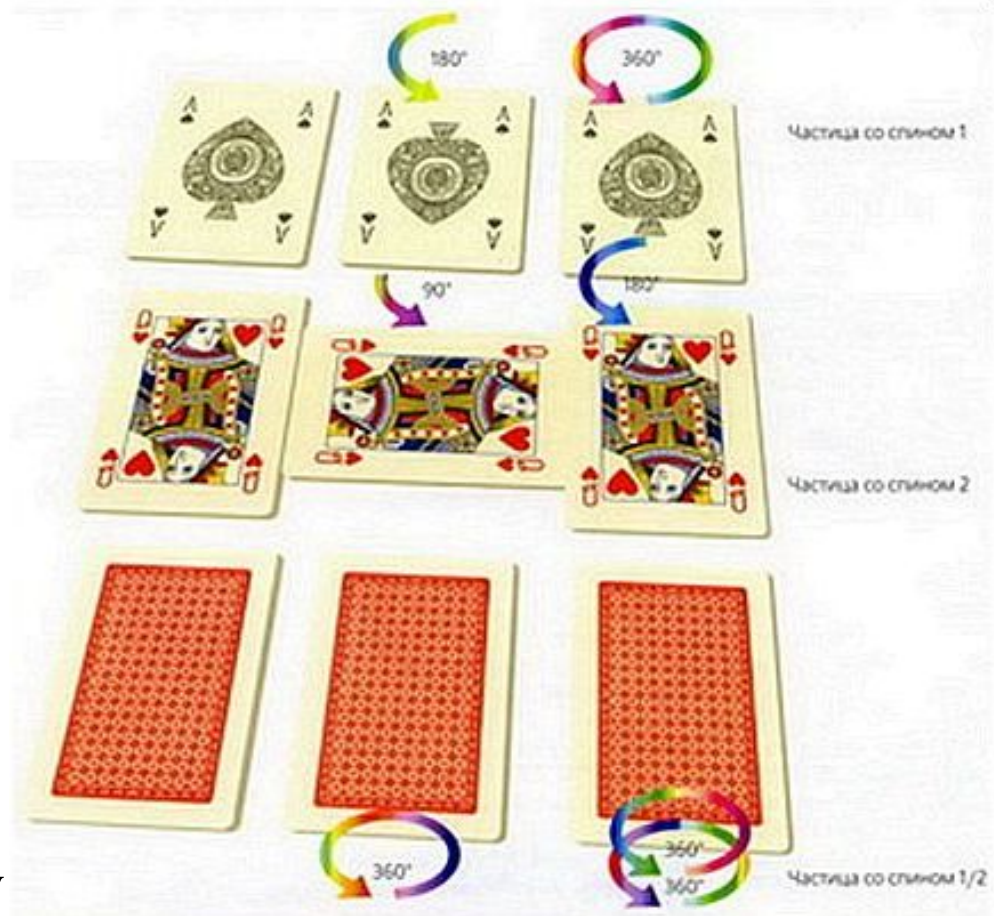
Шатъендранат Бóзе (бенг. সত্যেন্দ্র নাথ বস)

- 18941894-1974
- индийскийиндийский физик.

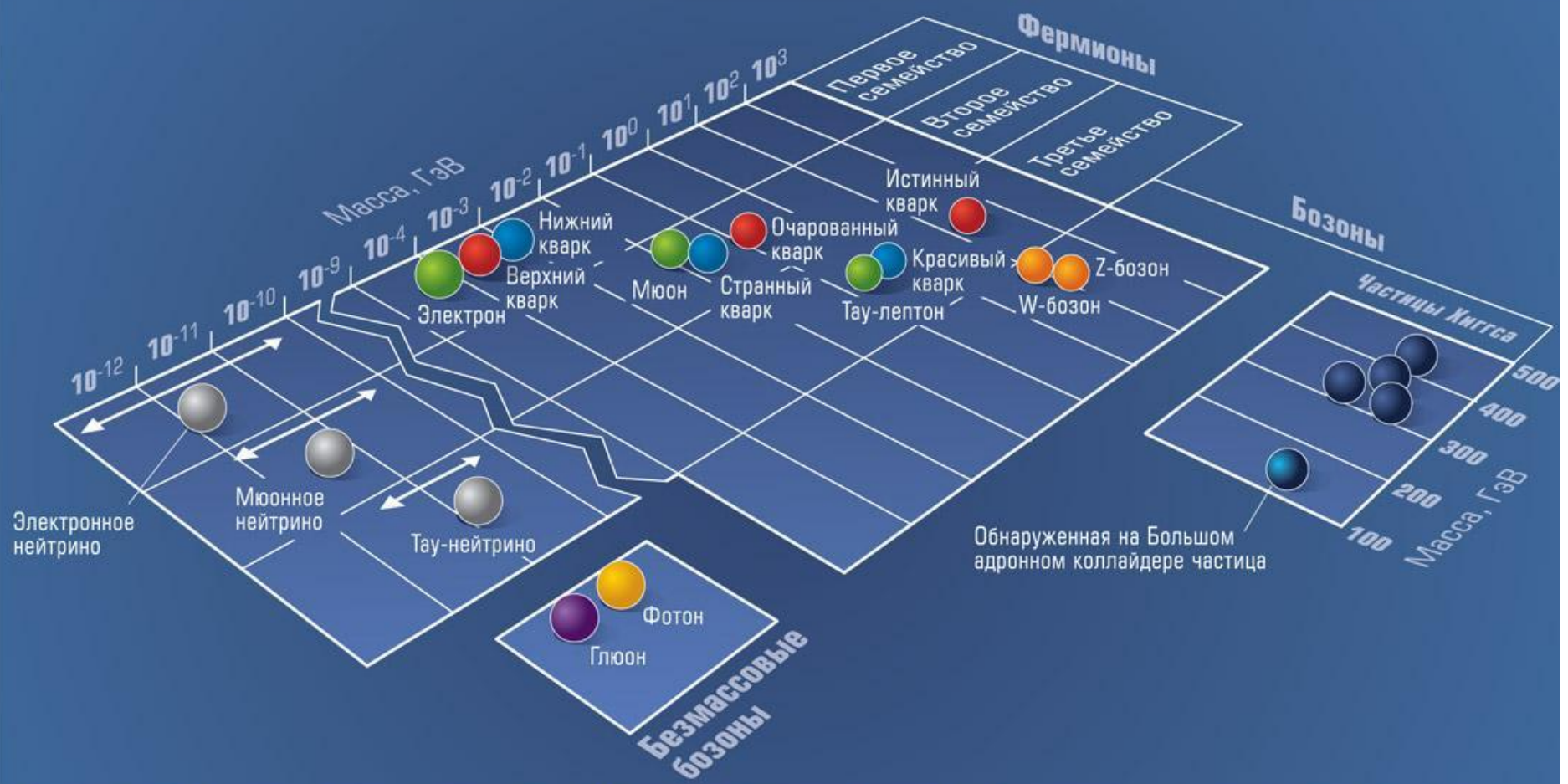


Спин

- – внутреннее свойство элементарных частиц, связанное с обыденным понятием вращения, но не идентичное ему
- Пример: Пиковый туз выглядит неизменно только при полном обороте — на 360° . Поэтому говорят, что у него спин 1
- Существуют частицы, которые остаются неизменными только после двух полных оборотов. О таких говорят, что они имеют спин $1/2$
- - собственный момент импульса микрочастицы, имеющий квантовую природу



Массы элементарных частиц (Стандартная модель)



Согласно Стандартной модели физики элементарных частиц (СМ), все вещество в природе состоит из 12 фундаментальных (неделимых) частиц-фермионов, обладающих полуцелым значением спина (собственного момента количества движения). Эти 12 частиц-фермионов, в свою очередь, делятся на 3 семейства (поколения) по 4 частицы в каждом. Кроме того, СМ постулирует наличие в природе элементарных бозонов, которые переносят взаимодействия между частицами-фермионами. Бозоны — частицы с целым значением спина. Четыре элементарных, или т. н. калибровочных, бозона СМ — фотоны (переносчики электромагнитного взаимодействия), глюоны (переносчики сильного взаимодействия) и W^\pm и Z -бозоны (переносчики слабого взаимодействия). Бозон Хиггса — пятый «элементарный» бозон (квант поля Хиггса), последняя из фундаментальных частиц, присутствующих в СМ.

