

КУРС ФИЗИКИ

РАЗДЕЛЫ:

- МЕХАНИКА, ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ - II С.
- СТАТИСТИЧЕСКАЯ, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА + ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ - III С.
- КВАНТОВАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА - IV С.

ЦИКЛ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ III – IV – SEMESTRY

Лектор: Абрик Ибрагимович Валишев, проф., к.ф.-м.н..

Структура курса

Физика – наука о том, как устроен окружающий нас мир

1. Какие законы им управляют?
2. Из чего он «сделан»?
3. Как он возник?
4. Почему он именно такой?

ЛЕКЦИИ 2ч. в неделю

СЕМИНАРЫ 2ч. в неделю

Самостоят. задания – 2 .

Потоковые контр. работы - 2

Тесты – 6?

Экзамен.



МЕХАНИКА, ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ

А.И. Валишев, В.Г. Сербо.



ИСТОРИОГРАФИЯ ФИЗИКИ

Классическая
физика

Современная
физика

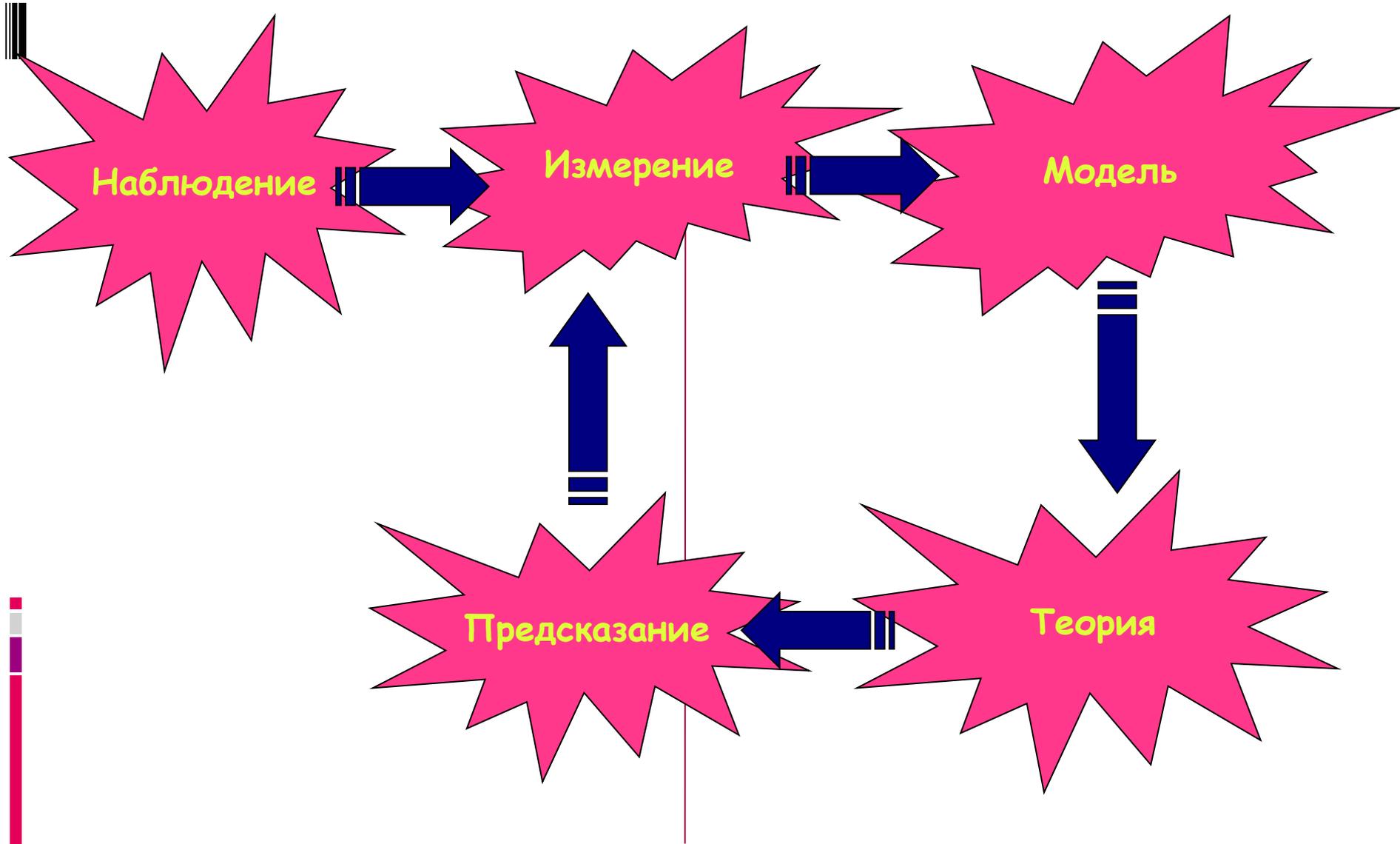
Революция в
физическом
понимании
мира

Труды Галлилея,
Ньютона
Электромагнетизм
труды Максвелла

Явления
микромира,
релятивистские
явления ...

Нелинейная
физика, модели
Великого
объединения

Физика - наука экспериментальная.

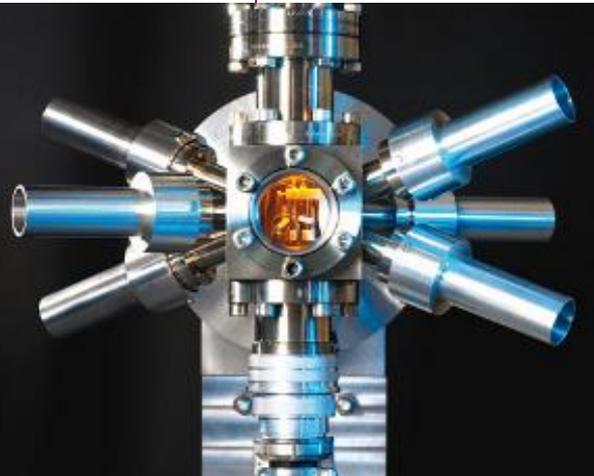




ИЗМЕРЕНИЕ.

Для измерений, нужны «линейки»...

		СИ	CGS
L	длина	метр	сантиметр
T	время	секунда	секунда
M	масса	килограмм	грамм
J	ток	ампер	
$^{\circ}K$	температура	кельвин	
N	кол-во вещества	моль	
S	сила света	канделла	



Для измерений, нужны «линейки»...

		СИ	CGS
L	длина	метр	сантиметр
T	время	секунда	секунда
M	масса	килограмм	грамм

множитель	Приставка		Обозначение		Пример
	русская		русское		
10^1	<u>дека</u>	deca	да	da	дал — <u>декалитр</u>
10^2	<u>гекто</u>	hecto	г	h	гПа — <u>гектопаскаль</u>
10^3	<u>кило</u>	kilo	к	k	кН — <u>килоньютон</u>
10^6	<u>мега</u>	Mega	М	M	МПа — <u>мегапаскаль</u>
10^9	<u>гига</u>	Giga	Г	G	ГГц — <u>гигагерц</u>
10^{12}	<u>тера</u>	Tera	Т	T	ТВ — <u>теравольт</u>
10^{15}	<u>пета</u>	Peta	П	P	Пфлопс — <u>петафлопс</u>
10^{18}	<u>экса</u>	Exa	Э	E	ЭБ — <u>эксабайт</u>
10^{21}	<u>зетта</u>	Zetta	З	Z	ЗэВ — <u>зеттаэлектронвольт</u>
10^{24}	<u>иотта</u>	Yotta	И	Y	Иг — <u>иоттаграмм</u>

Для измерений, нужны «линейки»...

		СИ	CGS
<i>L</i>	длина	метр	сантиметр
<i>T</i>	время	секунда	секунда
<i>M</i>	масса	килограмм	грамм

Множитель	Приставка		Обозначение		Пример
	русская		русское		
10^{-1}	<u>деци</u>	deci	д	d	дм — <u>дециметр</u>
10^{-2}	<u>санци</u>	centi	с	c	см — <u>сантиметр</u>
10^{-3}	<u>милли</u>	milli	м	m	мН — <u>миллиньютон</u>
10^{-6}	<u>микро</u>	micro	мк	μ	мкм — <u>микрометр, микрон</u>
10^{-9}	<u>нано</u>	nano	н	n	нм — <u>нанометр</u>
10^{-12}	<u>пико</u>	pico	п	p	пФ — <u>пикофарад</u>
10^{-15}	<u>фемто</u>	femto	ф	f	фс — <u>фемтосекунда</u>
10^{-18}	<u>атто</u>	atto	а	a	ас — <u>аттосекунда</u>
10^{-21}	<u>zepto</u>	zepto	з	z	зКл — <u>zeptoкулон</u>
10^{-24}	<u>yocto</u>	yocto	и	y	иг — <u>yoctoграмм</u>

Размерные физические величины. Примеры.

Скорость (v [velocity]) $[L]/[T]$

метр/секунду (ед. СИ)

дюйм/лунный месяц

парсек/световой год

Ускорение (a [acceleration]) $[L]/[T]^2$

метр/секунду²

дюйм /лунный месяц²

парсек/световой год²

Сила (F [force]) $[M] \cdot [L] / [T]^2$ (ед. СИ Ньютон)

килограмм · метр/секунду²

фунт · дюйм/лунный месяц²

Импульс (p [momentum]) $[M] \cdot [L] / [T]$

килограмм · метр/секунду

фунт · дюйм /лунный месяц

Энергия (E [energy]) $[M] \cdot [L]^2 / [T]^2$ (ед. СИ Джоуль)

килограмм · метр²/секунду²

фунт · дюйм² /лунный месяц²

Системы единиц.

СИ (метр, килограмм, секунда)

CGS (сантиметр, грамм, секунда)

Правило размерности

Размерность любой физической величины - степенная функция от размерностей основных физических величин

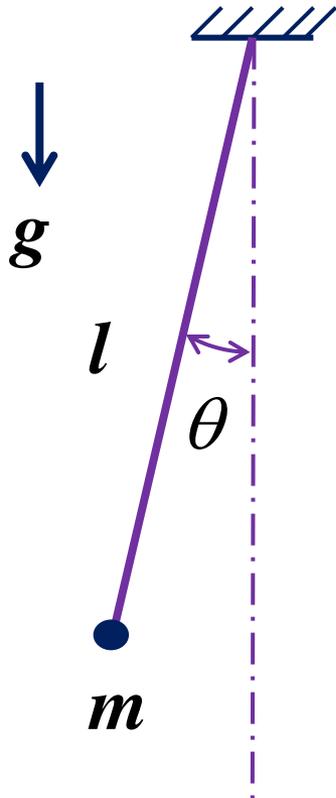
$$[X] = [M]^x [L]^w [T]^z$$

Пример. Период колебаний маятника.

$$T = f(l, m, g, \theta);$$

$$[T] = [l]^w \cdot [m]^x \cdot [\theta] \cdot [g]^z$$

Размерность.



l [см]
 m [г]
 g [см/сек²]

$$[l]^w \cdot [m]^x \cdot [\theta] \cdot [g]^z = [T]$$

$$\text{см}^w \times \text{г}^x \times \text{см}^z \times \text{сек}^{-2z} = \text{сек}$$

$$x = 0$$

$$w + z = 0$$

$$-2z = 1$$

$$z = -1/2$$

$$w = 1/2$$

$$T = \sqrt{\frac{l}{g}} f(\theta)$$



Из чего же все сделано ?



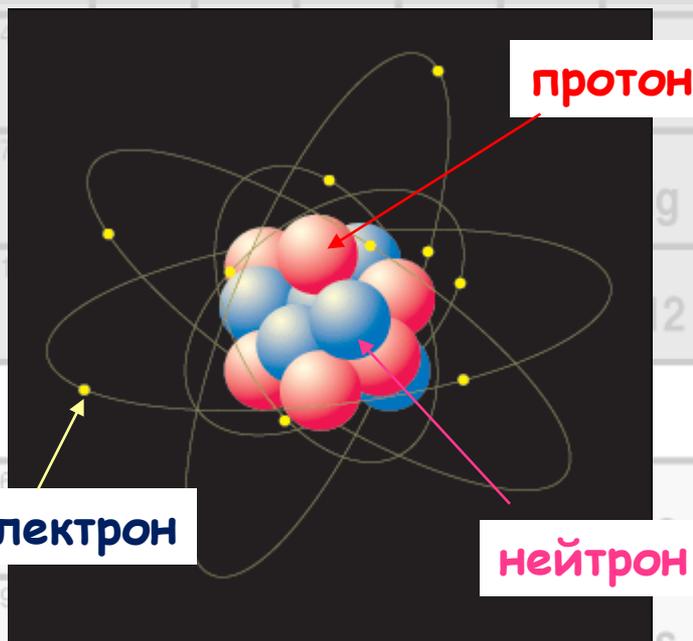
МИКРОМИР.

