

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

1 курс, весенний семестр

Преподаватели

**кафедры физической географии и ландшафтоведения
географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова**

- Даниил Николаевич Козлов, доцент daniilkozlov@gmail.com
- Александр Владимирович Хорошев, доцент
- Татьяна Игоревна Харитонова, ст. преп.

Место в Интернете:

- <http://landscape.edu.ru>
- лекционные материалы, статьи, ссылки на тематические сайты

Занятия:

- среда 18.00 – 19.25, ауд. Д5

Проверка знаний:

- зачет



КСЕ: КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН 2013 г.

ЧИСЛО	СОДЕРЖАНИЕ		ЛЕКТОР
13.02	Современное естествознание: объекты и предмет изучения. Роль в познании природных и социальных явлений.		Д.Н. Козлов
20.02	Этапы развития естествознания. Сущность общенаучных подходов.		
27.02	Научная картина мега-, макро- и микромира		
06.03	ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕ- ВЕДЕНИЕ	Земля как планета	
13.03		Литосфера	
20.03		Атмосфера	
27.03		Гидросфера	
04.04		Биосфера и географическая оболочка	
11.04	Геоэкологические проблемы человечества		Т.И. Харитонова
18.04			
25.04	Социально-ориентированные направления естествознания		А.В. Хорошев
15.05			
	Зачет		



СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МИРОЗДАНИЯ

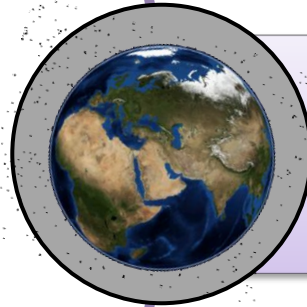
$10^{10} - 10^{26}$ м
 $10^{-2} - 10^{10}$ с



МЕГАМИР

Астрономия

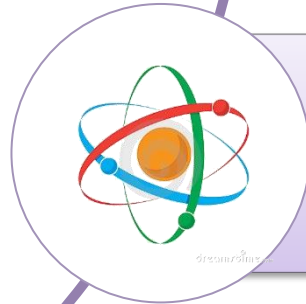
$10^{-10} - 10^{10}$ м
 $10^{-2} - 10^6$ с



МАКРОМИР

Биология, геология, география

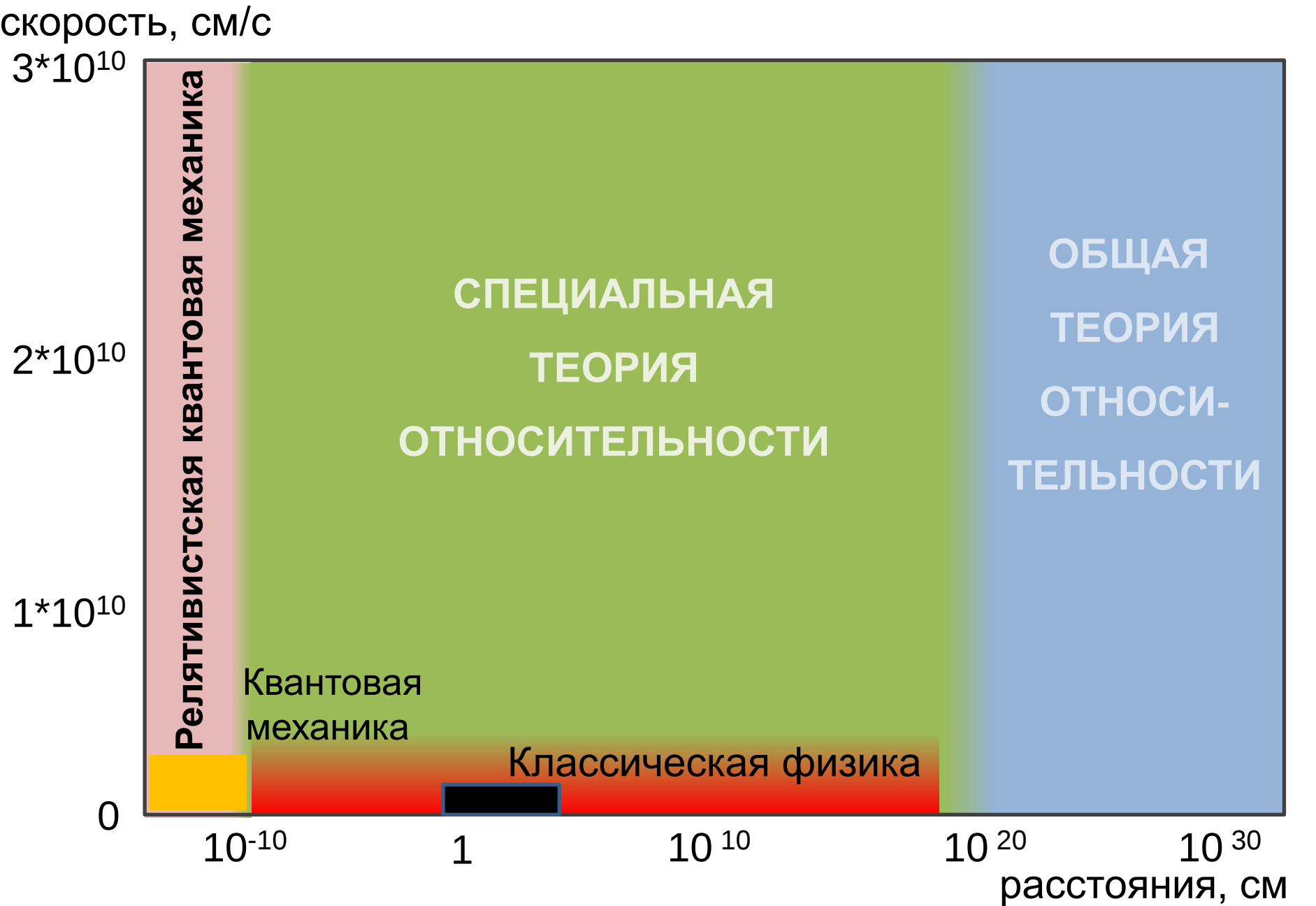
$10^{-18} - 10^{-10}$ м
до 10^{-24} с



МИКРОМИР

Физика, химия

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ



Матэ́рия (от лат. *māteria* «вещество») — фундаментальное физическое понятие, связанное с любыми объектами, существующими в природе, о которых можно судить благодаря ощущениям

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ МАТЕРИИ

1. ВЕЩЕСТВО

- Дискретно
- Состоит из элементарных частиц, образующих под действием четырех типов взаимодействий структурные уровни вещества (нуклоны – ядра – атомы – молекулы – макрообъекты)

2. ПОЛЕ

- Непрерывно, не имеет внутренних пустот, обладает абсолютной плотностью
- Обеспечивает связь частиц и объектов вещества

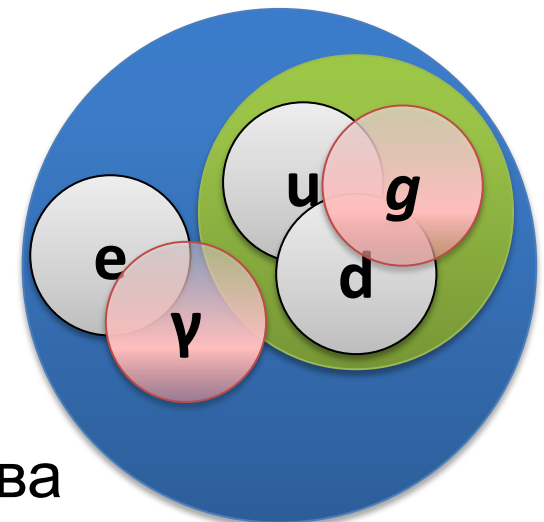
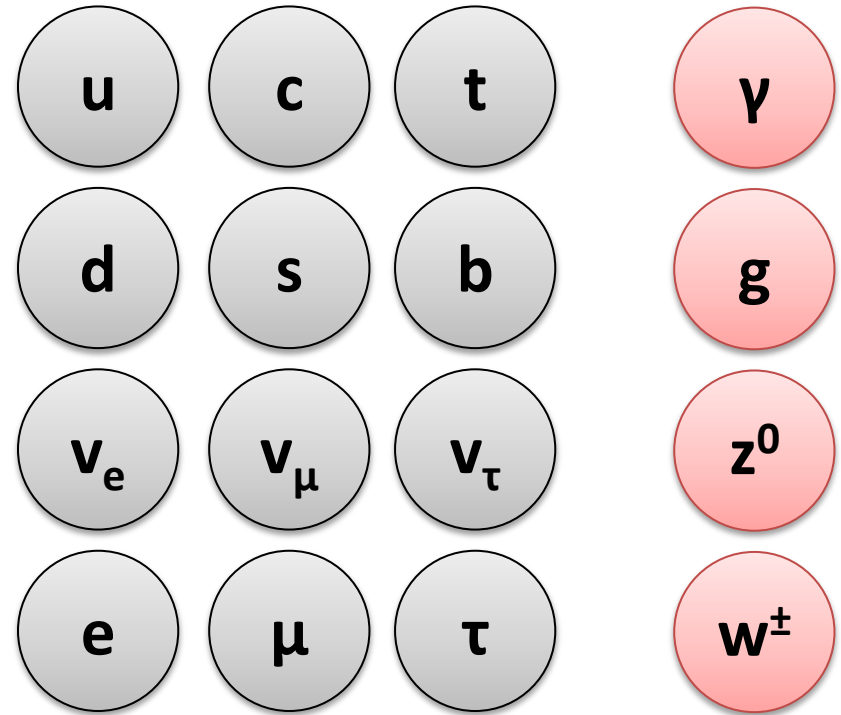
3. Материальные объекты неясной физической природы

