

Total (Tolman) mass m of a tennis ball and its proper (inertial) mass M .

R I Khrapko¹

Physics Department, Moscow Aviation Institute, Moscow 125993, Russia

Abstract: The article presents fundamental results which significantly change the theory of gravity: (1) Gravitational energy is localized. The problem, from which Einstein, Eddington, and other classics have distanced themselves, has been solved. This is contrary to Landau, Lifshitz's assertion that "It has no meaning to speak of a definite localization of the energy of the gravitational field in space". This is contrary to Misner, Thorne, Wheeler's assertion that "One cannot define a localized energy-momentum for the gravitational field". (2) For the first time it is stated that the law of conservation of inertial mass-energy is violated during gravitational interaction and the mass defect is positive. The inertial mass-energy of bodies exceeds their gravitational mass by the massless energy of curved space-time. This is contrary to Misner, Thorne Wheeler's assertion that "The mass-energy of a neutron star is less than the mass-energy of the same number of baryons at infinite separation".

Key words: curvature of space; mass-energy conservation; gravitational energy

Let us consider a tennis ball of inertial mass $M = 59.4$ grams. These 59.4 grams represent precisely the inert mass. You can verify this by hitting the ball with a racket. The impulse of force can be accurately measured by the tension of the racquet strings during the stroke. The momentum of the ball after impact is precisely determined by its speed. Note that these 59.4 grams can be obtained by integrating the inertial density of the ball material over its proper volume,

$$M = \int \rho dV_0 . \quad (1)$$

Now we ask whether this inertial mass M is the gravitational mass of our ball m , which creates a Schwarzschild space with the linear element

$$dl^2 = g_{rr} dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2), \quad g_{rr} = \frac{1}{1 - 2\gamma m / r} \quad \gamma = 7.4 \cdot 10^{-28} \text{ m/kg}, \quad (2)$$

if the ball is isolated? We ask $m = M$?

To answer this question, we will replace the tennis ball with a grenade of the inertial mass $M = 59.4$ grams. The explosives of this grenade are enough to give these 59.4 grams a second escape velocity. At the moment of explosion, the inert mass of the grenade remains unchanged, but the substance acquires speed. To do this, part of the inertial mass of the grenade substance is converted into the kinetic inertial mass of the grenade substance. Further, in the process of moving away of the substance of our ball-grenade, the speed of the substance decreases. And the inertial mass of this substance decreases also. But the gravitational mass of the substance of our ball-grenade, which we want to calculate and which we denote m , remains unchanged during expansion, since, by virtue of Birkhoff's theorem, the curvature of space at

¹ Email: khrapko_ri@hotmail.com, khrapko_ri@mai.ru, <http://khrapkori.wmsite.ru>

infinity remains unchanged, despite the decrease in the inertial mass of the substance. In the process of increasing the radius from the initial value r_1 to infinity and decreasing the speed of the substance to zero, the inertial mass of the substance M decreases and tends to the value of the constant gravitational mass of this substance m . So the conclusion is inevitable: the constant gravitational mass is less than the inertial mass, $m < M$.

People have calculated what part of the inertial mass $M = 59.4$ grams should turn into kinetic inertial mass at the moment of explosion for subsequent expansion to infinity, if the initial radius is equal to r_1 . This amount is called the *gravitational binding energy*:

$$U = 3\gamma M^2 / 5r_1, \quad (3)$$

(the radius of the ball is defined in terms of the length of the equator: $r_1 = l / 2\pi$).

When matter expands to infinity, the space remaining inside the expanding matter becomes Euclidean. It is this space, straightening out, that absorbs the inertial mass of moving away matter. Being the curved space, the space had negative gravitational energy. By absorbing the inertial mass of moving matter, this space increases its energy to zero. Thus, the gravitational mass is less than the inertial mass by the amount of gravitational energy of curved space. Tolman calls gravitational mass “the *total energy*,” meaning that it is equal to the sum of the *proper energy* (inertial mass) and the negative gravitational energy [1 (97.10)],

$$m = \int \rho dV_0 + \int \frac{1}{2} \rho \psi dV, \quad \psi < 0. \quad (4)$$

In our notation, Tolman’s formula looks like this

$$m = M - U. \quad (5)$$

By the way, on the scale of planet Earth, this gravitational binding energy (3) is equal to $U = 3\gamma M^2 c^2 / 5r_1^2 = 2.3 \cdot 10^{32}$ J for $M = 6 \cdot 10^{24}$ kg, $r_1 = 6.4 \cdot 10^3$ m. This energy was released from the space in the form of heat during the formation of the Earth. If we use a round number $c_v = 1000$ J/kg·K as the heat capacity of the Earth’s substance, we can obtain the temperature

$$T = \frac{U}{Mc_v} = \frac{3\gamma M c^2}{5r_1 c_v} = 37 \cdot 10^3 \text{ K}. \quad (6)$$

Naturally, the release of heat lasted billions of years and was accompanied by radiative cooling, but apparently it can explain the current temperature of the Earth's core 6700 K.

References

1. Tolman R. C. *Relativity Thermodynamics and Cosmology* (Oxford Clarendon 1969)

Полная (толменовская) масса теннисного мяча m и его собственная (инерционная) масса M .