Все вокруг нас и мы сами состоим из атомов.

Periodic Table

Атомы состоят из:

- ядер построенных из протонов и нейтронов*
- и электронов, которые крутятся? вокруг ядер*



Протоны и нейтроны не элементарны, они состоят из кварков

Электрон - первая элементарная частица, открытая в 1897 году Дж. Дж. Томпсоном

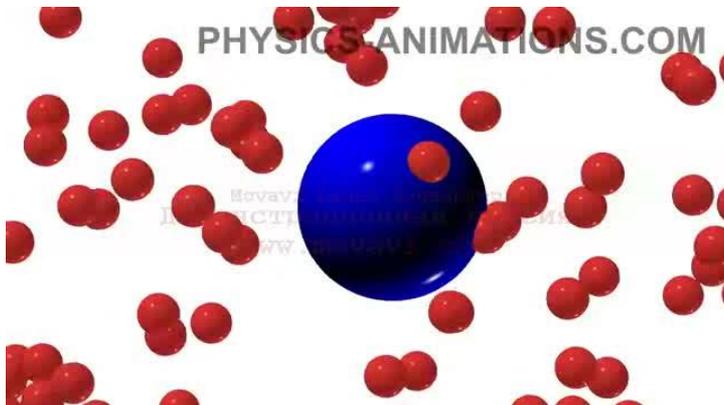
электрон

нейтрон

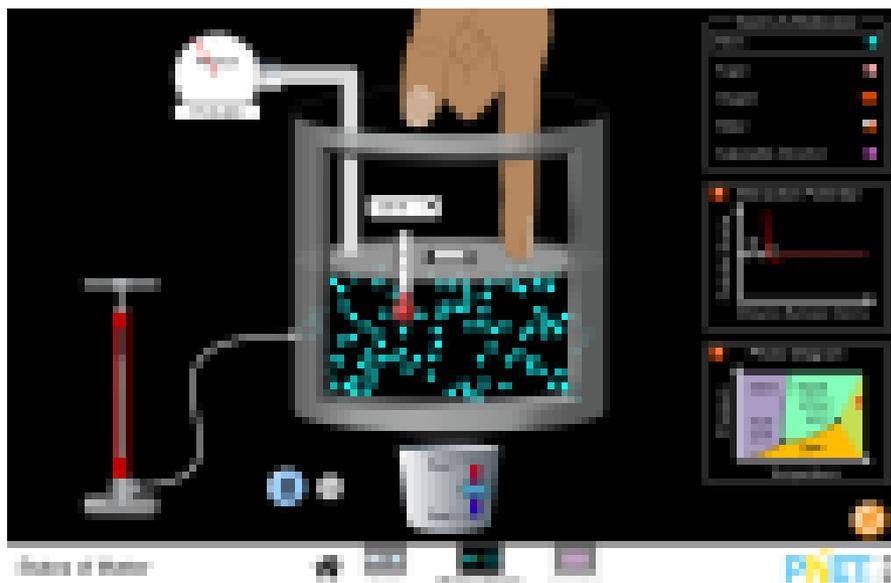
протон

Проявления атомного строения вещества.

Броуновское движение

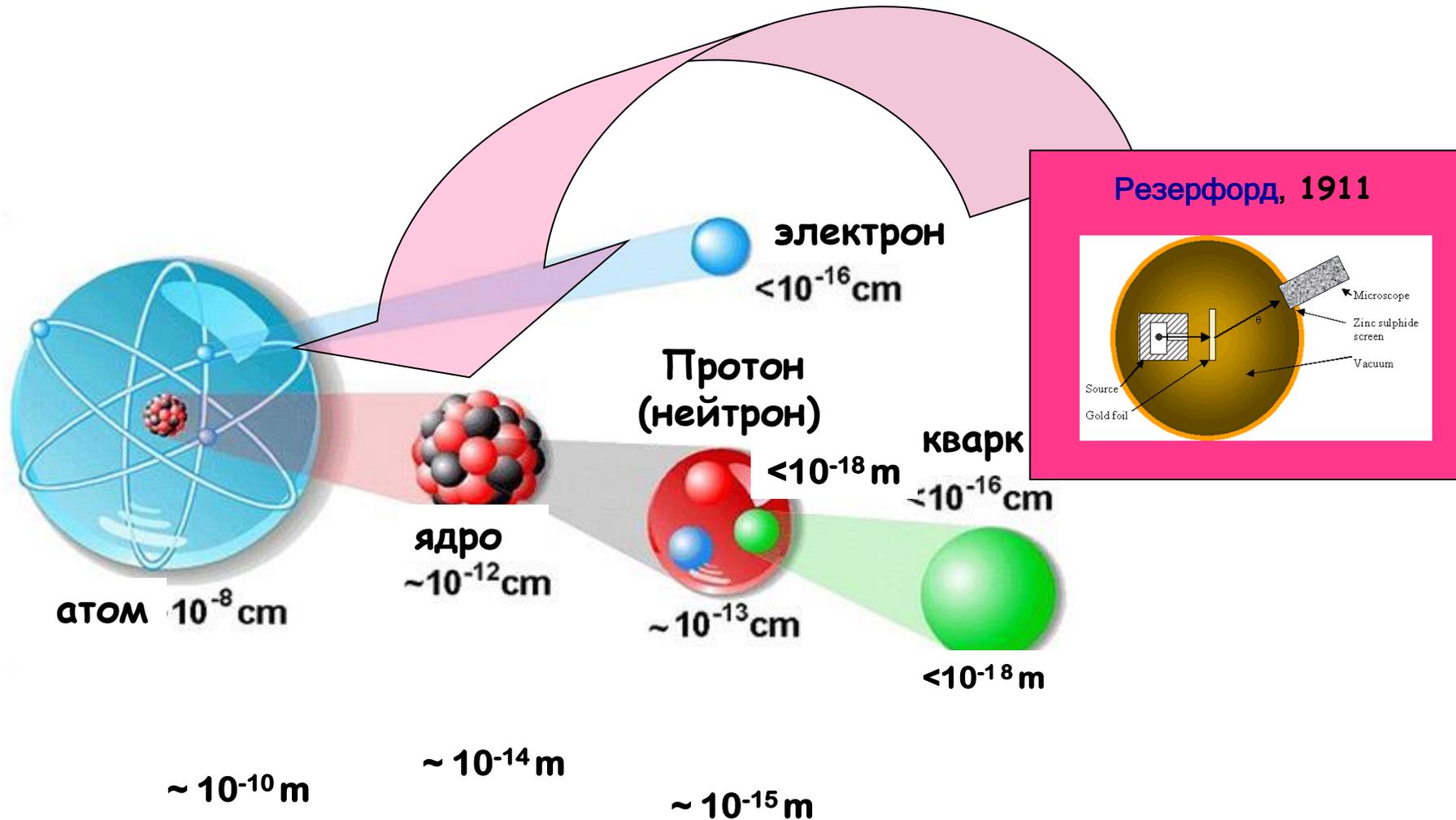


Газ под поршнем



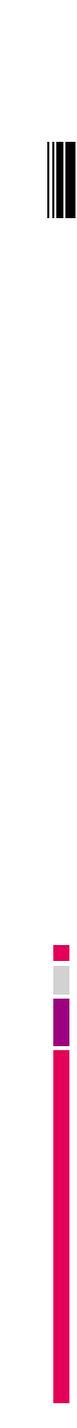
Изменение
фазового
состояния

От атомов к кваркам.



Размеры атомов и субатомных частиц много меньше длины волны видимого света (~ 0.6 мкм), поэтому мы не можем их «видеть».

Чтобы их изучать, нужны ускорители.

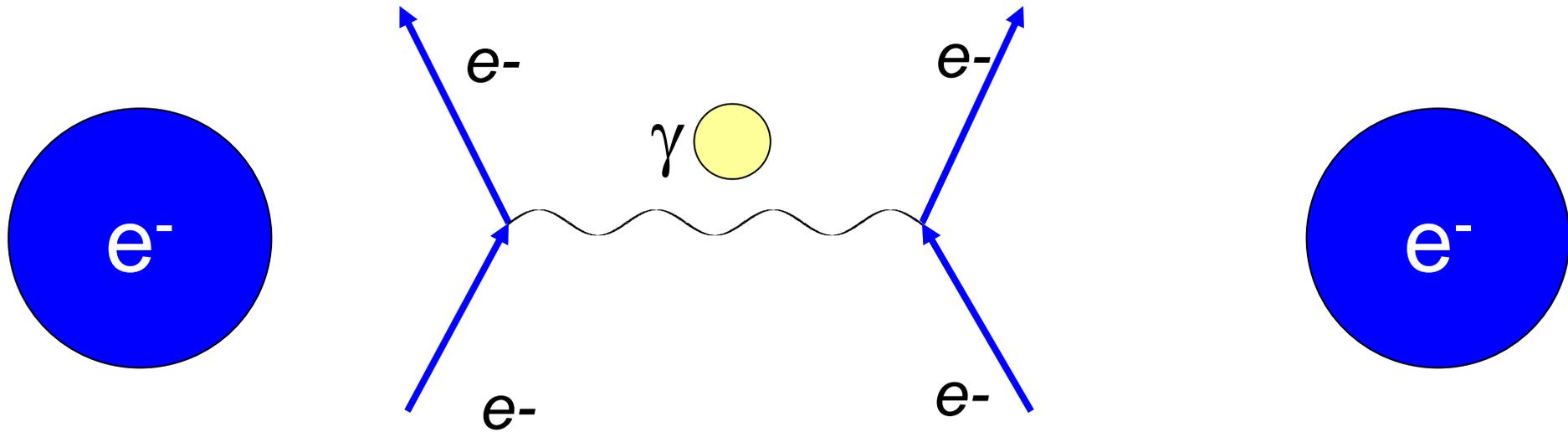


*Что управляет движением
этих объектов?*

Силы в Природе.

Электромагнитная сила

Сила отталкивания между двумя электронами



Фотон - частица «переносчик»
электромагнитного взаимодействия



«Устройство» других сил аналогично.

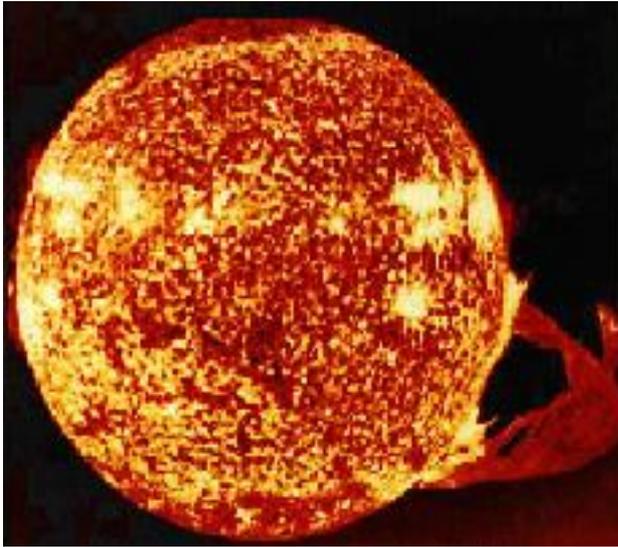
Отличие в частицах - переносчиках и интенсивности.

Силы в Природе.

Слабая

- β -распад

Слабый заряд



Электромагнитная

- Телевидение
- Компьютеры
- Свет
- Химия

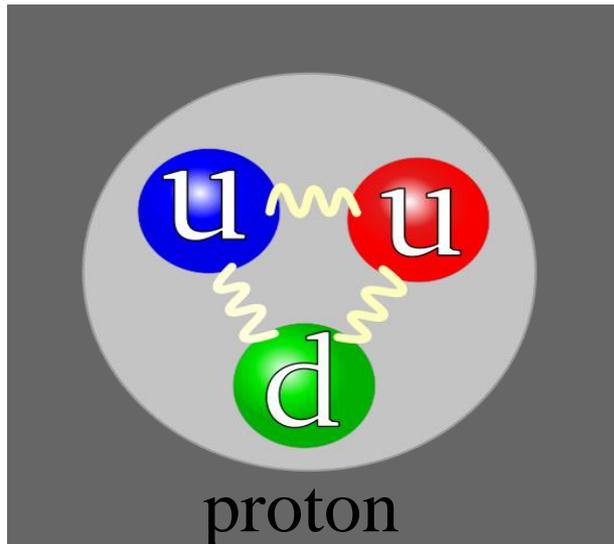


Электрический заряд

Сильная

- ядро
- удержание кварков

Сильный заряд



Гравитация

- Планеты
- Звезды
- Галактики



Масса

Стандартная Модель.

