

ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

Глава 7. МИКРОМИР: КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОЙ
ФИЗИКИ

7.3. Элементарные частицы и физические взаимодействия.

АТОМ (по Демокриту) – простейшая, неделимая далее частица

- ▶ Из атомов состоят все тела
- ▶ Превращения, наблюдаемые в природе, - это простая перестановка атомов
- ▶ В мире все течет, все изменяется, только атомы остаются неизменными



Примеры явлений, поставивших под сомнение неизменность атомов

- ▶ Электризация тел
- ▶ Линейчатые спектры испускания и поглощения атомов
- ▶ Радиоактивность
- ▶ Электролиз
- ▶ Фотоэффект
- ▶ Термоэлектронная эмиссия
- ▶ Электрический разряд в газах

Вывод: атомы обладают сложным внутренним строением и не являются простейшими неразрушимыми и неизменными частицами

Проблема – найти простые частицы, из которых построены все атомы

- ▶ 1897 год – открыт электрон (Джозеф Томсон)
- ▶ начало 1920-х годов – открыт протон (Резерфорд)
- ▶ 1932 год – открыт нейтрон (Джеймс Чедвик)

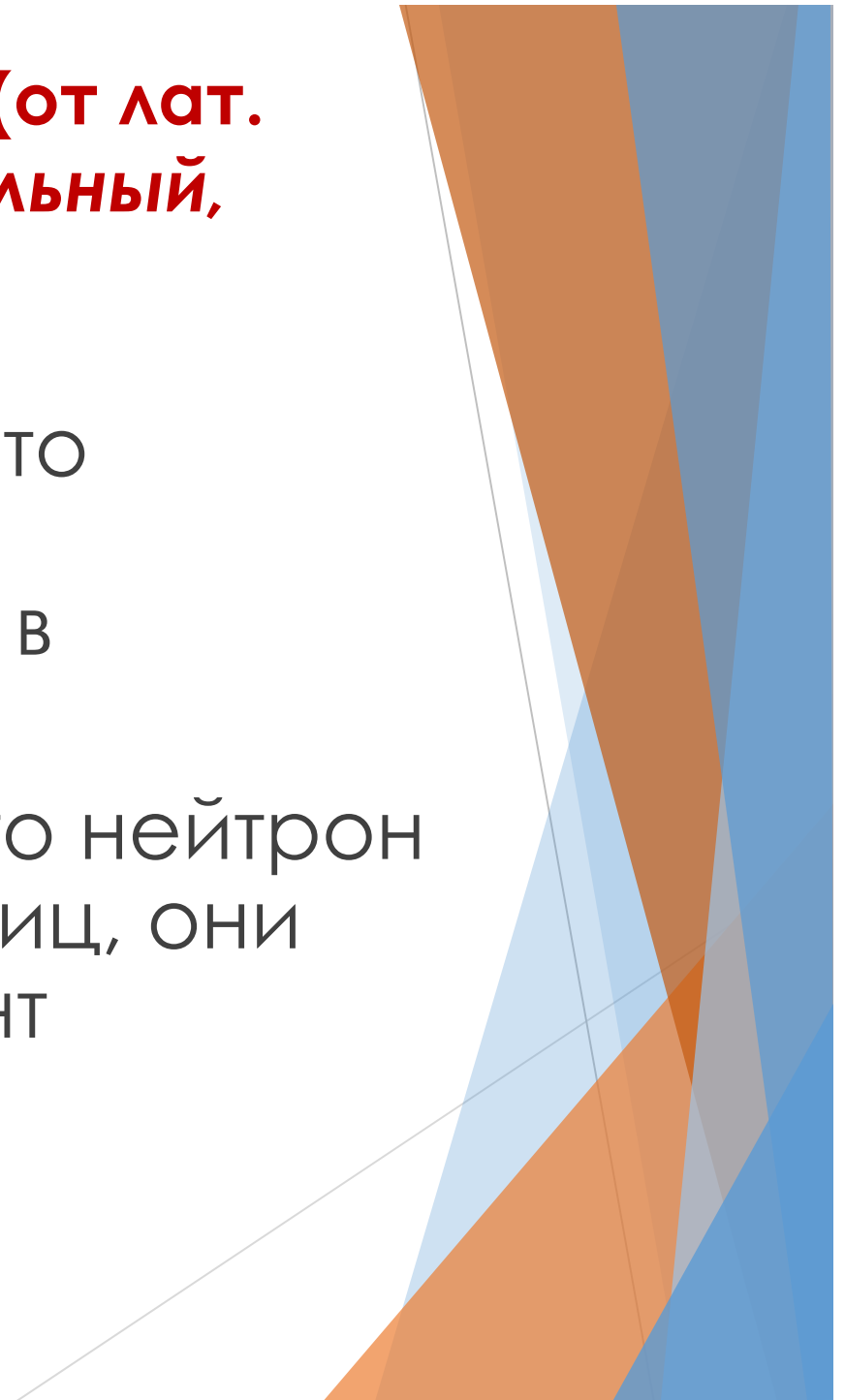


Элементарные частицы (от лат. *elementarius* – первоначальный, простейший, основной)

- ▶ Частицы, из которых построены атомы считались неспособными ни к каким превращения
- ▶ Элементарными стали считать электроны, протоны и нейтроны
- ▶ Позже фотоны включили в число элементарных частиц

Элементарные частицы (от лат. *elementarius* – первоначальный, простейший, основной)

- ▶ Было обнаружено, что свободный нейтрон нестабилен и живет в среднем 15 минут
- ▶ Но нельзя сказать, что нейтрон состоит из этих частиц, они рождаются в момент распада



Элементарными называют частицы, которые на современном уровне развития физики нельзя считать соединением других, более «простых» частиц, существующих в свободном состоянии

