

Современные концепции физики

1. Структурные уровни организации материи
2. Структура мегамира
3. Структура макромира
4. Структура микромира

Материя

```
graph TD; A[Материя] --> B[Живая природа]; A --> C[Неживая природа];
```

Живая природа

- Белки, ДНК
- Клетка
- Органы и ткани
- Организм
- Популяция
- Биоценозы
- Живое вещество планеты

Неживая природа

- Элементарные частицы
- Атомы
- Молекулы
- Поля
- Макроскопические тела
- Планеты и планетные системы
- Звезды и звездные системы
- Галактики
- Метагалактики и Вселенная в целом

Уровни материи:

- Микромир- область предельно малых, непосредственно не наблюдаемых материальных объектов.
- Макромир – мир материальных объектов, соизмеримый по своим масштабам с человеком и его физическими параметрами
- Мегамир – сфера огромных космических масштабов и скоростей

Структура мегамира

- Планеты — несамоосветящиеся небесные тела, по форме близкие к шару, вращающиеся вокруг звезд и отражающие их свет.
- Звезды — светящиеся (газовые) космические объекты, образующиеся из газовой-пылевой среды (преимущественно водорода и гелия) в результате гравитационной конденсации

Характеристика звезд

- Звезды удалены друг от друга на огромные расстояния и тем самым изолированы друг от друга.
- Звезды практически не сталкиваются друг с другом, хотя движение каждой из них определяется силой тяготения, создаваемой всеми звездами Галактики.
- Число звезд в Галактике — порядка триллиона.
- Самые многочисленные из них — карлики, массы которых примерно в 10 раз меньше массы Солнца.

Стадии эволюции звезд

- *Белый карлик* — это электронная постзвезда, образующаяся в том случае, когда звезда на последнем этапе своей эволюции имеет массу, меньшую 1,2 солнечной массы. Диаметр белого карлика равен диаметру нашей Земли, температура достигает около миллиарда градусов, а плотность — 10 т/см^3 , т.е. в сотни раз больше земной плотности.

Стадии эволюции звезд

- *Нейтронные звезды* возникают на заключительной стадии эволюции звезд, обладающих массой от 1,2 до 2 солнечных масс. Высокие температура и давление в них создают условия для образования большого количества нейтронов. Нейтронные звезды также называют пульсарами.

Стадии эволюции звезд

- *Черные дыры* — это звезды, находящиеся на заключительном этапе своего развития, масса которых превышает 2 солнечных массы, и имеющие диаметр от 10 до 20 км. Теоретические расчеты показали, что они обладают гигантской массой (10^{15} г) и аномально сильным гравитационным полем. Из-за сильной гравитации никакое захваченное материальное тело не может выйти за пределы гравитационного радиуса объекта, и поэтому они кажутся наблюдателю «черными».

- **Звездные системы (звездные скопления)** — группы звезд, связанные между собой силами тяготения, имеющие совместное происхождение, сходный химический состав и включающие в себя до сотен тысяч отдельных звезд.

Галактики — совокупности звездных скоплений

Понятие «галактика» в современной интерпретации означает огромные звездные системы. Этот термин (от греч. «молоко, молочный») был введен в обиход для обозначения нашей звездной системы, представляющей собой тянущуюся через все небо светлую полосу с молочным оттенком и поэтому названную Млечным Путем.

Типы галактик по внешнему виду

К *первому* (около 80%) относятся спиральные галактики. У этого вида отчетливо наблюдаются ядро и спиральные «рукава».

Второй вид (около 17%) включает эллиптические галактики, т.е. такие, которые имеют форму эллипса.

К *третьему виду* (примерно 3%) относятся галактики неправильной формы, которые не имеют отчетливо выраженного ядра.



Характеристика галактик

- Галактики различаются размерами, числом входящих в них звезд и светимостью.
- Все галактики находятся в состоянии движения, причем расстояние между ними постоянно увеличивается, т.е. происходит взаимное удаление (разбегание) галактик друг от друга.

Характеристика галактики Млечный Путь

- относится к разряду гигантских галактик - не менее 100 млрд. звезд .
- Она имеет сплюснутую форму, в центре которой находится ядро с отходящими от него спиральными «рукавами».
- Диаметр составляет около 100 тыс., а толщина — 10 тыс. световых лет.
- Соседней с нами является галактика Туманность Андромеды.

