ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

Б.А. Арбузов, А.А.Логунов, А.Н.Тавхелидзе, Р.Н.Фаустов,
А.Т.Филиппов

Р - 1149

КВАЗИОПТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АСИМПТОТИКА АМПЛИТУДЫ РАССЕЯНИЯ

ЖЭТФ, 1963, т 44, в 4, с 1409-1410.

Дубна 1962 год

Б.А. Арбузов, А.А.Логунов, А.Н.Тавхелидзе, Р.Н.Фаустов,
А.Т.Филиппов

Р - 1149

КВАЗИОПТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АСИМПТОТИКА АМПЛИТУДЫ РАССЕЯНИЯ

Дубна 1962 год

А н н о т а ц и я

В работе показано, что при квазиоптическом подходе в квантовой теории поля [1], для амплитуды рассеяния справедлива асимптотика Редже.

B.A.Arbuzov, A.A.Logunov
A.N.Tavkhelidze, R.N.Faustov
and A.T.Filippov

A QUASIOPTICAL MODEL AND ASYMPTOTIC BEHAVIOUR OF SCATTERING AMPLITUDE

Abstract

It is shown that in the quasioptical approach to the quantum field theory [1], for the scattering amplitude Regge asymptotic behaviour holds.

В работе[1] показано, что система 2-х частиц в квантовой теории поля может быть описана уравнением типа Шрёдингера с обобщенным комплексным потенциалом. Такое квазиоптическое описание позволяет, с одной стороны, получить матричные элементы матрицы рассеяния, а, с другой стороны, оно дает возможность выхода за массовую поверхность и получения 2-временной функции Грина. Если мы поставим задачу описания только релятивистской матрицы рассеяния, то обобщенный потенциал будет зависеть лишь от энергии и передач импульса системы и уравнение для волновой функции будет иметь вид

$$(E^2-\vec{p}^{\,2}-m^2)\psi(\vec{p}) = \int V(\vec{p}',\vec{p};E)\psi(\vec{p}^{\,\prime})\,d\vec{p}^{\,\prime} . \tag{1.1}$$

Для простоты мы здесь ограничились случаем скалярных частиц. При этом для потенциала $V(\vec{p},\vec{p}';E)$ может быть дано следующее спектральное представление:

$$V(\vec{p},\vec{p}';E) = \int_0^\infty \frac{\rho(E,\mu)\,d\mu}{\mu+(\vec{p}-\vec{p}')^2} + \int_0^\infty \frac{\rho(E,\mu)\,d\mu}{\mu+(\vec{p}+\vec{p}')^2} , \tag{1.2}$$

где $\rho(E,\mu)$ – спектральная функция, зависящая от энергии системы, комплексная в области $E^2>0$. Мнимая часть V характеризует неупругие процессы рассеяния. Редже было показано, что в случае, когда потенциал является суперпозицией потенциалов Юкава, асимптотика амплитуды рассеяния при $t\to\infty$ имеет вид:

$$T(t,E) \approx t^{\alpha(E)} , \tag{1.3}$$

где $t=-(\vec{p}-\vec{p}_0)^2$, а $\vec{p}$ и $\vec{p}_0$ – конечный и начальный импульсы частицы. В данной заметке мы хотели бы обратить внимание на то, что потенциал типа (1.2) приводит к аналогичной асимптотике. Это обстоятельство легко установить, повторяя с очевидными изменениями рассуждения Фубини и Строфолини[2]. Запишем уравнение для амплитуды рассеяния

$$T(\vec{p},\vec{p}_0) = V(\vec{p},\vec{p}_0;E) + \int \frac{V(\vec{p},\vec{p}';E)}{p'^2-E^2+m^2}\, T(\vec{p}',\vec{p}_0)\,d\vec{p}' , \tag{1.4}$$

где $$E^2 = p_0^2+m^2 .$$

Будем искать решение (1.4) в виде:

$$T(\vec{p},\vec{p}_0) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty \frac{r(u,s,t')\,dt'}{t'-t} + \frac{1}{\pi}\int_0^\infty \frac{r(u,s,\bar{t}')\,d\bar{t}'}{\bar{t}'-\bar{t}} \tag{1.5}$$

где $$u=\vec{p}^{\,2} , \quad s=\vec{p}_0^{\,2} , \quad \bar{t}=-(\vec{p}+\vec{p}_0)^2 ,$$

Подставляя (1.5) и (1.2) в уравнение (1.4), в асимптотической области $t\to\infty$ получим следующее уравнение:

$$r_{as}(u,t,s) = \int_0^1 dx \int \varrho_{as}(x,u,u')\,\frac{r_{as}(u',t',s)}{u'-s-i\delta}\,du' \tag{1.6}$$

$$x = t'/t ,$$

где

$$Q_{as}(x,u,u') = 2\int \frac{\theta\left(u'-ux-\frac{\mu x}{1-x}\right)\rho(s,\mu)\,d\mu}{(1-x)^{1/2}\left(u'-ux-\frac{\mu x}{1-x}\right)^{1/2}}$$

Это уравнение имеет решение вида

$$r(u,t,s) = r_a(u,s)\,t^{a(s)}\,, \qquad (1.7)$$

где функция $r_a(u,s)$ удовлетворяет уравнению

$$r_a(u,s) = \int R_a(u,u',s)\,\frac{r_a(u',s)\,du'}{u'-s-i\delta}$$

$$(1.8)$$

$$R_a(u,u',s) = 2\int d\mu\,\rho(s,\mu)\int_0^1 \frac{dx\;x^a}{(1-x)^{1/2}}\;\frac{\theta\left(u'-ux-\frac{\mu x}{1-x}\right)}{\left(u'-ux-\frac{\mu x}{1-x}\right)^{1/2}}$$

Из уравнения (1.8) можно определить собственную функцию r_a и собственное значение a, которое является функцией s. Для $s<0$ $\rho(s,\mu)$ является действительной функцией и a – вещественно.

Подставляя (1.7) в (1.5), получим:

$$T(u,s,t) = t^{a(s)}\,r_a(u,s)\,\frac{[1+e^{-i\pi a}]}{\sin\pi a(s)}\,. \qquad (1.9)$$

Аналогичные результаты можно получить и непосредственно из уравнения (1.1), переходя к парциальным амплитудам /2/.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность академику Н.Н.Боголюбову за обсуждение результатов.

Литература

1. А.А.Логунов, А.Н.Тавхелидзе. "Квазиоптический подход в квантовой теории поля", (в печати), препринт ОИЯИ.
2. S. Fubini, R. Stroffolini, лекции в летней школе в Триесте, 1962 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 декабря 1962 года.