Аннотация: В статье представлены фундаментальные результаты, которые существенно меняют теорию гравитации: (1) Гравитационная энергия локализована. Проблема, от которой дистанцировались Эйнштейн, Эддингтон и другие классики, решена. Локализация энергии противоречит утверждению Ландау, Лифшица о том, что «не имеет смысла говорить об определенной локализации энергии гравитационного поля в пространстве». Локализация энергии противоречит утверждению Мизнера, Торна и Уиллера о том, что «нельзя определить локализованную энергию-импульс для

гравитационного поля». (2) Впервые утверждается, что закон сохранения инерционной массы-энергии при гравитационном взаимодействии нарушается и дефект массы положителен. Инерционная масса-энергия тел превышает их гравитационную массу на величину безмассовой энергии искривленного пространства-времени. Это противоречит утверждению Миснера, Торна Уиллера о том, что «масса-энергия нейтронной звезды меньше, чем масса-энергия того же числа барионов на бесконечном расстоянии».

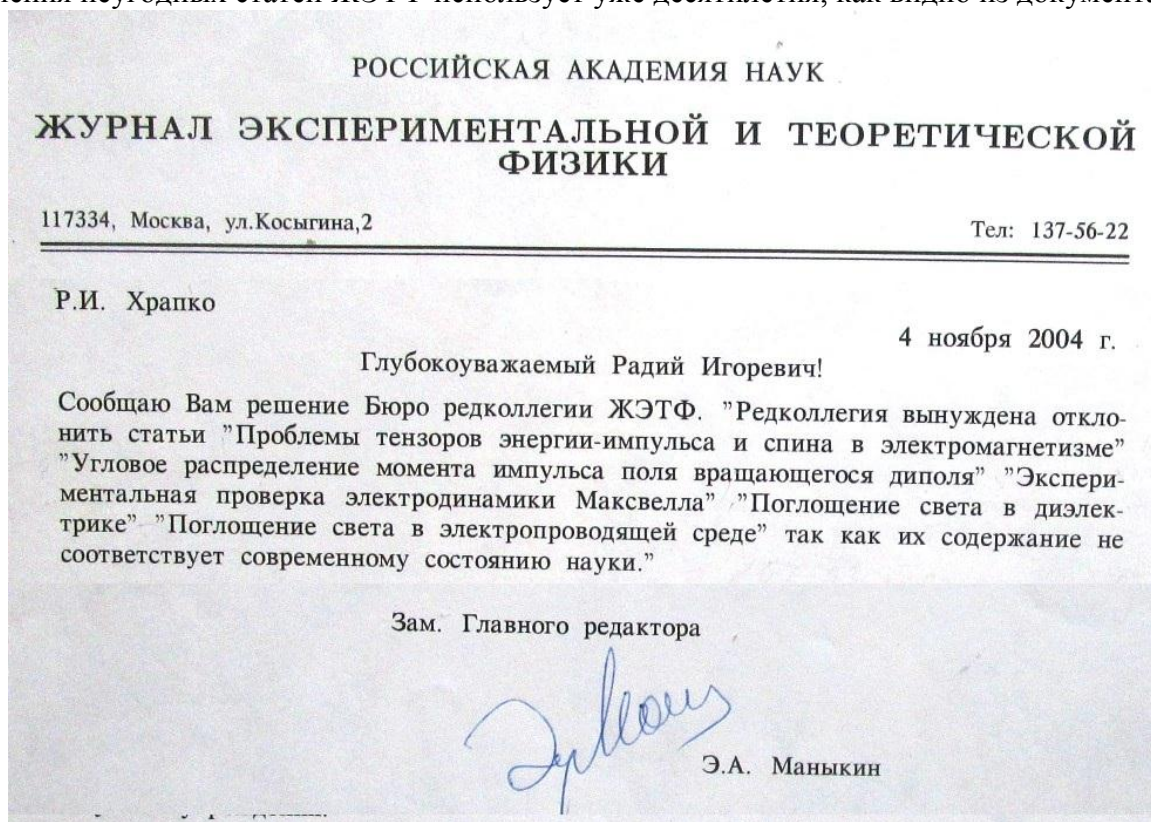
Статья отклонена журналом
«Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики»
Ниже приведена переписка с редакцией

Уважаемая Редакция,
Это апелляция.

Отклоненная статья представляет фундаментальные результаты, которые существенно изменяют теорию гравитации

Редакция отклонила статью из-за критики современного научного уровня, при неспособности редакции рецензировать статью.

Отклонение статьи препятствует повышению научного уровня. Этот прием отклонения неудобных статей ЖЭТФ использует уже десятилетия, как видно из документа



Все перечисленные статьи опубликованы: *J. Modern Optics*, **55**, 1487-1500 (2008); *Optik* **181** (2019) 1080-1084; *Измерительная техника*, № 4. с.3-6 (2003); *Optik* **210** (2) (2020) Article 164527; *AASCIT Journal of Physics* Vol. 4, No. 2, Page: 59-63 (2018).

Предыдущая статья «Плотность гравитационной энергии искривленного пространства» (PisJETF2360436) выложена по адресу <http://khrapkori.wmsite.ru/ftpgetfile.php?id=208&module=files>

**Ваша статья не соответствует требованиям.
Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики.
Уведомление**

К сожалению, Ваша статья «Полная (толменовская) масса теннисного мяча m и его собственная (инерционная) масса M » (Идентификатор статьи PisJETF2360457Khrapko) не рекомендована к публикации в журнале Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики.

Рукопись не соответствует современному научному уровню.

С уважением, Редакция Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики