

Ядерная физика и Человек

Человек

И

мир атомных ядер

Дорога познания



Иероним Босх
1450 – 1516

«Странник»

Путь в неизведанное





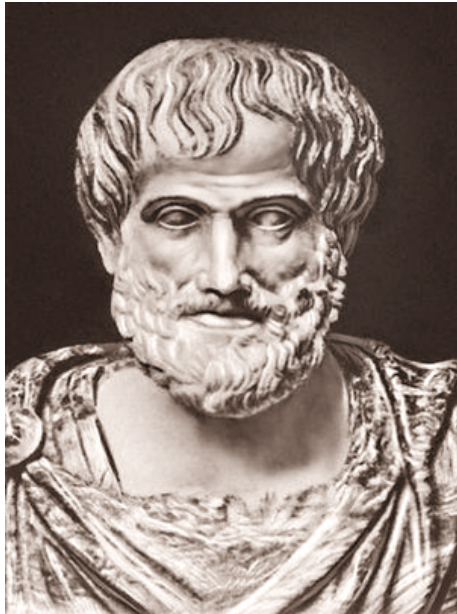
Рембрандт
1606 – 1669

«Возвращение
блудного сына»

Человек освоил Землю



Элементарные частицы вещества. Из чего всё сделано?



Аристотель
384 – 322 гг. до н.э.



Демокрит
460 – 360 до н.э.

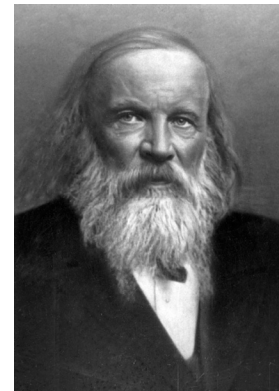


**Атом – неделимая
частица материи**



Антуан Лавуазье
1743 – 1794

Химические элементы



Д. И. Менделеев
1834 – 1907



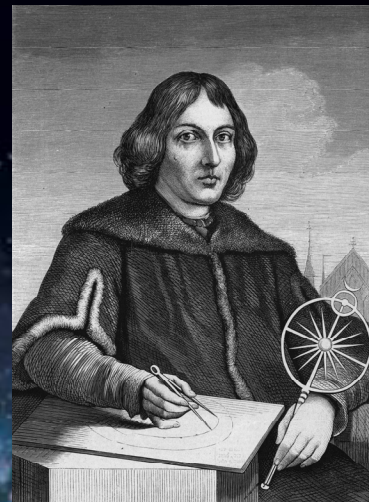
Мир, в котором мы живем



Эволюция представлений о Солнечной системе



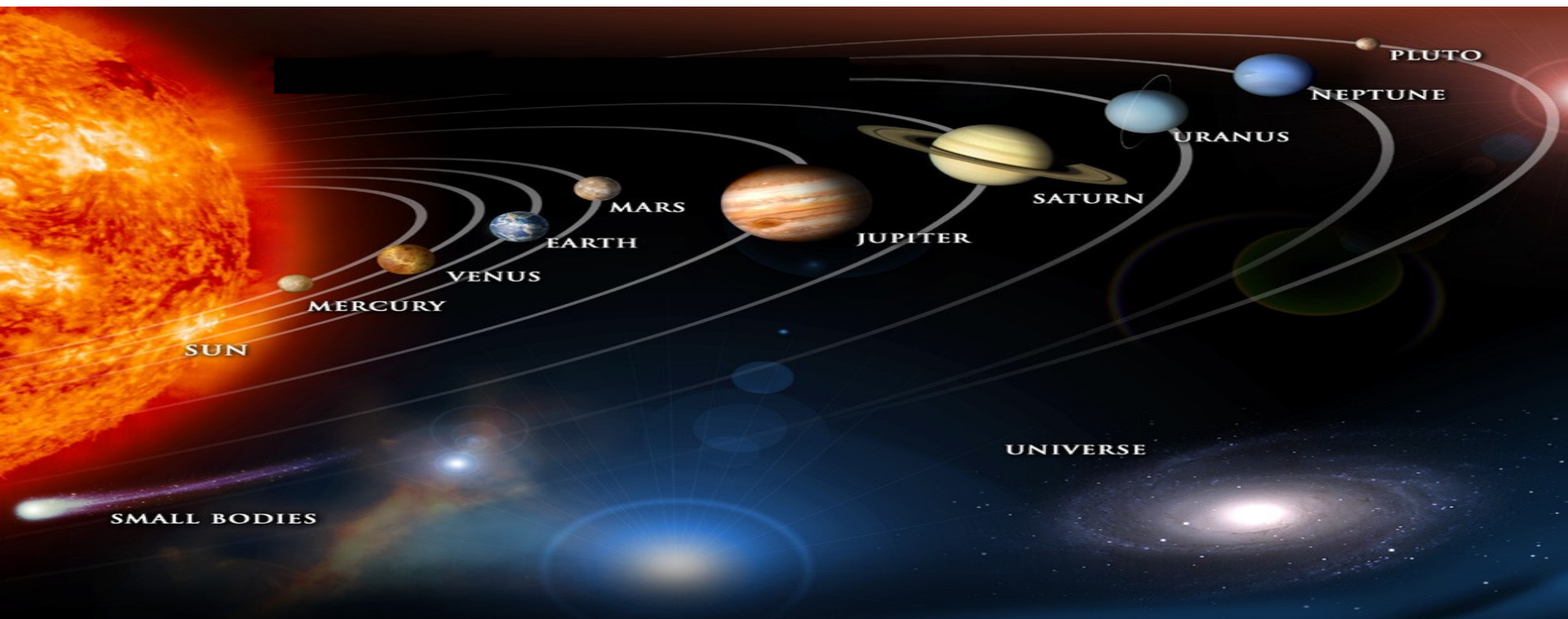
Дж. Бруно
1548 – 1600



Н. Коперник
1473 – 1573

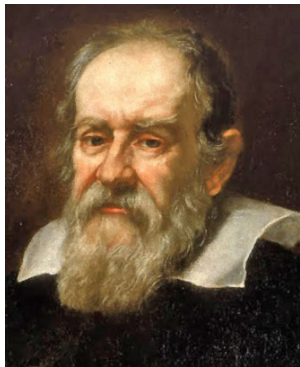
Млечный путь

Планеты Солнечной системы

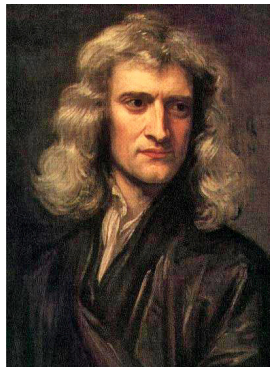


Планета	Среднее расстояние от Солнца, а.е.	Период обращения	Период вращения	Плотность, г/см ³	Диаметр, км	Масса, кг	Кол-во спутников	Температура
Меркурий	0,387	88 сут	58,6 сут	5,44	4878	$3,3 \cdot 10^{23}$	0	350
Венера	0,72	224,7 сут	243 сут	5,5	6050	$4,9 \cdot 10^{24}$	0	480
Земля	1,00	365,24 сут	24 час	5,52	12756,3	$6 \cdot 10^{24}$	1	22
Марс	1,52	687 сут	24,5 час	3,95	6780	$6,4 \cdot 10^{23}$	2	-23
Юпитер	5,2	11,9 лет	10 час	1,33	142600	$1,9 \cdot 10^{27}$	16	-150
Сатурн	9,54	29,5 лет	10,2 час	0,68	120600	$5,7 \cdot 10^{26}$	30	-180
Уран	19,18	84 года	17 час	1,26	51200	$8,7 \cdot 10^{25}$	15	-215
Нептун	30,06	164,8 лет	17,8 час	1,67	49500	$1,03 \cdot 10^{26}$	6	-217
Плутон	39,44	247,7 лет	6,4 сут	0,17	3000	$1,79 \cdot 10^{22}$	1	-223

