

Частица со спином $3/2$: модели Паули-Фирца и Фрадкина, взаимодействие с внешними ПОЛЯМИ

Ивашкевич А. В. (Foreign) ¹,

Войнова Я. А. (Foreign) ²,

Овсюк Е. М. (Foreign) ³,

Кисель В. В. ⁴,

Редьков В. М. (Foreign) ⁵

2021

^{1, 5} Foreign (Институт физики НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь)

² Foreign (учитель физики Качищанской средней школы Ельского района ⁵ учитель физики гимназии г. Калинковичи, г. Калинковичи, Беларусь)

³ Foreign (кафедра общей физики и методики преподавания физики Мозырского государственного университета имени И. П. Шамякина, г. Мозырь, Беларусь)

⁴ Кафедра физики, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: Спин $3/2$, обобщенные волновые уравнения, Паули-Фирц, Фрадкин, электромагнитные поля, риманово пространство-время, неминимальное взаимодействие, точные решения.

Аннотация: В рамках общего формализма Гельфанда-Яглома исследуется теория Фрадкина для частицы со спином $3/2$ в присутствии внешних полей. С помощью стандартных требований релятивистской инвариантности, P-симметрии, существования функции Лагранжа для развиваемой модели сначала выведен набор спинорных уравнений при отсутствии внешних полей. Волновая функция эквивалентна набору из биспинора и вектор-биспинора. Показывается, что в свободном случае теория Фрадкина может быть приведена к теории Паули-Фирца. При учете внешних электромагнитных полей теория Фрадкина может быть приведена к минимальной форме уравнения для основного вектор-биспинора. Полученное уравнение содержит дополнительный член взаимодействия через тензор $F_{\alpha\beta}$ электромагнитного поля, при этом появляется параметр в уравнении Фрадкина, соотносимый с некоторой дополнительной к заряду характеристикой частицы. Теория обобщается, для того чтобы учесть псевдориманову структуру пространства-времени. В общековариантном случае появляется дополнительный член взаимодействия через тензор Риччи $R_{\alpha\beta}$. При нулевом электрическом заряде частицы теория Фрадкина остается корректной и описывает майорановскую частицу со спином $3/2$, неминимально взаимодействующую со структурой пространства-времени через тензор Риччи. Чтобы

прояснить физический смысл дополнительного параметра теории Фрадкина, отличающего ее от модели Паули-Фирца, исследуем нерелятивистское приближение в обеих моделях во внешнем однородном магнитном поле, два различающихся спектра энергии найдены в явном виде. Структура нерелятивистского уравнения позволяет рассматривать дополнительный параметр как поляризуемость.

Источник публикации: Частица со спином $3/2$: модели Паули-Фирца и Фрадкина, взаимодействие с внешними полями / А. В. Ивашкевич [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фізіка-матэматычных навук. – 2020. – Т. 56, № 3. – С. 350-360.