ВЕРИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ НЕРЕАЛИЗУЕМОСТИ ГРАВИТАЦИОННЫХ СИНГУЛЯРНОСТЕЙ*.

© Данильченко П.И.
ГНПП «Геосистема». Украина. Винница
pavlo@vingeo.com

Рассмотрено совместное решение уравнений ОТО и термодинамики для идеальной жидкости, обладающей топологией полого тела. Найдены пространственные распределения основных термодинамических и гравитермодинамических её параметров и характеристик. Показано принятие на сингулярной поверхности принципиально недостижимых ими значений, что подтверждает физическую нереализуемость гравитационной сингулярности. Определен фотометрический радиус срединной сингулярной поверхности, отделяющей антивещество от вещества.

Введение

Наличие математических сингулярностей в решениях уравнений гравитационного поля общей теории относительности (ОТО) рассматривалось Эйнштейном [1] и позже наиболее авторитетными специалистами в этой области физики (Иваненко [2], Мёллер [3,4], Хокинг [5]) как наиболее очевидная трудность этой теории. В связи с установлением Хокингом и Пенроузом, как математической неизбежности сингулярностей в ОТО [6,7], так и возможности конформной трактовки бесконечностей [8,9], а также из-за принципиальной невозможности эмпирической проверки (непосредственной верификации) реализуемости как космологической, так и гравитационных сингулярностей на передний план вышли философские аспекты решения проблемы сингулярностей. Стало вполне очевидным то, что установление истины в этом вопросе возможно лишь с помощью гносеологического подхода [10], базирующегося на косвенной верификации физической нереализуемости сингулярностей [11,12].

Физическая нереализуемость (фиктивность) математических сингулярностей в решениях уравнений гравитационного поля ОТО основывается на принципиальной недостижимости для термодинамических характеристик вещества (абсолютной температуры, давления и др.), как нулевых, так и бесконечно больших значений. Эта недостижимость не только следует из философского анализа физической сущности характеристик вещества, но и непосредственно верифицируется в физических экспериментах.

Фиктивность сингулярностей в ОТО может быть обусловлена следующими факторами:

– псевдореализуемостью космологических сингулярностей лишь в бесконечно далеких космологическом прошлом или же будущем по метрически однородной шкале космологического времени (в космологии сейчас фактически используется экспоненциальная шкала космологического времени, являющаяся не строго, а лишь «практически» равномерной на данном этапе эволюции Вселенной) [11,13];

– локализацией сингулярностей за пределами пространственно-временных областей существования (физической реализации) решений уравнений ОТО, в связи с соответствием их, как правило, лишь конкретным и при том не первичным невырожденным фазовым состояниям вещества во Вселенной;

– соответствием сингулярных решений уравнений ОТО лишь предельно псевдореализуемым вырожденным состояниям вещества;

– игнорированием в решениях уравнений ОТО эволюционной изменчивости свойств физического вакуума и вещества и, в том числе, непрерывного остывания последнего

* Доклад на научном семинаре «Проблемы верификации в естественнонаучных и социальных исследованиях», Керчь, 23 октября 2005 (философская интерпретация доклада «Совместное решение уравнений гравитационного поля ОТО и термодинамики для идеальной жидкости в состоянии ее теплового равновесия» на XII-й Российской гравитационной конференции, 20-26 июня 2005, Казань)

(убывания его энтропии) а, следовательно, игнорированием и принципиальной не жесткости систем отсчета пространственных координат и времени (СО) остывающего вещества [13,14];

– игнорированием, как неравновесности, так и фрактальности фазовых состояний эволюционно остывающего вещества;

– игнорированием «размытия» сингулярностей квантовыми эффектами.

В отличие от проблемы космологической сингулярности (Большого Взрыва Вселенной), легко разрешимой в теории эволюционного расширения Вселенной отнесением горизонта событий (псевдогоризонта видимости [11,13]) в бесконечно далекое космологическое прошлое [10-12], проблема гравитационных сингулярностей не имеет столь тривиального решения.

Ввиду наличия калибровочного для мира людей [15] эволюционного процесса самосжатия вещества в фундаментальном пространстве физического вакуума (происходящего на уровне элементарных частиц вещества [10-13]) имеющие место в СО вещества псевдогоризонты видимости также являются горизонтами событий, удаленными в бесконечно далекое космологическое прошлое или же будущее. Из-за релятивистского эффекта несоблюдения одновременности в СО эволюционно самосжимающегося вещества событий, являющихся одновременными в космологическом времени фундаментальной СО физического вакуума, сингулярность внутреннего шварцшильдова решения уравнений гравитационного поля (так называемая сфера Шварцшильда) является псевдогоризонтом будущего [16]. События «происходящие» на этой сингулярной поверхности в любой момент собственного времени самосжимающегося вещества, на самом деле могут «произойти» лишь в бесконечно далеком космологическом будущем. Однако это не устраняет полностью проблему наличия гравитационных сингулярностей. Ведь гравитационные сингулярности имеют место и в решениях уравнений гравитационного поля, находимых непосредственно в СО неувлекаемого самосжимающимся веществом физического вакуума. В этой фундаментальной СО теоретически возможно существование замкнутой сингулярной поверхности, отделяющей содержащуюся в ней часть фундаментального пространства от остального фундаментального пространства.

