

ПРЕДМЕТ ФИЗИКИ И ЕЁ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Тема 1. ПРЕДМЕТ ФИЗИКИ И ЕЁ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

- 1. Предмет физики
- 2 .Методы физических исследований. Роль модельных представлений в физике
- 3.Системы единиц физических величин
- 4. Физика и другие науки
- 5. Пространственно-временные отношения






1. Предмет физики

Главная цель любой науки, в том числе и физики, рассматривается как приведение в систему сложных явлений, регистрируемых нашими органами чувств, т.е. упорядочение того, что мы называем «окружающим нас миром».

*Окружающий нас мир, все существующее вокруг нас и обнаруживаемое нами посредством ощущений, представляет собой **материю**.*





Материя – это объективная реальность, данная нам в ощущениях.

Неотъемлемым свойством материи и формой её существования является **движение** – это в широком смысле слова – всевозможные изменения материи – от простого перемещения до сложнейших процессов мышления.

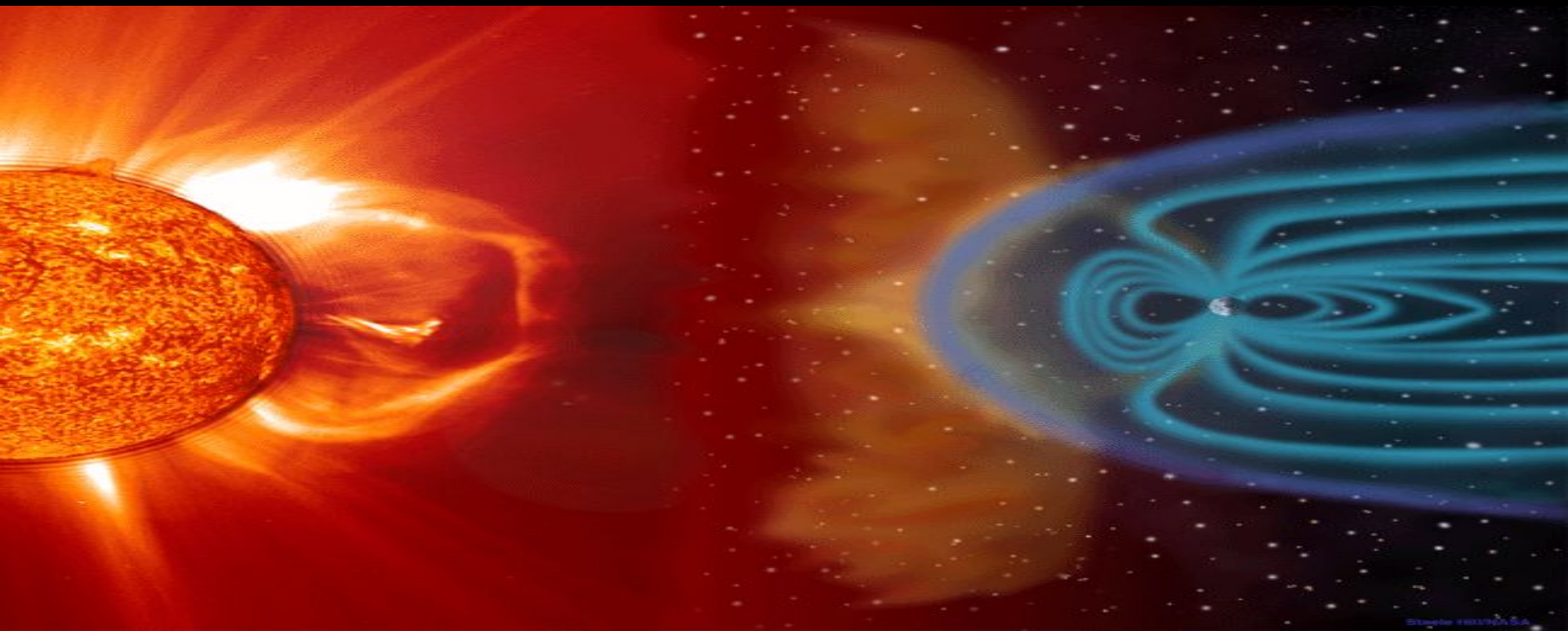
Дать строгое определение предмета физики довольно сложно, потому что границы между физикой и рядом смежных дисциплин условные.

Академик **А.Ф. Иоффе** (1880 – 1960), российский физик, определил *физику, как науку, изучающую общие свойства и законы движения вещества и поля.*



В настоящее время общепринято, что все взаимодействия осуществляются посредством *полей* (например, гравитационных, электромагнитных, полей ядерных сил).

Поле, наряду с веществом, является одной из форм существования материи. *Неразрывная связь поля и вещества, а также различие в их свойствах будут рассмотрены нами по мере изучения курса физики.*




2. Методы физических исследований. Роль модельных представлений в физике

В курсе физики мы часто будем использовать понятия:

эксперимент,
гипотеза,
теория,
модель,
закон.


Каждая наука определяется не только предметом изучения, но и специфическими методами, которые она применяет.





Основным методом исследования в физике является **опыт** – наблюдение исследуемых явлений в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений, многократно воспроизводить его при повторении этих условий.

Наиболее широко в науке используется **индуктивный метод**, заключающийся в том, что при наблюдениях накапливаются факты.

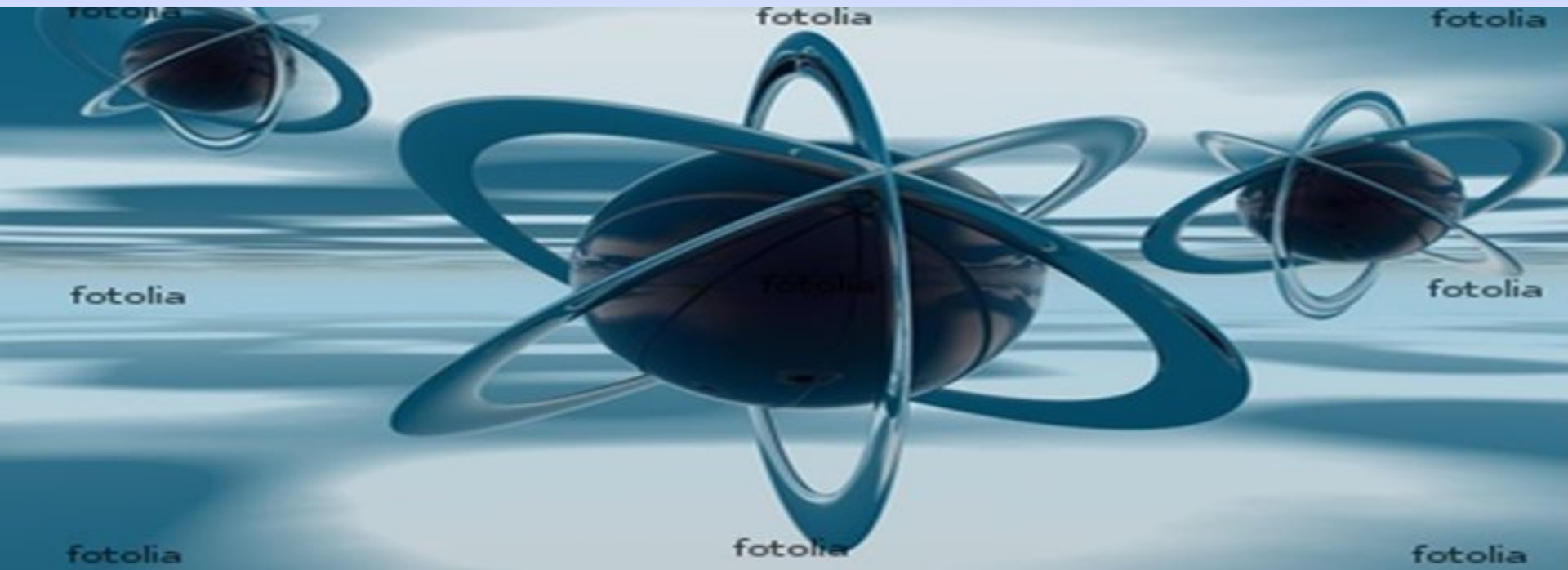




Затем эти факты обобщают и выявляют общую закономерность, называемую **гипотезой**. На следующем этапе познания ставят специальные эксперименты для проверки гипотезы. Если результаты эксперимента не противоречат гипотезе, то последняя получает статус **теории**.

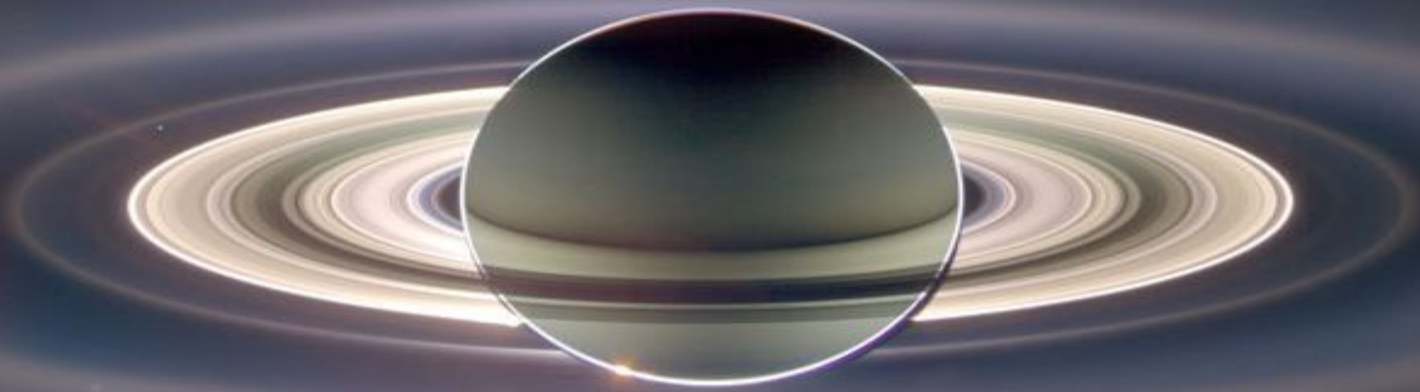
Однако научное познание нельзя представлять в виде механического процесса накопления фактов и «измышления» теорий. Это творческий процесс.

Теории никогда не выводят непосредственно из наблюдений, напротив, их создают для объяснения полученных из опыта фактов в результате осмысления этих фактов разумом человека. Например, к атомистической теории, согласно которой вещество состоит из атомов, ученые пришли вовсе не потому, что кто-либо реально наблюдал атомы (в XVIII веке это не удавалось никому).

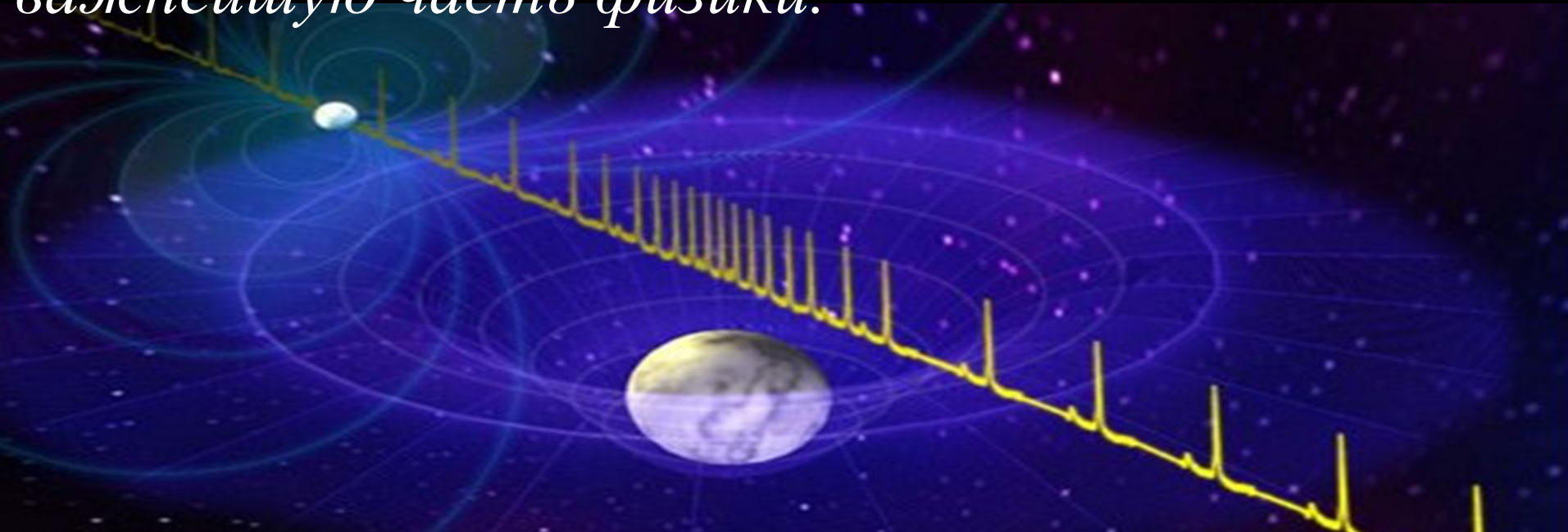



Представление об этом было создано творческим разумом человека. Аналогичным образом возникли и такие фундаментальные теории, как специальная теория относительности (СТО), электромагнитная теория света и закон всемирного тяготения Ньютона.

Великие научные теории, как творческие достижения, можно сравнить с великими творениями литературы и искусства.



