

ДЕМОНСТРИРУЕМЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО АННИГИЛЯЦИИ ПАРЫ ПОЗИТРОН — ЭЛЕКТРОН

Аннигиляция пары электрон—позитрон с испусканием γ -квантов, как и другие превращения элементарных частиц, принадлежит к числу наиболее интересных явлений современной физики.

Помимо прочего, здесь наглядно иллюстрируется выполнение четырех законов сохранения:

- 1) закона сохранения энергии (излучаются два кванта по 0,5 *Мэв*);
- 2) закона сохранения количества движения (испускается не один, а два кванта, разлетающиеся в противоположные стороны);
- 3) закона сохранения момента количества движения—спина; частицы, находящиеся в парасостоянии (суммарный спин равен нулю), превращаются в γ -кванты со взаимно противоположными направлениями спинов *);
- 4) закон сохранения заряда.

Поэтому демонстрация этого эффекта перед широкой студенческой аудиторией очень желательна.

В реферируемой работе¹ описывается схема установки, позволяющей осуществить такого рода демонстрационный опыт (см. рисунок).

Источником позитронов могут служить Si^{64} ($\tau \sim 12,4$ часа), Co^{56} ($\tau \sim 80$ дней), Na^{22} ($\tau \sim 2,6$ года). Наиболее удобными являются более долгоживущие изотопы, так как обычно под рукой не оказывается установки для получения их незадолго до демонстрации. Однако если последнее возможно, то лучше использовать Si^{64} , так как он даёт очень мало ядерных γ -квантов, создающих нежелательный фон. Источник помещается

*) Вероятность аннигиляции на 3 γ -кванта составляет всего $\sim \frac{1}{200}$ от двухквантовой.

внутри просверлённого свинцового цилиндра. Большая часть позитронов, многократно рассеиваясь на стенках свинцового цилиндра, достигает парафинового бруска A , в котором тормозится и затем аннигилирует. Так как брусок A , имеющий толщину в несколько миллиметров, состоит из лёгких элементов, то он слабо поглощает излучение аннигиляции с энергией $0,5 \text{ Мэв}$.

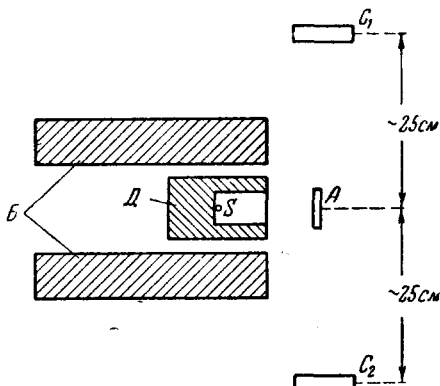
Счётчики C_1 и C_2 диаметром $1,7\text{--}2 \text{ см}$, имеющие длину рабочей части $7,5 \text{ см}$, включаются в обычную схему совпадений с разрешающим временем 3 мксек . На выходе ставится механический нумератор. Расстояние между счётчиками и аннигилятором A подбирается так, чтобы ядерное γ -излучение не давало большого ($< 4 \text{ имп/мин}$) фона ложных двойных совпадений.

Если счётчики C_1 , C_2 и аннигилятор A находятся на одной прямой, то схема даёт большое число двойных совпадений. Если же C_1 , C_2 и A расположены не на одной прямой, то число импульсов резко уменьшается. Для убеждения аудитории, что во втором случае двойные совпадения вызваны не γ -квантами аннигиляции, а случайными совпадениями, перед каждым счётчиком помещают по источнику (интенсивностью 1 мкС каждый) и схема включается сначала на неоднократные импульсы, что даёт большой счёт, затем на двойные совпадения. Два независимых друг от друга источника во втором случае дают случайные двойные совпадения, служащие хорошей иллюстрацией сказанному.

Исследование счётчиков указанных размеров позволяет измерить направления разлёта квантов с точностью до 1° телесного угла.

Замена счётчиков Гейгера-Мюллера кристаллическими счётчиками и фотоумножителем позволяет повысить эффективность счёта и сократить разрешающее время до $0,3 \text{ мксек}$, а следовательно, и увеличить точность измерений угла разлёта за счёт уменьшения рабочей поверхности счётчиков. При этом оказывается, что кванты аннигиляции разлетаются не точно под углом 180° . Это отклонение в лабораторной системе координат обусловлено движением центра инерции системы аннигилирующих частиц со скоростью порядка орбитальной скорости атомных электронов.

П. Р.



ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. S. Levinger, Am. Jour. Phys. **20**, 71 (1952).
2. Rich, Phys. Rev. **81**, 140 (1951).