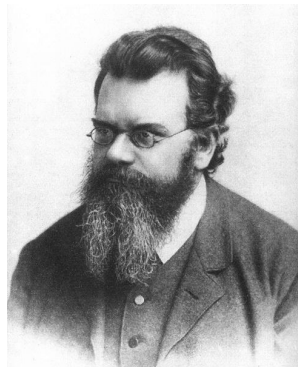
Классическая физика



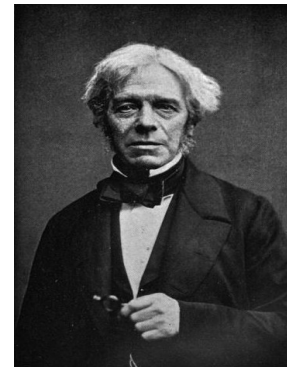
Г. Галилей
1564 – 1642



И. Ньютон
1642 – 1727



Л. Больцман
1844 – 1906



М. Фарадей
1791 – 1867



Дж. Максвелл
1831 – 1879

Законы Ньютона

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_{\text{гп}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r}$$

Энтропия

$$s = k \lg W$$

Уравнения Максвелла

$$\operatorname{div} E = 4\pi\rho$$

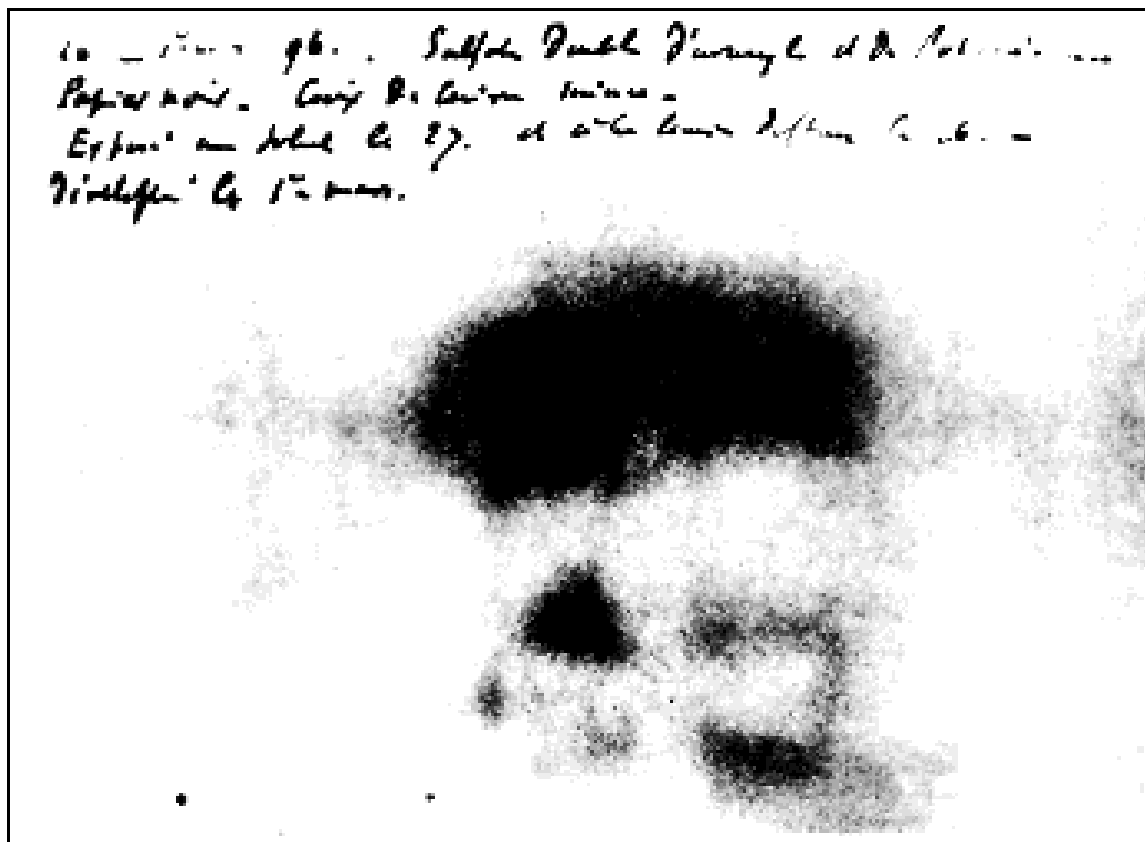
$$\operatorname{div} B = 0$$

$$\operatorname{rot} E = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\operatorname{rot} B = \frac{4\pi}{c} j + \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t}$$

Радиоактивность

1896 – Открытие радиоактивности



А. Беккерель
1852 – 1908

Нобелевская премия по физике

1903 г. – А. Беккерель.

За открытие радиоактивности

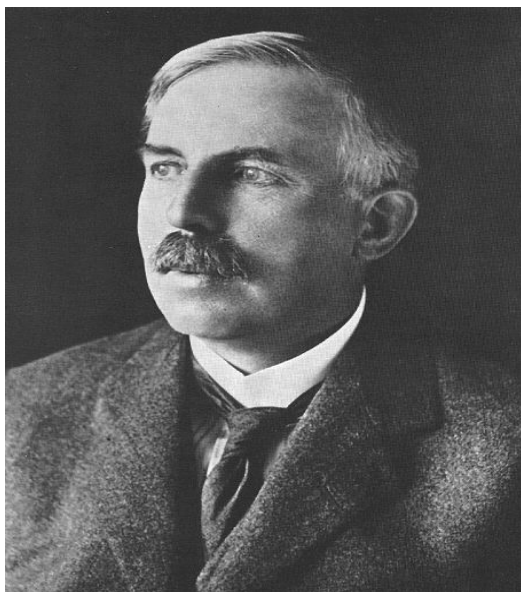
1903 г. – П. Кюри, М. Кюри-Склодовская.

