УДК 539.12

Математическая модель перенормировки заряда в рамках электрон-позитронного взаимодействия

Иванов А.А.
Белорусский национальный технический университет

В работе рассмотрены зависящие от времени волновые пакеты электрон-позитронного поля с учетом поперечности поля

$$\left\{\left(-i\frac{\partial}{\partial t}-i\vec{\alpha}\vec{\nabla}-e_0\vec{\alpha}\vec{A}+\beta m_0\right)+e_0\varphi(\vec{r})\right\}\Psi(\vec{r},t)=0,$$

$$\left\{\left(i\frac{\partial}{\partial t}-i\vec{\alpha}\vec{\nabla}-e_0\vec{\alpha}\vec{A}+\beta m_0\right)+e_0\varphi(\vec{r})\right\}\Psi^{c}(\vec{r},t)=0.$$

Решение этой системы рассматривается в виде движущегося волнового пакета, описываемого биспинором

$$\Psi(\vec{r},t)=e^{i\vec{P}\vec{r}-iEt}\Phi(\vec{r}-\vec{v}t).$$

При анализе этих уравнений в работе получено самосогласованное вариационное уравнение, описывающее распределение заряда в «физическом» электроне или позитроне. Найдено решение этих уравнений, определяющее массы и заряды «голых» электронов и позитронов.

Показано, что полученные характеристики соответствуют сильной связи электрон-позитронного и электромагнитного полей. Найдено, что трансляционное движение «физических» частиц отделяется от их внутренних степеней свободы, так, что зависимость энергии одночастичного возбуждения от его полного импульса определяется формулой

$$E(\vec{P})=\sqrt{P^2+m^2},$$

соответствующей релятивистскому спектру свободной частицы с наблюдаемой массой m. Регуляризация членов ряда теории возмущений по константе тонкой структуры обусловлена возникновением форм-фактора «физического» электрона и соответствует обрезанию импульса $P_c \sim m_0$.

Получено вариационное соотношение, описывающее конечную перенормировку заряда и массы электрона (позитрона). Найдено, что константа связи электрон-позитронного и электромагнитного полей α_0 и масса m_0 «голого» электрона связаны с наблюдаемыми значениями постоянной тонкой структуры и массой «физического электрона» соотношениями $m_0\alpha \sim m$ и $\alpha_0\alpha \sim 1$.