Scalar field of density ρ and resistance to movement E^i

Valery Timin

(July 2019)

Russia

In addition to the true scalar potential fields that determine the energy of M. O. in space-time or its change, there are other similar to scalar fields that affect M. O. In this paper we consider the description of the scalar fields of density ρ and the strength E of the resistance to the motion of a material point in three-dimensional and four-dimensional interpretations.

Кроме истинно скалярных потенциальных полей, определяющих энергию м.о. в пространстве-времени или ее изменение, существуют и другие, похожие на скалярные, поля, которые воздействуют на м.о. В данной работе рассмотрены вопросы описания скалярных полей плотности ρ и напряженности E сопротивления движению материальной точки в трехмерной и четырехмерной интерпретациях.

1. Скалярное поле плотности ρ и векторное поле напряженности E^i. Линейная зависимость силы сопротивления от скорости

Рассмотрим взаимодействие м.т. с зарядом m и скоростью движения v^i с внешним скалярным полем $\rho(r, t)$ с линейной зависимостью действующей силы этого поля от скорости v^i:

$$F^i = -m\rho v^i \tag{1}$$

Знак " минус" означает, что сила F^i является силой сопротивления: в противном случае м.о. будет бесконечно ускорятся. Поле плотности ρ обладает скалярными свойствами в силу скалярности единицы объема ГП и скалярности массы. Ему соответствует скалярная напряженность поля, взаимодействующего через скорость м.т.:

$$\begin{gathered} E = -\rho \rightarrow \\ F^i = -mEv^i \end{gathered} \tag{2}$$

У нас получился не стандартный вид поля напряженности скалярного поля. С этим не будем спорить. Единицей измерения заряда m для плотности ρ в [кг/м^3] будет [м^3/с] – поток объема в секунду или [м^2·м/с] – произведение сечения на скорость.

Из определения рассматриваемого поля и зависимости силы действия этого поля на м.о. явного, непосредственного, можно сделать вывод о том, что **данное силовое поле не является потенциальным**.

Посмотрим, как изменяется сила взаимодействия (1) при переходе в другую галилееву систему с.о., движущуюся со скоростью $v_{(0)}{}^i$:

$$\begin{gathered} F'^i = -m\rho v'^i = \\ = -m\rho(v^i - v_{(0)}{}^i) = -m\rho v^i + m\rho v_{(0)}{}^i = \\ = F^i + m\rho v_{(0)}{}^i = F^i - F_{(0)}{}^i. \end{gathered} \tag{3}$$

При положительных значениях заряда m и скоростях v^i и $v_{(0)}{}^i$ рассчитанная сила уменьшается на величину $F_{(0)}{}^i$. Но в классической механике при галилеевых преобразованиях вектор силы не должен изменяться, в силу нулевого значения элемента с индексом 0. Поэтому для компенсации дополнительной разбалансирующей силы $-F_{(0)}{}^i = -m\rho v_{(0)}{}^i$ в движущейся системе отсчета мы должны ввести компенсирующее силовое поле $+F_{(0)}{}^i$. Тогда:

$$\begin{gathered} F'^i = (F^i - F_{(0)}{}^i) + F_{(0)}{}^i = \\ = -m\rho v'^i + m\rho v_{(0)}{}^i = \\ = -m\rho(v'^i - v_{(0)}{}^i). \end{gathered} \tag{4}$$

Такую зависимость силы взаимодействия от скорости имеют силы с поглощением (или передачей) м.т. части внутреннего импульса материальной среды, но без изменения массы м.т., что соответствует сопротивлению среды. Знак минус при m соответствует тому, что при положительном заряде м.о. и плотности поля сила должна быть направлена против движения, как сила сопротивления. Пример такого взаимодействия – это силы касательного трения.

Из этого можно сделать вывод, что рассматриваемое нами преобразование вектора силы с учетом компенсирующей силы на самом деле не соответствует правилам преобразования силовых векторов КМ: оно возвращает нас к векторам исходной с.о., которая воспринимается как АСО. АСО – это абстрактная интерпретация как векторного поля. Возможной материальной интерпретацией АСО может быть "сплошная" "среда".

