

ГЕОФИЗИКА

С. М. АЙВАЗЯН

К ОСНОВАМ ГЕОМЕХАНИКИ

1. Классическая и релятивистская механики исходят из неизменности первого закона механики (закона Ньютона), характеризуя инерциальную систему как равномерно и прямолинейно движущуюся под действием сил инерции. Определяющим условием инерциальности является отсутствие всякой силы, действующей на систему извне. Обе механики не учитывают влияния на движение внутреннего состояния системы, будь то в трех- или четырехмерном континууме; скорости перемещения невелики или сравнимы со скоростью света, но никогда не превышают последнюю, расстояния не превосходят межгалактические.

В пятимерном континууме (пространство—время—масса)* при скоростях, сравнимых или превышающих скорость света и расстояниях, близких к бесконечным, движущаяся система получает дополнительный

* См. С. М. Айвазян. К геофизическим основам релятивизма. «Известия» АН Армянской ССР (науки о Земле), т. XVIII, № 5, 1965, стр. 69—73.

Здесь на стр. 70 третий абзац сверху следует читать: «Коэффициенты преломления двух веществ прямо пропорциональны»... (и далее по тексту). Нами рассмотрен закон преломления света согласно корпускулярной (прямая пропорциональность), а не волновой (обратная пропорциональность) теории света, т. е.:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_2}{v_1}. \quad (1,1)$$

Если функциональную зависимость коэффициента преломления (n) от длины волны (λ) приближенно представить в виде

$$n \sim \frac{1}{\lambda}, \quad (1,2)$$

то, подставляя соответствующие значения в (1,1), получим:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_2}{v_1}. \quad (1,3)$$

Обозначив λ_1/λ_2 через λ , а v_1/v_2 через c , получим в общем виде

$$c \sim \frac{1}{\lambda}. \quad (1,4)$$

Согласно изложенным в статье представлениям, прямая пропорциональность коэффициентов преломления двух веществ скоростям распространения в них света может соответствовать положению; с расстоянием скорость света увеличивается (дело происходит так, как если бы «увеличивалась» оптическая плотность среды, при этом свет распространяется быстрее, чем в веществе оптически менее плотном; этого и требует корпускулярная теория света).

импульс энергии за счет внутрисистемных процессов. Поэтому инерциальная система может с течением времени перестать быть инерциальной, получив импульс энергии внутри системы. Следовательно, *первый закон механики* сформулируется следующим образом:

Всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока внешние или внутренние причины не выведут его из этого состояния.

Если даны две инерциальные системы с различным внутренним состоянием, то законы природы, справедливые для одной системы, могут отличаться от законов, справедливых для другой. Поэтому при описании некоторого закона природы недостаточно уравнение, выражаемое через координаты и время; следует в этом уравнении учесть и массу, как пятую координату. В этом случае две инерциальные системы с различными состояниями масс будут описываться двумя разного вида уравнениями. Следовательно, *принцип относительности будет нарушен.*

Подобно тому как движение электронов зависит от структуры атома (от природы химического элемента), так и движение макротел при высоких скоростях зависит от их внутренней структуры или от внутреннего состояния той среды, в которой они движутся.

2. В релятивистской механике справедливо соотношение

$$\frac{dp}{dt} = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{dv}{dt},$$

где сила, действующая на частицу, есть производная от импульса (p) по времени (t), а dv/dt — ускорение частицы. Действие для свободной материальной точки (S) есть интеграл по времени

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L dt. \quad (2.1)$$

Коэффициент L при dt — функция Лагранжа — в пятимерном континууме примет вид:

$$L = -\alpha c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}. \quad (2.2)$$

Здесь α — характеризует данную частицу через ее массу (в релятивистской механике $\alpha = mc$); γ — константа размерности.

Если разложить L в ряд по степеням v/c — dm/ds и опустить члены высших порядков, то:

$$\begin{aligned} L &= -\alpha c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2} \approx \\ &\approx -\alpha c \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2 \right] \right\} \approx \\ &\approx -\alpha c + \frac{\alpha v^2}{2c} + \frac{\alpha c}{2} \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2. \end{aligned}$$

В функции Лагранжа можно опустить член, являющийся полным производным по времени, т. е. постоянную (как полную производную от этой же постоянной, умноженной на время).

$$L \approx \frac{1}{2} \frac{v^2}{c} + \frac{1}{2} \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2 \quad (2,3)$$

Если подставить в (2,3) значение α , то:

$$L \approx \frac{mv^2}{2} + \frac{mc^2}{2} \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2 \quad (2,4)$$

Получилась формула, где первый член — классическое выражение кинетической энергии частицы, а второй член характеризует движение частицы в пятимерном континууме.

