Аномалия орбиты Меркурия в модели 4D-среды

В. Скоробогатов

http://vps137.narod.ru/physics.html mailto: vps137@yandex.ru

Для данной модели на основе скорректированного закона тяготения и известных значений смещений перигелия ближайших к Солнцу планет дана оценка значению коэффициента перевода единиц плошади в единицы массы. Полученное значение позволяет классифицировать объекты микро и макромира.

Как известно со времен Леверье, движение ближайшей планеты Солнечной системы, Меркурия, не подчиняется закону всемирного тяготения Ньютона. В результате этого происходит прецессия перигелия орбиты, составляющая 43 угловых секунды за столетие, которую невозможно объяснить влиянием других планет. Такие же аномалии обнаружены для всех ближайших к Солнцу планет, а недавно также и для Сатурна [5]. Среди множества теорий, предложенных для их объяснения, наилучшее согласие с наблюдениями достигнуто в общей теории относительности Эйнштейна и в теории Гербера, которые дают одинаковый результат для угла смещения перигелия, обратно пропорциональный фокальному параметру эллиптической орбиты планеты [1].

В работе [2] был предложен механизм гравитации на основе модели 4D-среды, заключающийся в том, что элементарная частица или тело массой m представляется не локализованным в пространстве объектом, вихрем, граничная гиперповерхность, или просто поверхность, которого имеет вид простейшего графика

$$f=\frac{b^2}{|r|}-x_4=0 \qquad (1)$$

где $r=(x_1, x_2, x_3)$ – координаты обычного 3D-пространства, x_4 — координата дополнительного четвертого измерения, b – параметр вихря, связанный с массой соотношением

$$m=k\,b^2 \qquad (2)$$

Коэффициент k служит для перевода единиц квадрата длины в единицы массы. Масса частицы при этом оказывается связанной с силами поверхностного натяжения, возникающими на искривленной поверхности. Учет этих сил позволил получить выражение, близкое к закону всемирного тяготения:

$$F = \frac{GMm}{r^2\sqrt{(1+M^2/k^2r^4)}} \tag{3}$$

В данной работе предпринята попытка использования этого выражения в кеплеровой задаче для уточнения величины k, основываясь на данных о прецессии орбит ближайших к Солнцу планет.

В классической физике рассмотрение движения планет вокруг Солнца относится к задаче о движении тел в центральном поле, а в случае поля с обратно-пропорциональной зависимостью от расстояния — к керлеровой задаче. В нашей модели нужно рассмотреть взаимодействие двух вихрей, размеры одного из которых предполагается значительно большей размеров другого. Поэтому первый из них можно считать неподвижным, а задача будет заключаться в нахождении зависимости $\boldsymbol{R}(t)$ в выражении

$$x_4 = \frac{B^2}{|\boldsymbol{r}|} + \frac{b^2}{|\boldsymbol{R}-\boldsymbol{r}|} \tag{4}$$

Будем предполагать, что $B \gg b$ и что $R \gg B.$ Решение задачи в такой постановке достаточно затруднительно и его можно рассмотреть только качественно. Естественно, что если вихрь с параметром b неподвижен в какой-то начальный момент времени, то под действием силы притяжения он начнет движение к центру и в конце концов с ним сольется. Чтобы этого не случилось, необходимо, чтобы вихрь b имел скорость, направленную в сторону от вектора $\boldsymbol{R}$. Наличие такой скорости (в согласии с обобщенным принципом эквивалентности [2]) означает наличие наклона вихря в сторону от направления к центру. При большом наклоне, а значит и при большом значении энергии E, вихрь пройдет мимо и его движение относительно центрального тела будет инфинитным. Финитное движение вихря возможно при меньшем значении энергии. В этом случае наклон вихря , по-видимому, должен приводить к спиральному виду осевой линии вихря, так как только такая форма может обеспечить стационарность орбиты.

