

Есть ли спутники на геостационарной орбите?

Почему Ньютон так упорно продвигает центробежную силу?
См. «Начала...» стр. 513.



Если бы около Земли обращалось несколько лун, подобно тому как около Юпитера и Сатурна, то времена их обращений (на основании наведения) следовали бы планетным законам, открытым *Кеплером*, и поэтому их центростремительные силы были бы по предложению I обратно пропорциональны квадратам расстояний. Если бы ближайшая из этих лун была малой и почти что касалась бы вершин высочайших гор, то центростремительная сила, которою она удерживалась бы на своей орбите (согласно предыдущему расчету), равнялась бы приблизительно силе тяжести на вершине этих гор; если бы этот спутничек лишь его поступательного движения по орбите, то вследствие отсутствия центробежной силы, от которой он продолжает оставаться на своей орбите, он под действием предыдущей стал бы падать на Землю и притом с такою же скоростью, с какою на вершинах этих гор падают тяжелые тела.

Но ведь если «спутничек» падает под действием силы тяготения, имея исходно достаточную орбитальную скорость, то, с первого взгляда, одной силы тяготения для орбитального движения вполне достаточно!

Зачем ему понадобилась ещё мифическая «центробежная сила»?

Ведь, согласно теории тяготения Ньютона, при орбитальном движении «спутничек» движется ТОЛЬКО под действием силы тяготения. На рис. 7 приводится классическая схема движения тела по круговой орбите под действием силы тяготения. «Спутничек» просто тупо и свободно падает, кроме того, с учётом на-

чальной тангенциальной скорости, аппарат без помощи всякой силы движется по инерции, но эту траекторию прямолинейного равномерного движения непрерывно действующая сила тяготения, направленная к планете, искривляет, «сворачивает» прямолинейное движение по инерции в эллипсоидальную орбиту. Вот, собственно, и всё.

Никакой центробежной силы тут не обнаруживается, достаточно одной центростремительной, то есть силы тяготения. Впрочем, если Ньютона заботило соблюдение его 3-го закона, то, пожалуйста, можно назвать тут центробежной силой ту силу, с которой спутник притягивает Землю к себе, как бы оттягивает её от её же центра, ибо она приложена к Земле, но результат действия этой силы обнаружить невозможно – Земля слишком велика.

Видимо Ньютон всё-таки понимал уязвимость своей конструкции, понимал, что скорость инерционна и круговая орбита при действии постоянной силы невозможна. Посмотрите ещё раз на классическую схему движения тела по круговой орбите под действием силы тяготения, изображённую на трофейном рис. 1.

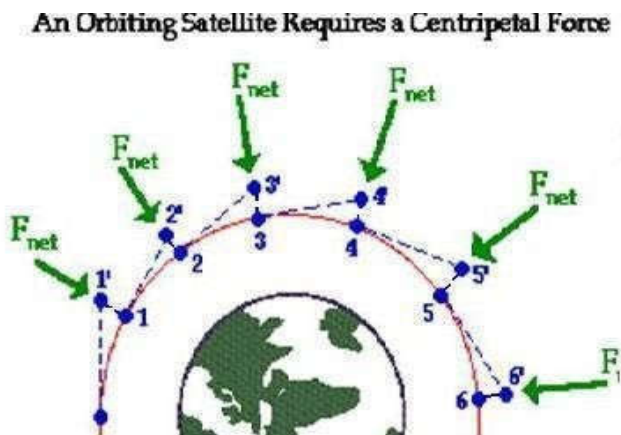


Рис. 1

На этой схеме перемещение тела по инерции отражено только в направлении касательной к круговой орбите (тангенциальное ускорение равно нулю, модуль скорости не меняется)

и полностью игнорируется инерционность перемещения тела в радиальном направлении под действием «силы тяготения». То есть в каждой из показанных на рис. 1 позиций тело начинает менять модуль скорости в радиальном направлении как бы с нуля, будто бы в предыдущей позиции тело и не было. По аналогичной схеме (игнорирование инерции) доказывается, что Ахиллес не догонит черепаху.

