

Редактор сайта "Черный оппонент" представляет:

Новая форма обсуждения статей на нашем сайте начала приносить свои первые результаты. Да какие! Обмен мнениями только между двумя оппонентами привел по-существу к возникновению новой науки - "гравитонно-квантовой механики". Далеко идущие следствия из нее угрожают поставить современную науку с головы на ноги.

Эксперты и редакция сайта выражают благодарное удивление участникам дискуссии.

О статье А.Вильшанского «О круговом движении»
<http://elektron2000.net/stat/krug.pdf>

В результате обсуждения, проведенного двумя научными работниками (здесь без имен и званий, только псевдонимы – Кай и Холмс) <http://exc.flyfolder.ru/topic2.html> на форуме сайта www.elektron2000.net были выявлены позиции сторон, придерживающихся разных взглядов на проблему существования затрат энергии при круговом движении в полях тяготения. Ниже приводятся заключительные выдержки из диалога на форуме:

Холмс:

Итак, на данный момент можно подвести некоторые итоги. Поскольку меня интересует только Ваше, Кай, мнение, то на этих утверждениях мы и сосредоточимся. Прошу поправить меня, если я где-то дал неправильное толкование или формулировку.

Там, где использованы цитаты из Ваших текстов на форуме, они выделены курсивом.

Фундаментальное и непреложное у Кая:

1) спутник, планета - это как камень на веревке - не нужна подкачка энергии, сам крутится...

2) Кай утверждает, что согласно определению, работа силы есть произведение величины этой силы на путь, пройденный телом, умноженное на косинус угла между направлением силы и направлением движения тела (см. любой учебник).

Следствие:

Отсюда должно следовать, что если два одинаковых тела движутся равномерно и прямолинейно параллельными курсами (но с разными скоростями), и к каждому из них прикладывается одна и та же сила в направлении движения в течение определенного времени, то эта сила совершит разную работу – работа окажется больше для тела, которое первоначально двигалось быстрее. Это очевидно не так.

Поскольку можно перейти от одной инерциальной системы к другой, то в системе координат, движущееся с более медленным телом, оно будет находиться в покое. Применение условий

задачи в этом случае даст нам разную величину работы для двух тел – поскольку различны пути, пройденные телами в ограниченный промежуток времени, пока действовала сила.

(По этому пункту возражений не было дано никакого пояснения кроме обещания разобраться более внимательно)

Далее, по словам Кая:

- Если действующая сила всегда направлена перпендикулярно направлению движения тела, то косинус угла между направлением движения тела и направлением приложенной силы всегда равен 90 градусов. Из прямого применения формулы $A = FScos\alpha$ с непреложностью следует, что эта сила не совершает работы («над телом»). Поэтому

- Если следить за ненавистным косинусом, то на круговой орбите он в каждой точке ноль и ничего не надо считать

И потому очевидно, что при интегрировании по любому отрезку траектории работа силы всегда будет равна нулю.

На вопрос **Холмса**:

Вы согласны с тем, что любое отклонение движения тела от прямолинейного (и равномерного, но это не так важно) требует приложения силы, а следовательно - затрат энергии, а следовательно и выполнения работы?

Кай:

я уже много раз отвечал, что НЕ СОГЛАСЕН. Силу приложить надо, а работа при этом может требоваться, а может и не требоваться, если траектория получится круговая. В трех, отнюдь, не экзотических случаях именно так и происходит - сила не совершает работу:

- 1) спутник на круговой орбите
- 2) заряженная частица в магнитном поле
- 3) электрон на s-орбите в атоме

Пусть полей нет, и тело движется по инерции равномерно и прямолинейно. Если в какой-то момент включить силу, перпендикулярно его скорости и подстраивать эту силу так, чтобы она была всегда перпендикулярна скорости, работа этой силы будет ноль...

Холмс:

А шланги и паровозы? (имеются в виду задачи, рассмотренные на форуме для выяснения позиций)

Кай:

...мы же специально рассматривали шланги и паровозы. Это не есть Ваш случай когда "на тело начинает действовать внешняя сила под углом...". Тут внешней силы [тяги/тяги] нет, и корабль вынужден отделять от себя кусок массы, сообщить ему, этому оторвавшемуся куску, энергию и импульс, на что и уходит энергия топлива. В случае же спутника никому энергию не передается, аналога куска, способного взять себе энергию, просто нет в задаче. Нет аналогии.

