**Методы регистрации и наблюдения частиц**

Сегодня на уроке мы:

* вспомним и закрепим материал по теме «Радиоактивные превращения», «Закон радиоактивного распада»;
* познакомимся с методами регистрации и наблюдения элементарных частиц;
* настроимся на лабораторную работу, которая будет на следующем уроке.

Начнём наш урок!

***Сразу хочу вас предупредить, что в сегодняшнем уроке задания-вопросы будут встречаться на всём протяжении текста. Они будут выделены особым образом. Самые внимательные из вас смогут найти все вопросы, ответить на них, заполнить специальную форму ответов (в конце текста), и получить оценку.***

1. Приступим к изучению новой темы.

Как вы уже знаете, изучить, а тем более рассмотреть атом изнутри крайне трудно. Ведь размеры атома малы (10-10 м), а размеры атомного ядра еще меньше (10-15 м).

Поэтому для регистрации и изучения элементарных частиц используют особые методы, основанные в большинстве случаев на выведении какой-то системы из нестабильного состояния.

Приборы для регистрации процессов взаимодействия элементарных частиц — представляют собой сложные макроскопические системы, которые могут находиться в неустойчивом состоянии. Если в такой прибор попадает элементарная частица, она вызывает небольшое возмущение, в результате которого начинается процесс перехода системы в новое, более устойчивое состояние. Этот процесс позволяет регистрировать частицу. Использование того или иного метода регистрации частиц зависит от целей и условий эксперимента.

Вы уже знакомы с методом сцинтилляций, который применялся Резерфордом в ходе опытов по рассеянию альфа-частиц. К сожалению этот метод не так хорош для того, чтобы исследовать элементарные частицы. Дело в том, что он в большей мере зависит от остроты зрения экспериментатора и его усидчивости.

Более совершенные приборы были созданы для наблюдения элементарных частиц в начале ХХ века.

Давайте познакомимся с их работой.

1. Посмотрите видеоурок по ссылке: <https://youtu.be/7FXYUfbZ5ec>.
2. Рассмотрите таблицу, которую я для вас составила и перепишите её в тетрадь, исправив предварительно мои ошибки.

Обратите внимание: В таблице фактических ошибок нет. Я просто поменяла местами некоторые характеристики методов. Будьте внимательны!

Ваша основная задача, переписывая таблицу в тетрадь, или приклеивая ее после распечатки, вернуть все характеристики на свои места.

