**Физика 2 курс.**

**Преподаватель С.А. Радобенко.**

**Тема 7.3 «Физика атомного ядра».**

**Добрый день! Уважаемые студенты, предлагаю вашему вниманию теоретический материал по теме «Физика атомного ядра»,**

**которая рассчитана на 5 уроков.**

**Урок 5.**

**Тема урока:** «Элементарные частицы»

**Цель урока:** обобщить полученные ранее знания о частицах вещества и поля.

**План урока:**

1. **Повторить теоретический материал по темам «Фотон», «Развитие взглядов на строение вещества» и «Строение атома».**
2. **Изучить историю открытия частиц вещества и поля.**
3. **Познакомиться с современными научными теориями и гипотезами об элементарных частицах.**

**План действий:**

1. Изучить теорию и составить конспект.
2. Выполнить задание.

**Литература:** А.В. Фирсов Физика для СПО М. Академия 2014

**https://obuchalka.org/20180622101330/istoriya-dlya-professii-i-specialnostei-tehnicheskogo-estestvenno-nauchnogo-socialno-ekonomicheskogo-profilei-chast-1-artemov-v-v-lubchenkov-u-n-2012.html**

**Теоретический материал.**

**Элемента́рная части́ца** — собирательный термин, относящийся к микрообъектам в субъядерном масштабе, которые *на практике* невозможно расщепить на составные части.

Следует иметь в виду, что некоторые элементарные частицы ([электрон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD), [нейтрино](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BE), [кварки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA) и т. д.) на данный момент считаются бесструктурными и рассматриваются как первичные [*фундаментальные частицы*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0).

Другие элементарные частицы (так называемые *составные частицы*, в том числе частицы, составляющие ядро [атома](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) — [протоны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD) и [нейтроны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD)) имеют сложную внутреннюю структуру, но тем не менее, по современным представлениям, разделить их на части невозможно.

Всего вместе с [античастицами](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0) открыто более 350 элементарных частиц.

Из них стабильны фотон, электронное и мюонное нейтрино, электрон, протон и их античастицы.

Остальные элементарные частицы самопроизвольно распадаются по экспоненциальному закону с [постоянной времени](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F_%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86) от приблизительно 1000 секунд (для свободного [нейтрона](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD)) до ничтожно малой доли [секунды](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0) (от 10−24 до 10−22 с для [резонансов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%8B)).

Строение и поведение элементарных частиц изучается [физикой элементарных частиц](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86).

Все элементарные частицы подчиняются [принципу тождественности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF_%D1%82%D0%BE%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8) (все элементарные частицы одного вида во Вселенной полностью одинаковы по всем своим свойствам) и [принципу корпускулярно-волнового дуализма](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%BE-%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B4%D1%83%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%BC) (каждой элементарной частице соответствует [волна де-Бройля](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B_%D0%B4%D0%B5_%D0%91%D1%80%D0%BE%D0%B9%D0%BB%D1%8F)).

Первоначально термин «элементарная частица» подразумевал нечто абсолютно элементарное, первокирпичик [материи](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)). Однако, когда в 1950-х и 1960-х годах были открыты сотни [адронов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD) с похожими свойствами, стало ясно, что по крайней мере адроны обладают внутренними степенями свободы, то есть не являются в строгом смысле слова элементарными. Это подозрение в дальнейшем подтвердилось, когда выяснилось, что адроны состоят из [кварков](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA).

Таким образом, физики продвинулись ещё немного вглубь строения вещества: самыми элементарными, точечными частями вещества сейчас считаются [лептоны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D0%BF%D1%82%D0%BE%D0%BD) и кварки. Для них применяется термин «[**фундаментальные** частицы»](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0).

В активно разрабатываемой примерно с середины [1980-х](https://ru.wikipedia.org/wiki/1980-%D0%B5) [теории струн](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BD) предполагается, что элементарные частицы и их взаимодействия являются следствиями различных видов колебаний особо малых «струн».

