СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
Дубна

Р2 - 5523

В.Н.Стрельцов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ГАЛИЛЕЯ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

1970

P2 - 5523

В.Н.Стрельцов

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ГАЛИЛЕЯ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ*

---

* В порядке обсуждения

Работа автора "Преобразования Галилея в квантовой механике" [1] вызвала возражения (см., например, [2]), которые, в основном, сводятся к следующему.

Дифференциалы (пространственных) координат, которые используются при вычислении средних значений в формуле

$$\int \psi'^{*} x' \psi' \, dx' = \int \psi^{*} x \psi \, dx - vt \tag{1}$$

наблюдателями из разных систем отсчета, должны, как утверждают, подчиняться не преобразованиям Галилея, а равенству

$$dx' = dx . \tag{2}$$

При этом говорят, что применение преобразований Галилея в шредингеровском представлении, например, должно приводить к простому сдвигу, переводящему $\psi(x, t)$ в $\psi(x-vt, t)=\psi'(x', t')$. Иными словами, фактически пытаются проверять справедливость равенства (1) по отношению к операции сдвига на величину vt.

Но вряд ли можно считать удовлетворительным такое положение вещей, что одни и те же величины (дифференциалы пространственных координат), когда они фигурируют в уравнении Шредингера, подчиняются, скажем, преобразованиям Галилея, а когда же используются при вычислении средних, то этим преобразованиям не подчиняются.

В связи со сказанным я хотел бы дополнительно обратить внимание на следующий факт.

На основании формул преобразования для ψ и $\partial\psi / \partial x$ в галилеевом приближении:

$$\psi(x, t) = \psi'(x', t'),$$

$$\frac{\partial\psi}{\partial x} = \frac{\partial\psi'}{\partial x'}$$

с учетом (2) можно получить равенство

$$-ih \int \psi^* \frac{\partial\psi}{\partial x} dx = -ih \int \psi'^* \frac{\partial\psi'}{\partial x'} dx'$$

или

$$\bar{P}_x = \bar{P}_x',$$

что, очевидно, противоречит требуемой формуле

$$\bar{P}_x' = \bar{P}_x + mv,$$

которая легко выводится с помощью равенства (1).

Правда, указанная трудность обычно обходится тем, что при переходе к другой системе отсчета волновой функции в галилеевом приближении добавляют фазу (см., например, /3/).

Я не считаю такой шаг последовательным. Дело в том, что галилеева инвариантность является частным случаем лоренц-инвариантности (при малых скоростях). А как мы знаем, в релятивистском случае преобразованная (скалярная) волновая функция никакой дополнительной фазы не приобретает. Поэтому никакой дополнительной фазы у нее не должно возникать и в галилеевом приближении *).

Автор благодарен В.Д. Карасику, М.И. Подгорецкому, В.Д. Рябцову, Б.В. Чирикову, М.И. Широкову за ценные критические замечания.

---

*) Формально последнее утверждение не совсем точно, поскольку дополнительная фаза у волновой функции, удовлетворяющей уравнению Шредингера, все же возникает как следствие известной замены $\psi = \psi_{ш}(-imc^2 t / h)$. Очевидно, однако, что этот факт никак не влияет на характер предыдущего утверждения.

Литература

1. В.Н. Стрельцов, Сообщение ОИЯИ, Р2-4945, Дубна (1970).
2. P.L. Torres. Lett. Nuovo Cimento 4, 681 (1970).
3. Ф. Кемпфер. Основные положения квантовой механики, изд. "Мир", М. (1967), стр. 384.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 декабря 1970 года.