Подставив значение α в (2,2), получим для функции Лагранжа выражение:

$$L = -mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2} \quad (2,5)$$

Для импульса частицы имеем:

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}} \quad (2,6)$$

Сила, действующая на частицу, равна:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}} \frac{dv}{dt} \quad (2,7)$$

Энергия частицы:

$$E = pv - L \quad (2,8)$$

Подставим в (2,8) выражения (2,5) и (2,6) для L и p :

$$\begin{aligned} E &= \frac{mv^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}} + mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2} = \\ &= \frac{mv^2 + mc^2 \left[1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2 \right]}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}} = \\ &= \frac{mc^2 - mc^2 \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}} = \frac{mc^2 \left[1 - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2 \right]}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} - \gamma \left(\frac{dm}{ds} \right)^2}} \quad (2,9) \end{aligned}$$

Полученная формула выражает энергию частицы в пятимерном континууме; если пренебречь внутренним состоянием системы, то в

четырёхмерном континууме (2,9) примет обычную релятивистскую форму

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (2,10)$$

откуда энергия покоя частицы (при $v=0$) равна

$$E = mc^2. \quad (2,11)$$

3. Согласно *третьему закону* механики, действие равно противодействию. Однако при учете внутреннего состояния системы оказывается, что чем большей скоростью обладает частица, тем больше ее способность оказывать воздействие на другую частицу. Поэтому *в зависимости от состояния и скорости системы действие может быть равно или не равно противодействию*.

Относительно микрочастицы с малым собственным моментом количества движения — спином, измеряемым в единицах кванта действия ($\hbar$), и малым орбитальным моментом количества движения (s) можно говорить о дефекте противодействия (d), который тем больше, чем меньше произведение $\hbar s$ и чем больше масса (массовое число, M).

$$d \approx \frac{1}{\hbar s} M. \quad (3,1)$$

С уменьшением массы частицы дефект противодействия уменьшается, противодействие (H) увеличивается:

$$H \approx \frac{1}{d}. \quad (3,2)$$

В микромире дефект противодействия характеризует способность частицы расщепляться (Q):

$$d \approx Q. \quad (3,3)$$

т. е. элементы с большим массовым числом радиоактивны, у них большой дефект противодействия частицам, бомбардирующим ядра. Если говорить о макромире, то, например, паутина обладает бесконечно большим дефектом противодействия по сравнению с молнией, проходящей через нее.

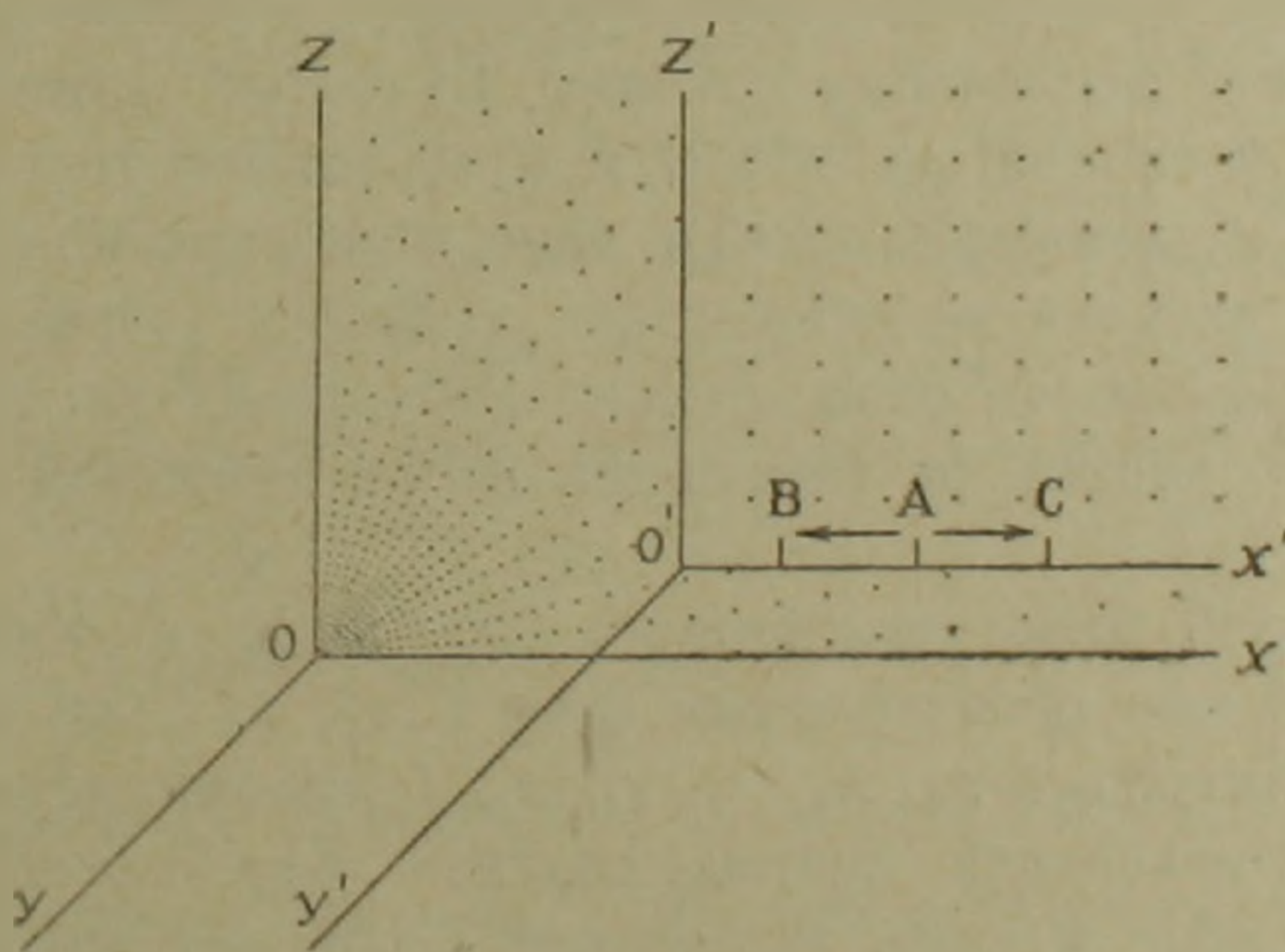
4. Наличие максимальной скорости распространения взаимодействий не означает, что в природе вообще невозможно движение тел со скоростью, больше этой, так как взаимодействия, универсального для всей природы в целом, не существует. Взаимодействие всегда связано с конкретной средой; скорость взаимодействия («скорость сигнала») меняется с изменением среды от 0 до ∞ . Следовательно, скорость взаимодействия, максимальная для одной среды (для «природы» этой среды) может оказаться не максимальной для другой среды. Среда влияет на скорость взаимодействия, увеличивая или уменьшая ее. Поэтому, в зависимости от среды, можно осуществить взаимодействие со скоростью, пре-

