

УДК 621.391:530.145.1

© 2023 г. Е.Н. Петрова, С.А. Пирогов

ПОЛУРАСПАД И СООТНОШЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Сделана попытка дать точную математическую интерпретацию соотношения неопределенностей “энергия-время”.

Ключевые слова: квантовая механика, соотношение неопределенностей, время полураспада.

DOI: 10.31857/S0555292323040034, **EDN:** VRNUVG

§ 1. Введение

Со времени создания квантовой механики известны два соотношения неопределенностей [1]:

$$\Delta p \cdot \Delta q \sim \hbar, \quad (1)$$

$$\Delta E \cdot \Delta t \sim \hbar. \quad (2)$$

Здесь Δp и Δq – неопределенности импульса и координаты вдоль выбранного направления, а ΔE и Δt – неопределенности энергии и времени.

Первому из них, (1), точный математический смысл придали Э. Кеннард [2] и независимо Г. Вейль [3] в 1927–28 гг. А именно, если под Δp и Δq понимать среднеквадратические отклонения измеряемых величин p и q в каком-либо квантовом состоянии, то

$$\Delta p \cdot \Delta q \geq \frac{1}{2} \hbar.$$

Однако подобная интерпретация соотношения (2) невозможна, потому что квантовая механика не приписывает времени t никакого распределения вероятностей.

Физическая интерпретация соотношения (2) была дана Н. Бором [4]. Однако для нее нелегко найти точную математическую формулировку. Л.Д. Ландау возразил против буквального понимания соотношения (2) фразой: “Кто же мне помешает точно измерить энергию и тут же посмотреть на часы?” [5]. В курсе [6] соотношение (2) интерпретируется через характеристическое время эволюции физической системы, определение которого громоздко и неявно (т. 1, гл. VIII).

Мы хотим связать неопределенность энергии ΔE с такой характеристикой состояния физической системы как время полураспада. Близкая к нашей оценка правой части (2) получена в работе Л.И. Мандельштама и И.Е. Тамма [7] более сложным путем. Для краткости положим $\hbar = 1$.

§ 2. Формулировка

В комплексном линейном пространстве L состояний физической системы считается заданным скалярное произведение $(\cdot, \cdot)$, предполагается, что оно линейно по