

на; A характеризует связь между направлением вылета электрона (p_e) и направлением спина распадающегося нейтрона (σ); B характеризует связь между направлением вылета антинейтрино ($p_{\bar{\nu}}$) и спином нейтрона (σ); D характеризует корреляцию между направлением спина σ и нормалью к плоскости разлёта частиц.

Корреляции (σp_e) и ($\sigma p_{\bar{\nu}}$) являются пространственно-нечётными, т. е. меняют знак при зеркальном отражении системы координат. Тройная корреляция $\sigma(p_e p_{\bar{\nu}})$ — пространственно-чётная, но является нечётной по отношению к инверсии времени (T нечётна).

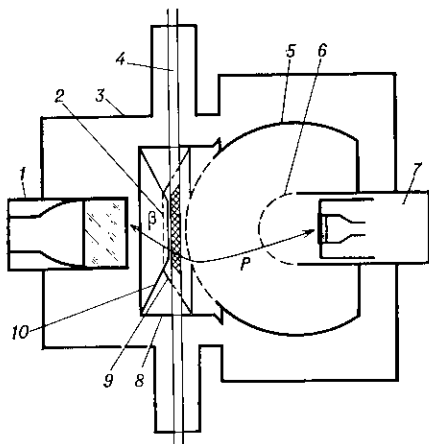
Распад нейтрона и константы слабого взаимодействия. Согласно теоретич. представлениям, осн. вклад в Б.-р.н. должны давать векторные (V) и аксиально-векторные (A) взаимодействия ($V-A$ -вариант) с безмассовым продольным антинейтрино или (возможно) с почти продольным антинейтрино, обладающим весьма малой (по сравнению с электроном) массой. Однако теоретически мыслима суперпозиция ещё 3 (всего 5) вариантов слабого взаимодействия 4 фермионов — скалярного (S), псевдоскалярного (P) и тензорного (T). Выяснение вопроса о том, какие же варианты реализуются в действительности, является гл. задачей исследования бета-распада ядер и нейтрона. Наиб. надёжным путём решения этой задачи является получение точных значений констант A , B , D . В случае Б.-р.н. интерпретация экспериментальных данных свободна от неопределённостей, порождаемых неизвестными деталями структуры ядер.

Прецизионные исследования корреляции антинейтрино — электрон, проведённые в Австр. исследоват. центре в Зайберсдорфе (1975—78), дали значения $a = -0,1017 \pm 0,0051$. При этом измерялся спектр протонов распада, долетавших через вакуумированный канал из активной зоны реактора. Измерение констант A и B стало возможным лишь после того, как были получены мощные лучи *поляризованных нейтронов* (до 10^{10} нейтр/с). Наиб. проста схема измерения константы A . Из заданной области пучка поляризов. нейтронов регистрируются электроны, летящие в нек-ром телесном угле, при 2 направлениях поляризации нейтронов — параллельно и антипараллельно оси регистрации электронов, сравнивая скорости счёта \vec{N} и \overleftarrow{N} в этих условиях, получают т. н. величину асимметрии:

$$x = \frac{\vec{N} - \overleftarrow{N}}{\vec{N} + \overleftarrow{N}} AK \overline{(v/c) \cos \theta}, \quad (3)$$

где v/c — усреднено по регистрируемой части спектра, θ — угол между направлением поляризации нейтро-

Рис. 3. Схема опыта по измерению электрон-спиновой корреляции: 1 — детектор электронов (сцинтилляционная пластмасса и ФЭУ); 2 — сетка; 3 — вакуумная камера; 4 — пучок поляризованных нейтронов; 5 — сферический электрод (+25 кВ); 6 — малая сферическая сетка; 7 — детектор протонов (CsI и ФЭУ); 8 — экран; 9 — коническая сетка (+28 кВ); 10 — диафрагма, выделяющая рабочую область нейтронного пучка.



нов и импульсом регистрируемого электрона, K — коэф. поляризации нейтронного пучка.