вышающей наибольшую возможную (для данной среды!) скорость распространения взаимодействий. Можно так подобрать среды, что скорость взаимодействия в них будет бесконечно дискретно возрастать—от среды к среде; внутри одной среды (гравитационное поле постоянной напряженности; расстояния, сравнимые с межгалактическими) скорость взаимодействия будет постоянной. Однако скорость взаимодействия никогда не достигнет бесконечной величины (взаимодействие никогда не будет «мгновенным»), так как в бесконечности взаимодействие перестанет существовать, частица сигнала превратится в поле.

Поскольку при учете внутреннего состояния системы (в пятимерном континууме пространство—время—масса) нарушается принцип относительности, постольку из последнего не может следовать, что скорость распространения взаимодействий одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Таким образом, *скорость распространения взаимодействий не является универсальной постоянной*, она меняется с изменением скорости света, принятой за эквивалент скорости взаимодействия (скорость света есть функция от тяготения).

5. Время может быть как абсолютным, так и относительным: оно течет по разному в разных системах отсчета, но может течь и совершенно одинаково в зависимости от внутреннего состояния систем. *Для абсолютного протекания времени необходимо, чтобы структура движущихся систем была бы различной.*

Рассмотрим две инерциальные системы отсчета K и K' (фиг. 1) с осями координат XYZ и $X'Y'Z'$; система K' движется относительно K вправо вдоль осей X и X' . И пусть дано еще одно условие: систе-



Фиг. 1.

ма $X'Y'Z'$ (движущаяся) оптически однородна (гравитационное поле постоянной напряженности), а система XYZ (покоящаяся) оптически неоднородна — оптическая плотность среды в этой системе возрастает по оси X к началу координат O (гравитационное поле создается некоторым телом, находящимся в начале координат O или вблизи O).

Пусть из некоторой точки A на оси X' отправляются сигналы в двух взаимно противоположных направлениях. Поскольку точки B и C равноудалены от точки A , а система K' инерциальна и оптически однородна (изотропна), то сигналы из точки A придут в точки B и C в один и тот же момент времени (в системе K')*. Если пренебречь внутренним состоянием системы (или считать ее изотропной), то приход сигналов в B и C будет не одновременным для наблюдателя в системе K , так как относительно этой системы точка B движется навстречу посланному из A сигналу, а точка C — по направлению от сигнала, посланного из A в C . Следовательно, в системе K сигнал придет в точку B раньше, чем в точку C , т. е. произойдет сокращение времени согласно принципу относительности Эйнштейна.