Исходя из того, что все с.о. равноправны, мы должны сделать вывод о том, что скалярное силовое поле с напряженностью $\rho(t,r)$ всегда должно рассматриваться совместно с зависящим от с.о. дополнительным силовым векторным полем $E^i = \rho v_{(0)}{}^i$:

$$\begin{gathered} \rho(r,t) \to \{\rho, \rho v_{(0)}{}^i\} = \{E, E^i\}, \\ F'^i = -m\rho v'^i + mE^i. \end{gathered} \tag{5}$$

и что чисто скалярное силовое поле плотности $E = \rho(r,t)$ будет только частным случаем более общего вида векторного поля.

В предположении, что поле $\{E, E^i\}$ уже существует, силовое воздействие поля на м.о., движущийся в ней со скоростью v^i будет определяться выражением:

$$F^i = -m\rho v^i + m\rho V^i. \tag{6}$$

где V^i – скорость "компенсирующего" ИСО.

Распишем (6) более подробно.

$$F^i = -m\rho v^i + m\rho V^i = -m\rho(v^i - V^i). \tag{7}$$

Вывод из (7) очень простой: сила, действующая на м.о. в скалярном поле плотности, пропорционально разности скоростей V^i в текущей с.о. и скорости v^i м.о. Смысл поля V^i очень простой: при движении м.о. со скоростью V^i действие силового поля на нее прекращается, что соответствует скорости местной АСО. Параметр V^i может быть полем, зависимым от координаты: $V^i = V^i(t, r)$

Здесь имеется два вида сил.

1) Член $-m\rho v^i$ соответствует силе, действующей на движущийся со скоростью v^i м.о. со стороны поля. Из вида этого члена видно, что эта сила прямо пропорциональна скорости м.о. и всегда направлена против направления движения и является неконсервативной. В силу этого ее невозможно определить через какое-либо потенциальное поле.

2) Член $+m\rho V^i$, соответствующий дополнительной силе, компенсирующей эффект от движения с.о. Эта сила является внешним по отношению к м.о. и формируется независимо от его наличия или отсутствия.

Местную сопутствующую м.о. с.о. всегда можно подобрать так, что скорость V^i будет тождественно равна нулю, и эта с.о. будет соответствовать местной АСО. В этой части сила $+m\rho V^i$ будет обладать свойствами неконсервативной силы, но только с обратным эффектом по отношению к скорости v^i м.о., компенсирующим эффект ИСО.

На поле $V^i(t, r)$ не накладывается каких либо ограничений. Законы, которым подчиняется движение поля $V^i(t, r)$, в данной работе нас не интересует. Но о нем можно сказать следующее: это просто векторное поле скорости движения местного АСО. Возможное ограничение – уравнения непрерывности.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial \rho}{\partial t} + \dfrac{\partial}{\partial r^i}\left(\rho V^i\right) = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial t}\left(\rho V^i\right) + \dfrac{\partial}{\partial r^k}\left(\rho V^i V^k\right) = f^i - \dfrac{\partial p}{\partial r^i}. \end{cases} \tag{8}$$

где p – поле давления "АСО",

f^i – поле действующих на поле "АСО" $\rho V^i(t, r)$ сил.

При преобразованиях координат поля напряженности (5) силового взаимодействия (6) в соответствии с (4) преобразуются по законам преобразования векторов:

$$\begin{cases} E'^i = E^i - E v^i_{(0)}, \\ E' = -\rho' = -\rho = E. \end{cases} \tag{9}$$

что соответствует галилееву преобразованию 4–мерного вектора $E \to (E, E^i) = (\rho, \rho V^i)$, где ρ – скалярное поле плотности, $v_{(0)}{}^i$ – скорость новой с.о., E^i – векторное поле плотности импульса силового поля.

Из (7) найдем силу F^0:

$$\begin{gathered} F^i = -m\rho(v^i - V^i) \to \\ F^0 = -m\rho(v^0 - V^0) = -m\rho(1 - 1) = 0. \end{gathered} \tag{10}$$

Найденный результат полностью совпадает с КМ, в которой $F^0 \equiv 0$. Но в ней ни разу не упоминалась кинетическая энергия и закон сохранения энергии.

В данном рассмотрении на нашлось места зависимости силового воздействия непосредственно от плотности поля $\rho(t, r)$, кроме пропорционального скорости. И это естественно – в силу своей не векторности такого воздействия не может быть. Такое воздействие может быть только от изменения собственной скорости м.о., в соответствии с законом сохранения энергии.

Если бы мы рассматривали еще и температуру поля и сравнивали с температурой м.о., то тогда можно было бы рассматривать зависимость взаимодействия и от разности температур. Но температура не является формой ньютоновой силы и ее рассмотрение тоже не входит в нашу тему.