Также обращаю ваше внимание на то, что каждая ячейка таблицы пронумерована. Эта нумерация понадобится вам в конце урока.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Название метода | Описание принципа действия метода | Какие частицы и излучения позволяет регистрировать.  Какие преимущества имеет. |
| Газоразрядный счётчик Гейгера | **2.**  Благодаря этому методу, французский физик Антуан Анри Беккерель в 1896 г. открыл радиоактивность, рассматривая ионизирующее действие быстрых заряженных частиц на эмульсию фотопластинки.  Фотоэмульсия содержит большое количество микроскопических кристалликов бромида серебра. Быстрая заряженная частица, пронизывая кристаллик, отрывает электроны от отдельных атомов брома. Цепочка таких кристалликов образует скрытое изображение. При проявлении в этих кристалликах восстанавливается металлическое серебро, и цепочка зерен серебра образует трек частицы.  По длине и толщине трека можно оценить энергию и массу частицы. Так как фотоэмульсия имеет большую плотность, то треки получаются очень короткими, но при фотографировании их можно увеличить. | **3.**  Счетчик Гейгера применяется в основном для регистрации электронов и γ-квантов. |
| **4.**  Камера Вильсона | **5.**  Камера Вильсона была создана в 1912 году и используется для получения более полных характеристик частиц. С помощью камеры Вильсона можно не только наблюдать элементарные частицы, но даже сфотографировать их след (трек), то есть траекторию, по которой движется частица.  В основе камеры Вильсона лежит явление конденсации перенасыщенного пара на ионах с образованием капелек воды, создаваемых движущимися заряженными частицами вдоль своих траекторий.  Если поместить камеру в однородное магнитное поле, то трек частиц будет изогнутым, а по кривизне трека можно будет определить массу и заряд частицы. То есть «опознать» её.  При этом необходимо помнить, что:  – **длина трека тем больше, чем больше энергия частицы** (и чем меньше плотность среды);  – **толщина трека тем больше заряд частицы и чем меньше её скорость**;  – **при движении заряженной частицы в магнитном поле трек её получается искривленным**, причем радиус кривизны трека тем больше, чем больше масса и скорость частицы и чем меньше её заряд и модуль индукции магнитного поля;  – частица двигалась от конца трека с большим радиусом кривизны к концу с меньшим радиусом кривизны (радиус уменьшается так как из-за сопротивления среды уменьшается скорость частицы). | **6.**  Регистрирует все виды частиц.  По сравнению с камерой Вильсона, пузырьковая камера обладает большим быстродействием. |
| **7.**  Пузырьковая камера | **8.**  Пузырьковая камера является одной из разновидностей камеры Вильсона и была создана в 1952 году американским ученым Дональдом Глейзером. В ней вместо перенасыщенного пара используют перегретую жидкость (например, жидкий водород), поэтому трек частицы, пролетевшей в камере представляет собой ряд пузырьков пара.  В пузырьковой камере, в отличии от камеры Вильсона, пробеги частиц оказываются достаточно короткими, из-за большой плотности рабочего вещества, и частицы даже больших энергий застревают в камере, что позволяет наблюдать серию последовательных превращений частицы и вызываемые ею реакции. | **9.**  Регистрирует все виды частиц.  По виду трека можно получить дополнительную информацию о свойствах частиц.  Так, по длине трека можно определить энергию частицы, а по числу капелек на единицу длины трека — ее скорость. Чем длиннее трек частицы, тем больше ее энергия. А чем больше капелек воды образуется на единицу длины трека, тем меньше ее скорость. Частицы с большим зарядом оставляют трек большей толщины.  Например, альфа-частица дает сплошной трек в виде очень широкой линии,  протон – тонкую линию трека, электрон – пунктирную линию. |
| **10.**  Метод толстослойных фотоэмульсий | **11.**  Счётчик Гейгера был создан в 1908 году.  В его основе лежит явление ударной ионизации в газах.  Основной элемент счетчика - стеклянная трубка, покрытая изнутри металлическим слоем (катод), внутри которой вдоль оси трубки проходит тонкая металлическая нить (анод). Трубка заполняется газом, чаще всего аргоном. Счетчик подключают к источнику питания и к регистрирующему устройству. При подключении электрического тока к аноду и катоду, заряженные частицы – электроны или https://fsd.multiurok.ru/html/2019/02/22/s_5c6fd6c8677fe/s1096406_0_1.jpeg-частицы, пролетая в газе, отрывают от атомов электроны и создают положительные ионы и свободные электроны. Электрическое поле между анодом и катодом, возникшее в результате подводимого к ним высокого напряжения, ускоряет электроны до энергий, при которых начинается ударная ионизация, т.е. возникает лавина ионов, и ток, проходящий через счетчик, резко возрастает.  Одновременно на нагрузочном резисторе образуется импульс напряжения, который и подается в регистрирующее устройство. Затем лавинный разряд автоматически гасится, так как в момент появления импульса тока напряжение на нагрузочном резисторе быстро уменьшается, значит, и напряжение между анодом и катодом резко уменьшается. Разряд прекращается. | **12.**  Регистрирует все виды частиц.  Преимущество фотоэмульсий заключается в том, что время экспозиции может быть сколь угодно большим, что дает возможность регистрировать редкие явления.  А также благодаря большой тормозящей способности фотоэмульсий увеличивается число наблюдаемых интересных реакций между частицами и ядрами. |

