

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА H^3 И МАССА НЕЙТРИНО

В 1940 г. О'Нил и Гольдгабер¹ определили, что период полураспада H^3 равен 31 ± 8 лет. Как следует из последних работ^{2,3}, эта величина значительно завышена. Гольдблат, Робинсон и Спенс исследовали изменение во времени тока от ионизационной камеры, содержащей смесь обыкновенного водорода и H^3 (третий).

Измерения производились через каждые 18 дней. Зависимость логарифма падения напряжения от времени изображается прямой, по наклону которой и был определён период полураспада. Однако авторы не смогли учесть ошибок, происходящих вследствие поглощения трития в камере и небольшого повышения давления, возникающего при превращении молекул трития в атомы He^3 . Приводимое авторами время полураспада составляет $10,7 \pm 2,0$ лет.

Новик на двух образцах изучал образование He^3 из трития. Изотопический анализ образцов производился двойко. Один из методов заключался в превращении известного объёма водорода в воду. Вода взвешивалась, и таким образом определялось отношение трития к водороду, причём им приписывались, соответственно, атомные веса 3 и 1. Другим методом служило сравнение интенсивности линий T_α и H_α спектра излучения. Результаты анализов совпадали с точностью до 5% и соответствовали данным, полученным при измерении ионизационной камерой β -активности каждого образца. Отношение $T_2/(H_2 + T_2)$ равнялось 0,71 для одного и 0,74 для другого образца. По истечении определённого времени He^3 отделялся от водорода. Для полной очистки гелий пропускался через окись меди при температуре 400°C и через ловушку с активированным древесным углём при температуре жидкого азота. Полученный гелий был исследован спектроскопически. В спектре излучения отсутствовали следы He^4 . В первом образце по истечении 51 дня отношение трития к He^3 было 0,00815, а во втором образце по истечении 197 дней — 0,03025. Период полураспада для первого образца

был 11,85 лет, а для второго 12,35. Таким образом авторы получили для периода полураспада трития $12,1 \pm 0,5$ лет.

Максимальная энергия электронов при β -распаде трития необычайно мала и равна 11 ± 2 KeV. Конопинский⁵ использовал это обстоятельство для определения массы нейтрино. Как известно⁶, произведение $|M|^2 f(E_0) T$ постоянно для всех разрешённых β -переходов. Здесь $|M|^2$ — так называемый ядерный матричный элемент, T — период полураспада в секундах, а

$$f(E_0) = \int_0^{E_0} dE (1 + E) (2E + E^2)^{1/2} (E_0 + \mu - E) (E_0 - E)^{1/2} (2\mu + E_0 - E)^{1/2}.$$

где μ — отношение массы покоя нейтрино к массе электрона. E_0 выражено в единицах mc^2 и в данном случае $E_0 = 0,0215$.

Для сравнения автор пользуется He^6 , рассматривая его в качестве образца разрешённых β -переходов. Период полураспада $He^6 = 0,8$ сек., а максимальная энергия $E_0 = 7,25$.

Вследствие большой энергии, роль μ в оценке $f(He^6) = 1200$ пренебрежимо мала. Для $|M|^2$ принята⁶ величина 6. Таким образом для (He^6) получается $|M|^2 f T = 5760$ сек. Близкие величины получаются для всех разрешённых β -переходов. Ожидаемая величина $|M|^2$ для трития — 3.

Если допустить, что нейтрино не имеет массы, то

$$f(H^3) \cong 0,216 E_0^{7/2} = 3,2 \cdot 10^{-7}.$$

Отсюда следует $|M|^2 f T = 350$ сек.

Эта величина слишком мала. При таком допущении для периода полураспада трития получается время порядка ~ 260 лет.

Предположим, что масса покоя нейтрино μm и $|M|^2 f T$ для H^3 также порядка $\cong 5700$ сек.

Если

$$E_0 < \mu < 1, \text{ то } f \cong 5 \left(\frac{\pi}{4} \right) \mu^{3/2} E_0^2 \left(1 + \frac{5E_0}{8\mu} + \dots \right).$$

Конопинский производит вычисления для двух случаев, принимая, что период полураспада $\cong 20$ и 30 лет, и соответственно получает $\mu \sim 1/30$ и $1/45$. Принимая для периода полураспада новые данные, получаем, что $\mu \sim 1/15$.

Необходимо обратить внимание на то, что масса покоя нейтрино определена из весьма простых формул. Если не учитывать множитель 2, происходящий от изменения величины $|M|^2$, то единственным теоретическим допущением была статистическая формула для f , выражающая закон распределения энергии между электроном и нейтрино.

Г. М. Будянский

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. O'Neal a. Goldhaber, Phys. Rev. 58, 574 (1940).
2. Goldblatt, Robinson a. Spence, Phys. Rev. 72, 973 (1947).
3. Novick, Phys. Rev. 72, 972 (1947).
4. Watts a. Williams, Phys. Rev. 70, 640 (1946).
5. Konopinski, Phys. Rev. 72, 518 (1947).
6. Konopinski, Rev. Mod. Phys. 15, 209 (1943).