- Темная материя
- Темная энергия

СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Вещество состоит из

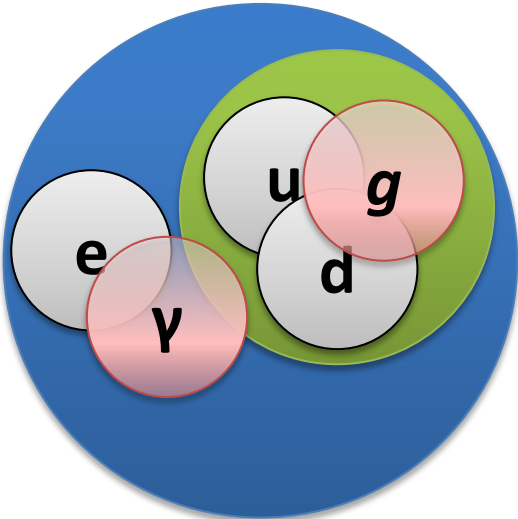
- **24** (12×2) типов частиц-фермионов с разными свойствами (квантовыми числами)
- **4** типов частиц, переносчиков взаимодействий («клей», калибровочные бозоны)



Их комбинации образуют составные структурные уровни организации вещества

ТИПЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ВЕЩЕСТВА

ТИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ		СИЛА ДЕЙСТВИЯ	РАДИУС ДЕЙСТВИЯ
СИЛЬНОЕ (ЯДЕРНОЕ)		глюоны	10^{38}	$10^{-13} - 10^{-14}$
ЭЛЕКТРО- МАГНИТНОЕ		фотон	10^{36}	∞
СЛАБОЕ	 	векторные бозоны	10^{25}	10^{-18}
ГРАВИТАЦИОННОЕ	???		1	∞



ФЕРМИОНЫ (ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ)

ЛЕПТОНЫ

НЕ участвуют в сильном взаимодействии

Название	Масса	Заряд
 ν_e lightest neutrino*	$(0-0.13)\times 10^{-9}$	0
 e^- electron	0.000511	-1
 ν_μ middle neutrino*	$(0.009-0.13)\times 10^{-9}$	0
 μ^- muon	0.106	-1
 ν_τ heaviest neutrino*	$(0.04-0.14)\times 10^{-9}$	0
 τ^- tau	1.777	-1

ВРЕМЯ ЖИЗНИ

- стабильные
- квазистабильные
- резонансы

КВАРКИ

участвуют в сильном взаимодействии

Название	Масса	Заряд
 u up	0.002	2/3
 d down	0.005	-1/3
 c charm	1.3	2/3
 s strange	0.1	-1/3
 t top	173	2/3
 b bottom	4.2	-1/3

не бывают в свободном состоянии

Образуют **адроны**

- барионы (нуклоны)
- мезоны

СТАБИЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

ЛЕПТОНЫ

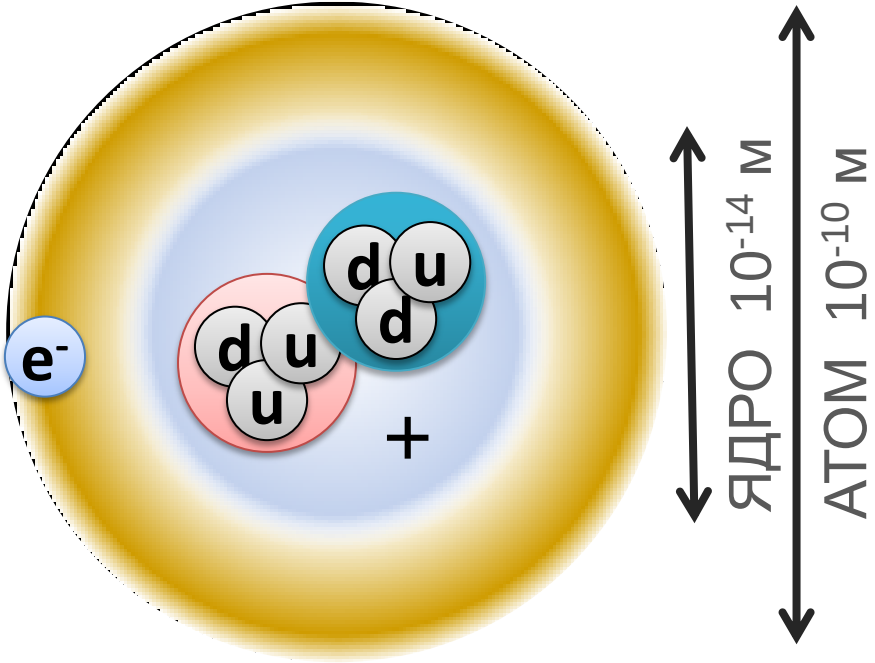
НЕ участвуют в сильном взаимодействии

Название	Масса	Заряд
 ν_e lightest neutrino*	$(0-0.13) \times 10^{-9}$	0
 e^- electron	0.000511	-1

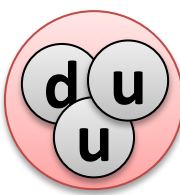
КВАРКИ

участвуют в сильном взаимодействии

Название	Масса	Заряд
 u up	0.002	$2/3$
 d down	0.005	$-1/3$



БАРИОНЫ (НУКЛОНЫ):



ПРОТОН ($u_1 u_2 d_3$)

($u_1 d_2 d_3$) **НЕЙТРОН**

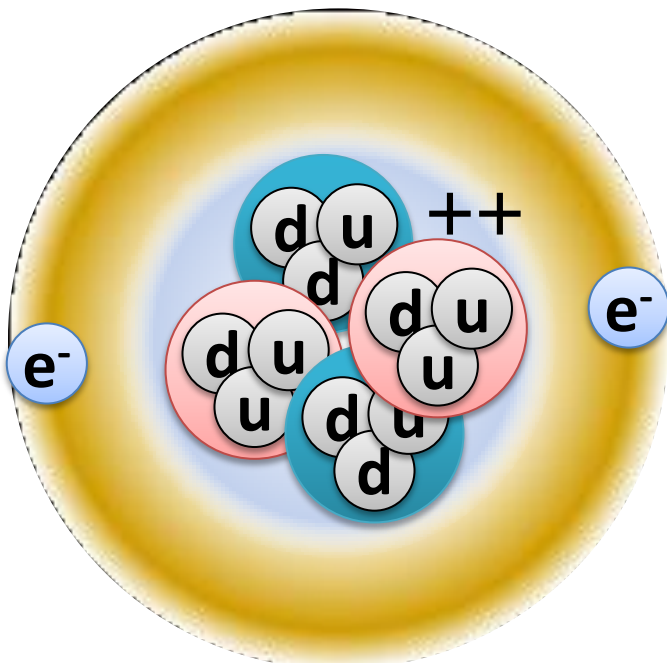
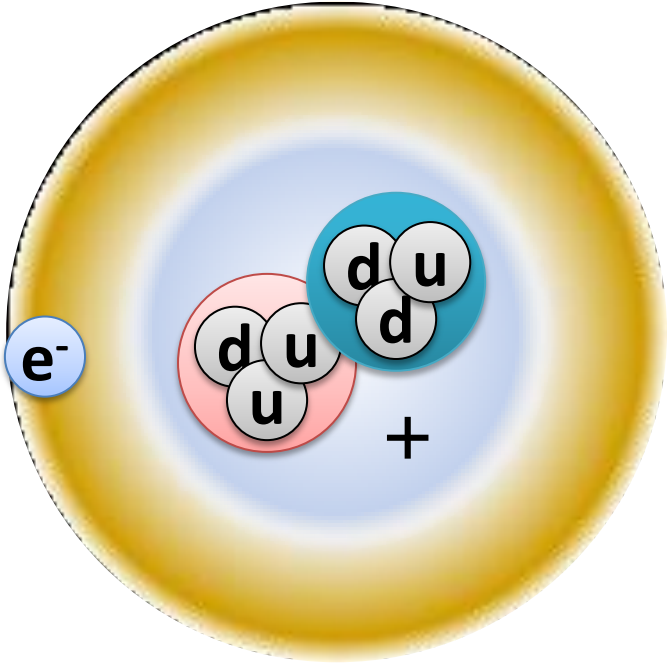


ФЕРМИОНЫ (ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ)

11НВодород1,00794

1s¹

- Серии.....
- State at 273 K.....Газ
- Температура плавления.....14.01 К
- Температура кипения.....20.28 К
- Электроотрицательность.....2.20
- Энергия сродства к электрону.....72.8 kJ/mol
- Валентность.....1
- 1 Энергия ионизации.....1312.0 kJ/mol



22HeГелий4,002602

1s²

- Серии.....Noble
- State at 273 K.....Газ
- Температура плавления.....0 К
- Температура кипения.....4.22 К
- Электроотрицательность.....Неизвестный
- Энергия сродства к электрону.....0 kJ/mol
- Валентность.....0
- 1 Энергия ионизации.....2372.3 kJ/mol