Холмс:

Да, корабль сообщил куску массы энергию и импульс. Вы считаете, что на это ушла энергия топлива, да? О-кей. Вопрос - корабль получил при этом импульс в противоположную сторону?

Кай:

Да, корабль получил импульс. Но, если при этом модуль скорости корабля не изменился, то дополнительной энергии он не получил. Прибавку к импульсу корабль получил, а к энергии не получил.

Что и происходит со спутником на круговой орбите. У него непрерывно изменяется импульс, и совершенно не изменяется энергия.

Шланг и пулемет имитировали внешнюю силу, всегда направленную по нормали к скорости корабля-жертвы обстрела. Струя воды или пуль гоняла корабль по окружности, не изменяя модуль его скорости. То есть, как и ньютоновская сила, силы струи или пуль не совершали работу. Не передавали кораблю энергию, передавали только импульс. Поэтому вся энергия, истраченная на образование струй, на их разгон, оставалась с этими струями. Также, как вся энергия, затраченная на разворот космического корабля с реактивным двигателем, тратится на создание струи и струей уносится в космическую стынь. В случае ньютоновской силы не надо создавать струю и тратить на это джоули.

Холмс:

Вы писали, что в случае корабля с реактивным двигателем, тяга которого направлена перпендикулярно курсу, корабль получает импульс, но такой же импульс получает и струя газа. При этом вы утверждали, что корабль получит импульс, но не получит энергии, если модуль его скорости не изменился.

Я согласен, что это так. Но ведь энергия на этот маневр была затрачена!?

Меня не интересует, КУДА она улетела эта энергия вместе со струей, хоть к черту в пекло, но ведь без затраты этой энергии нельзя получить маневра?!

Кай: Наверно, так, хотя может если не Холмс, то Ватсон придумают такой способ

Холмс: Прекрасно. Спасибо. И я того же мнения. Но маневр есть маневр - это изменение направления движения.

Если без затраты энергии нельзя получить изменения направления движения, то энергию придется затратить как в случае маневра вне полей тяготения (двигателями), так и при наличии поля тяготения, но уже без двигателя, потому что необходимая сила, изменяющая направление движения, прикладывается так называемым "полем".

Внимание! Речь не идет (и никогда не шла) о том, что действующая на объект сила добавляет какую-то энергию объекту! Речь шла только о необходимости затраты энергии вообще, а к каким чертям она улетела - нам безразлично. Не так ли?

Кай:

Нет, Холмс, абсолютно не согласен.

Примеры с кораблем, пулеметами и паровозами не имеют ни малейшего отношения к задаче про спутник, про камень на веревке, про электрон в атоме, про заряд в магнитном поле. Во всех этих случаях НЕ НУЖНЫ ЗАТРАТЫ ЭНЕРГИИ и НЕ СОВЕРШАЕТСЯ РАБОТА для обеспечения движения тела по круговой траектории.

Точно также, если Вы раскрутите велосипедное колесо оно будет крутиться вечно без затраты энергии, если отключите трение.

В свободном пространстве у тела есть только кинетическая энергия. И ее изменение

равно работе внешних сил над телом. Если изменение энергии, кинетической энергии, другой нет, равно нулю, то и работа над телом равна нулю.

Вычисление с помощью простого интеграла никуда не годится, о чем я писал. У Вас при интегрировании одинаковые куски дуги дают разный вклад в работу, что есть неправда для круговой орбиты. Правильная формула с интегралом для криволинейной траектории (любой, не обязательно окружности)... сразу, до вычисления дает ноль на круговой орбите, потому, что там зануляется подинтегральная функция[1]

Холмс:

Так откуда берется энергия, необходимая для изменения направления движения (маневр), и куда она исчезает (что, как известно, принципиально невозможно)

Кай:

для изменения направления движения спутника без изменения модуля его скорости энергия не нужна. Тот факт, что кораблю для поворота энергия нужна, не имеет к задаче о спутнике ни малейшего отношения. Пьеса про корабль совсем другая. Если хочется аналогий - берите камень на нитке, или на резинке.

Холмс: В приведенных выше отрывках я правильно изложил Вашу позицию, Кай?

