Противоречие в определении энергии частицы

Якубовский Е.Г.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Гамильтониан частицы в электромагнитном или гравитационном поле зависит от действующих скалярных и векторных потенциалов. Это не отраженно в формуле для гамильтониана частицы, которая зависит только от скалярного потенциала. Путем точных подсчетов вычислен гамильтониан системы и показано, что он зависит и от векторного потенциала. Оказалось, что формула, по которой был вычислен не правильный гамильтониан приближенная. Но проблемы на этом не кончаются. Получается, что энергия или масса зависит от точки наблюдения и не является константой. Разрешением этого противоречия является введение плотности частицы и плотности энергии частицы, разной в разных точках пространства. Это маленький шаг к пониманию того, что все параметры систем являются распределенными и характеризуются распределенной плотностью и не являются точечными.

Гамильтониан системы в электромагнитном поле определен по формуле

$$E = \mathbf{V}\frac{\partial L}{\partial \mathbf{V}} - L = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} + e\varphi, L = -\sqrt{1 - V^2/c^2} + \frac{e}{c}(\mathbf{A},\mathbf{V}) - e\varphi = -\frac{ds_0}{dt} + \frac{e}{c}(A_k u^k)\frac{ds_0}{dt} =$$
$$= -\frac{ds_0}{dt}[1 - \frac{e}{c}(A_k u^k)]$$
.

Но формула дает не правильный результат независимости гамильтониана от импульса. Правильная формула, зависящая от векторного потенциала

$$E = \frac{mc^2\sqrt{1 + \frac{2U}{mc^2}\sqrt{1 + \frac{(\mathbf{p} - \frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{m^2c^2}} + \frac{U^2}{m^2c^4}}}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}, U = e\varphi$$

Дело в том, что величина $\frac{e}{c}(\mathbf{A},\mathbf{V})-e\varphi$ не Лоренц инвариантная. Она равна произведению четырехмерного вектора потенциала на не четырехмерный вектор, и поэтому не Лоренц инвариантная. Или же ее надо рассматривать как произведение Лоренц инвариантной величины свободного пространства $\frac{ds_0}{dt}=\sqrt{1-V^2/c^2}=\frac{1}{\sqrt{1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2}}$ умноженной Лоренц инвариантную величину электромагнитного поля $1-\frac{e}{c}(A_k u^k)$. Но тогда имеем формулу

$$E/c=(\sum_{k=0}^{3}u^k\frac{\partial L}{\partial u^k}-L)/c=\frac{\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2(mc-\frac{e}{c}A_n u^n)}{[1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2]^{3/2}}+\frac{\frac{e}{c}A_n u^n}{\sqrt{1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2}}+\frac{mc-\frac{e}{c}A_n u^n}{\sqrt{1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2}}=$$

$$=\frac{mc}{\sqrt{1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2}}-\frac{\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2\frac{e}{c}A_n u^n}{[1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2]^{3/2}}=\frac{mc-\frac{e}{c}A_n u^n}{\sqrt{1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2}}+\frac{\frac{e}{c}A_n u^n}{[1+\sum_{k=1}^{3}(u^k)^2]^{3/2}}$$

Но это не правильные формулы, так как смешивается два разных состояния, свободное и с наличием электромагнитного поля. Исходить надо из правильной формулы (1), записанной в Лоренц инвариантном виде с наличием электромагнитного поля, без смешивания с формулой свободного пространства.

Закон сохранения энергии при большом потенциале записывается в виде

$$dE=\sqrt{dm^2c^4+d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2}+dU$$

$$dE^2=dm^2c^4+d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2+2\sqrt{dm^2c^4+d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2}U+dU^2=$$

$$=d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2+dm^2c^4(1+\frac{2dU}{dmc^2}\sqrt{1+\frac{d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{dm^2c^2}}+\frac{dU^2}{dm^2c^4})= \qquad (1)$$

$$=d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2+dM^2c^4$$

$$dM=dm\sqrt{1+\frac{2dU}{dmc^2}\sqrt{1+\frac{d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{dm^2c^2}}+\frac{dU^2}{dm^2c^4}}=dm\sqrt{1+\frac{2dU}{dmc^2}}$$

Значение энергии и импульса содержат дополнительный множитель $\sqrt{1+\frac{2dU}{dmc^2}\sqrt{1+\frac{d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{dm^2c^2}}+\frac{dU^2}{dm^2c^4}}$, но обозначаются одной буквой, учитывающей этот множитель. В случае наличия потенциала энергия частицы, выраженная через импульс, определяется по формуле (2) и где используется связь между импульсом и скоростью. Эти формулы получены без всякого приближения путем тождественных преобразований. Формула $dE=\frac{dMc^2}{\sqrt{1-d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2/dE^2}}$ получается с помощью тождественных преобразования из формулы $dE^2=d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2+dM^2c^4$.

