Два способа уничтожения сингулярности электрического потенциала элементарных частиц

Якубовский Е.Г.

e-mail yakubovski@rambler.ru

В классической электродинамике остро стоит проблема сингулярности размера элементарных частиц. причем она сохраняется как в квантовой механике, так и в квантовой электродинамике. Предлагается вводить мнимый размер элементарной частицы, тогда сингулярность устраняется. Но мнимый размер означает колебание или вращение действительного размера частицы с амплитудой, равной мнимой части. Вернее, среднеквадратичное отклонение размера частицы, равное мнимой части. Второй способ основан на введении радиационных поправок, которых имеется счетное количество. Это означает, что количество решений вблизи от заряда имеется счетное количество.

Элементарная частица, как квантовая система имеет размытые границы, которые имеют среднеквадратическое отклонение λ, при этом напряженность поля электрона равна $E = \dfrac{e}{(r+i\lambda)^2}$. Электромагнитная масса элементарной заряженной частицы равна $mc^2 = \int\limits_0^\infty \dfrac{E^2}{8\pi} 4\pi r^2 dr$. Значение электромагнитной массы электрона

$$\begin{aligned} mc^2 &= \int\limits_0^\infty \frac{e^2}{2(r+i\lambda)^4}[(r+i\lambda)^2 - 2i\lambda(r+i\lambda) - \lambda^2]dr = \\ &= \frac{e^2}{2}[-\frac{1}{r+i\lambda} + \frac{i\lambda}{(r+i\lambda)^2} + \frac{\lambda^2}{3(r+i\lambda)^3}]|_0^\infty = \frac{e^2}{6i\lambda} \end{aligned}.$$

Физический смысл комплексного решения - это его модуль, откуда имеем величину среднеквадратичного отклонения радиуса электрона $\lambda = \frac{e^2}{6m_e c^2}$. Эта величина соответствует границе комплексного радиуса электрона. Предел применимости электродинамики несколько больше и равен $e^2 / m_e c^2$ см. [1]§75, т.е. можно сказать, что классическая электродинамика применяется в действительном пространстве и в случае комплексного размера частицы сингулярность уничтожается и можно рассматривать элементарную частицу во всем пространстве.

Потенциал элементарной частицы равен $\varphi = \frac{e}{r + i\lambda}$, а энергия взаимодействия двух частиц равна $U = \frac{e^2}{\sqrt{(r + i\lambda_1)(r + i\lambda_2)}}$, причем энергия взаимодействия двух одинаковых частиц определяется по формуле $U = \frac{e^2}{r + i\lambda}$

Напряженность электрического поля равна

$$\mathbf{E} = -\frac{e^2 \mathbf{r}}{2\sqrt{(r + i\lambda_1)(r + i\lambda_2)}} [\frac{1}{(r + i\lambda_1)^2} + \frac{1}{(r + i\lambda_2)^2}]$$

Сингулярность можно уничтожить, решая совместно статическое уравнение Лапласа для электрического поля и уравнение квантовой механики по определению радиационных поправок b_k, причем имеется счетное количество совокупности комплексных значений b_k см. [2]

$$\varphi = \sum_{k=1}^{N} b_k e \frac{1 - \exp(-k^2 r^2 / r_0^2) \cos 2kr / r_0}{r}$$
$$\sum_{k=1}^{N} b_k = 1, r_0 = \frac{\hbar^2}{me^2}.$$

Откуда получаем распределение заряда в элементарной частице $q = e - \sum_{k=1}^{N} b_k e \exp(-k^2 r^2 / r_0^2) \cos 2kr / r_0$, зависящее от расстояния до центра элементарной частицы. Комплексное решение получается не только с данной зависимость для потенциала частицы. В [3],[4] тоже возникла необходимость в перенормировках из-за комплексного решения, приводящего к расходимости. Причем второй способ решения тоже сводится к наличию дисперсии у потенциала элементарной заряженной частицы.

Литература

1. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля т.II, Наука, М.,1973,564с.
2. *Якубовский Е.*Г. Счетное количество комплексных радиационных поправок. «Энциклопедический фонд России», 2017, 5 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1477952206.pdf
3. *A.O. Barut, J. Klaus* Nonperturbative Quantum Electrodynamics: The Lamb Shift. Foundation of Physics, vol. 13, No 2,1983 https://docs.google.com/file/d/0B4Db4rFq72mLODF5RnRraTBCWEE/edit?pref=2&pli=1
4. *M. Babiker* Source-field approach to radioactive corrections and semiclassical radiation theory. Physical Review A, vol. 12, No 5, 1975 https://docs.google.com/file/d/0B4Db4rFq72mLODJDcml1VlJoR1E/edit?pref=2&pli=1