Кай:

Абсолютно правильно. То место, где Вы обсуждаете вычисление работы в разных системах отсчета, я сейчас сознательно пропустил - это требует внимания и аккуратности.

* * *

Из изложенного выше (и при желании – на форуме) можно сделать вывод, что налицо парадокс. Этот парадокс я называю «Парадоксом Лернера» по имени человека, впервые его обнаружившего в современной литературе.

Парадокс состоит в том, что при простом и естественном интегрировании элементарных работ по пройденному пути на маневр космического корабля в свободном пространстве необходимо затратить определенную энергию. Одновременно считается, что на аналогичное движение по окружности планет и спутников энергия почему-то не затрачивается. Для обоснования этого привлекается иной «метод расчета» - суммирование отдельных отрезков пути при стремлении их длины к нулю, что недопустимо при ускоренном движении.

Эти соображения и расчеты приведены в <http://exc.flyfolder.ru/topic2.html>

Одновременно ясно, что для осуществления любого маневра космического корабля в свободном пространстве необходимо сообщить кораблю импульс ($Ft=mV$), то есть затратить энергию, которая тем больше, чем быстрее корабль должен отклониться от первоначального прямолинейного движения. Однако один из оппонентов м-ра Холмса утверждает, что:

(Кай) Силу приложить надо, а работа при этом может требоваться, а может и не требоваться, если траектория получится круговая. В трех, отнюдь, не экзотических случаях именно так и происходит - сила не совершает работу:

- 1) спутник на круговой орбите
- 2) заряженная частица в магнитном поле
- 3) электрон на s-орбите в атоме

И

(Кай) для изменения направления движения спутника без изменения модуля его скорости энергия не нужна. Тот факт, что кораблю для поворота энергия нужна, не имеет к задаче о спутнике ни малейшего отношения.

Из предыдущего ясно, что оппонент Кай не видит разницы между движением спутника (планеты) и движением камня на веревке.

И, добавим, не он один.

В чем же причина неправильного понимания и абсурдных утверждений?

*

Когда речь идет о физических телах, нам кажется, что мы знаем «механизм взаимодействия». Мы называем эти взаимодействия «видами движения». Соударение, реактивная струя, «сжатие пружины»...

Когда же речь заходит о тяготении (или о заряде, там то же самое) то механизм этот нам не известен. А налицо – бесконечное движение по кругу планет и спутников. И мы ВЫНУЖДЕНЫ утверждать, что сила тяготения работы не совершает и энергия не затрачивается. Мы не видим источника этих сил, и не знаем о затратах энергии этим источником. Причем - в полном противоречии с наблюдаемой необходимостью затрачивать энергию на маневр кораблей. В случае с кораблем мы вытаскиваем «чертика из табакерки тело №2 – СТРУЮ». А в случае тяготения у нас как бы и нет второго тела. Но оно явно есть – это планета Земля (и пр.) Ведь именно она создает «силу притяжения»! Ведь сэр Ньютон считал Массу источником тяготения (безо всяких на то доказательств, интуитивно). А эта фраза как раз и подразумевает ИСТОЧНИК СИЛЫ.

А вращение камня на веревке – это не аналогия движению в свободном пространстве. Это известно каждому, кто реально сталкивался с небесной механикой и движением в космосе. В случае камня на веревке сила, направленная к центру вращения возникает из-за самого факта движения тела. Тело стремится двигаться по прямой (по инерции), но веревка имеет ограниченную длину и не позволяет телу удаляться, создавая «силу». А у Кая эти два явления (веревка и спутник) – совершенно аналогичны

Кай пользуется определением работы, взятым из классического учебника.

Холмс возражает:

Согласно формуле работа над телом согласно формуле работы, равна нулю. А вот энергия, затраченная на маневр, почему-то не равна нулю. Наверное потому, что она производится не "над телом", как вы выражаетесь, а, возможно, "над струей" или "над чем-то еще". Но, не затратив энергию, невозможно осуществлять маневр ни в каких условиях! Это не велосипедное колесо, которое, один раз закрученное, может без трения вращаться сколько угодно! Это не аналогия!

Тело двигалось прямолинейно, а потом Нечто изменило направление его движения.

Это возможно с помощью веревки или стенки, но в космосе нет ни веревок, ни стенок!