Целью настоящей работы является дальнейшее философское осмысление физической сущности гравитационных сингулярностей, имеющих место во внутренних решениях уравнений гравитационного поля, и косвенная верификация их физической нереализуемости.

1. Уравнения гравитационного поля ОТО

Рассмотрим внутреннее решение Шварцшильда для однородной идеальной жидкости, находящейся в состоянии теплового равновесия и, поэтому, обладающей жесткой собственной СО. Как в этой сопутствующей жидкости СО, так и в несопутствующей жидкости фундаментальной СО, в которой по гипотезе Вейля [17,18] галактики расширяющейся Вселенной квазинеподвижны, линейный элемент имеет сферически симметричную форму [11,19,20]:

$$ds^2 = a(r)dr^2 + r^2\left(d\theta^2 + \sin^2\theta \cdot d\varphi^2\right) - b(r)c^2dt^2 =$$
$$= N^2(R,\tau)\cdot dR^2 + r^2(R,\tau)\cdot\left(d\theta^2 + \sin^2\theta\cdot d\varphi^2\right) - f^2(R,\tau)\cdot c^2 d\tau^2\,,$$

где: $t = \widetilde{t}/\sqrt{b}$ и $\widetilde{t}$ – соответственно единое для всей жидкости координатное (астрономическое [11,13]) время и стандартное [19] (путиподобное квантовое [11,13]) время конкретного объекта жидкости, отсчитываемое по его собственным часам; τ – метрически однородное ($d\tau = dt$ при dr=0) по отношению к ее координатному времени космологическое время, отсчитываемое в СО Вейля (фундаментальной СО физического вакуума). Собственное значение радиальной координаты $r\,(R,\tau)$ определяется в СО Вейля по собственному эталону длины в каждой конкретной ее мировой точке, задаваемой мировой радиальной координатой R и моментом космологического времени τ. Оно является тождественным фотометрическому радиусу в собственной СО жидкости центросимметричной сферической поверхности. Значение этого радиуса определяется через площадь S сферической поверхности (r^2=$S/4\pi$) и в непустом пространстве с кривизной может изменяться немонотонно вдоль метрического радиального отрезка $\widehat{r}$. Функции $a(r) = (\partial\widehat{r}/\partial r)^2$ и $b(r) = v_c^2/c^2$, которые характеризуют соответственно кривизну и физическую неоднородность

[11,13] собственного пространства жидкости, связаны с собственными значениями плотности массы $\mu(r)$ и давления $p(r)$ дифференциальными уравнениями [19]:

$$dp/dr + (\mu c^2 + p)b'/2b = 0 \tag{1}$$

$$b'/abr - (1/r^2)(1 - 1/a) + \lambda = \kappa p \tag{2}$$

$$a'/a^2 r + (1/r^2)(1 - 1/a) - \lambda = \kappa \mu c^2 , \tag{3}$$

где: κ – гравитационная постоянная Эйнштейна.

Функция $N(R,\tau)=r/R$ определяет различие фундаментальных размеров термодинамически идентичных пробных тел в разных точках евклидового фундаментального пространства СО Вейля и, поэтому, характеризует масштабную (метрическую) неоднородность этого пространства для вещества. Среднестатистическое относительное значение частоты взаимодействия элементарных частиц молекул жидкости $f\ (R,\tau)=NV_c\ /c$ определяет различие темпов протекания идентичных физических процессов в разных точках пространства СО Вейля и, поэтому, аналогично функции $b(r)$, характеризует физическую неоднородность для жидкости фундаментального пространства СО Вейля. Функции $r(R,\tau)$, $N(R,\tau)$ и $f\,(R,\tau)$ определяются из уравнений гравитационного поля ОТО в СО Вейля [11] и связаны между собой и с функциями $a(r)$ и $b(r)$ следующими зависимостями:

$$\left(\frac{\partial r}{\partial \tau}\right)_R = \mathrm{H}\cdot R\left(\frac{\partial r}{\partial R}\right)_\tau = \widetilde{\mathrm{H}}\cdot r/\sqrt{a\left(1-(V/V_c)^2\right)} = \widetilde{\mathrm{H}}\cdot r/\sqrt{a\left(1-(\mathrm{H}\cdot r/cf)^2\right)} = \widetilde{\mathrm{H}}\cdot rf(ab)^{-1/2} , \tag{4}$$

$$N = \exp[\mathrm{H}(\tau - \tau_k)], \tag{5}$$

$$f = \sqrt{\frac{\lambda}{3}}\frac{rV_c}{V} = \sqrt{b + \lambda\frac{r^2}{3}} = \sqrt{\frac{1}{a}\exp\int_{r_e}^{r}\kappa(\mu c^2 + p)ardr + \mathrm{H}^2\frac{r^2}{c^2}} , \tag{6}$$