В действительности картина усложнена наличием фона от электронов, не связанных с распадом нейтро-

на. Это вынуждает включать детектор электронов на совпадения с детектором протонов распада. При этом, однако, в асимметрию может внести заметный вклад угловая корреляция антинейтрино—спин, к-рая в 10 раз сильнее измеряемой. В работах ИАЭ установка конструировалась так, чтобы обеспечить собирание всех протонов, образующихся при Б.-р.н., что исключало влияние корреляции антинейтрино—спин (рис. 3). Результат этих работ: $A = -0,114 \pm 0,005$. Аналогичные исследования, проведённые в Аргонской лаборатории (США), дали: $A = -0,113 \pm 0,006$.

Для константы B получены значения: $B = 1,01 \pm 0,05$ (США) и $B = +0,955 \pm 0,035$ (СССР). Корреляция $\sigma(p_e p_{\bar{\nu}})$ — объект поиска нарушения T -чётности в слабых взаимодействиях. Всего выполнено 6 измерений константы D . Наиб. точные дали: $D = -1,0,0022 \pm 0,0030$ (СССР) и $D = -0,0011 \pm 0,0017$ (Гренобль, Франция). Эти результаты свидетельствуют об отсутствии искомого эффекта в пределах погрешности измерений.

Полученные при исследовании распада поляризов. нейтронов значения констант A и B позволили сделать однозначный выбор в пользу $V-A$ -варианта теории. Хорошим тестом является соотношение $1/A - B + a$, к-рому должны удовлетворять данные в случае чистого $V-A$ -варианта. Однако имеющиеся данные пока ещё не исключают (в пределах ошибок измерений) наличия в гамильтониане слабого взаимодействия членов скалярного или тензорного типа, а лишь накладывают ограничения на константы G соответствующих слабых 4-фермионных взаимодействий: $G_S/G_V < 0,3$ и $G_T/G_A < 0,15$.

Характер эксперимента	Экспериментальная группа	Год	λ
1. Измерение $T_{1/2}$	К. Кристенсен и др. (РИСО, Дания)	1972	$1,244 \pm 0,011$
2. »	П. В. Спиван и др. (ИАЭ, СССР)	1978	$1,276 \pm 0,008$
3. »	Г. Бирн и др. (Франция)	1980	$1,230 \pm 0,015$
4. Измерения константы A	Р. Доброземский и др. (Зайберсдорф, Австрия)	1978	$1,259 \pm 0,017$
5. »	В. Крон, Дж. Ринго (Аргонн, США)	1975	$-1,254 \pm 0,016$
6. »	Б. Г. Ерозолимовский и др. (ИАЭ, СССР)	1978	$-1,257 \pm 0,013$

В рамках $V-A$ -теории данные экспериментов по Б.-р.н. дают возможность определить относит. вклады векторного и аксиально-векторного членов в гамильтониане слабых взаимодействий. Константа $\lambda = G_A/G_V$ является фундаментальной величиной. Она может быть вычислена из данных о коэф. a , A , B и значения периода полураспада нейтрона. В табл. приведены значения λ , соответствующие наиб. точным измерениям $T_{1/2}$ нейтрона и констант a и A (константа B известна с недостаточной точностью).

Отсутствие T -нечётной корреляции ($D=0$) в пределах погрешностей измерения может быть также записано в форме, отражающей свойства константы λ . Если константу λ записать в виде комплексного числа $\lambda = |\lambda| e^{i\theta}$, то чистому $V-A$ -варианту соответствует фазовый угол $\theta = 180^\circ$. Несохраниение T -чётности означало бы отклонение этого угла от 180° . Результаты приведённых выше измерений λ , полученных в ИАЭ и в Гренобле, соответствуют след. значениям угла θ : $\theta = 179,71^\circ \pm 0,39$; $\theta = 180^\circ$, $14 \pm 0,22$.

Лит.: 1) Ву П. С., Мошковский С. А., Бета-распад, пер. с англ., М., 1970; 2) Александров Ю. А., Фундаментальные свойства нейтрона, 2 изд., М., 1982; 3) Ерозолимовский Б. Г., Бета-распад нейтрона, «УФН», 1975, т. 116, с. 145.

БЕТА-СПЕКТРОМЕТР магнитный — прибор для измерения энергетич. спектра электронов и позитронов, в частности β -частиц, с помощью магн. поля. Принцип