В космосе, между прочим, осуществляются подобные маневры, когда корабль влетает при определенных условиях в область тяготения планеты и затем вылетает из этой области, так как его скорость вхождения в область притяжения больше второй космической. Откуда взялась энергия на маневр?

Кай:

Для доказательства зануления работы силы тяготения в частном случае, а именно на круговой орбите не нужно ничего вычислять. Достаточно посмотреть определение работы силы в теоретической механике. Там под интегралом стоит скалярное произведение силы

(у нас ньютоновской) на скорость. То есть - ноль ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ скалярного произведения

Посмотрим на определения работы силы в теоретической механике:

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0

Определение

Предел, к которому стремится сумма $\sum_{i=1}^{i_\tau} F(\xi_i) \Delta s_i$ всех элементарных работ, когда мелкость $|\tau|$ разбиения τ стремится к нулю, называется работой силы F вдоль кривой G

Таким образом, если обозначить эту работу буквой W , то, в силу данного определения,

$$W = \lim_{|\tau| \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{i_\tau} F(\xi_i) \Delta s_i,$$

следовательно,

$$W = \int_0^s F(s) ds \quad (1).$$

Если положение точки на траектории её движения описывается с помощью какого-либо другого параметра t (например, времени) и если величина пройденного пути $s = s(t)$, $a \leq t \leq b$ является непрерывно дифференцируемой функцией, то из формулы (1) получим

$$W = \int_a^b F[s(t)] s'(t) dt.$$

Холмс:

Где там скорость? Производная ds/dt ? Но что это за ПУТЬ такой? Ведь это - путь вдоль вектора скорости, которая к действию самой силы не имеет отношения, поскольку существует и без силы.

Это недопонимание физической сути дела или отказ ее понимать.

Оказывается, что для понимания физики процесса нужно знать природу самой силы. Вот то самое место, где уважаемый сэр Исаак "дал мимо". И хотя в его времена не знали ни о движении электрона, ни о магнитном поле, но гравитационные явления Ньютон наблюдал,

причем наблюдал как никто другой. Однако, увы, он не смог высказать даже предположения о природе этой силы. И тогда...

- Давайте не будем думать о происхождении силы, - говорит Ньютон. - Достаточно того, что мы измерили ее действие в пространстве, нарисовали поле сил на бумажке-графике и установили, что величина силы уменьшается по какому-то закону в зависимости от расстояния. Дальше - все в порядке, вот вам математические способы расчета всего чего угодно.

- А откуда берется эта сила, каков ее источник?

- Не знаю, - говорит Ньютон. - Гипотез не измышляю, но утверждаю, что источником силы является масса.

- А почему же масса не расходуется?

- А потому что есть кинетическая энергия (движения) тела, и есть «потенциальная», запасаемая телом в поле тяготения. При движении в таком поле сил, называемом «потенциальным полем», кинетическая энергия якобы переходит в «потенциальную» и наоборот.

Все "увязывается", как говорят сторонники математической физики. Но это - не физика. И выясняется, что знание физики процесса нужно не только для удовлетворения любопытства, но и для правильного решения возникающих задач. Хотя бы даже для того, чтобы понимать разницу между вращением тела и обращением его вокруг центра по круговой орбите в свободном пространстве.

*

Теперь попробуем найти потерянную сермяжную правду.

Факт вечного вращения планет вокруг Солнца без видимых затрат энергии кажется неоспоримым. Но, если мы можем указать на причины движения земных тел, которые мы наблюдаем, то даже Великому Ньютону причина движения планет была неизвестна.

С другой стороны, представляется очевидным необходимость затрат энергии для аналогичного маневра в космосе космического корабля.