Единицы измерения Единицы измерения массы

в атомной и ядерной физике

- **Электронво́льт** -
(сокращённо **эВ** или **eV**) —
внесистемная единица энергии

$$1\text{эВ} = 1,602\ 176\ 487(40) \times 10^{-19} \text{ Дж}$$

- В ядерной физике обычно используются величины:
- кило- (10^3),
- мега- (10^6)
- гига- (10^9)
- тера - (10^{12}) электронвольт

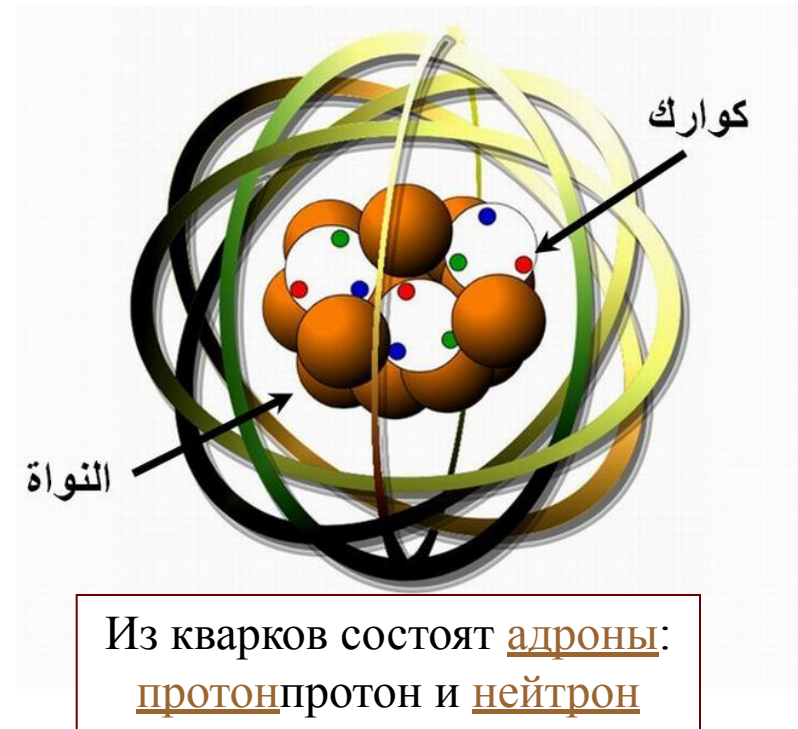
Фундаментальные частицы (бесструктурные)

Элементарные частицы (фундаментальные)

<u>Фермионы</u> / Кварки	<u>Верхний (u)</u> Верхний (u) • <u>Нижний (d)</u> Верхний (u) • Нижний (d) • <u>Очарованный (c)</u> Верхний (u) • Нижний (d) • Очарованный (c) • <u>Странный (s)</u> Верхний (u) • Нижний (d) • Очарованный (c) • Странный (s) • <u>Истинный (t)</u> Верхний (u) • Нижний (d) • Очарованный (c) • Странный (s) • Истинный (t) • <u>Прелестный (b)</u>
<u>Фермионы</u> / Лептоны	<u>Электрон</u> Электрон • <u>Позитрон</u> Электрон • Позитрон • <u>Мюон</u> Электрон • Позитрон • Мюон • <u>Тау-лептон</u> Электрон • Позитрон • Мюон • Тау-лептон • <u>Нейтрино</u>
Калибровочные Бозоны	<u>Фотон</u> Фотон • <u>W- и Z-бозоны</u> Фотон • W- и Z-бозоны • <u>Глюон</u> Фотон • W- и Z-бозоны • Глюон • <u>Бозон Хиггса</u>
Не обнаружены	<u>Гравитон</u> Гравитон • <u>Другие гипотетические частицы</u>

Кварк

- Фундаментальная частица Фундаментальная частица в Стандартной модели
- Не наблюдается в свободном состоянии
- Примерно в 20 тысяч раз меньше размера протона.
- В настоящее время известно 6 разных «сортов» («ароматов») кварков:
Верхний (u) Верхний (u) • Нижний (d) Верхний (u) • Нижний (d) •
Очарованный (c)с • Странный (s)с •
Странный (s) • Истинный (t)с •
Странный (s) • Истинный (t) •
Прелестный (b)
- Кварки обладают дополнительной внутренней характеристикой, называемой «цвет».



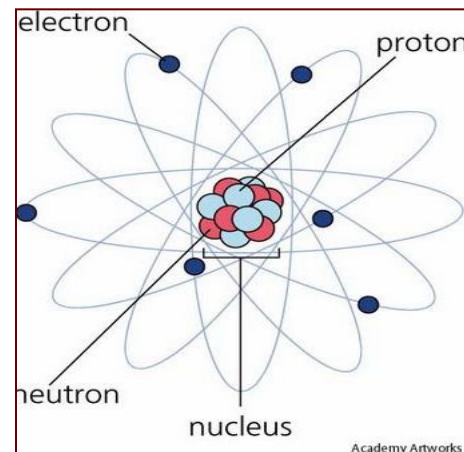
Фермионы / бозоны

Стандартная модель элементарных частиц – три поколения **материи**

Три поколения материи (Фермионы)

	I	II	III	
масса →	2,4 мэВ	1,27 ГэВ	171,2 ГэВ	0
заряд →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
спин →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
название →	верхний	очарованный	истинный	фотон
	u	c	t	γ
	4,8 мэВ	104 мэВ	4,2 ГэВ	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Кварки	нижний	странный	прелестный	глюон
	d	s	b	g
	< 2,2 эВ	< 0,17 мэВ	< 15,5 мэВ	91,2 ГэВ
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	электронное нейтрино	мюонное нейтрино	тау нейтрино	слабое взаимодействие
	ν_e	ν_μ	ν_τ	Z
Лептоны	0,511 мэВ	105,7 мэВ	1,777 ГэВ	80,4 ГэВ
	-1	-1	-1	±1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	электрон	мюон	тау	слабое взаимодействие
	e	μ	τ	W[±]

Бозоны (переносчики взаимодействия)



Все обычные атомы содержат частицы **первого поколения**.

Протоны и нейтроны содержат u- и d-кварки

Классификация элементарных частиц (по массе)

Группа	Название частицы	Символ		Масса (в электрон ных массах)	Электричес кий заряд	Спин	Время жизни (с)
		Части ца	Античастица				
Фотоны	Фотон	γ		0	0	1	Стабилен
Лептоны	Нейтрино электронное	ν_e	$\bar{\nu}_e$	>0	0	1 / 2	Стабильно
	Нейтрино мюонное Нейтрино таонное	ν_μ ν_τ	$\bar{\nu}_\mu$ $\bar{\nu}_\tau$	>0	0	1 / 2	Стабильно
	Электрон	e^-	Позитрон e^+	1	-1 1	1 / 2	Стабилен
	Мю-мезон (мюон) (Тау-лептон)	μ^- τ^-	μ^+ τ^+	206,8 3600	-1 1	1 / 2	$2,2 \cdot 10^{-6}$ $5 \cdot 10^{-13}$

Классификация элементарных частиц (продолжение)

Группа		Название частицы	Символ		Масса (в электронных массах)	Электрический заряд	Спин	Время жизни (с)
			Частица	Античастица				
Адроны	Мезоны	Пи-мезоны	π^0		264,1	0	0	$0,87 \cdot 10^{-16}$
			π^+	π^-	273,1	1 -1	0	$2,6 \cdot 10^{-8}$
		К-мезоны	K^+	K^-	966,4	1 -1	0	$1,24 \cdot 10^{-8}$
			K^0	\bar{K}^0	974,1	0	0	$\approx 10^{-10} - 10^{-8}$
	Барионы	Протон	p	\bar{p}	1836,1	1 -1	1 / 2	Стабилен
		Нейтрон	n	\bar{n}	1838,6	0	1 / 2	898
		Омега-минус-гиперон	Ω^-	$\bar{\Omega}^-$	3273	-1 1	1 / 2	$0,82 \cdot 10^{-11}$

Элементарные частицы

Материя

Бозон Хиггса

Переносчики взаимодействий

Фермионы

Бозоны

Кварки

Лептоны

Фотоны

W-и Z-бозоны

Глюоны

Гравитоны ?