где: $V = -c\sqrt{\lambda/3}\cdot R = -\mathrm{H}\cdot R$ – хабблово значение радиальной скорости движения молекул жидкости в СО Вейля; v_c и V_c – гравибарические несобственные (координатные [19]) значения скорости света соответственно в собственной СО жидкости и в СО Вейля; c – постоянная скорости света; $\lambda = 3\,\mathrm{H}^2/c^2$ – космологическая постоянная; $\widetilde{\mathrm{H}} = \mathrm{H}$ для области фундаментального пространства СО Вейля $R \in (R_0;\infty)$, в которой $\partial r/\partial \hat{r} > 0$, и $\widetilde{\mathrm{H}} = -\mathrm{H}$ для области $R \in (0;R_0)$, в которой $\partial r/\partial \hat{r} < 0$;

Н – постоянная Хаббла; τ_k – момент космологического времени, в который радиальное расстояние в СО Вейля откалибровано по вещественному эталону длины ($R_k=r$; $N_k=1$); R_0 – радиус метрически сингулярной поверхности в СО Вейля; r_e – фотометрический радиус граничной поверхности жидкости в сопутствующей ей СО.

2. Уравнения термодинамики

Согласно (1) в равновесном состоянии жидкости приращения гравитермодинамической энтальпии $H_g = \sqrt{b}\cdot H$ [21], вызванные приращениями функции $b(r)$ и собственного значения давления p взаимно скомпенсированы:

$$dH_g = \sqrt{b}\cdot TdS + \sqrt{b}\cdot \mathrm{v}\,dp + \left(H/2\sqrt{b}\right)\cdot db = T_g^* dS , \tag{7}$$

где: $H=(\mu c^2+p)\mathrm{v}$ – классическая энтальпия; T – термодинамическая температура; v – молярный объем жидкости. И, следовательно, как гравитермодинамическая энтальпия $H_g(S)$, так и гравитермодинамическая псевдотемпература $T_g^*(S) = \sqrt{b}\cdot T + \left(H/2\sqrt{b}\right)\cdot(\partial b/\partial S)_p$ [21] являются функциями только лишь от энтропии S.

Как показал Толмен [22], необходимым условием поддержания теплового равновесия в идеальной жидкости, подверженной действию гравитации, является одинаковость во всем ее объеме гравитермодинамической температуры $T_g(S) = \sqrt{b}\cdot T$. Исходя из этого, как энтропия, так и гравитермодинамическая энтальпия также являются одинаковыми во всем объеме жидкости (S=const(r); H_g=const(r)). Это обеспечивает возможность выполнения в общем случае условия (1) и при зависимости гравибарического несобственного значения скорости света $v_c = c\sqrt{b}$ не только от давления, но и от энтропии S жидкости. Поэтому в пределах всей однородной жидкости все ее термодинамические потенциалы могут быть представлены, как функции лишь от энтропии и гравибарического несобственного значения скорости света, а само это несобственное значение скорости света может рассматриваться в классической термодинамике как альтернативный давлению внутренний термодинамический интенсивный параметр жидкости.

Будем рассматривать жидкость, подверженную только всестороннему давлению, как идеальную лишь при отсутствии электромагнитного взаимодействия между ее молекулами а, следовательно, и при отсутствии у нее вязкости. Чтобы собственная СО такой жидкости была абсолютно жесткой должны отсутствовать радиационные потери энергии этой жидкости и, следовательно, она должна быть предельно остывшей. Ввиду отсутствия ван-дер-ваальсовых сил взаимодействия молекулы жидкости принципиально могут оторваться от ее внешней поверхности и образовать над ней газовое облако и при этом сама резкая граница между жидкостью и газом может размыться и исчезнуть. Чтобы это не произошло кванты энергии теплового движения молекул жидкости не должны превышать величины работы, необходимой для преодоления сил тяготения. И, следовательно, степень свободы радиального теплового движения молекул идеальной жидкости должна быть «замороженной». А это значит, что энергия теплового движения одноатомных молекул предельно остывшей жидкости должна быть равнораспределенной лишь между двумя степенями свободы, а сами тепловые колебания этих молекул должны совершаться лишь в направлениях, перпендикулярных градиентам потенциала гравитационного поля (векторам сил тяготения).

