

Учреждение образования Республики Беларусь
Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

Кафедра ”Физика и электротехника”

Отчёт

по лабораторной работе №3-9

“ ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА–МЮЛЛЕРА.”

Выполнил студент гр. Э-12

Петров А.А.

Проверил преподаватель

Петров В.В.

Гомель 2021

Цель работы: Снять счетную характеристику прибора и определить коэффициент поглощения альфа частиц.

Приборы и принадлежности: схема со счетчиком Гейгера–Мюллера, источник питания, частотомер.

Практическая часть

Лабораторную работу выполняем на установке блок схема, которой показана на рисунке 1.

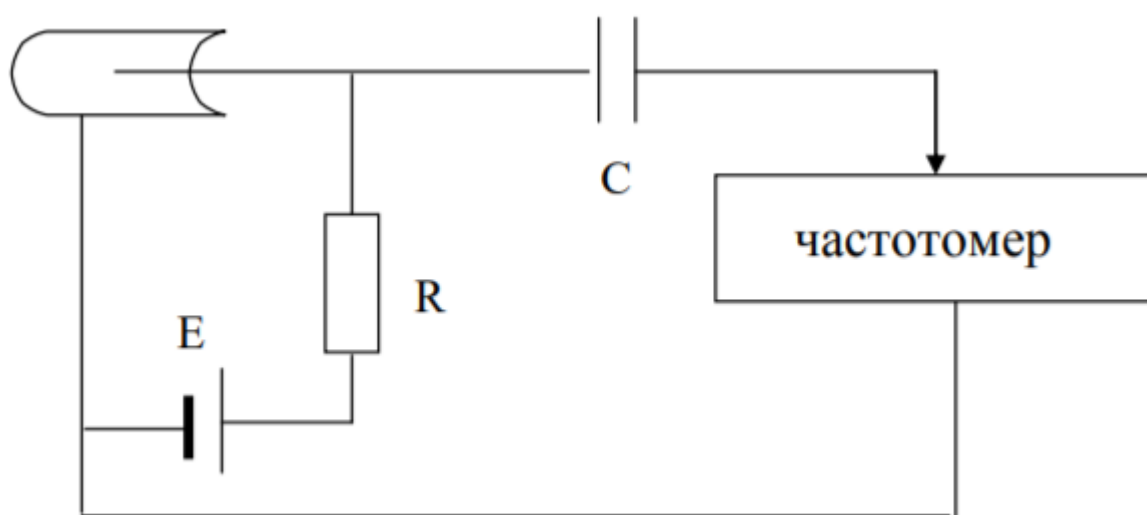


Рисунок 1.

1. Построение счётной характеристики. Вставить вилку питания высоковольтного источника и счетчика импульсов в сеть 220 В.

2. Ручками «Напряжение грубо» и «Напряжение плавно» установить минимальное напряжение, при котором счетчик импульсов начинает работать.

3. Нажать кнопку «Сброс» счетчика импульсов. При этом показания счетчика импульсов исчезнут. Отпустить кнопку «Сброс» и одновременно зафиксировать время начала работы счетчика – t_0 . Определить число импульсов счетчика за это время – 1 мин.

4. Определив число импульсов внести данные в таблицу 1. Записать напряжение «U» при котором определялось число импульсов в 1 мин. При данном напряжении сделать одно измерение

5. Изменяя напряжение через 20 В, начиная с порогового до 600 В определить число импульсов в 1 мин. для всех напряжений.

6. Построить зависимость числа импульсов от напряжения (счетную характеристику) $N = N(U)$.

7. Определить напряжение соответствующее середине области Гейгера-Мюллера.

Таблица 1

№	Напряжение U,В	Число импульсов N_i в 1мин	№	Напряжение U,В	Число импульсов N_i в 1мин
1	268	105	10	450	553
2	290	181	11	470	565
3	310	264	12	490	580
4	330	322	13	510	590
5	350	403	14	530	620
6	370	481	15	550	710
7	390	523	16	570	800
8	410	532	17	590	900
9	430	544	18	600	980



9. Установить рабочее напряжение источника соответствующее середине области Гейгера-Мюллера. Определить число импульсов источника без поглотителя – N_0 .

