УСТАНОВЛЕНИЕ АДДИТИВНОЙ ПОСТОЯННОЙ ЭНЕРГИИ ГРАВИТАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

И.П. Попов[1], *ГИП*
Д.Н. Парышев[1], *генеральный директор*
О.Ю. Моисеев[1], *технический директор*
В.В. Харин[1], *зам. ген. директора по научной и инновационной работе*
А.А. Мосин[1], *заместитель технического директора по производству*
Н.Д. Парышев[2], *директор*
Д.А. Харин[3], *магистрант*
[1]ЗАО «Курганстальмост»
[2]ООО «АИРВЕНТ»
[1,2](Россия, г. Курган)
[3]Уральский федеральный университет
[3](Россия, г. Екатеринбург)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-8-2-187-191

Аннотация. *Даны определения запасаемой гравитационной энергии. Вычислена величина ограниченной гравитационной энергии двух массивных взаимно не проникающих шаров. Установлено, что запасаемая гравитационная энергия всегда положительна. Представлена формула максимально возможной гравитационной энергии двух массивных шаров, которая может использоваться для оценки энергии слияния космических объектов, в частности, газо-, пылеобразных и плазменных и т.д., а также для баллистических расчетов космических полетов.*

Ключевые слова: *гравитация, масса, запасаемая энергия, работа, шар.*

Целью работы является установление энергии, равной максимально возможной работе, которую гипотетически может совершить гравитационное поле. Потенциальная энергия гравитационного поля для этого не подходит, поскольку для гравитирующих объектов, расположенных друг от друга на дистанции, равной бесконечности, она равна нулю, в то время как возможная работа поля по сближению объектов отлична от нуля.

Далее рассматриваются следующие величины:

1. E_e – максимально возможная гравитационная энергия;

2. E_c – ограниченная гравитационная энергия.

$E_e = 0$ при совпадении центров масс гравитирующих объектов (в частности, при их проникновении друг в друга подобно электрическим разъемам).

При $E_e = 0$ гравитационное поле работу совершить не может.

Энергия $\Pi = mgh$ соответствует величине E_c.

Энергия
$$\Pi = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r} \qquad (1)$$

не соответствует ни E_c, ни E_e.

Нахождение максимально возможной и ограниченной гравитационных энергий/

Теорема-(определение) 1. Формула для ограниченной гравитационной энергии двух сплошных твердых круглых тел имеет вид:

$$\mathrm{E}_c = \gamma m_1 m_2 \frac{r-(r_1+r_2)}{r(r_1+r_2)}. \qquad (2)$$

Здесь γ – гравитационная постоянная, m_1, m_2 – массы тел, r_1, r_2 – их размеры, r – расстояние между телами.

Доказательство. Гравитационное поле не в состоянии произвести работу большую, чем при перемещении тел до дистанции $r_1 + r_2$ между ними. Поэтому

$$A_c = \mathrm{E}_c = \Pi_1 - \Pi_2 = -\gamma\frac{m_1 m_2}{r} - \left(-\gamma\frac{m_1 m_2}{r_1+r_2}\right) = \gamma m_1 m_2\left(\frac{1}{r_1+r_2} - \frac{1}{r}\right) = \gamma m_1 m_2 \frac{r-(r_1+r_2)}{r(r_1+r_2)}$$

Теорема доказана.

Следствие. $r = r_1 + r_2 \Rightarrow \mathrm{E}_c = 0$.

Теорема 2. Максимально возможная гравитационная энергия и ограниченная гравитационная энергия неотрицательны. E_e, $\mathrm{E}_c \geq 0$.

Доказательство. $A = E_1 - E_2$. Здесь E – какая угодно энергия.

$E_1 \geq E_2 \Rightarrow E_1 - E_2 \geq E_2 - E_2 \Rightarrow A = \mathrm{E} \geq 0$.

Теорема доказана.

Далее, если не оговаривается иное, $r \geq r_1 + r_2$, $r_2 \geq r_1$.

Теорема-(определение) 3. Формула для максимально возможной гравитационной энергии двух круглых тел имеет вид:

$$\mathrm{E}_e = \frac{\gamma m_1 m_2}{r_2}\left(1{,}5 - 0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right) - \frac{\gamma m_1 m_2}{r} \qquad (3)$$

Доказательство. Для интегрального формирования круглых массивных тел из бесконечно малых элементов требуется работа

$$A_1 = \frac{3}{5}\frac{\gamma m_1^2}{r_1}, \qquad (4)$$

$$A_2 = \frac{3}{5}\frac{\gamma m_2^2}{r_2}. \qquad (5)$$

Для привнесения тел с бесконечно большой дистанции до дистанции r требуется работа $A_r = \frac{\gamma m_1 m_2}{r}$.

При взаимном проникновении два концентрических тела образуют ядро размером r_1 с суммарной плотностью обоих тел и периферию с внешним размером r_2, внутренним размером r_1 и с плотностью второго тела.