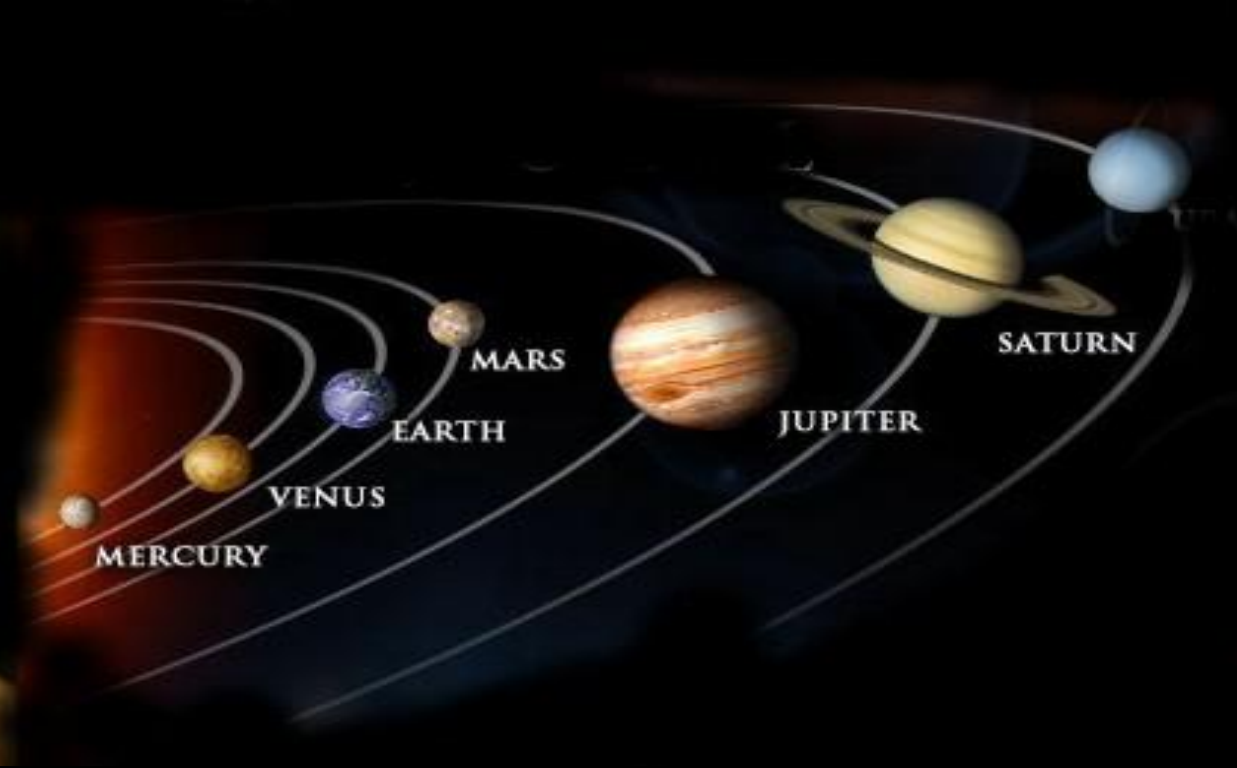
Однако, наука всё же существенно отличается от других видов творческой деятельности человека и основное отличие состоит в том, что наука требует проверки своих понятий или теорий — её предсказания должны подтверждаться экспериментом. Действительно, *тщательно поставленные эксперименты представляют собой важнейшую часть физики.*



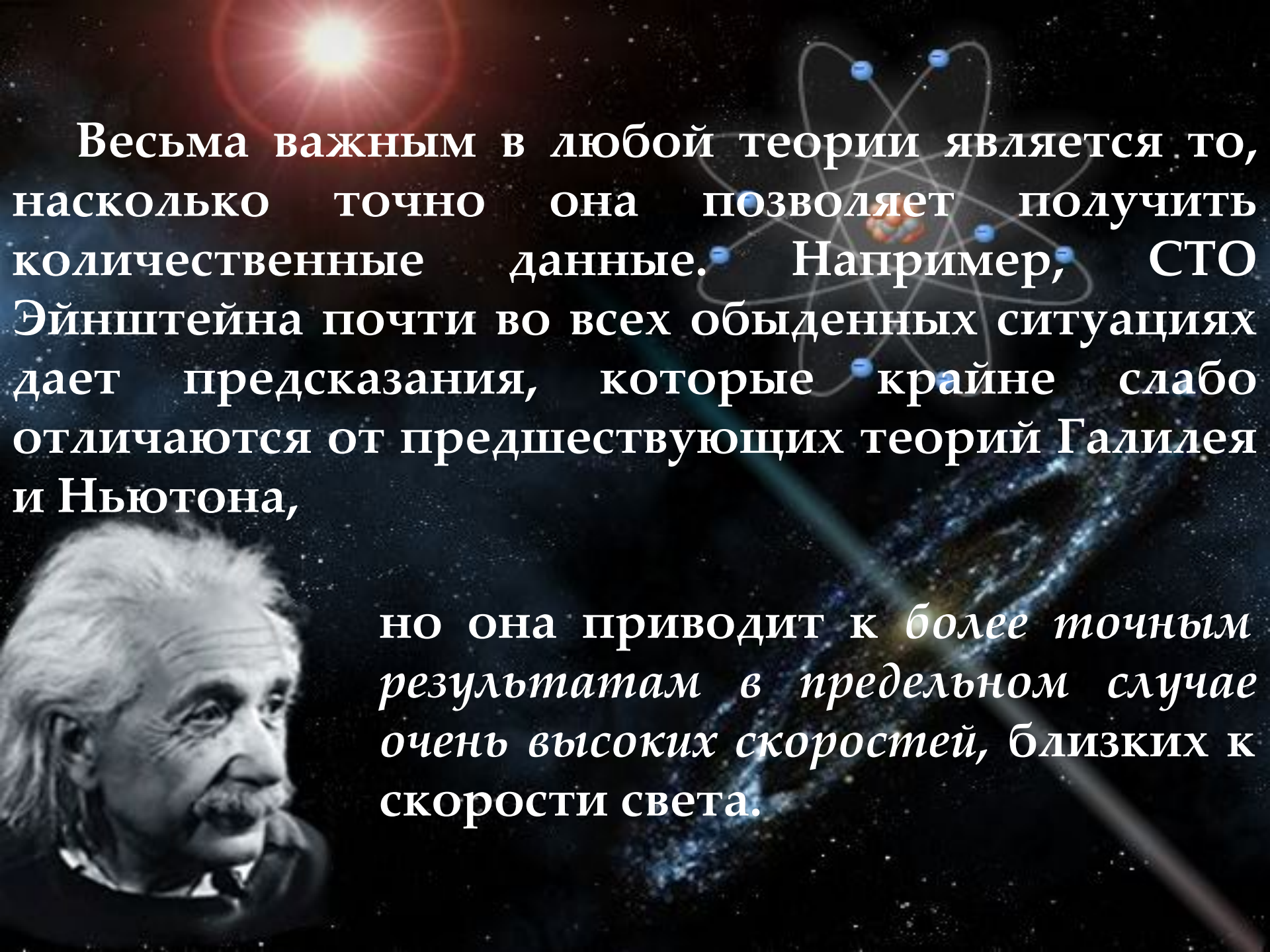


История свидетельствует о том, что созданные теории, отслужив свой срок, сдаются в архив, а им на смену приходят новые теории.

В некоторых случаях новая теория принимается учеными потому, что её предсказания согласуются количественно с экспериментом лучше, чем прежняя теория. Во многих случаях, новую теорию принимают, когда по сравнению с прежней теорией она позволяет объяснить более широкий класс явлений.

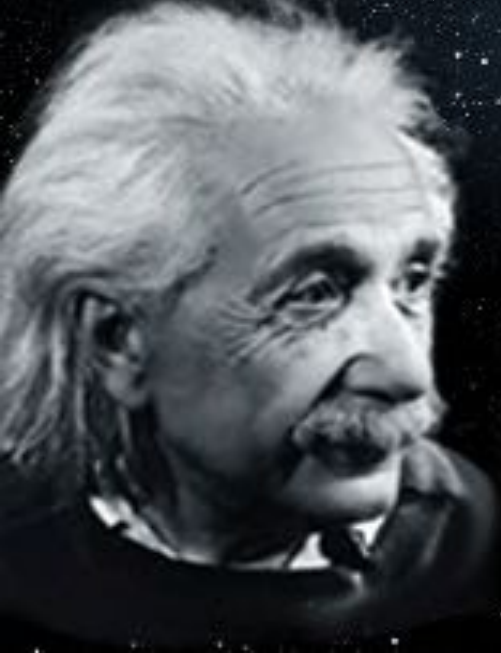


Например, построенная Коперником теория Вселенной с центром на Солнце, не описывала движение небесных тел более точно, чем построенная раньше Птолемеем теория Вселенной с центром на Земле. Однако, теория Коперника содержит некоторые новые важные следствия. В частности, с её помощью становилось возможным определение порядка расположения планет Солнечной системы и расстояний до них, для Венеры были предсказаны фазы, аналогичные лунным.



Весьма важным в любой теории является то, насколько точно она позволяет получить количественные данные. Например, СТО Эйнштейна почти во всех обыденных ситуациях дает предсказания, которые крайне слабо отличаются от предшествующих теорий Галилея и Ньютона,

но она приводит к более точным результатам в предельном случае очень высоких скоростей, близких к скорости света.





Эйнштейн Альберт (1879 – 1955) – выдающийся физик-теоретик, один из основателей современной физики, создатель специальной и общей теории относительности, коренным образом изменивших представления о пространстве, времени и материи. Исходя из своей теории, открыл в 1905 г. закон взаимосвязи массы и энергии.

EINSTEIN



If success is equal to A ,
then $A = x + y + z$.
 $X = \text{play}$, $Y = \text{work}$,
 $Z = \text{to keeping your mouth shut.}$

Под влиянием СТО Эйнштейна существенно изменилось наше представление о пространстве и времени. Более того, мы пришли к пониманию взаимосвязи массы и энергии на основе знаменитого соотношения

Таким образом, теория относительности резко изменила наши взгляды на природу физического мира.

Пытаясь понять и объяснить определенный класс явлений, ученые часто прибегают к использованию **модели**.



Законом называют некоторые краткие, но достаточно общие утверждения относительно характера явления природы (таково, например утверждение о сохранении импульса). Иногда подобные утверждения принимают форму определенных соотношений между величинами, описывающими явления: **например, закон всемирного тяготения Ньютона, согласно которому**

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}. \quad (1.2.1)$$

Для того, чтобы называться законом, утверждение должно выдержать экспериментальную проверку **в широком классе наблюдаемых явлений**, т.е. **закон вносит объединяющее начало для многих наблюдений**.

Таков основной путь развития человеческих знаний, в том числе и физических.

Однако известны случаи, когда путь открытия был противоположным описанному. Это так называемый *дедуктивный метод*, когда на основе общих закономерностей выделяются частные явления.

Так, на основе закона всемирного тяготения, Лаверье в 1848 г. открыл планету Нептун, а Тамбо, в 1930 г. – Плутон.



3. Системы единиц физических величин

Наиболее важные законы устанавливают связь между физическими величинами. А значит, эти величины необходимо измерять.

Измерение физической величины есть действие, выполняемое с помощью средств измерений для нахождения значения физической величины в принятых

единицах. Единицы физических величин можно выбрать

произвольно, но тогда возникнут трудности при их сравнении.

Поэтому целесообразно ввести систему единиц, охватывающую единицы всех физических величин.





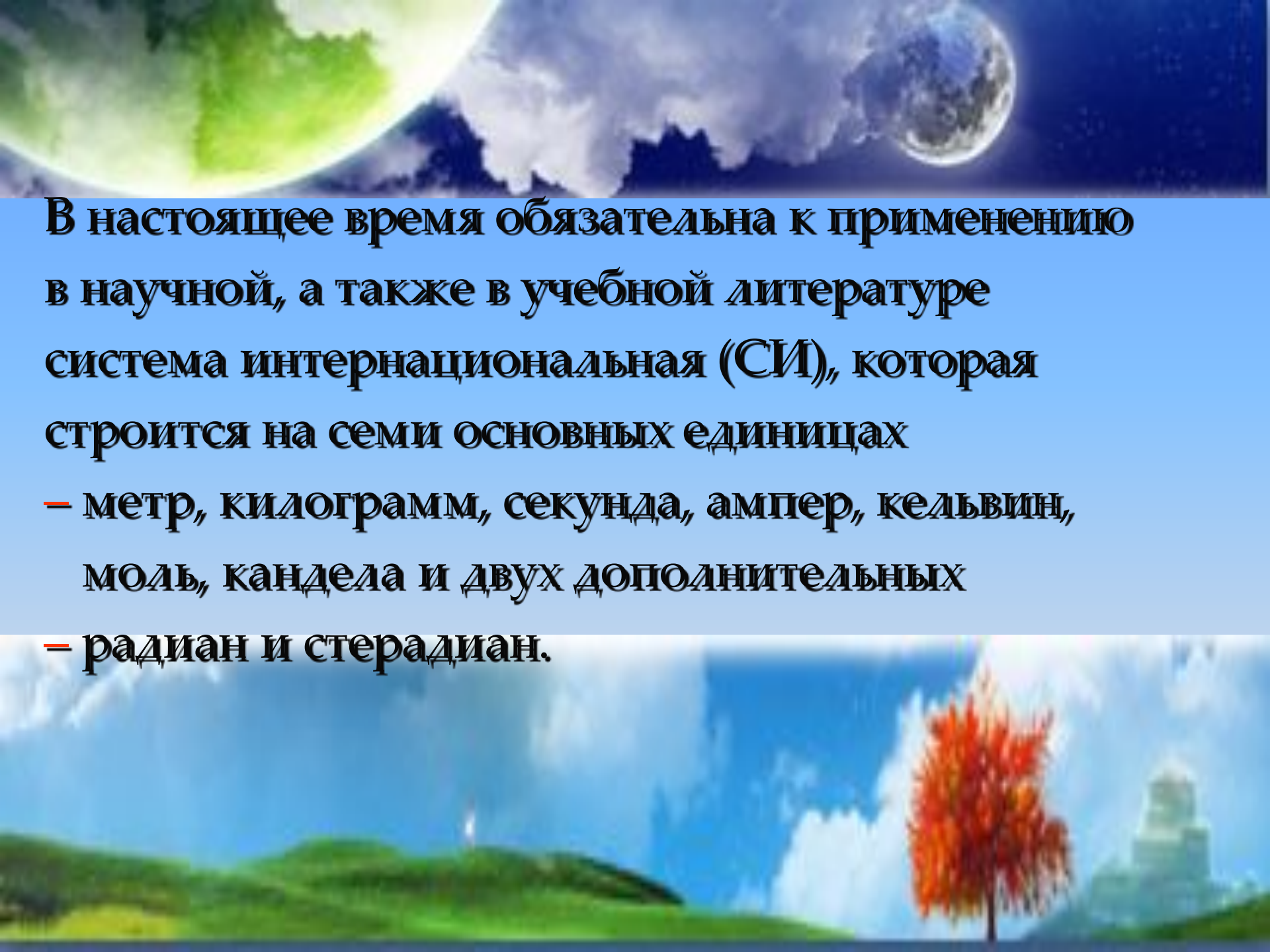
Для построения системы единиц произвольно выбирают единицы для нескольких не зависящих друг от друга физических величин.

Эти единицы называются основными.

Остальные же величины и их единицы выводятся из законов, связывающих эти величины и их единицы с основными единицами.

Они называются производными.





В настоящее время обязательна к применению в научной, а также в учебной литературе система интернациональная (СИ), которая строится на семи основных единицах

- метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела и двух дополнительных**
- радиан и стерадиан.**

ОСНОВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

МЕХАНИКА

Метр (м) – длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ с.

Килограмм (кг) – масса, равная массе международного прототипа килограмма (платиноиридиевого цилиндра, хранящегося в международном бюро мер и весов в Севре, близ Парижа).

Секунда (с) – время, равное 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома Cs-133.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Кельвин (К) – $1/273.16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды.

Моль (моль) – количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в нуклиде С-12 массой 0.012 кг.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Ампер (А) – сила не изменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, создает между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины.

ОПТИКА

Кандела (кд) – сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Радян (рад) – угол между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу.

Стерадян (ср) – телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

Для установления производных единиц используются физические законы, связывающие их с основными единицами. Например, из формулы равномерного прямолинейного движения

$$v = s/t$$

s - пройденный путь,

t - время,

Производная единицы скорости получается равной 1 м/с.

4. Физика и другие науки

Как говорил Ричард Фейнман в своих лекциях по физике:

«Физика – это самая фундаментальная, самая всеобъемлющая из всех наук: огромным было её влияние на все развитие науки.»