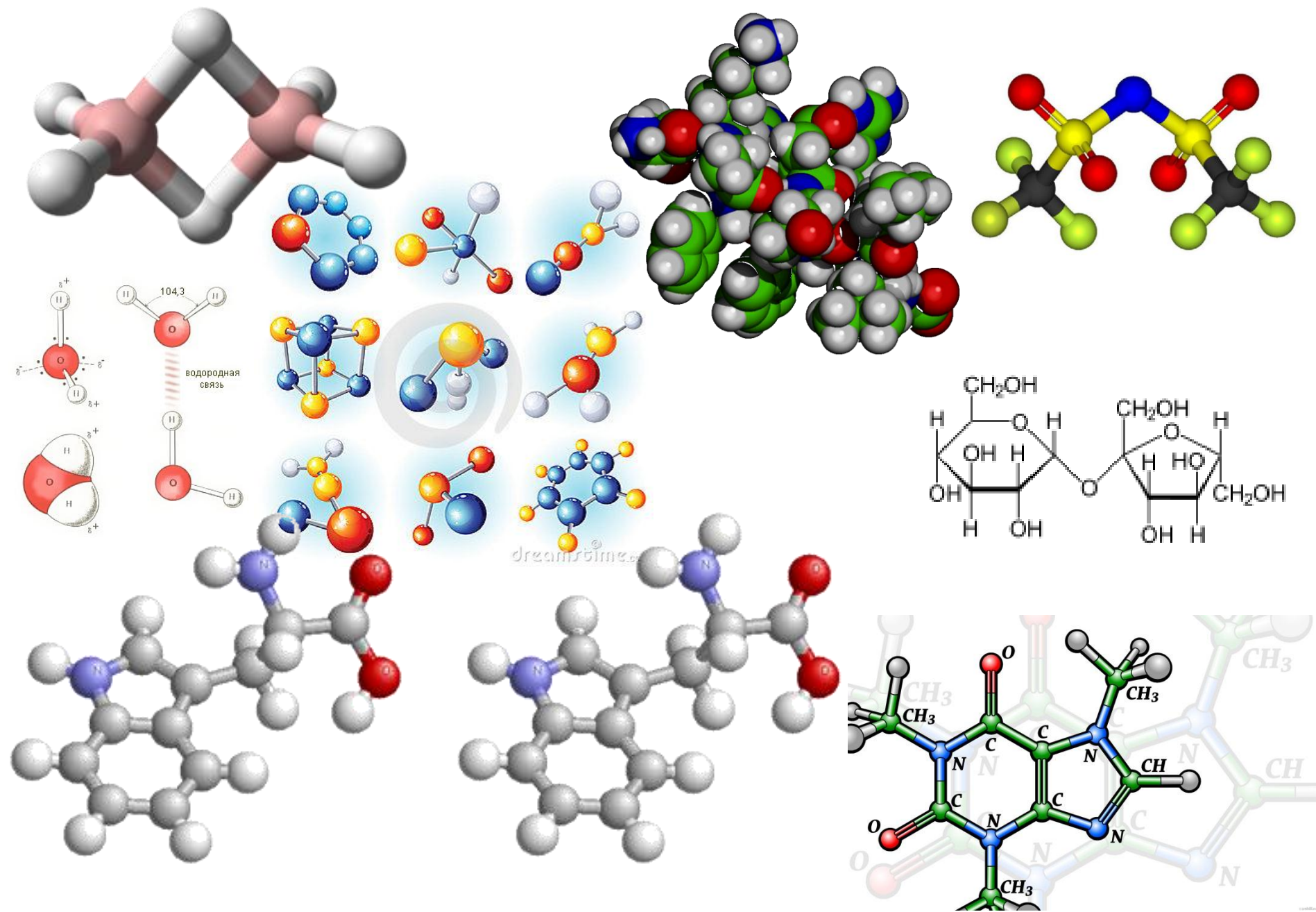
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

СВОЙСТВА ПРОСТЫХ ВЕЩЕСТВ , А ТАКЖЕ ФОРМЫ И СВОЙСТВА ИХ СОЕДИНЕНИЙ
НАХОДЯТСЯ В ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ЗАРЯДА ЯДРА АТОМА
(ПОРЯДКОВОГО НОМЕРА)

The figure displays a comprehensive periodic table of elements. Each element cell contains its atomic number, symbol, name, and common oxidation state(s). The table is organized by periods (rows) and groups (columns). Key features include:

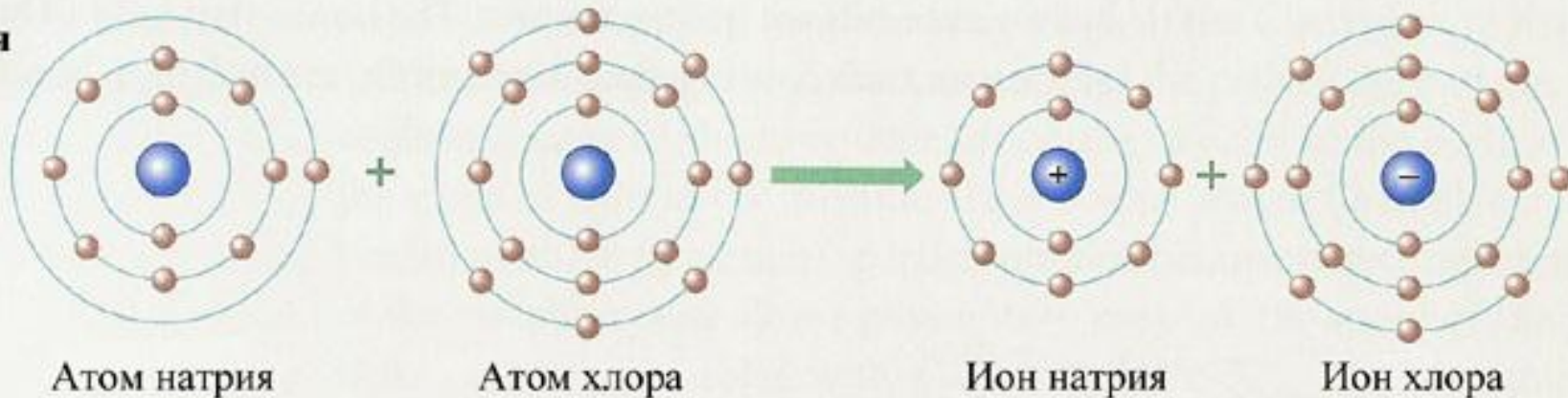
- Color Coding:** Elements are grouped by color, such as alkali metals (pink), alkaline earth metals (orange), transition metals (green), and noble gases (purple).
- Lanthanide and Actinide Series:** These series are shown separately at the bottom of the table.
- Quantum Numbers Diagram:** A diagram illustrates the quantum numbers for an electron in the 1s orbital: $n=1$, $l=0$, $m=0$, and $s=\frac{1}{2}$.
- Oxidation States:** Common oxidation states are indicated below the element symbols, often in bold or italicized font.