$$dE=\frac{dMc^2}{\sqrt{1-d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2c^2/dE^2}}=\frac{dmc^2\sqrt{1+\frac{2dU}{dmc^2}\sqrt{1+\frac{d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{dm^2c^2}}+\frac{dU^2}{dm^2c^4}}}{\sqrt{1-V^2/c^2}}.; \qquad . \qquad (2)$$

$$d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})=\frac{dE\mathbf{V}}{c^2},dM=dm\sqrt{1+\frac{2dU}{dmc^2}\sqrt{1+\frac{d(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{dm^2c^2}}+\frac{dU^2}{dm^2c^4}};$$

Вернее эту формулу надо записывать в виде

$$\varepsilon = \frac{dE}{dV} = \frac{dM/dVc^2}{\sqrt{1-(\mathbf{p}_\rho - \frac{e}{c}\mathbf{A}_\rho)^2 c^2/\varepsilon^2}} = \frac{\rho c^2 \sqrt{1+\frac{2U_\rho}{\rho c^2}\sqrt{1+\frac{(\mathbf{p}_\rho - \frac{e}{c}\mathbf{A}_\rho)^2}{\rho^2 c^2}}+\frac{U_\rho^2}{\rho^2 c^4}}}{\sqrt{1-V^2/c^2}}; \rho = \frac{dm}{dV}$$

$$\mathbf{p}_\rho - \frac{e}{c}\mathbf{A}_\rho = \frac{\varepsilon \mathbf{V}}{c^2}, \frac{dM}{dV} = \rho\sqrt{1+\frac{2U_\rho}{\rho c^2}\sqrt{1+\frac{(\mathbf{p}_\rho - \frac{e}{c}\mathbf{A}_\rho)^2}{\rho^2 c^2}}+\frac{U_\rho^2}{\rho^2 c^4}}; U_\rho = \frac{dU}{dV}, p_\rho = \frac{dp}{dV}, A_\rho = \frac{dA}{dV}$$

Эта формула аналог формулы ОТО $g_{00} = 1 + \frac{2U}{mc^2}$, приводящей к сокращению энергии см. [1]. Из уравнения ОТО получается формула для энергии тела $dE = dmc^2 u_0 \sqrt{[g_{k0}(a_\beta^k)^{-1}/\sqrt{\lambda_\beta}]^2 + g_{00}}$. Определение величина собственного вектора и собственного числа следует из формул $(g_{nm} - \lambda_\beta \delta_{nm}) a_\beta^n = 0; |g_{nm} - \lambda_\beta \delta_{nm}| = 0$.

Данная формула обобщается на уравнение ОТО,, из которого можно получить формулу $\frac{(E-e\varphi)^2}{c^2} = \sum_{\beta=1}^{3} (P^k - \frac{e}{c}A^k)^2 + m^2c^2$, а значит и формулу для плотности массы. Но при использовании ОТО векторный и скалярный потенциал имеет другое значение.

При малых значениях энергии и импульса он приводится к виду

$$\frac{(E-mc^2)(E+mc^2)}{m^2c^4} = \frac{(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{m^2c^2} + \frac{2U}{mc^2} \cong \frac{2(E-mc^2)}{mc^2}.$$

$$E - mc^2 = \frac{(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{2m} + U$$

В итоге получена новая формула для связи массы и энергии в электромагнитном или гравитационном поле при малых значениях параметра

$$E=\frac{mc^2\sqrt{1+\frac{2U}{mc^2}\sqrt{1+\frac{(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2}{m^2c^2}}+\frac{U^2}{m^2c^4}}}{\sqrt{1-V^2/c^2}}.=\frac{mc^2\sqrt{1-u^2\sqrt{1+u^2(1-u^2/2)}+u^4/4}}{\sqrt{1-V^2/c^2}}=$$

$$=mc^2(1+\beta u^4);-\frac{2U}{mc^2}=u^2$$

Эта формула в случае частиц вакуума или массы Планка выглядит таким образом

$$\frac{dM}{dV}=\rho\sqrt{1+\frac{2U_\rho}{\rho c^2}\sqrt{1+\frac{(\mathbf{p}_\rho-\frac{e}{c}\mathbf{A}_\rho)^2}{\rho^2c^2}}+\frac{U_\rho^2}{\rho^2c^4}}=.$$