Гравитермодинамическая энтальпия такой идеальной жидкости, у которой теплоемкость $C_\text{v} = \mathscr{R}$ и которая наиболее всего соответствует нейтронной жидкости, может быть задана, как в ковариантной форме через ее энтальпию $H = 2\mathscr{R}T = U + p\text{v}$, так и в контравариантной форме через ее антиэнтальпию $H^{*}=U-p\text{v}$ [21,23]:

$$H_g(S) = Hv_c / c = H^{*}v_{c\text{v}}^2 / v_c c = \sqrt{U^2 - p^2\,\text{v}^2} \cdot v_{c\text{v}} / c\,, \tag{8}$$

где: $v_{c\text{v}} = c\sqrt{b_\text{v}} = v_{ce}\sqrt{(U_e + p_e\,\text{v}_e)/(U_e - p_e\,\text{v}_e)} = const(r)$ – вакуумное несобственное значение скорости света, одинаковое в пределах всего объема однородной жидкости во всех условно созданных в ней бесконечно малых вакуумных полостях и, поэтому, являющееся единым для всей жидкости ее калибровочным параметром;

$$v_c = c\sqrt{b} = v_{ce}\sqrt{\frac{(U_e + p_e\,\text{v}_e)(U - p\,\text{v})}{(U_e - p_e\,\text{v}_e)(U + p\,\text{v})}} = v_{c\text{v}}\sqrt{\frac{U - p\,\text{v}}{U + p\,\text{v}}} = v_{c\text{v}}\sqrt{\sigma^{*}/\sigma} \tag{9}$$

и v_{ce} – гравибарическое несобственное значение скорости света соответственно в произвольной точке жидкости и на ее граничной поверхности; $U=\mu c^2\text{v}$ – молярное значение внутренней энергии жидкости; $\sigma = \mu c^2 + p$ и $\sigma^{*} = \mu c^2 - p = const(r, S)$ – соответственно плотность энтальпии и одинаковая во всем объеме плотность антиэнтальпии жидкости; $\mathscr{R}$ – молярная газовая постоянная.

Гравитермодинамическая энтальпия в каждом слое жидкости эквивалентна энергии расширенной термодинамической системы [21,24], включающей и энергию сжимающих этот слой жидкости верхних ее слоев. Ее абсолютное значение в СО Вейля $H_{\tau g}$ является таким же, как и ее значение H_g в сопутствующей жидкости СО. А ее значение, нормированное по вакуумному несобственному значению скорости света $v_{c\text{v}}$, может рассматриваться как энергия, определяемая во внутреннем термодинамическом времени жидкости, по которому скорость протекания физических процессов в жидкости не зависит от ее интенсивных параметров.

3. Совместное решение уравнений ОТО и термодинамики

С учетом (9) и одинаковости энтропии во всем объеме идеальной жидкости все ее параметры и характеристики в каждой ее точке можно выразить через один любой интенсивный параметр жидкости и через соответствующие параметры и характеристики ее поверхностного слоя, которые, в свою очередь, могут быть выражены через энтропию и минимально возможное собственное значение молярного объема не подвергнутой сжатию жидкости $\mathrm{v}_{00} = \lim\limits_{S \to 0} \mathrm{v}\left(S, p = 0\right)$:

$$v_c = c\sqrt{b} = v_{ce}\left[1 + 2\,\mathrm{v}_e\left(p - p_e\right)/ H_e\right]^{-1/2} = v_{c\mathrm{v}}\left(\mathrm{v}/\mathrm{v}_{00}\right)\exp(-S/2\mathscr{R}), \tag{10}$$

$$T = cT_g / v_c = T_e\sqrt{b_e / b} = T_e\sqrt{1 + 2\,\mathrm{v}_e\left(p - p_e\right)/ H_e} =$$
$$= \left(p + \sigma^* / 2\right)\mathrm{v} / \mathscr{R} = \left(\sigma^*\mathrm{v}_{00}^2 / 2\mathscr{R}\mathrm{v}\right)\exp\left(S / \mathscr{R}\right), \tag{11}$$

$$\mathrm{v} = \mathrm{v}_e\sqrt{b / b_e} = \mathrm{v}_e\left[1 + 2\,\mathrm{v}_e\left(p - p_e\right)/ H_e\right]^{-1/2} = \mathrm{v}_{00}\left(2p / \sigma^* + 1\right)^{-1/2}\exp\left(S / 2\mathscr{R}\right), \tag{12}$$

