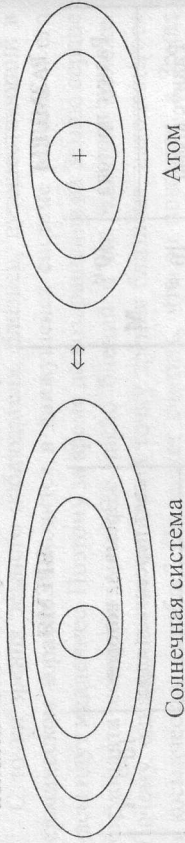


ТЕМА «КОРПУСКУЛЯРНЫЕ И КОНТИНУАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МАТЕРИИ»

Опорный концепт к практическому занятию МАТЕРИЯ

Природа – это темное совмещение конечного и бесконечного.

А.В. Ахутин



Быть может, эти электроны –
Миры, где пять материков;
Искусство, знания, войны, троны
И память сорока веков!
Еще быть может, каждый атом –
Вселенная, где сто планет;
Там все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.

В. Брюсов



Корпускулярная теория:

Свет – поток частиц (корпускул), распространяющийся прямолинейно (И. Ньютон)
1801 г. Т. Юнг явление интерференции света
1888–1890 гг. – исследование фотоэффекта А.Г. Столетовым.

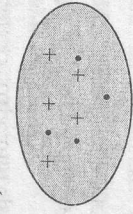
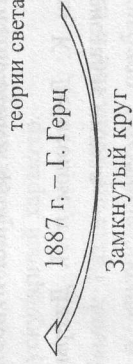
Атом?

Теория:
Свет – волновой процесс (Х. Гюйгенс)
1827 г. – ботаник Р. Броун обнаружил движение мелких частиц («броуновское движение»)
1804 г. – Д. Дальтон сформулировал понятие о химическом элементе.

1816 г. О. Френель явление дифракции света
1865 г. – И. Лошмидт нашел, что размеры всех атомов равны ≈ 10 см, $m \approx 10$ г.

Открытие явления фотоэффекта
1864 г. «Электромагнитная теория света» (Дж. Максвелл)
1896 г. – Дж. Томсон открывает первую элементарную частицу – электрон.

1903 г. – первая модель атома – «Пудинг с изюмом» (Дж. Дж. Томсон)



1900 г. – М. Планк пришел к выводу: свет излучается порциями.

1905 г. – А. Эйнштейн обобщил гипотезу Планка и выдвинул предположение о существовании световых частиц – фотонов

$$E = h \cdot \nu$$

Постоянная Планка как мостик, как планка.

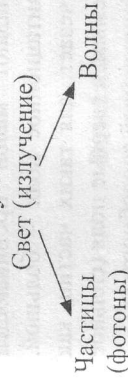
1905 г. – А. Эйнштейн получил уравнение фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$

1911 г. – Р. Милликен выполнил экспериментальную проверку этого уравнения



Принцип дополнительности

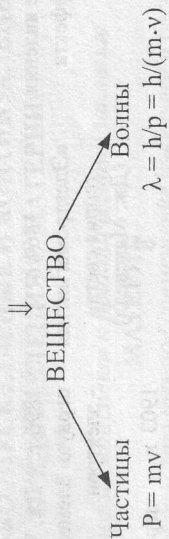
Корпускулярно-волновой дуализм



Вещество
Частицы

Асимметрия!?

1923 – 1924 гг. Луи де Бройль выдвинул гипотезу, что корпускулярно-волновой дуализм имеет всеобъемлющий характер.



1926г. Э Шредингер ввел понятие волновой функции и построил волновую механику.

1927 г. Американскими учеными К. Девисоном и Л. Джермером открыта дифракция электронов на кристалле никеля.

«И корпускулярная, и волновая картины истинны вместе, и мы не можем отдать предпочтение какой-либо из них. Но мы пока не знаем, как их объединить».

Э. Шредингер

Основные различия вещества и поля

1. *Вещество и поле различаются по массе покоя.* В макром мире: частицы вещества обладают массой покоя, кванты электромагнитного и гравитационного поля – нет. Однако в микромире для сильного и слабого взаимодействия это различие уже неверно – кванты этих полей обладают конечной массой покоя.