Но, по условию, мы не можем пренебречь внутренним состоянием системы K , последняя оптически неоднородна (анизотропна). А из этого следует, что в системе K сигнал из A в B идет в среде с увеличивающейся оптической плотностью и замедляется, а сигнал из A в C идет в среде с уменьшающейся оптической плотностью и увеличивает скорость. Тогда, несмотря на то, что точка B движется навстречу сигналу, а точка C — удаляется, сигнал из A в B придет позже, чем из A в C . Значит, время прихода сигнала из A в B увеличится, а из A в C — сократится (относительно системы K) — результат прямо противоположный сокращению времени согласно принципу относительности Эйнштейна.

Если допустить, что оптическая плотность среды в системе K такова, что она полностью компенсирует сокращение времени (при движении сигнала из A в B), проистекающее в результате движения точки B навстречу посланному сигналу, то сигнал относительно обеих систем K и K' придет из A в B и C за один и тот же промежуток времени, т. е. движение систем друг относительно друга фактически никакого влияния не окажет на скорость сигналов (течение времени). Следовательно, относительно двух таких систем время будет абсолютным, общим, не зависящим от их движения друг относительно друга.

6. В заданной точке пятимерного континуума выберем направления, параллельные произвольным осям x, y, z, t, m , обозначенным для удобства символами x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 . Согласно условию, бесконечно малая материальная частица создает бесконечно убывающее гравитационное поле и сама испытывает влияние поля гравитации. Следовательно, элементарная материальная частица может описываться (в первом приближении) в сплошном гравитационном поле тензорами инерции и напряжения.

а) Тензор инерции определяется матрицей своих компонентов:

* Здесь принимается, что движение или покой системы K' не оказывают никакого влияния на скорость сигналов из A в B и C .

$$\Pi_i = \begin{vmatrix} g_{11} & -g_{12} & -g_{13} & -g_{14} & -g_{15} \\ -g_{21} & g_{22} & -g_{23} & -g_{24} & -g_{25} \\ -g_{31} & -g_{32} & g_{33} & -g_{34} & -g_{35} \\ -g_{41} & -g_{42} & -g_{43} & g_{44} & -g_{45} \\ -g_{51} & -g_{52} & -g_{53} & -g_{54} & g_{55} \end{vmatrix}, \quad (4.1)$$

где $g_{11}, g_{22}, g_{33}, g_{44}, g_{55}$ — моменты инерции относительно координатных осей, а $g_{12} = g_{21}, g_{13} = g_{31}, g_{14} = g_{41}, g_{15} = g_{51}, g_{23} = g_{32}, g_{24} = g_{42}, g_{25} = g_{52}, g_{34} = g_{43}, g_{35} = g_{53}, g_{45} = g_{54}$ — произведения инерций.

Если за начало координатных осей принять точку O континуума и считать, что оси совпадают с главными осями инерции, то матрица компонентов тензора инерции перепишется:

$$\Pi_i = \begin{vmatrix} g_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & g_{22} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & g_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & g_{55} \end{vmatrix}. \quad (4.2)$$

Тензор инерции дает возможность определить кинетический момент (L_0) вращающейся вокруг начала координат (O) материальной частицы через произведение вектора угловой скорости (ω) на тензор инерции. Проекции кинетического момента на координатные оси примут вид:

$$\begin{aligned} L_1 &= g_{11} \omega_1 - g_{12} \omega_2 - g_{13} \omega_3 - g_{14} \omega_4 - g_{15} \omega_5 \\ L_2 &= -g_{21} \omega_1 + g_{22} \omega_2 - g_{23} \omega_3 - g_{24} \omega_4 - g_{25} \omega_5 \\ L_3 &= -g_{31} \omega_1 - g_{32} \omega_2 + g_{33} \omega_3 - g_{34} \omega_4 - g_{35} \omega_5 \\ L_4 &= -g_{41} \omega_1 - g_{42} \omega_2 - g_{43} \omega_3 + g_{44} \omega_4 - g_{45} \omega_5 \\ L_5 &= -g_{51} \omega_1 - g_{52} \omega_2 - g_{53} \omega_3 - g_{54} \omega_4 + g_{55} \omega_5. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Отсюда кинетическая энергия (T) материальной частицы выразится:

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{2} [g_{11} \omega_1^2 + g_{22} \omega_2^2 + g_{33} \omega_3^2 + g_{44} \omega_4^2 + g_{55} \omega_5^2 - \\ &- 2g_{12} \omega_1 \omega_2 - 2g_{23} \omega_2 \omega_3 - 2g_{31} \omega_3 \omega_1 - 2g_{14} \omega_1 \omega_4 - \\ &- 2g_{15} \omega_1 \omega_5 - 2g_{24} \omega_2 \omega_4 - 2g_{25} \omega_2 \omega_5 - 2g_{34} \omega_3 \omega_4 - \\ &- 2g_{35} \omega_3 \omega_5 - 2g_{45} \omega_4 \omega_5]. \end{aligned} \quad (4.4)$$

б) Напряженное состояние материальной частицы в гравитационном поле характеризуется тензором напряжений:

$$\Pi_n = g_{ik}, \quad (4.5)$$

где g_{ii} — нормальные напряжения ($g_{11}, g_{22}, g_{33}, g_{44}, g_{55}$); $g_{ik} = g_{ki}$ при $i \neq k$ — касательные напряжения ($g_{12} = g_{21}, g_{13} = g_{31}, g_{32} = g_{23}, g_{14} = g_{41}, g_{24} = g_{42}, g_{15} = g_{51}, g_{25} = g_{52}, g_{34} = g_{43}, g_{35} = g_{53}, g_{45} = g_{54}$).

в) Фундаментальный метрический тензор выражает расстояние между материальными точками, т. е. метрику континуума.

Для принятого нами псевдоэвклидового пятимерного континуума симметричный ковариантный фундаментальный тензор следующий:

$$\begin{aligned} dr^2 &= \sum_{i, k=1}^5 g_{ik} dx_i dx_k = \\ &= g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + g_{13} dx_1 dx_3 + g_{14} dx_1 dx_4 + g_{15} dx_1 dx_5 \\ &+ g_{21} dx_2 dx_1 + g_{22} dx_2^2 + g_{23} dx_2 dx_3 + g_{24} dx_2 dx_4 + g_{25} dx_2 dx_5 \\ &+ g_{31} dx_3 dx_1 + g_{32} dx_3 dx_2 + g_{33} dx_3^2 + g_{34} dx_3 dx_4 + g_{35} dx_3 dx_5 \\ &+ g_{41} dx_4 dx_1 + g_{42} dx_4 dx_2 + g_{43} dx_4 dx_3 + g_{44} dx_4^2 + g_{45} dx_4 dx_5 \\ &+ g_{51} dx_5 dx_1 + g_{52} dx_5 dx_2 + g_{53} dx_5 dx_3 + g_{54} dx_5 dx_4 + g_{55} dx_5^2 \end{aligned} \quad (5,1)$$

Если пятимерное пространство эвклидово, т. е. $g_{ik}=1$, когда $i=k$ и $g_{ik}=0$, когда $i \neq k$, то эта формула примет более простой вид:

$$dr^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 + dx_4^2 + dx_5^2.$$

Таким образом, пять принятых координат x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 являются мировыми точками, а непрерывный ряд меняющихся значений этих координат—мировой линией, угол наклона которой к оси времени соответствует скорости материальной частицы, а параллельное расположение изображает покой.

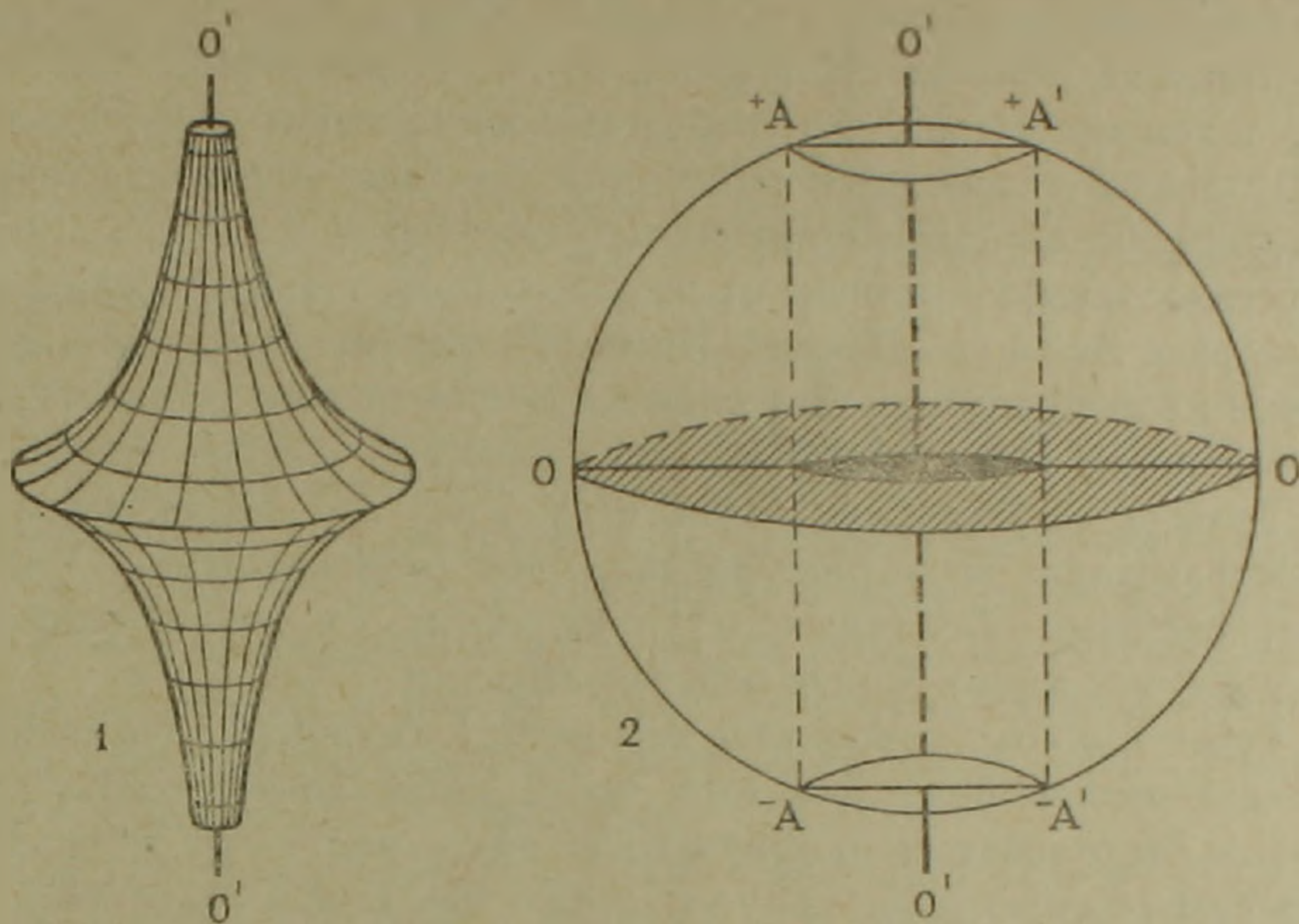
7. Моделью четырехмерного пространства является цилиндрический мир Эйнштейна, искривленный в пространстве и неискривленный во времени. В пространстве, обладающем такой кривизной, реализуется геометрия Римана, в отличие от гиперболического мира, где справедлива геометрия Лобачевского.