$$p = \frac{v_{ce}\cdot H_g}{2v_{c\mathrm{v}}\cdot \mathrm{v}_e}\left(\frac{v_{c\mathrm{v}}^2}{v_c^2} - 1\right) = p_e + \frac{H_g\sqrt{b_e b_\mathrm{v}}}{2\,\mathrm{v}_e}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{b_e}\right) = p_e + \frac{H_e}{2\,\mathrm{v}_e}\left(\frac{\mathrm{v}_e^2}{\mathrm{v}^2} - 1\right) =$$
$$= \left[\left(\mathrm{v}_{00} / \mathrm{v}\right)^2\exp\left(S / \mathscr{R}\right) - 1\right]\cdot \sigma^* / 2 = \left(\sigma_e b_e / b - \sigma^*\right)/2 = \mathscr{R}T / \mathrm{v} - \sigma^* / 2, \tag{13}$$

$$\mu = \frac{v_{ce}\cdot H_g}{2c^2\cdot v_{c\mathrm{v}}\cdot \mathrm{v}_e}\left(\frac{v_{c\mathrm{v}}^2}{v_c^2} + 1\right) = \mu_e + \frac{H_g\sqrt{b_e b_\mathrm{v}}}{2c^2\,\mathrm{v}_e}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{b_e}\right) = \mu_e + \frac{H_e}{2c^2\,\mathrm{v}_e}\left(\frac{\mathrm{v}_e^2}{\mathrm{v}^2} - 1\right) = \frac{1}{2c^2}\left(\sigma_e\frac{b_e}{b} + \sigma^*\right), \tag{14}$$

$$H = H_e\sqrt{b_e / b} = H_e\,\mathrm{v}_e/\mathrm{v} = \sqrt{H_e\,\mathrm{v}_e\left(2p + \sigma^*\right)} = 2\mathscr{R}T, \tag{15}$$

$$U = \frac{H_e}{2\,\mathrm{v}_e}\left(\frac{\mathrm{v}_e^2}{\mathrm{v}} + \mathrm{v}\right) - p_e\,\mathrm{v} = \left[\left(\mathrm{v}_{00}^2 / \mathrm{v}\right)\exp\left(S / \mathscr{R}\right) + \mathrm{v}\right]\cdot \sigma^* / 2 = \mathscr{R}T + \sigma^*\mathrm{v} / 2 = 2\mathscr{R}T\left(\frac{p + \sigma^*}{2p + \sigma^*}\right). \tag{16}$$

$$C_p - C_\mathrm{v} = \mathscr{R} / \left(1 + 2p / \sigma^*\right) = \mathscr{R}\left(v_c / v_{c\mathrm{v}}\right)^2 = \mathscr{R}b / b_\mathrm{v}.$$

В соответствии с этим из (2) и (3) получим систему дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} y' / y &= Ar^3 / z^2 \\ z' &= y\left(1 - Br^2\right) \end{aligned}, \tag{17}$$

сводящуюся к нелинейному дифференциальному уравнению второго порядка:

$$z'' / z' - Ar^3 / z^2 + 2Br / \left(1 - Br^2\right) = 0, \tag{18}$$

где: $y = \sqrt{ab}$, $z = r\sqrt{b / a}$, $A\left(r_e\right) = \kappa\cdot\sigma_e\cdot b_e / 2$, $B = \lambda + \kappa\cdot\sigma^* / 2 = const(r_e, S)$.

4. Необычное топологическое состояние жидкости

В работах [10,11,25] показана возможность существования идеальной жидкости в двух своих топологических состояниях – в обычном, соответствующем сплошному сферически симметричному телу, и в необычном, соответствующем полому телу с найденной Фуллером и Уилером [26,27] зеркально симметричной конфигурацией его собственного пространства. Такая необычная топология соответствует чрезвычайно массивным телам – полым нейтронным звездам, принимаемым сейчас за черные дыры, изначально полым сверхновым звездам и квазарам. Во внутреннем пустом собственном пространстве полых тел вместо явления расширения наблюдается явление сжатия «внутренней вселенной» и в соответствии с теорией устойчивости и с синергетикой в стабильном состоянии может находиться только антивещество. Метрически сингулярная сферическая поверхность, отделяющая вещество от антивещества и являющаяся геометрическим местом центров тяготения имеет минимальное физически реализуемое в полом теле значение фотометрического радиуса $\left(1 / \sqrt{a_0} \equiv \left(\partial r / \partial\bar{r}\right)_0 = 0\right)$.