Состоит из:

Вещество

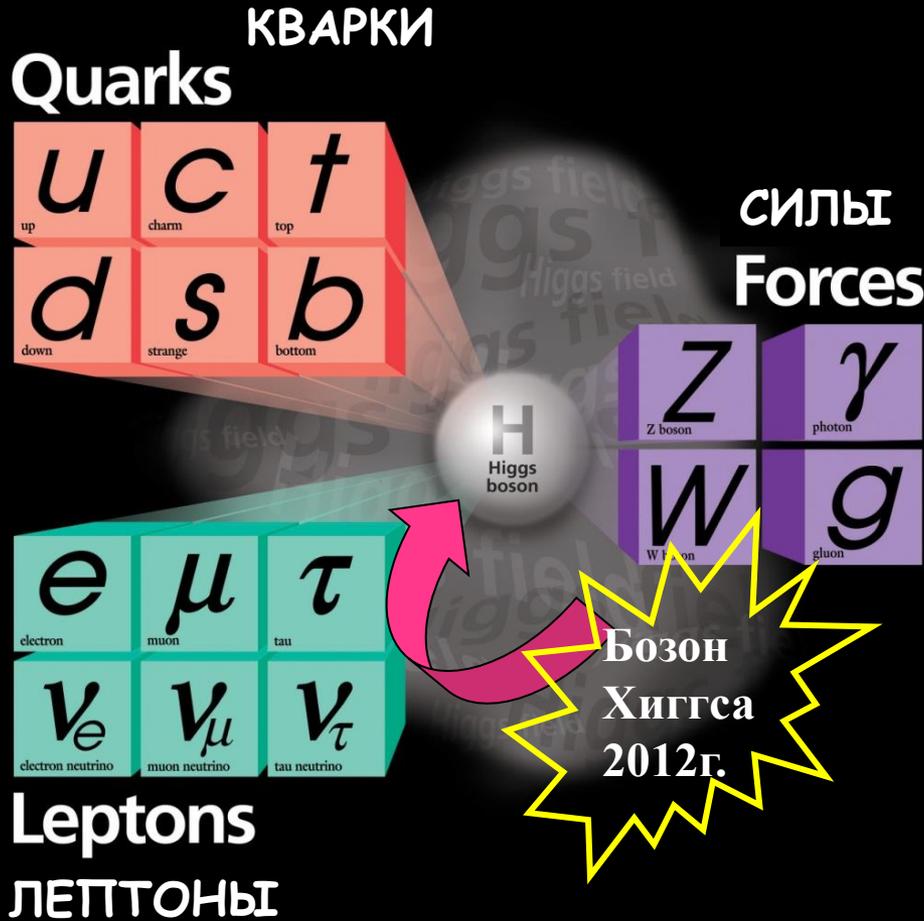
- 6 кварков
- 6 лептонов

Сгруппированы в 3 поколения

Взаимодействия

- Электрослабое
 - g (фотон)
 - Z^0, W^\pm
- Сильное
 - g (глюон)

Квантовой теории гравитации пока нет...



Стандартная Модель.

Обозначение	Название сорта кварка [его аромат]	Электрический заряд	Барионный заряд
<i>d</i>	<i>down</i> - вниз*	-1/3	+1/3
<i>u</i>	<i>up</i> - вверх*	+2/3	+1/3
<i>s</i>	<i>strange</i> - странный [странность, S= -1]	-1/3	+1/3
<i>c</i>	<i>charm</i> - очарованный [очарование, C= +1]	+2/3	+1/3
<i>b</i>	<i>beauty</i> - красивый (прелестный) [красота (прелесть), B =+1]	-1/3	+1/3
<i>t</i>	<i>top</i> - верхний**, <i>truth</i> - правдивый	+2/3	+1/3

***Стандартная Модель подтверждается
огромным количеством экспериментов
в физике элементарных частиц.
Физики пытаются найти отклонения от
Стандартной Модели.***

***Но кроме свойств материи
и её взаимодействий
физика должна объяснить
устройство Вселенной.***



МАКРОМИР.

Развитие представлений о Вселенной как пример эволюции физических моделей.

Три научных революции в космологии:

Второй век: **Клавдий Птолемей** (Физика Аристотеля)

Модель: **Земля – центр Вселенной**

Теория: **законы на Земле и в космосе неодинаковы**

16 век: **Николай Коперник** (Физика Ньютона)

Модель: **Солнце – центр Вселенной**

Теория: **законы природы везде одинаковы**

20 век: **Эдвин Хаббл** (физика Эйнштейна)

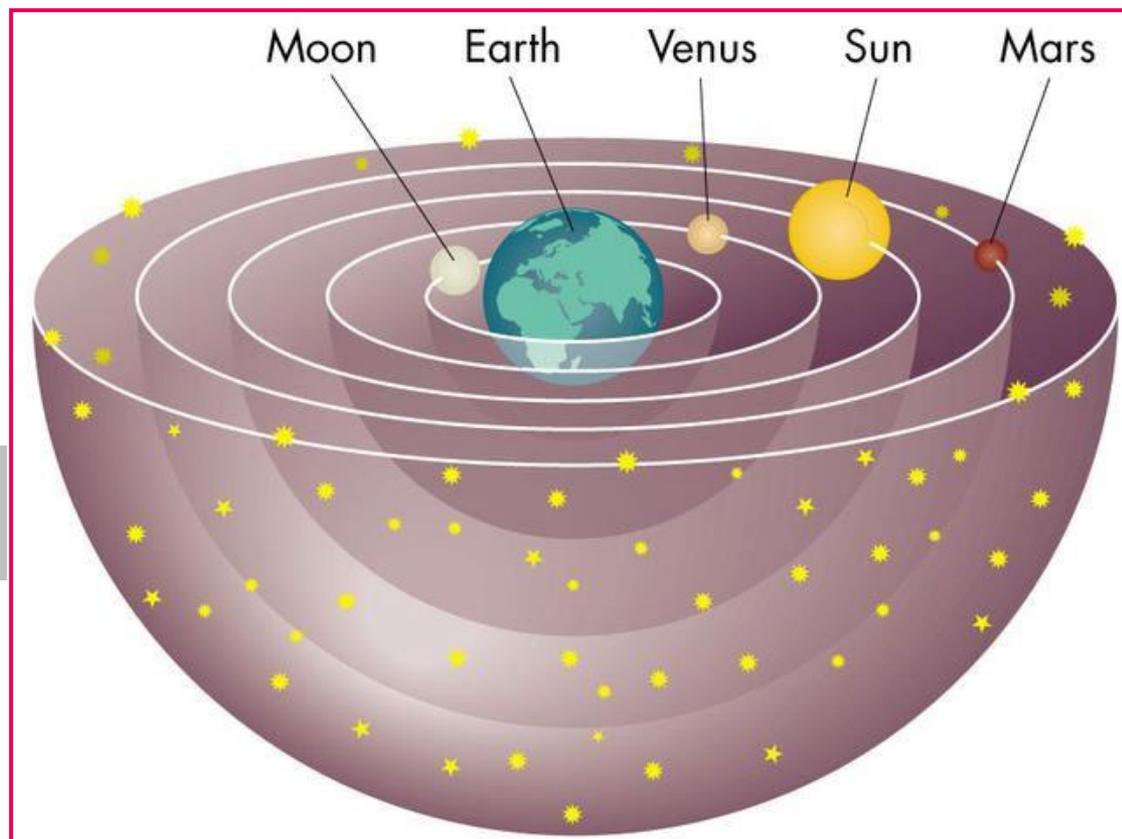
Модель: **космология большого взрыва**

Теория **Вселенная эволюционирует**

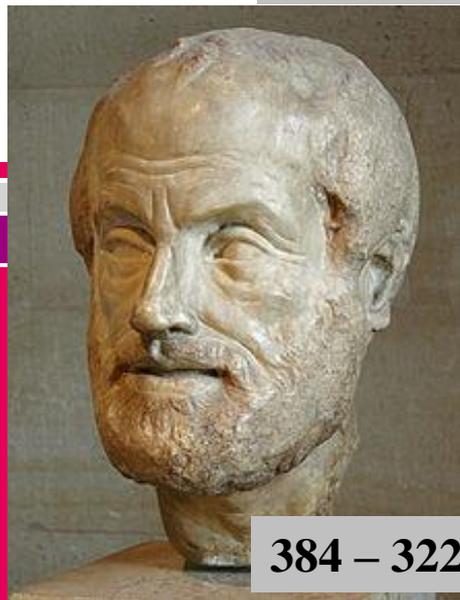
Модель: Земля - центр Вселенной.



100 - 170 AD
Альмагест



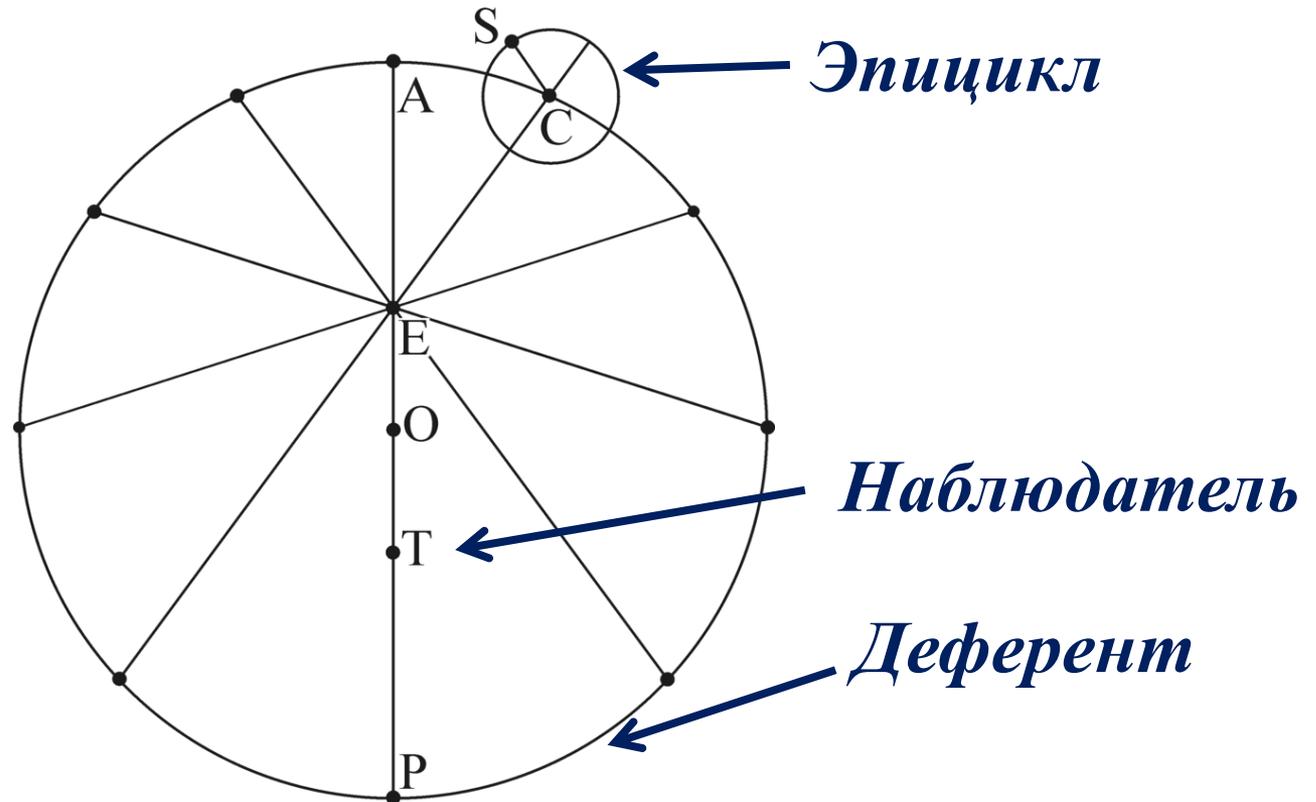
...“естественное устремление Земли... направлено к центру мира; это и есть причина, вследствие которой она находится сейчас посреди мироздания.”



384 – 322 BC

Аристотель Физика. О небе. О возникновении и уничтожении.

Модель Птолемея.



Точки на окружности показывают расчетные положения планеты через равные промежутки времени.