**Материал для дополнительного чтения.**

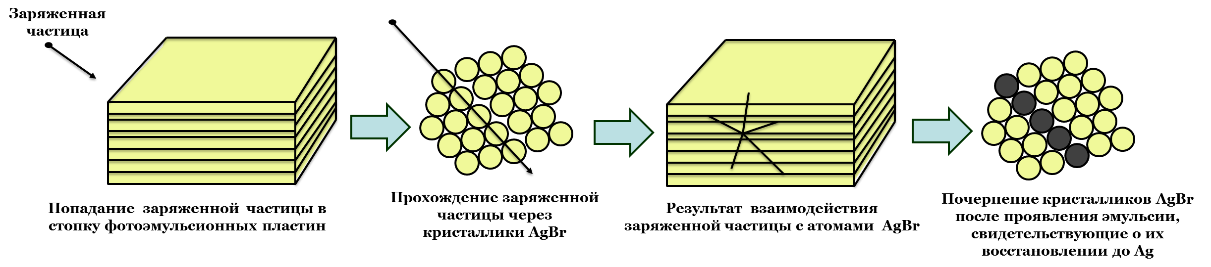
**Метод толстослойных фотоэмульсий**

Этот метод ещё в 1896 году позволил французскому физику А. Беккерелю открыть явление [радиоактивности](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C). В 30-е годы ХХ века метод был развит советскими физиками Л. В. Мысовским и Г. Б. Ждановым и др.

  Фотоэмульсия представляет собой слой желатина с большим количеством зерён бромида серебра (вспомните тему «Химическое действие света. Фотография»!).

Заряженные частицы оказывают на эмульсию такое же действие, как световые кванты. Попадая в слой фотоэмульсии, заряженная частица на своём пути отрывает электроны от отдельных [атомов](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) брома. Цепочка таких кристалликов образует скрытое изображение. При проявлении фотоэмульсионной пластинки эти кристаллики бромида серебра восстанавливаются до  металлического серебра, образуя видимый след (трек) пролетевшей частицы. Характерный размер его зерна от 0,3 до 1 микрона.

Пластинки фотоэмульсий имеют толщину около 0,1 мм, что  позволяет полностью зарегистрировать лишь треки тех частиц, которые пролетают только в её плоскости. Поэтому для регистрации и изучения [элементарных частиц](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%8B) применяются эмульсионные камеры, в которых облучению подвергаются толстые пачки (весом до нескольких десятков килограммов и толщиной в несколько сотен миллиметров), составленные из отдельных слоев фотоэмульсии (без подложки). После облучения пачка разбирается на слои, каждый из которых проявляется и просматривается под микроскопом. Для того чтобы можно было проследить путь частицы при переходе из одного слоя в другой, перед разборкой пачки на все слои с помощью рентгеновских лучей наносится одинаковая координатная сетка.



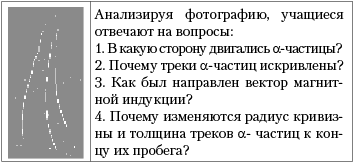
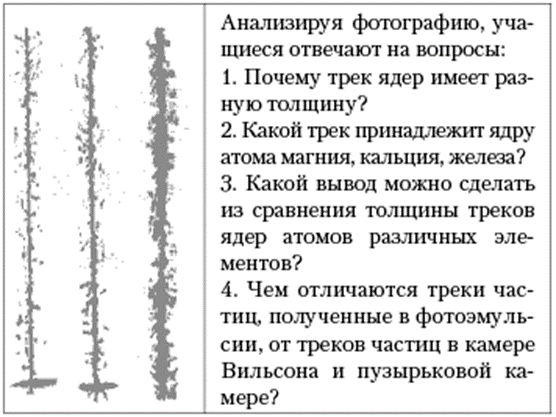
**Принцип действия фотоэмульсии при регистрации элементарных частиц**

 Благодаря большой концентрации серебра плотность фотоэмульсий довольно велика, поэтому треки заряженных частиц получаются очень короткими (например, треки [α-частиц](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D0%B0), испускаемые радиоактивными элементами, имеют длину порядка 0,001 см). Трек длиной 0,05 см в эмульсии эквивалентен треку в 1 м в [камере Вильсона](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/registratsya-%D0%BA%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B0%20%D0%92%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B0.html). При фотографировании треков их можно увеличить.  В связи с этим фотоэмульсии применяются для изучения реакций, вызываемых частицами в [ускорителях](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%A3%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B8_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86) сверхвысоких энергий и в [космических лучах](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%B8%D0%B7%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_(%D0%B8%D0%BB%D0%B8_%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5_%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B8)).