Электроны

Адроны

Мезоны

Барионы

Нуклоны p^+ , n^0

Атомы

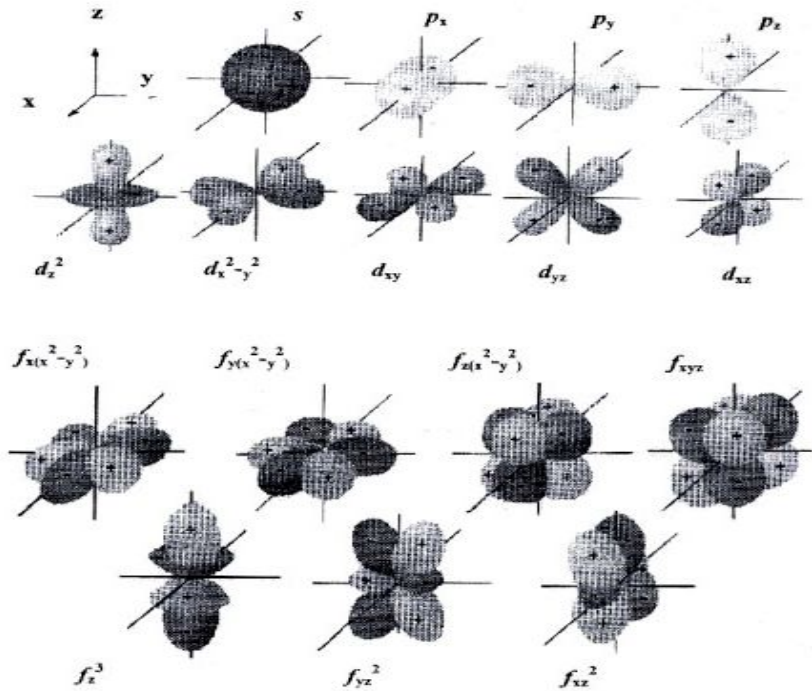
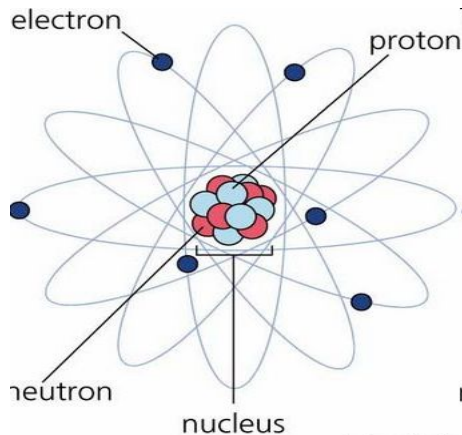
Молекулы

Фундаментальные взаимодействия

Составные частицы

АТОМЫ

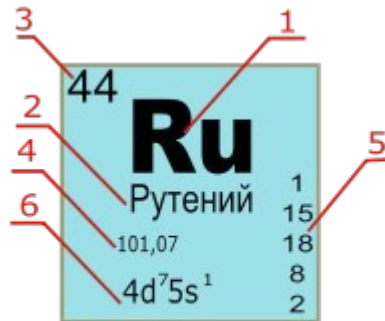
- **Атом** — наименьшая частица **химического элемента**, сохраняющая его химические свойства
- **Химический элемент** — совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра



Периодическая система элементов

Группа → Период ↓	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII B					IB	IIIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1 H																			2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr		
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe		
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn		
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo		

Карточка химического элемента



- 1 — обозначение химического элемента.
- 2 — русское название.
- 3 — порядковый номер химического элемента — порядковый номер химического элемента, равный количеству протонов — порядковый номер химического элемента, равный количеству протонов в атоме.
- 4 — атомная масса.
- 5 — распределение электронов по энергетическим уровням.
- 6 — электронная конфигурация.

Обозначения химического элемента

- $^{12}_6\text{C}$
атом углерода с
зарядом ядра 6
и атомной массой 12

атомная масса

заряд иона

Символ
элемента

порядковый
номер

число атомов в
молекуле

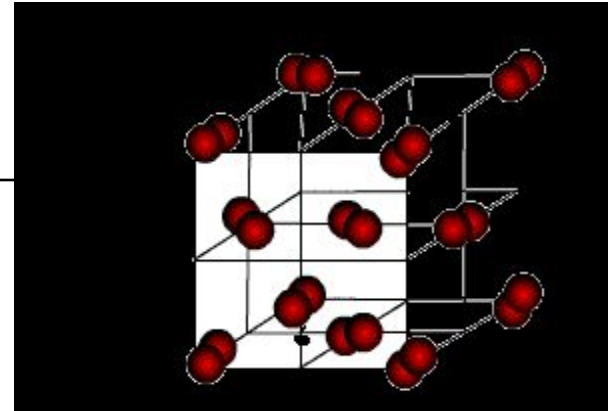
- Pb^{4+} - ион свинца с
зарядом 4+

- H_2 - молекула, водорода,
состоящая из двух атомов
водорода

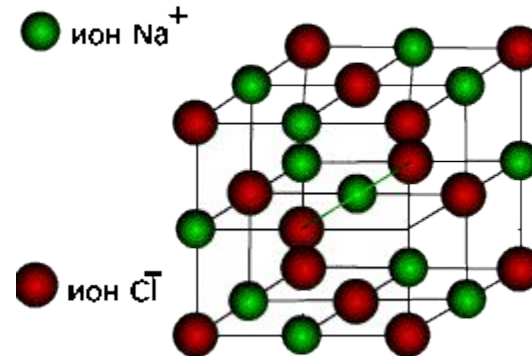


Вещество

- **Простое вещество** – форма существования **химических элементов** в свободном состоянии
- Простые или элементарные вещества состоят из атомов одного химического элемента (He, H₂, I₂)
- **Сложное вещество (или химическое соединение)** состоит из разных атомов (H₂O, NaCl, C₂H₅OH)



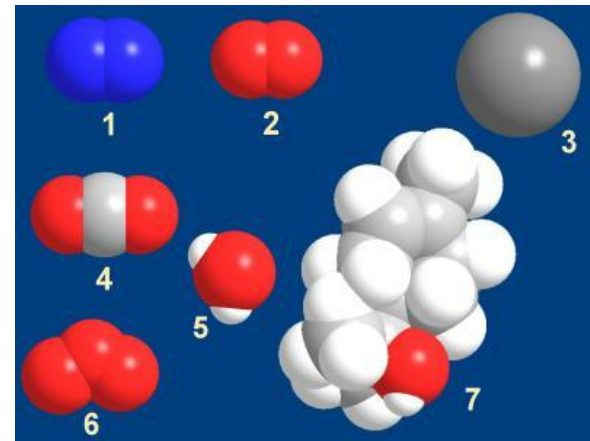
Строение молекулы иода



Строение хлорида натрия

Молекулы

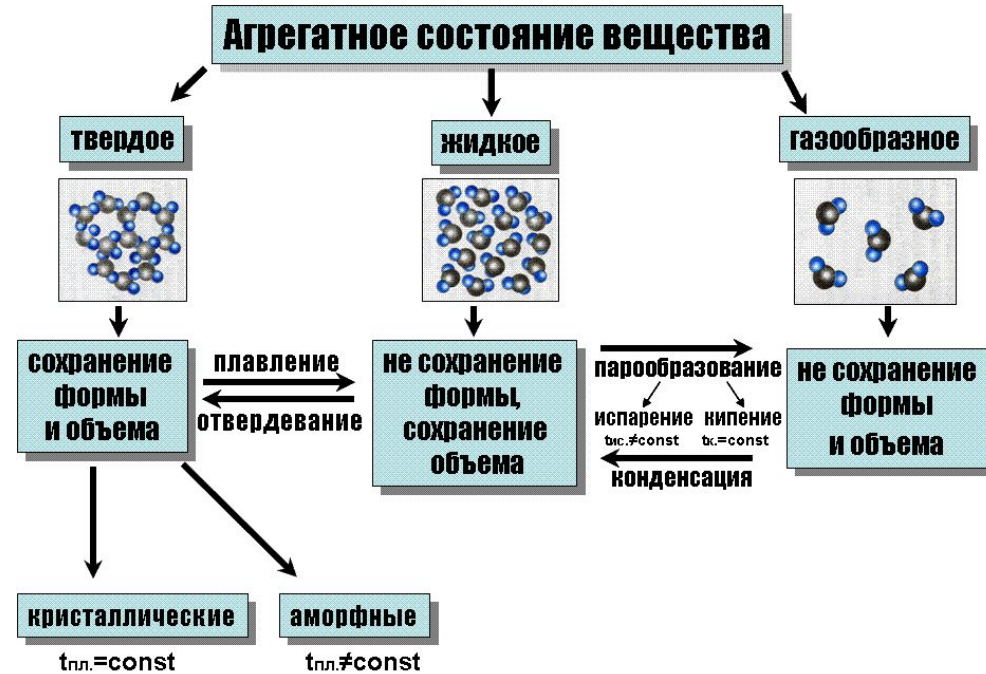
- **Молекула**- наименьшая частица **индивидуального вещества**, обладающая его основными химическими свойствами
- Состоит из одинаковых или различных атомов
- **Молекулы** – составные части вещества
- Могут быть **одно-, двух- и многоатомными**



- Модели молекул и названия веществ, входящих в состав лесного воздуха:
- 1 - азот, 2 - кислород, 3 - аргон,
- 4 - углекислый газ, 5 - вода, 6 - озон (образуется из кислорода при грозовых разрядах),
- 7 - терпинеол (выделяется хвойными деревьями).

Агрегатное состояние вещества

- состояние вещества состояние вещества, характеризующееся способностью или неспособностью сохранять объём состояние вещества, характеризующееся способностью или неспособностью сохранять объём и форму,
- наличием или отсутствием дальнего наличием или отсутствием дальнего и ближнего порядка



- Твёрдое тело. Присутствует как дальний, так и ближний порядок
- Жидкость.

Другие агрегатные состояния

- Плазма отличается от газа большой степенью ионизации атомов.
Фазовым состоянием большей части барионного Фазовым состоянием большей части барионного вещества (по массе ок. 99,9 %) во Вселенной является плазма.
- Конденсат Бозе — Эйнштейна-
Фермионный конденсат
- Вырожденная материя
Электронно-вырожденный газ, наблюдается в белых карликах, играет важную роль в эволюции звезд.

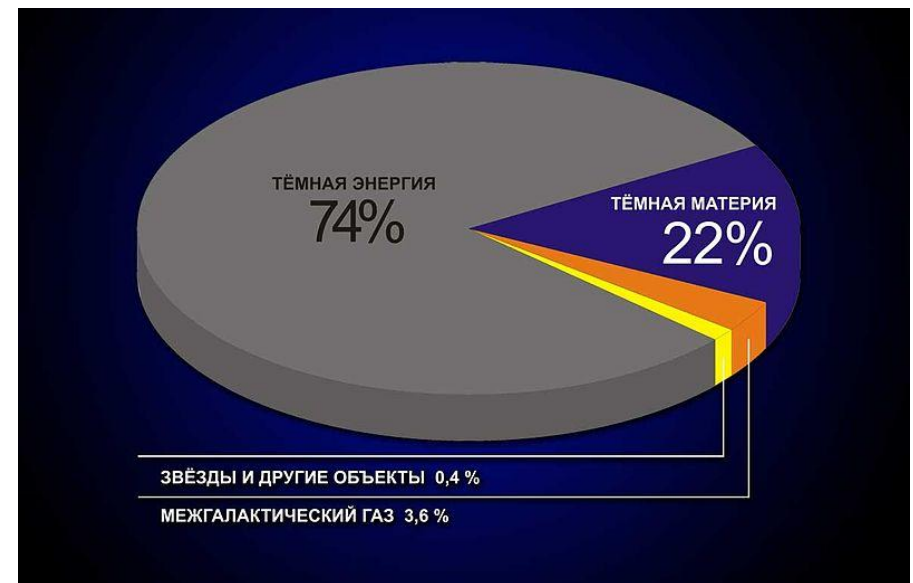


Плазменная декоративная лампа

Устройство Вселенной

Состав Вселенной по данным [WMAP](#)

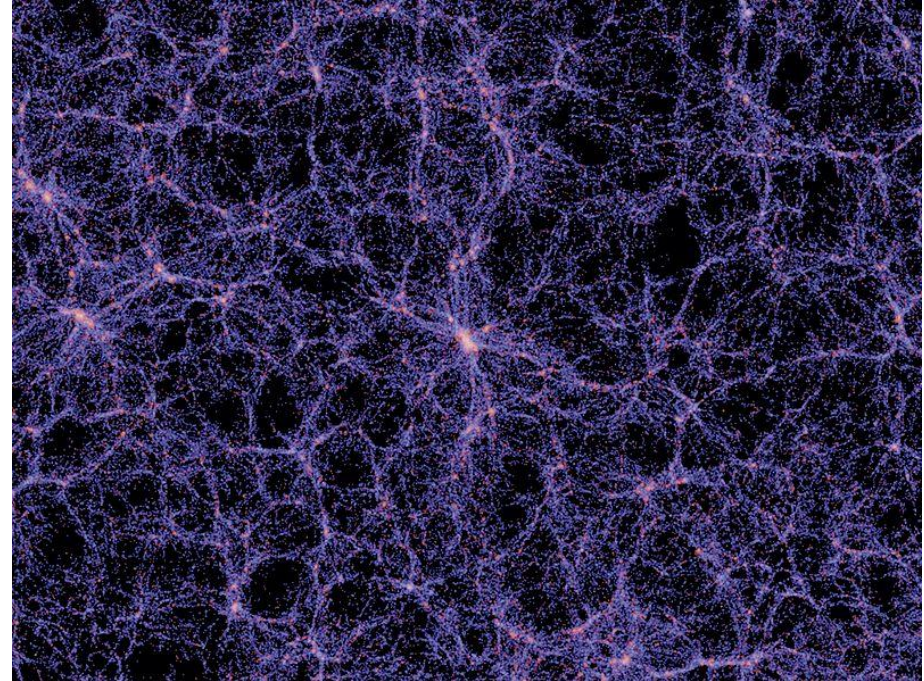
1. Барионное (видимое) вещество
2. Тёмная материя, Проявляется через гравитационное воздействие. Тёмная материя сосредоточена в галактиках.
3. Гипотетическая тёмная энергия является причиной ускоренного расширения Вселенной



- Согласно расчетам:
- > 70 % массы во Вселенной приходится на тёмную энергию (**если перевести энергию в массу** по формуле Эйнштейна),
- > свыше 20 % — на тёмную материю
- и лишь ~5 % — на обычное вещество.

Тёмная материя

- Темная материя способна собираться в сгустки (размером с галактику или скопление галактик) и участвует в гравитационных взаимодействиях так же, как обычное вещество
- Скорее всего, она состоит из новых, не открытых еще в земных условиях частиц

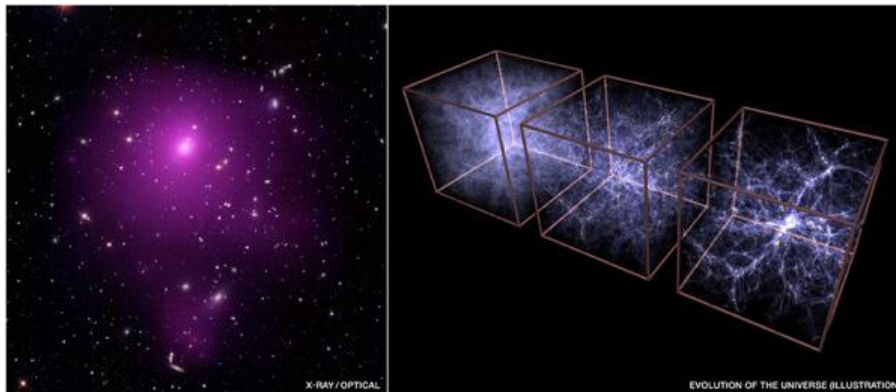


Распределение галактик во Вселенной, полученное в результате расчёта на суперкомпьютере по модели с холодной тёмной материей