Ниже мы рассмотрим движения планеты с массой m вокруг Солнца (или какого-то другого центрального тела) с массой M в приближении, когда «размазанный» по всему пространству вихрь можно заменить материальной точкой. Тогда функцию Лагранжа можно представить в классическом виде

$$L = \tfrac{1}{2} m \ddot{r} + \tfrac{1}{2} m r^2 \dot{\phi}^2 - U \quad , \tag{5}$$

где ϕ — полярный угол, под который планета видна из центра притяжения.

Будем считать, что движение происходит в 2D-плоскости и что момент импульса $h = mr^2 \dot{\phi}$ является постоянной величиной, хотя это, как было указано [2], не выполняется в строгом смысле, поскольку в модели 4D-среды также участвуют еще три дополнительных компонента момента импульса Постоянство h позволяет использовать подстановку $\frac{h}{mr^2}\frac{\partial}{\partial \phi}$ вместо $\frac{\partial}{\partial t}$ в уравнении движения Эйлера

$$\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} - \frac{\partial L}{\partial r} = 0 \qquad (6)$$

в результате чего мы приходим к выражению, в котором в качестве силы $F = -\partial U / \partial r$ использовано выражение из работы [2]

$$\frac{h}{r^2}\frac{d}{d\phi}\left(\frac{h}{mr^2}\frac{dr}{d\phi}\right) - \frac{h^2}{mr^3} + \frac{GM\,m}{r^2\sqrt{1+M^2/k^2 r^4}} = 0 \qquad (7)$$

Используя замену $y = 1/r$, мы получим нелинейное дифференциальное уравнение

$$y'' + y - \frac{1}{p\sqrt{1+M^2 y^4/k^2}} = 0 \quad , \qquad (8)$$

где $p = 1/GMm^2$ - фокальный параметр орбиты. Разложив последний член выражения (8) в ряд Тейлора в окрестности $1/p$ и отбросив члены второй степени по у и выше, мы получим линеализированное уравнение

$$y'' + \lambda^2 y - \frac{1}{p_b} = 0 \quad . \qquad (9)$$

где $\lambda^2 = 1 + \frac{2q}{(1+q)^{3/2}}$, $p_b = p\frac{(1+q)^{3/2}}{(1+3\mathrm{q})}$, $q = \frac{M^2}{p^4 k^2}$. Тогда решение этого уравнения запишется в виде

$$y = \frac{1}{\lambda^2 p_b}(1 + e\cos\lambda\phi) \quad ,$$

(10)

где $e = \sqrt{1 + \frac{2Eh^2}{G^2 M^2 m^3}}$ - эксцентриситет орбиты, представленный с помощью энергия тела Е. При $E < 0$ это решение соответствует эллипсу, размеры которого в $\lambda^2 p_b / p$ раз отличаются от рассчитанного по теории Ньютона. Его большая ось эллипса при каждом обороте смещается на угол $\Delta\phi_1$ благодаря аргументу косинуса в (10)

$$\Delta\phi_1 = \pm 2\pi(\lambda - 1) \approx \pm 2\pi q \quad ,$$

(11)

где отброшены все члены выше второй степени по q. Разные знаки возникли из-за взятия квадратного корня от λ^2 . Отмеченного выше изменение размеров эллипса нужно, по-видимому, отнести только к увеличению длины орбиты, происходящее за один период обращения, поскольку значение фокального параметра орбиты берется из результатов наблюдений. Тогда из-за этого увеличения длина орбиты большая ось эллипса будет поворачиваться за один период на угол $\Delta\phi_2$ равный

$$\Delta\phi_2 = 2\pi(\lambda^2 p_b / p - 1) = 7\pi q \qquad (12)$$

Так как сила притяжения уменьшается с приближением к центру по сравнению с силой Ньютона, что приводит к отставанию планеты во время приближения к перигелию *), мы должны выбрать знак минус в (11), после чего результирующий эффект составит

$$\Delta\phi = -\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2 = \frac{5\pi M^2}{p^4 k^2} \qquad (13)$$

Как видно, общее смещение положительно. Поэтому отрицательное смещение, обнаруженное у Сатурна [5], требует дополнительного изучения.