10. Поместить между счетчиком и радиоактивным источником фольгу. Определить число импульсов в 1 мин – N .

11. Измерить толщину фольги и по формуле $K = \frac{1}{l} \cdot \ln \frac{N_0}{N}$, определить коэффициент поглощения.

12. Измерения для данного вещества проделать 3 раза.

Таблица 2

№	Первоначальное число импульсов N_0	Число отчета после вн. вещ. N	Толщина в мм	Коэффициент поглощения m^{-1}
1	449	205	1.03	761
2	453	210	1.03	746
3	445	207	1.03	743

Ср.			1.03	750
-----	--	--	------	-----

$$K_1 = \frac{1}{l_1} \cdot \ln \frac{N_0}{N} = \frac{1}{0,00103} \cdot \ln \frac{449}{205} = 761 \text{ м}^{-1},$$

$$K_2 = \frac{1}{0,00103} \cdot \ln \frac{453}{210} = 746,39 \text{ м}^{-1},$$

$$K_3 = \frac{1}{0,00103} \cdot \ln \frac{445}{207} = 743 \text{ м}^{-1}, \quad K_{cp1} = \frac{761 + 746 + 743}{3} = 750 \text{ м}^{-1}$$

Таблица 3

№	Первоначальное число импульсов N0	Число отсчета после вн. вещ. N	Толщина в мм	Коэффициент поглощения м ⁻¹
1	449	110	2.03	699
2	450	105	2.03	717
3	448	103	2.03	724
Ср.			2.03	713

$$K_1 = \frac{1}{0,00203} \cdot \ln \frac{449}{110} = 699 \text{ м}^{-1},$$

$$K_2 = \frac{1}{0,00203} \cdot \ln \frac{450}{105} = 717 \text{ м}^{-1},$$

$$K_3 = \frac{1}{0,00203} \cdot \ln \frac{448}{103} = 724 \text{ м}^{-1},$$

$$K_{cp2} = \frac{699 + 717 + 724}{3} = 713 \text{ м}^{-1}$$

Таблица 4

№	Первоначальное число импульсов N0	Число отсчета после вн. вещ. N	Толщина в мм	Коэффициент поглощения, м ⁻¹
1	450	60	3.04	662
2	453	55	3.04	694
3	449	58	3.04	673
Ср.			3.04	676

$$K_1 = \frac{1}{0,00304} \cdot \ln \frac{450}{60} = 662 \text{ м}^{-1},$$

$$K_2 = \frac{1}{0,00304} \cdot \ln \frac{453}{55} = 694 \text{ м}^{-1},$$

$$K_3 = \frac{1}{0,00304} \cdot \ln \frac{449}{58} = 673 \text{ м}^{-1},$$

$$K_{\text{срз}} = \frac{662 + 694 + 673}{3} = 676 \text{ м}^{-1}$$

Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы мы изучили основные положения и формулы ядерной физики. Научились измерять и строить счётную характеристику счётчика Гейгера – Мюллера. На основании измерений рассчитали коэффициент поглощения альфа частиц пластинками различной толщины:

при толщине пластинки 1мм – коэффициент поглощения 750 м^{-1} ;

при толщине 2мм – 713 м^{-1} ;

при толщине 3мм – 676 м^{-1} .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) Атом, состав ядра.

Атом состоит из ядра и вращающихся вокруг него электронов. Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов. Число протонов (Z) совпадает с порядковым номером элемента в периодической системе Менделеева.

Масса ядра атома всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов.

Т.е. масса нуклонов, составляющих ядро, превышает массу этого ядра.