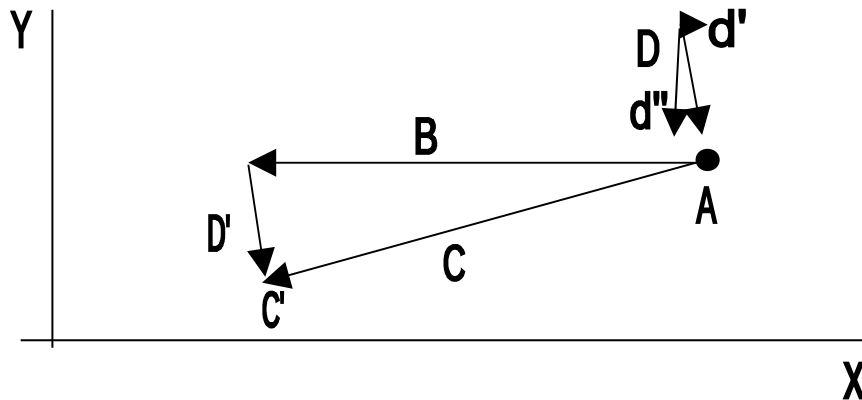
Кай утверждает, что скрытая теплотворная энергия топлива расходуется на ускорение газовой струи космического корабля. Причем имеет место как бы двойная бухгалтерия - если струя работающего двигателя направлена вдоль направления полета и корабль ускоряется, то все вроде бы нормально и корабль получает как импульс, так и кинетическую энергию (вместе с прибавкой скорости). Если же струя направлена перпендикулярно направлению движения, то для того, чтобы связать концы с концами, следует уподобить это движение движению планеты по круговой орбите, без затраты энергии. Иначе придется объяснять физическую разницу между этими случаями, а мы ее как бы и не знаем. И все это при условии, что нам прекрасно известен и принцип суперпозиции действующих сил.

В чем неточность заявлений Холмса?

В том, что он, видимо, умалчивает о том, что тело в пространстве движется по траектории, определяемой векторной суммой скоростей (а Холмс говорит о силах). И что под термином «перемещение» он имеет в виду частное, «парциальное» перемещение тела только под действием одной из приложенных сил. Кай же говорит о том, что перемещение (полное) есть результат векторного сложения скоростей. И это правильно. Что же неправильного у Кая? А то, что Кай вычисляет работу чисто формально, перемножая пройденный телом путь на действующую силу. Он делает это, пользуясь дефектом формулировки понятия «работа», в котором отсутствует часть фразы (выделено заглавными буквами) – «Работа – это скалярное произведение вектора силы, действующей на тело, на путь, проходимый этим телом ПОД

ДЕЙСТВИЕМ ЭТОЙ СИЛЫ». Когда начинаешь делать акцент на этой «поправке», встречаешь бешеное сопротивление.

Более того, Кай даже согласен считать, что при воздействии перпендикулярной курсу боковой силы спутник получит импульс, но утверждает, что не получит энергию, так как изменилось только направление движения. А модуль вектора скорости тела не изменился. Но импульс $I=mv$ тело все же получить должно. Более того, если речь идет о получении импульса (а случай – не статический, это не жесткая конструкция), то понятно, что измениться может только скорость, но не масса. Тело должно было приобрести если не скорость, то некоторую составляющую скорости в другом направлении (что одно и то же).



Силу D можно разложить на две составляющие. Одна из них вызывает смещение (не «перемещение», а «смещение») тела в направлении оси Y чертежа (вниз), а другая – в направлении оси X (вправо).

Первая составляющая должна вызывать смещение в вертикальном направлении, вторая должна, по-видимому, вызывать торможение тела, уменьшение модуля вектора его первоначальной скорости. В результате действия силы D (обеих ее составляющих), тело через некоторое время придет в точку «С». При соответствующем подборе величин может оказаться, что эта точка (как и все другие точки, образованные этими силами и скоростями), будет являться точкой окружности.

Но для того, чтобы так случилось, сила D (в среднем, конечно) должна быть направлена не под прямым углом к первоначальному вектору скорости, а несколько ему «навстречу». В среднем, конечно! В самый первый момент – точно перпендикулярно, но затем направление силы D должно постепенно меняться. Так что мы сейчас говорим о средних величинах за некоторый отрезок времени, только для того, чтобы докопаться до физики явления.

По этой причине (наличия небольшого угла «навстречу») мы и можем разложить силу D на составляющие – «встречную» d' и «поперечную» d'').

Составляющая d' будет тормозить тело, а составляющая d'' – смещать его в направлении, перпендикулярном вектору скорости «В».

В своем расчете Кай показал, что при уменьшении отрезка времени, на котором производится наблюдение, при постоянной величине силы D величина смещения (путь под действием силы) будет уменьшаться быстрее, чем длина отрезка наблюдения. Оно и понятно – ведь путь пропорционален квадрату времени, и стало бы быстрее уменьшаться, чем отрезок времени. Этот факт при интегрировании вдоль дуги в результате даст нулевое смещение вдоль радиуса описываемой телом окружности, а стало бы – и произведение силы D на величину этого смещения даст «Ноль». Работа внешней силы при подобном маневре будет равна нулю.