O — центр деферента,

T — Земля,

E — точка экванта,

A — апогей деферента,

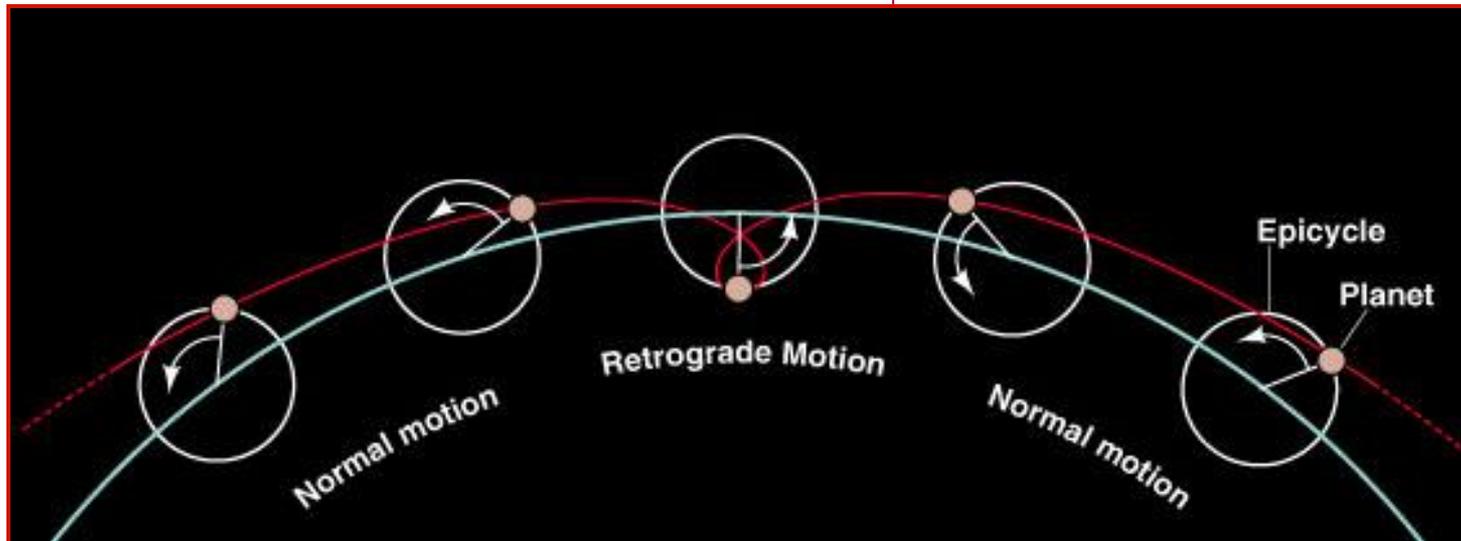
P — перигей деферента, S — планета, C — средняя планета (центр эпицикла)

Проверка модели Птолемея.

Предсказание: расчет положения планет

Наблюдение: скорость непостоянна, иногда планеты движутся в обратную сторону!

Уточнение модели: эпициклы



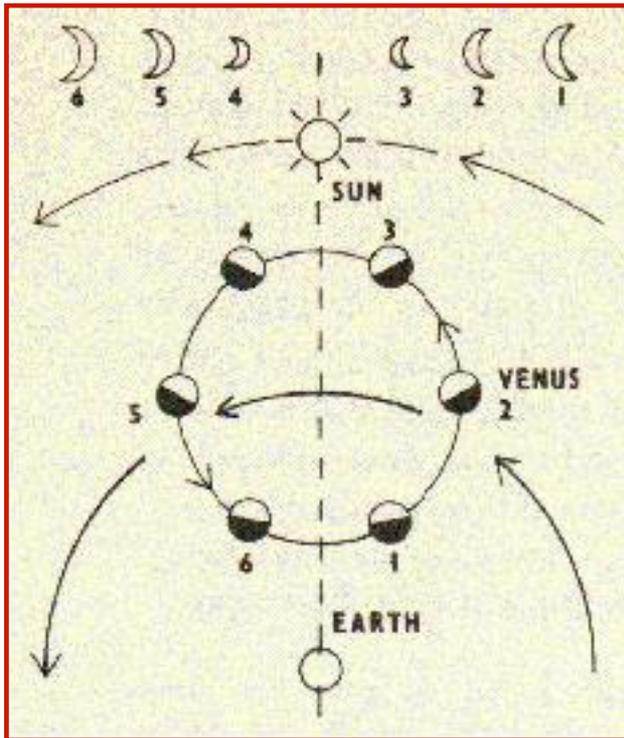
Полный успех! На 1500 лет!

Проверка геоцентрической модели.

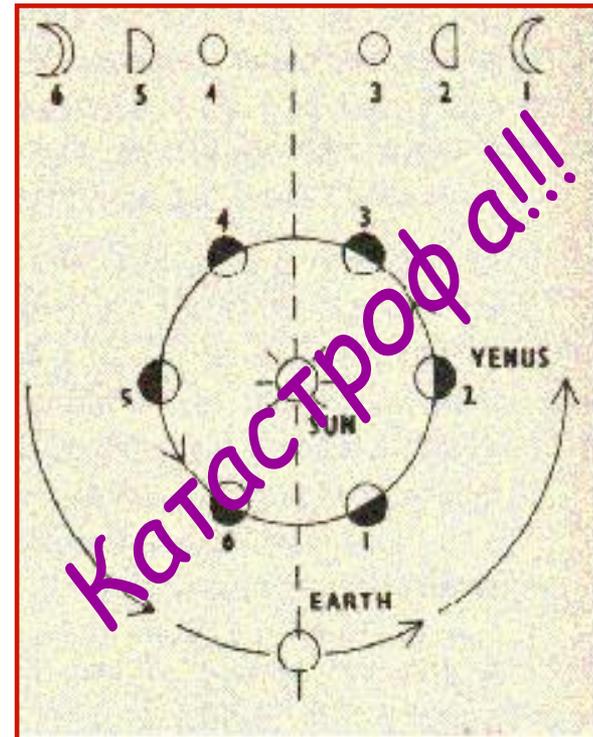
Предсказание: фазы Венеры

Наблюдение: полный набор фаз...

Модель Птолемея



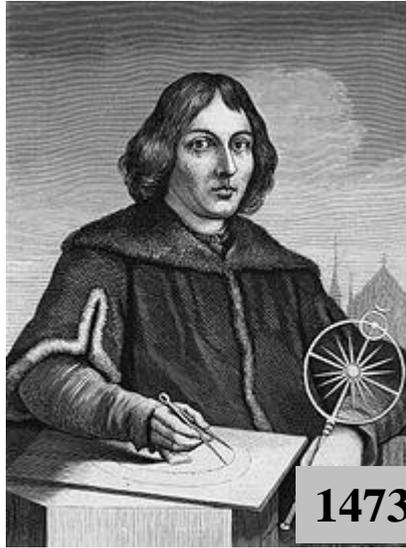
Галилей 1610г.



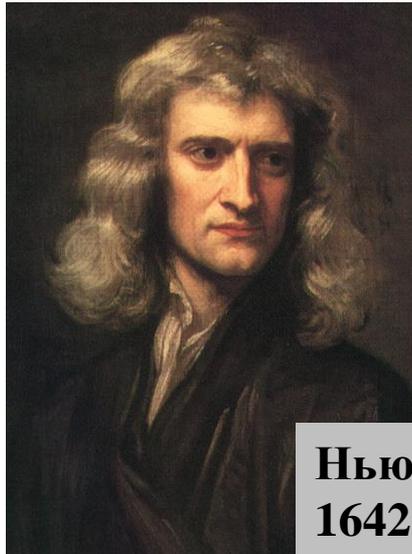
По данным опроса, проведённого в 2011 г. ВЦИОМ, **32 % !** россиян согласны с тем, что Солнце вращается вокруг Земли!

По результатам опроса, проведённого Нац. научн. фондом (США) в 2014 г., знали, что Земля вращается вокруг Солнца, **74 % американцев (< 100% !)**

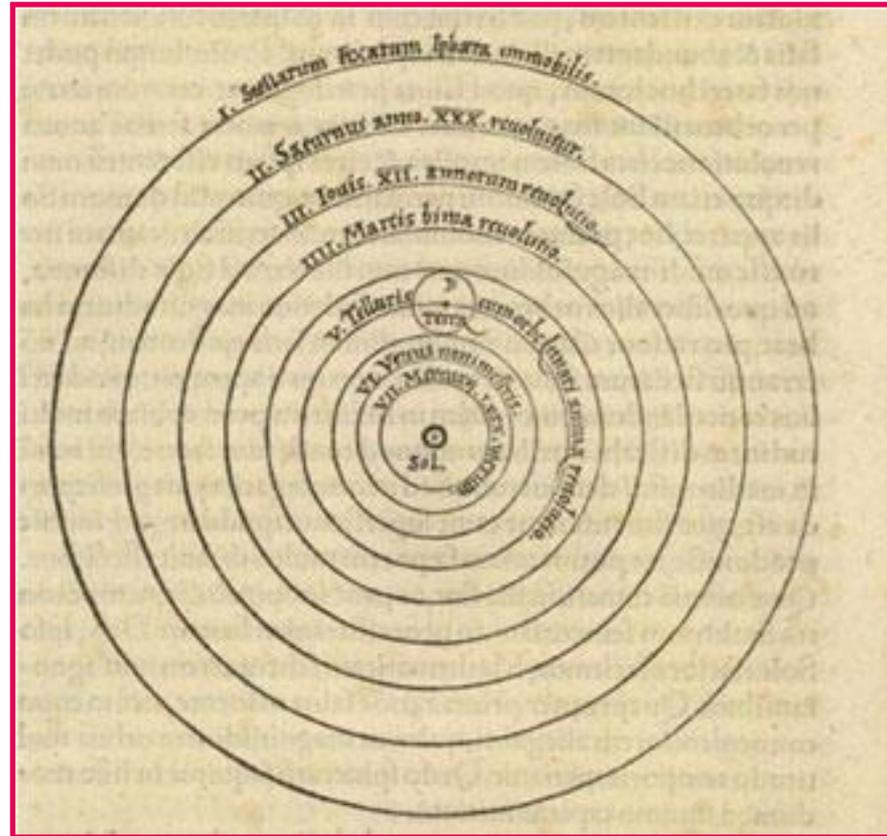
Гелиоцентрическая модель Вселенной Николая Коперника.



1473 - 1543



Ньютон И.
1642 - 1727



«А в центре всего покоится Солнце.»

Николай Коперник О вращении небесных

1543, Нюрнберг

Проверка гелиоцентрической системы.

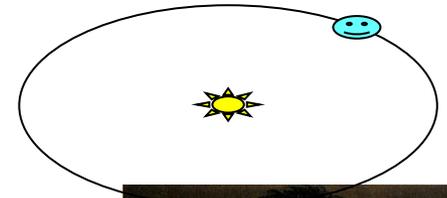
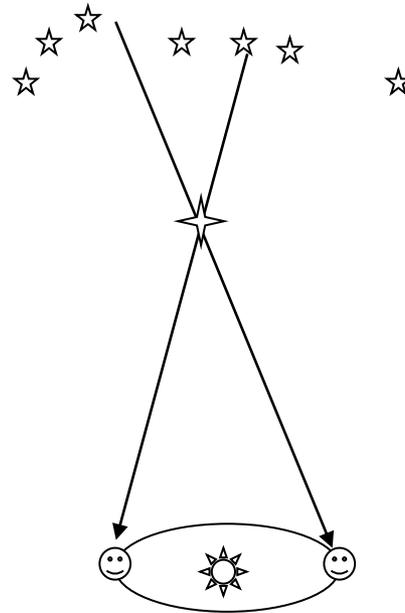
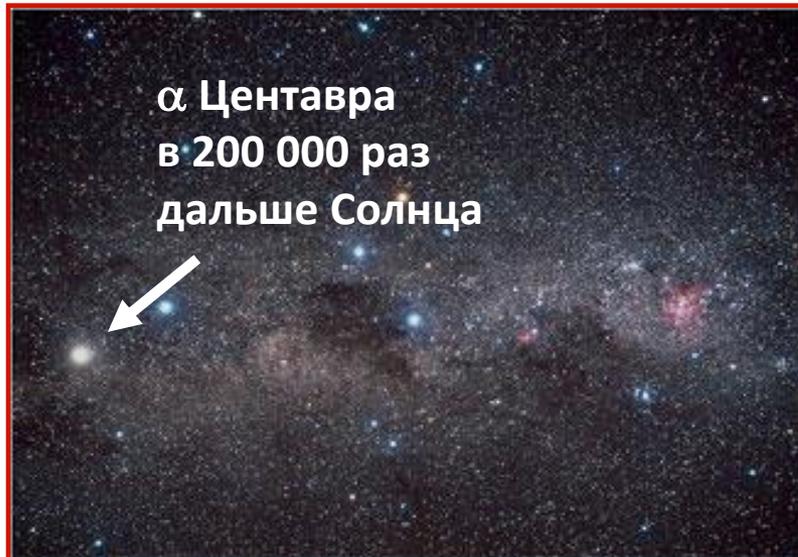
Описание движения планет с той же точностью, что в модели Птолемея.

Иоганн Кеплер обнаружил - орбиты имеют форму эллипсов.

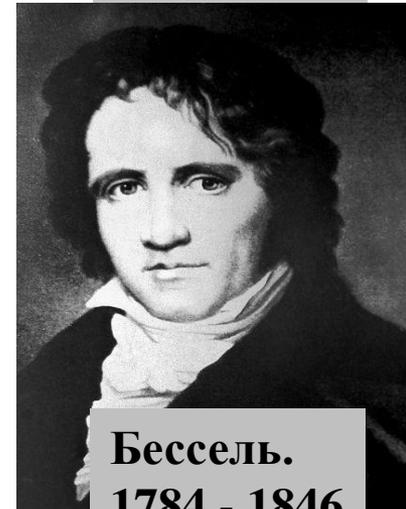
Предсказание: смещение звезд (параллакс) по мере годовичного движения Земли вокруг Солнца.