В качестве геометрической модели пятимерного континуума могут быть предложены шаровой слой—часть шара, отсекаемая параллельными плоскостями (фиг. 2—2)—поверхность постоянной положительной кривизны, и псевдосфера — поверхность постоянной отрицательной кривизны (фиг. 2—1).

Шаровой слой включает пространственные фигуры Эвклида, Римана, Эйнштейна: параллельные плоскости шарового слоя (Эвклид) можно принять за основания вписанного цилиндра, на поверхности которого сумма углов треугольника больше двух прямых углов (Риман); по оси цилиндра ($O'O'$) пространственные координаты не искривляются (ось времени).

Диаметральная плоскость, перпендикулярная оси цилиндра, отсекает в шаровом слое две асимметричные фигуры (асимметрия мира и антимира), совершенно симметричные друг другу (симметрия мира как целого). Траектории движения точки — $O'+AO$ и $O'+A'O$ (соответственно $O'-AO$ и $O'-A'O$) — характеризуют изменение массы системы (пятая координата): прямая $+A+A'$ (и $-A-A'$) описывает состояние массы в

классической механике; далее на поверхности цилиндра координата массы искривляется, что соответствует изменению массы при высоких (релятивистских) скоростях; наконец, превращению массы частицы в массу поля при скоростях, превышающих релятивистские, соответ-



Фиг. 2.

ствует переход в точках $-A$ и $+A'$ (а также $-A$ и $-A'$) цилиндрической поверхности в поверхность окружности — в дуги $+AO$ и $-A'O$ (соответственно $-AO$ и $-A'O$).

Таким образом, движению по траекториям $O'+AO$ и $O'-A'O$ (а также $O'-AO$ и $O'-A'O$) соответствует возрастание скорости частицы при переходе от классических скоростей к скоростям релятивистским и выше.

Поля, создаваемые высоко- или низкочастотными частицами при убывании их массы, являются нестационарными, высоко- или низкочастотными. Если в каждой из фигур — $O+A+A'O$ и $O-A-A'O$ — движение по траекториям $O'+AO$ и $O'-AO$ имеет одну и ту же направленность (от „вершины“ фигуры к основанию), то для всего шарового слоя, как целого, движение по $O'-AO$ противоположно движению по $O'+AO$ и наоборот. Если допустить, что увеличение скорости по траектории $O'+AO$ (и $O'+A'O$) происходит при $c=1/\lambda$, т. е. — с уменьшением длины волны (корпускулярная теория), то увеличение скорости по траектории $O'-AO$ (и $O'-A'O$) должно происходить при $c=\lambda$, т. е. — с увеличением длины волны (волновая теория)*.

