

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

96-375

Д2-96-375

В.Н.Стрельцов

ЭНЕРГИЯ ФОТОНА
В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1996

В общей теории относительности скорость света зависит от гравитационного потенциала (Φ). Этот факт, как показано, ведет к противоречиям при определении энергии фотона и длины его волны в гравитационном поле. Соответствующая зависимость частоты от Φ , как оказывается, прямо противоречит опыту.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1996

Strel'tsov V.N.
Photon Energy in the General Relativity Theory

D2-96-375

The light velocity in the general relativity theory depends on the gravitational potential (Φ). This fact, as it is shown, leads to contradictions when defining the energy of photon and the length of its wave in the gravitational field. The corresponding dependence of frequency on Φ , as it turns out, contradicts an experiment directly.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

ВВЕДЕНИЕ

Ранее (см., например, [1]) уже обращалось внимание на выявленные совсем недавно серьезные трудности общей теории относительности (ОТО). Так, в основе построения ОТО лежит закон инерции энергии (ЗИЭ), опирающийся на все еще бытующее («доковариантное») представление о росте массы со скоростью. Обусловленный им тензорный характер гравитационного потенциала позволил отождествить последний с метрическим тензором и сделать ОТО теорией неевклидова пространства-времени. Однако, как было показано [2], ЗИЭ противоречит лоренц-ковариантности, что ставит под сомнение положение о тензорном потенциале тяготения. Кроме того, вызывают сомнение и известные аргументы в пользу неевклидовой 4-геометрии.

Ниже будут представлены дополнительные соображения, окончательно подрывающие веру в справедливость ОТО.

1. ГЛАВНЫЕ СЛЕДСТВИЯ ОТО

Основные особенности ОТО можно проиллюстрировать, опираясь на известное приближенное выражение для шварцшильдовского интервала (см., например, [3]):

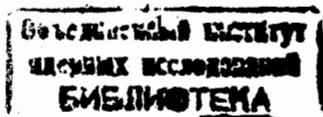
$$ds^2 = \left(1 + \frac{2\Phi}{c^2}\right) c^2 dt^2 - \left(1 - \frac{2\Phi}{c^2}\right) dx^2. \quad (1)$$

Оно описывает характерное центрально-симметричное гравитационное поле, где Φ — потенциал Ньютона.

Так, на основании вида первого слагаемого в правой части (1) делается вывод, что «...часы идут тем медленнее, чем больше масса вещества, находящегося вблизи них». Отсюда, в частности, для обратной величины (частоты некоторого колебательного процесса) получают формулу

$$v_g = v(1 + \Phi/c^2) \quad (2)$$

и заключают (см., напр., [4]), «...что спектральные линии, испускаемые на Солнце, сдвинуты в красную часть спектра по отношению к соответствующим спектральным линиям света, излучаемого на Земле, на величину



$$\Delta\lambda/\lambda = 2 \cdot 10^{-6}. \quad (3)$$

Другое важное следствие теории касается траектории светового луча. Согласно ОТО закон распространения света описывается уравнением

$$ds^2 = 0. \quad (4)$$

Следовательно, для скорости света в гравитационном поле с потенциалом Φ будем иметь

$$c_g = (1 + 2\Phi/c^2)c, \quad (5)$$

т.е. «скорость света ... изменяется с изменением гравитационного потенциала» [4]. «Отсюда можно сделать заключение, что при прохождении вблизи большой массы луч света отклоняется от первоначального направления» [3].

Отметим, что третье следствие ОТО, связанное с движением перигелия Меркурия, также опирается на решение Шварцшильда.

2. ТРИ ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГИИ

Рассмотрим формулу для энергии любого физического объекта

$$E = m\gamma c^2. \quad (6)$$

В случае света (фотона) $m = 0$, но лоренц-фактор $\gamma = \infty$, поэтому их произведение, которое мы условно обозначим m_Φ , является конечной величиной.