Наблюдение: отсутствие смещений

Катастрофа!? Нет! Но пришлось ждать наблюдений Бесселя в 1838 г.



Кеплер.
1571 - 1630



Бессель.
1784 - 1846

Проверка гелиоцентрической системы.

Предсказание: Солнце в центре Вселенной

Наблюдения: Солнце – не! центр Вселенной (1918)

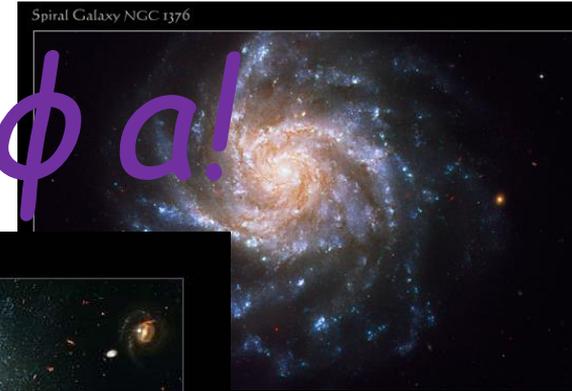
Наша галактика – это еще не вся Вселенная (1923)



Harlow Shapley 1885 - 1972

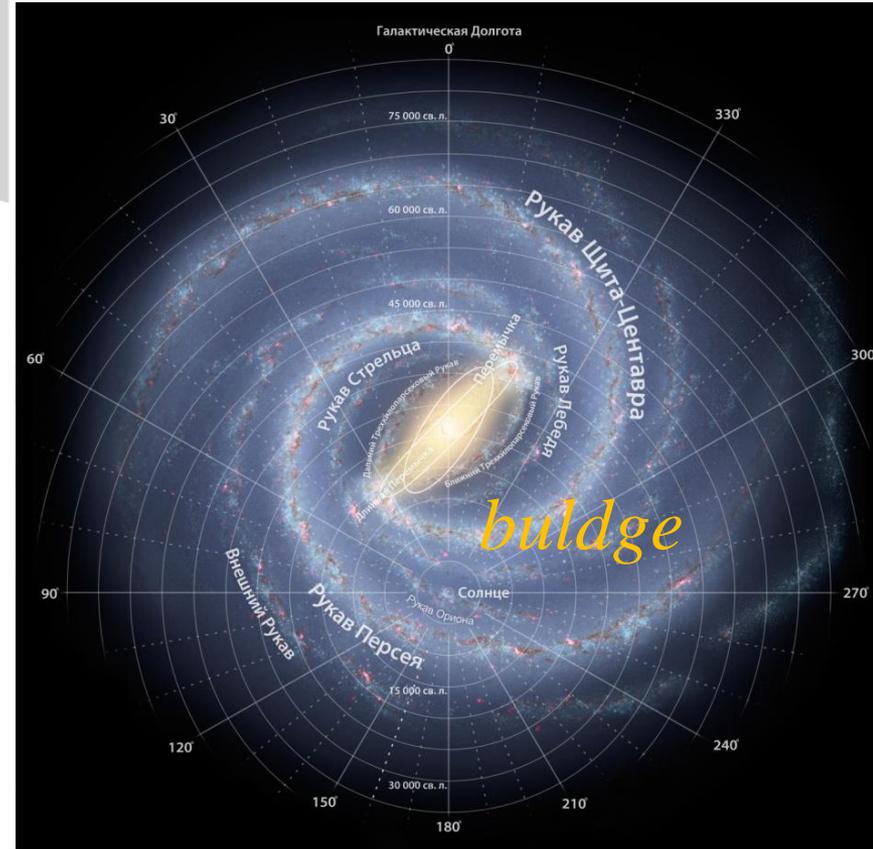
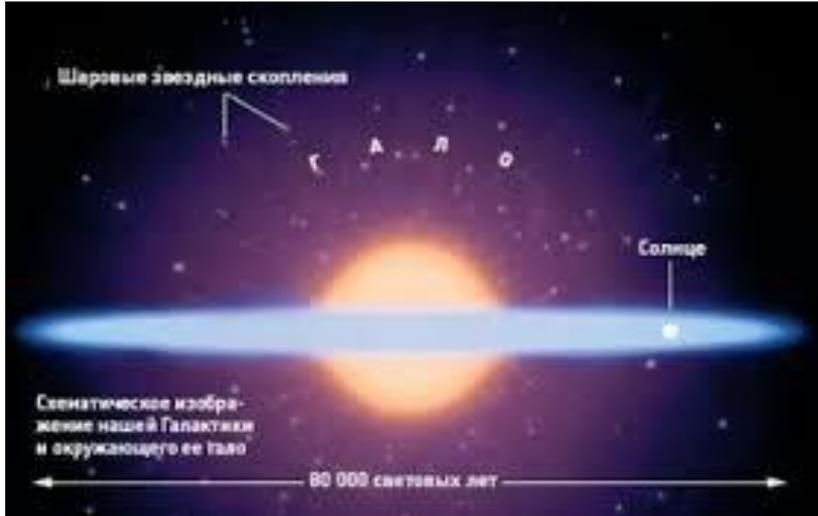


Эдвин Хаббл 1889 - 1953



Катастрофа!

Проверка гелиоцентрической системы.



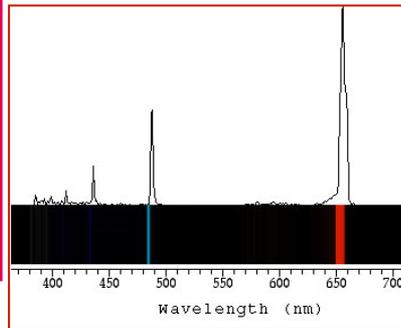
Расширяющаяся Вселенная, «Большой Взрыв».

А. Эйнштейн, 1915

Общая теория относительности



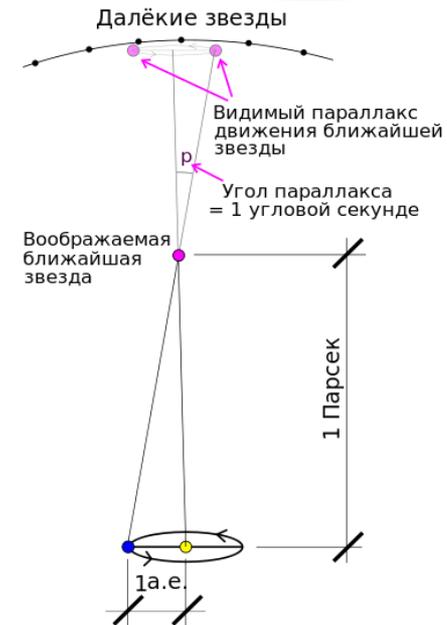
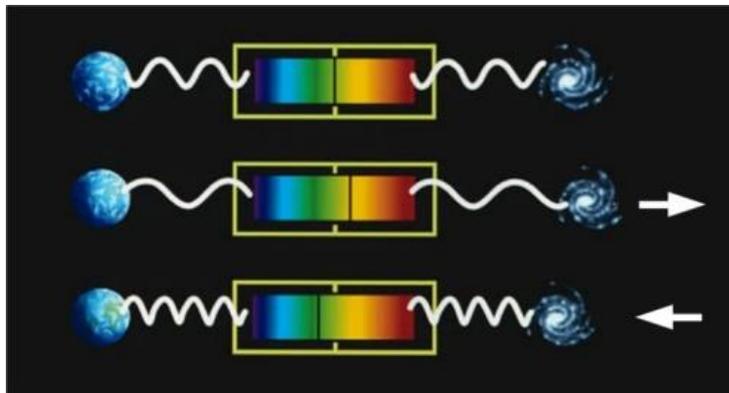
Спектр водорода



А. Фридман, 1921

Решение Фридмана

Э. Хаббл, 1929
Красное смещение



Движение Земли вокруг Солнца

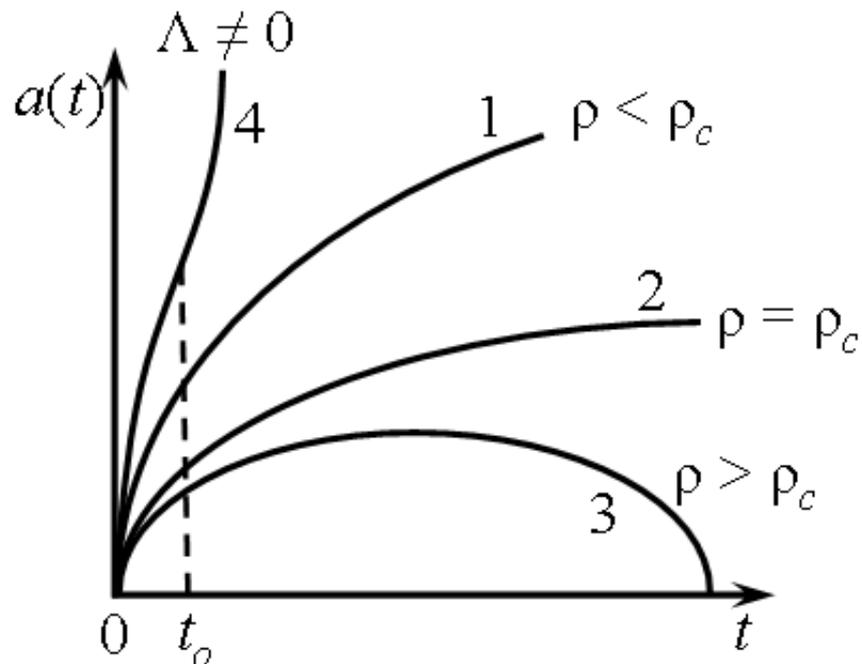
Расширяющаяся Вселенная, «Большой Взрыв».

А. Эйнштейн, 1915

Общая теория относительности

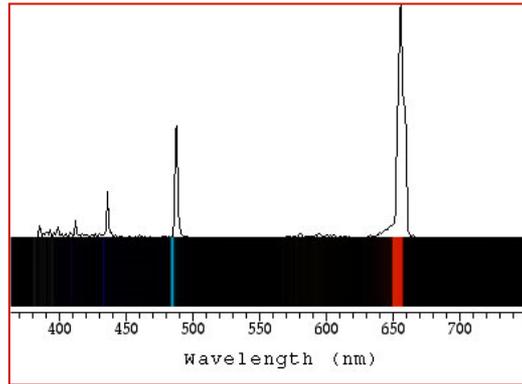
А. Фридман, 1921

Решение Фридмана

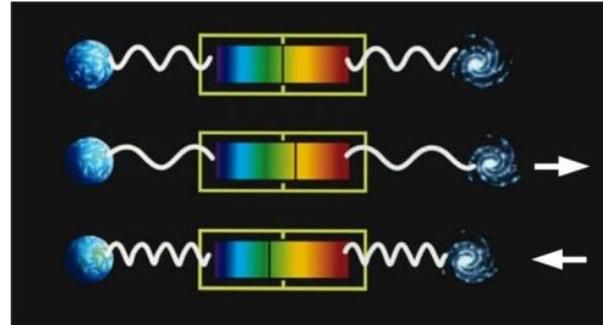


Расширяющаяся Вселенная, «Большой Взрыв».