Следовательно у „основания“ фигуры $O+A+A'O$ поле будет высокочастотным, у основания“ фигуры $O-A-A'O$ — низкочастотным. В

* Здесь принимается, что $c = f(\bar{G}) = \text{const}$; в точках $-A$ и $-A'$ (соответственно по $+A'$ и $-A$) скорость всегда возрастает с уменьшением напряженности гравитационного поля (по направлению к диаметральной плоскости).

диаметральной плоскости, где соприкасаются обе фигуры (мир и антимир), аннигилируют частицы и античастицы (по цилиндру), поле и антиполе.

Псевдосферическая модель (фиг. 2—1) имеет то преимущество перед моделью шарового слоя, что включает пространственные фигуры не только Эвклида, Римана, Эйнштейна, но и Лобачевского. Она более сложна в том отношении, что требует дополнительного допущения: координата массы описывается геометрией Эвклида—Римана—Лобачевского (основания вписанного цилиндра—поверхность цилиндра—поверхность псевдосферы), в отличие от шарового слоя, где масса описывается геометрией Эвклида—Римана. Пространственные координаты на поверхности цилиндра Эйнштейна также подчиняются геометрии Римана, поэтому в целом псевдосфера включает пространственные фигуры Эвклида, Римана, Лобачевского, Эйнштейна; здесь при классических скоростях справедлива геометрия Эвклида, при релятивистских—Римана, при сверхсветовых—Лобачевского. По-видимому, модель псевдосферы ближе отражает многообразие действительности.

8. Рассмотрим излучение тела переменной плотности в создаваемом им гравитационном поле. Для того, чтобы материальная частица (фотон) могла бы оторваться от излучающей поверхности, она должна преодолеть создаваемую телом силу тяготения. Чем больше плотность массы (упаковка атомов), тем выше напряженность гравитационного поля, тем большей энергией должна обладать излучаемая частица. Напряженность гравитационного поля находится в функциональной зависимости от плотности упаковки атомов в единице объема (P) (влиянием центробежной силы—угловой скорости вращения—можно пренебречь):

$$G = f(P). \quad (6,1)$$

Сверхплотные тела, обладающие плотностью значительно выше ядерной, излучать не будут, так как гигантски возросшие силы тяготения не позволят излучаемой частице оторваться от поверхности тела*. Если энергию, получаемую частицей при термоядерных превращениях, считать величиной постоянной, то излучение тела (E_0) всецело будет зависеть от напряженности гравитационного поля (G): при $G \gg E_0$ тело не излучит, при $G \ll E_0$ наступит катастрофический взрыв.

Если плотность упаковки атомов нашей планеты увеличить примерно в миллиард раз, то фотон света не оторвется от поверхности Земли. Условием покоя излучаемой частицы на поверхности излучающего тела является равенство кинетической энергии частицы потенциальной энергии поля гравитации:

* Автор опоздал с публикацией этого вывода, полученного им в начале 1958 г. Он непосредственно следует из постулата о непостоянстве скорости света. Как известно, в 1962—1964 гг. Я. Б. Зельдович и И. Д. Новиков выдвинули положение, названное гравитационным самозамыканием: при релятивистском сжатии звезды (коллапсе) «большая часть гравитационной энергии не излучается в виде света и частиц, а превращается в кинетическую энергию сжимающегося тела». В результате гравитационного самозамыкания «никакое излучение уже не уходит от звезды» (см. Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков. Релятивистская астрофизика. УФН, т. LXXXIV, вып. 3, 1964).

$$\frac{mc^2}{2} = mgR, \quad (6.2)$$

где m — масса, c — скорость частицы, равная скорости света; g — ускорение силы тяжести (напряженность гравитационного поля); R — радиус тела, равный радиусу Земли.

Из (6.2) имеем:

$$g = \frac{c^2}{2R}. \quad (6.3)$$

Подставив в (6.3) соответствующие значения ($c = 3 \cdot 10^8$ м/сек; $R = 6 \cdot 10^6$ м), получим $g = 3/4 \cdot 10^{10}$ м/сек²; так как в условиях Земли $g = 9.8$ м/сек², то напряженность гравитационного поля рассмотренного нами тела $\sim 10^9$ раз больше, чем на Земле: такое тело излучать не будет.

Как известно, интенсивность выходящего излучения плазменной системы зависит от степени «запирания» излучения в плазме. «Запирание» излучения — функция от плотности, температуры и размеров плазменной системы.

9. Закон свободного падения тел, сформулированный Галилеем в XVII в., гласит, что все тела, независимо от их массы и формы, испытывают в поле тяготения Земли ускорения, равные по величине и направленные по радиусу к центру Земли. Условиями справедливости этого закона являются определенная удаленность тел от центра Земли и наличие безвоздушного пространства.