МОЛЕКУЛЫ



ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ

Ионная связь



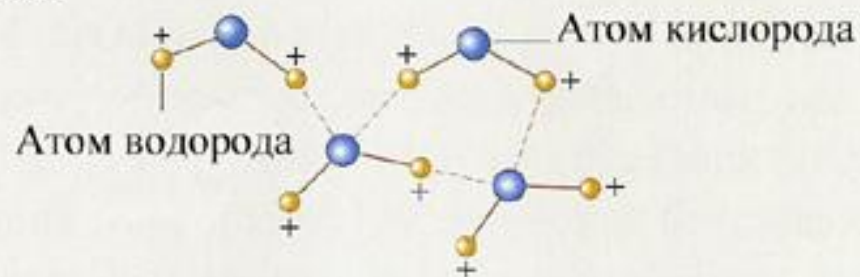
Ковалентная связь



Металлическая связь



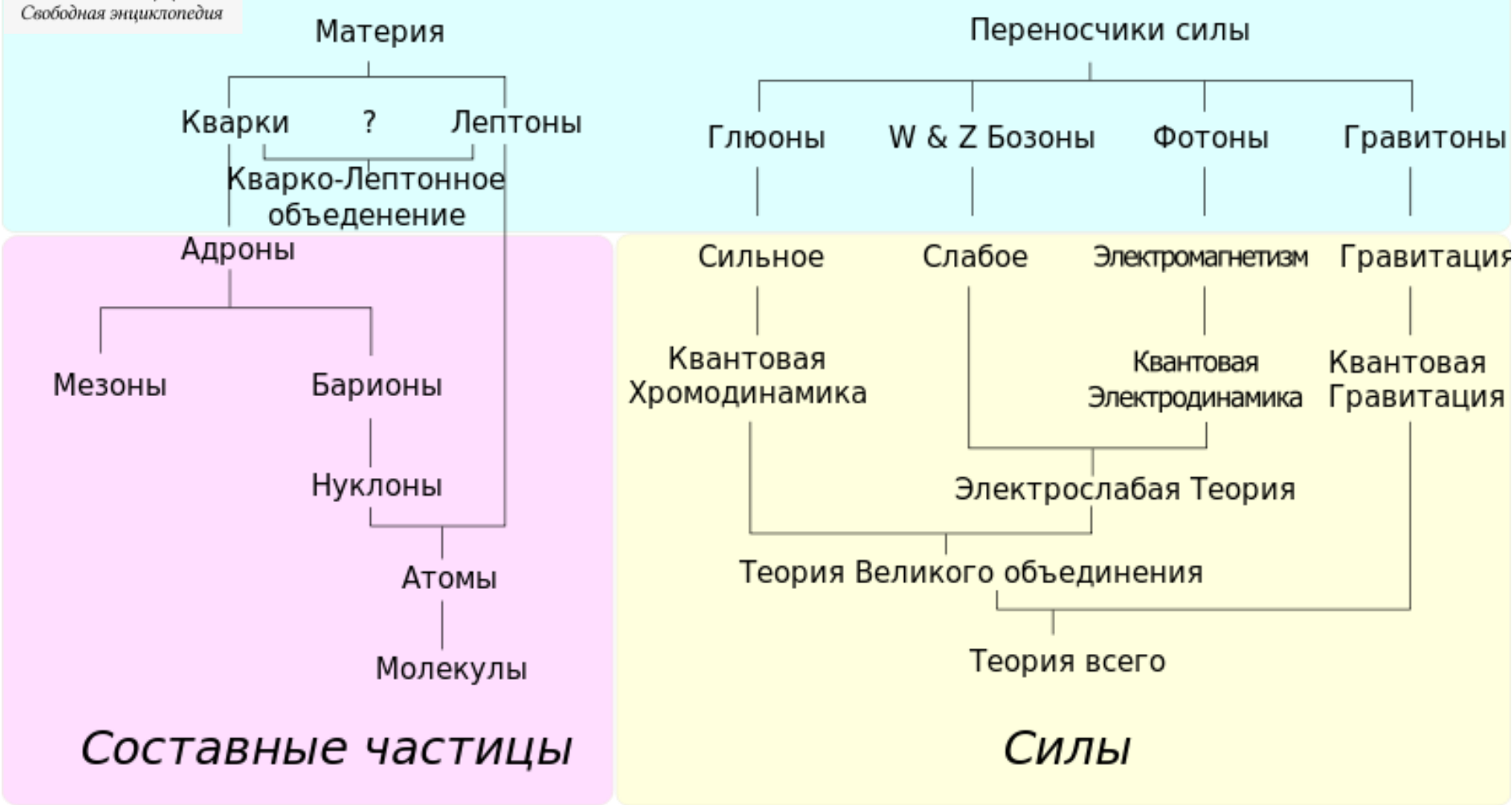
Водородная связь



СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ



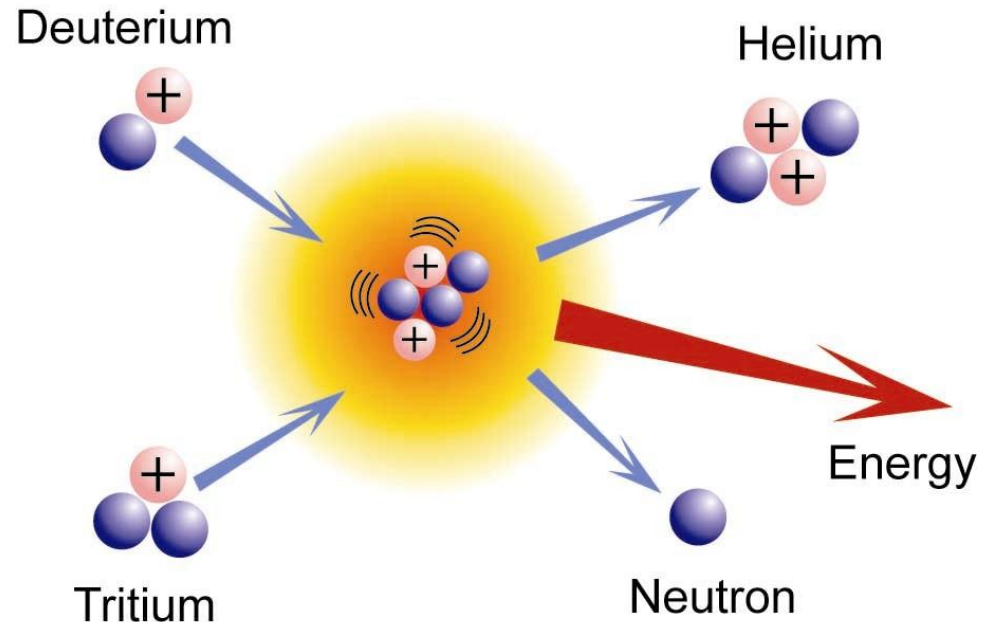
Элементарные частицы



СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

№	Элемент	%
1	Водород	74,0
2	Гелий	24,0
8	Кислород	10,0
6	Углерод	4,6
10	Неон	1,3
26	Железо	1,1
7	Азот	0,9
14	Кремний	0,6
12	Магний	0,5
16	Сера	0,4

ЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ



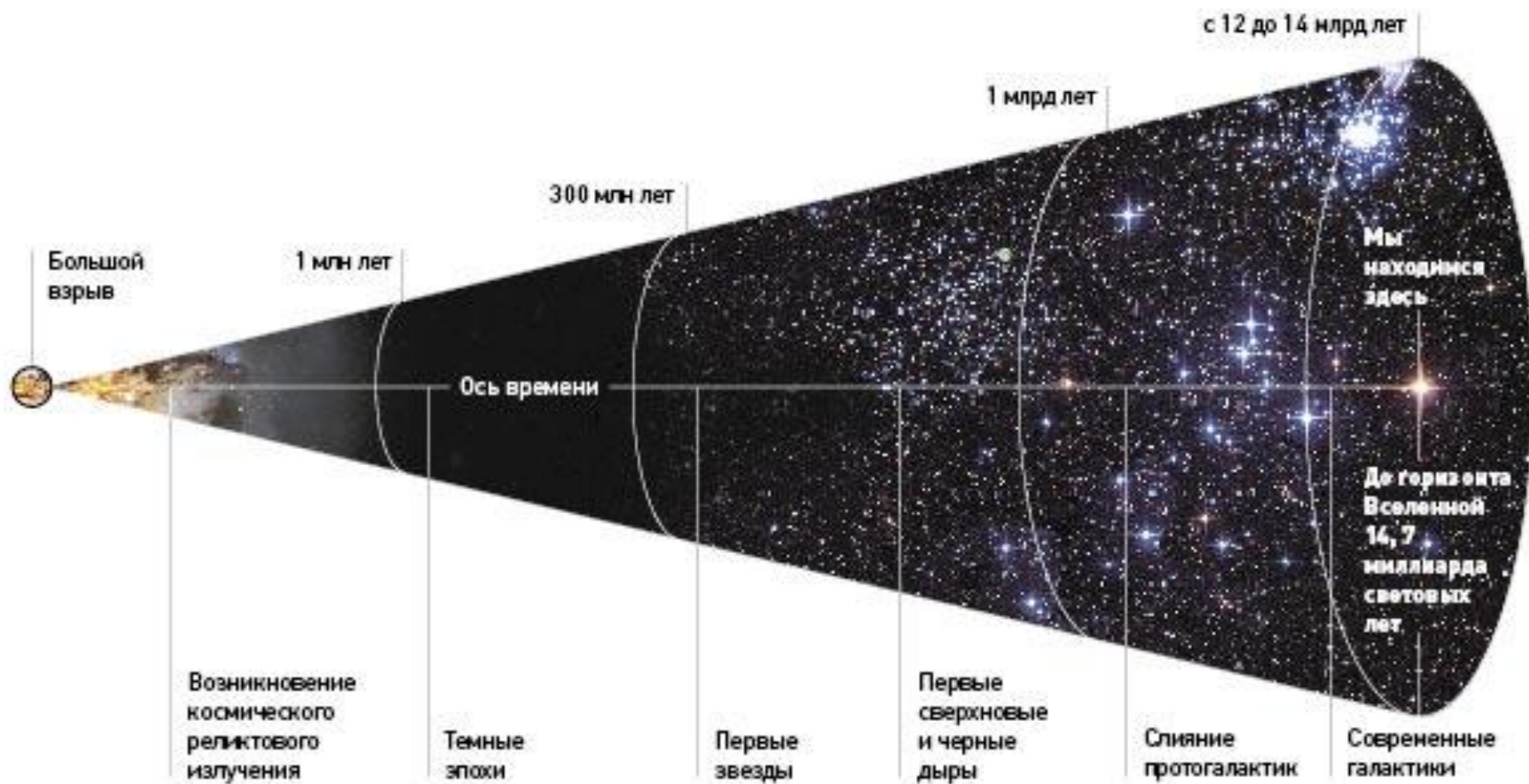
СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ
сверхплотного (10^{93}
г/см³) и сверхжаркого в
сверхмалом объеме
(10^{-33} см).