Темная энергия – главная загадка фундаментальной физики XXI века

- Темная энергия — гораздо более странная субстанция, чем темная материя: она не собирается в сгустки, а **равномерно «разлита»** во Вселенной
- Самое необычное то, что темная энергия в определенном смысле испытывает **антигравитацию**

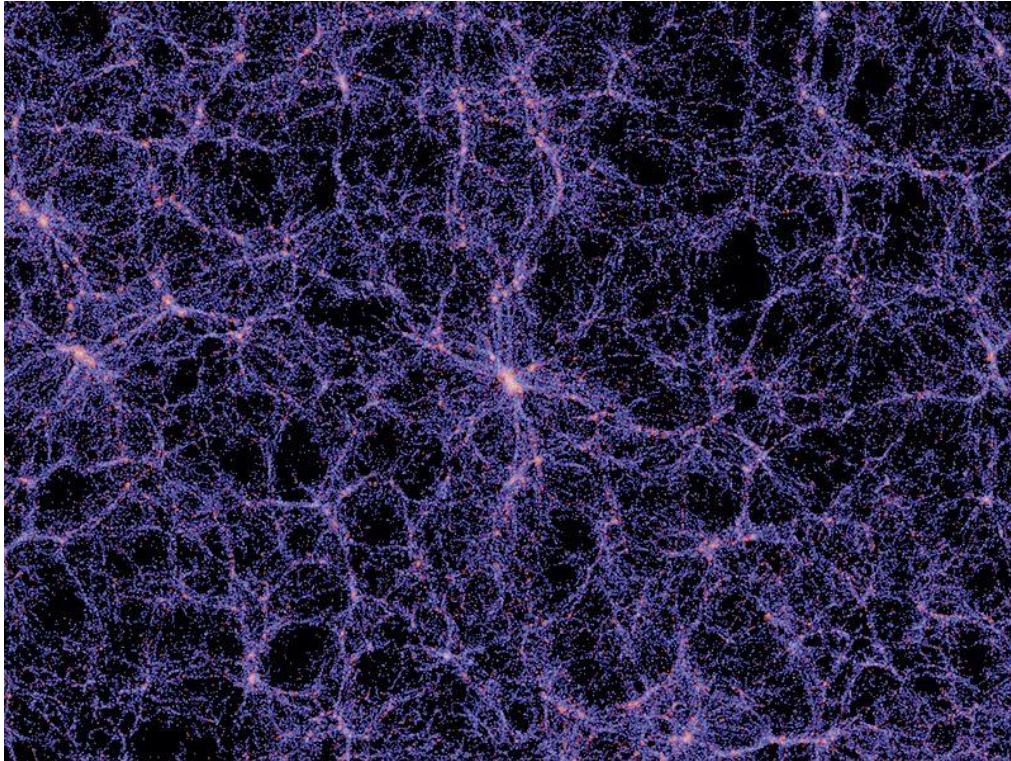
□ обычное гравитационное притяжение замедляло бы разбегание галактик, а в нашей Вселенной, получается, всё наоборот



Темп расширения нашей
Вселенной
растет со временем.

Темная энергия

- Один из кандидатов на роль темной энергии — **вакуум**



- Другой кандидат — новое **сверхслабое поле**, пронизывающее всю Вселенную;

□ «КВИНТЭССЕНЦИЯ»

Материя : 2) Физическое поле

- ❑ Поле - одна из форм материи Поле - одна из форм материи, характеризующая все точки пространства Поле - одна из форм материи, характеризующая все точки пространства и времени
- ❑ Поле, в отличие от веществ, характеризуется непрерывностью



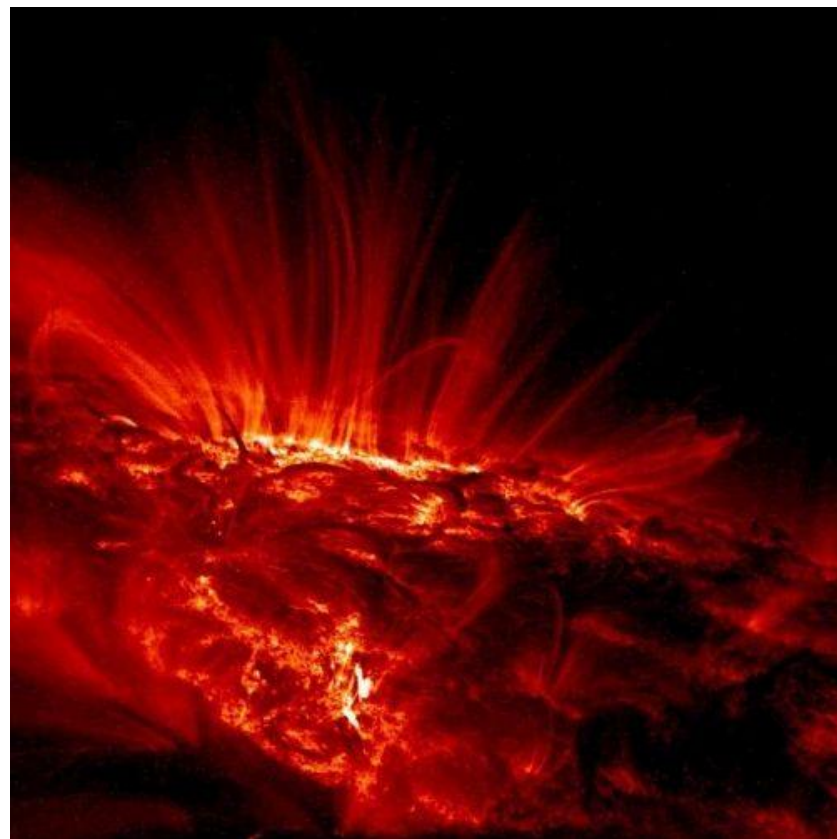
Материя : 2) Физическое поле



№	Физические поля	Действие
1	Электромагнитное единство электрического и магнитного полей	посредством него осуществляются электромагнитные взаимодействия
2	гравитационное	создает вокруг себя тело, обладающее массой
3	поле ядерных сил	- между кварками в адронах - между протонами и нейтронами в ядрах
4	волновые (квантовые)	соответствует различным частицам (<u>например</u> электрон-позитронное поле)

Фундаментальные взаимодействия — основная причина движения материи

- Проявляются физические поля в виде взаимодействия тел, переносимого с конечной скоростью
- В природе существуют четыре фундаментальные силы и все физические явления обусловлены всего **четырьмя видами взаимодействий** (в порядке убывания силы):
 - 1) **сильное**
 - 2) **электромагнитное**
 - 3) **слабое**
 - 4) **гравитационное**

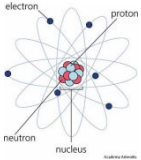
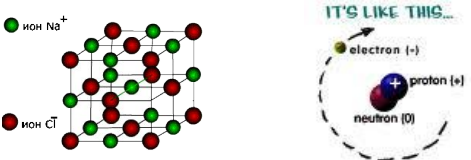
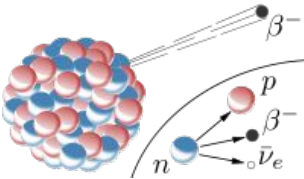



Фундаментальные физические взаимодействия



№	Виды	Действие
1	сильное	соединяет кварки в <u>адроны</u> соединяет кварки в адроны и удерживает <u>протоны</u> соединяет кварки в адроны и удерживает протоны и <u>нейтроны</u> соединяет кварки в адроны и удерживает протоны и нейтроны в составе <u>атомного ядра</u>
2	электромагнитное	- действует между частицами, имеющими <u>электрический заряд</u> - «ответственно» за явления электромагнетизма
3	слабое	- обуславливает большинство распадов элементарных частиц - взаимодействия <u>нейтрино</u> с веществом и др
4	гравитационное	объекты, имеющие массу, притягиваются друг к другу

Фундаментальные физические взаимодействия

№	Виды	Действие
1	сильное 	Обеспечивает энергию ядерного оружия и Солнца
2	электромагнитное 	«Скрепляет» атомы и управляет радио- и световыми волнами. На нем основано действие электронных приборов (компьютеры, телевизоры)
3	слабое 	Отвечает за радиоактивность. На нем основана деятельность Солнца. Играет важнейшую роль в формировании элементов в Звездах и в образовании ранней Вселенной
4	гравитационное $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 	Притягивает нас к Земле. Благодаря ему Земля и остальные планеты Солнечной системы обращаются вокруг Солнца, а Солнце - вокруг Галактики и т.д.