Действительно, ведь нынешняя физика вполне равноценна давнишней **натуральной философии**, из которой возникло большинство современных наук.



Не зря физику вынуждены изучать студенты всевозможных специальностей; во множестве явлений она играет основную роль».

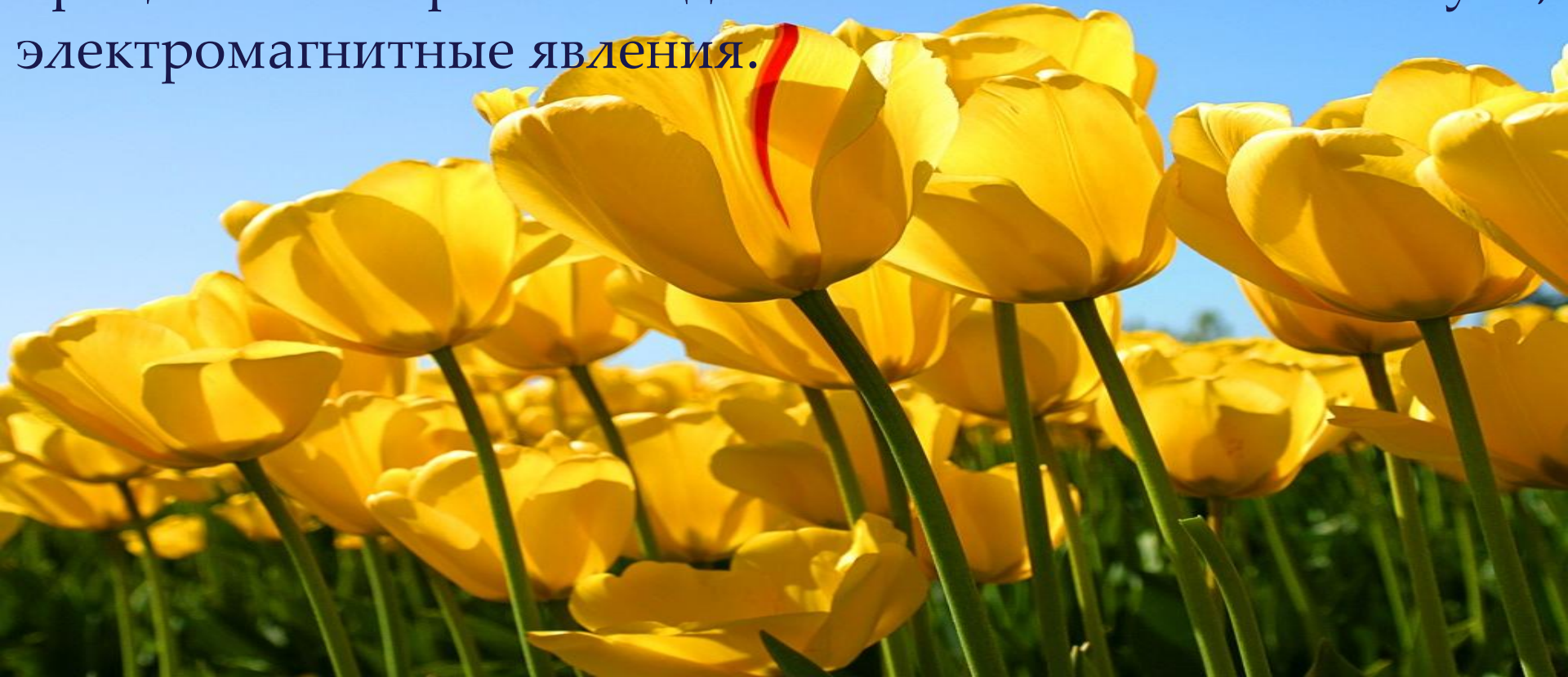
Химия (неорганическая) – испытывает на себе влияние физики более, чем любая другая наука. Все химические процессы – это образование или разрушение связи между валентными электронами. Собственно, теоретическая химия – это физика.



Астрономия – старше физики. Но как наука астрономия встала на ноги только тогда, когда физики смогли объяснить, почему планеты и звезды движутся именно так, а не иначе. Самым поразительным открытием астрономии был тот факт, что звезды состоят из тех же атомов, что и Земля. Доказано это было физиками-спектроскопистами. Откуда звезды черпают свою энергию? Ясно это стало только к 1940 г., после открытия физиками реакции деления и термоядерного синтеза. Астрономия столь близка к физике, что трудно провести грань между ними.



Биология. Механизм всех биологических процессов можно понять только на молекулярном и внутриклеточном уровне. И здесь биологам не обойтись без знания физики и без физической аппаратуры (например, электронных микроскопов, с помощью которых была открыта структура ДНК), а сложнейшие процессы нервной деятельности – по сути, электромагнитные явления.



Здесь взяты примеры из областей науки, казалось бы, далеких от физики. А все предметы, которые изучаются в техническом университете (кроме истории, иностранных языков и т.д.) являются частными случаями различных разделов физики.

Например, *электротехника* началась с чисто физических исследований Эрстеда, Ампера, Фарадея, Максвелла.



Электроника – это синтез нескольких разделов физики: электромагнетизма, физики твердого тела, физики вакуума и газов и т.д.

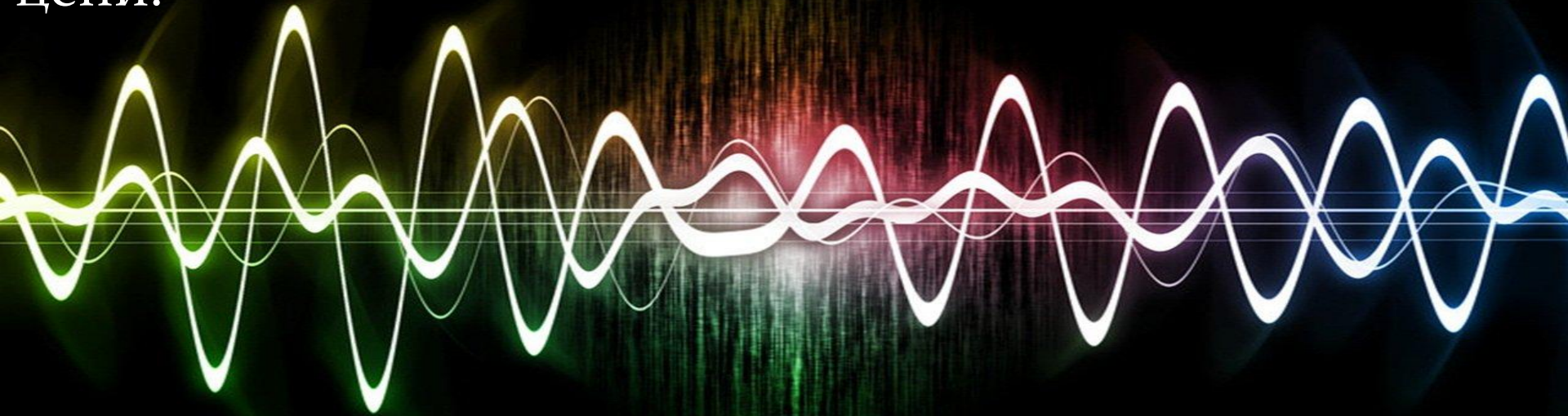
И даже королева наук – **математика** является инструментом для физических исследований.

Лазеры – физика вынужденного излучения атомов и молекул.

Голография – техническое использование явления интерференции и дифракции электромагнитных волн.

Студенты электротехнических специальностей прекрасно понимают, что нужно хорошо знать раздел электромагнитные колебания и волны. Необходимо знать также и механические колебания. Есть такое понятие – надежность радиоэлектронной аппаратуры.

Вибрация – один из самых опасных факторов, ухудшающих параметры высокочастотных устройств, где незначительные изменения геометрии приводят к существенным изменениям параметров электрической цепи.



Связь между физикой и горно-геологическими науками неоспорима.

Нельзя объяснить никакой геологический процесс, не опираясь на физические законы, описывающие элементарные составляющие этого процесса.



Для иллюстрации перечислим часть из большого числа **глобальных проблем геологии, теснейшим образом связанных с физикой:**

- происхождение Земли и других планет;
- строение и состав различных геосфер;
- возраст Земли и датирование этапов её развития;
- термическая история Земли;
- разработка теории разрушения горных пород;
- прогноз геодинамических процессов (землетрясения, горные удары, внезапные выбросы газов и др.).





В результате связи физики и геологии обособились граничные области знаний:

геофизика,
физика земной коры,
физика атмосферы,
физика пласта,
физика океанов и др.



Есть надежда, что таким коротким экскурсом в проблемы связи физики с другими науками автору удалось поколебать бытующее среди студентов мнение, что физика им совершенно ни к чему.

Итак, физика в полном объеме важна и нужна для любого специалиста, но мы не сможем изучить все проявления физических законов в различных областях. Вы с ними встретитесь, изучая специальные предметы. *Наша задача – изучить основные законы физики.*





Движение
Время
Пространство



Что такое

пространство?



**Что такое
время?**

**Я знаю,
то такое
время,**

**ка не начинаю
думать о нем"**



Т. АКВИНСКИЙ



**Классическое понимание
пространства и времени:**

**субстанциональная
концепция**



Мир "погружен"
в пространство
и время!

Свойства пространства и времени в классической картине мира

**Высокая
симметрия
пространства:**

**непрерывность,
однородность,
изотропность,
бескрайность...**

**Непрерывность,
однородность,
бескрайность
времени.**

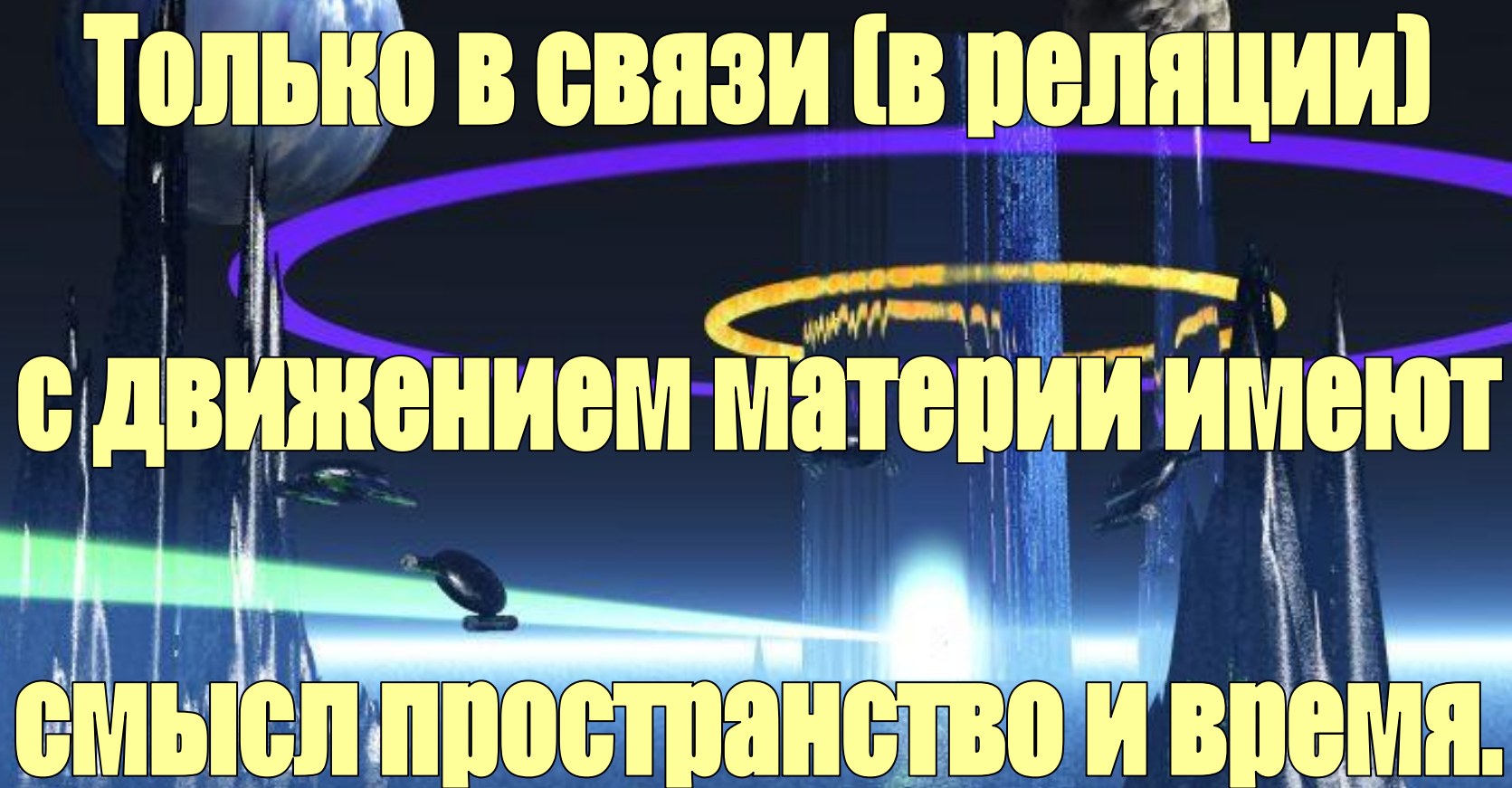
**Асимметрия
времени: от прошлого
к будущему**

Современная физика-

реляционная концепция:
"Время создается

изменением вещей"

Августин Блаженный

A futuristic space scene with a blue planet, a moon, and a space station with a purple ring and a yellow ring. The scene is set in space with a dark background and a blue horizon line. The text is overlaid on the scene in a bold, yellow font with a black outline.

**Только в связи (в реляции)
с движением материи имеют
смысл пространство и время.**

Парадоксы движения



Как возникает
движение?



Д в и ж е н и е

“

Дураки, брада ты!” - сказал

Другой смолчал и стал пред

Сильнее он не мог бы возразить.

Хвалить ватый. все ответ

5. Пространственно- временные отношения

Механика – наука о простом перемещении тел в пространстве и во времени.