За исследования радиоактивности

Строение атома



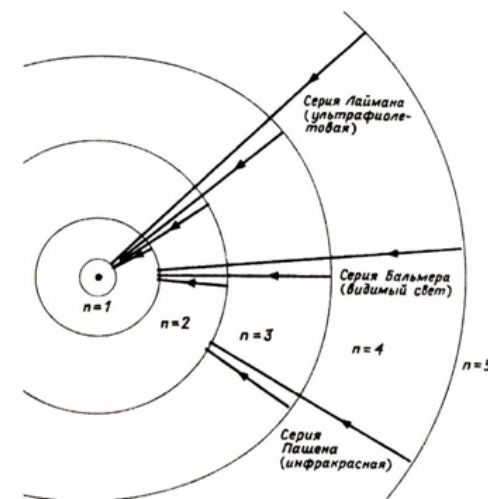
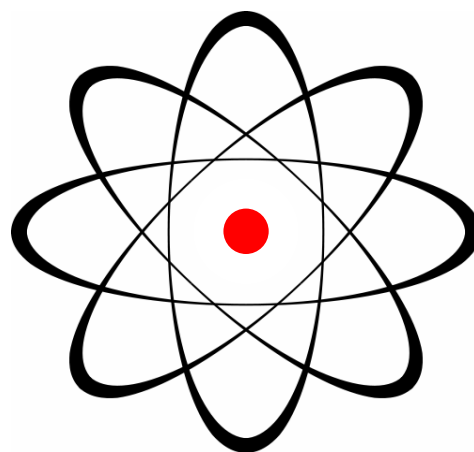
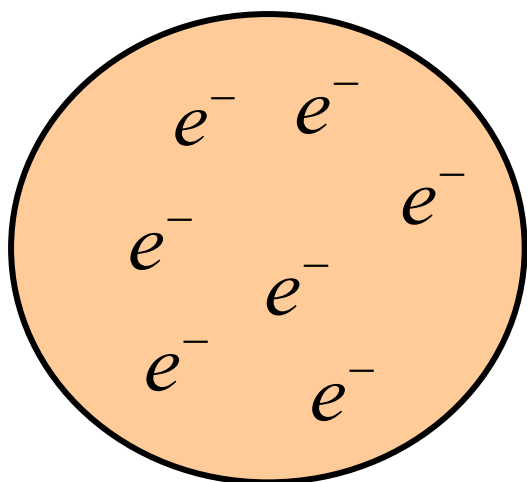
Дж. Дж. Томсон
1856 - 1940