Слабое взаимодействие

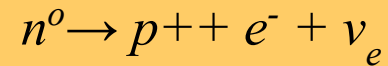
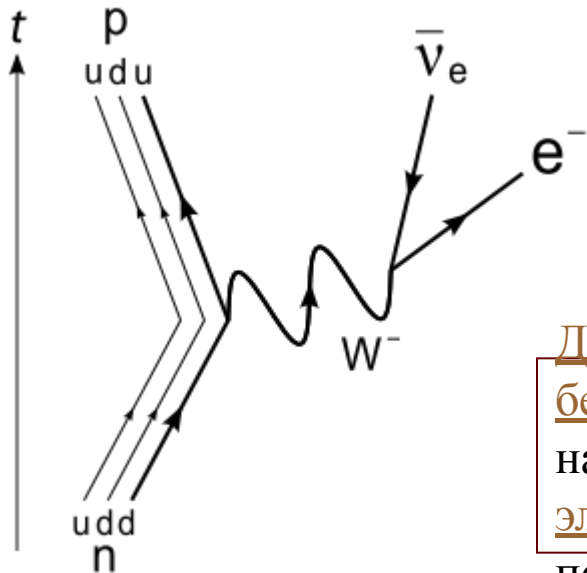


Диаграмма Фейнмана Диаграмма Фейнмана для бета-распада нейтрона
на протон на протон, электрон на протон, электрон и электронное антинейтрино
посредством тяжелого *W*-бозона

Фундаментальные физические взаимодействия

Природа	Участники	Относ. сила	Радиус, м	Носители взаимодействия
Сильное	Протоны и нейтроны	1,0	короткодействующее порядка и менее 10^{-15}	Глюоны
Электромагнитное	Электрические заряды	$\sim 10^{-2}$	дальнодействующее ∞	ФОТОНЫ
Слабое	Все элементарные частицы	$\sim 10^{-10}-10^{-11}$	короткодействующее 10^{-18}	W- и Z-бозоны
Гравитационное	Масса	$\sim 10^{-38}$	дальнодействующее ∞	Гравитоны (гипотетич. частицы)

Элементарные частицы

Материя

Бозон Хиггса

Переносчики взаимодействий

Фермионы

Бозоны

Кварки

Лептоны

Фотоны

W-и Z-бозоны

Глюоны

Гравитоны ?

Электроны

электромагнитное

слабое

сильное гравитационное

Адроны

Фундаментальные взаимодействия

Мезоны

Барионы

Нуклоны p^+ , n^0

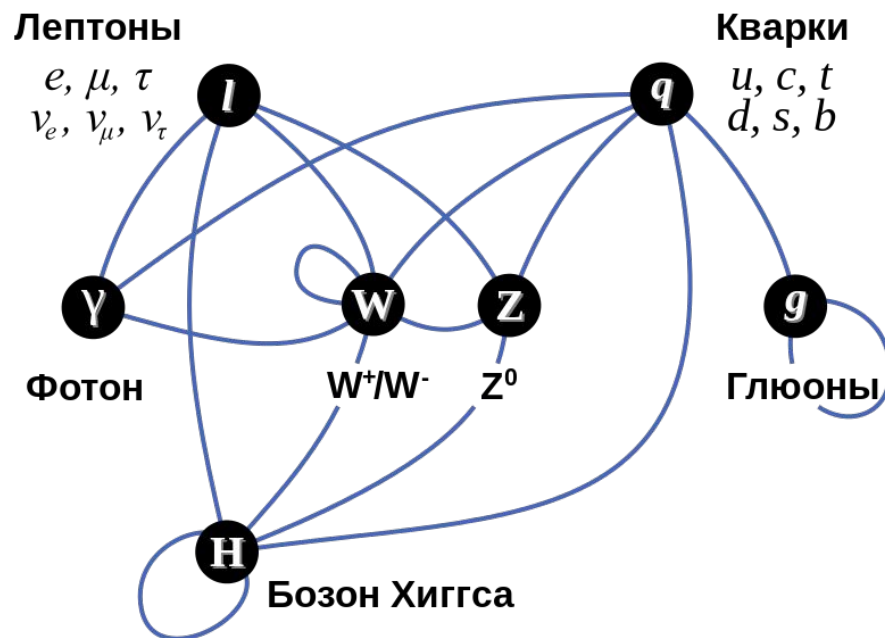
Атомы

Молекулы

Составные частицы

Стандартная модель – теория всех негравитационных сил, действующих в природе

- **Стандартная модель** — теоретическая конструкция в физике элементарных частиц — теоретическая конструкция в физике элементарных частиц, описывающая электромагнитное — теоретическая конструкция в физике элементарных частиц, описывающая электромагнитное, слабое — теоретическая конструкция в физике элементарных частиц, описывающая



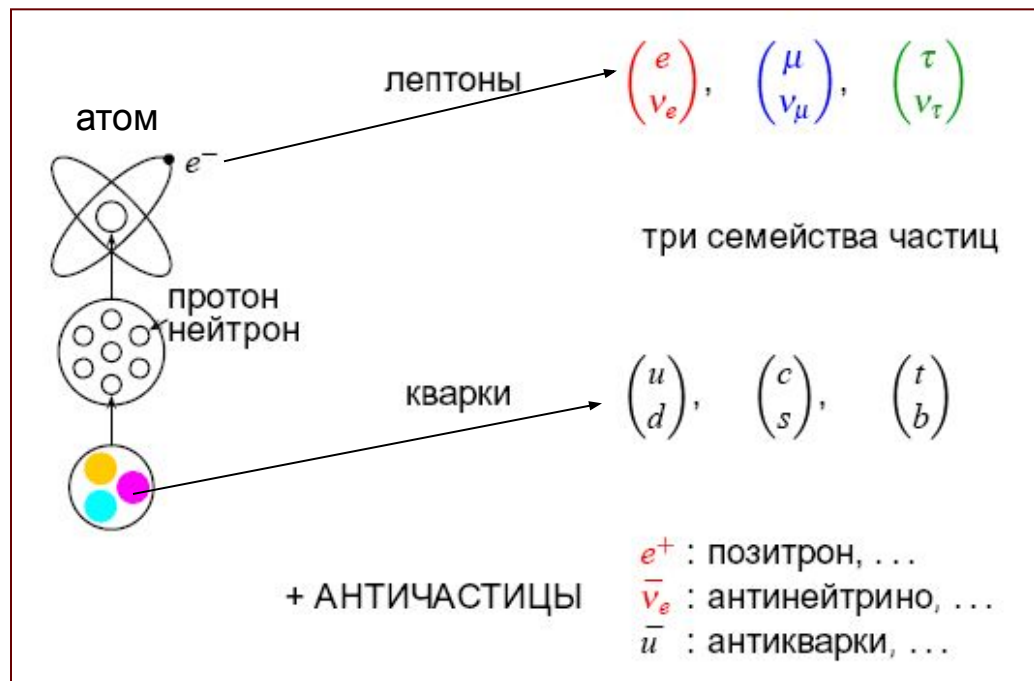
Стандартная модель – теория всех негравитационных сил, действующих в природе

- **Кварки** участвуют в
 - сильных
 - слабых
 - электромагнитных взаимодействиях

- **заряжённые лептоны** (электрон, мюон, тау-лептон)
 - слабых
 - электромагнитных

