Физика элементарных частиц и теория поля

УДК 530.12 DOI: 10.17223/00213411/65/9/92

ДИНАМИКА СПИНИРУЮЩИХ ЧАСТИЦ В ВИХРЕВОМ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ*

В.Г. Кречет[1], В.Б. Ошурко[1,2], А.Э. Киссер[1]

[1] *Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва, Россия*
[2] *Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия*

Рассматриваются эффекты взаимодействия спинирующих частиц, т.е. обладающих собственным моментом импульса (спином), описываемых уравнением Дирака, с вихревым гравитационным полем. Показано, что взаимодействие дираковских массивных частиц с вихревым гравитационным полем индуцирует эффект прецессии их спина вокруг оси вращения вихревого гравитационного поля. В случае безмассовых частиц их спин устанавливается вдоль оси вращения, оставаясь постоянным, т.е. спин дираковских безмассовых частиц указывает направление оси вращения вихревого гравитационного поля.

Ключевые слова: *уравнение Дирака, спин, вихревое гравитационное поле, прецессия.*

Рассматриваются специфические аспекты динамики спинирующих, т.е. обладающих собственным моментом импульса, частиц, описываемых уравнением Дирака, в однородном стационарном пространстве-времени при наличии вихревого гравитационного поля. Ранее в работах [1, 2] мы исследовали самогравитирующее спинорное поле, здесь мы рассматриваем спинорную частицу во внешнем гравитационном поле. Динамика спинорного поля, описываемая уравнением Дирака, в пространствах различных типов исследовалась многими авторами. Эта задача является актуальной по настоящее время [3–11].

Вихревое гравитационное поле, представляющее собой вихревую составляющую полного гравитационного поля, математически описывается 4-мерным ротором поля тетрад $e^k_{(a)}(x^i)$ [12–14]

$$\omega^i = \frac{1}{2}\varepsilon^{iklm} e_{k(a)} e^{(a)}_{l,m}. \tag{1}$$

Здесь аксиальный 4-вектор $\omega^i(x^k)$ представляет собой угловую скорость вращения касательных тетрадных реперов. Она является кинематической характеристикой вихревого гравитационного поля и определяет его плотность потока момента импульса (спина) $S^i(g)$:

$$S^i(g) = \frac{\omega^i}{æ}, \ \left(æ = \frac{8\pi G}{c^4}\right). \tag{2}$$

Тетрадные коэффициенты $e^k_{(a)}(x^i)$ в силу ортонормированности векторов тетрады удовлетворяют соотношениям

$$e_{(a)i} e^{(a)}_k = g_{ik}, \ e^k_{(a)} e_{k(b)} = \eta_{ab}, \ e^k_{(a)} e^{(b)}_k = \delta^b_a, \ e^k_{(a)} e^{(a)}_i = \delta^k_i, \tag{3}$$

где g_{ik} – компоненты метрического тензора риманова пространства (базы), в котором действует ОТО; η_{ab} – компоненты метрического тензора касательного пространства Минковского; индексы $i, k, l, m, \ldots$ – мировые тензорные индексы риманова пространства; индексы $(a), (b), (c), \ldots$ – локальные Лоренцевы индексы.

Однородное пространство-время, в котором присутствует вихревое гравитационное поле, естественно тоже однородное, проще всего описывается метрикой (в сигнатуре + + + –) [15]

$$ds^2 = dx^2 + ke^{2\lambda x}dy^2 + dz^2 + 2e^{\lambda x}dtdy - dt^2. \tag{4}$$

Здесь k – параметр причинности: когда $k < 0$, то через каждую точку этого пространства проходит замкнутая времениподобная линия с возможным нарушением причинности, а когда $k > 0$, то замкнутых времениподобных линий нет и причинность восстанавливается.

* Работа поддержана Министерством науки и высшего образования РФ, грант № 0707-2020-0025.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725