Масштабы пространства, времени и скоростей перемещения могут изменяться в очень широких пределах:

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

ПРИБОРЫ

ОБЪЕКТЫ



(пучки частиц)
Электронный
микроскоп



МИКРОСКОП



ТЕЛЕСКОП



РАДИОТЕЛЕСКОП



Частицы SUSY

HIGGS
Z/W
кварки, глюоны
ПРОТОН
ЯДРО

(диапазон слабых сил)



АТОМ

(диапазон ядерных сил)



ВИРУС

КЛЕТКА



1m

РАДИУС ЗЕМЛИ
РАДИУС СОЛНЦА



ГАЛАКТИКИ



РАДИУС НАБЛЮДАЕМЫХ
ГАЛАКТИК

ВСЕЛЕННАЯ

Масштабы пространства:

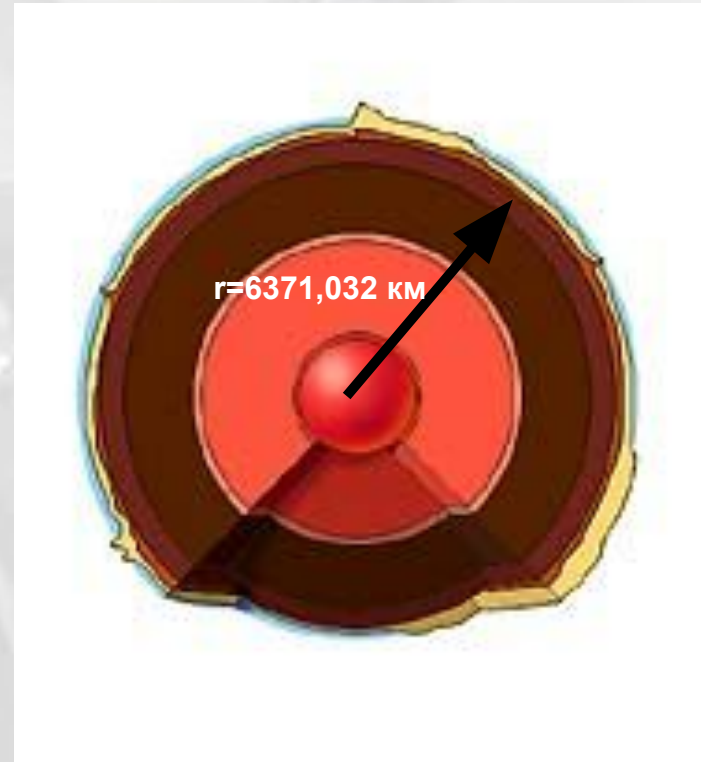
пространство Вселенной, доступное для наблюдения современными методами достигает 10^{26} м;

размеры ядер имеют порядок 10^{-15} м;

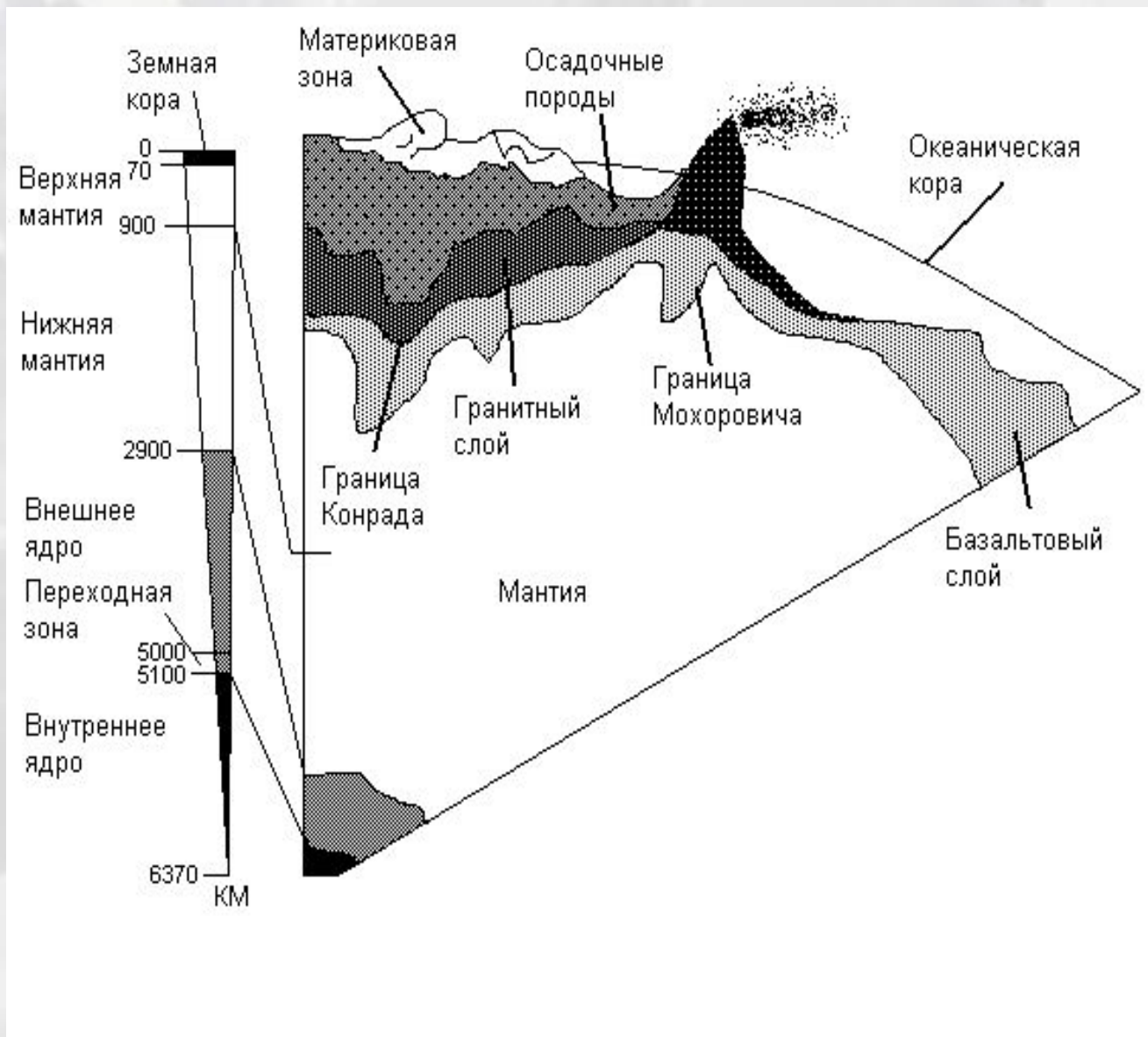
в опытах на мощных ускорителях исследуется структура частиц до расстояний 10^{-18} м.

Планета Земля

- По форме Земля близка к эллипсоиду, сплюснутому у полюсов и растянутому в экваториальной зоне. Средний радиус Земли 6371,032 км, полярный —6356,777 км, экваториальный —6378,160 км. Масса Земли $5,976 \cdot 10^{24}$ кг, средняя плотность 5518 кг/м³.



Внутреннее строение Земли



Схематическое строение Земли





Происхождение планет

Предполагается, что планеты возникли одновременно (или почти одновременно) 4,6 млрд. лет назад из газовой-пылевой туманности, имевшей форму диска, в центре которого располагалось молодое Солнце. Образование звезд и планетных систем — это, по-видимому единый процесс, происходящий в результате конденсации облака межзвездного газа в силу его гравитационной неустойчивости



ПЛУТОН

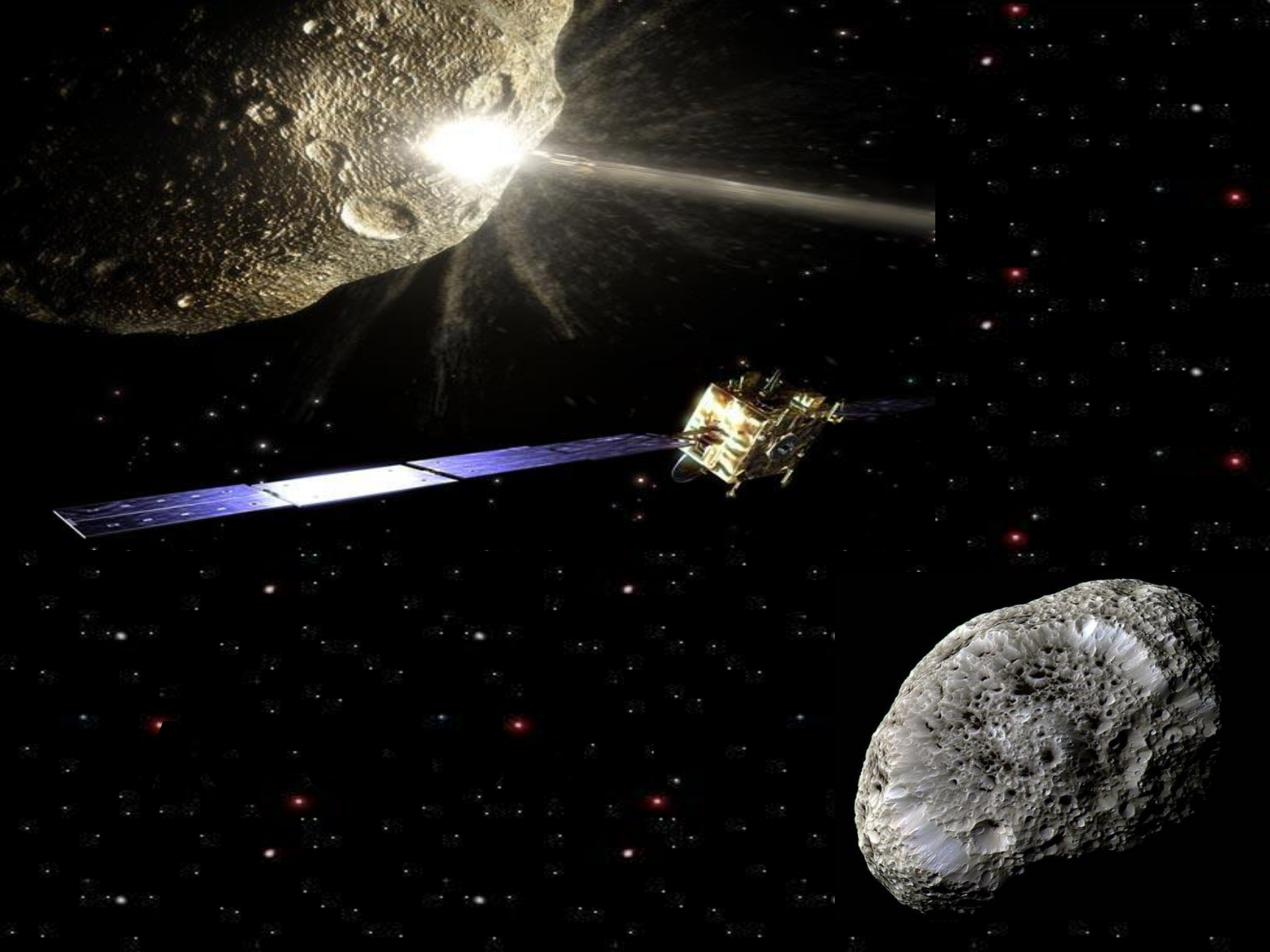
УРАНА
НЕПТУН
ЮПИТЕР
САТУРН
ЗЕМЛЯ
МАРС
ВЕНЕРА
МЕРКУРИЙ

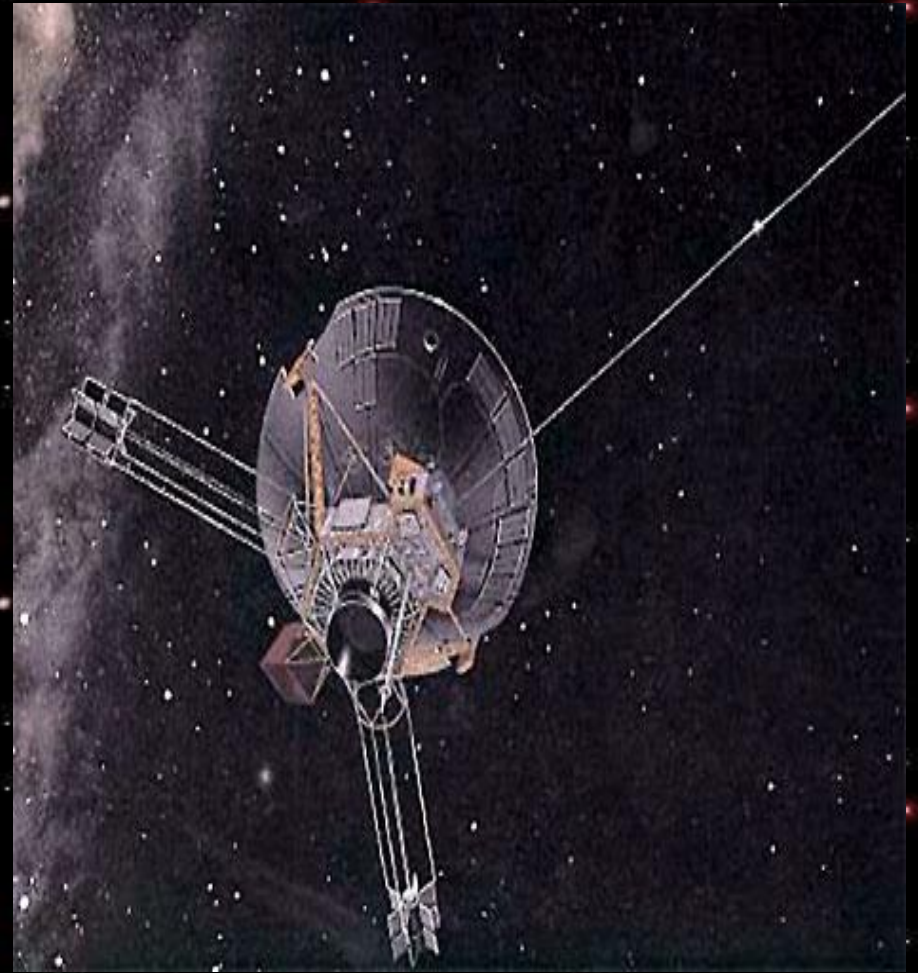


Расстояние от Сатурна до Земли равно 8,53 а.е., а расстояние от Урана до Земли равно 18,19 а.е.

В настоящее время за пределами Солнечной системы найдено 273 планеты. В Солнечной системе 8.















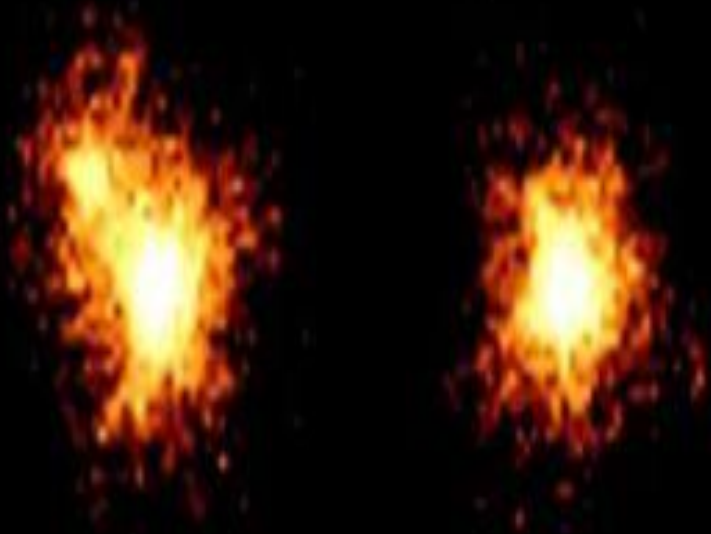






Альфа Центавр

$v=90000\text{км/с}$







**СТРУКТУРНЫЕ
УРОВНИ
Вещества**

The image features three spheres of increasing size and complexity, arranged from left to right. The largest sphere on the left is a smooth, dark blue sphere with a bright, glowing blue ring around its equator. The middle sphere is a smaller, textured blue sphere. The smallest sphere on the right is a textured blue sphere with a smaller, similar sphere attached to its side. The background consists of vertical stripes in shades of blue, green, and yellow.