Э. Хаббл, 1929
Красное смещение

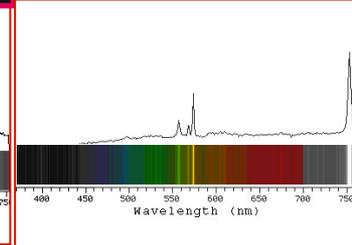
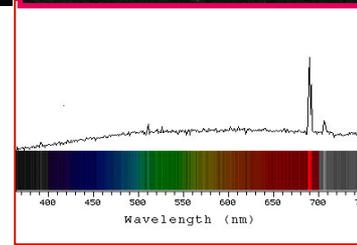
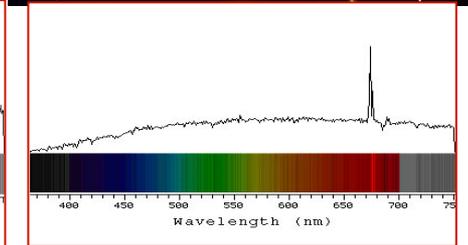
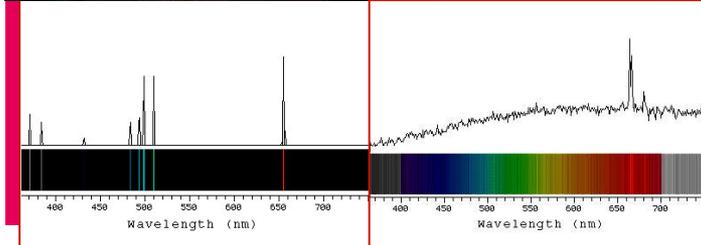
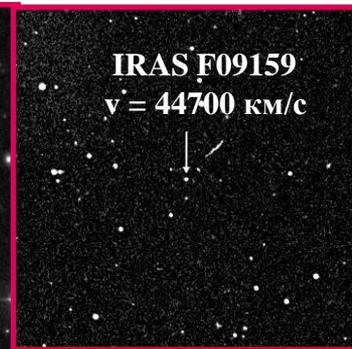
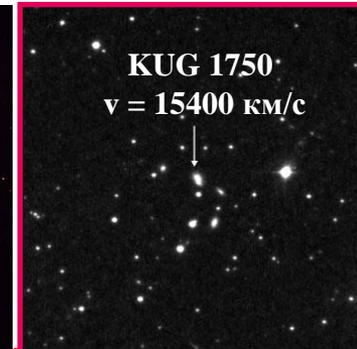
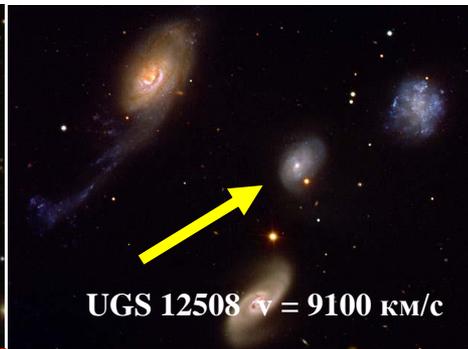
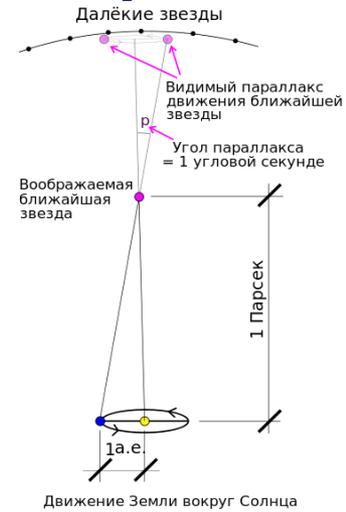


Спектр водорода эталон



$$V = H_0 \cdot D$$

$H_0 = 73.8 \pm 2.4$ км/с/Мпк
 D - расстояние до объекта
 1 Мпк = 3.08×10^{19} км =
 3.26×10^6 св. лет



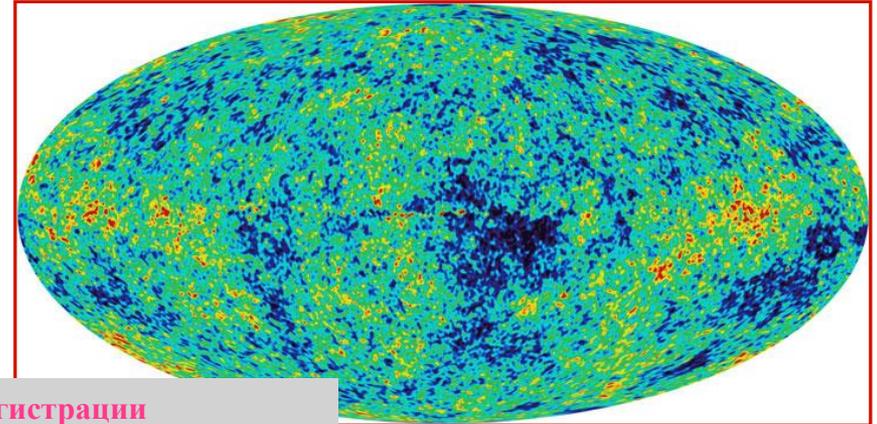
Проверка модели Большого Взрыва.

Предсказания: мы должны видеть остатки взрыва;

Наблюдения: Реликтовое излучение.
(Пензиас и Вильсон, 1965)



Эта антенна предназначалась для регистрации радиоволн, отраженных от сферических спутников – попытка создания дальней радиосвязи...

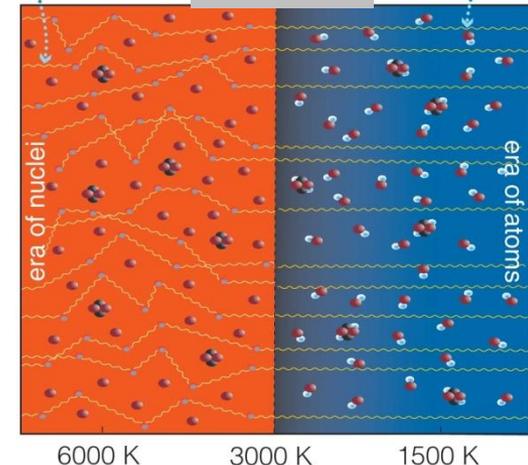


В раннее время, пока температура достаточно велика, фотоны находятся «в плену» у свободных электронов и протонов...

... после того, как образовались нейтральные связанные атомы, фотоны свободно движутся через пространство

время →
380 000 лет

Фотоны, возникшие при Большом Взрыве, «отделились от вещества» и начали свободно перемещаться в пространстве после того, как при температуре около 3000 К сформировались нейтральные атомы водорода и гелия. Это произошло через 300 – 400 тысяч лет после возникновения Вселенной.



← температура

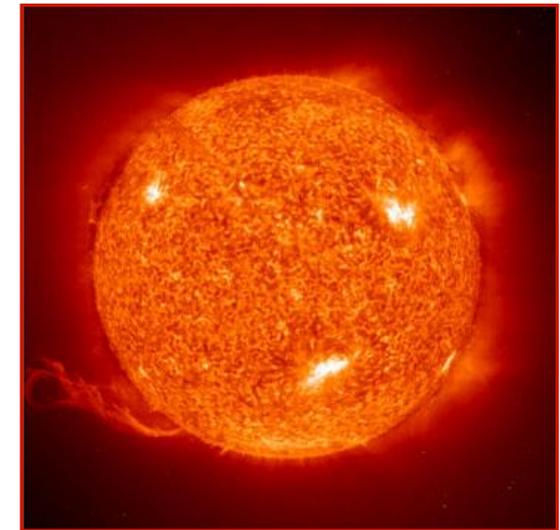
Проверка модели Большого Взрыва.

Предсказания: горячая и плотная Вселенная должна в основном состоять из водорода и гелия;

Распространение элементов во Вселенной

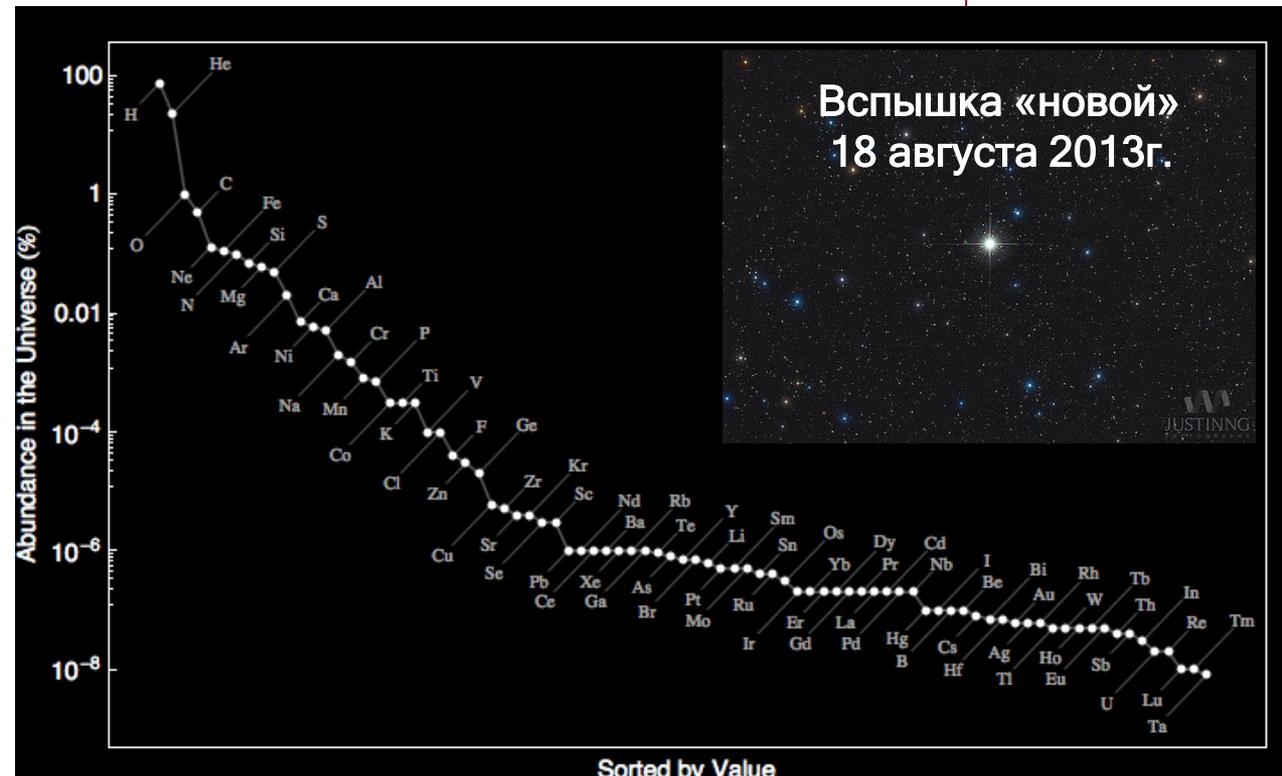
Вселенная состоит из ~ 75% водорода, ~ 25% гелия

Солнце: ~74,5% водорода, ~24% гелия

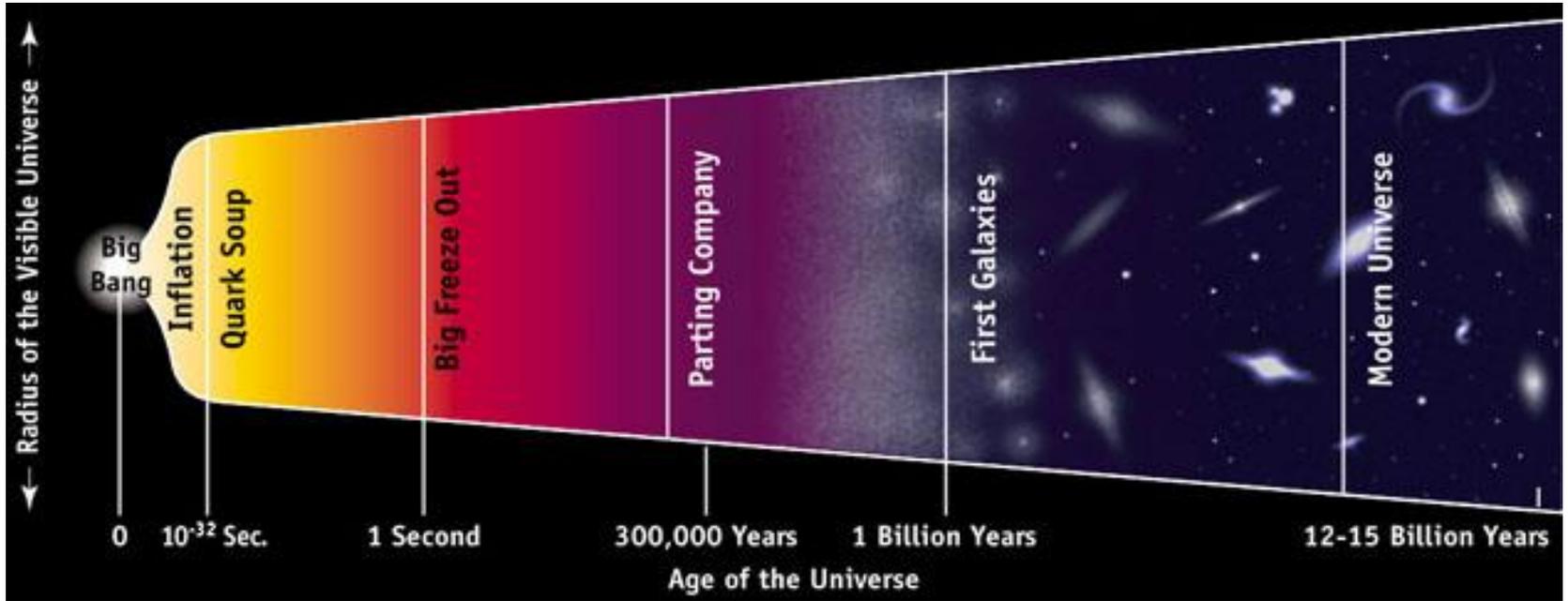


Замечательное согласие наблюдений с расчетом!