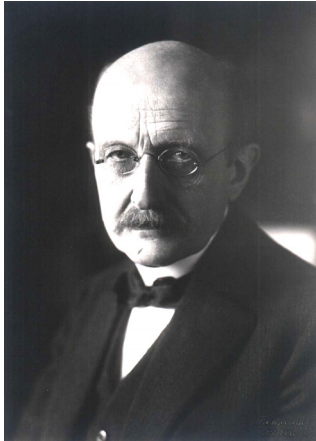
Эрнест Резерфорд
1871 - 1937



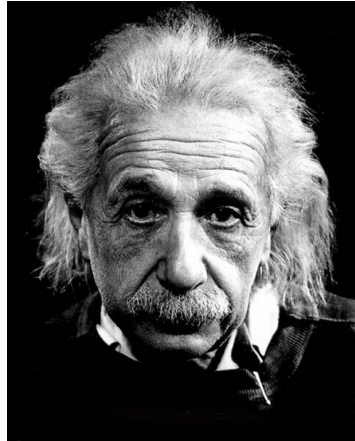
Нильс Бор
1885 - 1962



Квантовое мышление



М. Планк
1858 – 1947



А. Эйнштейн
1879 – 1955



А. Комптон
1892 – 1962



Л. Де Бройль
1892 – 1987

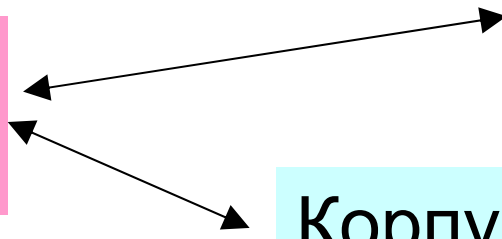
$$E = h\nu$$

$$p = h / \lambda$$

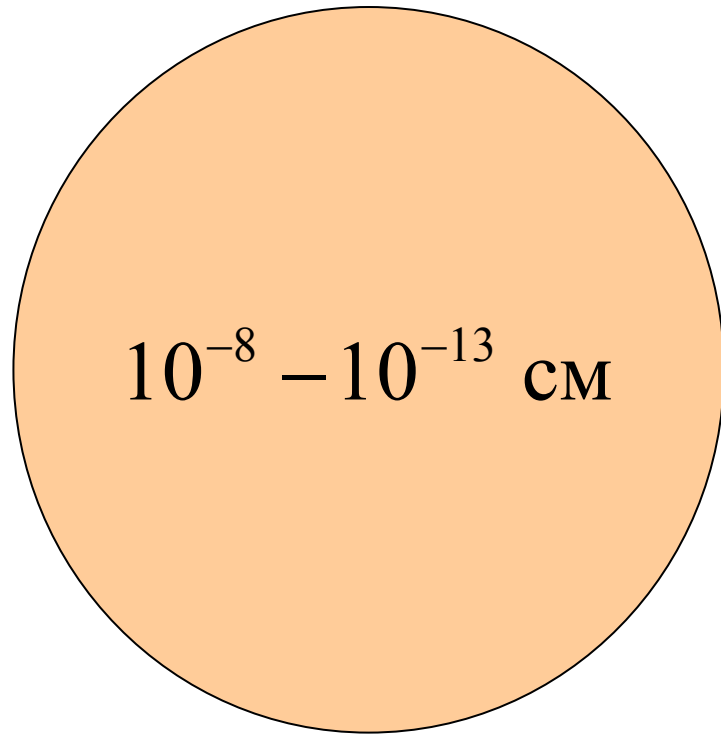
Квантовая
частица

Волновые свойства

Корпускулярные свойства



Человек открыл в атомных ядрах новый мир



4 типа взаимодействий

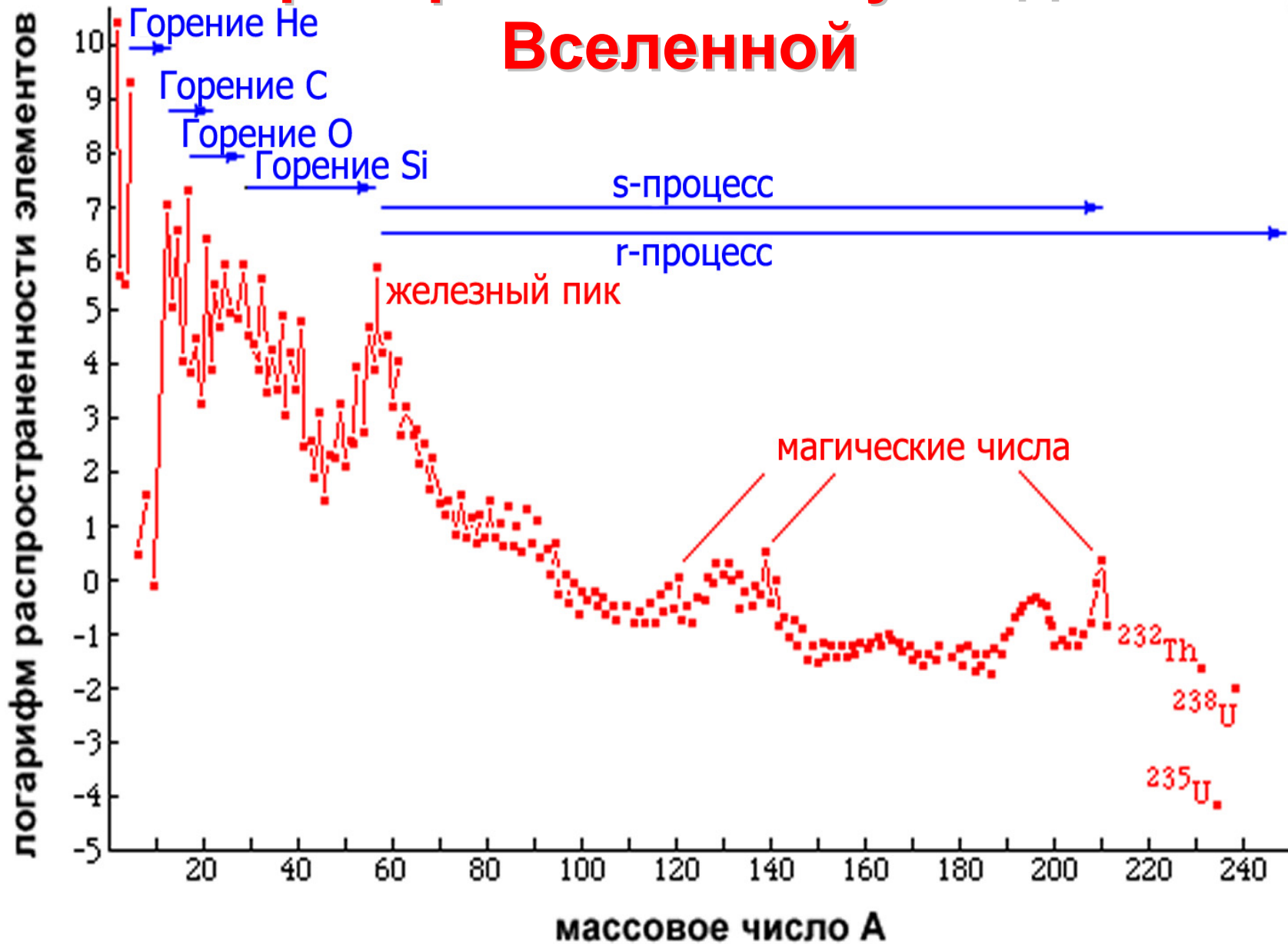
- Гравитационное
- Электромагнитное
- Сильное
- Слабое

1927 г. – В. Гейзенберг. Принцип неопределенности

$$\Delta x \cdot \Delta p \approx \hbar$$

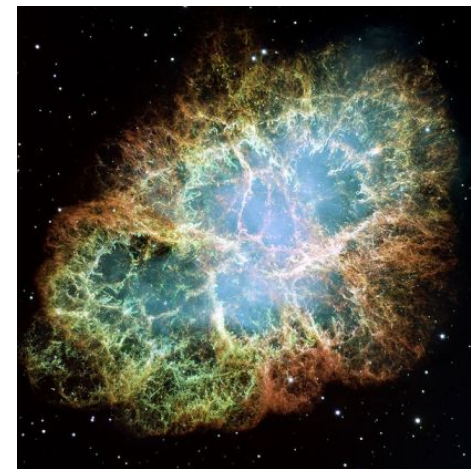
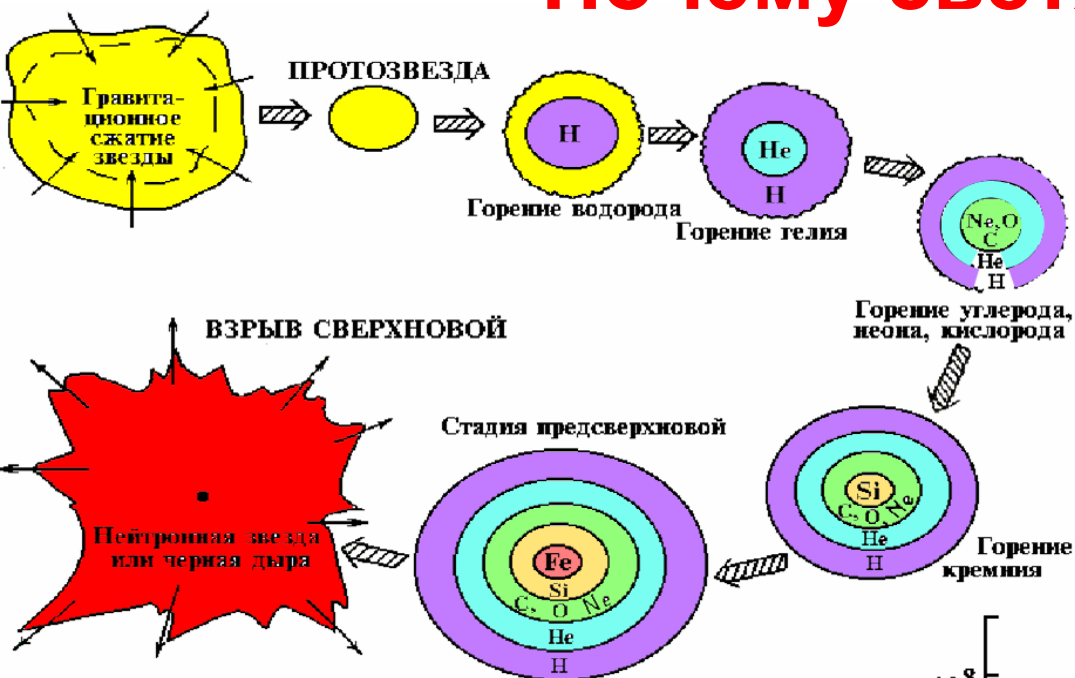
$$\Delta E \cdot \Delta t \approx \hbar$$

Распространенность нуклидов во Вселенной



Распространенность Si принята равной 10^6 .

Почему светят звезды?