$$=\rho_{\gamma n}\sqrt{1+\frac{2r_{\gamma n}^{n+1}}{r^{n+1}}\sqrt{1+u^2(1-\frac{r_{\gamma n}^{n+1}}{r^{n+1}})}+\frac{r_{\gamma n}^{2n+2}}{r^{2n+2}}},r\ge r_{\gamma n}$$

$$U=\frac{e^2l_\gamma^n}{r^{n+1}};\frac{l_{\gamma n}^n}{m_{\gamma n}}=\frac{c^2r_{\gamma n}^{n+1}}{e^2};r_{\gamma n}=(a_0^n r_{Pl})^{\frac{1}{n+1}};a_0=\frac{e^2}{mc^2};r_{Pl}=\frac{e^2}{m_{Pl}c^2}$$

Частицы вакуума образуют мультиполь, который имеет малую массу. Получается, что масса частицы зависит от того, в какой точке находится ее измеритель и растет с ростом скорости и при уменьшении расстояния до центра массы.

Приближенная формула для энергии частицы в атоме запишется в виде см. [2]

$$E(r_0)=\frac{mc^2}{\sqrt{1-V^2/c^2}}\sqrt{1+\frac{2U(r_0)}{mc^2}\sqrt{1+\frac{(\mathbf{p}-\frac{e}{c}\mathbf{A})^2(r_0)}{m^2c^2}}+\frac{U^2(r_0)}{m^2c^4}}\{1+\frac{(Z\alpha)^2}{[\sqrt{\chi^2-(Z\alpha)^2}+n_r]}\}^{-1/2}=$$

$$=mc^2(1+\beta u^4)\{1-\frac{(Z\alpha)^2}{2n^2}-\frac{(Z\alpha)^4}{2n^3}(\frac{1}{j+1/2}-\frac{3}{4n})\};mcr_0=\frac{\hbar}{2};u=\frac{1}{137}$$

Энергия покоя в этой формуле компенсируется, а квантовое слагаемое умножается на величину βu^4 результате получается дополнительное слагаемое $\beta\frac{(Z\alpha)^2\alpha^4}{2n^2}$, т.е. поправка шестого порядка по величине $u=\alpha=\frac{1}{137}$, что сравнимо с радиационной поправкой и ее надо учитывать. Но комплексных радиационных поправок к энергии электрона имеется счетное количество, так что считать действительную поправку не имеет смысла. Внутреннее строение электрона имеет счетное количество состояний и поэтому считать единственную поправку бессмысленно см. [3].

Отсюда вытекает важное следствие для уравнений движения Ньютона. Релятивистская поправка к массе частицы сокращается и остается поправка 4 порядка. Т.е. движение материальных тел в поле гравитации нужно считать по не релятивистскому закону Ньютона

$$\frac{d^2\mathbf{r}(1+\beta u^4)}{dt^2} = -\frac{G(1+\beta u^4)M}{r^3}\mathbf{r}$$

Но от противоречий мы не избавились. Получается, что измерение энергии частицы или измерение массы зависит от точки, в которой произведено измерение. Т.е. масса частицы или ее энергия не являются константой. Это новое свойство массы или энергии.

Обычно формулы имеют значение энергии частицы, равное константе плюс добавка члена, определяющего энергию поля и зависящую от точки пространства. Разная энергия частицы в разных точках поля приводит к распространению понятия частица на все пространство, отсутствие локализации частицы. Частица как бы распределяется по всему пространству с разной плотностью энергии. Это соответствует тому, что законы физики инварианты относительно плотности параметров, что можно толковать как плотность частиц вакуума, что описывается уравнением Навье-Стокса. Будущая теория поля будет иметь дело не с массами, а с их плотностью, не с энергией, а с плотностью энергии, эквивалентной давлению. Параметры являются не точечными, а распределенными. Аналогом теории поля является уравнение Навье-Стокса, описывающее распределенные параметры и квантовую механику.

Литература

1. Якубовский Е.Г. Описание собственного вращения в ОТО «Энциклопедический фонд России», 2018, 12 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1549396886.pdf
2. *Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.* Квантовая электродинамика, т.IV, М.,- «Наука»,1989 г., 727стр.
3. Якубовский Е.Г. Счетное количество комплексных радиационных поправок. «Энциклопедический фонд России», 2018, 6 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1477952206.pdf
4. Якубовский Е.Г. Вычисление метрического тензора взаимодействующих тел и построение сохраняющегося тензора энергии-импульса материи и гравитационного поля «Энциклопедический фонд России», 2018, 8 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1533827929.pdf