Таким образом, для фотона формулу (6) можно записать в виде

$$\mathcal{E} = m_\Phi c^2. \quad (6')$$

Поскольку согласно (5) скорость света изменяется с изменением Φ , для полной энергии фотона в гравитационном поле будем иметь

$$\mathcal{E}_1 = (1 + 4\Phi/c^2)\mathcal{E}. \quad (7)$$

С другой стороны, для частоты света ν_g , испущенного источником в гравитационном поле, имеем

$$\nu_g = \nu(1 + \Phi/c^2). \quad (8)$$

Отсюда на основании известного квантового соотношения $\mathcal{E} = h\nu$ для энергии фотона найдем

$$\mathcal{E}_2 = (1 + \Phi/c^2)\mathcal{E}. \quad (9)$$

Очевидно, что последнее выражение существенно отличается от предыдущего выражения (7).

Теперь мы хотим обратить внимание на следующее. В рассматриваемом случае достаточно слабых гравитационных полей метрический тензор

$$g_{ik} = \gamma_{ik} + 2h_{ik}, \quad (10)$$

где γ_{ik} — тензор Минковского, h_{ik} — «собственно» тензор гравитационного потенциала, причем $h_{00} = -h_{\alpha\alpha} = \Phi/c^2$. В соответствии с духом ОТО, которая отождествила инертную массу с энергией, для потенциальной энергии фотона в поле тяготения должно иметь место равенство

$$\mathcal{E}_g = p_g^0 c = p_0 h^{00} c = \mathcal{E} \Phi/c^2. \quad (11)$$

В результате для полной энергии фотона найдем

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E} + \mathcal{E}_g = (1 + \Phi/c^2)\mathcal{E}, \quad (12)$$

что находится в полном соответствии с (7).

Таким образом, как мы видим, в ОТО фотон в гравитационном поле (как и материальное тело) обладает потенциальной энергией.

3. ТРИ ПРОТИВОРЕЧИЯ

1. Простое сравнение выражения (7) с выражениями (9) и (12) показывает наличие серьезного внутреннего противоречия в ОТО, связанного с разными способами определения энергии фотона. Возможная попытка устранения этой трудности будет скорее всего заключаться в отказе от выражения (7), с чем, однако, трудно согласиться.

2. В связи с формулой (3) напомним, что она — следствие выражения

$$\lambda_g = \lambda(1 - \Phi/c^2), \quad (13)$$

являющегося аналогом соответствующей (2) формулы для периода волны $T = \nu^{-1}$.

С другой стороны, исходя из равенства

$$c_g = \lambda_g \nu_g \quad (14)$$

и привлекая формулы (5) и (2), легко найдем, что

$$\lambda'_g = \lambda(1 + \Phi/c^2). \quad (15)$$

Поскольку Φ — отрицательная величина, то формула (15) говорит о смещении спектральных линий в фиолетовую часть спектра. Но этот результат явно противоречит опыту, а также формулам (13) и (3).

3. Рассмотрим фотон, который, будучи испущенным над поверхностью Земли, скажем, на высоте h , движется вниз. По мере приближения к Земле его скорость в соответствии с (5) должна уменьшаться, что должно сопровождаться уменьшением энергии. Но согласно (14) и соотношению $\mathcal{E} = h\nu$ должна уменьшаться и ν_g . Так, если при испускании фотона частота составляла

$\nu_h = \nu(1 + gZ/c^2)$, то при полете к Земле она уже составит

$\nu_z = \nu(1 + gz/c^2)$, где g — ускорение силы тяжести, $Z - z = h$. Этот вывод

прямо противоречит результатам экспериментов по измерению красного смещения с помощью эффекта Мессбауэра, из которых следует, что частота не изменяется при движении фотона от источника к поглотителю.

Последний пример наиболее убедительно показывает, что устранение указанных противоречий в первую очередь должно быть связано с отказом от формулы (5). Эта формула, однако, является прямым следствием выражения (1). Таким образом, отказ от формулы (5) означает и отказ от пространственно-временной метрики (1), выражающей саму суть ОТО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зависимость скорости света от гравитационного потенциала в ОТО приводит к противоречиям при определении энергии фотона и длины его волны в поле тяготения. Больше того, соответствующая зависимость частоты от Φ прямо противоречит опыту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Д2-96-284, Дубна, 1996.
2. Idem — Сообщение ОИЯИ Д2-95-294, Дубна, 1995.
3. Эйнштейн А. — Собр. научн. трудов, М.: Наука, 1966, т.2, с.70.
4. Ibid., 1965, т.1, с.383.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 октября 1996 года.