

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

99-133

P2-99-133

В.Н.Стрельцов

О ЧЕМ СВИДЕТЕЛЬСТВУЮТ ОПЫТЫ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ГРАВИТАЦИОННОГО
ЗАМЕДЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ

1999

Недавно было фактически обращено внимание [1] на несовместимость трактовок известных экспериментов по измерению гравитационного смещения частоты фотонов [2,3] и исследованию зависимости хода времени от гравитационного потенциала [4,5].

Напомним, что общепринятая трактовка результатов первой группы экспериментов в общей теории относительности (ОТО) такова: при испускании фотона в гравитационном поле (ГП) его частота остается неизменной:

$$\nu_G = \nu, \quad (1)$$

где ν — частота фотона в отсутствие ГП, но при удалении от создающего поле тела фотон теряет энергию на преодоление гравитационного притяжения, что ведет к уменьшению частоты:

$$\Delta \nu_G^p = \nu \Phi / c^2, \quad (2)$$

где Φ — гравитационный потенциал ($\Phi = -|\Phi|$). Подчеркнем, что такая трактовка основывается на приписывании фотону инертной массы, и, как следствие, гравитационной потенциальной энергии (см., например, [6,7]).

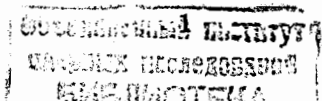
В экспериментах второй группы сравнивались показания двух атомных часов после того, как одни из них побывали в месте с другим значением гравитационного потенциала¹. Расхождение их показаний подтвердило зависимость хода времени от Φ . Как известно, высокую точность атомных часов обеспечивает квантовый стандарт частоты (репер), основанный на использовании квантовых переходов атомов (молекул) из одного энергетического состояния в другое. Поэтому гравитационное изменение хода атомных часов обусловлено в конечном счете изменением частоты соответствующего перехода по формуле

$$\nu_g = \nu(1 + \Phi / c^2), \quad (3)$$

в полном соответствии с известным замечанием Эйнштейна: «Атом поглощает или испускает свет, частота которого зависит от потенциала гравитационного поля, в котором находится атом» [8].

Чтобы устранить отмеченное противоречие в трактовках, необходимо допустить, что в экспериментах первой группы частота фотона изменяется при его ис-

¹При этом время перемещения часов было значительно меньше «времени экспозиции».



пускании в ГП согласно (3), но остается неизменной при последующем распространении фотона в ГП [9,10]:

$$\Delta v_g^p = 0 \quad (4)$$

Иначе говоря, следует отказаться от бытующего представления, что фотон обладает гравитационной потенциальной энергией.

Ранее уже подчеркивалось, что гравитационное красное смещение частоты излучаемого света — следствие релятивистского закона сохранения энергии в теории Ньютона (см., например, [10,11]), или, проще, специальной теории относительности (СТО).

В то же время в ОТО для процесса излучения возбужденным ядром массы M^* фотона $h\nu_G$ с учетом его потенциальной энергии $h\nu_G \Phi / c^2$ имеем следующий баланс энергий:

$$M^* c^2 + M^* \Phi = Mc^2 + M\Phi + h\nu_G + h\nu_G \Phi / c^2. \quad (5)$$

В результате после сокращения на величину $(1 + \Phi / c^2)$ получим выражение

$$M^* c^2 = Mc^2 + h\nu_G, \quad (6)$$

отвечающее балансу энергий при испускании фотона в отсутствие ГП. Отсюда формула (1), выражающая неизменность частоты света при его излучении в ГП², следует с очевидностью.

Таким образом, опирающийся на закон сохранения энергии вывод ОТО о неизменности частоты света при его излучении в ГП противоречит как СТО, так и опытам по исследованию зависимости хода времени от гравитационного потенциала.

Что касается возникающего здесь вопроса относительно опытов по отклонению луча света при его прохождении вблизи Солнца, то необходимо заметить следующее. Существует мнение (см., например, [13]), что погрешность измерения в них достигает 50% исследуемого эффекта. В то же время указанные выше эксперименты (особенно по измерению смещения частоты) являются сейчас наиболее точными экспериментами по влиянию гравитации на свет. Кроме того, нельзя полностью исключить влияние эффекта рефракции в веществе солнечной короны. Поэтому, с моей точки зрения, луч света может отклоняться Солнцем только за счет рефракции.

Не менее противоречивое положение мы имеем в случае энергии материального тела. Если ковариантная компонента представляет привычную формулу [12]

²Что полностью соответствует общепринятым представлениям (см., например, [12]).

$$E_0 = mc^2 g_{00} (dx^0 / d\tau) = mc^2 \sqrt{g_{00}} \cong mc^2 (1 + \Phi / c^2), \quad (7)$$

то ковариантная отвечает гравитационному отталкиванию

$$E^0 = g^{00} E_0 \cong mc^2 (1 - \Phi / c^2). \quad (8)$$

Автор выражает благодарность В.А.Никитину за поддержку, а Б.М.Барбашову за ценные критические замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Огороков В.В. — Препринт ИТЭФ 27-98, М., 1998.
2. Pound R.V., Rebka G.A. — Phys. Rev. Lett., 1960, v.4, p.337.
Pound R.V., Snider J.L. — Phys. Rev. B, 1965, v.140, p.788.
3. Vessot R.F.C., Levine M.N. — Gen. Rel. Gravit., 1979, v.10, p.181.
4. Alley C.O. et al. — Experimental Gravitation. Proc. Conf. at Pavia, (Sept. 1976), ed. B.Bertotti, Academic Press, 1977.
5. Hafele J.C., Keating R.E. — Science, 1972, v.177, p.166.
6. Киттель Ч., Найт В., Рудерман М. — Механика. Берклеевский курс физики. М.: Наука, 1983, т.1, с.417.
7. Вейнберг С. — Гравитация и космология. М.: Мир, 1975, с.100.
8. Эйнштейн А. — Собр. науч. трудов. М.: Наука, 1965, т.1, с.598.
9. Strel'tsov V.N. — Galilean Electrodynamics, 1998, 9, p.38.
10. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Р2-98-300, Дубна, 1998.
11. Strel'tsov V.N. — Aперion, 1999, 6, p.133.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. — Теория поля. М.: Наука, 1960, с.304.
13. Турранк Ф., Тейсандье П. — Экспериментальная гравитация. В сб.: Физика за рубежом. Серия А, М.: Мир, 1986, с.191.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 апреля 1999 года.