

разрушения оболочку из таких сплавов, при температуре почти 200 °С, около 100 лет. Кроме того, нужно добиться высокой механической прочности предлагаемых сплавов, во избежание повреждения контейнеров с радиоактивными отходами при перевозке к местам захоронения.

Глава 14. Элементарные частицы

Урок 132. Зарождение физики элементарных частиц

Цель: рассказать об элементарных частицах.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Проведение самостоятельной работы

Вариант I

1. Как получают радиоактивные изотопы? (*Облучение α -частицами, γ -излучением, нейтронное облучение.*)
2. Что целесообразно применять для защиты от γ -излучения? (*Свинец.*)
3. Что целесообразно применять для защиты от нейтронов? (*Воду, бетон.*)
4. С какой целью используют радиоактивные изотопы в медицине? (*С целью исследования обмена веществ, постановки диагноза, терапевтических целей.*)
5. С помощью какого прибора можно зарегистрировать величину радиационного излучения? (*С помощью счетчика Гейгера.*)
6. Два человека массами 50 и 100 кг получили одинаковую дозу облучения: 3 Гр. В одинаковой ли степени они заражены радиацией? (*В одинаковой.*)
7. Какой естественный фон радиации? (*2·10⁻³–3 Гр/год.*)
8. Если расстояние от источника радиоактивного излучения увеличивается в 4 раза, то интенсивность радиации ... (*убывает в 16 раз.*)
9. Длина свободного пробега в одной и той же среде α -частицы значительно меньше, чем β -частицы. Почему α -частица обладает наибольшей способностью вызывать ионизацию молекул?
10. Какая существует зависимость между глубиной проникновения α - и β -частиц в вещество и их ионизирующей способностью?

(Глубина проникновения α -частиц меньше, но ионизирующая способность больше, чем у β -частиц.)

Вариант II

1. Каким способом получают радиоактивные изотопы химических элементов? (Облучают нейтронами, α -частицами, γ -квантами, протонами.)

2. Для защиты от жесткого рентгеновского и γ -излучений применяются вещества, состоящие из элементов ... (с высоким атомным номером и имеющих большую плотность.)

3. Какие вещества при равных толщинах дают наилучшую защиту от γ -излучений – чугун, сталь, свинец? (Свинец.)

4. Какие вещества используются для защиты от нейтронов? (С невысоким атомным номером.)

5. С какой целью используют радиоактивные элементы в археологии? (Для определения возраста предметов старины.)

6. Если расстояние от источника радиоактивного излучения увеличивается в 3 раза, то интенсивность радиации убывает ... (в 9 раз.)

7. Если тело человека массой 60 кг поглотило в течение короткого времени радиационную энергию 180 Дж, то какую дозу облучения получил человек? (3 Гр.)

8. Какова предельная доза облучения для лиц, работающих с облучением длительное время? (0,05 Гр/год.)

9. Какая существует зависимость между глубиной проникновения α -, β -частиц в вещество и их ионизирующей способностью? (Глубина проникновения α -частиц меньше, но ионизирующая способность больше, чем β -частиц.)

10. Большая ли проникающая способность γ -излучения, не несущая электрического заряда? (Да.)

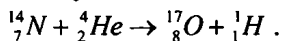
III. Изучение нового материала

В начале XX века было установлено, что все атомы построены из нейтронов, протонов и электронов. Помимо них были открыты позитроны, нейтрино и γ -квант (фотон).

В 1898 г. Дж. Томсон доказал реальность существования электронов. В 1909 г. Р. Милликен впервые измерил заряд электрона:

$$q_e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; m_e = 9,109 \cdot 10^{-28} \text{ г.}$$

В 1919 г. Э. Резерфорд при бомбардировке азота α -частицами обнаружил частицу, заряд которой равен заряду электрона, а масса в 1836 раз больше массы электрона:

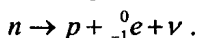


Назвали частицу протон, $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг.

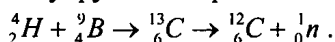
Резерфорд высказал предположение о существовании частицы, не имеющей заряда, масса которой равна массе протона.

В 1932 г. Д. Чэдвик открыл частицу и назвал ее нейтроном: $m_n = 1,001$ mp.

Не входящий в состав ядра 1_0n живет около 1000 с, потом распадается на протон, электрон и нейтрино:



Опыт, проведенный супругами Кюри:



В 1928 г. П. Дирак предсказал, а в 1932 г. Г. Андерсон открыл позитрон (e^+), фотографируя следы космических частиц в камере Вильсона. Позитрон рождается в паре с электроном, а при некоторых реакциях позитрон рождается в «одиночестве».

Гипотеза А. Эйнштейна, что свет распространяется в виде частиц или фотонов, означала отход от классических представлений. Они являются материальными частицами, имеют инертную массу, но могут существовать только двигаясь со скоростью света, не существуют в состоянии покоя. Сила тяжести действует на фотоны.