$M(\text{я}) < Zm(\text{p}) + Nm(\text{n})$, где $M(\text{я})$ – масса ядра, Z – число протонов в ядре, N – число нейтронов в ядре, $m(\text{p})$ – масса свободного протона, $m(\text{n})$ – масса свободного нейтрона

Дефект массы – разность между суммой масс покоя нуклонов, из которых состоит ядро, и массой самого ядра. Это всегда величина положительная.

$$\Delta m = Zm(\text{p}) + Nm(\text{n}) - M(\text{я})$$

Энергия связи (для данного состояния системы) — разность между энергией состояния, в котором составляющие части системы бесконечно удалены друг от друга и находятся в состоянии активного покоя и полной энергией связанного состояния системы:

$$\Delta E = \sum_{i=1}^N E_i - E,$$

где ΔE — энергия связи компонентов в системе из N компонентов

(частиц), E_i — полная энергия i -го компонента в несвязанном состоянии

(бесконечно удалённой покоящейся частицы) и E — полная энергия связанной системы.

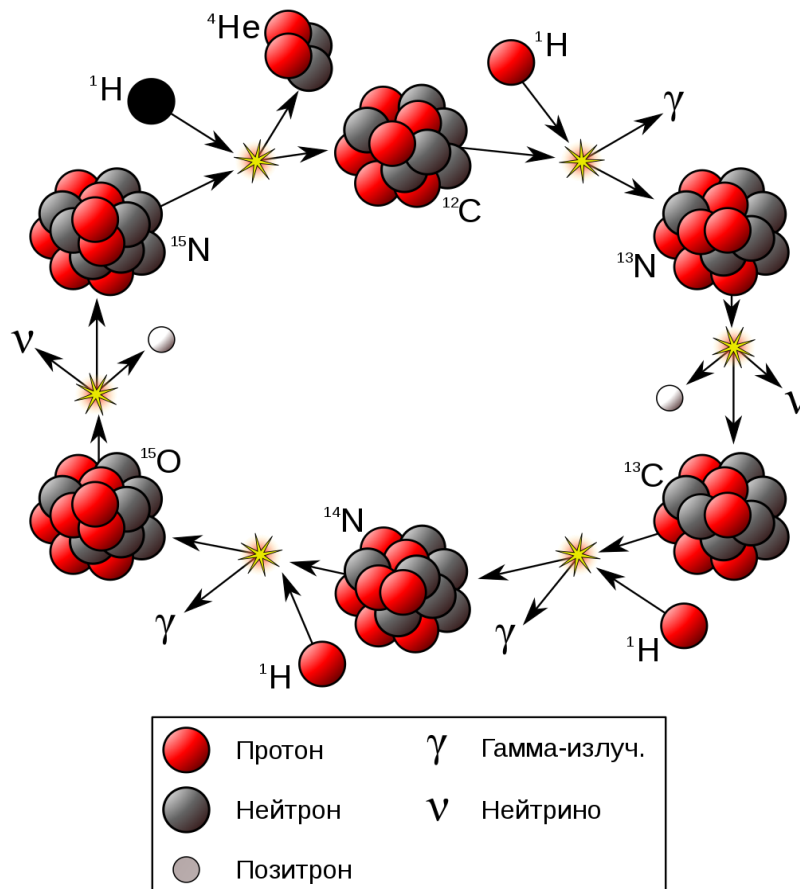
2) *Ядерные силы обладают свойством насыщения, которое проявляется в том, что нуклон в ядре взаимодействует лишь с ограниченным числом ближайших к нему соседних нуклонов.* Именно поэтому наблюдается линейная зависимость энергий связи ядер от их массовых чисел A .