По результатам измерения плотности следа (число почерневших зерён на единицу его длины) заряженной частицы, который прямо пропорционален вызванной ею [ионизацией](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%98%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), можно оценить её скорость.  Кроме того, в результате многочисленных столкновений с [атомами](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC) эмульсии траектория частицы обнаруживает отклонения, которые помогают оценить также [массу](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0_%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D1%8F_%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%86%D1%8B,_m_) и [заряд частицы](http://phys.vspu.ac.ru/for%20students/TSOR/Kutseva/glossarij.html#%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4,_q_).

  
Преимущество фотоэмульсий в том, что время экспозиции может быть сколь угодно большим и можно регистрировать траектории всех частиц, пролетевших сквозь фотопластинку за время наблюдения; эмульсия не требует процедур, которые приводили бы ее в рабочее состояние; данный метод дает неисчезающий след частицы,  который потом можно тщательно изучать. Всё это позволяет регистрировать редкие явления.

Недостатком метода является длительность и сложность химической обработки фотопластинок и главное — много времени требуется для рассмотрения каждой пластинки в сильном микроскопе.

****

Рассмотрите фотографии. Слева – треки частиц в камере Вильсона, справа – в фотоэмульсии. Чем они отличаются?

1. Повторение и закрепление ранее изученного материала

Давайте вспомним, что радиоактивность является одним из доказательств сложного строения атома. Вы, конечно, уже очень хорошо разобрались с предыдущим учебным материалом, и теперь обязательно справитесь со следующим **заданием:**

***Прочитайте внимательно следующий ниже предложения, в места пропусков вставьте необходимые слова.***

1. Когда-то давно атом считался неделимым. Однако в конце XIX века учеными были обнаружены частицы, входящие в состав атома. К ним относятся ………………….
2. Атомный номер в периодической таблице показывает число ….
3. Изотопы – это атомы одного и того же …, которые имеют одинаковое количество … и …, но разное количество …
4. Атомный номер изотопов одного и того же сорта одинаковый, ведь число … остается то же самое. Но меняется массовое число – так как … добавляют массу атому.
5. Сейчас мы знаем, что в результате альфа-распада из ядра вылетает …, и порядковый номер дочернего ядра … на 2 единицы.
6. В результате бета- распада из материнского ядра вылетает …, и порядковый номер ядра … на 1 клетку … к … периодической системы.
7. Закон радиоактивного распада имеет вид: N = N0, где N – ……….., а Т – это………
8. Период полураспада показывает время, за которое ………………………….
9. Написать реакцию https://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/504674/img1.gifраспада серебра 10747Аg.
10. Написать реакцию https://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/504674/img2.gifраспада кюрия 24796Cm .

Домашнее задание.

Я думаю, что вы очень внимательно прочитали весь сегодняшний материал, и сможете ответить мне на все вопросы. Для этого начертите таблицу:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид задания | Ответы | | |
| Работа с текстом. | Здесь напишите ТОЛЬКО пропущенные мною слова, не переписывая предложения, но ПО СТРОЧКАМ, соблюдая их нумерацию.:  1.  2.  3.  4.  5.  6.  7.  8.  9.  10. | | |
| Коварная таблица. | Вы помните, что я специально перепутала описания методов регистрации частиц. Верните всё по местам а в отведенных ниже ячейках просто верно укажите номера, которые вы поменяли местами.  Сейчас таблица выглядит так: | | |
| **1.** | **2.** | **3.** |
| **4.** | **5.** | **6.** |
| **7.** | **8.** | **9.** |
| **10.** | **11.** | **12.** |
| Но после того, как вы исправите мои ошибки, некоторые номера ячеек поменяются местами. Покажите как: | | |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

***Надеюсь, у вас всё получилось. Вы смогли найти все вопросы и ответили на них.***

***Сфотографируйте вашу работу, НЕ ЗАБУДЬТЕ подписать, и пришлите мне личным сообщением не позднее 17-30 30 апреля.***