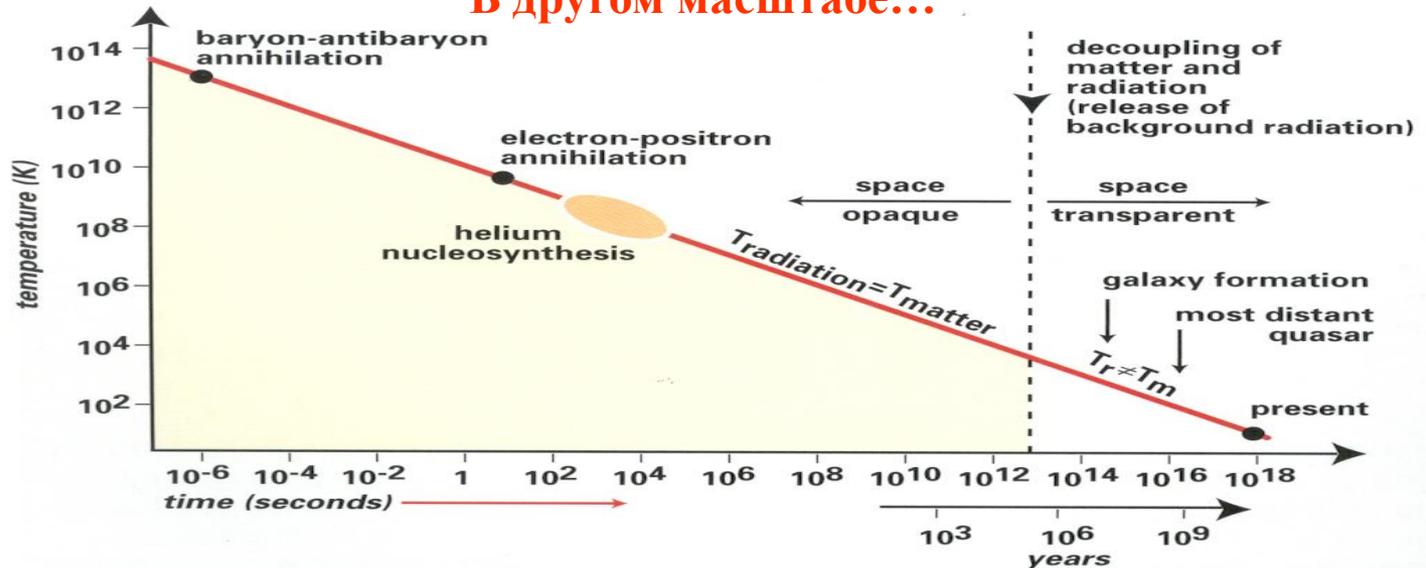
Вспышка «новой»
18 августа 2013г.



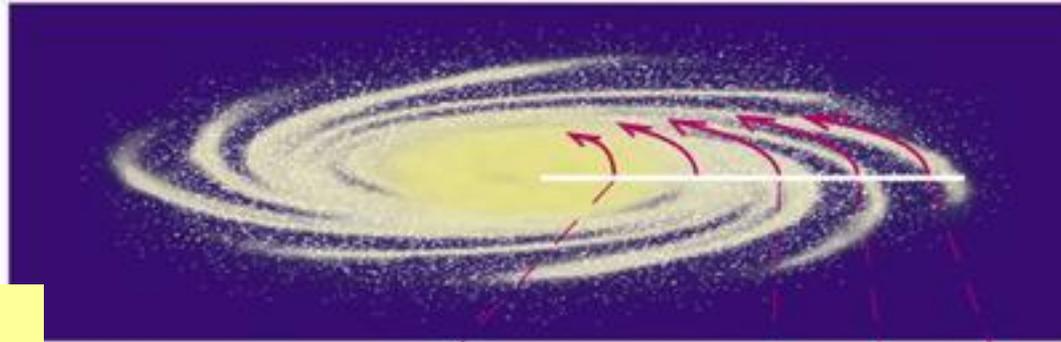
История Вселенной.



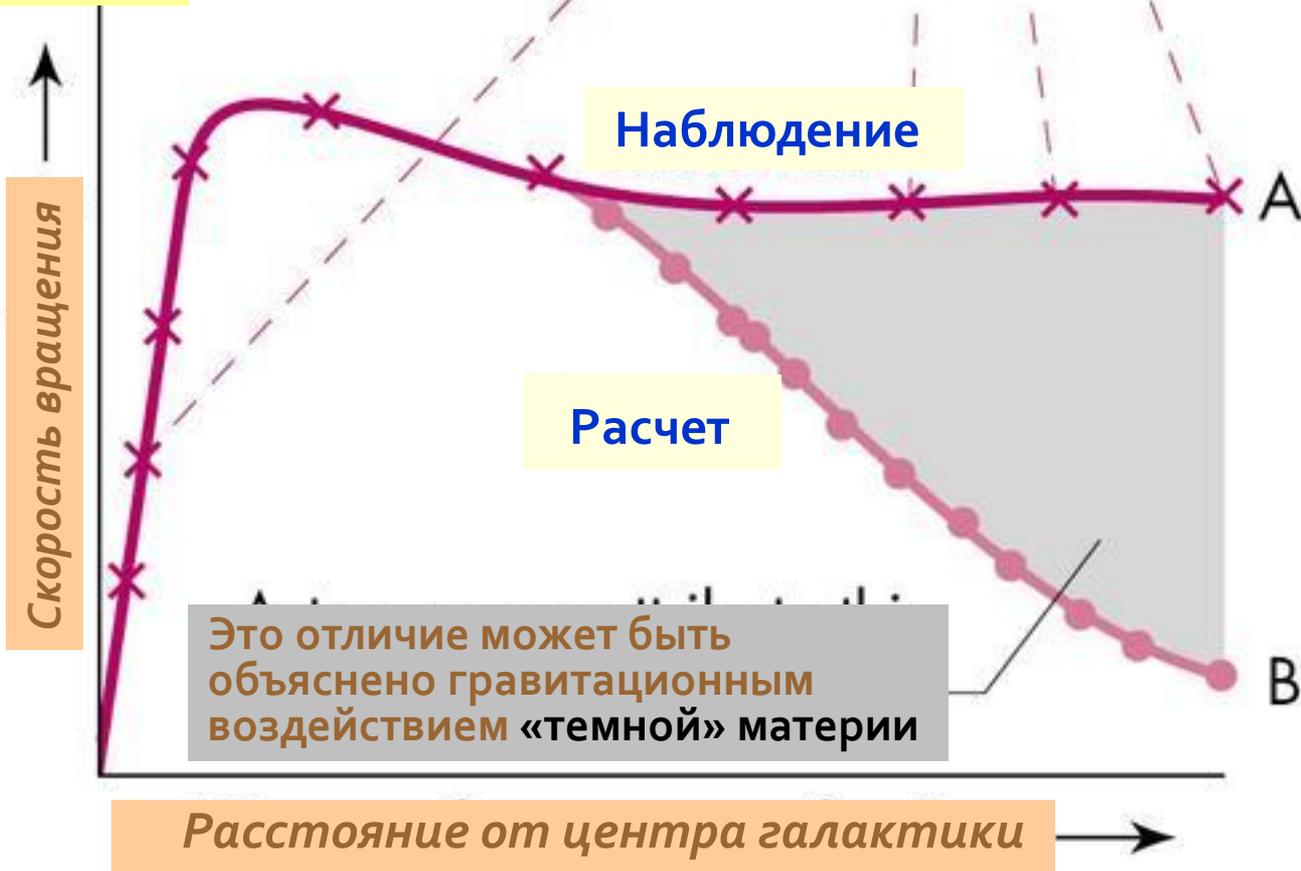
В другом масштабе...



Проверка продолжается. Сюрприз...



Скорости вращения звезд в рукавах галактик



Это отличие может быть объяснено гравитационным воздействием «темной» материи

Расстояние от центра галактики

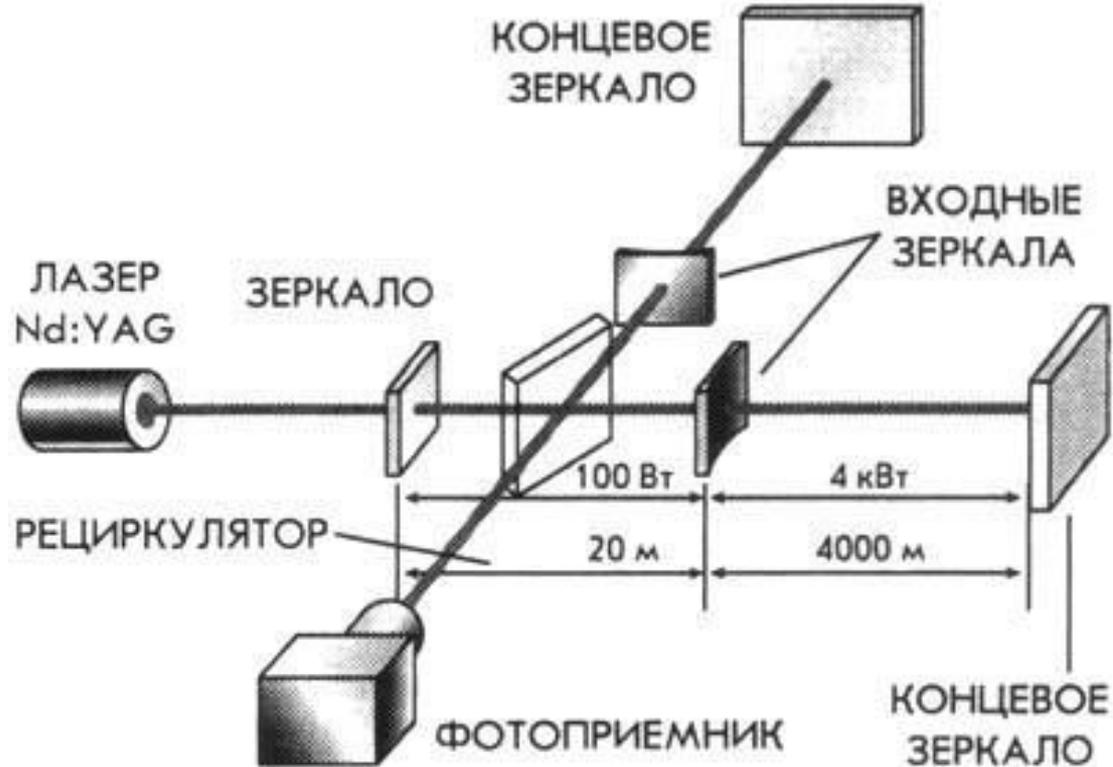
Так сегодня представляется состав Вселенной...





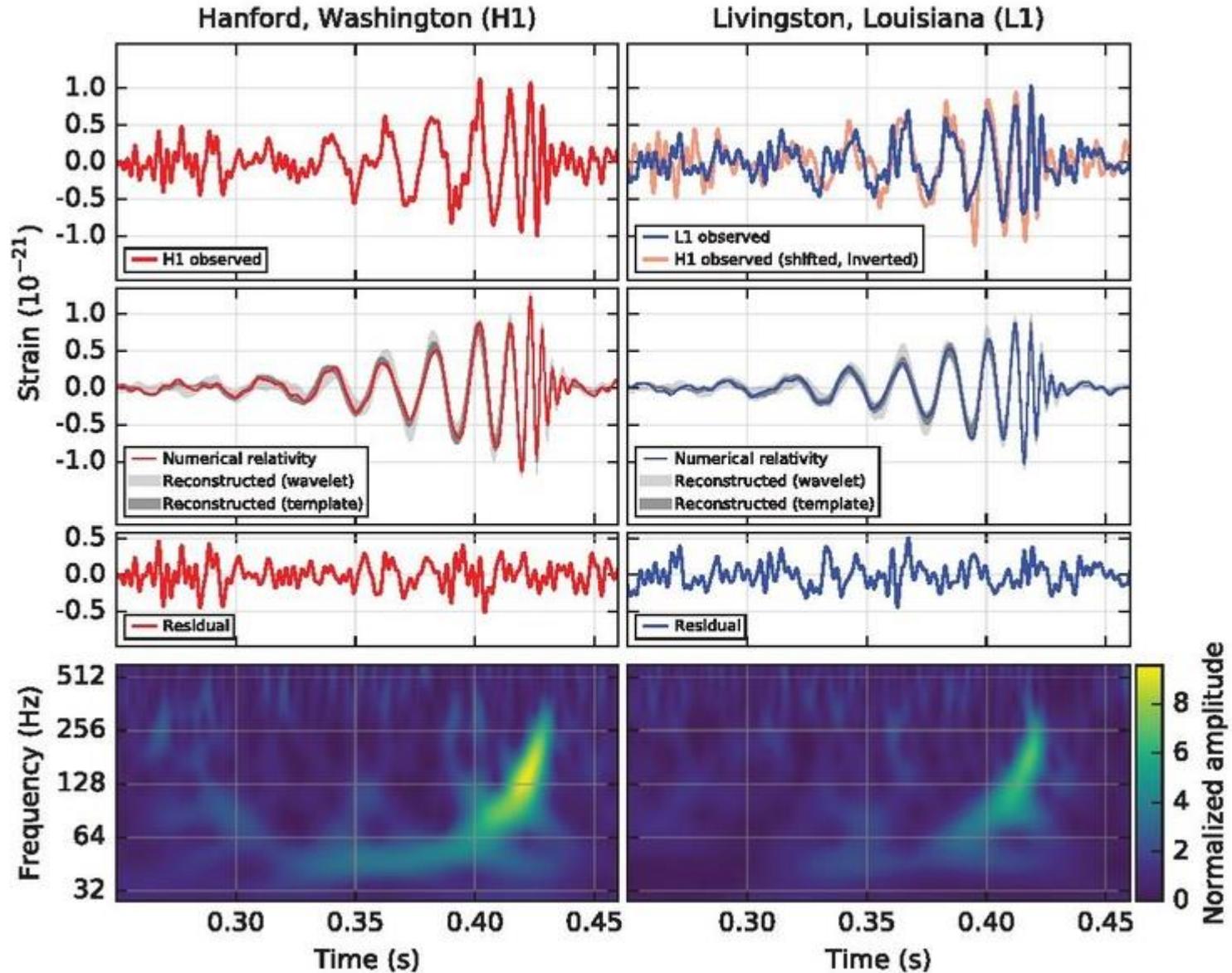
*ОТКРЫТИЕ
ГРАВИТАЦИОННЫХ
ВОЛН.*

Открытие гравитационных волн. 2016.