Лишь в жестких СО гипотетических астрономических тел, вещество которых находится в тепловом равновесии а, следовательно, и в вырожденном состоянии, на такой сингулярной поверхности несобственное значение скорости света равно нулю $\left(v_{c0} = c\sqrt{b_0} = 0\right)$. Согласно (10-14) на ней температура, давление, плотность массы, а также энтальпия и внутренняя энергия вещества становятся бесконечно большими, а значения молярного объема нулевым. Это вполне соответствует нулевому несобственному значению скорости света, однако является физически нереальным, ввиду недостижимости для вещества, как нулевых, так и бесконечно больших значений этих характеристик. И, следовательно, математически неизбежная сингулярность принципиально не должна физически реализоваться. Косвенная верификация этой нереализуемости следует из непосредственной верификации недостижимости бесконечно больших значений абсолютной температуры и давления.

Ввиду физической нереализуемости абсолютно тонкой поверхности и наличия в сопутствующей жидкости СО предельной фундаментальной планковской длины $1{,}6\cdot10^{-35}$ м эта сингулярность «размывается» квантовыми эффектами. К тому же она имеет место лишь у гипотетической идеальной жидкости, являющейся вырожденным и, следовательно, физически нереализуемым состоянием реальных жидкостей.

В СО Вейля точки самосжимающейся сингулярной сферической поверхности движутся с радиальной скоростью, равной гравибарическому несобственному значению в них скорости света $V_0=V_{c0}=\mathrm{H}R_0$. Однако, частота взаимодействия между находящимися на ней частицами все же не равна нулю ($f_0=\mathrm{H}\, r_0/c$), что обеспечивает возможность спонтанного проникновения антивещества к веществу [11].

5. Решение уравнений для полого тела

При пренебрежительно малом давлении паров идеальной жидкости над ее поверхностью ($p_e=0$):

$\sigma^* = \sigma_e = c^2\mu_e = \mathrm{const}\,(r_0, r_e)$, $\qquad z_e = r_e b_e = r_e v_{c\mathrm{v}}^2$, $\qquad y_e=1$.

Тогда в соответствии с (17) из условия:

$$z_e - z_0 = \int_{r_0}^{r_e} y\left(1 - Br^2\right)dr,$$

с учетом того, что у полых тел $z_0=0$ и $y_0=0$, находим:

$$dz_e = \left(1 - Br_e^2\right)dr_e.$$

Учитывая то, что при стремлении радиуса граничной поверхности тела к значению r_0 параметр z_e стремится к нулю, находим: $z_e = r_e - r_0 - \left(\kappa c^2\mu_e/6 + \mathrm{H}^2/c^2\right)\left(r_e^3 - r_0^3\right)$. Откуда:

$$b_\mathrm{v} = b_e = 1 - r_0/r_e - \left(\kappa c^2\mu_e/6 + \mathrm{H}^2/c^2\right)\left(r_e^2 - r_0^3/r_e\right) > 0. \tag{19}$$

Таким образом, вакуумное несобственное значение скорости света $v_{c\mathrm{v}} = c\sqrt{b_\mathrm{v}}$ внутри идеальной однородной жидкости определяется лишь поверхностной ее плотностью, постоянной Хаббла и радиусами ее граничной и сингулярной поверхностей. Поэтому, зная r_e и μ_e и выражая в (17) z через y получим окончательное выражение для нахождения значения фотометрического радиуса сингулярной поверхности, отделяющей антивещество от вещества:

$$r_0^4 = r_e^4 - \frac{8}{\kappa\cdot c^2\mu_e b_\mathrm{v}(r_0, r_e)}\int_0^1 \frac{z^2(y)}{y}dy = r_e^4 - \frac{1}{\pi\cdot c^2\mu_e b_\mathrm{v}(r_0, r_e)}\int_0^{E_{ge}} z(E_g)\cdot dE_g \geq 0, \tag{20}$$

где:

$$E_{ge}(r_0, r_e) = 4\pi\int_{r_0}^{r_e}\sigma\cdot yr^2dr = \frac{8\pi A}{\kappa}\int_{r_0}^{r_e}\frac{r^3}{z}dr = \frac{8\pi}{\kappa}\int_0^1\frac{z(y)}{y}dy \tag{21}$$

– интеграл от плотности гравитермодинамической энтальпии по всему объему жидкости.