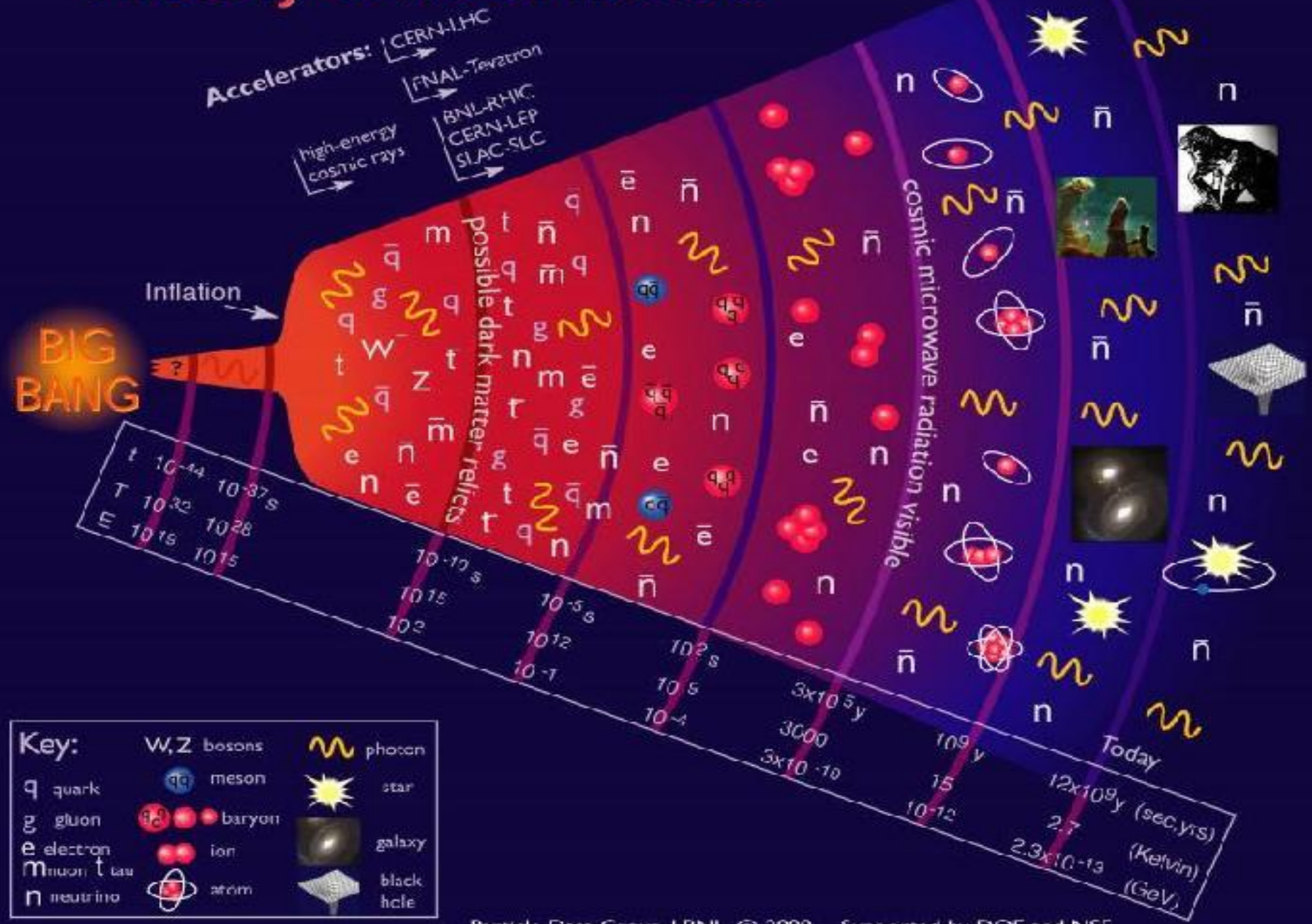
КОСМОЛОГИЯ И КОМОГОНИЯ

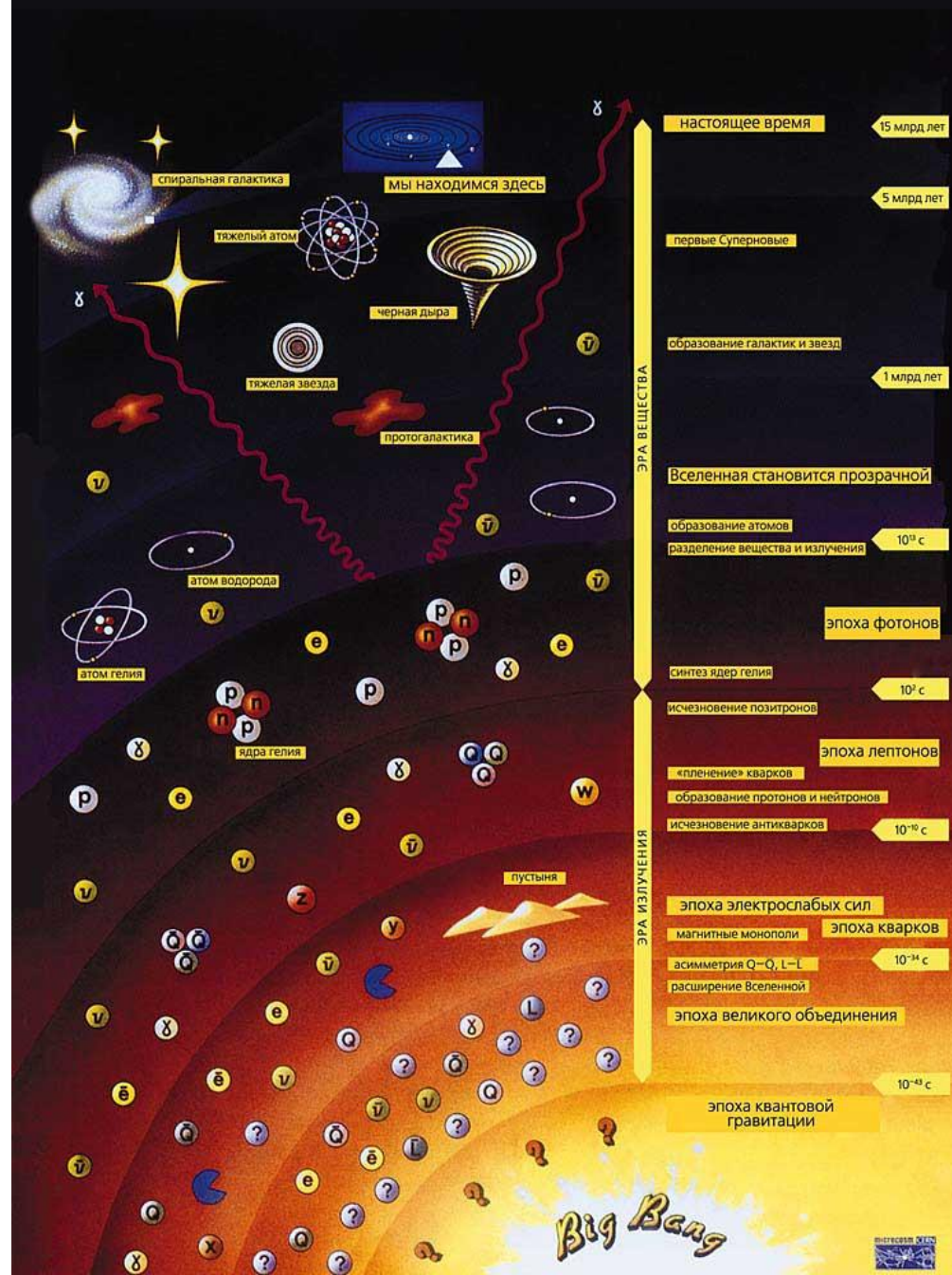


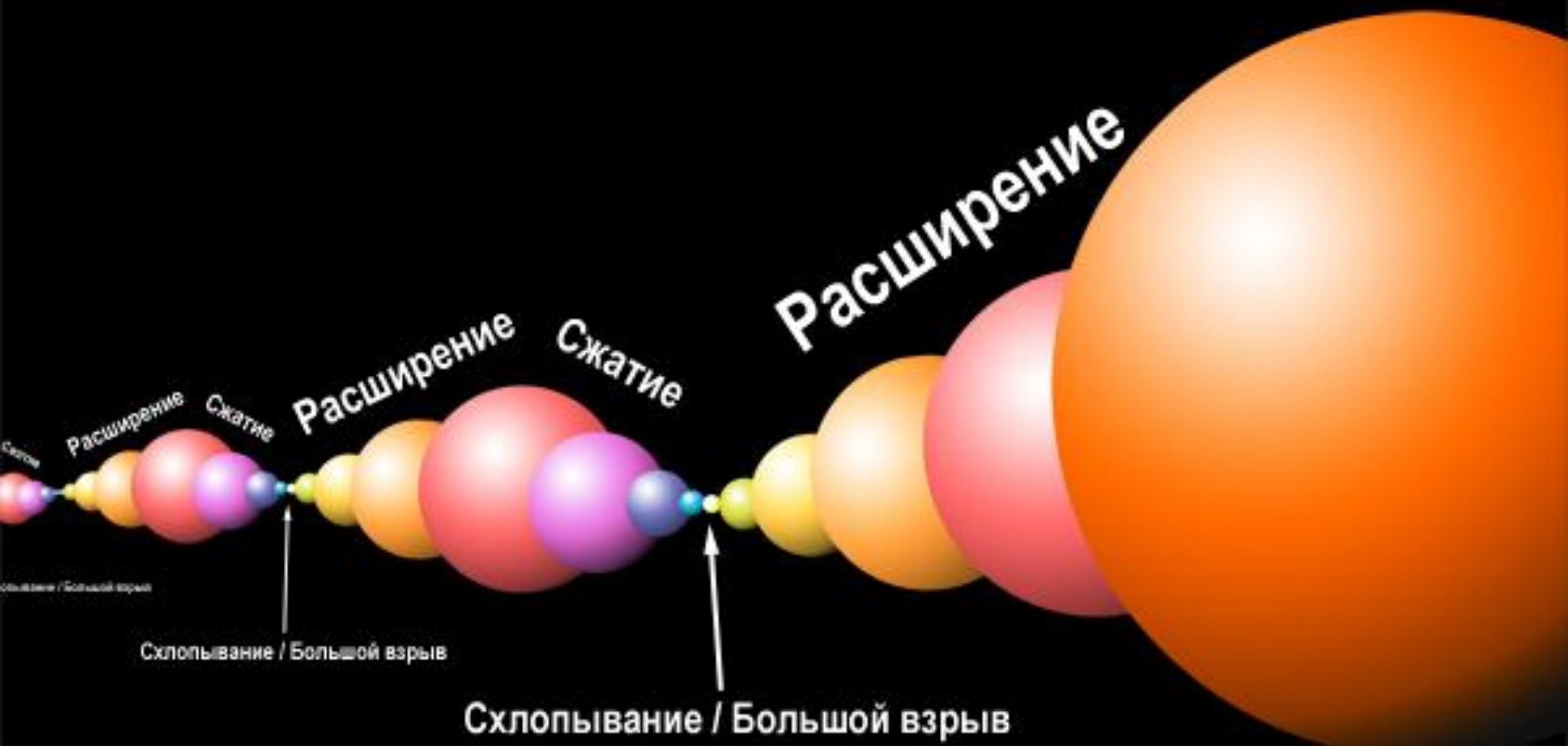
Время	T, К	Процессы
10 ⁻⁴³ с	10 ³²	Доминирует излучение. Рождение элем. частиц.
10 ⁻³⁵ с	10 ²⁸	Барионов
10 ⁻⁸ с	10 ¹⁴	Адронов
10 ⁻³ с	10 ¹²	Лептонов
100 с	10 ⁹	Синтеза ядер (Н – 70%, He – 30 %)
300 тыс.	10 ⁴	Синтез атомов
1-2 млрд	20	Образование протогалактик
3 млрд		Скопления внутри галактик
4.1 млрд		Образования звезд. Ядерный синтез.
15.2 млрд		Образование прото Солнечной системы
15.4	3	Образование планет