- ▶ Элементарная частица в процессе взаимодействия с другими частицами или полями должна вести себя как единое целое
- ▶ Все элементарные частицы превращаются друг в друга, и эти их взаимные превращения – главный факт их существования
- ▶ Неделимость элементарных частиц не означает, что у них отсутствует внутренняя структура

АНТИЧАСТИЦЫ

В 1928 году Поль Дирак разработал теорию движения электрона в атоме, учитывающую релятивистские эффекты. Из уравнения получалось, что у электрона должен быть «двойник» - частица такой же массы, но с положительным элементарным зарядом



АНТИЧАСТИЦЫ

В 1932 году Карл Дейвид Андерсон экспериментально обнаружил в космическом излучении *ПОЗИТРОНЫ*



АНТИЧАСТИЦЫ

- ▶ У всех элементарных частиц есть античастицы
- ▶ Заряженные частицы существуют парами
- ▶ В 1955 году обнаружен антипротон
- ▶ В 1956 году – антинейтрон
- ▶ Существуют *истинно нейтральные частицы* – фотон, пи-нуль-мезон, эта-мезон. Они полностью совпадают со своими античастицами

АННИГИЛЯЦИЯ

Античастицы оказались способными к особому виду взаимодействия (доказано на опыте Федерик Жолио-Кюри в 1933 г.)

Две античастицы при встрече *аннигилируют* (от лат nihil – ничто), превращаясь в два, редко в три фотона



АННИГИЛЯЦИЯ

В том же году супруги Федерик и Ирэн Жолио-Кюри обнаружили обратный процесс – рождение электронно-позитронных пар при прохождении гамма-кванта большой энергии вблизи атомного ядра



Проблема №1

Для объяснения существования ядерных сил взаимодействия между нуклонами в ядре требуется найти материальных носителей ядерного взаимодействия (согласно теории близкодействия)

Проблема №2

Количество открытых к настоящему времени элементарных частиц исчисляется сотнями
Как классифицировать элементарные частицы для выяснения их внутренней структуры и поиска «настоящих» элементарных частиц?