2. *Вещество и поле различаются по закономерностям движения.* Скорость распространения электромагнитного и гравитационного полей равна скорости света (с), а скорость движения частиц вещества всегда меньше скорости света. Однако наличие сильного и слабого взаимодействия ликвидирует эту границу. Для квантов этих полей как раз характерна невозможность движения со скоростью, равной скорости света.

3. *Вещество и поле различаются по степени проницаемости.* В макром мире: частицы вещества обладают малой проникающей способностью, электромагнитное и гравитационное поля – большой. На уровне микромира и эта граница исчезает: для таких частиц, как нейтрино, вещество оказывается проницаемым, а ядерные поля (сильное взаимодействие) обладает очень малой проникающей способностью.

4. *Вещество и поле различаются по степени концентрации массы и энергии.* Концентрация массы и энергии очень большая у частиц вещества и очень маленькая у электромагнитного и гравитационного полей. В микромире это различие стирается. Сильное взаимодействие обладает огромной концентрацией массы и энергии, и даже кванты

электромагнитного поля могут достигать концентрации энергии, значительно превосходящие таковую у частиц вещества.

5. *Вещество и поле различаются, как корпускулярная и волновая характеристики.* Это различие наблюдается на макроуровне и полностью исчезает на уровне микропроцессов: частицы вещества обладают волновыми свойствами, а непрерывное в макроскопических процессах электромагнитное поле обнаруживает на уровне микромира корпускулярный характер.

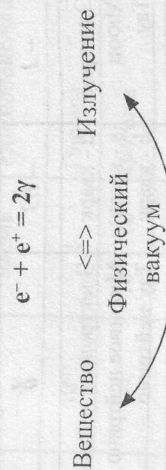
Вывод: Различие вещества и поля, верно, характеризует реальный мир в макроскопическом приближении. Это различие не является абсолютным, и при переходе к микрообъектам ярко обнаруживается его относительность. В микромире понятия «частицы» (вещество) и «волны» (поля) выступают дополнительными характеристиками, выражающими внутренне противоречивую сущность микрообъектов.

Элементарные частицы и взаимодействия

Элементарные частицы – это микрообъекты, которые невозможно расщепить на составные части. Ряд элементарных частиц (например, адроны) имеет сложную внутреннюю структуру, но разделить их на части оказывается невозможно. Другие элементарные частицы являются бесструктурными и могут рассматриваться как фундаментальные частицы.

1897 г. – Д. Томсон открыл первую элементарную частицу – электрон.
1919 г. – Э. Резерфорд осуществил первую в истории ядерную реакцию, в ходе которой был открыт протон.

1927 г. – К. Андерсон обнаружил позитрон, в составе космического излучения. С открытием позитрона в физику пришло представление об антивеществе. У каждой частицы имеется античастица. При взаимодействии частицы и античастицы вещество превращается в излучение:

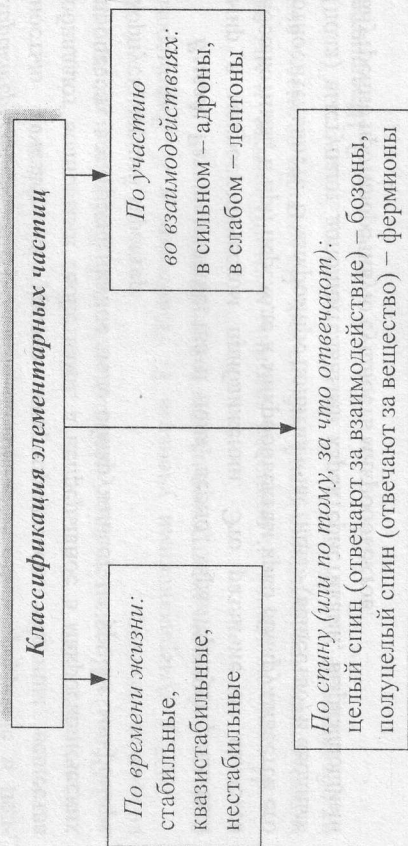


1932 г. – Д. Чедвик обнаружил нейтрон.

