

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 52

### ИЗУЧЕНИЕ СТАТИСТИКИ БЕТА-РАСПАДА

#### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Для источника бета( $\beta$ )-излучения постоянной интенсивности найти распределение вероятности попадания бета-частиц в регистрирующий прибор в течение заданного интервала времени и убедиться в том, что полученное распределение описывается законом Пуассона.

#### 2. ВВЕДЕНИЕ

В физике имеется два класса измеряемых величин – детерминированные и случайные. К первым относятся физические постоянные (постоянная Планка, постоянная Больцмана и др.), измеряя которые мы должны получить только одно значение, причем отклонение измеренной величины от истинного значения связаны лишь с несовершенством прибора и методики измерения. Типичным примером случайных величин являются физические характеристики ядерных процессов взаимодействия и превращения элементарных частиц. Так, например, момент бета-распада или альфа-распада атомного ядра заранее не может быть точно предсказан, так как каждый акт распада определяется случайным (вероятностным) процессом. Однако, несмотря на то, что результат данного конкретного опыта непредсказуем, статистическая теория позволяет предсказать вероятность появления каждого из возможных результатов опыта, причем предсказанные значения вероятности легко можно сравнить с вероятностями, измеренными в ходе эксперимента.

### 3. РАБОЧИЕ ФОРМУЛЫ

Распределение вероятности попадания некоторого числа частиц  $n$  в регистрирующий прибор в течение заданного интервала времени  $t$  описывается известным из математической статистики законом Пуассона

$$P(n) = \frac{(\bar{n})^n}{n!} e^{-\bar{n}}, \quad (1)$$

где  $n$  – число частиц попавших в детектор за время  $t$ , а  $\bar{n}$  – среднее число частиц попавших в детектор за это же время. Для удобства и быстроты экспериментального определения распределения вероятности и последующего сравнения результатов эксперимента с соотношением (1), следует построить числовую ось, на которой нанесены значения целых чисел, соответствующих числу регистрируемых детектором бета-частиц. Каждый случай регистрации  $n$  частиц в очередном опыте отмечается точкой над соответствующим делением оси  $n$  так, как показано на рис. 1. По окончании процесса измерения можно, подсчитав точки над каждым делением, установить, сколько раз выпадало то или иное число  $n$  ( $f_n$  – число опытов, в которых было зарегистрировано одно и тоже число частиц  $n$ ).

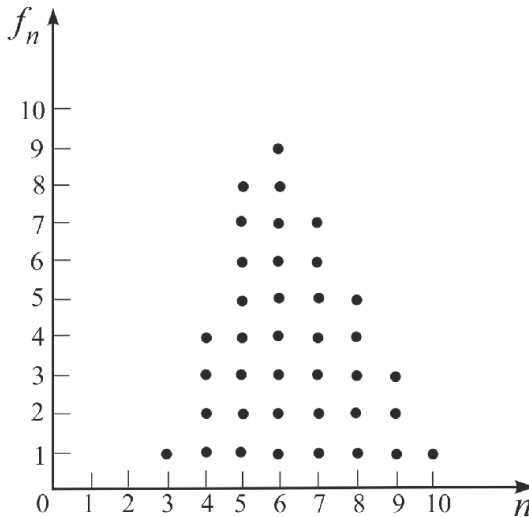


Рис. 1. Диаграмма статистики бета-распада

Среднее число регистрируемых частиц  $\bar{n}$  вычисляется по формуле

$$\bar{n} = \frac{\sum_{n=0}^{\infty} n f_n}{K}, \quad (2)$$

где  $K$  – общее число опытов регистрации частиц. Вероятность регистрации числа частиц  $n$  в течение заданного промежутка времени определяется соотношением

$$P(n) = \frac{f_n}{K}. \quad (3)$$

Найдя в ходе эксперимента величину  $\bar{n}$ , можно построить графики распределения вероятности  $P(n)$ , соответствующие теоретической формуле (1) и экспериментальному соотношению (3) и, проведя сопоставительный анализ полученных графиков, сделать вывод о применимости закона Пуассона к статистике бета-распада.

#### 4. ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Ознакомиться со структурой лабораторной установки (см. раздел «Описание установки» в методических указаниях к лабораторной работе № 50).

2. Ознакомиться с инструкцией по работе с пересчетным устройством ПСО-5, помещенной в конце данного лабораторного практикума.

3. Поместить источник бета-излучения в держатель.

4. Включить приборы БДБ-2 и ПСО-5 и прогреть их перед началом эксплуатации в течение 5–7 минут.

5. Подобрать скорость счета около 10 импульсов за временной интервал  $t$  с помощью регулировки величины интервала  $t$  и подбором толщины слоя вещества-поглотителя.

6. Провести многократные измерения числа бета-частиц, зарегистрированных детектором бета-излучения за промежуток времени  $t$ . Опыт повторить не менее 300 раз.

7. Вычислить среднее число зарегистрированных за время  $t$  импульсов по формуле (2).

8. Вычислить по формуле (3) экспериментально полученную кривую распределения вероятностей  $P(n)$  для  $K = 300$  и построить график функции  $P(n)$ .

9. Используя вычисленное по формуле (2) среднее число зарегистрированных частиц  $\bar{n}$ , вычислить по формуле (1) теоретическую зависимость распределения вероятности  $P(n)$  и построить график данной функции  $P(n)$ .

10. Провести сопоставительный анализ графиков распределения вероятностей, полученных в ходе эксперимента и рассчитанных по теоретической формуле распределения Пуассона.

11. Сделать вывод о том, совпадает ли экспериментально построенная кривая распределения вероятностей с распределением Пуассона.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется случайным событием?
2. Что называется случайной величиной?
3. Что называется вероятностью события?
4. Что подразумевается под статистическим законом?
5. Что называется распределением Пуассона?
6. Сравните распределение Пуассона с ранее изученным Вами распределением Гаусса.
7. Чем обусловлен вероятностный характер процессов бета-распада?

## 6. ЛИТЕРАТУРА

1. *Трофимова Т.И.* Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.; Академия, 2006.
2. *Лавренчик В.Н.* Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов / В.Н. Лавренчик. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. *Холявко В.Н.* Анализ, обработка и представление результатов измерения физических величин (лабораторный практикум) / В.Н. Холявко и др. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.