Крабоподобная туманность 1054

Эволюция массивной звезды
 $M > 25M_{\odot}$

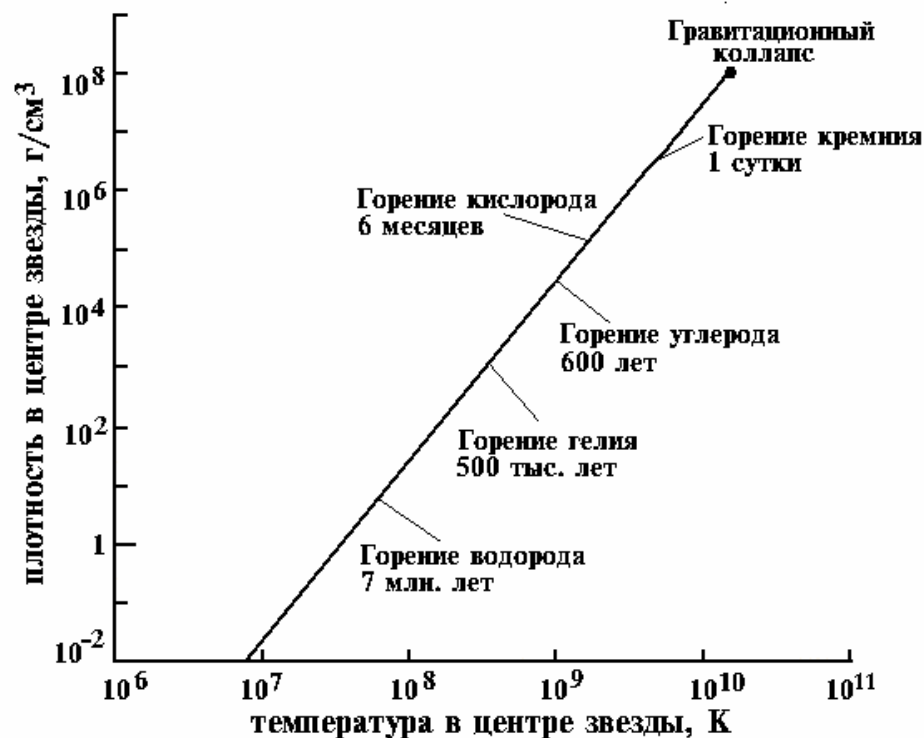
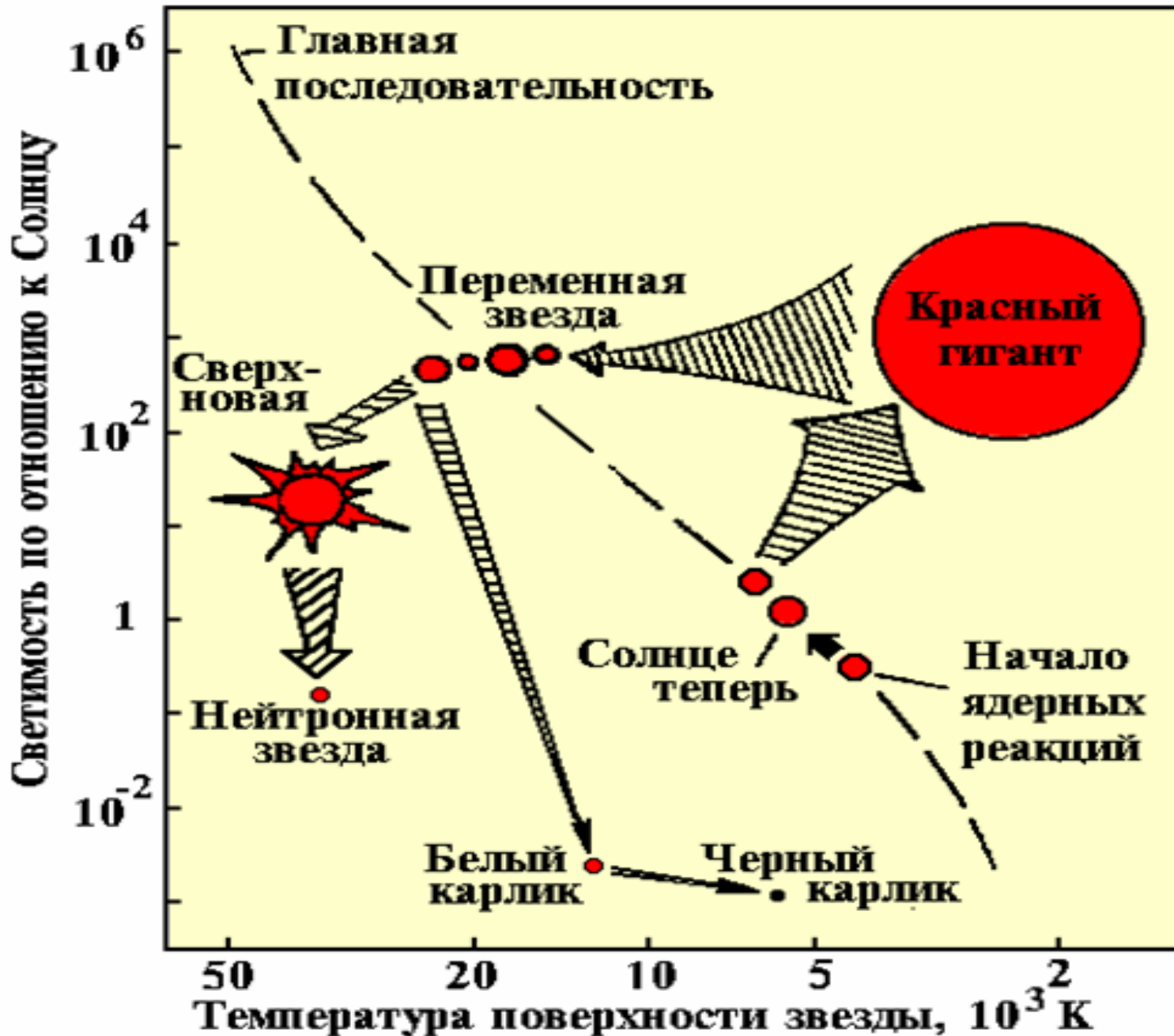


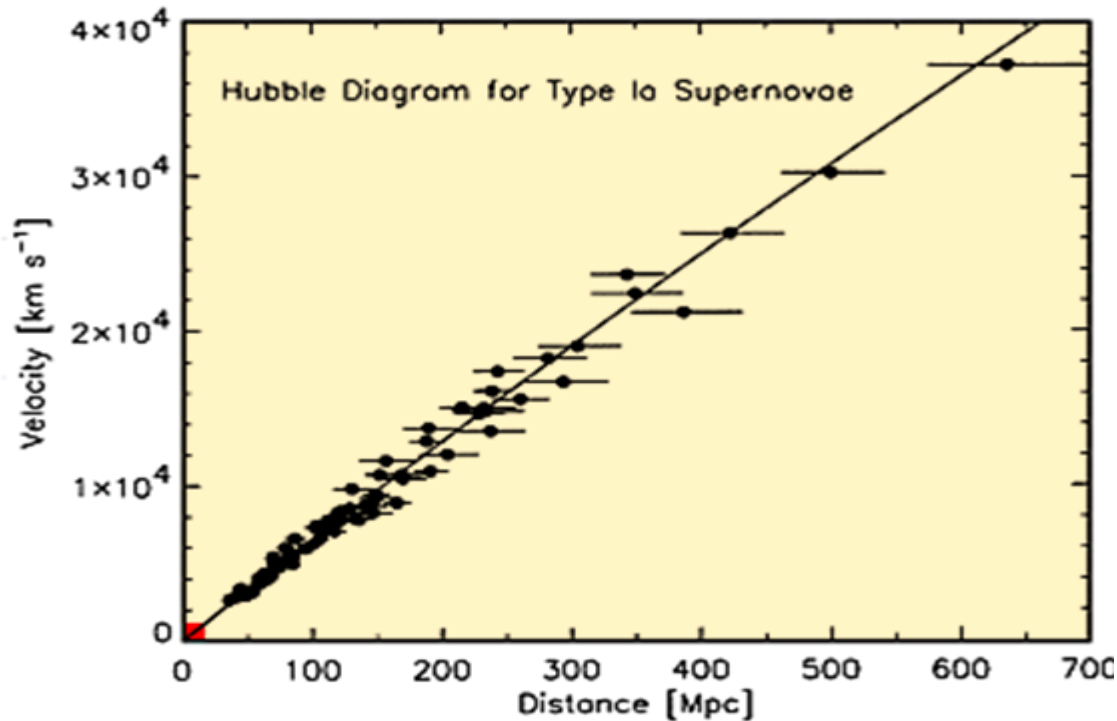
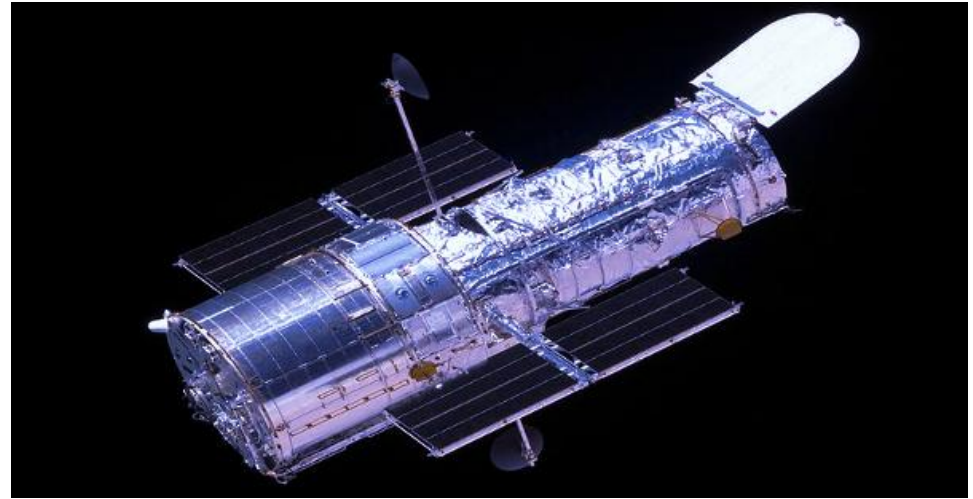
Диаграмма Герцшпрунга-Рассела