1934 г. – Жолио-Кюри Фредерик и Ирен открыли искусственную радиоактивность. На сегодняшний день открыто более 300 элементарных

частей. Элементарные частицы классифицируют по различным основаниям.

Схема 1



1964 г. Гелл-Манн выдвинул гипотезу о существовании частиц (кварков), из которых состоят все тяжелые частицы (адроны).

Существует шесть типов кварков по аромату: верхний (u), нижний (d), странный (s), очарованный (c), прелестный (b), истинный (t); в каждом из которых различают три цвета - красный, зеленый, синий. Смесь этих цветов дает нулевой белый цвет. Кварки имеют дробный заряд, кратный 1/3 заряда электрона. На сегодняшний день все шесть типов кварков открыты экспериментально.

В современной теории выделяют 12 элементарных частиц - строительных кирпичиков, образующих все известные состояния вещества. Современные «материальные частицы» можно представить в виде периодической системы - таблицы кварков и лептонов (табл. 1).

Таблица 1
Кварки и лептоны

Заряд / поколение	-1	-1/3	0	+2/3
I	Электрон	d - кварк	Электронное нейтрино	u - кварк
II	Мюон	s - кварк	Мюонное нейтрино	c - кварк
III	Тау	b - кварк	Тау-нейтрино	t - кварк

Данная модель включает шесть разновидностей кварков и шесть лептонов. Эти 12 частиц разделены в соответствии с электрическим зарядом на группы. Первое семейство включает те составляющие,

которые необходимы для создания атомов. U- и d-кварки объединяются в группы по три частицы, образуя «нуклоны» (протоны и нейтроны), которые являются основными составляющими каждого известного атомного ядра. Отрицательно заряженные электроны притягиваются к ядрам, образуя электрически нейтральные системы - атомы. Атомы, объединяясь с друг другом, образуют молекулы, а огромные соединения молекул образуют знакомые нам объекты повседневной жизни. Роль электронного нейтрино ни в коей мере не связана с материей. Нейтрино играют важную роль в одном из трех видов естественной радиоактивности - β -распадом. Именно в ходе этого процесса нейтроны и протоны могут превращаться друг в друга.

Таким образом, первое семейство кварков и лептонов, во всей своей полноте, необходимо для существования мира в том виде, в каком мы его знаем. В чем же состоит основная цель второго и третьего семейств? Судя по всему, они не играют никакой существенной роли в повседневных явлениях. Почему же существуют три семейства частиц, когда, казалось бы, хватило и одного? Эту проблему специалисты по физике частиц называют «вопросом избыточного копирования». Точного ответа на этот вопрос нет.

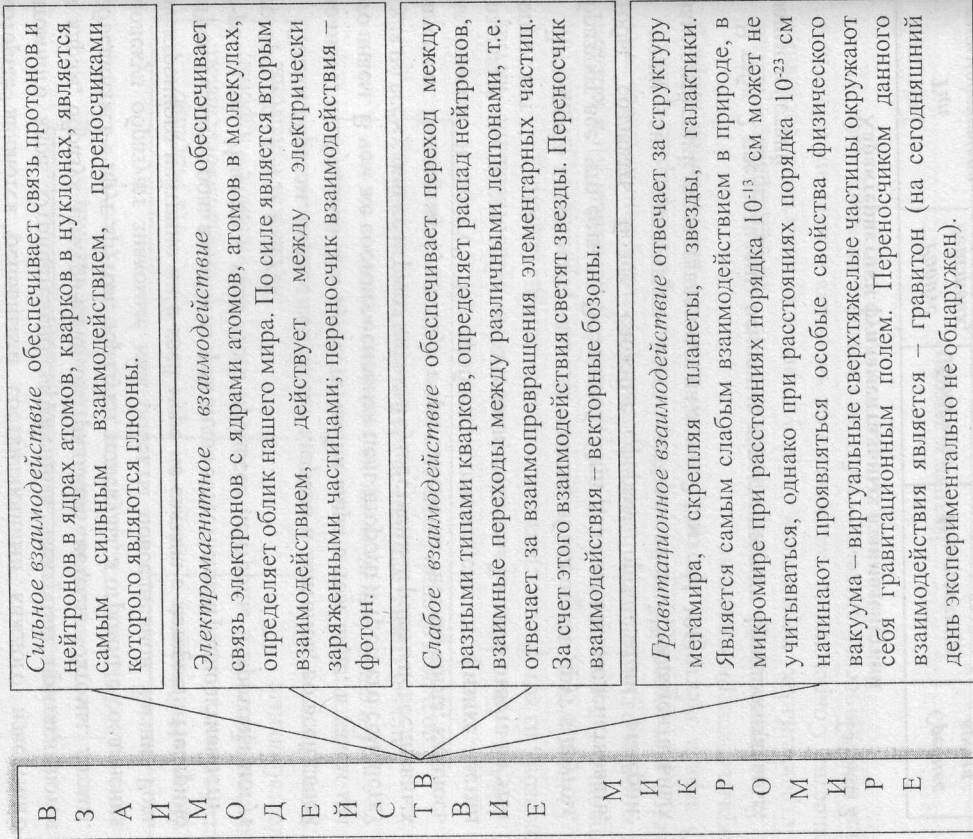
Двенадцать видов материальных частиц, объединяясь друг с другом, образуют все, что есть во Вселенной. Они должны взаимодействовать, чтобы создавать более сложные формы организации материи. В наши дни существует всего четыре типа фундаментальных взаимодействий, представленных на схеме 2 (см. стр. 106).