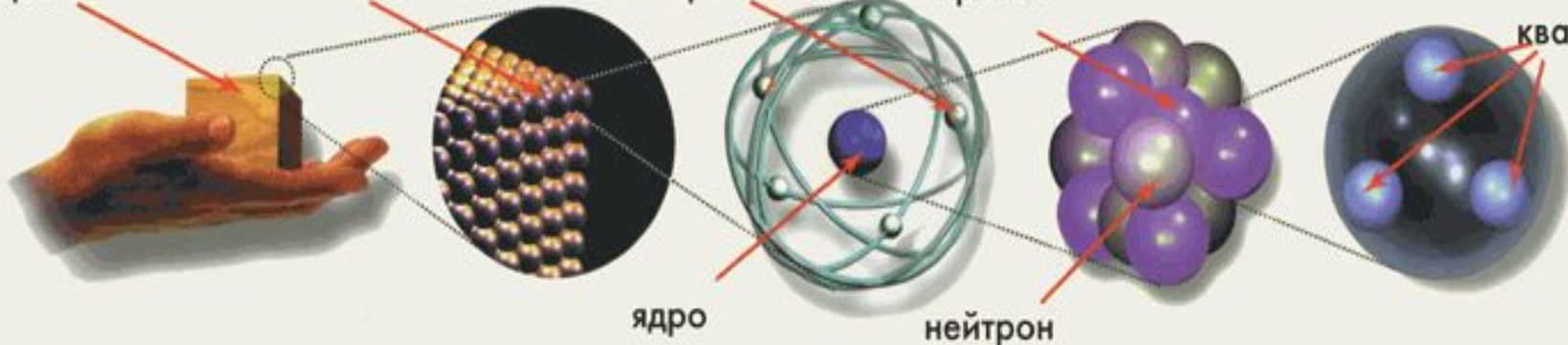
вещество

атом

электрон

протон

кварки



ядро

нейтрон

Фундаментальные фермионы

ЛЕПТОНЫ

Электрический заряд

-1

0

Частицы окружающего мира принадлежат этой группе.

Эти частицы существовали в первый момент после «Большого взрыва».

Теперь их можно обнаружить в космосе и на ускорителях частиц.

	-1	0
Электрон переносит электрический ток $M = 0.511 \text{ МэВ}/c^2$		Электронное нейтрино играет фундаментальную роль при горении солнца, каждую секунду около вас пролетают миллиарды этих частиц
Мюон аналог электрона, время жизни - 2 микросекунды $M = 106 \text{ МэВ}/c^2$		Мюонное нейтрино образуется при рождении и распаде мюона $M < 0.2 \text{ МэВ}/c^2$
Тау аналог электрона, время жизни - $3 \cdot 10^{-13}$ $M = 1777 \text{ МэВ}/c^2$		Тау нейтрино образуется при рождении и распаде тау лептона, открыто в 1975 г. $M < 20 \text{ МэВ}/c^2$

КВАРКИ

+2/3

-1/3

	+2/3	-1/3
u-кварк входит в состав протонов и нейтронов $M = 3 \text{ МэВ}/c^2$		d-кварк входит в состав протонов и нейтронов $M = 6 \text{ МэВ}/c^2$
s-кварк (очарованный) открыт в 1974 г. $M = 1300 \text{ МэВ}/c^2$		χ-кварк (странный) открыт в 1964 г. $M = 100 \text{ МэВ}/c^2$
t-кварк открыт в 1995 г. $M = 175000 \text{ МэВ}/c^2$		b-кварк (прелестный) открыт в 1977 г. $M = 4300 \text{ МэВ}/c^2$

Кванты фундаментальных полей

Глюоны
кванты сильного взаимодействия

кварки и глюоны

Взаимодействуют:

Объекты: протон, нейтрон, атомные ядра, пи-мезон и др. мезоны

Процессы: деление и синтез атомных ядер

Фотоны
кванты электромагнитных полей

Все заряженные частицы

Объекты: атомы, молекулы

Процессы: электричество, магнетизм, распространение света, радиоволны

Промежуточные векторные бозоны
кванты слабого взаимодействия

кварки, лептоны, промежуточные бозоны

Процессы: бета-распад ядер, распад нейтрона и мюона

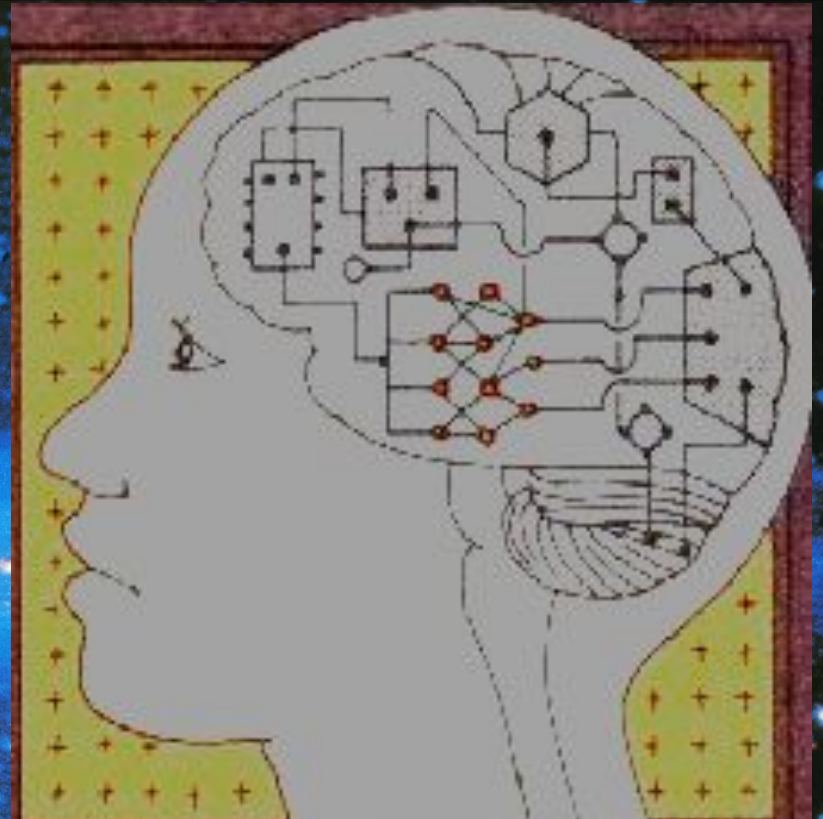
Гравитоны
кванты гравитации

все частицы

Объекты: солнечная система, галактики, черные дыры

Процессы: притяжение тел

80% - через
зрение



Сознание человека
преобразует информацию

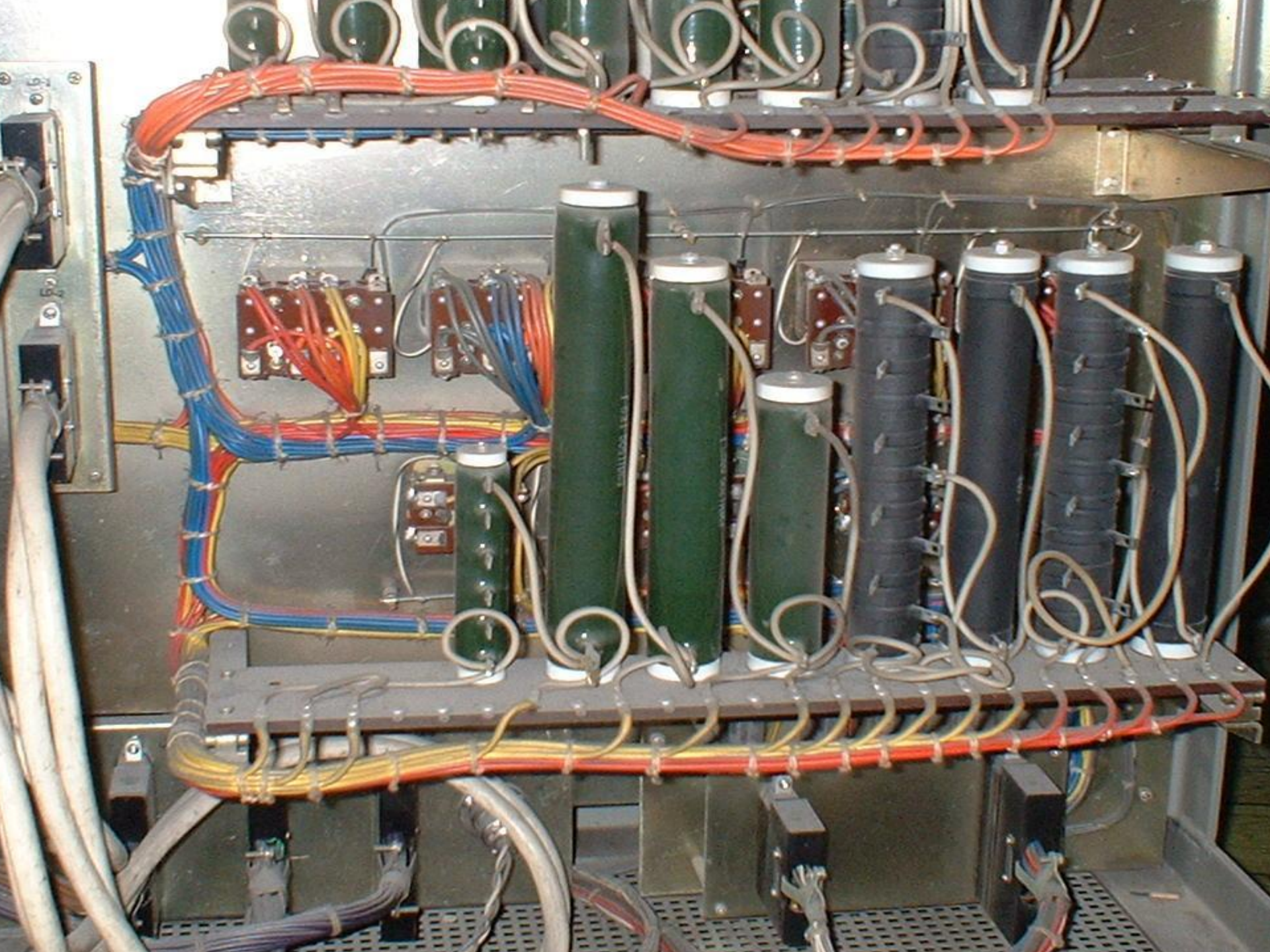
**Типы
микроскопов:
оптические,
электронные,
рентгеновские,
туннельные**