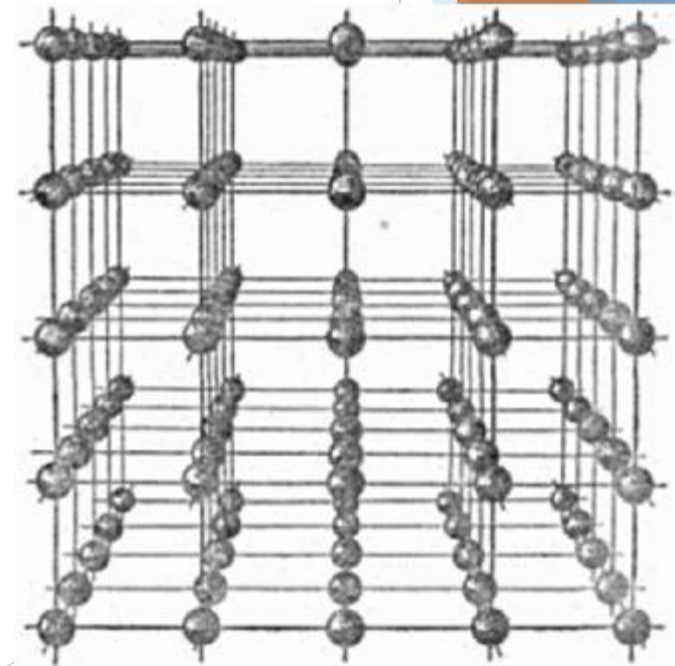
Элементарные частицы разделяются на группы по их способностям к различным видам фундаментальных взаимодействий

1. Гравитационное взаимодействие

- описывается законом всемирного тяготения
- действует между любыми телами Вселенной
- играет основную роль только для макроскопических тел больших масс
- носители – гравитоны?

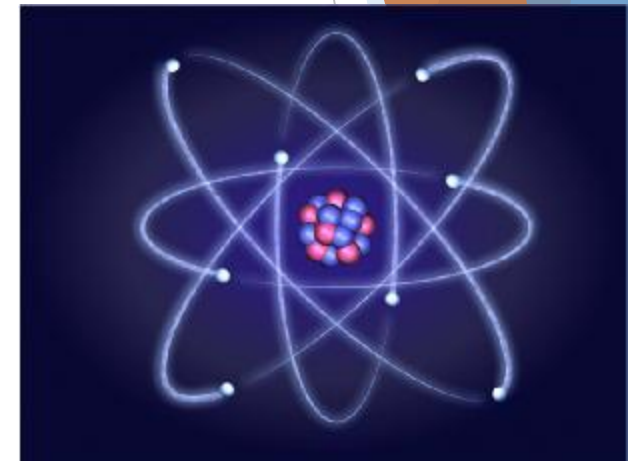
2. Электромагнитное взаимодействие

- действует между любыми электрически заряженными частицами и телами, а также фотонами – квантами электромагнитного поля
 - обеспечивает возможность существования атомов, молекул; определяет свойства твердых тел, жидкостей, газов и плазмы
 - вызывает деление тяжелых ядер; излучение и поглощение фотонов веществом
- носители - фотоны