Последнее выражение позволяет оценить неизвестный коэффициент k по найденным из наблюдений за движением планет значениям $\Delta\phi$ [3]. Результаты приведены в Табл.1

Табл.1

	Меркурий	Венера	Земля
$\Delta\phi$, угл сек. за столетие	43.1 ± 0.5	8.4 ± 4.8	5.0 ± 1.2
$k/10^{12}$, кг/м^2	3.61 ± 0.02	1.33 ± 0.37	0.71± 0.09

Как видно, расхождение в значениях k довольно большое, особенно для Меркурия. Это по всей видимости является следствием того, что у этой планеты большой эксцентриситет — 0.2 и поэтому использованная линейная аппроксимация дает большую ошибку. С другой стороны, данные наблюдений по Венере и Земле именно из-за того, что их орбиты близки к круговым, недостаточно точны. Поэтому для уточнения k требуются дополнительные исследования, например, проведение расчета угла отклонения света вблизи

*) На этот факт мне указал на форуме Сайтеха «Паганель.».

Солнца и сравнения с данными наблюдений [4], но, похоже, его значение ниже той оценки, которая была дана ранее в [2], и близко к тому, которое приведено в Табл.1 для Земли. Используя приближенное значение $0.5\cdot 10^{12}\,кг/м^2$, можно составить следующую таблицу для отношений видимых радиусов некоторых объектов Солнечной системы к параметрам вихрей, им соответствующих.

Табл. 2

	b, км	R/b
Солнце	$1.487\ 10^6$	0.468
Меркурий	605.7	4.03
Венера	2325.8	2.60
Земля	2576.3	2.47
Марс	844.5	4.02
Юпитер	45929.9	1.58
Сатурн	25162.1	2.40
Уран	9821.5	2.60
Нептун	10668.2	2.32
Луна	285.73	6.08
Фобос	0.109	102
Деймос	0.041	153

Таким образом, параметр вихря, соответствующий Солнцу, более чем вдва раза больше видимого радиуса, в то время как у планет он составляет менее половины радиуса. Для малых тел, таких как астероидов и спутников Марса, этот параметр в сотни раз меньше размеров. Интересно отметить, что у Земли отношение R/b является наименьшим среди всех планет. Поскольку средняя плотность всех тел, приведенных в Табл.2, примерно одинакова, рассмотрение отношения R/b, по-видимому, может быть полезным для классификации небесных объектов и при изучении их внутреннего строения.

Также представляет интерес использовать полученное значение k для сравнения с известными оценками размеров элементарных частиц и ядер. Применяя выражение (2) к электрону, мы получаем значение $b_e = 1.0\cdot 10^{-21}\,м$, что лишь на порядок больше размера электрона, полученного с помощью ловушки Пеннинга [6]. Таким образом, можно считать, что значение k по порядку величины соответствует правильным значениям размеров как макро, так и микрообъектов.

[1] Роузвер Н.Т. Перигелий Меркурия. От Леверье до Эйнштейна: Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
[2] Скоробогатов В. Гравитация в модели 4D-среды. http://vps137.narod.ru/article12.pdf 2009
[3] MathPages. Reflections on Relativity. http://www.mathpages.com/rr/s6-02/6-02.htm
[4] MathPages. Bending light. http://www.mathpages.com/rr/s6-03/6-03.htm
[5] Iorio L. On the recently determined anomalous perihelion precession of Saturn.. http://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0811/0811.0756v3.pdf 2008
[6] Dehmelt H. A Single Atomic Particle Forever Floating at Rest in Free Space: New Value for Electron Radius *Phys. Scr.* **T22** 102-110 1988