Как совершенно очевидно, закон свободного падения тел Галилея исходит из представлений о неизменности массы свободно падающего тела; последнее не получает дополнительного импульса в процессе ускорения. Кроме того, расстояния, которые проходит тело в поле гравитации Земли и ускорения свободного падения сравнительно невелики; сила тяжести полностью определяется напряженностью гравитационного поля Земли.

Между тем, если плотность упаковки атомов космического объекта достаточно велика, то падающее тело будет испытывать значительно большие ускорения; в пределе, если плотность упаковки увеличится бесконечно, то и ускорения тел в поле гравитации бесконечно возрастут. А это означает, что при прохождении достаточно больших расстояний в усиливающемся поле тяготения, внутреннее состояние падающего тела не останется постоянным, оно изменится, тело получит дополнительный импульс в сторону ускорения (или замедления) свободно падающего тела. Следовательно, тело, получившее дополнительный импульс за счет высвобождения внутренней энергии, не будет падать с постоянным ускорением, оно будет убыстряться или замедляться в поле гравитации. Закон свободного падения справедлив, таким образом, в определенных пределах; он нарушается при изменении состояния системы, в полях, создаваемых гигантски плотными массами.

Нейтронная звезда вызывает аккрецию (падение на звезду) внешнего вещества со скоростью около половины световой. Вещество разгоняется до такой скорости в гравитационном поле, потенциал которого (у поверхности звезды) составляет $\approx 0.2 c^2$.

10. Приравним два известных соотношения

$$\lambda = \frac{1}{n} \quad \text{и} \quad \lambda = \frac{hc}{\nu}$$

где n — коэффициент преломления, λ — длина волны, h — постоянная Планка, c — скорость света, ν — частота колебания. Отсюда имеем

$$n = \frac{\nu}{hc}, \quad (7,1)$$

т. е. коэффициент преломления среды тем меньше, чем больше скорость света.

Из (7,1) следует, что при $c \rightarrow \infty$ среда обладает бесконечно малым коэффициентом преломления; искривленный свет стабилизирует свое направление*.

Институт геологических наук

АН Армянской ССР**

Поступила 2.III.1965

Ս. Մ. ԱՅՎԱԶՅԱՆ

ԵՐԿՐԱՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ՀԻՄՔԵՐԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հաշվարկային համակարգի ներքին վիճակից կախված բնության օրենքները երկու ինքնուրույն համակարգերում կարող են լինել տարբեր, այսինքն՝ կարող է խախտվել հարաբերականության սկզբունքը: ժամանակի հոսքը տարբեր է հաշվարկային տարբեր համակարգերում, բայց կարող է լինել և լիովին միատեսակ, կախված համակարգի ներքին վիճակից: ժամանակի քաջարձակ ընթացքի համար անհրաժեշտ է, որ շարժվող համակարգերի կառուցվածքը լինի տարբեր:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ландау Л. Д. и Лифшиц Е. М. Теория поля, Москва, 1962.

* В добавление к пункту 4 настоящего сообщения следует отметить, что в теории относительности объективно не заложен вывод о невозможности сверхсветовых скоростей. По мнению Эйнштейна, скорость света в его теории «физически играет роль бесконечно большой скорости» («К электродинамике движущихся тел», 1905 г.). Однако, (и это наглядно выступает при рассмотрении пятимерного континуума) мысль Эйнштейна следует понимать как признание того факта, что скорость света — максимально возможная в данной системе скорость распространения взаимодействий. В теории относительности скорость света выступает: 1) как универсальная константа (в вакууме); 2) как максимально возможная скорость распространения взаимодействий. Оба положения не противоречат идее о сверхсветовой скорости, если рассматривать их относительно данной системы, характеризуемой определенным гравитационным полем, а не всеми возможными гравитационными полями вообще. Инерциальность системы еще не определяет полностью ход физических процессов внутри системы; скорость сигнала в системе зависит от внутреннего состояния системы и пройденного сигналом расстояния. Эффект Зоммерфельда (1904—1905 гг.; сверхсветовой электрон в пустоте излучает, тормозясь собственным полем) и аналогичный ему эффект Вавилова-Черенкова (1934 г.; сверхсветовой электрон в среде излучает — «поющий электрон», обгоняя свое поле) показывают, что как только нарушается равновесие между скоростью частицы и полем тяготения, как только скорость частицы стремится стать больше максимально возможной для данной среды скорости взаимодействий, сейчас же «избыточная» скорость погашается излучением. Отсюда вывод: любая частица в любой среде излучит, как только ее скорость превзойдет фазовую скорость максимального взаимодействия в этой среде. Скорость света не является единственной максимально возможной во всей Вселенной скоростью взаимодействий.

** Частично работа выполнена в Эльбрусской экспедиции Института прикладной геофизики АН СССР в 1957—58 гг.