History of the Universe







ВСЕЛЕННАЯ сейчас

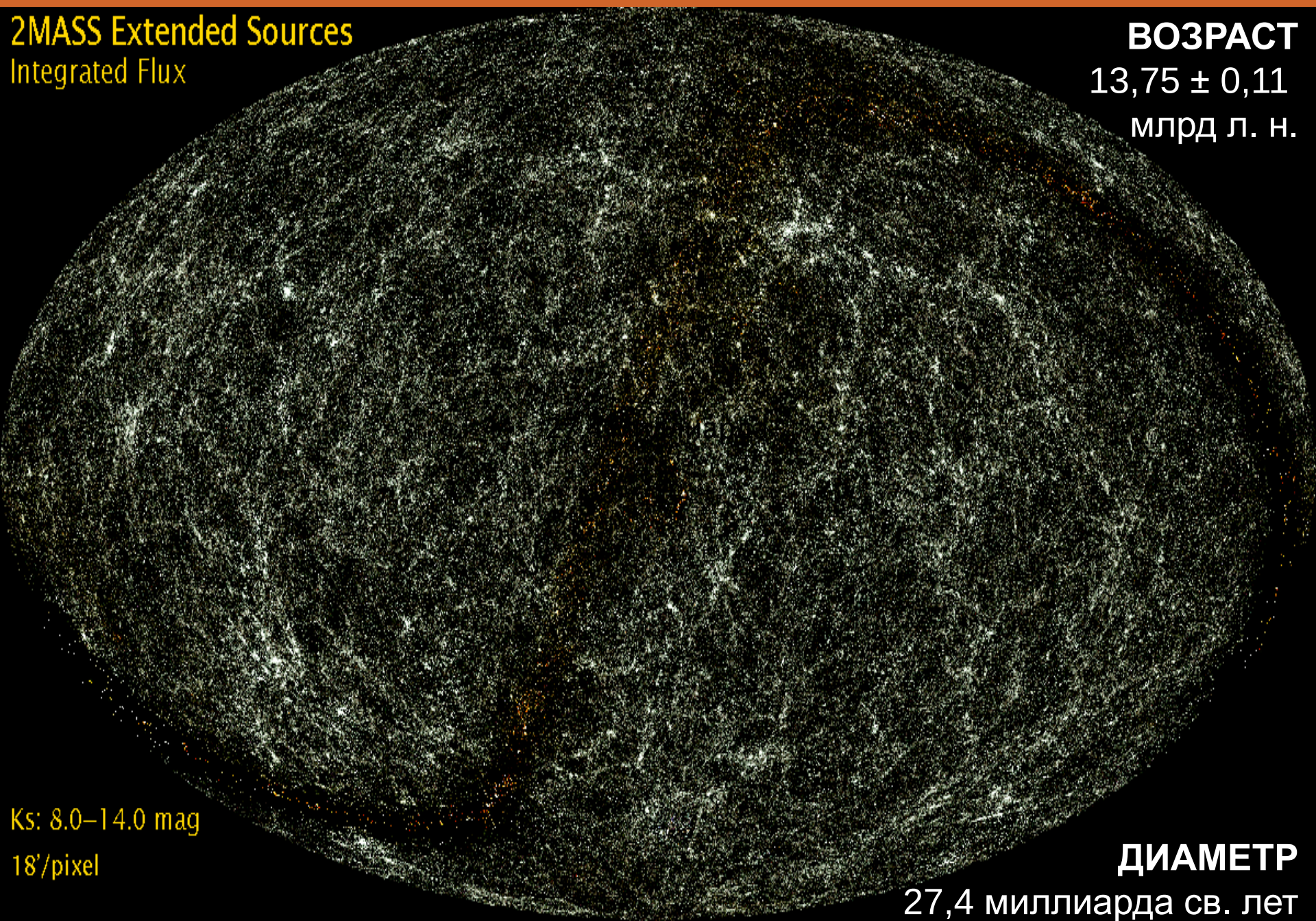
2MASS Extended Sources

Integrated Flux

ВОЗРАСТ

$13,75 \pm 0,11$

млрд л. н.



Ks: 8.0–14.0 mag

18'/pixel

ДИАМЕТР

27,4 миллиарда св. лет

ГАЛАКТИКИ

гигантская гравитационно-связанная система из звёзд и звёздных скоплений, межзвёздного газа и пыли, и тёмной материи, находящиеся в движении относительно общего центра масс



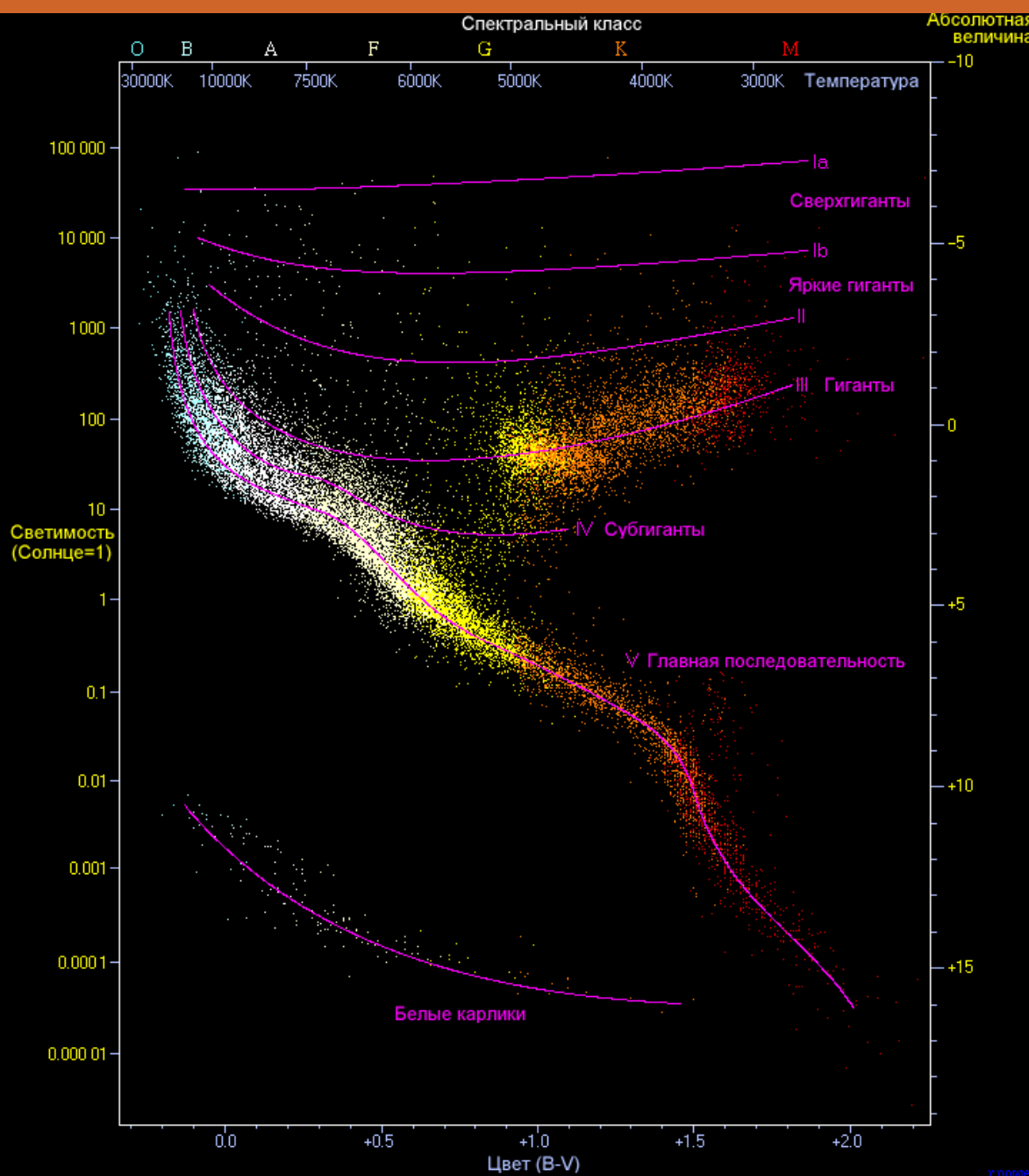
ЗВЕЗДЫ

массивные светящиеся тела, образующиеся из газовой-пылевой среды (H и He) в результате гравитационного сжатия.