(Кстати сказать, с помощью подобного же рассуждения можно «доказать», что сила тяжести не совершает работу даже при обычном броске камня параллельно земной поверхности.)

А энергия?

Ведь при боковой силе, вызванной реактивным двигателем, энергия безусловно затрачивается! С этим Кай не спорит, хотя картина совершенно одинаковая – есть сила, заставляющая корабль в свободном пространстве отклоняться от первоначального курса и двигаться точно по круговой траектории!

Для объяснения своей позиции Кай утверждает только, что в случае с кораблем он видит причину затрат энергии – она якобы затрачивается только на ускорение газовой реактивной струи. А в случае спутника он не видит ни второго тела, которое забирает на себя затрачиваемую энергию, ни самого факта затрат энергии. Но он согласен, что момент количества движения $I=mV$ создается в обоих случаях!

Поэтому у Кая нет другого выхода, как объявить случаи движения корабля и спутника – РАЗНЫМИ. А случаи движения спутника и камня на веревке – одинаковыми (в то время как все ровно наоборот!). И только потому, что для вращения камня на веревке, очевидно, не требуется затрачивать энергию, а энергию, необходимую для движения спутника удобно рассчитать по формуле работы, подставив в нее заведомо неверные путь и косинус. То есть налицо подтасовка, грубо говоря – обман...

Похоже, что без выяснения физической сути сил тут не обойтись.

Представим себе один из предыдущих примеров – бронированный космический корабль, обстреливаемый из пулемета извне. Пулемета два. Один имитирует тормозящую силу, все время двигаясь точно по курсу корабля (вместе с его маневром), и стреляя пулями ему навстречу. Второй также двигается вместе с кораблем параллельным ему курсом, стреляя всегда точно перпендикулярно меняющемуся вектору скорости корабля.

Скорости при вылете пуль из обоих пулеметов относительно их стволов – одинаковы.

Пули второго пулемета при столкновении с массивным кораблем передадут ему часть своего количества движения $I=mv$, а значит

$$\frac{-V_3}{V_4} = \frac{k-1}{2} \approx \frac{m_2}{2m_1}$$

То есть пуля после отражения от корабля полетит в обратном направлении.

Даже без вычислений ясно, что при абсолютно упругом ударе пуля отразится в обратном направлении со скоростью, меньшей, чем та, которую она имела до удара. Ведь второй пулемет относительно корабля неподвижен!

Если же корабль двигается навстречу пуле, вылетевшей из первого пулемета, то и скорость пули после удара будет больше примерно на величину скорости корабля. Это как раз тот случай, который предлагался Каем к рассмотрению на форуме, случай, подобный вылету второго ядра из пружинной пушки бронепоезда.

В ходе этого (первого) процесса обстрела пространство будет наполняться летящими в разных (во всех) направлениях пулями первого пулемета, имеющими скорость большую, чем скорость корабля.

Пули, прилетающие с перпендикулярного направления, отражаются от корабля, мгновенная скорость которого определяется полученной ранее суммой моментов, и направлена в сторону «от пуль», что уменьшает их скорость после отражения.

В ходе этого (второго) процесса пространство будет наполняться пулями, имеющими скорость меньшую, чем скорость корабля, и также летящими в разных (во всех) направлениях.

Каждая пуля первого пулемета отнимает свой маленький кинетический момент у общего кинетического момента на данном направлении. Каждая пуля второго пулемета прибавляет свой маленький кинетический момент в поперечном направлении. Под действием этих микромоментов тело постепенно теряет свой первоначальный момент в «горизонтальном направлении» (на чертеже) и приобретает момент «вертикальный». Через четверть оборота ситуация будет в точности такая же, как при начале бомбардировки, но картинка будет повернута на 90 градусов.

То есть мы погасили скорость (а вместе с нею и момент) в одном направлении, и создали момент в перпендикулярном направлении. А поскольку вектора скоростей по модулю равны, то при прочих равных условиях оба пулемета выпустили по кораблю одно и то же количество пуль (моментов).

