

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

95-31

Д2-95-31

В.Н.Стрельцов

РЕЛЯТИВИСТСКОЕ СБЛИЖЕНИЕ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО  
И СИЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

1995

1. Ранее на основании потенциалов Лиенара — Вихерта был установлен эффект «релятивистского дальнего действия» поля (см., например, [1]). Этот эффект является следствием того, что лиенар-вихертовские эквипотенциали имеют форму эллипсоидов вращения, вытянутых в направлении движения. С ростом скорости заряда электромагнитное поле все более вытягивается вперед и действует на все большие расстояния.

С другой стороны, на заданном расстоянии от заряда (в передней полусфере по отношению к направлению движения заряда) происходит значительный рост потенциала электромагнитного взаимодействия. Можно сказать, что здесь мы имеем релятивистское усиление взаимодействия. Эффективно (по аналогии с ростом массы) это можно трактовать как увеличение заряда, а следовательно, электромагнитной константы связи.

Похожее явление имеет место и в случае ядерного поля. Однако отличие в спиновой структуре квантов поля и наличие у них массы уменьшает отмеченный эффект. Замедленный релятивистский рост сильного взаимодействия по сравнению с электромагнитным должен привести к их сближению\*. Причем энергия, отвечающая эффективному «релятивистскому сближению» соответствующих констант, будет значительно меньше энергии в известной модели «великого объединения».

2а. Опираясь на выражения для потенциала Лиенара — Вихерта и релятивистского потенциала Юкавы (см., например, [1]), для их отношения получим

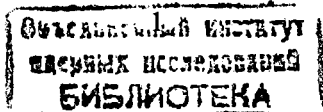
$$\phi_e / \phi_\pi = (e / g_\pi) \gamma \exp [\mu R (1 - \beta \cos \theta) \gamma]. \quad (1)$$

Здесь  $\mu$  — масса пиона,  $\beta$  — скорость движения источника поля,  $\hbar = c = 1$ ,  $R$  — запаздывающее расстояние от «центра» источника до точки наблюдения поля,  $\theta$  — угол между векторами  $R$  и  $\beta$ ,  $\gamma$  — лоренц-фактор. В направлении «вперед», где эффект максимален, с учетом  $\beta \cong 1$  будем иметь

$$\phi_e / \phi_\pi \cong 0,023 \gamma \exp (\mu R_{||} / 2\gamma). \quad (2)$$

Отсюда заключаем, что, например, для протона с энергией 44 ГэВ на расстоянии  $\mu^{-1}$  («радиуса действия» ядерных сил) потенциалы взаимодействия электромагнитного и ядерного пионного полей сравниваются.

\*Что, в принципе, должно сопровождаться нарушением изотопической инвариантности.



26. Однако, согласно современным представлениям, адроны состоят из кварков, которые взаимодействуют путем обмена глюонами, и поэтому именно кварки определяют фактически поведение «граничной области» адронов\*. Учет эффективного роста поперечных размеров движущихся адронов за счет кваркового, т.е. спинорного, поля позволил объяснить известный рост сечений взаимодействия при высоких энергиях [2]. Релятивистский потенциал Юкавы для спинорного поля имеет вид

$$\phi_q = g_q \frac{\sqrt{u^0 + 1} \exp(-\mu_q u^i R_i)}{\sqrt{2} u^i R_i} \quad (3)$$

Здесь  $\mu_q$  — масса конститuentного кварка,  $u^i$  — 4-скорость адрона ( $u^0 \equiv \gamma$ ),  $R^i$  — 4-вектор запаздывающего расстояния. Для аналогичного (2) отношения теперь будем иметь

$$\phi_e / \phi_q \approx 0,032 \sqrt{\gamma} \exp(\mu R / \gamma), \quad (4)$$

где полагается, что  $g_q \approx g_\pi$ , а  $\mu_q \approx 2\mu$ . На основании (4) заключаем, что сближение электромагнитного и сильного взаимодействий должно произойти при значении  $\gamma \approx 960$ . Для протонов это отвечает энергии  $E_p \approx 0,9$  ТэВ, что значительно меньше энергии в модели «великого объединения», которая оценивается в  $10^{14} - 10^{16}$  ГэВ. Даже энергия  $E_p \approx 1,8 \cdot 10^3$  ТэВ, когда рассматриваемые взаимодействия, можно сказать, «меняются местами», значительно меньше предшествующей величины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Strel'tsov V.N. — Sov. J. Part. Nucl., 1991, 22, p.552.
2. Belyakov V.A., Strel'tsov V.N. — JINR Commun. E2-92-368, Dubna, 1992.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 января 1995 года.

\*Пионы же, как полагают, образуются в результате адронизации только на самой «границе» адронов. Поскольку, с другой стороны, для «составляющих» кварков  $\lambda_q \approx 0,7 F$  (ср. с  $\lambda_\pi \approx 1,4 F$ ), то может быть, что именно кварки главным образом и определяют короткодействие ядерных сил.

Стрельцов В.Н.

D2-95-31

Релятивистское сближение  
электромагнитного и сильного взаимодействий

На основании потенциала Лиенара — Вихерта и релятивистского потенциала Юкавы показано, что соответствующие взаимодействия с ростом скорости увеличиваются по-разному (электромагнитное возрастает быстрее). По предварительным оценкам на расстояниях «радиуса действия» ядерных сил они сравниваются при  $\gamma \approx 960$ , где  $\gamma$  — лоренц-фактор.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1995

Перевод автора

Strel'tsov V.N.

D2-95-31

Relativistic Rapprochement  
of the Electromagnetic and Strong Interactions

Based on the Lienard — Wiechert potential and the relativistic Yukawa potential, it is shown that the corresponding interactions with velocity growth increase differently (the electromagnetic one increases faster). According to preliminary estimations they are equivalent, at distances of the «action radius» of nuclear forces, at  $\gamma \approx 960$ , where  $\gamma$  is the Lorentz factor.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1995