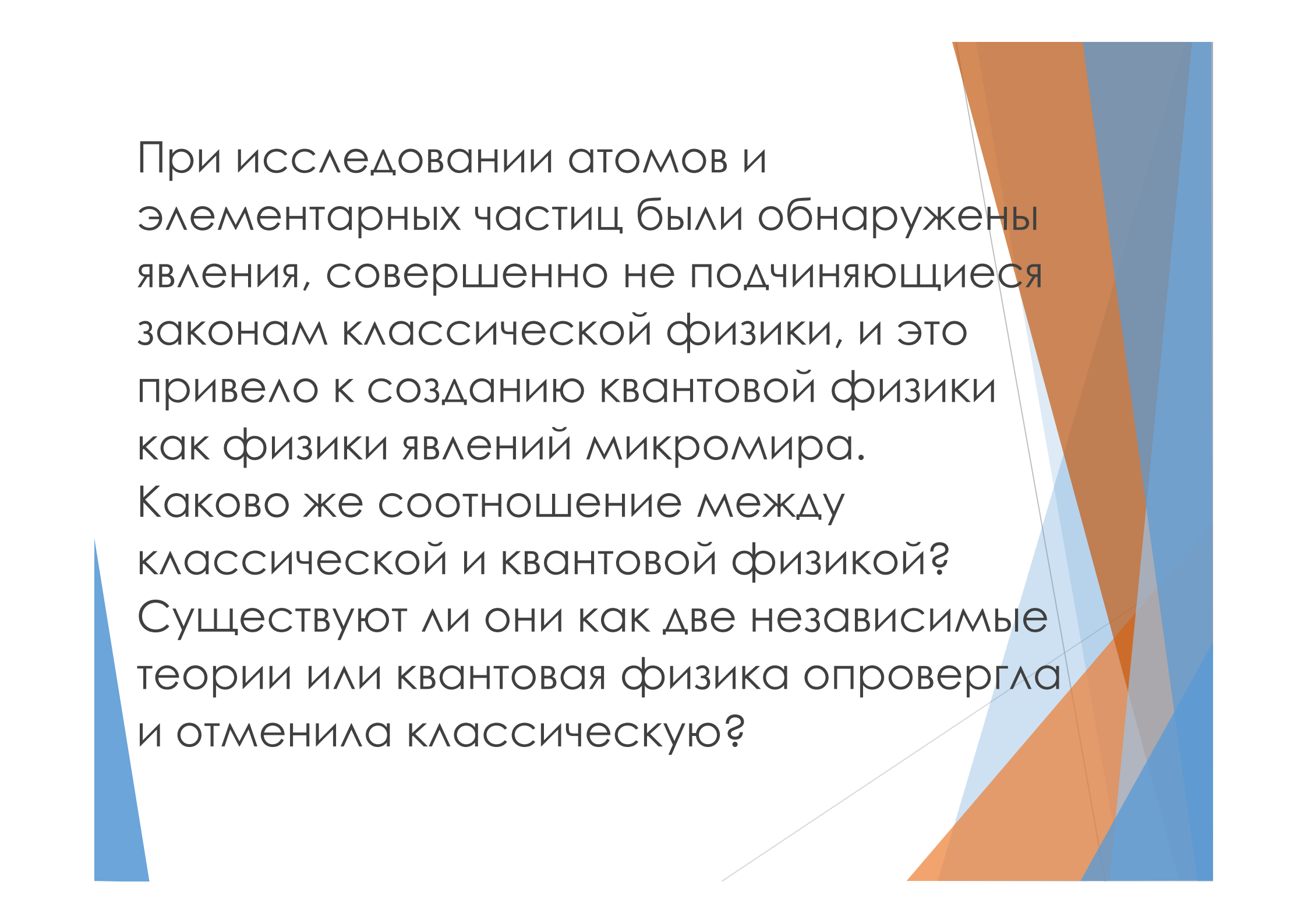
3. Сильное взаимодействие

- это взаимодействие между нуклонами и другими тяжелыми частицами
- проявляется на очень коротких расстояниях $\sim 10^{-15}$ м
- примером является взаимодействие нуклонов ядерными силами
- частицы, способные к этому взаимодействию называются *адроны*
- носители – глюоны и мезоны



4. Слабое взаимодействие

- в нем участвуют любые элементарные частицы, кроме фотонов
- проявляется лишь на очень малых расстояниях $\sim 10^{-18}$ м
- примером слабого взаимодействия может служить процесс бета-распада нейтрона, распад заряженного пиона
- носители – промежуточные бозоны



При исследовании атомов и элементарных частиц были обнаружены явления, совершенно не подчиняющиеся законам классической физики, и это привело к созданию квантовой физики как физики явлений микромира. Каково же соотношение между классической и квантовой физикой? Существуют ли они как две независимые теории или квантовая физика опровергла и отменила классическую?

Не произошло ни первого, ни второго. Законы квантовой физики оказались универсальными законами, применимыми не только к системам из элементарных частиц, но и к любым телам макромира.

В согласии с **принципом соответствия** классическая физика оказалась частным случаем квантовой физики, применимым лишь в ограниченной области расстояний и размеров тел макромира.