## **Стандартная модель**

Стандартная модель элементарных частиц включает в себя 12 [ароматов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82_(%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) фермионов, соответствующие им античастицы, а также калибровочные бозоны ([фотон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BD), [глюоны](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D1%8E%D0%BE%D0%BD" \o "Глюон), [*W*- и *Z*-бозоны](https://ru.wikipedia.org/wiki/W-_%D0%B8_Z-%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D1%8B)), которые переносят взаимодействия между частицами, и обнаруженный в 2012 году [бозон Хиггса](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BD_%D0%A5%D0%B8%D0%B3%D0%B3%D1%81%D0%B0), отвечающий за наличие инертной массы у частиц. Однако Стандартная модель в значительной степени рассматривается скорее как теория временная, а не действительно фундаментальная, поскольку она не включает в себя гравитацию и содержит несколько десятков свободных параметров (массы частиц и т. д.), значения которых не вытекают непосредственно из теории. Возможно, существуют элементарные частицы, которые не описываются Стандартной моделью — например, такие, как [гравитон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BD) (частица, гипотетически переносящая гравитационные силы) или [суперсимметричные](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D0%BC%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F" \o "Суперсимметрия) партнёры обычных частиц. Всего модель описывает 61 частицу.

Все элементарные частицы обладают свойством взаимопревращаемости, являющегося следствием их взаимодействий:

сильного, электромагнитного, слабого, гравитационного.

Взаимодействия частиц вызывают превращения частиц и в другие частицы, если такие превращения не запрещены [законами сохранения энергии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D1%81%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B8), импульса, момента количества движения, электрического заряда, барионного заряда и др.

## **Размеры элементарных частиц**

Несмотря на большое разнообразие элементарных частиц, их размеры укладываются в две группы. Размеры адронов (протонов и нейтронов) составляют около 10−15 м, что близко к среднему расстоянию между входящими в них кварками. Размеры фундаментальных, бесструктурных частиц(кварков) — в пределах погрешности эксперимента согласуются с их точечностью (верхний предел диаметра составляет около 10−18 м) Если в дальнейших экспериментах окончательные размеры этих частиц не будут обнаружены, то это может свидетельствовать о том, что их размеры близки к [фундаментальной длине](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0) (которая весьма вероятноможет оказаться [планковской длиной](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B0" \o "Планковская длина), равной 1,6·10−35 м).

Так, радиус электрона с точки зрения нейтрино (между ними возможно только слабое взаимодействие) примерно равен комптоновской длине волны [W-бозонов](https://ru.wikipedia.org/wiki/W-%D0%B1%D0%BE%D0%B7%D0%BE%D0%BD), ~3×10−18 м,

#### [**Античастицы**](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%8B)

Также существуют 12 фермионных античастиц, соответствующих вышеуказанным двенадцати частицам.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Частицы и Античастицы*** | | |
| **электрон** | **протон** | **нейтрон** |
| [позитрон](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B7%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD): *e+* | антипротон | антинейтрон |

[***Кварк***](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BA)

Кварки и антикварки никогда не были обнаружены в свободном состоянии — это объясняется явлением [конфайнмента](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82" \o "Конфайнмент).

На основании симметрии между лептонами и кварками, проявляемой в [электромагнитном взаимодействии](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D0%B7%D0%B0%D0%B8%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%B5), выдвигаются гипотезы о том, что эти частицы состоят из более фундаментальных частиц — [преонов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%BE%D0%BD).

## **Неизвестные частицы**

По мнению большинства физиков, существуют неизвестные доселе типы частиц из которых состоит [тёмная материя](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%91%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%8F)

**Задание. Используя материал §§ 220, 224 и таблицы 25 и 27 заполните следующую таблицу: ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ЭЛЕКТРОН** | **ПРОТОН** | **НЕЙТРОН** | **ФОТОН** |
| **обозначение** | **обозначение** | **обозначение** | **обозначение** |
| **масса** | **масса** | **масса** | **масса** |
| **заряд** | **заряд** | **заряд** | **заряд** |
| **античастица** | **античастица** | **античастица** | **античастица** |

**Домашнее задание**

**Найдите и опишите процесс взаимного превращения частиц вещества и поля.**

**Готовую работу отправляйте на электронную почту** [**radobenko.sveta@yandex.ru**](mailto:radobenko.sveta@yandex.ru)

**Спасибо.**