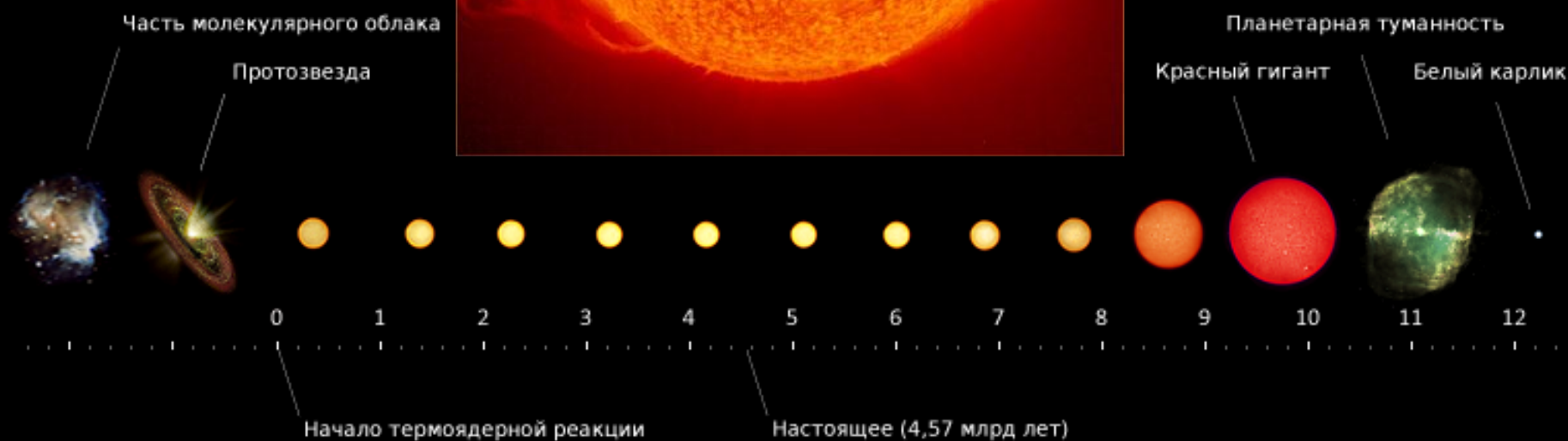
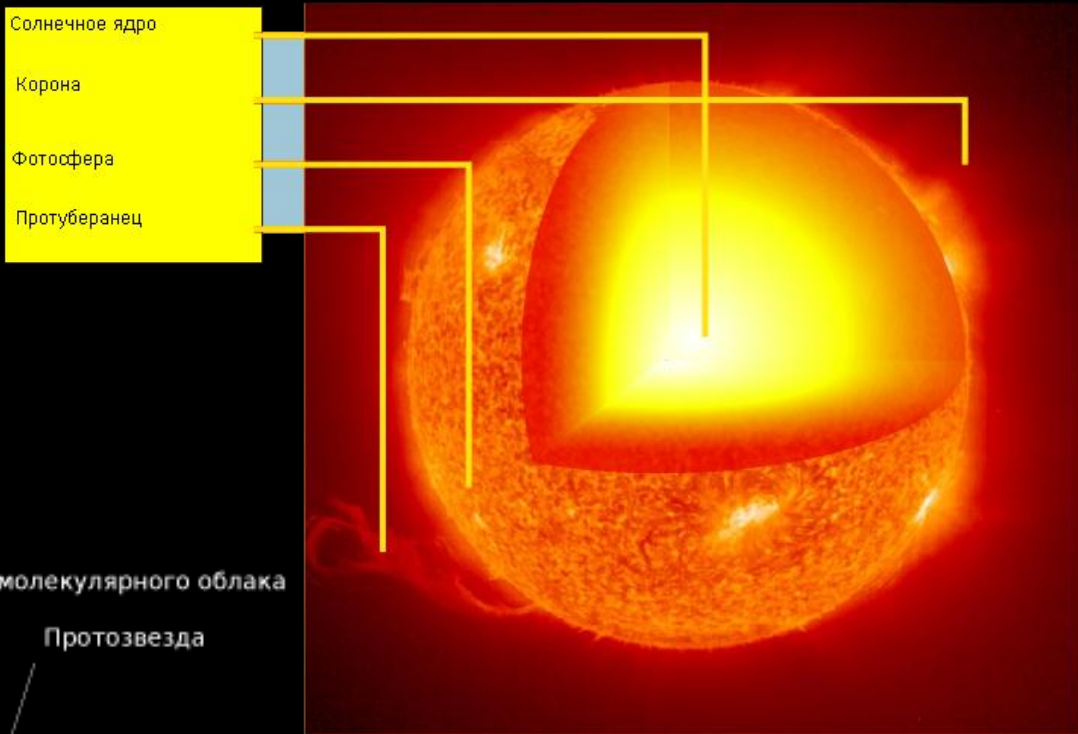
Температура в недрах миллионы кельвинов, на поверхности — тысячи кельвинов.

Ближайшая к Солнцу - Проксима Центавра (4,2 св. года = 39 Пм = 39 триллионов км = $3,9 \times 10^{13}$ км).

На небе глазом видно около 6000 звёзд, по 3000 в каждом полушарии.



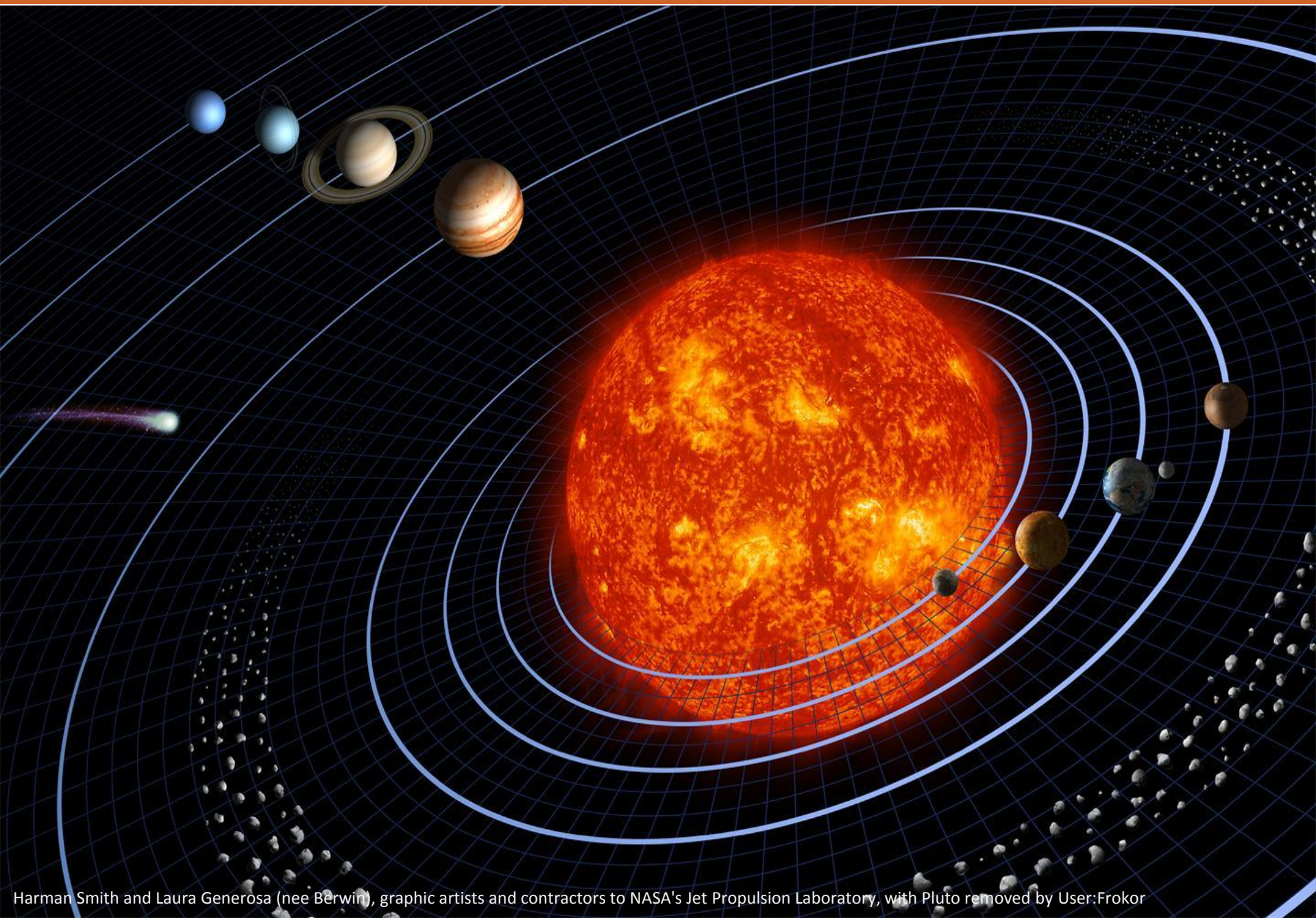
ЗВЕЗДЫ



Жизненный цикл Солнца

Масштаб и цвета условны. Временная шкала в миллиардах лет (приблизительно)

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА





ВОПРОСЫ ?

СРАВНЕНИЕ СРЕДНЕГО РАДИУСА И МАССЫ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

Тип звезды	Средний радиус (в радиусах Солнца)	Масса (в массах Солнца)
Белый карлик	~1	~0.5 - 1.0
Желтый карлик	~1	~0.8 - 1.2
Красный карлик	~0.1 - 0.5	~0.08 - 0.8
Синий карлик	~0.5 - 1.0	~1.5 - 8.0
Белый гигант	~10 - 100	~0.5 - 1.0
Желтый гигант	~10 - 100	~0.8 - 1.2
Красный гигант	~100 - 1000	~0.5 - 1.0
Синий гигант	~10 - 100	~1.5 - 8.0
Супергигант	~100 - 1000	~10 - 100

1

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

2

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

3

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

4

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

5

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

6

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

7

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

8

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

9

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

10

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

11

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

12

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

13

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

14

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

15

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

16

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

17

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

18

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

19

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

20

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

21

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

22

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

23

СРАВНЕНИЕ РАДИУСОВ И МАСС НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗВЕЗД

МЕГАМИР

МАКРОМИР

МИКРОМИР

24

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Свойства простых веществ , а также формы и свойства их соединений находятся в периодической зависимости от величины заряда ядра атома (порядкового номера)