Для интегрального синтеза ядра из бесконечно малых элементов требуется работа

$$A_{01} = \frac{3}{5}\frac{\gamma}{r_1}\left(m_1 + m_2\frac{r_1^3}{r_2^3}\right)^2.$$

Перед определением синтеза периферии следует иметь в виду, что

$$dm = \frac{3m_2}{4\pi r_2^3} 4\pi r^2 dr = \frac{3m_2}{r_2^3} r^2 dr\ ,\ m_r = m_1 + m_2 \frac{r^3}{r_2^3},\ dA = -\gamma \frac{m_r dm}{\rho^2} d\rho\,.$$

Для интегрального синтеза периферии из бесконечно малых элементов требуется работа

$$A_{02} = -\int_{r_1}^{r_2} dr \int_{\infty}^{r} \gamma \frac{m_r dm}{dr \rho^2} d\rho = -\gamma \int_{r_1}^{r_2} \left(m_1 \frac{3m_2}{r_2^3} r^2 + m_2 \frac{r^3}{r_2^3} \frac{3m_2}{r_2^3} r^2 \right) dr \int_{\infty}^{r} \frac{d\rho}{\rho^2} =$$

$$= \gamma \int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{3m_1 m_2}{r_2^3} r^2 + \frac{3m_2^2}{r_2^6} r^5 \right) \frac{1}{r} dr = \gamma \int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{3m_1 m_2}{r_2^3} r + \frac{3m_2^2}{r_2^6} r^4 \right) dr =$$

$$= \gamma \left(\frac{3m_1 m_2}{2r_2^3} r_2^2 + \frac{3m_2^2}{5r_2^6} r_2^5 - \frac{3m_1 m_2}{2r_2^3} r_1^2 - \frac{3m_2^2}{5r_2^6} r_1^5 \right) =$$

$$= \gamma \left(\frac{3m_1 m_2}{2r_2} + \frac{3m_2^2}{5r_2} - \frac{3m_1 m_2}{2r_2^3} r_1^2 - \frac{3m_2^2}{5r_2^6} r_1^5 \right).$$

Для интегрального синтеза двух концентрических тел целиком требуется работа

$$A_0 = A_{01} + A_{02} = \frac{3}{5} \frac{\gamma}{r_1} \left(m_1 + m_2 \frac{r_1^3}{r_2^3} \right)^2 + \gamma \left(\frac{3m_1 m_2}{2r_2} + \frac{3m_2^2}{5r_2} - \frac{3m_1 m_2}{2r_2^3} r_1^2 - \frac{3m_2^2}{5r_2^6} r_1^5 \right) =$$

$$= \gamma \left(\frac{3m_1^2}{5r_1} + \frac{6m_1 m_2 r_1^2}{5r_2^3} + \frac{3m_2^2 r_1^5}{5r_2^6} + \frac{3m_1 m_2}{2r_2} + \frac{3m_2^2}{5r_2} - \frac{3m_1 m_2}{2r_2^3} r_1^2 - \frac{3m_2^2}{5r_2^6} r_1^5 \right) =$$

$$+ \frac{3m_1 m_2}{2r_2} + \frac{3m_2^2}{5r_2} - \frac{3m_1 m_2}{2r_2^3} r_1^2 - \frac{3m_2^2}{5r_2^6} r_1^5 \Bigg) = \frac{3}{5} \gamma \left[\frac{m_1^2}{r_1} + \frac{m_2^2}{r_2} + \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{r_2} \left(5 - \frac{r_1^2}{r_2^2} \right) \right].$$

N.B. 1. $r_1 = r_2 \ \Rightarrow \ A_0 = \frac{3}{5} \gamma \left[\frac{m_1^2}{r_1} + \frac{m_2^2}{r_1} + \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{r_1} \left(5 - \frac{r_1^2}{r_1^2} \right) \right] = \frac{3}{5} \frac{\gamma (m_1 + m_2)^2}{r_1}.$

Это соответствует выражениям (4) и (5).

N.B. 2. $r_1 = r_2, m_1 = m_2 \ \Rightarrow \ A_0 = \frac{3}{5} \frac{\gamma (m_1 + m_1)^2}{r_1} = 4 \frac{3}{5} \frac{\gamma m_1^2}{r_1}.$

Эта величина в 4 раза больше величины (4).

С учетом полученных выражений максимально возможная гравитационная энергия равна

$E_e = A_e = A_0 - A_1 - A_2 - A_r =$

$$=\frac{3}{5}\gamma\left[\frac{m_1^2}{r_1}+\frac{m_2^2}{r_2}+\frac{1}{2}\frac{m_1m_2}{r_2}\left(5-\frac{r_1^2}{r_2^2}\right)\right]-\frac{3}{5}\frac{\gamma m_1^2}{r_1}-\frac{3}{5}\frac{\gamma m_2^2}{r_2}-\frac{\gamma m_1m_2}{r}=$$

$$=\frac{\gamma m_1m_2}{r_2}\left(1{,}5-0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right)-\frac{\gamma m_1m_2}{r}.$$

Теорема доказана.