Найдя из (19) зависимость вариации b_v от вариаций r_e и r_0 из (20) получим:

$$4r_0^3\delta r_0 - 4r_e^3\delta r_e - \left(r_0^4 - r_e^4\right)\frac{\delta b_v}{b_v} = F_0\left(r_0, r_e\right)\delta r_0 - F_e\left(r_0, r_e\right)\delta r_e =$$

$$= \frac{z_e \delta E_{ge}}{\pi c^2 \mu_e b_v} = \frac{z_e}{\pi c^2 \mu_e b_v}\left[2\delta W_{ge} - \delta E_{ge}^*\right],$$

где:

$$W_{ge}\left(r_0, r_e\right) = 4\pi c^2 \int_{r_0}^{r_e} \mu \cdot y r^2 dr$$

и:

$$E_{ge}^* = \int_{r_0}^{r_e} F\left(r, z, z'\right) dr = 4\pi \int_{r_0}^{r_e} \sigma^* y r^2 dr = -\frac{8\pi}{\kappa}\int_{r_0}^{r_e}\left[z' - y(r)\left(1 - \lambda r^2\right)\right]\cdot dr \qquad (22)$$

– интегралы по всему объему жидкости соответственно от плотности гравитермодинамической внутренней энергии и от плотности гравитермодинамической антиэнтальпии.

Уравнения гравитационного поля (1-3) обеспечивают экстремум лишь для функционала E_{ge}^*, для которого функция $z(r)$ является решением уравнения Эйлера. Поэтому при $\delta E_{ge}^* = 0$ стабильное минимальное значение интеграла от плотности гравитермодинамической энтальпии может быть достигнуто лишь при отсутствии изменений внутренней энергии всей жидкости (δW_{ge}=0), что у гипотетической идеальной жидкости с абсолютно остывшими внешней и внутренней граничными поверхностями ($T_e \approx 0$) обеспечивается. Такое стабильное равновесное состояние идеальной жидкости, соответствующее минимуму интеграла по всему ее объему от плотности гравитермодинамической энтальпии достигается благодаря наличию взаимосвязи между вариациями фотометрических радиусов граничных поверхностей жидкости и ее срединной сингулярной поверхности:

$$F_0\left(r_0, r_e\right)\delta r_0 = F_e\left(r_0, r_e\right)\delta r_e \ . \qquad (23).$$

Согласно (20) при сколь угодно большом значении W_{ge} а, следовательно, и при сколь угодно большом значении массы всей идеальной жидкости всегда найдется достаточно большое значение r_e, при котором $r_0^4 > 0$. Поэтому масса полого тела принципиально ничем не может быть ограничена. И, наоборот, при достаточно малом значении массы всей идеальной жидкости может оказаться, что $\pi \cdot c^2 \mu_e b_v \cdot r_e^4 < \int_0^{E_{ge}} z\left(E_g\right)\cdot dE_g$ и, следовательно, форма идеальной жидкости в фундаментальном пространстве СО Вейля будет обычной шарообразной.

Выводы

Уравнения ОТО и термодинамики обеспечивают возможность полой топологической формы идеальной однородной жидкости, находящейся в состоянии теплового равновесия. При этом они позволяют найти значение фотометрического радиуса сингулярной поверхности, отделяющей антивещество от вещества. Гипотетическая идеальная жидкость, хотя и является принципиально недостижимым вырожденным состоянием реальной жидкости, все же позволяет проанализировать влияние чрезвычайно сильного гравитационного поля на пространственно-временные характеристики вещества. Принципиальная недостижимость, как нулевых, так и бесконечно больших значений этих характеристик является основанием для косвенной верификации физической нереализуемости гравитационной сингулярности. Для более детального изучения необычных свойств полых тел целесообразно в дальнейшем рассмотреть реальную жидкость, обладающую не жесткой СО а, следовательно, – и не нулевым несобственным (координатным) значением скорости света на сингулярной поверхности.