Ptable

Демо об Контакт Poster Help Translate This Page! Image f t +

Поиск x Русский

Википедия

Свойства

Орбиталь

Изотопы

☒ Окисления

☒ Названия

☒ Электроны

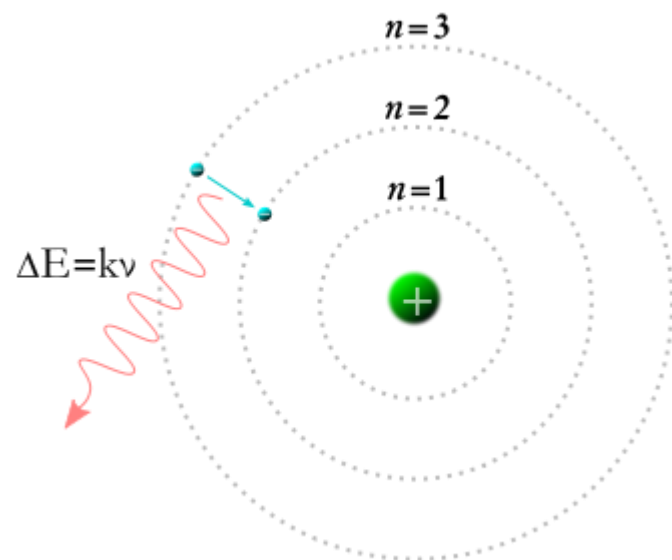
☐ Широкий

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H Водород -1,1	2 He Гелий																
3 Li Литий	4 Be Бериллий	1 H Водород 1,00794															
11 Na Натрий	12 Mg Магний																
19 K Калий	20 Ca Кальций	21 Sc Скандий	22 Ti Титан	23 V Ванадий	24 Cr Хром	25 Mn Марганец	26 Fe Железо	27 Co Кобальт	28 Ni Никель	29 Cu Медь	30 Zn Цинк	31 Ga Галлий	32 Ge Германий	33 As Мышьяк	34 Se Селен	35 Br Бром	36 Kr Криптон
37 Rb Рубидий	38 Sr Стронций	39 Y Иттрий	40 Zr Цирконий	41 Nb Ниобий	42 Mo Молибден	43 Tc Технеций	44 Ru Рутений	45 Rh Родий	46 Pd Палладий	47 Ag Серебро	48 Cd Кадмий	49 In Индий	50 Sn Олово	51 Sb Сурьма	52 Te Теллур	53 I Иод	54 Xe Ксенон
55 Cs Цезий	56 Ba Барий	57-71	72 Hf Гафний	73 Ta Тантал	74 W Вольфрам	75 Re Рений	76 Os Осмий	77 Ir Иридий	78 Pt Платина	79 Au Золото	80 Hg Ртуть	81 Tl Таллий	82 Pb Свинец	83 Bi Висмут	84 Po Полоний	85 At Астат	86 Rn Радон
87 Fr Франций	88 Ra Радий	89-103	104 Rf Резерфордий	105 Db Дубний	106 Sg Сиборгий	107 Bh Борий	108 Hs Хассий	109 Mt Мейтнерий	110 Ds Дармштадтий	111 Rg Рентгений	112 Cn Коперничий	113 Uut Унунтрий	114 Fl Флеровий	115 Uup Унунпентий	116 Lv Ливерморий	117 Uus Унунсептий	118 Uuo Унуноктдий

Common oxidation states are shown in bold beneath the element closeup.

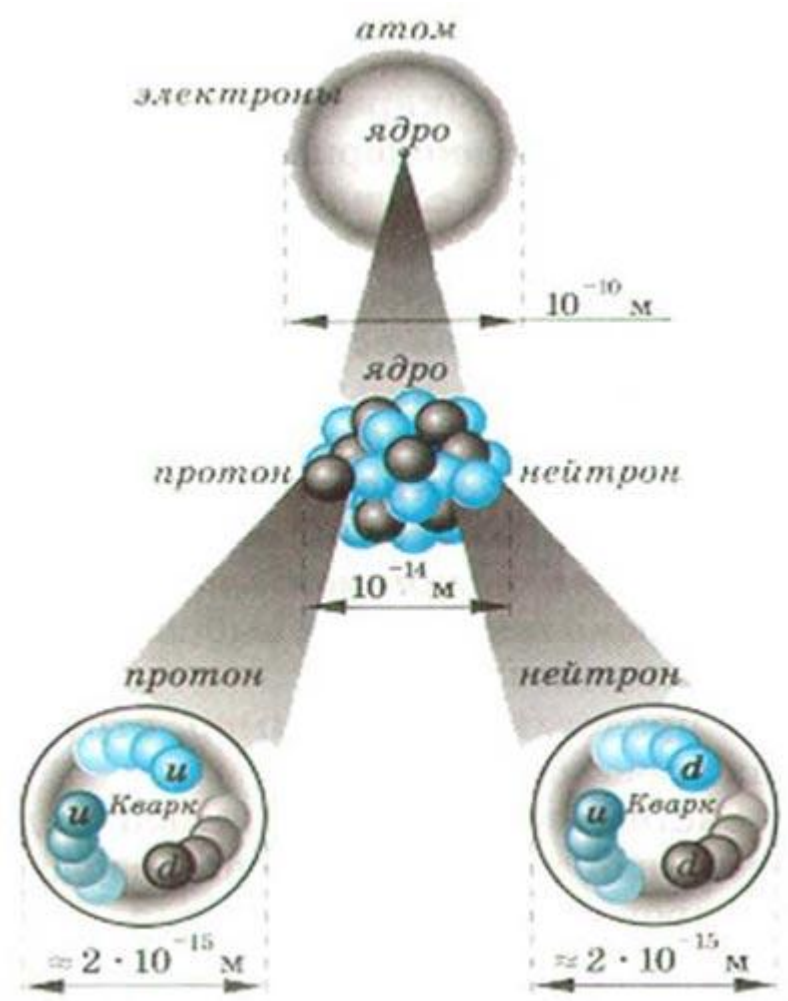
Таблица Менделеева Авторское право на дизайн и интерфейс © 1997 Michael Dayah Ptable.com Последнее обновление 12.02.2012

57 La Лантан	58 Ce Церий	59 Pr Празеодим	60 Nd Неодим	61 Pm Прометий	62 Sm Самарий	63 Eu Европий	64 Gd Гадолиний	65 Tb Тербий	66 Dy Диспрозий	67 Ho Гольмий	68 Er Эрбий	69 Tm Тулий	70 Yb Иттербий	71 Lu Лютеций
89 Ac Актиний	90 Th Торий	91 Pa Протактиний	92 U Уран	93 Np Нептуний	94 Pu Плутоний	95 Am Америций	96 Cm Кюрий	97 Bk Берклий	98 Cf Калифорний	99 Es Эйнштейний	100 Fm Фермий	101 Md Мэнделевий	102 No Нобелий	103 Lr Лоуренсий



по-р	Частицы в физике				[скрыть]	
Элементарные частицы	Фермионы	Кварки $u \cdot d \cdot c \cdot s \cdot t \cdot b$				
		Лептоны $e^- \cdot e^+ \cdot \mu^- \cdot \mu^+ \cdot \tau^- \cdot \tau^+ \cdot \nu_e \cdot \bar{\nu}_e \cdot \nu_\mu \cdot \bar{\nu}_\mu \cdot \nu_\tau \cdot \bar{\nu}_\tau$				
	Бозоны	Калибровочные бозоны $\gamma \cdot g \cdot W\text{-бозон} \cdot Z\text{-бозон}$				
	Другие	Дúхи				
	Гипотетические	Суперпартнёры	Гейджино	Чарджино · Глюино · Гравитино · Нейтралино		
Другие			Аксино · Хиггсино · Сфермион			
Другие		Другие $A^0 \cdot$ Дилатон · $G \cdot H^0 \cdot J \cdot$ Тахион · $X \cdot Y \cdot W' \cdot Z' \cdot$ Стерильное нейтрино				
Составные частицы	Адроны	Барионы / Гипероны	Нуклоны $(p \cdot \bar{p} \cdot n \cdot \bar{n}) \cdot \Delta \cdot \Lambda \cdot \Sigma \cdot \Xi \cdot \Omega$			
		Мезоны / Кварконии	$\pi \cdot \rho \cdot \eta \cdot \eta' \cdot \phi \cdot \omega \cdot J/\psi \cdot \Upsilon \cdot \theta \cdot K \cdot B \cdot D \cdot T$			
	Другие	Атомные ядра · Атомы · Экзотические атомы (Позитроний · Мюоний · Кварконий) · Молекулы				
	Гипотетические	Экзотические адроны	Экзотические барионы Дибарион · Пентакварк			
			Экзотические мезоны Глюбол · Тетракварк			
		Другие	Мезонная молекула · Померон			
Квазичастицы	Солитон Давыдова · Экситон · Бизекситон · Магнон · Фонон · Плазмон · Поляритон · Полярон · Примесон · Ротон · Биротон · Дырка ·					
	Электрон · Куперовская пара · Орбитон · Фазон · Флуктуон · Энион					
Списки	Список частиц · Список квазичастиц · Список барионов · Список мезонов · История открытия частиц					

СТРУКТУРА МИКРОМИРА





Группа → Период ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
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
Лантаноиды *				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Актиноиды **				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Семейства химических элементов	
Щелочные металлы	Неметаллы
Щёлочноземельные металлы	Галогены
Переходные металлы	Инертные газы
Металлы	Лантаноиды
Полуметаллы — металлоиды	Актиноиды

СТАНДАРТНАЯ МОДЕЛЬ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

ВЕЩЕСТВО СОСТОИТ ИЗ 24 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ-ФЕРМИОНОВ С РАЗНЫМИ СВОЙСТВАМИ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЧЕТЫРЕХ ТИПАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

СВОЙСТВА ФЕРМИОНОВ

- Масса
- Электрический заряд
- Спин (количество вращательного движения, зависит от массы, размера и скорости вращения частицы вокруг оси)
- ВРЕМЯ ЖИЗНИ
 - стабильные
 - квазистабильные
 - резонансы)

Три поколения материи (Фермионы)			
	I	II	III
масса →	2.4 МэВ	1.27 ГэВ	171.2 ГэВ
заряд →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
спин →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
название →	верхний	очаровательный	истинный
Кварки	u	c	t
	4.8 МэВ	104 МэВ	4.2 ГэВ
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	нижний	странный	прелестный
	d	s	b
	<2.2 эВ	<0.17 МэВ	<15.5 МэВ
	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	электронное нейтрино	мюонное нейтрино	тау нейтрино
	ν_e	ν_μ	ν_τ
Лептоны	0.511 МэВ	105.7 МэВ	1.777 ГэВ
	-1	-1	-1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	электрон	мюон	тау
	e	μ	τ
	91.2 ГэВ	80.4 ГэВ	
	0	± 1	1
	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
	Z бозон	W бозон	
	Z^0	$W^\pm$	
Калибровочные Бозоны (переносчики взаимодействия)			