Следствие 3.1. $r=r_1+r_2 \Rightarrow \mathrm{E}_{e1-2}=\frac{\gamma m_1m_2}{r_2}\left(1{,}5-0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right)-\gamma\frac{m_1m_2}{r_1+r_2}.$

(Тела касаются друг друга).

Следствие 3.2. $\mathrm{E}_e-\mathrm{E}_{e1-2}=\mathrm{E}_c$.

В самом деле,

$$\frac{\gamma m_1m_2}{r_2}\left(1{,}5-0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right)-\frac{\gamma m_1m_2}{r}-\frac{\gamma m_1m_2}{r_2}\left(1{,}5-0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right)+\gamma\frac{m_1m_2}{r_1+r_2}=\gamma m_1m_2\frac{r-(r_1+r_2)}{r(r_1+r_2)}$$

(ср. с (2)).

Следствие 3.3.

$$r_1=r_2, r=2r_1 \Rightarrow \mathrm{E}_{e1-1}=\frac{\gamma m_1m_2}{r_1}\left(1{,}5-0{,}3\frac{r_1^2}{r_1^2}\right)-\gamma\frac{m_1m_2}{r_1+r_1}=0{,}7\frac{\gamma m_1m_2}{r_1}.$$

Следствие 3.4. $r_1=r_2, r=\infty \Rightarrow \mathrm{E}_{e\infty}=1{,}2\frac{\gamma m_1m_2}{r_1}.$

Следствие 3.5. $A_{\infty 1-1}=\mathrm{E}_{e\infty}-\mathrm{E}_{e1-1}=1{,}2\frac{\gamma m_1m_2}{r_1}-0{,}7\frac{\gamma m_1m_2}{r_1}=0{,}5\frac{\gamma m_1m_2}{r_1}.$

Следствие 3.6. $r_1=r_2, m_1=m_2 \Rightarrow A_{\infty 1-1}=\frac{5}{6}A_1.$

Заключение

В общем виде формула для потенциальной энергии поля тяготения имеет следующее представление:

$$\Pi=C-\gamma\frac{m_1m_2}{r}. \tag{6}$$

Здесь C – постоянная интегрирования. В математике эта величина может быть какой угодно. Поэтому главным образом из математических соображений она была произвольно приравнена нулю. Это обстоятельство сразу исключило возможность оценки максимального энергетического ресурса гравитационного поля. В механике не должно быть произвольно установленных величин. Другими словами, постоянная интегрирования должна иметь детерминированное значение. В настоящей работе эта величина однозначно установлена

$$C=\frac{\gamma m_1m_2}{r_2}\left(1{,}5-0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right).$$

В результате потенциальная энергия поля тяготения (6) наполнилась физическим смыслом и стала равна максимально возможной энергии, сконцентрированной в гравитационном поле (3).

$$\Pi = \frac{\gamma m_1 m_2}{r_2}\left(1{,}5 - 0{,}3\frac{r_1^2}{r_2^2}\right) - \frac{\gamma m_1 m_2}{r} = \mathrm{E}_e . \qquad (7)$$

Полученный результат имеет еще один (метафизический) смысл.

Не существует отрицательной массы, и скорость света – величина не комплексная. В этой связи энергия в соответствии со знаменитой формулой

$$E = mc^2 \qquad (8)$$

в принципе не может быть отрицательной, чего не скажешь о (1).

В полном соответствии со здравым смыслом и формулой (8) полученные величины (2) и (3), включая потенциальную энергию (7), являются неотрицательными.

Полученные результаты могут применяться для оценки энергетического ресурса гравитационного поля, в том числе, для вычисления энергии слияния космических объектов, в частности, газо-, пылеобразных и плазменных и т.д., а также для баллистических расчетов космических полетов.

ESTABLISHMENT OF THE ADDITIVE CONSTANT ENERGY OF GRAVITATIONAL INTERACTION

I.P. Popov[1], *GUI*
D.N. Paryshev[1], *General Director*
O.Yu. Moiseev[1], *Technical Director*
V.V. Kharin[1], *Deputy General Director for Scientific and Innovative work*
A.A. Mosin[1], *Deputy Technical Director for Production*
N.D. Paryshev[2], *Director*
D.A. Kharin[3], *Graduate Student*
[1]**Company Kurganstalmost**
[2]**AIRVENT LLC**
[1,2]**(Russia, Kurgan)**
[3]**Ural Federal University**
[3]**(Russia, Yekaterinburg)**

Abstract. *The definitions of stored gravitational energy are given. The value of the limited gravitational energy of two massive mutually non-penetrating balls is calculated. It is established that the stored gravitational energy is always positive. A formula is presented for the maximum possible gravitational energy of two massive balls, which can be used to estimate the energy of the merger of space objects, in particular, gaseous, dusty and plasma, etc., as well as for ballistic calculations of space flights.*

Keywords: *gravity, mass, stored energy, work, ball.*