Другие галактики



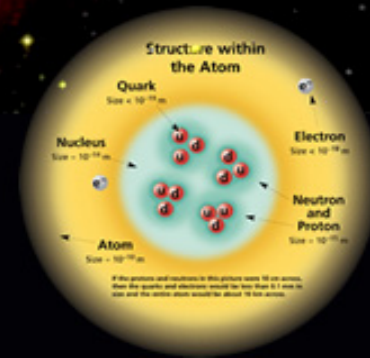
Э. Хаббл
1889 – 1953



$$V = H \cdot R$$



Микромир и Вселенная



Характеристики Вселенной

Возраст t_0	13,7 млрд. лет	
Радиус наблюдаемой части Вселенной (<i>горизонт видимости</i>) $R_0 = ct_0$	10^{28} см	
Полное количество вещества и энергии	10^{56} г	
Средняя плотность вещества и энергии	10^{-29} г/см ³	
Полное барионное число (число нуклонов)	10^{78}	
Доля антивещества	$< 10^{-4}$	
Постоянная Хаббла H	71±4 км/с·Мпк	
Температура реликтового (фонового) излучения	2.73 К	
Плотность реликтовых фотонов	411 см ⁻³	
Энергетическая плотность реликтовых фотонов	0.26 эВ/см ³ = 4.6·10 ⁻³⁴ г/см ³	
Отношение числа реликтовых фотонов к числу барионов n_γ/n_b	(10 ⁹ –10 ¹⁰):1	
Распространённость ядер:	по числу	по массе
водород	91%	70.7%
гелий	8.9%	27.4%
остальные ядра	<0.2%	1.9%

Большой взрыв

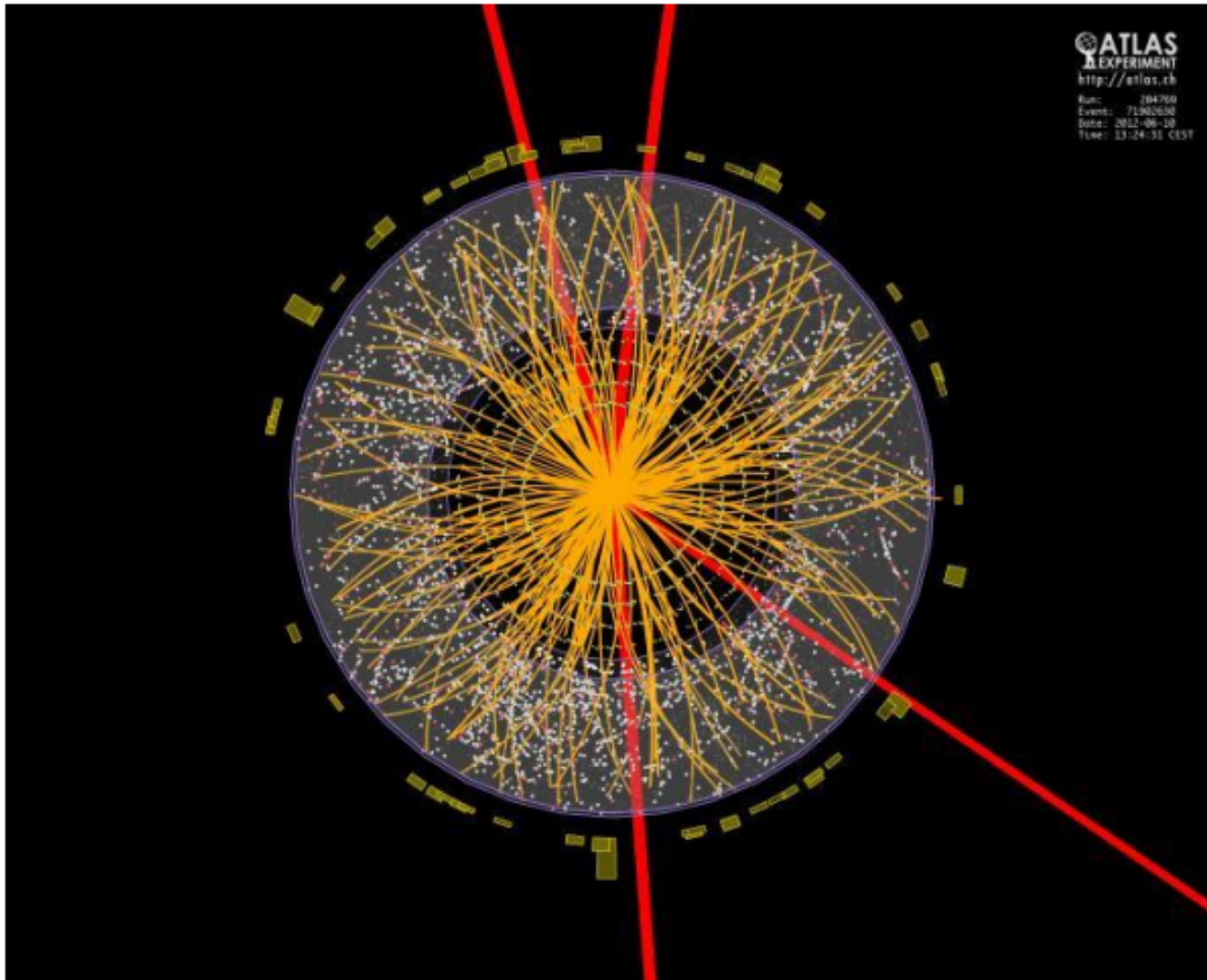


Зачем нужны ускорители?