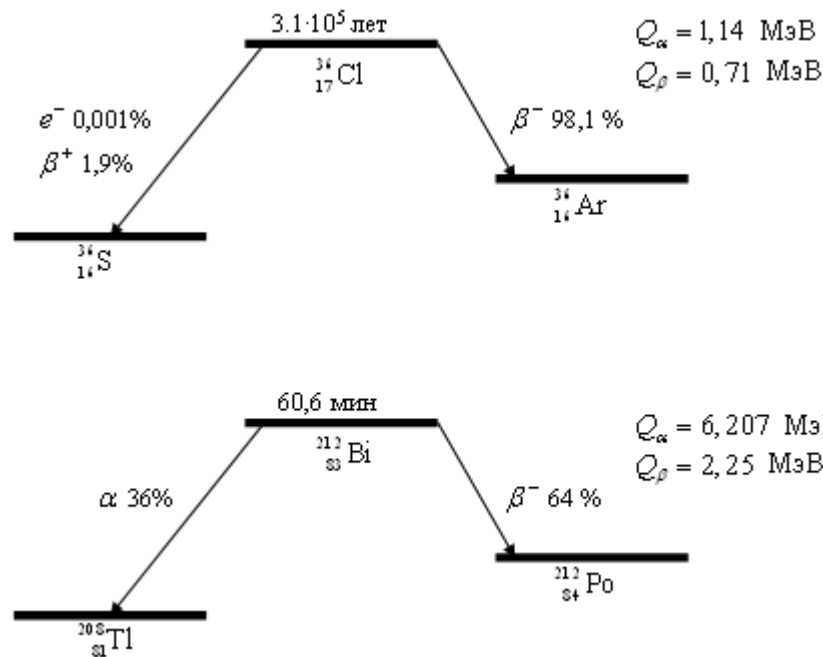
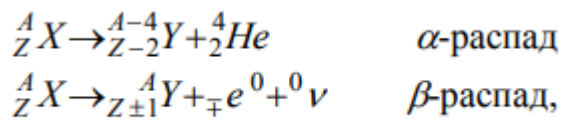
Практически полное насыщение ядерных сил достигается у α -частицы, которая является очень устойчивым образованием.

общие свойства ядерных сил:

- малый радиус действия ядерных сил ($R \sim 1$ Фм);
- большая величина ядерного потенциала $U \sim 50$ МэВ;
- зависимость ядерных сил от спинов взаимодействующих частиц;
- тензорный характер взаимодействия нуклонов;
- ядерные силы зависят от взаимной ориентации спинового и орбитального моментов нуклона (спин-орбитальные силы);
- ядерное взаимодействие обладает свойством насыщения;
- зарядовая независимость ядерных сил;
- обменный характер ядерного взаимодействия;
- притяжение между нуклонами на больших расстояниях ($r > 1$ Фм), сменяется отталкиванием на малых ($r < 0,5$ Фм).

3) Альфа – распад — вид радиоактивного распада ядра, в результате которого происходит испускание дважды магического ядра гелия ${}^4\text{He}$ — альфа-частицы^[1]. При этом массовое число ядра уменьшается на 4, а атомный номер — на 2. Бета – распад (β -распад) — тип радиоактивного распада, обусловленный слабым взаимодействием и изменяющий заряд ядра на единицу без изменения массового числа^[1]. При этом распадае ядро излучает бета – частицу (электрон или позитрон), а также нейтральную частицу с полуцелым спином (электронное антинейтрино или электронное нейтрино).





Закон радиоактивного распада — физический закон, описывающий зависимость интенсивности радиоактивного распада от времени и количества радиоактивных атомов в образце. Открыт Фредериком Содди и Эрнестом Резерфордом, каждый из которых впоследствии был награжден Нобелевской премией. Они обнаружили его экспериментальным путём и опубликовали в 1903 году.

$$N_1 = \frac{1}{2} \cdot N_0 = \frac{N_0}{2^1};$$

$$\text{через } t_2 = 2T \text{ — } N_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{N_0}{2^1} = \frac{N_0}{2^2};$$

$$\text{через } t_3 = 3T \text{ — } N_3 = \frac{1}{2} \cdot \frac{N_0}{2^2} = \frac{N_0}{2^3} \text{ и т. д.,}$$

$$\text{а через } t = nT \text{ — } N = \frac{N_0}{2^n}.$$

Атомные ядра не всегда устойчивы. Способность атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием элементарных

частиц и радиоактивных излучений называют радиоактивностью. Если в момент $t = 0$ было N_0 не распавшихся ядер, то число не распавшихся ядер N к моменту времени t определяется законом радиоактивного распада:

$$N = N_0 \times e^{-\lambda t}, \text{ где } \lambda \text{ – постоянная радиоактивного распада.}$$