

УДК 537.8, 539.12

DOI: 10.17223/00213411/63/1/40

В.А. БОРДОВИЦЫН¹, А.В. КУЛИКОВА^{1,2}, О. ТАНАКА³

УГЛОВОЙ МОМЕНТ КОНВЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Рассматривается электромагнитный угловой момент, создаваемый конвективными полями электрически заряженных релятивистских частиц в непосредственной близости от зарядов, где эти поля преобладают над полями чисто электромагнитного излучения.

Ключевые слова: релятивистское излучение заряда, угловой момент электромагнитного поля, электромагнитная масса.

Введение

Исследование излучения углового момента электромагнитного поля (УМЭП) заряженных релятивистских частиц представляет собой оригинальное направление в современной теоретической и экспериментальной физике, которое стало усиленно развиваться особенно в последние годы (см. обзорные работы [1–3], а также наши статьи [4–7] и др.).

В основу излагаемой здесь теории излучения УМЭП положены точные методы классической теории релятивистского излучения заряженных частиц [8]. В связи с этим следует заметить, что при обсуждении свойств релятивистского излучения УМЭП некоторые авторы используют нековариантный формализм безотносительно к источнику излучения, что изначально вызывает большие разногласия и даже неопределенность в самом определении УМЭП. Обсуждение этих вопросов можно найти в работах [9–11] и др.

Здесь в качестве основного объекта исследований выбран УМЭП, создаваемый вблизи от источника излучения в виде точечного электрического заряда. Как известно, поле излучения заряженных частиц разделяется на два принципиально разных типа полей: поле чисто электромагнитного излучения и так называемое конвективное поле, которое преобладает вблизи от заряда. В первом случае зависимость напряженностей полей от расстояния \tilde{r} между зарядом и точкой наблюдения определяется как $1/\tilde{r}$, а во втором – как $1/\tilde{r}^2$.

Исследование свойств излучения УМЭП в конвективной зоне представляет большой интерес для многочисленных применений этого излучения в технологических микропроцессах экспериментальной физики [12].

Постановка задачи

В нашей работе мы будем использовать данное К. Тайтельбоймом и др. [13] релятивистски ковариантное определение тензора плотности УМЭП, согласно которому

$$M^{\mu\nu\lambda} = \frac{1}{c}(R^{\mu}\mathcal{E}^{\nu\lambda} - R^{\nu}\mathcal{E}^{\mu\lambda}). \quad (1)$$

Здесь

$$\mathcal{E}^{\mu\lambda} = -\frac{1}{4\pi}(H^{\mu\nu}H_{\nu}^{\lambda} + \frac{1}{4}g^{\mu\lambda}H_{\alpha\beta}H^{\alpha\beta}) = \mathcal{E}^{\nu\mu} \quad (2)$$

– тензор плотности энергии-импульса электромагнитного поля, создаваемого зарядом, $R^{\mu} = r^{\mu} + \tilde{r}^{\mu}$, $r^{\mu} = (ct, \mathbf{r})$ – траекторный 4-вектор точечного заряда, $\tilde{r}^{\mu} = (\tilde{r}, \tilde{\mathbf{r}})$ – светоподобный 4-вектор, проведенный от заряда в точку наблюдения, при этом повсюду используется метрический тензор $g^{\mu\nu} = (-1, 1, 1, 1)$.

В соответствии с этим тензор

$$M^{\mu\nu\lambda} = \Lambda^{\mu\nu\lambda} + \pi^{\mu\nu\lambda}, \quad (3)$$

где

Уважаемые читатели!

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

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