$$\lambda = \frac{\hbar}{p}, \quad E^2 = c^2 p^2 + m^2 c^4$$



Столкновение протонов в детекторе ATLAS



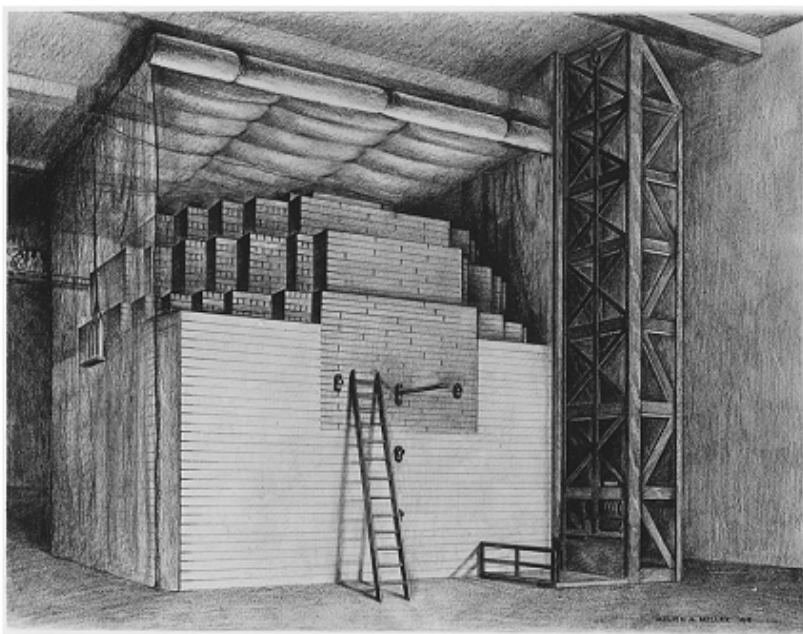
Фундаментальные частицы

Кварки	<i>u</i>	<i>c</i>	<i>t</i>	$+\frac{2}{3}e$
	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>b</i>	$-\frac{1}{3}e$
Лептоны	ν_e	ν_μ	ν_τ	0
	<i>e</i>	μ	τ	$-1e$

Бозон Хиггса

$M = 125 \text{ ГэВ}$

Ядерные источники энергии

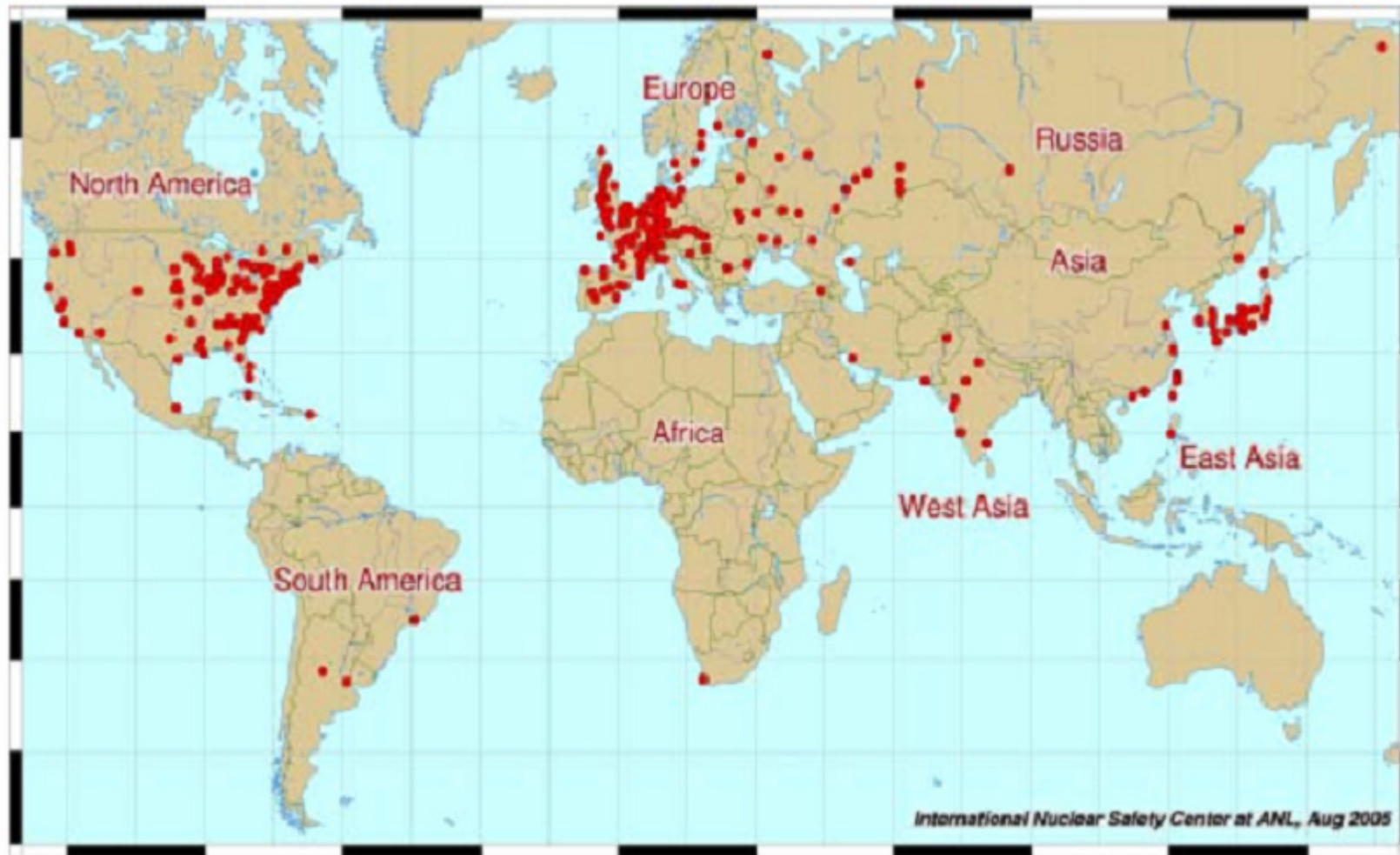


Чикаго
1942 г.



Обнинск
1954 г.

Атомные реакторы



Доля атомной энергетики в мировой энергетике

Страна	Число АЭС	Мощность , МВт	Доля, %
США	104	95622	19,6
Франция	59	63113	74,1
Япония	54	44394	29,2
Германия	19	21072	28,4
Россия	30	20739	17,8
Канада	20	13602	15,1
Южная Корея	16	12990	35,5
Англия	32	12427	15,3
Украина	13	11358	48,1
Швеция	11	9401	38,1
Индия	14	2446	2,9

Тайны Вселенной

«Вполне возможно, что за гранью наших чувств находятся миры, которые мы не воспринимаем».

А. Эйнштейн.

