ИЗМЕРЕНИЕ РАДИАЦИИ

Петрунин А.Р.

г. Кузнецк, МБОУ гимназии № 9, 9 класс

Научный руководитель: Петрунина С.В., учитель физики и математики, г. Кузнецк, МБОУ гимназии № 9

С тех пор, как было открыто явление радиоактивности, прошло уже более века. Еще несколько десятилетий понадобилось ученым, чтобы во всех тонкостях постичь суть этого явления и научиться использовать его в практических целях. Наше существование кажется уже немыслимым без использования знаний об энергии атома: почти все передовые страны мира интенсивно развивают ядерную энергетику, совместными усилиями строят первый термоядерный энергетический реактор; а масштабы применения радиации и радиоактивных изотопов в космической технике, медицине, биологии, сельском хозяйстве, геологии увеличиваются с каждым годом.

Все живые организмы постоянно испытывают на себе действие природного ионизирующего излучения. Радиоактивные материалы входят в состав Земли и даже человек слегка радиоактивен, т.к. в любой живой ткани присутствуют в малейших количествах радиоактивные вещества.

Радиоактивность – это явление, на которое человек из-за отсутствия необходимых органов чувств не может мгновенно реагировать. Поэтому необходимы соответствующие измерительные приборы, которые предоставляли бы информацию о наличии излучения и его мощности.

Как измеряют уровень радиации? Каков принцип действия измерительных приборов?

Исходя из этого, **объектом исследования** является прибор для измерения интенсивности радиации, а **предметом** — ионизирующее излучение.

Цель исследования — измерить интенсивность радиации в том месте, где находится человек, и обследовать определенные предметы.

Поставленная цель определила задачи:

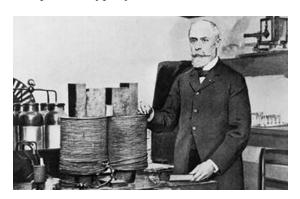
- 1. Проанализировать научную литературу о явлении радиоактивности, методах регистрации радиоактивных излучений.
- 2. Разработать схему прибора для измерения уровня радиации.
- В работе использовались следующие методы исследования: эксперимент, наблюдение, анализ.

Оборудование: трубки Гейгера типа СИ-39Г и LND-712, источник питания 5В,

табло, микроконтроллер, конденсаторы, резисторы, транзисторы, динамик, преобразователь напряжения, компьютер.

Явление радиоактивности

В 1896 году французский ученый Антуан Анри Беккерель положил несколько фотографических пластинок в ящик стола, придавив их кусками какого-то минерала, содержащего уран. Когда он проявил пластинки, то, к своему удивлению, обнаружил на них следы каких-то излучений, которые он приписал урану.



Puc. 1

Вскоре этим явлением заинтересовалась Мария Кюри, молодой химик, которая и ввела в обиход слово «радиоактивность». В 1898 году она и её муж Пьер Кюри обнаружили, что уран после излучения таинственным образом превращается в другие химические элементы. Один из этих элементов супруги назвали полонием в память о родине Мари Кюри, а ещё один — радием, поскольку по — латыни это слово означает «испускающий лучи». Радиоактивное излучение этих элементов было значительно интенсивнее излучения солей урана.

Изучая ионизирующую способность радиоактивного излучения, Эрнест Резерфорд в 1899 году обнаружил, что оно неоднородно и состоит из двух частей, которые он назвал α - и β – лучами. Ему удалось доказать, что α -лучи являются потоком ядер атомов гелия. В том же году А. Беккерель доказал, что β -лучи являются потоком электронов. В 1900 году французский физик Π . Виллард

установил, что в состав радиоактивного излучения входит ещё и третья составляющая, которую он назвал γ -лучами. Изучение γ -лучей показало, что они представляют собой электромагнитные волны, длина волны которых меньше, чем у рентгеновских лучей. Таким образом, было установлено, что радиоактивное излучение состоит из α -, β - и γ -лучей.

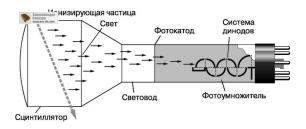
В 1903 году Э. Резерфорд и его сотрудник Ф. Содди указали на то, что явление радиоактивности сопровождается превращением одного химического элемента в другой, например радия в радон. Явление радиоактивности всегда сопровождается выделением энергии. Радиоактивность — свойство некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием частиц.

В 1932 году Фредерик и Ирен Жолио-Кюри, облучая нерадиоактивные вещества α-частицами, обнаружили, что некоторые из них после облучения становятся радиоактивными. Таким образом, оказалось возможным получать радиоактивные изотопы веществ, которые обычно не радиоактивны. Радиоактивные изотопы находят широкое применение в производстве и различных областях науки.