Список литературы

1. Эйнштейн А. Сущность теории относительности. М.: ИЛ, 1953
2. Иваненко Д.Д. Актуальность теории гравитации Эйнштейна. В кн.: Проблемы физики: классика и современность. Ред. Тредер Г.-Ю., М.: Мир, 1982, с. 127
3. Мёллер К. Успехи и ограниченность эйнштейновской теории относительности и гравитации. В кн.: Астрофизика, кванты и теория относительности. Ред.: Федоров Ф.И., М.: Мир, 1982, с. 17
4. Мёллер К. Неизбежны ли сингулярности в теории гравитации? В кн.: Проблемы физики: классика и современность. Ред. Тредер Г.-Ю., М.: Мир, 1982, с. 99
5. Хокинг С. Интегралы по траекториям. В кн.: Общая теория относительности. Ред.: Хокинг С., Израэль В., М.: Мир, 1983, с. 363
6. Hawking S., Penrose R. Proc. Roy. Soc., 1970, v. A314, p. 529
7. Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени, М.: Мир, 1977
8. Пенроуз Р. Конформная трактовка бесконечности. В кн.: Гравитация и топология. Актуальные проблемы. Ред.: Д. Иваненко. – М.: Мир, 1966. – с. 152-181
9. Пенроуз Р. Структура пространства-времени. – М.: Мир, 1972. – с. 183
10. Данильченко П. И. Гносеологический подход к формированию систем отсчета в ОТО. Сборник материалов научно-практического семинара «Проблемы верификации в электоральном процессе». – Керчь, 2004. – с. 56-61. (http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/gnoseologic_rus.html)
11. Данильченко П. О возможностях физической нереализуемости космологической и гравитационной сингулярностей в ОТО. В сб.: Калибровочно-эволюционная интерпретация специальной и общей теорий относительности (КЭИТО), Вінниця, О. Власюк, 2004, с. 35. (http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Possibilities_Rus.html); Киев, НиТ, 2006 (http://www.n-t.org/ac/ap.htm)
12. Данильченко П. И. Вечна ли Вселенная? Доклад на II Международной научной конференции «Философия космизма и современная авиация», Киев, 7-8 апреля 2005; Киев, НиТ, 2005 (http://n-t.org/tp/mr/vl.htm); Об эволюционности процесса расширения Вселенной. Тезисы докладов XII-й Российской гравитационной конференции, 20-26 июня 2005, Казань, Россия, с. 84
(доклад: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Evolutionarity_Rus.html)
13. Данильченко П. Основы калибровочно-эволюционной теории Мироздания (пространства, времени, тяготения и расширения Вселенной). – Винница, 1994. – 78 с.; Калибровочно-эволюционная интерпретация специальной и общей теорий относительности. Интернет-издание, 2005. (http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Osnovy_Rus.html); Киев, НиТ, 2005 (http://n-t.org/tp/ns/ke.htm)
14. Данильченко П. Нежесткие системы отсчета координат и времени, сжимающиеся в пространстве Минковского. В сб.: Калибровочно-эволюционная теория Мироздания. Винница, 1994, вып. 1 с. 52
15. Утияма Р. К чему пришла физика? (От теории относительности к теории калибровочных полей), М.: Знание, 1986
16. Данильченко П. И. Физическая сущность сингулярностей в шварцшильдовом решении уравнений гравитационного поля ОТО. В сб.: Sententiae, спецвипуск № 1, Філософія і космологія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – с. 95-104. (http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/singularities.html)
17. Weyl H. Phys. Z., 1923, b. 24, s. 230
18. Weyl H. Philos. Mag., 1930, v. 9, p. 936

19. Мёллер К. Теория относительности. - М: Атомиздат, 1975
20. Даныльченко П. Феноменологическое обоснование формы линейного элемента шварцшильдова решения уравнений гравитационного поля ОТО. В сб.: КЭИТО, Вінниця, О. Власюк, 2004, с. 82. (http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/Schwarzschild_Rus.html); Киев, НиТ, 2006 (http://www.n-t.org/ac/ap.htm)
21. Даныльченко П. И. Философские аспекты взаимной дополнительности гравитермодинамических параметров. Доклад на научном семинаре «Проблемы верификации в естественнонаучных и социальных исследованиях», Керчь, 23 октября 2005; Киев, НиТ, 2005 (http://n-t.org/tp/ng/fa.htm)
22. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. – М.: Наука, 1974
23. Даныльченко П. И. Совместное решение уравнений гравитационного поля ОТО и термодинамики для идеальной жидкости в состоянии ее теплового равновесия. Тезисы докладов XII-й Российской гравитационной конференции, 20-26 июня 2005, Казань, Россия, С. 39. (доклад: http://pavlo-danylchenko.narod.ru/docs/UnitedSolution_Rus.html)
24. Базаров И. П. Термодинамика. М.: ВШ, 1991
25. Даныльченко П. И. Необычная топология чрезвычайно массивных нейтронных звезд и квазаров. Доклад на XXII конференции «Актуальные проблемы внегалактической астрономии» 2005, Пущино, Россия, (тезисы: www.prao.psn.ru/P2005/22_conf/rus/thesis.html); Киев, НиТ, 2005 (http://n-t.org/tp/ng/nt.htm)
26. Fuller R. W., Wheeler J. A. Phis. Rev., 1962, v. 128, p. 919
27. Уилер Дж. Гравитация как геометрия (II). В кн. Гравитация и относительность. Ред. Цзю Х., Гоффман В., М.: Мир, 1965, с. 141

P. Danylchenko
VERIFICATION OF PHYSICAL UNREALIZABILITY OF GRAVITATIONAL SINGULARITIES

The united solution of equations of GR and thermodynamics for ideal liquid, which has topology of hollow body, is examined. Spatial distributions of all main thermodynamical and gravithermodynamical parameters and characteristics of ideal liquid are obtained. It is shown that these parameters and characteristics take on principally unreachable for them values on the singular surface. This denotes physical unrealizability of gravitational singularities. The value of photometrical radius of median singular surface, which separate antimatter from matter, is derived.