Но и из классической механики Ньютона–Эйлера, и из обычной каждодневной практики нам известно, что для изменения скорости движения массивного тела от V_0 до V_1 нужно приложить к нему силу F , действие которой вызывает ускорение a , ведущее к достижению искомой цели:

$$V_1 = V_0 + at.$$

А что нужно сделать, чтобы изменилось ускорение? – следует изменить прилагаемую силу или, как вариант, прекратить её действие. В последнем случае ускорение мгновенно исчезнет. То есть **ускорение безынерционно, а инерционность проявляет себя сохранением скорости**. Отметим, на движение тела по инерции его масса не оказывает никакого влияния. Если мы вновь приложим к телу силу, то она будет ускорением a корректировать уже значение и направление скорости:

$$V_1 = V_0 + \Delta V_1, \text{ а не } V_0.$$

После n раз включения силы F скорость будет

$$V = V_0 + n * \Delta V_i.$$

Приращения скорости благодаря инерционности накапливаются – складываются как вектора по правилу параллелограмма. Это обстоятельство показано на рис. 2.

Здесь, как и на рис. 1, показано тело, якобы ориентированное начальными параметрами (расстояние до центра Земли, начальная скорость v) на движение по круговой орбите вокруг Земли. Рис. 2 представляет движение того же тела с учётом инерционности скорости, приобретаемой от постоянно действующей силы тяготения. Видим, что тело сползает с круговой орбиты, фактически переходит на движение по спирали, приближаясь к центральному притягивающему телу.

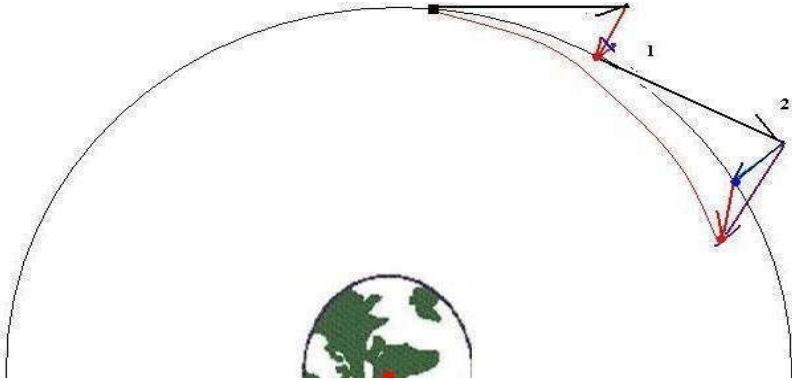


Рис. 2

То есть если бы на тело действительно непрерывно действовала в радиальном направлении некая притягивающая сила, исходящая из одного и того же центра, то его движение, благодаря наращиванию скорости, выглядело бы так, как показано на рис. 3.

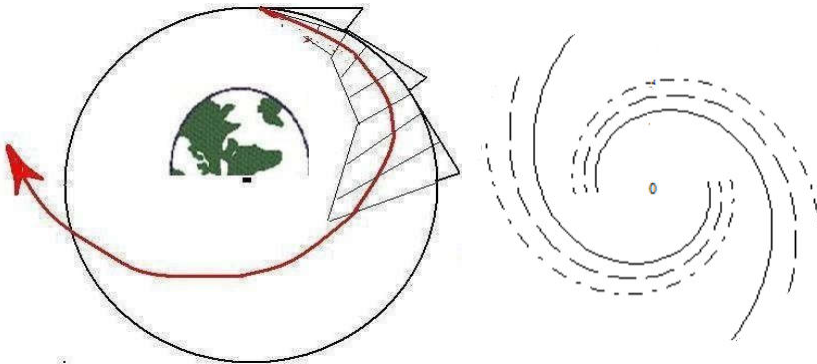


Рис. 3

Осознавал ли свою ошибку Ньютон? Полагаю, что осознавал. В письме к архиепископу Бентли (своему "больше чем другу") он пишет следующее:

«Вращения планет не могут быть выведены из тяготения, а требуют вмешательства Божественной руки, дабы сообщить их планетам. Тяготение могло бы придать планетам движение вниз, к Солнцу, либо прямое, либо с наклоном, но поперечные дви-

жения, посредством которых они обращаются по своим орбитам, требует божественной руки». Но в своих «Началах...» он это обстоятельство прячет за сказками о мифической центробежной силе. Похоже, его ввело в заблуждение чрезмерное доверие к собственному разуму, а многих его последователей, – к чужому. Реально же стремление тел к земле обусловлено базовым принципом действия обычной механики, логистически выверенным **законом сохранения момента количества движения**.

Момент количества движения (момент импульса, угловой момент) – это одна из важнейших характеристик всякой изолированной механической системы. Сила симптоматически проявляет себя как явление **только тогда, когда изменяется или угловая скорость вращения, или момент инерции, то есть когда изменяется угловой момент**. Учтите, при рассмотрении вращательного движения оперируют не массой, а моментом инерции. То есть сила проявляет себя лишь тогда, когда изменяется момент импульса, поскольку момент силы – это производная по времени от момента импульса.

Непонимание т.н. эффекта «центробежной силы» связано с тем, что на самом деле «центробежная сила» это симптоматическое проявление момента силы, который возникает только при изменении момента импульса тела. Рассмотрим вращение грузика на верёвке. Во-первых, когда вы крутите грузик, держа его за верёвочку, то рукой делаете движения похожие на вращение колёвала. Во-вторых, если отпустить грузик, то он полетит не по касательной, а выйдет на эллиптическую орбиту, определённую наличным моментом импульса, – значение которого определяется, в том числе и существующим его вращением вокруг земли и вокруг солнца. На этой орбите его момент импульса до столкновения с землёй не меняется, и никакой «центробежной силы» обнаружить невозможно. Когда же вы, посредством верёвочки непрерывно уводите грузик с его «естественной орбиты», то и непрерывно варьируете его момент импульса, производите и ощущаете момент силы, и называете его «центробежной силой».

Обычно, предполагается, что нахождение геостационарного спутника Земли на синхронной орбите вызвано равенством двух разнонаправленных сил – силы тяготения, выполняющей роль центростремительной силы, и центробежной силы.

Но обратим внимание, величина центростремительной силы изменяется обратно пропорционально КВАДРАТУ расстояния от центра Земли:

$$F_{цс} = M*m/R^2,$$

а якобы противоположно ей направленная «центробежная сила» – растёт пропорционально просто расстоянию:

$$F_{цб} = m*\omega^2 R.$$

И вот тут кроется коренное отличие кручения грузика на верёвке (резинке, пружинке) от орбитального движения спутника под действием силы тяготения. Если мы попытаемся увеличить центробежную силу – толкнём (дёрнем) грузик, вращающийся на верёвке, в сторону от центра вращения, то за счёт упругости вещественной связи (верёвки, резинки, пружинки), возрастёт центростремительная сила, и грузик оттянется назад, равновесие сил восстановится. А если мы попробуем проделать аналогичную процедуру со спутником, то, поскольку сила тяготения (центростремительная сила) – сила не упругая, то она с ростом радиуса уменьшится раз и навсегда, а центробежная, хоть и не так сильно, но тоже раз и навсегда увеличится. При таком раскладе дисбаланс сил не только нарушится, но будет непрерывно возрастать, и спутник должен улететь в просторы Вселенной.

Констатируем: либо центробежной силы при вращении тела без изменения момента импульса не возникает, либо устойчивое положение спутника на орбите невозможно, и их там нет.