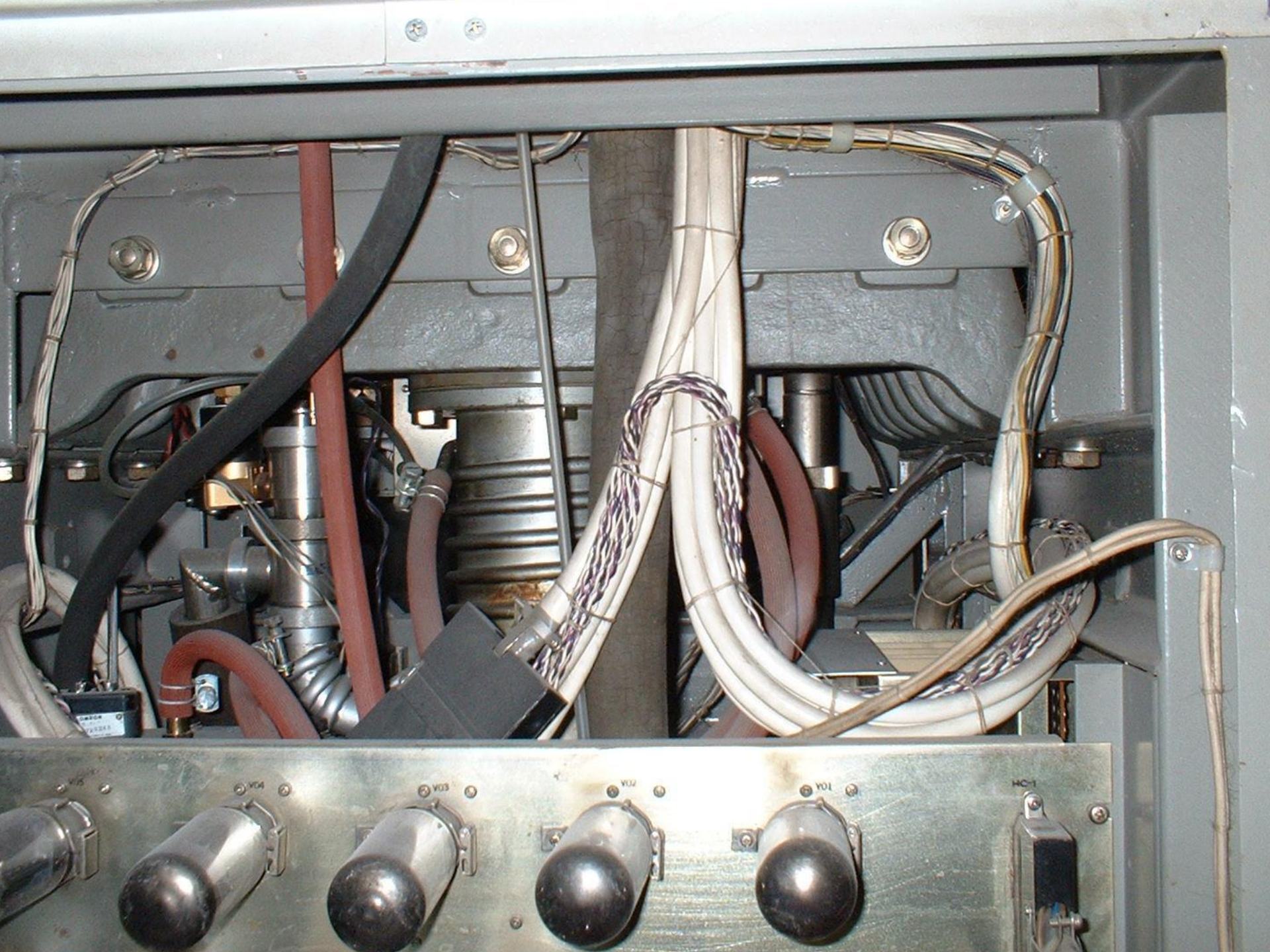


® VISUA

• VISUAL RESEARCH MANIFESTATION
• ENGINEERED BY SKYFORM FUTURE COMMUNICATIONS





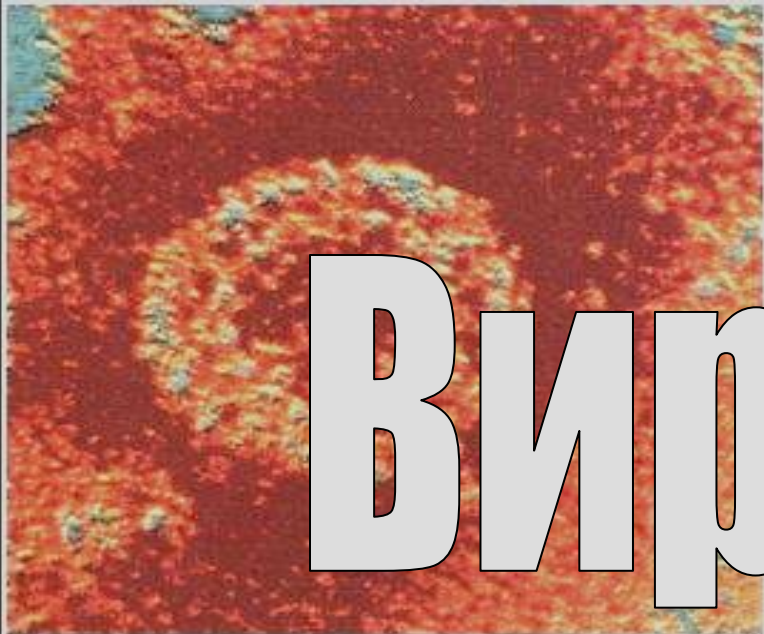


Электронный растровый микроскоп

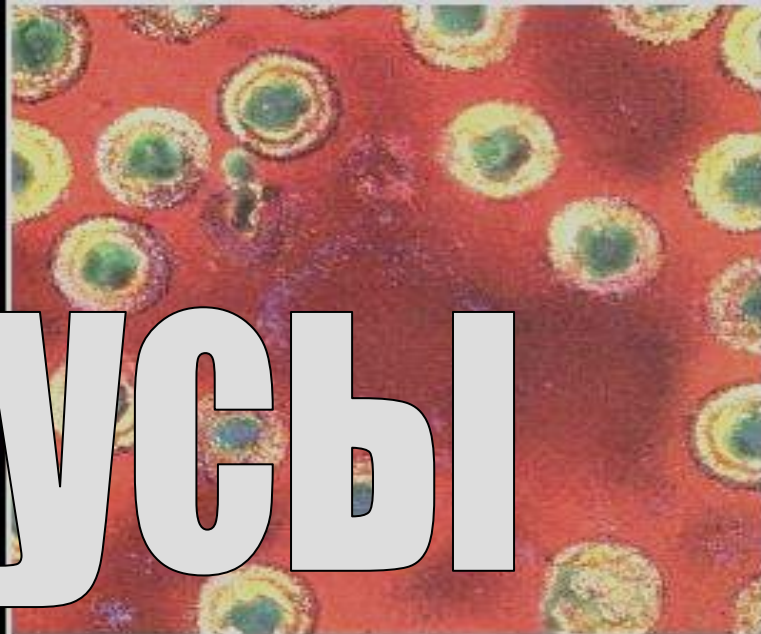
1 мкм



Вирuсы



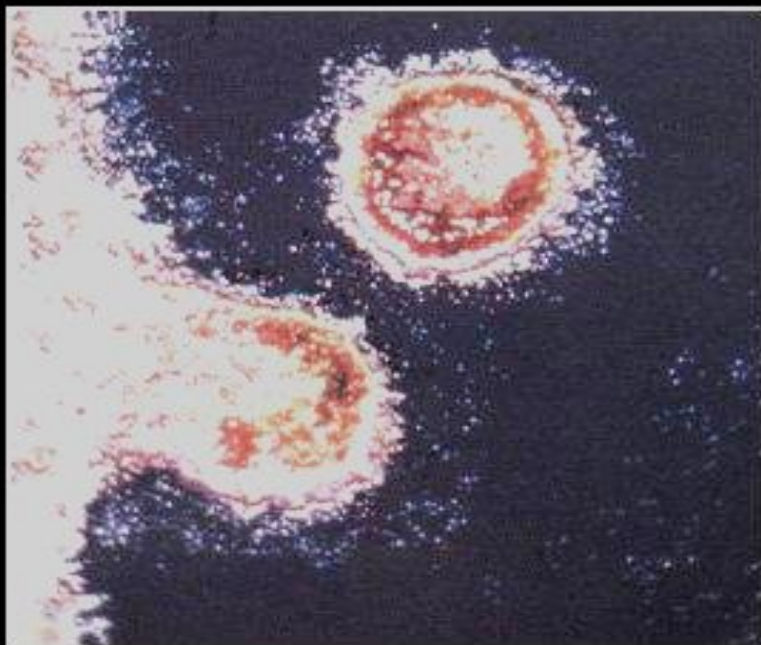
Вирус гепатита В




Вирус герпеса



Внутриклеточные бактерии хламидии



Вирус СПИД



Молекулы
бензола

Туннельный микроскоп

СКАНИРУЮЩИЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ МИКРОСКОП









ЭЛЕКТРОСТАЦИЯ



им. С.М.Кирова

ПРОЕКТ ВЕРИЩЕ

234



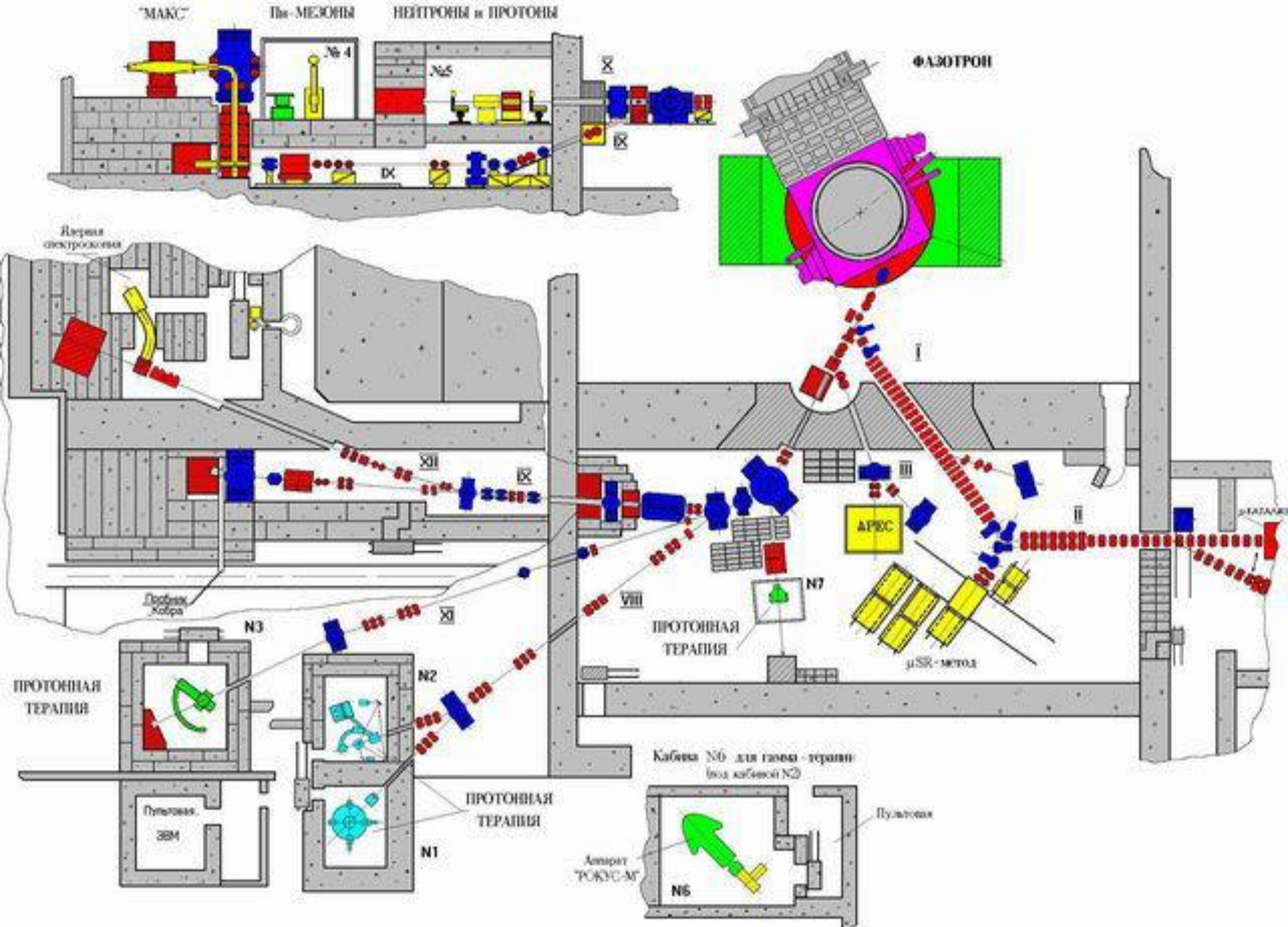


СХЕМА ПУЧКОВ ФАЗОТРОНА ДЛЯ ИИРО

Зачем потребовались
все более мощные
ускорители?



■ VISUA

■ VISUAL RESEARCH MANIFESTATION
■ ENGINEERED BY SKYFORM FUTURE COMMUNICATIONS

Из соотношений неопределенностей Гейзенберга $\Delta r \Delta p \geq \hbar$ следует, что для выявления деталей структуры порядка Δr нужно иметь зондирующие частицы с импульсом $\Delta p > \hbar / \Delta r$.

Если принять $\Delta p = E/c$, то $\Delta r = \hbar c / E$.
Современные ускорители позволяют получать частицы с энергией до 1000 ГэВ $\approx 10^{16}$ эВ.
Следовательно,

$$\Delta r \approx (10^{-34} \cdot 10^8) / (10^{12} \cdot 10^{-19}) \approx 10^{-19} \text{ м}$$

Таким образом с помощью современных методов исследования мы можем проникнуть вглубь структуры вещества до 10^{-19} м

Различают *три уровня микромира*:

1. *Молекулярно-атомный*

$$E = 1 - 10 \text{ эВ} \quad \Delta r \approx 10^{-8} - 10^{-10} \text{ м}$$

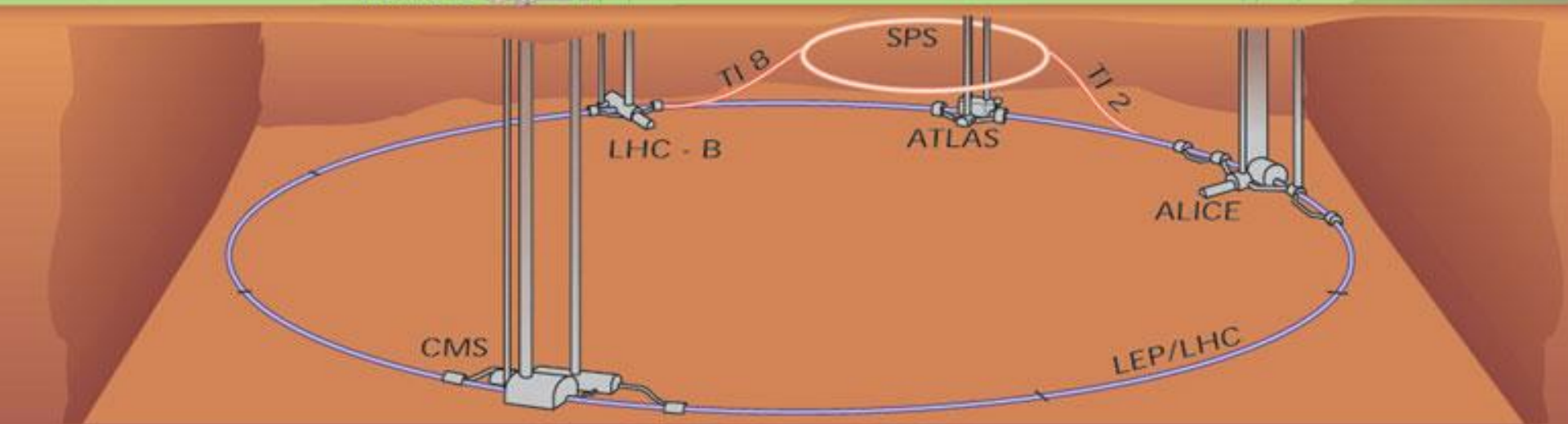
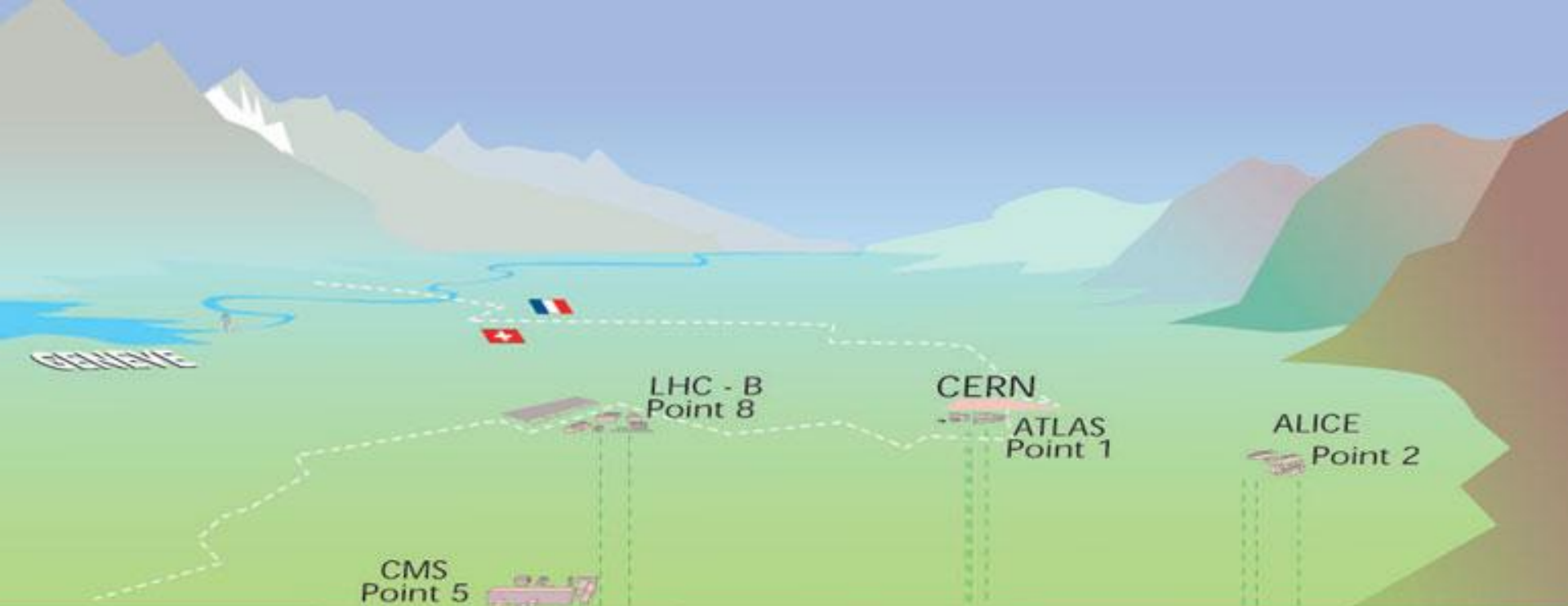
2. *Ядерный*