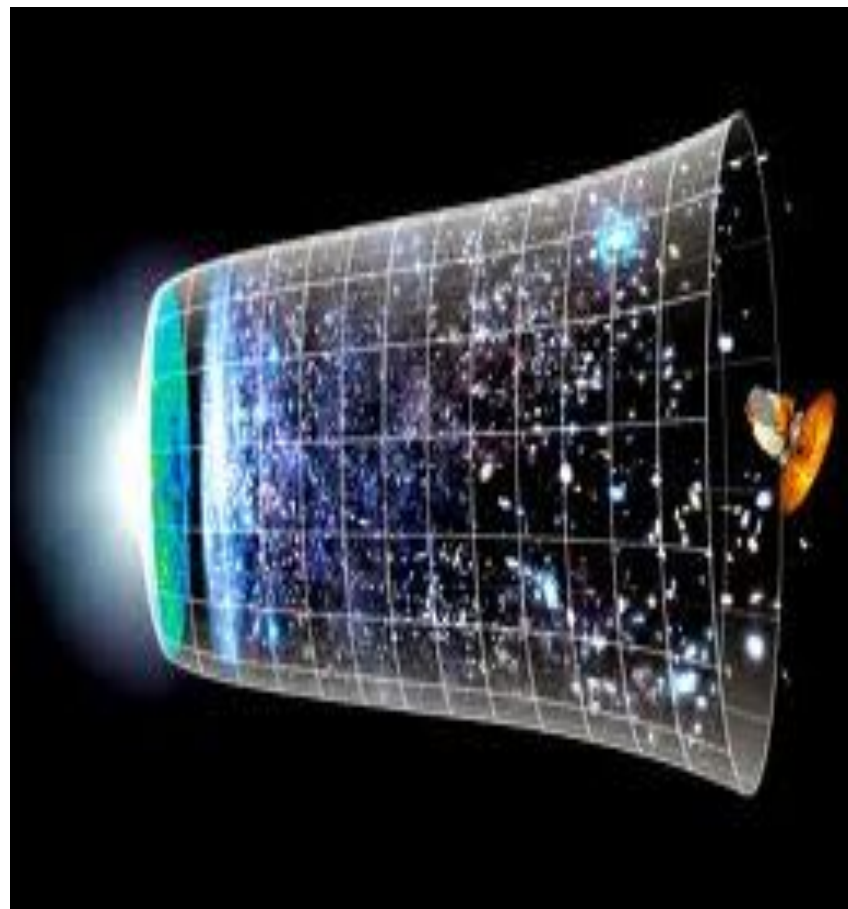
- **нейтрино**
 - только в слабых взаимодействиях

Элементарные частицы - фермионы



Материя : 3) Физический вакуум

- **низшее энергетическое состояние квантового поля**
- Среднее число частиц – квантов поля – в вакууме равно нулю, однако в нем рождаются **виртуальные частицы**, существующие короткое время
- Виртуальные частицы влияют на физические процессы
- Предполагается, что из физического вакуума, находящегося в возбужденном состоянии, родилась Вселенная→



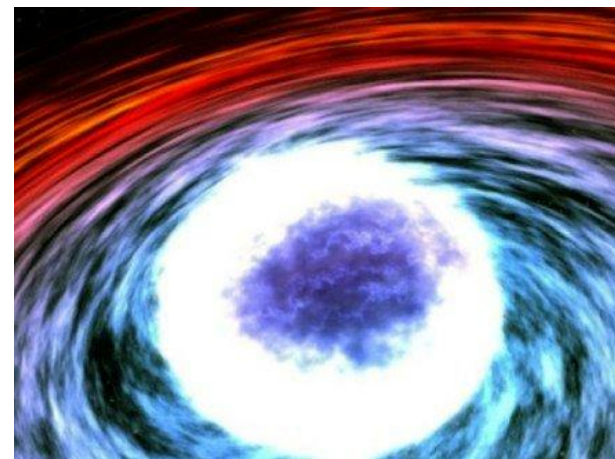
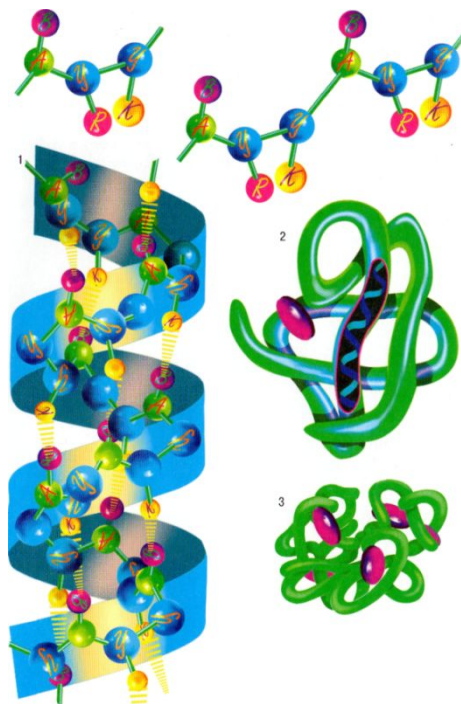
Структурная и системная организация материи



- **Структура материи** – совокупность **устойчивых связей** объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе
- **Материальная система** – относительно **обособленная часть материального мира**, имеющую свои внутренние законы существования и развития

Иерархия материальных систем:

- физическая
- химическая
- биологическая
- социальная
- техническая



Типы материальных систем:

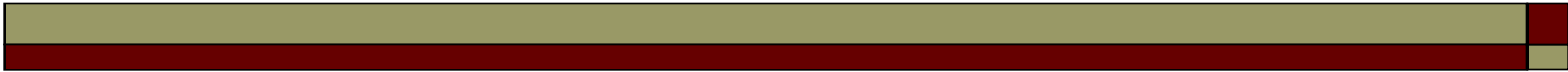
- элементарные частицы
- поля
- атомы
- молекулы
- макроскопические тела
- геологические системы
- Земля и другие планеты,
- звёзды,
- внутригалактические системы
(диффузные туманности,
звёздные скопления и другие),
- галактика, системы галактик
- вселенная



Уровни организации материи	Часть пространства	Параметры
Вселенная	 <p style="text-align: center;">$>10^{20}$ м</p> <p style="text-align: center;">Мегами́р</p>	<p>расстояние: световые годы</p> <p>время существования косм. объектов: млн и млрд лет</p>
Галактика- звезды		
Планеты		
Биосфера	<p style="text-align: center;">$10^{-8} \div 10^{20}$ м</p> <p style="text-align: center;">Макроми́р</p>	<p>протяженные величины : мм ,см ,км</p> <p>время: секунды, минуты, часы, годы</p>
Сообщество-Популяция- Вид-Индивид		
Вещество		
Клетка	 <p style="text-align: center;">$< 10^{-8}$ м</p> <p style="text-align: center;">Микроми́р</p>	<p>размеры: 10^{-8}- 10^{-16},</p> <p>время жизни: от ∞ до 10^{-24}сек</p>
Молекула		
Атом		
Элементарные (фундаментальные) частицы		

Относительные размеры объектов

1	46 млрд. световых лет во всех направлениях	Размер видимой Вселенной
2	100 000 св. лет	Диаметр нашей галактики Млечный путь
3	4,5 млрд. км 30 а.е.	Солнечная система: Расстояние от Солнца до самой отдалённой планеты - Нептуна
4	150 млн.км 1 а. е.	Расстояние от Земли до Солнца (большая полуось)
5	13000 км	Диаметр Земли
6	109 диаметров Земли	Диаметр Солнца
7	$3 \cdot 10^{-10}$ м	Размер атома
8	$3 \cdot 10^{-15}$ м	Средний диаметр атомного ядра



Единица измерения	Определение	Значение	Область применения
Световой год внесистемная единица длины	= расстоянию, проходимому <u>СВЕТОМ</u> = расстоянию, проходимому светом за <u>ГОД</u>	95 миллиардов триллионов км	Качеств.предст-ие масштабов расст-ия в астрономии: от сек. до млрд св.лет
Астрономическая единица	= среднему расстоянию между <u>центрами масс</u> = среднему расстоянию между центрами масс <u>Земли</u> = среднему расстоянию между центрами масс Земли и <u>Солнца</u> 1 а.е. = длине <u>БОЛЬШОЙ ПОЛУОСИ</u> орбиты Земли.	~150 млн.км	Внутри Солнечной системы
1 парсек	Расстояние в 1 парсек соответствует смещению звезды на фоне далеких	3,26 светового года	Расстояние до не слишком далеких звезд

**Основные
структурные
элементы**

**Часть
пространства**

**Доминирующие
теории и законы**

галактики
гравитационные и
электромагнитные поля



Мегами́р
 $>10^{20}$ м

- теория относительности
- М- теория

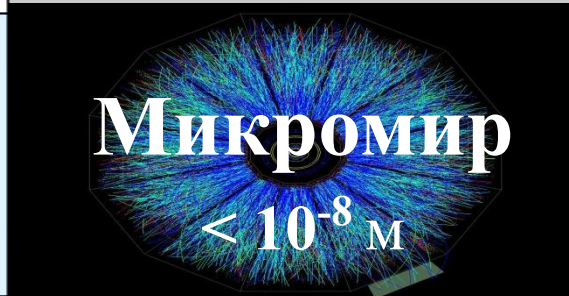
тела на Земле
Земля и другие планеты
звёзды
гравитационные и
электромагнитные поля



Макроми́р
 $10^{-8} \div 10^{20}$ м

- законы и теории**
- классической механики Ньютона
 - термодинамики
 - статистической физики
 - классической электродинамики Максвелла

молекулы
атомы
элементарные частицы



Микроми́р
 $< 10^{-8}$ м

- принципы и теории**
- квантовой механики,
 - квантовой статистики и т.п.