Метагалактика — система галактик, включающая все известные космические объекты

- 1) световой год — расстояние, которое проходит луч света в течение одного года со скоростью 300 000 км/с, т.е. световой год составляет 10 трлн км;
- 2) астрономическая единица — это среднее расстояние от Земли до Солнца, 1 а.е. равна 8,3 световым минутам. Это значит, что солнечные лучи, оторвавшись от Солнца, достигают Земли через 8,3 мин;
- 3) парсек — единица измерения космических расстояний внутри звездных систем и между ними. 1пк — 206 265 а.е., т.е. приблизительно равен 30 трлн. км, или 3,3 световым годам

Структура макромира

- Каждый структурный уровень материи в своем развитии подчиняется специфическим законам, но при этом между этими уровнями нет строгих и жестких границ, все они теснейшим образом связаны между собой. Границы микро- и макромира подвижны, не существует отдельного микромира и отдельного макромира. Естественно, что макрообъекты и мегаобъекты построены из микрообъектов.

Под *веществом* понимают вид материи, обладающий массой покоя

- Центральным понятием макромира является понятие вещества
- Оно существует для нас в виде физических тел, которые обладают некоторыми общими параметрами — удельной массой, температурой, теплоемкостью, механической прочностью или упругостью, тепло- и электропроводностью, магнитными свойствами и т.п. Все эти параметры могут изменяться в широких пределах как от одного вещества к другому, так и для одного и того же вещества в зависимости от внешних условий

Структура микромира

- На рубеже XIX—XX вв. в естественно-научной картине мира произошли радикальные изменения, вызванные новейшими научными открытиями в области физики и затронувшие ее основополагающие идеи и установки.

- В результате научных открытий были опровергнуты традиционные представления классической физики об атомной структуре вещества. Открытие электрона означало утрату атомом статуса структурно неделимого элемента материи и тем самым коренную трансформацию классических представлений об объективной реальности.

Новые открытия позволили:

- 1) выявить существование в объективной реальности не только макро-, но и микромира;
- 2) подтвердить представление об относительности истины, являющейся только ступенькой на пути познания фундаментальных свойств природы;
- 3) доказать, что материя состоит не из «неделимого первоэлемента» (атома), а из бесконечного многообразия явлений, видов и форм материи и их взаимосвязей

Поиски новых способов описания микрообъектов способствовали созданию *концепции элементарных частиц.*

Основными элементами структуры микромира выступают микрочастицы материи, которые не являются ни атомами, ни атомными ядрами, не содержат в себе каких-либо других элементов и обладают наиболее простыми свойствами. Такие частицы были названы *элементарными*, т.е. самыми простыми, не имеющими в себе никаких составных частей.

- История открытия фундаментальных частиц началась в конце **XIX** в., когда в 1897 г. английский физик Дж. Томсон открыл первую элементарную частицу — электрон.

История открытия всех известных сегодня элементарных частиц включает два этапа

- *Первый этап* приходится на 30—50-е гг. XX в.
- К началу 1930-х гг. были открыты протон и фотон, в 1932 г. — нейтрон, а спустя четыре года — первая античастица — позитрон, которая по массе равна электрону, но имеет положительный заряд. К концу этого периода стало известно о 32 элементарных частицах, причем каждая новая частица была связана с открытием принципиально нового круга физических явлений.

- *Второй этап* приходится на 1960-е гг., когда общее число известных частиц превысило 200. На этом этапе основным средством открытия и исследования элементарных частиц стали ускорители заряженных частиц. В 1970-80-е гг. поток открытий новых элементарных частиц усилился, и ученые заговорили о семействах элементарных частиц. На данный момент науке известно более 350 элементарных частиц, различающихся массой, зарядом, спином, временем жизни и еще рядом физических характеристик.