Разные виды излучений сопровождаются высвобождением разного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на ткани живого организма. Альфа-излучение, задерживается например, листом бумаги и практически не способно проникнуть через наружный слой кожи, образованный отмершими клетками. Проникающая способность гамма-излучения, которое распространяется со скоростью света, очень велика: его может задержать лишь толстая свинцовая или бетонная плита.

Методы регистрации радиоактивных излучений и частиц

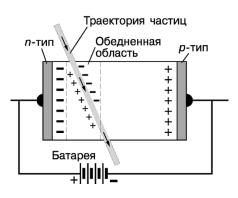
Все методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц основаны на их свойстве производить ионизацию и возбуждение атомов.



Puc. 2

Сцинтилляционный счетчик — один из первых приборов для наблюдения места встречи частицы с экраном покрытым люминофором. Заряженная частица, проходя через экран, вызывает его свечение. Сцинтилляционные счетчики регистрируют почти 100% попавших в них заряженных частиц и до 30% у-квантов.

Полупроводниковый счетчик — это по существу плоский полупроводниковый диод, включенный в цепь в непропускном направлении. Если через *p-n* переход проходит быстрая заряженная частица, то образованные ею электроны и дырки создадут в цепи кратковременный импульс тока, который (после усиления) зарегистрируется соответствующим прибором.



Puc. 3

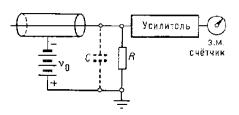
Газоразрядный детектор – с самостоятельным разрядом изобретен в 1908 г. физиками Х. Гейгером и Э. Резерфордом. Позднее он был усовершенствован Х. Гейгером и немецким физиком В. Мюллером и называется теперь «счетчик Гейгера-Мюллера»

Это детектор для регистрации (счета) отдельных заряженных частиц, нейтронов, квантов рентгеновского и гамма-излучений. Механизм работы счетчика основан на возникновении самостоятельного разряда в рабочем объеме счетчика, заполненного газом, при попадании в этот объем изучаемой высокоэнергетичной частицы.

Образование электрического разряда ведет в замкнутой электрической цепи к формированию тока примерно на время существования разряда, который и регистрирует электронное счетное устройство. Таким образом, число импульсов тока соответствует числу частиц, вызвавших разряды в счетчике за время наблюдения.

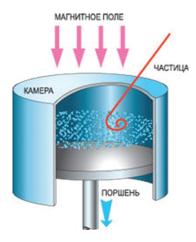
Счетчики Гейгера-Мюллера предназначены только для измерения пространственных и временных характеристик потоков частиц или фотонов, но не позволяют определить энергию и природу частиц. Поэтому счетчики Гейгера-Мюллера применяются

в основном, как детекторы в радиометрии различных ионизирующих излучений для оценки потоков излучений.



Puc. 4

Пузырьковая камера является своеобразной модификацией камеры Вильсона. Это прибор для регистрации следов (или треков) быстрых заряженных ионизирующих частиц, действие которого основано на вскипании перегретой жидкости вдоль траектории частицы. Эффективность регистрации пузырьковой камеры различных процессов взаимодействия или распада определяется в основном её размерами. Наиболее типичный объём - сотни литров, но существуют камеры гораздо большего размера, например, водородная камера «Мирабель» на ускорителе Института физики высоких энергий РАН имеет объём 10 м³; водородная камера на ускорителе Национальной ускорительной лаборатории США – объём 25 м³.



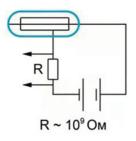
Puc. 5

Практическая часть

Сборка дозиметра

Во всех бытовых и во многих профессиональных приборах дозиметрического контроля в качестве датчика радиоактивного излучения используется счетчик Гейгера. Этот компонент стал важной частью дозиметра по причине простоты, надежности и эффективности применения.

Работа счётчика основана на ударной ионизации. Частицы, испускаемые радиоактивным изотопом, попадая на стенки счётчика, выбивают из него электроны. Электроны, двигаясь в газе и сталкиваясь с атомами газа, выбивают из атомов электроны и создают положительные ионы и свободные электроны. Электрическое поле между катодом и анодом ускоряет электроны до энергий, при которых начинается ударная ионизация. При достаточно большой напряженности поля энергии этих ионов становится достаточной, чтобы порождать вторичные лавины, способные поддерживать самостоятельный в результате чего ток через счетчик резко возрастает.