В табл. 2 представлены основные характеристики фундаментальных взаимодействий.

Таблица 2
Характеристики фундаментальных взаимодействий

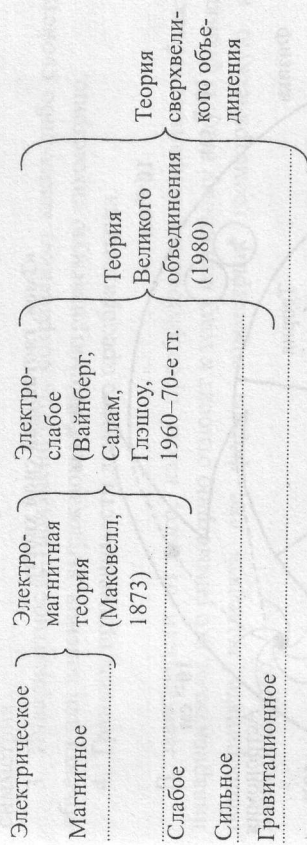
Тип взаимодействия	Радиус действия, м	Интенсивность	Переносчики взаимодействия	Среднее время жизни, с
Сильное	10^{-15}	1	Глюоны	10^{-23}
Электромагнитное	∞	$10^{-3} - 10^{-2}$	Фотоны	20^{-20}
Слабое	10^{-18}	$10^{-12} - 10^{10}$	Промежуточные бозоны	10^{-13}
Гравитационное	∞	10^{-39}	Гравитоны	?

Фундаментальные взаимодействия



Заветная мечта всех физиков – выявить универсальность всех фундаментальных сил, объединить все физические взаимодействия в одной теории. На схеме 3 представлена динамика реализации программы объединения.

Теории объединения фундаментальных взаимодействий



По мере того как физики более глубоко проникали в природу субатомных частиц, они нашли полезным разрабатывать более сложные способы их классификации (см. схему 3).