Общие свойства элементарных частиц

- корпускулярно-волновой дуализм, т.е. наличие у всех микрообъектов как свойств волны, так и свойств вещества.
- наличие почти у всех частиц (кроме фотона и двух мезонов) своих античастиц.
- универсальная взаимопревращаемость. Этого свойства нет ни в макро-, ни в мегамире

Классификация элементарных частиц

- составными (протон, нейтрон)
- несоставными (электрон, нейтрино, фотон). Частицы, которые не являются составными, называют *фундаментальными*.

Характеристики элементарных частиц положенные в основу их классификации

- Масса элементарной частицы — это масса ее покоя, которая определяется по отношению к массе покоя электрона, который, в свою очередь, считается самой легкой из всех частиц, имеющих массу.

В зависимости от массы покоя все частицы можно подразделить на несколько групп:

- *частицы, не имеющие массы покоя.* (фотоны, движущиеся со скоростью света)
- *лептоны* (от «лептос» — легкий) — легкие частицы (электрон и нейтрино);
- *мезоны* (от «мезос» — средний, промежуточный) — средние частицы с массой от одной до тысячи масс электрона;
- *барионы* (от «барос» — тяжелый) — тяжелые частицы с массой более тысячи масс электрона (протоны, нейтроны, гипероны, многие резонансы).

Классификация «элементарных частиц» (по массе)

Барионы (тяжелые)

- Протон
- Нейтрон
- Антипротон
- Антинейтрон
- Ламда-гиперон
- Сигма –гиперон
- Кси-гиперон

Мезоны (средние)

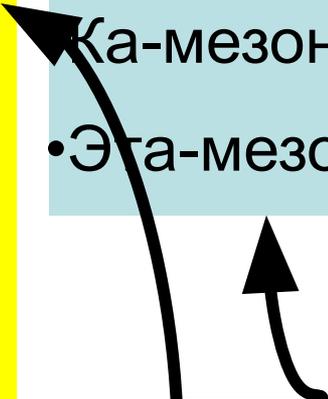
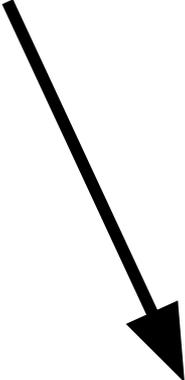
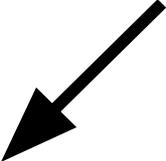
- Пи-мезон
- Ка-мезон
- Эта-мезон

Лептоны (легкие)

- Электроны

Фотоны (масса покоя равна нулю)

Кварки



Второй важной характеристикой элементарных частиц является электрический заряд

- Отрицательный
- Положительный
- Нулевой

Как предполагают ученые, существуют также частицы с дробным электрическим зарядом — кварки, экспериментальное наблюдение которых пока невозможно

Третьей характеристикой элементарных частиц служит тип физического взаимодействия, в котором участвуют элементарные частицы.

- 1) *адроны* (от «андрос» — крупный, сильный), участвующие в электромагнитном, сильном и слабом взаимодействии;
- 2) *лептоны*, участвующие только в электромагнитном и слабом взаимодействии;
- 3) *частицы — переносчики взаимодействий*.
 - фотоны — переносчики электромагнитного взаимодействия
 - глюоны — переносчики сильного взаимодействия
 - тяжелые векторные бозоны — переносчики слабого взаимодействия.

Четвертая характеристика элементарных частиц - время их жизни

- Стабильные- не распадаются длительное время могут существовать от бесконечности до 10^{-10} с (фотон, нейтрино, нейтрон, протон и электрон)
- Квазистабильные (*резонансы*) -распадаются в результате электромагнитного и слабого взаимодействий от 10^{-24} до 10^{-26} с.
- Нестабильные - 10^{-10} — 10^{-24} с, т.е. несколько микросекунд.

Важнейшей характеристикой частиц является спин — собственный момент количества движения (импульса) частицы.

- *Фермионы* — это не что иное, как частицы вещества, которые хотя и обладают волновыми свойствами, но в классическом пределе воспринимаются как истинные частицы (электроны, протоны, нейтроны, спин которых равен $\frac{1}{2}$)
- *Бозоны* — это кванты полей, которые хотя и обладают корпускулярными свойствами, однако в классическом пределе выступают как поля (фотон, спин которого равен 1, и мезон, спин которого равен 0, возможно, существуют частицы со спином 2 — гравитоны)