Puc. 6

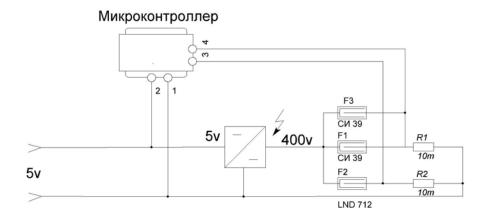
При этом на сопротивлении R образуется импульс напряжения, который подается в регистрирующее устройство. Чтобы счётчик смог регистрировать следующую попавшую в него частицу, лавинный разряд нужно погасить. Это происходит автоматически. В момент появления импульса тока на сопротивлении R возникает большое падение напряжения, поэтому напряжение между анодом и катодом резко уменьшается — настолько, что разряд прекращается, и счетчик снова готов к работе.

Изучив принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера и технику безопасности при работе с радиоактивными препаратами и высоким напряжением, приступаю к сборке прибора.

Основной деталью моего прибора являются трубки Гейгера типа СИ-39Г и LND-712. Трубка СИ-39Г предназначена для измерения жесткого β - излучения и γ - излучения, а трубка LND-712 для всех видов излучения.

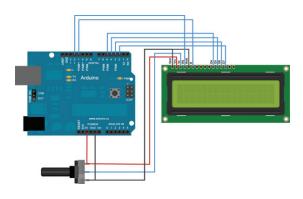
Для работы прибора необходимо иметь источник постоянного тока напряжением 400В. В качестве источника постоянного тока я использую преобразователь (5В – 400В).

Разработанная мною схема прибора (рис. 7).



Puc. 7

Для подключения дисплея прибора я использую следующую схему:



Puc. 8



Рис. 9. Вид прибора

При прохождении частицы через одну из трубок в ней возникает импульс тока, который усиливается транзистором VT1, идет

на динамик и микроконтроллер. Запрограммированный мною контроллер, выполняет подсчет пришедших импульсов и выводит результат на табло.

Результат измерения я могу вывести на компьютер или встроенное в прибор табло.

Исследование естественных и искусственных источников радиации

Человек непрерывно подвергается действию радиоактивного излучения. Источником этого излучения являются: космические тела, недра Земли, здания (в кирпичах и железобетоне имеются радиоактивные вещества), даже в нашем теле содержится радиоактивный калий $^{40}_{19} K$. В организме взрослого человека содержится 20 мг радиоактивного калия.

При измерении естественного фона в комнате мною получен результат — 15 мкР в час. Таким образом я получаю в среднем 131 мР (1,31 мЗв) в год. (1 3в \approx 100 бэр \approx 100P).

Для проведения следующего исследования, я перепрограммировал свой прибор, с целью получения результата измерения в импульсах. В комнате прибор зафиксировал 105 импульсов за 10 минут. Опускаю зонд в какао – порошок на тоже время. Прибор зафиксировал 127 импульсов. Значит, в какао содержится естественный радиоактивный изотоп.

Вблизи вольфрам – ториевого электрода от лампы ДКСШ – 3000, мой прибор зафиксировал 350 мкР/ч. Если разместить между электродом и зондом лист бумаги, показания прибора не изменяются. Следовательно, электрод излучает β и γ -лучи.

Поднесем к зонду пластину из ионизационной камеры датчика дыма, содержащий ${}^{241}_{95}$ **Am** активностью 30 кБк (1 Бк = 1 расп/с).

Результат измерения — 1,7 мР/ч. Преграда из бумаги снизила показания до 0,4 мР/ч, т.е. препятствует прохождению альфа частиц.



Puc. 10

Анализ полученных результатов позволил сделать **вывод** о том, что исследуемые предметы содержат радиоактивные изотопы.

Заключение

В ходе исследования было выявлено:

- Собранный мною дозиметр, позволил добиться поставленной цели, и измерить интенсивность радиации.
- Мы непрерывно подвергаемся действию радиоактивного излучения;

- Радиация бывает нескольких видов;
- Проникающая способность излучений различается.

Интенсивность радиации надо учитывать, определяя опасность того или иного источника радиации и оценивая время, которое можно безопасно пребывать возле него.

Радионуклиды рассеяны в природе и содержатся в любом окружающем нас объекте, неважно живой он или неживой. Излучение этих радионуклидов, наряду с космическим излучением, создает естественный радиационный фон.

Очистить продукты, землю или предметы от радиации практически невозможно. А бытовой дозиметр поможет определить уровень радиации в любом месте и выявить потенциально опасные источники.

Список литературы

- 1. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 79 с.
- 2. Интересные факты об атоме и радиации. А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский. Госкорпорация «Росатом». М., 2009.
- 3. Ядерная энергия на службе человечества. А.А. Акатов, Ю.С. Коряковский. Госкорпорация «Росатом». М., 2009.
- 4. Кузнецов В.М. Ядерная опасность. М.: Издательство «ЭПИцентр», 2003.
- 5. Энциклопедический словарь юного физика. М.: Педагогика, 1991.-336 с.
- 6. Перышкин А.В. Курс физики. Часть третья. Гос. учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР. М., 1958.