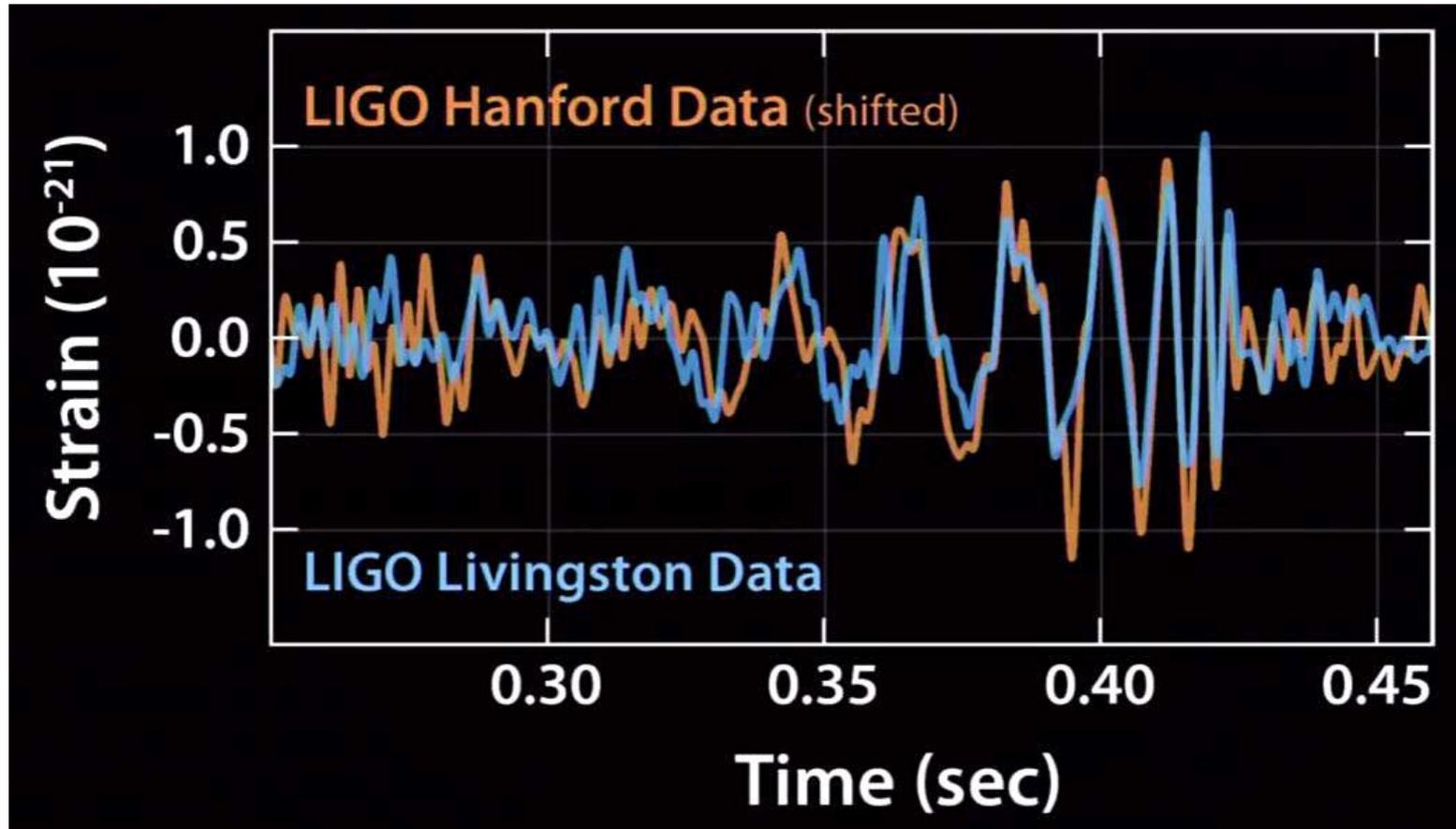


Оптическая схема интерферометра ЛИГО.
(2/2)

Открытие гравитационных волн. 2016.



Открытие гравитационных волн. 2016.





ПЕРСОНАЛИИ.

Гениальные физики.



Галилео Галилей.
1564-1642

Галилей – основатель экспериментальной физики. Своими экспериментами он убедительно опроверг умозрительную метафизику Аристотеля.

«Ни одно изречение Писания не имеет такой принудительной силы, какую имеет любое явление природы.»

Из письма Галилея.

«Требовалась исключительная сила духа, чтобы извлечь законы природы из конкретных явлений, которые всегда были у всех перед глазами, но объяснение которых тем не менее ускользало от пытливого взгляда философов.»

Ж.Л. Лагранж.

«Галилей, пожалуй, больше, чем кто-либо другой из отдельных людей, ответствен за рождение современной науки. Знаменитый спор с Католической Церковью занимал центральное место в философии Галилея, ибо он одним из первых объявил, что у человека есть надежда понять, как устроен мир, и, более того, что этого можно добиться, наблюдая наш реальный мир.»

Стивен Хокинг.

Гениальные физики.



**Иоганн Кеплер.
1571-1630**

Книгу «Тайна мироздания» Кеплер послал Галилею и астроному Тихо Браге. Галилей одобрил гелиоцентрический подход Кеплера. В дальнейшем они вели оживлённую переписку, и это обстоятельство (общение с «еретиком»-протестантом) на суде над Галилеем было особо подчёркнуто как отягчающее вину Галилея.

«Он жил в эпоху, когда еще не было уверенности в существовании некоторой общей закономерности для всех явлений природы. Какой глубокой у него была вера в такую закономерность, если работая в одиночестве никем не поддерживаемый и не понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого исследования!»

А. Эйнштейн. «Иоганн Кеплер»

В Праге Кеплер подрабатывал составлением гороскопов, одной из его обязанностей было составление гороскопов для императора.

«Конечно, эта астрология глупая дочка; но, Боже мой, куда бы делась её мать, высокомудная астрономия, если бы у неё не было глупенькой дочки! Свет ведь ещё гораздо глупее и так глуп, что для пользы этой старой разумной матери глупая дочь должна болтать и лгать.»

Кеплер.

Гениальные физики.

«Исаак Ньютон – гениальный английский физик и математик, один из величайших ученых в истории человечества. Ньютон сформулировал основные понятия и законы механики, открыл закон всемирного тяготения, создав тем самым физическую картину мира, остававшуюся неприкосновенной до начала XX –го века.»

Ландау и Китайгородский. «Физика для всех»

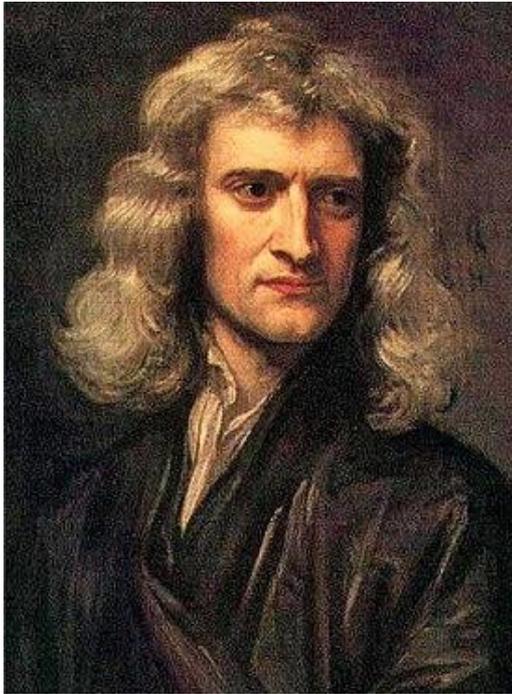
«Не знаю, чем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь только мальчиком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что до поры до времени отыскиваю камешек боле цветистый, чем обыкновенно, или красивую раковину, в то время как великий океан истины расстилается передо мной неисследованным.»

И. Ньютон.

Король Вильгельм III в 1696 г. назначил Ньютона хранителем Монетного двора. Ньютон занимает эту должность, покидает Кембридж и переезжает в Лондон.

В 1698 г. Монетный двор в ходе «Великого посольства» посещает Пётр I. В 1700 г. в России проведена монетная реформа, сходная с английской.

В 1705г. королева Анна за научные заслуги возвела Исаака Ньютона в рыцарское достоинство.



Исаак Ньютон.
1643-1727

Гениальные физики.

В конце жизни Эйнштейн кратко сформулировал свою систему ценностей:

«Идеалами, освещавшими мой путь и сообщавшими мне смелость и мужество были добро, красота и истина».

Интересно. Гениальный советский физик Лев Ландау создал собственную квалификационную шкалу «по достижениям». Классификация производилась по пятибалльной системе, причем в логарифмической шкале. Использовались десятичные логарифмы, т.е. физик класса 1 сделал в 10 раз больше, чем физик класса 2. В этой шкале по Ландау из физиков 20-го века **только Эйнштейн имел наивысший класс 0,5**. Бор, Гейзенберг, Шредингер, Дирак и некоторые другие имели класс 1. Себя Ландау относил сначала только к классу 2,5, а потом перевел в класс 2, и только к концу жизни к классу 1,5.

Из книги В.Л. Гинзбурга. О Льве Давидовиче Ландау – физике и человеке.



Альберт Эйнштейн.
1879-1955

Нобелевские лауреаты по ...физиологии и медицине.

Взаимопроникновение наук: физика биологии

1962	Джеймс Уотсон, Френсис Крику	За открытия в области молекулярной структуры нуклеиновых кислот и за определение их роли для передачи информации в живой материи
1968	Роберт Холли, Хар Гобинд Корана, Маршалл Ниренберг	За расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белков .
1979	Розалин Сасмен Ялоу	За развитие радиоиммунологических методов определения пептидных гормонов
2003	Пол Лотербур, Питер Мэнсфилд	За изобретение метода магнитно-резонансной томографии .
2006	Эндрю Файер, Крейг Мелло, Марио Капекки	За открытие РНК-интерференции - эффекта гашения активности определённых генов.
2008	Франсуаза Барре-Синусси, Люк Монтанье	За открытие ВИЧ .
2013	Джеймс Ротман, Рэнди Шекман, Томас Зюдхоф	За открытия механизмов регуляции везикулярного транспорта — основной транспортной системы наших клеток

All things by immortal power
Near or far
Hiddenly
To each other linked are,
That thou canst not stir a flower
Without troubling of a star...

Francis Thompson (1857 - 1907)

Книга природы написана языком математики.

Галилео Галилей

Мир электрона

**Быть может, эти электроны
Миры, где пять материков,
Искусства, знанья, войны, троны
И память сорока веков!**

**Ещё, быть может, каждый атом -
Вселенная, где сто планет;
Там - всё, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.**

**Их меры малы, но все та же
Их бесконечность, как и здесь;
Там скорбь и страсть, как здесь, и даже
Там та же мировая спесь.**

**Их мудрецы, свой мир бескрайный
Поставив центром бытия,
Спешат проникнуть в искры тайны
И умствуют, как ныне я;**

**А в миг, когда из разрушенья
Творятся токи новых сил,
Кричат, в мечтах самовнушенья,
Что бог свой светоч загасил!**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

<http://phys.nsu.ru/fit>

<http://el.nsu.ru>



**ЖЕЛАЮ УСПЕХОВ
В ИЗУЧЕНИИ
ФИЗИКИ.**