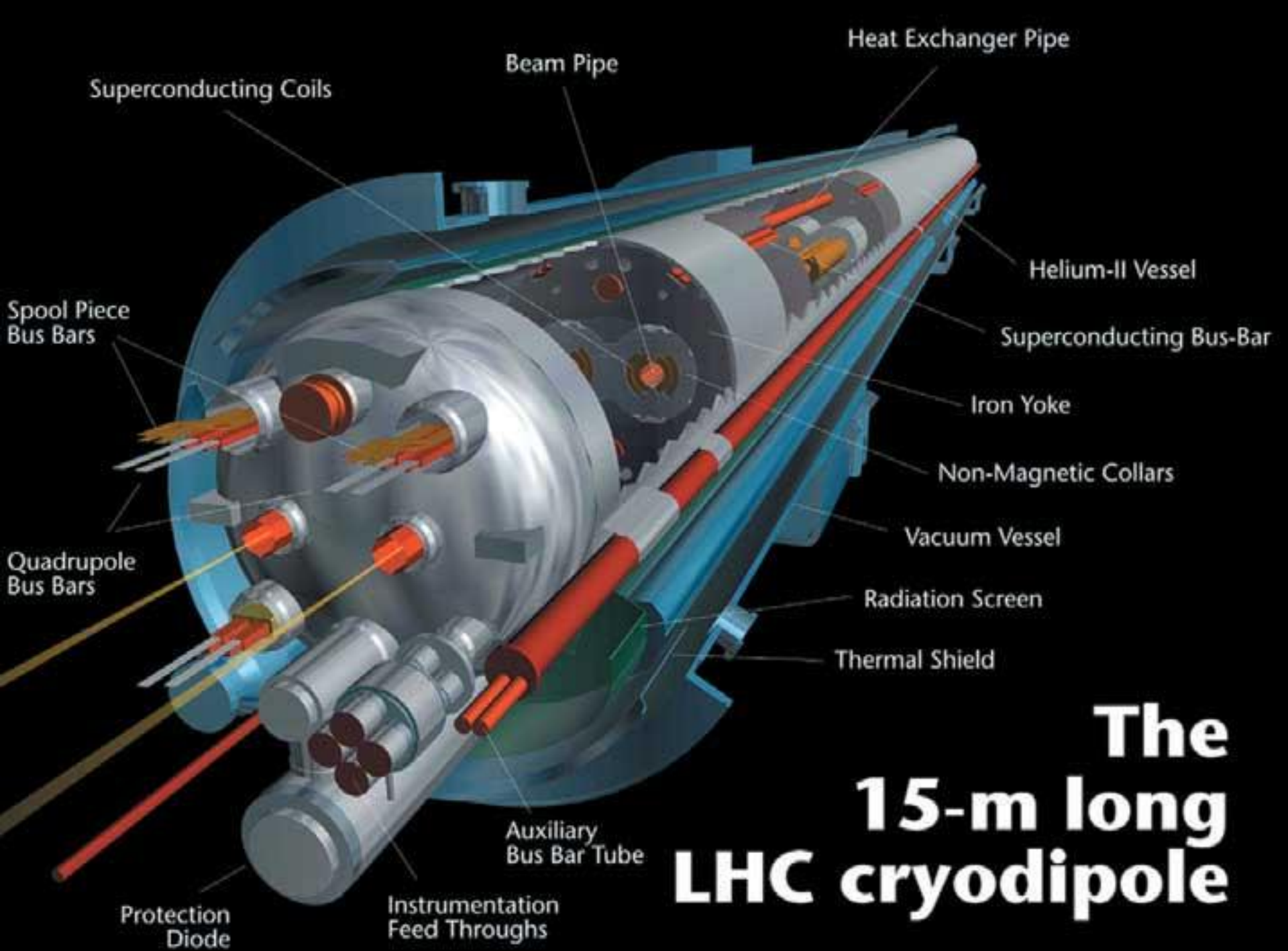
$$E = 10^6 - 10^8 \text{ эВ} \quad \Delta r \approx 10^{-14} - 10^{-15} \text{ м}$$

3. *Мельчайшие частицы*

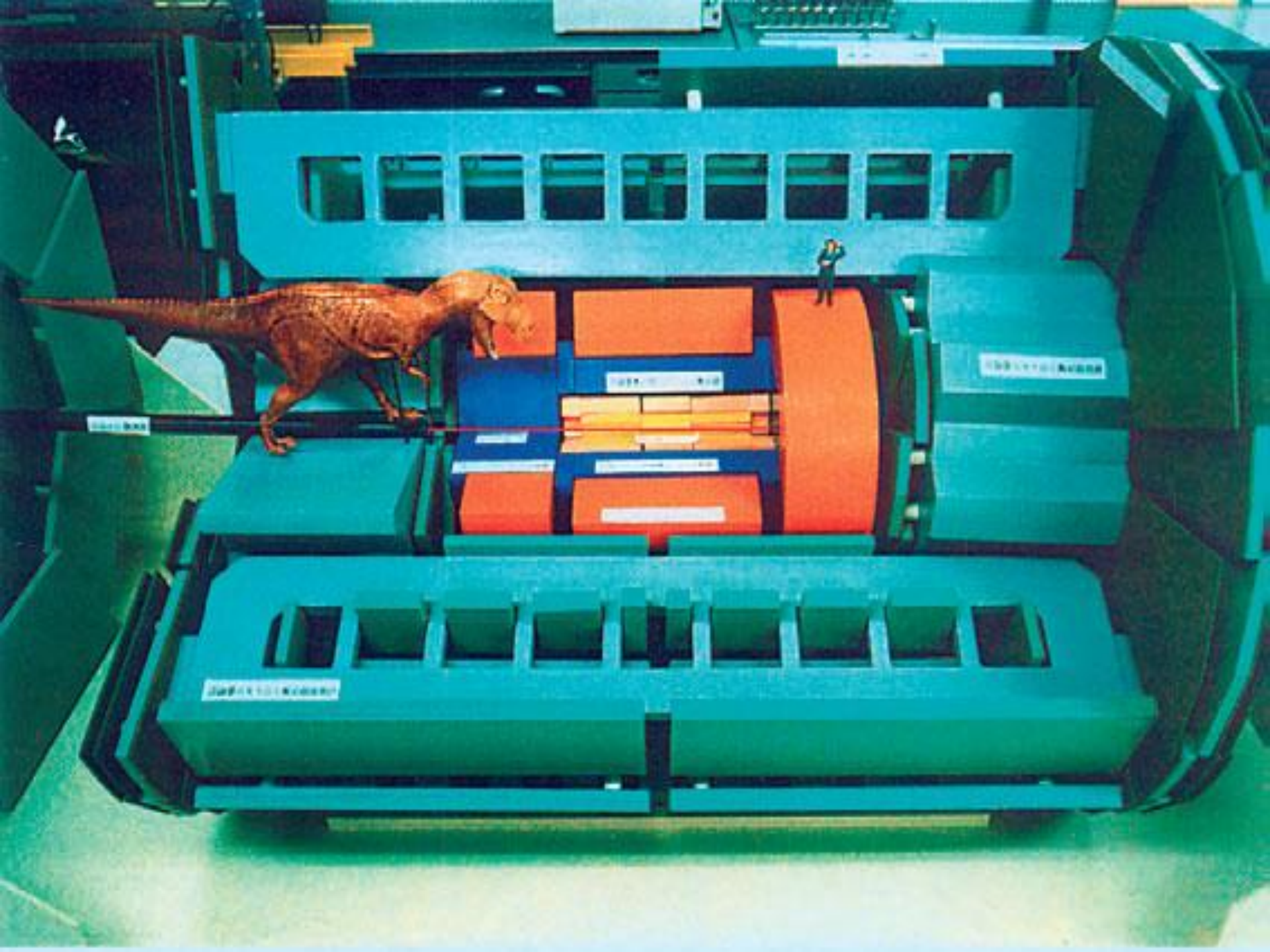
$$E > 10^8 \text{ эВ} \quad \Delta r < 10^{-15} \text{ м}$$

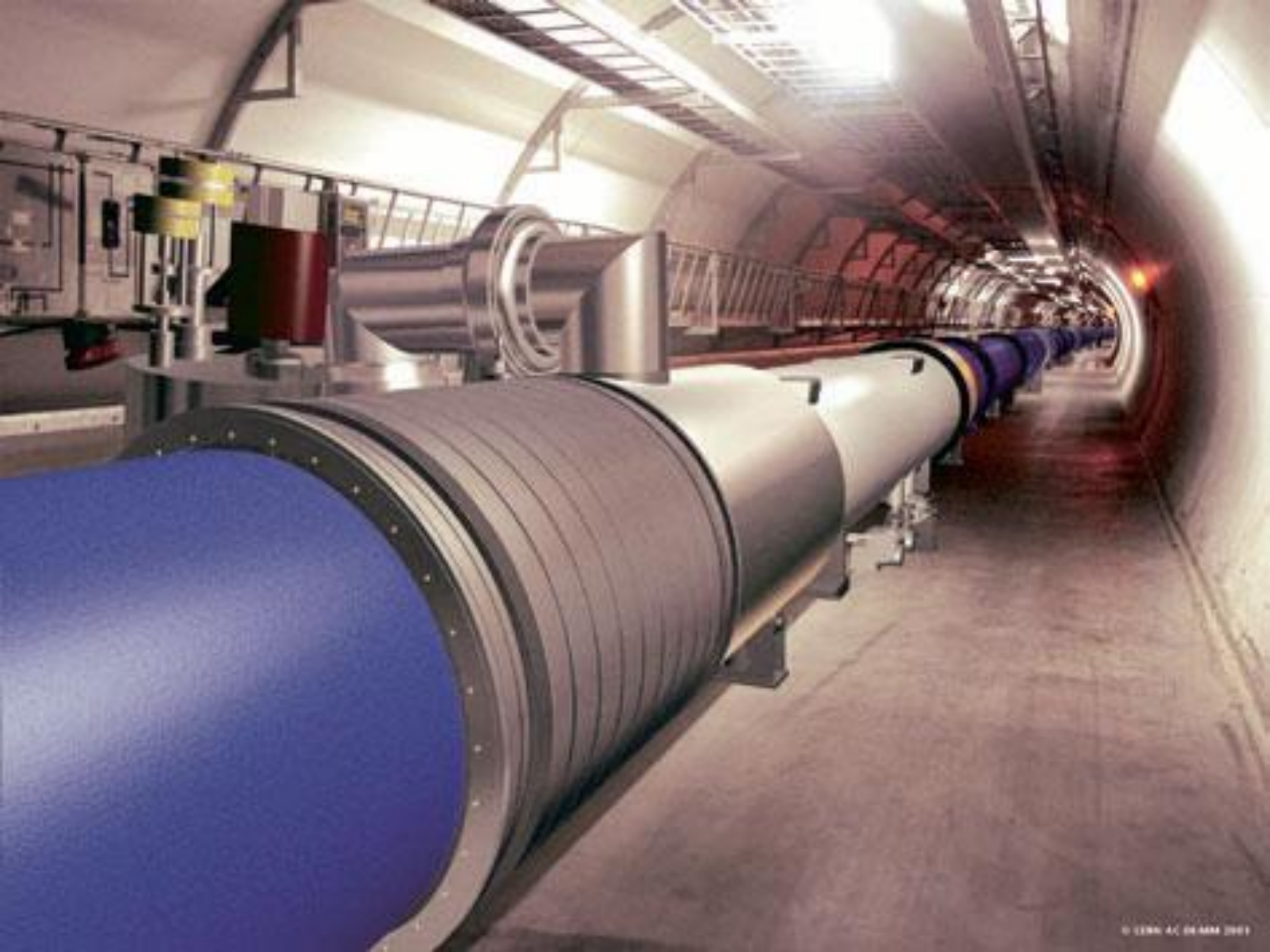






The 15-m long LHC cryodipole





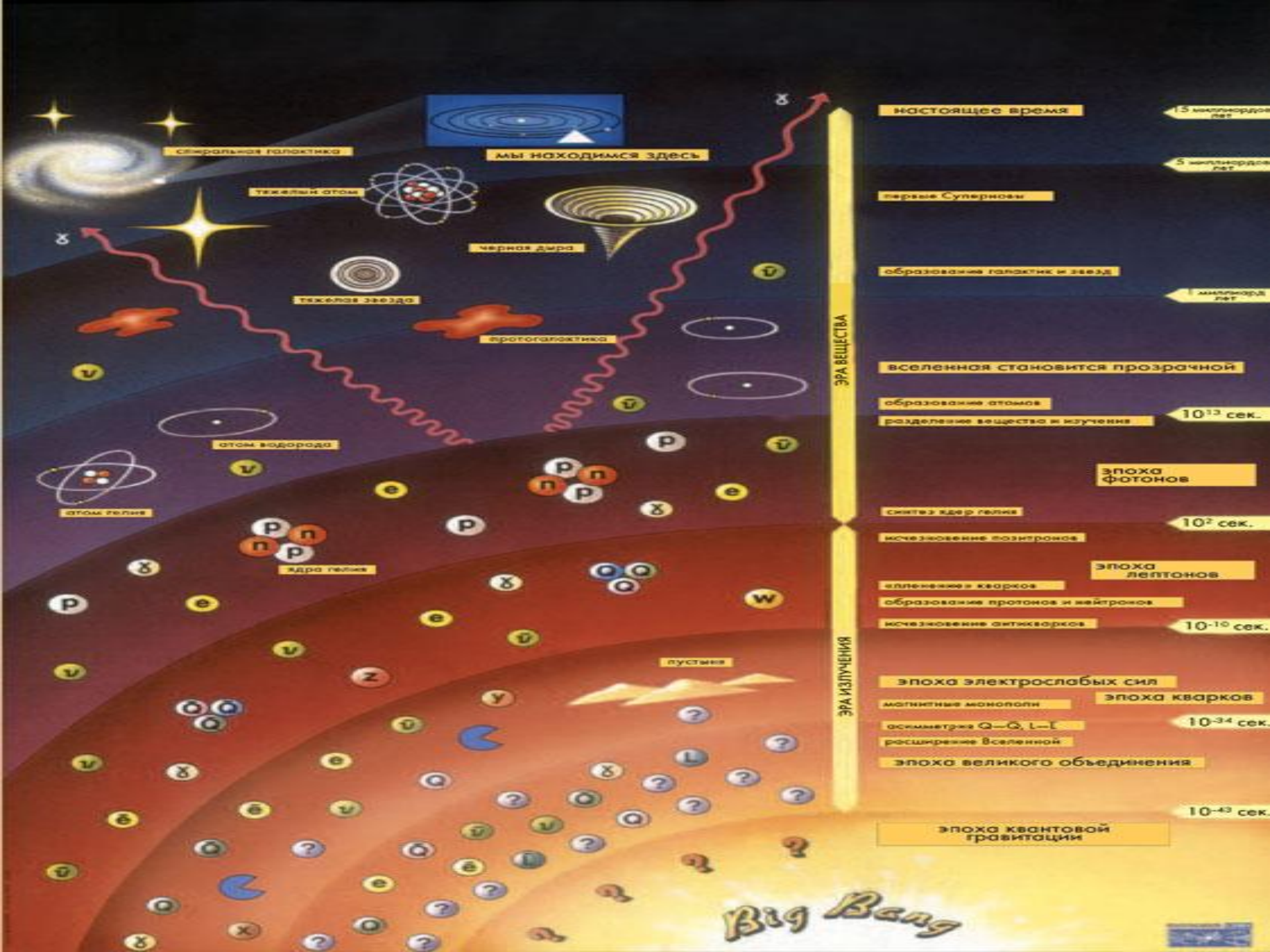
Время:

время

существования

Вселенной оценивается в 10^{18} с

**современные методы дают
возможность измерять время
жизни нестабильных частиц
до 10^{-11} с.**



Прошлое вселенной



Хронология событий

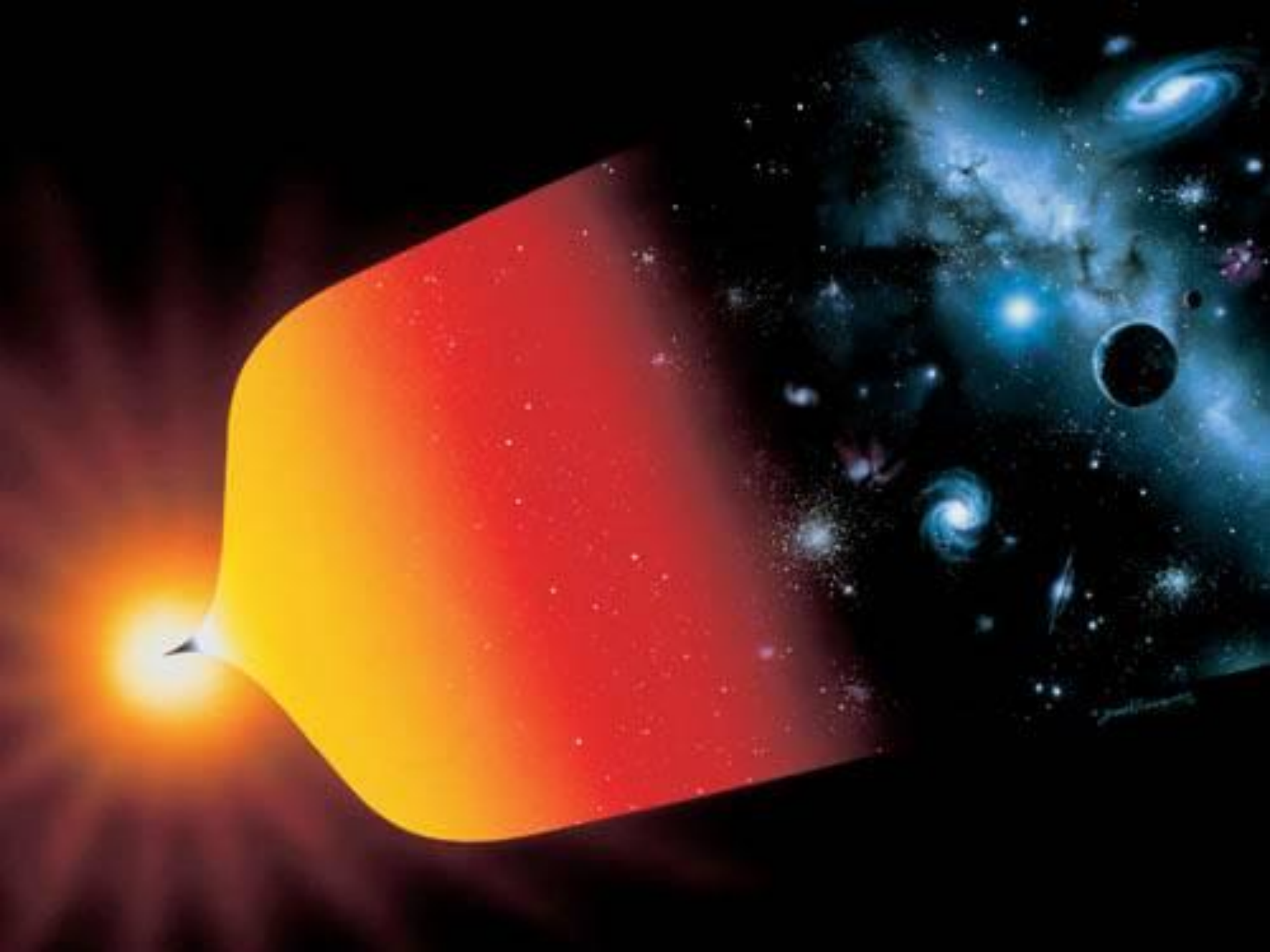
Время, лет
тому назад

Возникновение Вселенной	17 млрд
Возникновение Земли	4,6 млрд
Появление кислородной атмосферы	3,5 млрд
Появление многоклеточных организмов	1 млрд
Выход на сушу существ со скелетом	400 млн
Первые млекопитающие	65 млн
Появление австралопитека	3,5 млн



Концепция

Big Bang



Этапы эволюции вселенной

$$\Delta t = 10^{-32} \text{ с}$$

$$t = 3 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$t = 10^{-3} \text{ с}$$

$$t = 3 \text{ минуты}$$

$$t = 300.000 \text{ лет}$$

фаза инфляции

рубеж

прозрачности

Рождение вселенной

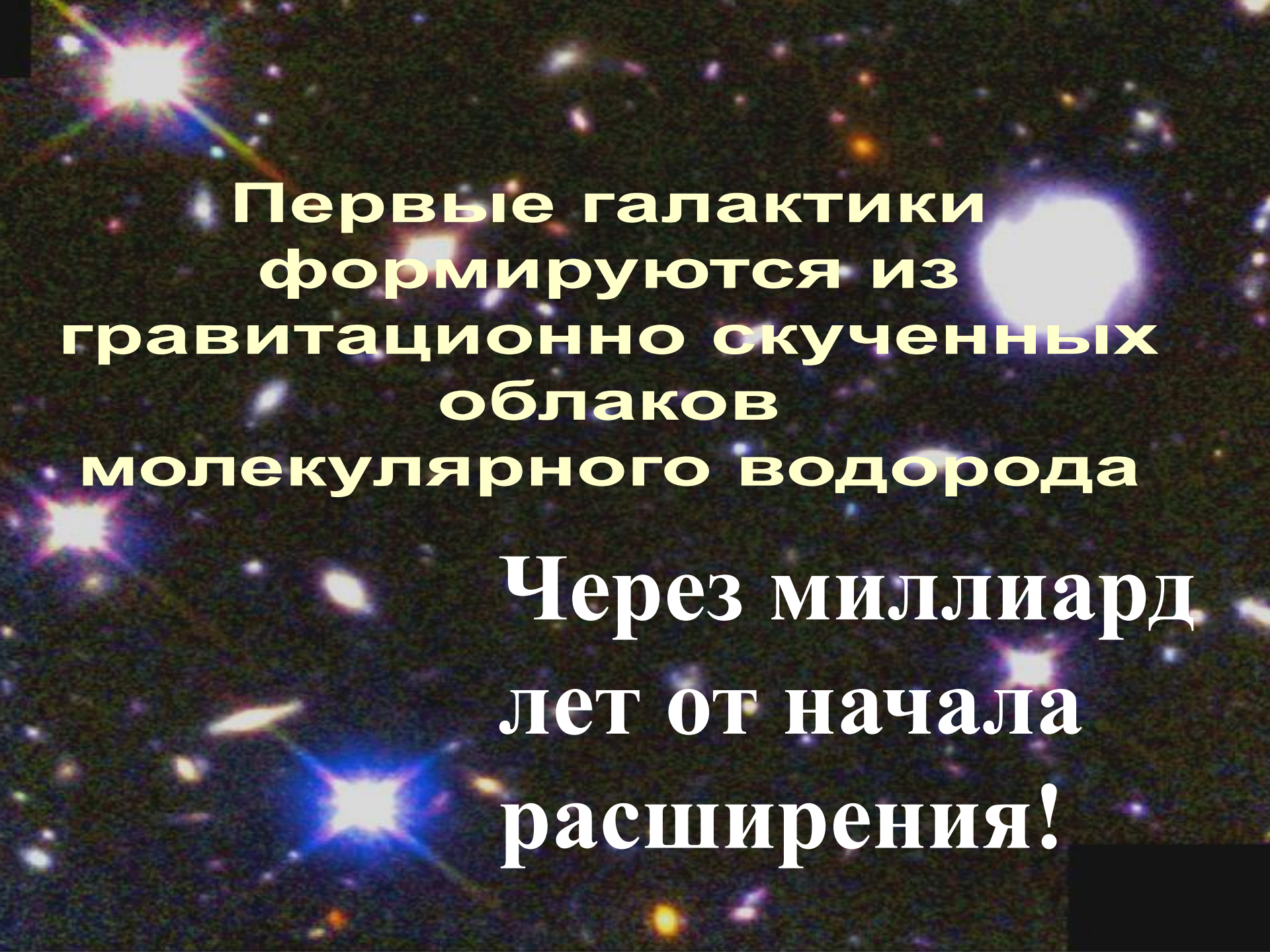


17 млрд лет

R

современной
вселенной

3 сингулярности



**Первые галактики
формируются из
гравитационно скученных
облаков
молекулярного водорода**

**Через миллиард
лет от начала
расширения!**

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ



Джет



Диск аккреции



излучение



Черная дыра (схема)







Скорость:

естественным масштабом скоростей в природе служит скорость распространения электромагнитных волн (в том числе и света) в вакууме

$$c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$$

Скорость света в вакууме является предельно высокой скоростью любого материального объекта. **Её называют универсальной (мировой) постоянной.**

Если скорость движения объекта пренебрежимо мала по сравнению со скоростью света, т.е.

$$v \ll c$$

то движение является **нерелятивистским.**

В противном случае – **релятивистское.**

Законы движения существенно отличаются в зависимости от пространственных масштабов (макромир и микромир). Линейный размер атомов равен 10^{-10} м. Этот размер является одним из признаков перехода от макромира к микромиру. Он получил название **Ангстрем** ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$).

Критерием применимости законов макро- или микромира является универсальная константа – **постоянная Планка**

$$\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}.$$

Движение макроскопических тел подчиняется **законам классической механики**, именно с этого раздела мы начнем с вами изучать физику.

Движение микрочастиц подчиняется **законам квантовой механики**, электродинамики, качественно отличающимся от классических.

Другими словами, **из соотношения неопределённостей Гейзенберга следует что, если $t \nu R \gg \hbar$ то движение классическое**

(здесь t – масса частиц, ν – скорость, R – размер области, в которой происходит движение).

Например: камень весом 1000 кг свалился с горы высотой 30 м со скоростью 5 м/с

$$t \nu R = 1,5 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \gg \hbar$$

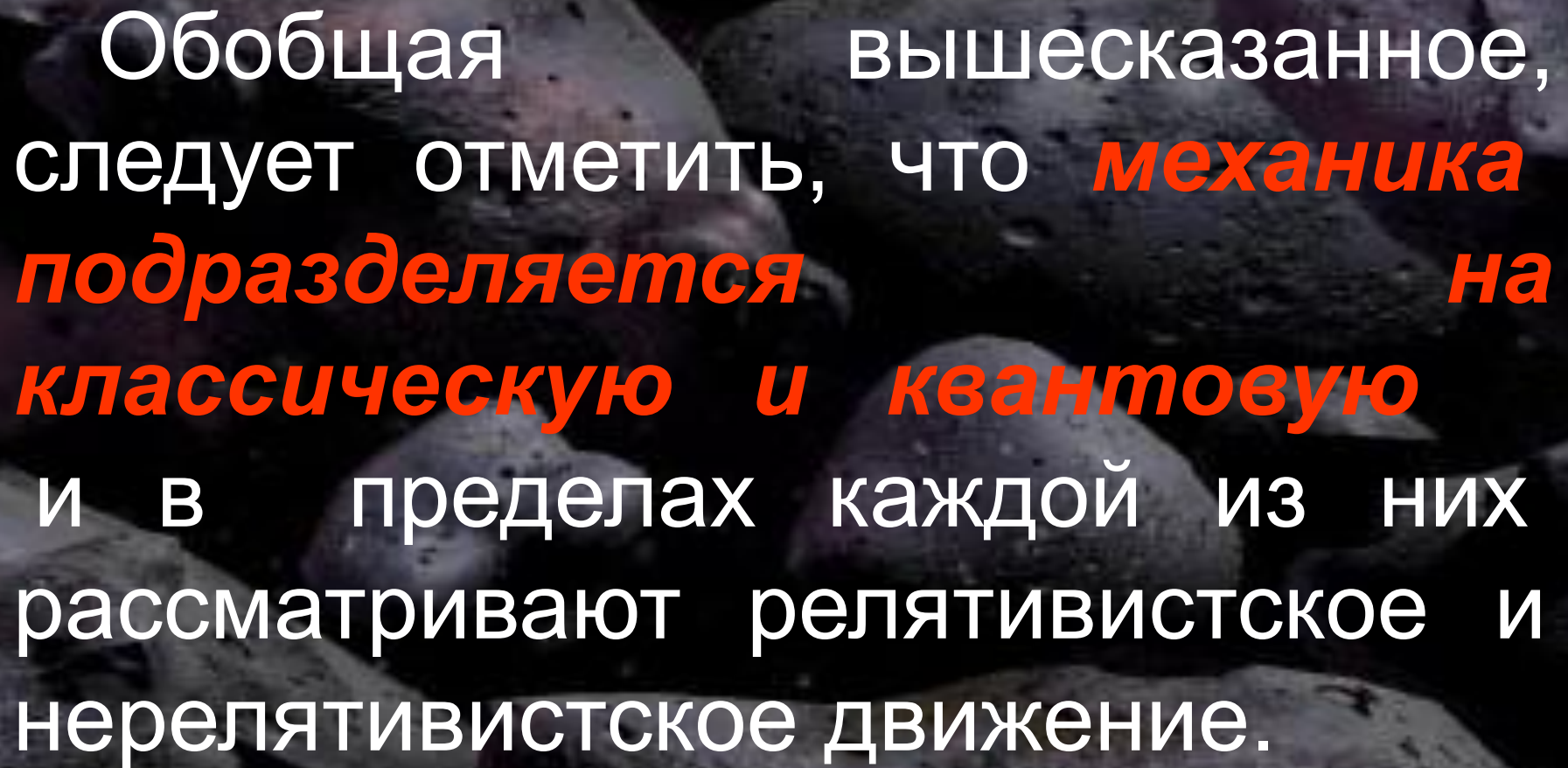
В данном случае применяются **законы классической механики.**

Другой пример: электрон в атоме водорода имеет:

$$R \sim 10^{-10} \text{ м} \quad m = 10^{-30} \text{ кг} \quad v = 10^2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$m v R \approx 10^{-38} \ll \hbar$$

здесь движение подчинено **квантовым законам.**



Обобщая вышесказанное, следует отметить, что **механика подразделяется на классическую и квантовую** и в пределах каждой из них рассматривают релятивистское и нерелятивистское движение.

Квантовые и релятивистские представления имеют более общий характер и законы классической и нерелятивистской механики вытекают из квантовых и релятивистских представлений при переходе соответствующих границ.



Лекция окончена!!!