

Л. ЛАНДАУ и И. Е. ТАММ, член-корреспондент Академии Наук СССР

О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЯДЕРНЫХ СИЛ

Как было показано И. Е. Таммом <sup>(1)</sup>, волновое уравнение для частицы со спином 1 в кулоновом поле обладает существенными отличиями от уравнения для частиц со спином 0 или  $1/2$ . Именно, решения, соответствующие полным моментам  $j \geq 1$  и орбитальным моментам  $l = j \pm 1$ , обладают в начале координат существенно особой точкой. При этом оказывается, что при малых радиусах-векторах  $r$  уравнения принимают вид типа

$$\psi'' + f(r)\psi = 0, \quad (1)$$

где  $f \sim e^2/\mu c^2 1/r^3$  ( $\mu$  — масса частицы).

В действительности надо иметь в виду, что, как показано Л. Ландау <sup>(2)</sup>, применимость уравнений Прока ограничена расстояниями порядка  $r_0 = e^2/\mu c^2$ . Если принять во внимание, что (1) имеет вид, аналогичный уравнению Шредингера, то качественная картина получающегося движения может быть формально математически описана как движение фиктивной нерелятивистской частицы с массой 1 в потенциальной яме с радиусом  $r_0$  и глубиной

$$u \sim \hbar^2/r_0^2.$$

Известно, что условием существования уровней, соответствующих движению частицы внутри ямы, является

$$u > \frac{\pi^2 \hbar^2}{8r_0^2}.$$

Поскольку в данном случае  $u$  как раз порядка  $\hbar^2/r_0^2$ , то а priori невозможно сказать, существуют ли состояния, соответствующие движению, ограниченному областью порядка  $r_0$ . В частности, они могут оказаться возможными только при определенных значениях момента  $j$ .

Если отождествить, как это обычно делается, мезотрон с частицей со спином 1 и считать, что нейтрон состоит из протона и отрицательного мезотрона, то на основе вышеизложенного можно предположить, что не существует никакого специфического взаимодействия между протоном и мезотроном, а образование нейтрона является следствием обычного электрического взаимодействия. При такой точке зрения мы должны считать, что в системе протон + отрицательный мезотрон при полном моменте системы, равном  $1/2$ , и полном моменте мезотрона  $j=1$  имеется уровень, соответствующий относительному движению обеих частиц на расстояниях порядка  $r_0$ .

Соответственно этому ядерные силы сводились бы к электрическим силам взаимодействия ядерных частиц через посредство мезотронов и

объяснялись бы специфическими особенностями уравнений движения мезотронов в электрическом поле.

На первый взгляд могло бы показаться, что такое представление о ядерных силах противоречит в значительной степени подтверждающейся опытом симметрии в свойствах нейтрона и протона. В действительности, однако, из того факта, что система протон + отрицательный мезотрон обладает уровнем с энергией связи примерно  $\mu c^2$ , ввиду возможности образования и аннигиляции мезотронных пар, автоматически следует, что система нейтрон + положительный мезотрон образует протон с выделением примерно той же энергии  $\mu c^2$ , что можно трактовать, как наличие уровня с такой энергией связи.

Благодаря тому что радиус  $e^2/\mu c^2$  протона и нейтрона оказывается в этой теории малым по сравнению с размерами ядра, открывается возможность вычислять ряд эффектов (рассеяние мезотронов ядрами, мезотронный фотоэффект и т. п.), не входя в детальное рассмотрение неизвестного взаимодействия внутри самих нейтронов и протонов [подобно тому, как это делается в теории дейтрона<sup>(3)</sup>].

Институт физических проблем  
Академии Наук СССР  
Москва

Поступило  
19 X 1940

Физический институт им. П. Н. Лебедева  
Академии Наук СССР  
Москва

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. Тамм, ДАН, XXIX, № 8—9 (1940). <sup>2</sup> Л. Ландау, Journ. of Physics, 2, 485 (1940). <sup>3</sup> Н. Bethe, R. Peierls, Proc. Roy. Soc. A, 148, 146 (1935).