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ

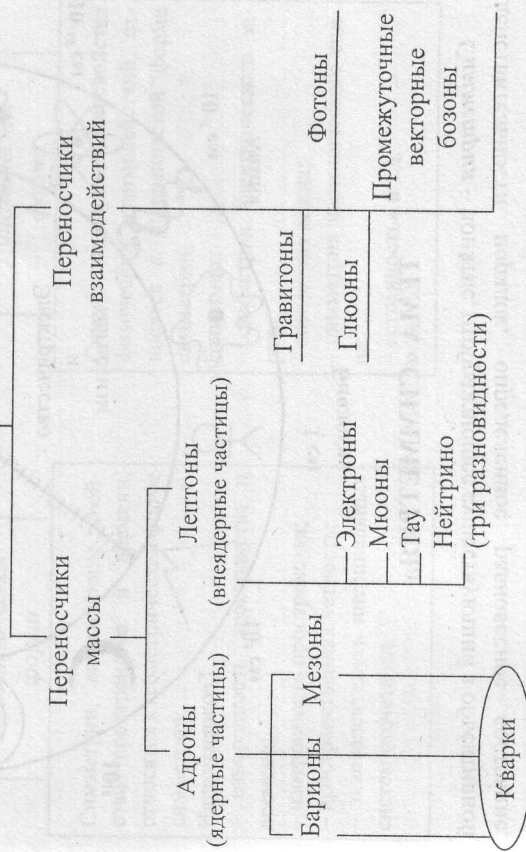
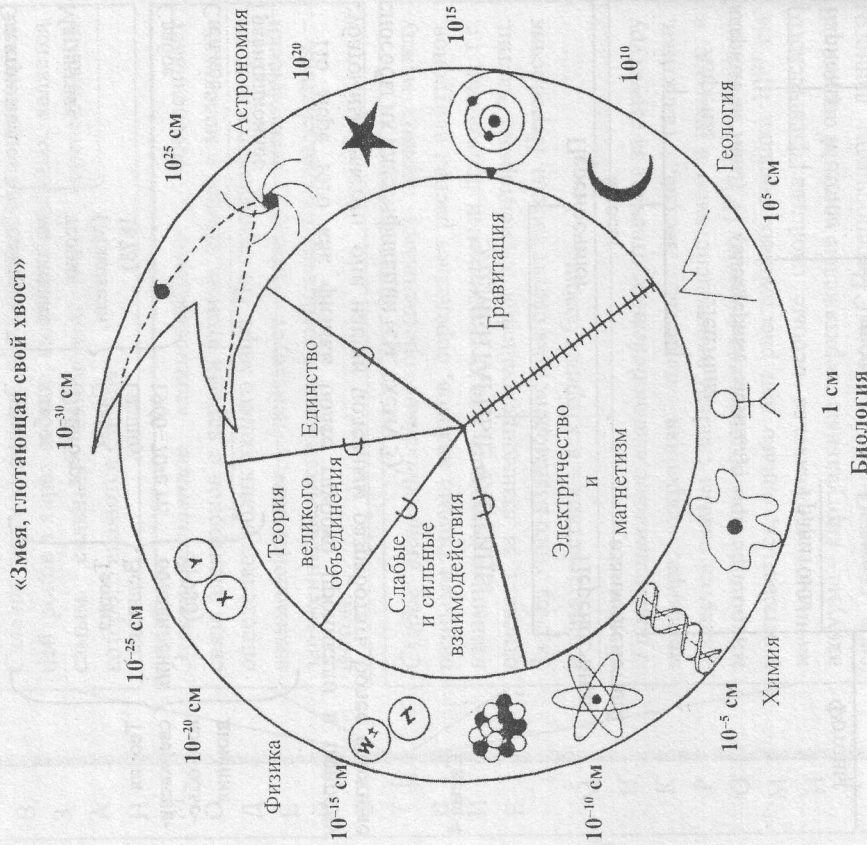


Иллюстрация теорий объединения фундаментальных взаимодействий
(по книге Ш.Л. Глэшоу «Очарование физики»)



ТЕМА «СИММЕТРИЯ»

Симметрия – понятие, отображающее существующий в объективной действительности порядок, определенное равновесное состояние, относительную устойчивость, пропорциональность и соразмерность между составными частями целого.

В широком смысле симметрия – инвариантность (неизменность) структуры, свойств, форм материального объекта относительно его преобразований. «Симметричным называется такой предмет, который можно как-то изменить, получая в результате то же, с чего начали» (Р. Фейнман)

Говоря о симметрии, надо иметь в виду следующее:

1. Объект или явление, симметрия которого исследуется.
2. Преобразование, по отношению к которому рассматривается симметрия.
3. Инвариантность (неизменность, сохранение) каких-либо свойств объекта или явления, выражающая рассматриваемую симметрию.
4. Границы применимости данного преобразования.

В зависимости от того, какие преобразования сохраняют объект инвариантным, его симметрию относят к тому или иному виду. В физике общепринято выделять две формы симметрии: геометрическую и динамическую.

Схема 1

