Понятие центра инерции в движущемся диэлектрике

Якубовский Е.Г.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Понятие центра инерции справедливо только для малых скоростей. Обобщим его на релятивистские скорости. Между тем говорят о системе центра инерции при нулевом суммарном импульсе, центр инерции покоится, система покоя частиц. Покоя чего? Единственный вразумительный ответ, покоя центра инерции. Значит и при релятивистских скоростях можно ввести понятие центра инерции. Между тем у ЛЛ [1] §14 пишется «Центр инерции одной и той же системы частиц по отношению к различным системам отсчета - это различные точки». Покажем, что определение центра инерции по ЛЛ не удовлетворяет преобразованию Лоренца.

Преобразование Лоренца в случае диэлектрической среды имеет вид см. [2]

$$x^1 = (x'^1 + x'^0 \frac{V}{c_d})\gamma; \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c_d^2}}}, x'^0 = c'_d t' \qquad x^0 = (x'^1 \frac{V}{c_d} + x'^0)\gamma, x^0 = c_d t .$$

Где V, c_d скорость инерциальной штрихованной системы координат и фазовая скорость в не штрихованной. Умножим координаты n тела на его массу и просуммируем произведение массы на координату частиц

$$x_A^1 = \frac{\sum_{m=1}^{N} (m_n x_n'^1 + m_n x_n'^0 \frac{V}{c_d})}{\sum_{k=1}^{N} m_k} \frac{1}{\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}} = \frac{x_A'^1 + x_A'^0 \frac{V}{c_d}}{\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}}$$

$$x_A^0 = \frac{\sum_{m=1}^{N} (m_n x_n'^1 \frac{V}{c_d} + m_n x_n'^0)}{\sum_{k=1}^{N} m_k} \frac{1}{\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}} = \frac{x_A'^1 \frac{V}{c_d} + x_A'^0}{\sqrt{1 - V^2 / c_d^2}} .$$

$$x_A^2 = x_A'^2, x_A^3 = x_A'^3$$

Получается, что центр инерции координат и времени связаны преобразование Лоренца. Где центр тяжести координат и времени определяется по формуле

$$x_A^k = \frac{\sum_{n=1}^{N} m_n x_n^k}{\sum_{n=1}^{N} m_n}, k = 0,...,3.$$

Дифференцируя это равенство по метрическому интервалу, получим

$$u_A^k = \frac{\sum_{n=1}^{N} m_n u_n^k}{\sum_{n=1}^{N} m_n}, p_A = u_A^k c_d \sum_{n=1}^{N} m_n = \sum_{n=1}^{N} p_n = \sum_{n=1}^{N} m_n u_n c_d,$$

$$\frac{c_d^2}{\sqrt{1 - V_A^2 / c_d^2}} \sum_{n=1}^{N} m_n = E_A = \sum_{n=1}^{N} E_n = \sum_{n=1}^{N} m_n \frac{c_d^2}{\sqrt{1 - V_n^2 / c_d^2}}, .$$

$$\mathbf{V}_n = \frac{\mathbf{u}_n c_d}{\sqrt{1 + u_n^2}}, \mathbf{V}_A = \frac{\mathbf{u}_A c_d}{\sqrt{1 + u_n^2}}$$

Сумма импульсов и энергии каждого тела равна суммарному импульсу и энергии центра инерции с массой, равной сумме масс.

В [1] основываются на формуле

$$\sum E\mathbf{r} = tc^2 \sum \mathbf{p}.$$

Вместо того, чтобы записать это равенство в собственной системе координат делят его на суммарную энергию движущихся тел, получают

$$\frac{\sum E\mathbf{r}}{\sum E} = t \frac{c^2 \sum \mathbf{p}}{\sum E}.$$

Далее вводят скорость по формуле $\mathbf{V} = \frac{c^2 \sum \mathbf{p}}{\sum E}$ в двигающейся системе координат, а надо определять скорость в неподвижной системе координат $\mathbf{u}c = \frac{\sum \mathbf{p}_n}{\sum m}$ и вводить центр инерции времени $t_A = \frac{\sum m_n t_n}{\sum m_n}$. Утверждается, что получено движение центра тяжести

$$\frac{\sum E\mathbf{r}}{\sum E} = \mathbf{R} = t\frac{c^2\sum \mathbf{p}}{\sum E} = t\mathbf{V}\,.$$

Но удовлетворяет ли эта величина преобразованию Лоренца? Нет не удовлетворяет, так как при умножении энергии на преобразование Лоренца в штрихованной и не штрихованной системе координат энергия разная. Масса одинакова, а энергия разная. Получается, что использование центра тяжести с массой не противоречиво, а с энергией не удовлетворяет преобразованию Лоренца.

Допустим формула верна и является релятивистской. В разных системах отсчета она определяет разный центр инерции. Тогда для вычисления истинного размера ее надо пересчитывать в собственную систему координат, в результате получаем одну точку, определяющую центр инерции см. [2] стр. 67-70. Эта точка совпадает с определенным с помощью преобразования Лоренца центром инерции.

Надо использовать соотношение

$$\sum E\mathbf{r} = c^2\sum \mathbf{p}t = c^2 t_A \sum \mathbf{p}\,.$$

При этом необходимо переходить в собственную систему координат и делить на сумму масс. Тогда величины $\sum m_n x_n / \sum m_n = r_A, \sum m_n t_n / \sum m_n = t_A$ удовлетворяют преобразованию Лоренца.

При этом получена формула для среднего импульса

$$\mathbf{p}_A = \sum \mathbf{p}_n = \sum \mathbf{p}_n \cdot t_n / t_A\,.$$

Эта формула определяет сохраняющийся импульс. Так как время величина переменная, к времени добавляется большая величина и тогда отношение $t_n / t_A = 1$. Но в первые моменты времени средняя величина зависит от времени и средний импульс не сохраняется.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля т.II, Наука, М.,1973,564с.
2. Якубовский Е.Г. По поводу преобразований Лоренца. «Энциклопедический фонд России», 2016, 94 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1504051609.pdf