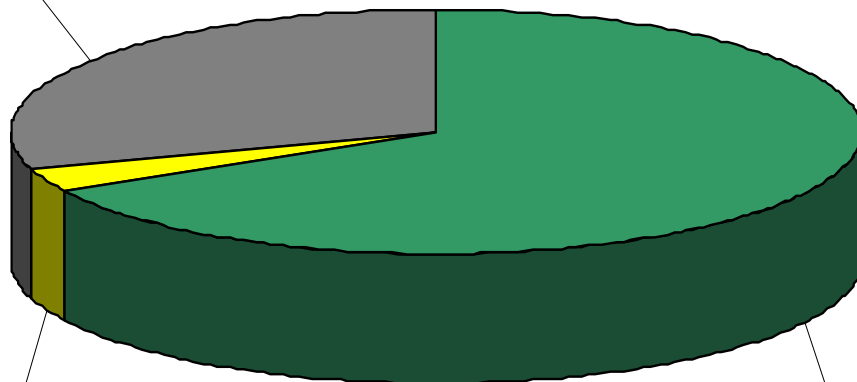
Характеристики Вселенной

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	0.2-0.4
ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ (ВАКУУМ)	0.6-0.8
ПОЛНАЯ ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА-ЭНЕРГИИ	1.02 ± 0.02

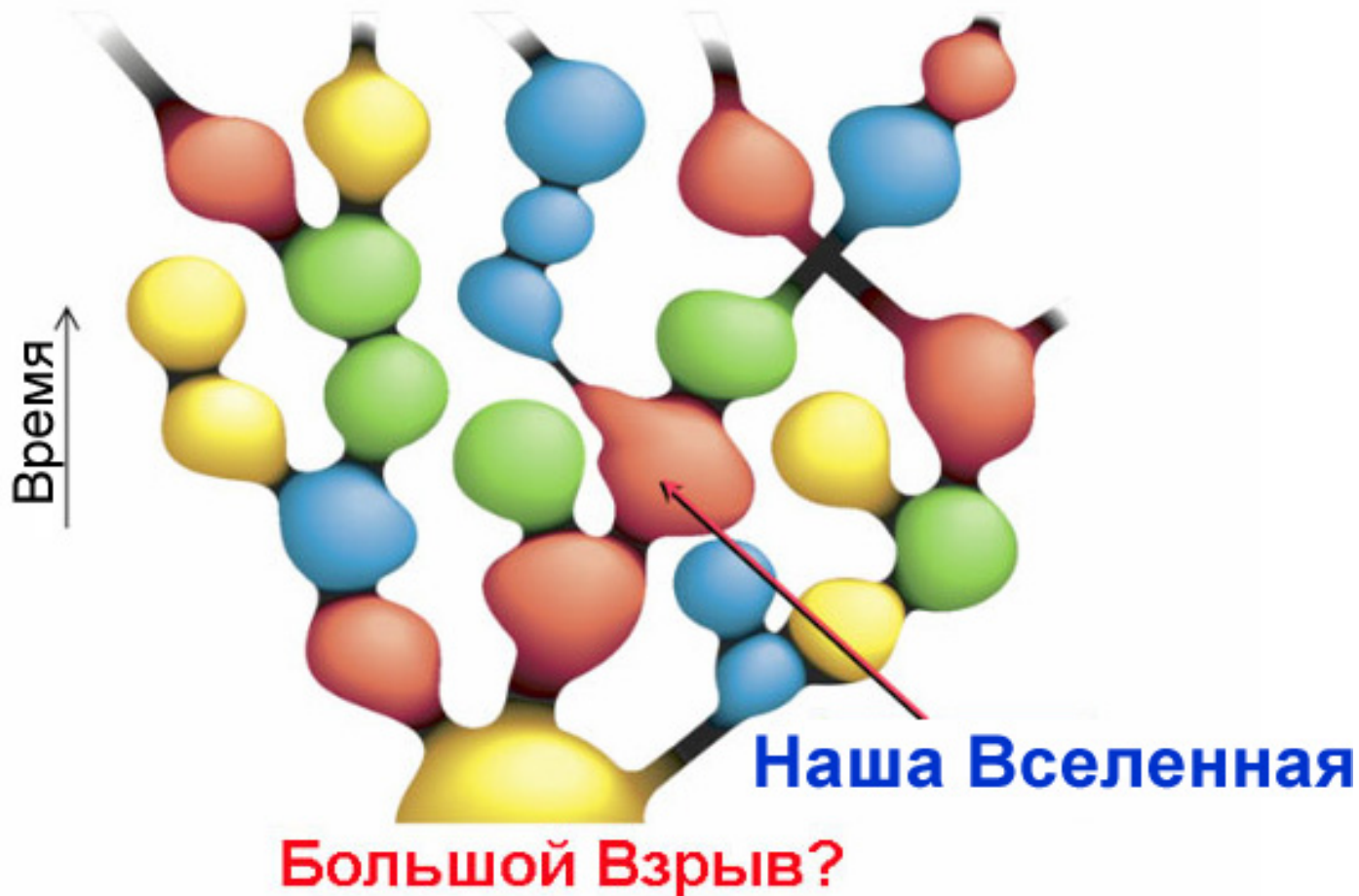
Темная
материя

Барионы

Вакуум



Параллельные Вселенные



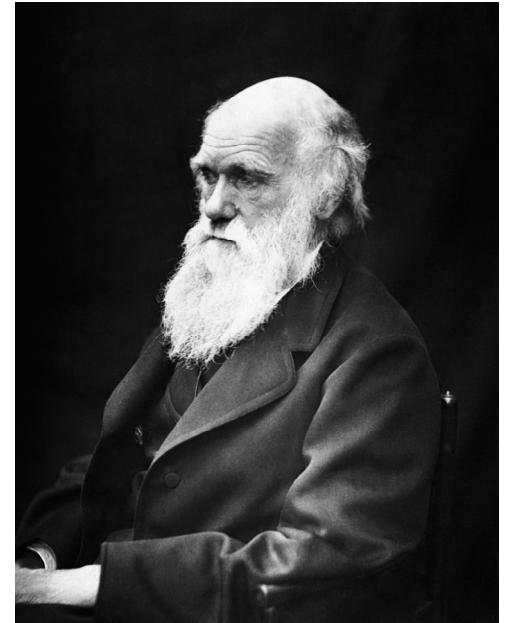
Из принципа неопределенности следует, что Вселенные могут иметь различные истории развития. Мы живём в одной из таких Вселенных.

Космическая шкала времени

Время от настоящего момента, млрд. лет	Событие
14	Большой Взрыв
14	Рождение частиц, аннигиляция вещества и антивещества
14	Синтез ^2H , ^4He
13	Образование Галактик
10	Сжатие нашей протогалактики
10	Образование первых звёзд
5	Образование Солнечной системы, планет
4	Образование земных пород
3	Зарождение микроорганизмов
2	Формирование атмосферы Земли
1	Зарождение жизни
0,60	Ранние окаменелости
0,45	Рыбы
0,15	Динозавры
0,05	Первые млекопитающие
2 млн. лет	Человек (<i>homo sapiens</i>)

Эволюция

Из теории эволюции Ч. Дарвина следует, что выживают те существа, которые наиболее приспособлены к окружающему миру. С появлением у человека сознания он получил возможность делать правильные выводы об окружающем мире и не только приспособливаться, но и изменять среду обитания.



Ч. Дарвин
1809 – 1882

Ядерный взрыв



Хиросима

6.08.1945

100-160 тыс. человек

Нагасаки

9.08.1945

60-80 тыс. человек

Огромные разрушительные силы, которые несут современные технологии, делают агрессивность опасной для выживания всего человечества.



Ядерная физика и Человек