Теории гравитации

Стандартные теории гравитации

Классическая физика

Теория тяготения Ньютон

Релятивистская физика

Общая теория относительности

Математическая формулировка общей теории относительности

Гамильтонова формулировка общей теории относительности

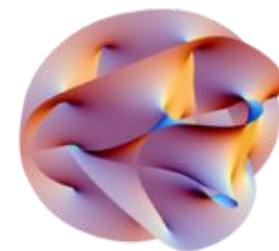
Принципы

Принцип эквивалентности сил гравитации и инерции

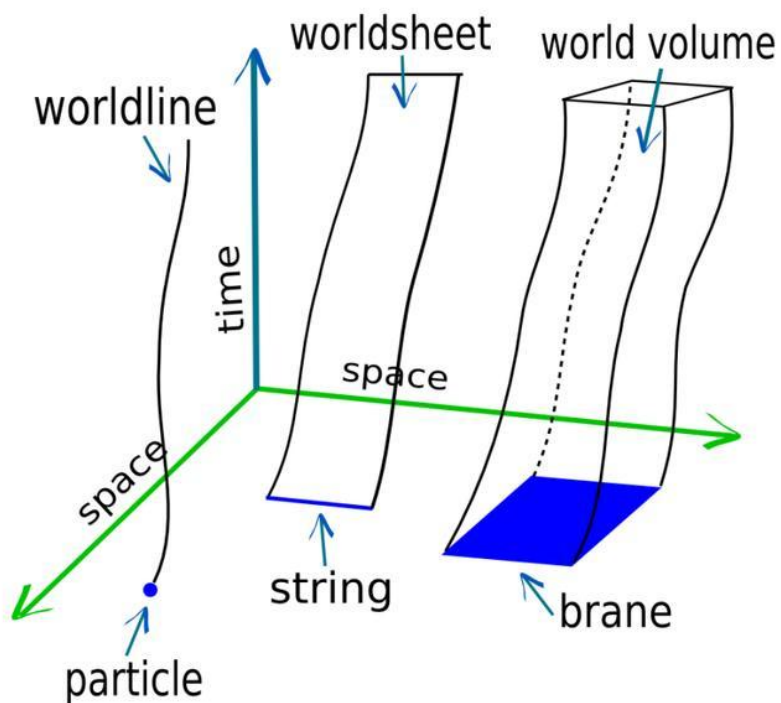
Принцип Маха

Геометродинамика([англ.](#))

Свойства М-теории



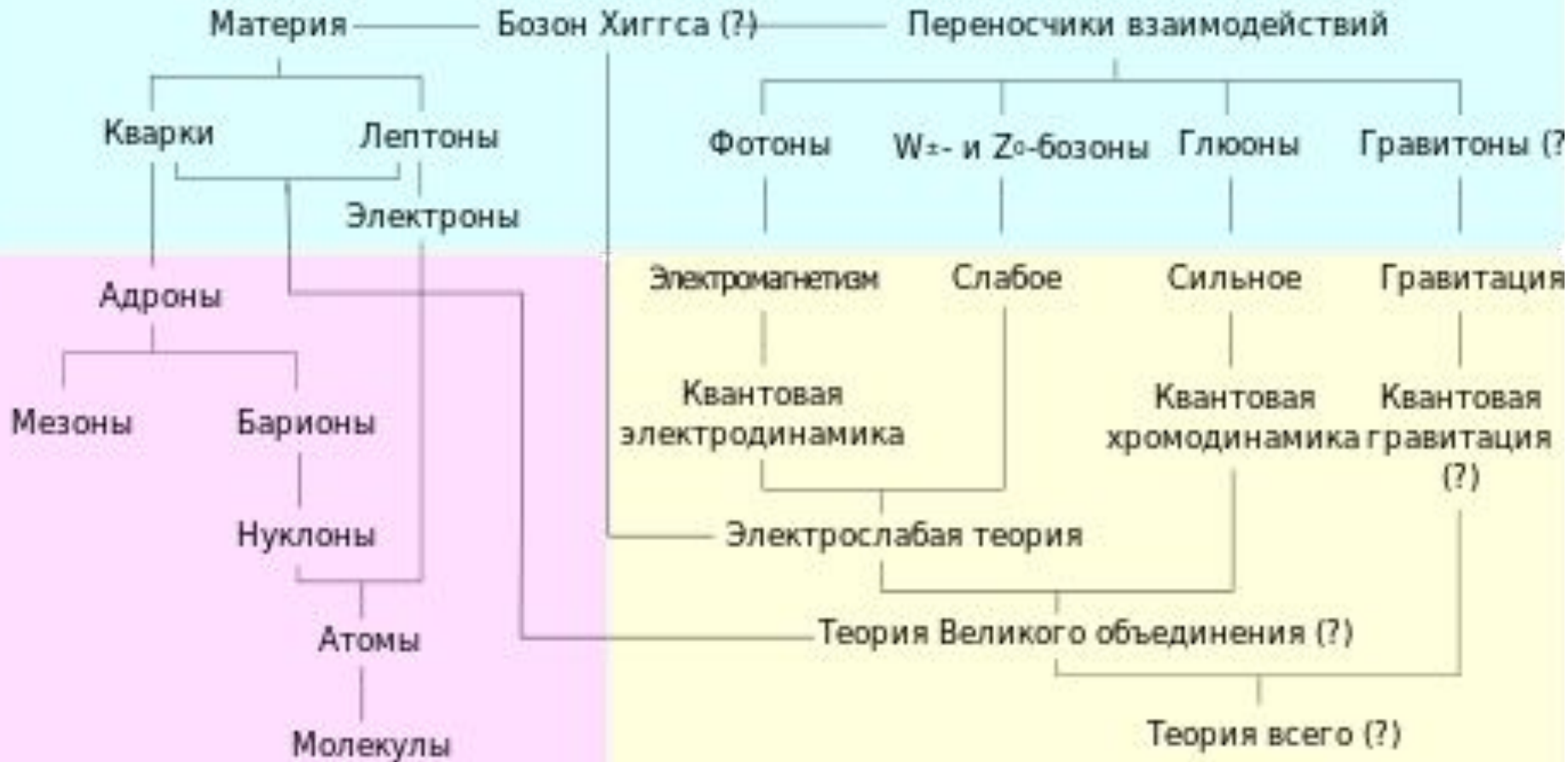
1. В теории имеется 11 пространственно-временных измерений



- 2. Теория рассматривает объекты, которые требуют до 9 пространственных измерений:
 - **p – браны** (p – мерные браны)
 - p – может изменяться от 0 до 9.
 - Материальная точка - 0-брана,
 - струна — 1-брана,
 - мембрана — 2-брана,
 - трехмерные капли и т.п.
 - 3. Теория допускает существование 10^{500} Вселенных, у каждой из которых свои законы

Краткий обзор различных семейств элементарных и составных частиц, и теории, описывающие их взаимодействия

Элементарные частицы



Составные частицы

Взаимодействия и теории

Материальное единство

всех систем микро-, макро- и мегамира

- связь и обусловленность предметов и явлений в мире
- возможности взаимных превращений разных форм движущейся материи
- комплекс универсальных свойств и диалектических законов структурной организации



Материальное единство мира

- Свидетельство материального единства природы и Вселенной в целом – **универсальность фундаментальных законов**



Фундаментальные физические законы

- **Закон сохранения энергии и импульса**
- Описывает
 - взаимодействие элементарных частиц
 - движение тел на Земле
 - движение планет, звезд и т.п.