В 1931 г. В. Паули предсказал, а в 1955 г. экспериментально зарегистрированы нейтрино ν и антинейтрино $\bar{\nu}$:

$$m_\nu = 0; q_\nu = 0.$$

Оно появляется в ходе распада 1_0n . Протон, электрон и нейтрино являются стабильными частицами, но каждая из них при взаимодействии с другими частицами может превращаться в другие частицы.

В 1935 г. японский физик Х. Юкава предсказал существование новой частицы, которая является переносчиком сильного взаимодействия. В 1947 г. частица была открыта и получила название π -мезон (или π -ион). У этой частицы три зарядовых состояния (+; -; 0).

IV. Закрепление изученного материала

- Что такое элементарная частица?
- Каков главный факт существования элементарных частиц?
- За счет чего осуществляется взаимодействие между протонами и нейтронами при сильном взаимодействии?
- В чем заключается природа слабого взаимодействия?
- Что является переносчиком слабого взаимодействия?

V. Подведение итогов урока

Домашнее задание

Урок 133. Элементарные частицы, их классификация

Цель: рассмотреть классификацию элементарных частиц.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Проведение самостоятельной работы

Вариант I

1. Одно из свойств элементарных частиц – способность ... (*превращаться друг в друга.*)
2. Какие элементарные частицы называют стабильными? (*Частицы, которые могут существовать в свободном состоянии неограниченное время.*)
3. Является ли нейтрон стабильной частицей? (*Нет.*)
4. Означает ли распад частицы на две или большее число частиц, что данная частица состоит из нескольких частиц? (*Нет.*)
5. Что является главным фактором существования элементарных частиц? (*Взаимное их превращение.*)
6. Какие взаимодействия определяют устойчивость ядер в атомах? (*Ядерные.*)

Вариант II

1. Существуют ли в природе неизменные частицы? (*Не существуют.*)
2. Сколько живет нейтрон вне атома ядра? (*15 минут.*)
3. Опытом, подтверждающим реальность явления превращения электромагнитного поля в вещество, является рождение пар электрон-позитрон при поглощении γ -квантов, обладающих энергией ... (*больше 1 МэВ.*)
4. Какое взаимодействие ответственно за превращение элементарных частиц друг у друга? (*Сильное, слабое, электромагнитное.*)
5. Что является главным фактором существования элементарных частиц? (*Взаимное их превращение.*)
6. Какое взаимодействие носит универсальный характер? (*Гравитационное.*)

III. Изучение нового материала

В 1955 г. был открыт антипротон, а в 1959 г. – антинейтрон. После обнаружения π -мезона было обнаружено много других частиц. Ныне их насчитывается не одна сотня.

Элементарные частицы делятся на четыре класса:

- I – Фотоны – только электромагнитное взаимодействие;
- II – Лектоны (12 частиц): электрон, мюон, нейтрино и др.
- III – Мезоны (8 частиц): π -мезоны, π -ионы и др.
- IV – Барионы (18 частиц) протоны, нейтроны и др.

Один из способов классификации элементарных частиц основан на взаимодействии частиц.

Вид взаимодействия	Взаимодействие частицы	Радиус действия сил	Относительные силы взаимодействия	Частицы – носители взаимодействия
Сильное	Кварки Нуклоны	10^{-15} м	1	Глюоны Мезоны
Электромагнитное	Частицы с электрическими зарядами	∞	10^{-2}	Фотоны
Слабое	Кварки Лептоны	10^{-17} м	10^{-3}	Промежуточные бозоны
Гравитационное	Все частицы	∞	10^{-39}	Гравитоны

Между элементарными частицами могут осуществляться четыре различных типа взаимодействий. Каждый тип взаимодействия осуществляется с помощью квантов соответствующего поля. Не обнаружены пока экспериментально кванты гравитационного поля (гравитоны).

К настоящему времени на роль «настоящих элементарных частиц, т. е. частиц, не построенных из каких-то других частиц, претендуют шесть легких частиц, называемых лептонами и шесть кварков. Эти частицы называют фундаментальными элементарными частицами. Правда, у каждой из этих частиц имеется своя античастица.

В элементарных процессах сохраняются импульс, энергия, электрический заряд, момент импульса.

Материя не только многообразна в своих формах, но и едина в своей сущности. Аннигиляция медленного позитрона с электроном приводит к возникновению двух фотонов, каждый с энергией $E = mc^2$ (аннигиляционное излучение).

Может происходить превращение фотонов в вещество. Фотоны движутся из точки аннигиляции в противоположных направлениях в соответствии с законом сохранения импульса.

IV. Вопросы для закрепления

- Какие типы фундаментальных взаимодействий вы знаете?
- Что общего можно сказать о механизме фундаментальных взаимодействий?
- Что является переносчиком гравитационного взаимодействия?
- Посредством чего осуществляется электромагнитное взаимодействие между заряженными частицами и что является переносчиком взаимодействия?
- За счет чего происходит взаимодействие между протонами и нейтронами при сильном взаимодействии?
- Что такое кварки?
- В чем заключается природа слабого взаимодействия?

V. Подведение итогов урока

Домашнее задание

п. 116.

Урок 134. Урок-игра «Поле чудес» по теме: «Атомная физика и физика атомного ядра»

Ход урока

I. Правила игры

Если участник отгадывает три буквы, то может выбрать одну из предложенных шкатулок: одна – пустая, в другой – приз (шоколадка). Если выпал сектор «П» (приз), то в зал вносят ящик с призом (тетрадь, ластик, циркуль, ручка, карандаш и т. д.); сектор «+» дает возможность открыть любую букву; сектор «Б» – банкрот.

II. Ход игры

1. Задание для первой «тройки»

В 19 лет он оканчивает только что открытый Королевский химический колледж и там же продолжает работать ассистентом. Одновременно продолжает работать ассистентом. Одновременно с этим он посещает в Королевском институте лекции Фарадея, которые произвели на него незабываемое впечатление. В 1861 г. он открыл элемент

таллий, а в 1863 г. его избрали членом Королевского общества, где 30 ноября 1878 г. он докладывал о свойствах катодных лучей.

Ходил упорный слух, что он был близок к открытию рентгеновских лучей.

Задание: Назовите фамилию этой удивительно богатой натуры: изобретателя, биржевого дельца, издателя журнала «Химические новости» и исследователя.

Ответ: Уильям Крукс.

2. Задание для второй «тройки»

Рассказывают, что однажды ему для очередного опыта понадобилась новая порция радия. Крупинки радиевой соли, добытые с большим трудом, лежали, запаянные в стеклянные ампулы, в лабораторном шкафу. Вынуть препарат, отбить кончик ампулы – минутное дело. Ученый не раз уже производил эту операцию. Он поднес нож к стеклу, примерился... Но как только лезвие коснулось стекла. Раздался слабый треск. От ампулы к ножу проскочила крохотная искорка, а в склянке образовалась трещина и крохотная дырочка.

Наверное, в наше время это явление не привлекло бы к себе внимания. Мы слишком привыкли к тому, что трещат и стреляют искрами брюки и рубашки из синтетической ткани, одеяла и шубы. Но тогда все было иначе. Кроме того, он был настоящим ученым – человеком, для которого любое необъяснимое явление создавало условия дискомфорта, душевного неудобства. Так продолжалось обычно до тех пор, пока он не понимал сути явления. Однако объяснить, почему за время хранения в ампулах с радиевой солью накопились электрические заряды, он не смог ...

Задание: Назовите фамилию этого ученого.

Ответ: Пьер Кюри.

3. Задание для третьей «тройки»

Итальянский физик. Внес большой вклад в развитие современной теоретической и экспериментальной физики. Родился в семье железнодорожного служащего. В возрасте 25 лет стал профессором теоретической физики в Римском университете. В 1838 г. эмигрировал в Америку, опасаясь преследований своей семьи со стороны итальянских фашистов.

Задание: Назовите ученого, которому впервые на практике удалось осуществить управляемую ядерную цепную реакцию.

Ответ: Энрико Ферми.

4. Игра со зрителями

Рассказывают, что случилось это 10 августа 1915 года. Английский десант высадился на берегу бухты Сувла Галлиполийского полуострова. Пока англичане окапывались, турецкие части перешли в наступление. Засвистели пули. Связисты едва успели протянуть провод в мелкий, не дорытый окоп командного пункта. «Контратаковать, контратаковать!» – надрывался полевой телефон, посылая в пустоту свои команды. Фуражка, сползшая с головы офицера связи, прикрыла маленькое отверстие в виске от турецкой пули.

Задание: Как звали офицера связи, которому было только 27 лет, но он уже сделал для науки столько, сколько большинству не удастся сделать и за срок вдвое больший?

Ответ: Генри Мозли.

5. Финальная игра

Физик и химик, по национальности поляк, работала во Франции, член академий многих стран, в том числе член-корреспондент Петербургской академии наук, а затем почетный член Академии наук СССР, лауреат Нобелевских премий за 1903 и 1911 гг. Она является одним из основоположников учения о радиоактивных элементах. В 1898 г. совместно с мужем открыла радиоактивные элементы полоний и радий. По поручению Брюссельского радиологического конгресса изготовила первый эталон радия, хранящийся поныне в Международном бюро мер и весов.

Задание: Эту женщину по праву можно назвать великим ученым. О ком идет речь?

Ответ: Мария Склодовская-Кюри.

6. Супер-игра

Немецкий ученый, один из основоположников физики XX в., создатель теории относительности. Он впервые установил, что свет, наряду с волновыми обладает также и корпускулярными свойствами. Ему принадлежат также работы по квантовой статистике, теории броуновского движения, теории фотоэффекта. Его, решительного

противника косности мышления во всех ее проявлениях, ненавидели реакционеры от науки до политики.

Приход к власти фашистов сделал невозможным пребывание этого ученого в Германии. В фашистском специальном списке после перечня его «преступлений» стояла пометка: «еще не повешен». Его спасла эмиграция – в 1933 г. он оказался в США. Там он занял место профессора Принстонского института высших исследований.

Задание: Назовите фамилию этого знаменитого ученого, лауреата Нобелевской премии 1921 г. за разработку теории фотоэффекта.

Ответ: Альберт Эйнштейн.

III. Подведение итогов игры