В результате получается, что в пространстве появилось две группы пуль, с отличными друг от друга скоростями. Отличие, по-видимому, одинаковое в обе стороны от центральной величины момента. Тогда разность энергий этих групп будет равна разности квадратов скоростей, и, очевидно, она отлична от нуля. Но если отклонение от величины центрального импульса даже и разное, то вывод останется тем же. Энергия пулеметов была затрачена на изменение (уменьшение) одного вектора скорости корабля, и на создание и увеличение другого вектора скорости корабля. Модуль суммарного вектора скорости не изменился, но направление его изменилось. Неправомысленно утверждать, что одна скорость перешла в другую, и потому не потребовалось никаких затрат энергии. Движение в свободном пространстве в любом направлении (при отсутствии гравитационных «полей») определяется исключительно величиной и вектором силы, действующей в данном направлении. Сила гравитации ничем не отличается от остальных даже с точки зрения Ньютона, и потому, как и любая сила, действуя в определенном направлении, должна совершать работу, и на это должна затрачиваться энергия. Другой вопрос – что это за энергия, и откуда она берется?

Есть единственное отличие этих сил, возникающих вследствие наличия «полей» неизвестной природы. Неизвестность причины действия силы естественным образом рождает представление об отсутствии затрат энергии – гравитация, электричество, ядерные силы... И, как следствие – представление о виртуальных частицах.

Для изменения курса космического корабля на 90 градусов нужна энергия. При этом совершенно неважно, каким сложным маневром это будет достигнуто. Даже время неважно – оно определяет только мощность, необходимую для этого, Меньше время – больше мощность при той же энергии.

Значит, нам нужно за равные промежутки времени потихоньку уменьшать один вектор скорости (тормозить корабль) и увеличивать другой. Поскольку процесс явно равномерный, то вычитание должно происходить равными порциями, то есть с увеличением числа интервалов времени и длины дуги уменьшается величина момента.

А поскольку все участки равноправные, то на любом участке должно сохраняться равенство добавленного и возвращенного момента.

Откуда он берется – из «поля»?
Куда же он возвращается? – «Полю»....

Вот откуда заявление, что моменты складываются, а энергия, мол, не затрачивается.

*

Итак, единственным аргументом в пользу того, что при движении по окружности затраты какой-либо энергии равны нулю, является убеждение, что если к телу, движущемуся по прямой линии, приложить силу, перпендикулярную направлению его движения, то работа этой силы будет равна нулю по определению работы – $A = F \cdot S \cdot \cos \alpha$ на любом отрезке круговой траектории. При условии, конечно, что в каждой точке эта сила действует под углом 90 градусов.

Простейшие примеры почему-то не убеждают. А именно –

Брошенный горизонтально камень весом 9 граммов со скоростью 10 метров в секунду в первую секунду опустится на 4,5 метра по вертикали. Работу силы тяжести легко подсчитать.

Пуля весом в 9 граммов, выстреленная из ружья горизонтально со скоростью 1 км в секунду, опустится в первую секунду на 4,5 метра. Работу силы тяжести легко подсчитать. Она окажется той же самой, ибо не зависит от скорости тела, летящего равномерно и прямолинейно, а зависит только от силы, действующей на тело перпендикулярно к направлению его равномерного и прямолинейного движения.

Снаряд, выстреленный горизонтально из пушки со скоростью 3 км/сек, опустится в первую секунду на 4,5 метра. Зная массу снаряда, легко подсчитать работу, которую произведет сила тяжести.

То есть с какой бы скоростью не было брошено тело в горизонтальном направлении, оно пройдет одно и то же расстояние (4,5 метра) по вертикали, так как именно по вертикали приложена действующая на него единственная сила – сила тяжести. И от скорости тела в горизонтальном направлении работа силы тяжести никоим образом не зависит.

Этот же снаряд, выстреленный с помощью ракеты горизонтально с первой космической скоростью 7 км/сек, опустится в первую секунду на те же 4,5 метра. И тут оказывается, что вот в этом единственном, конкретном случае (1-я космическая скорость), работа вдруг оказывается равной нулю!

Тот, кто попытается умножить силу на путь вдоль направления движения, и затем еще на косинус угла между силой и направлением первоначального прямолинейного движения (чтобы якобы найти «смещение» под действием приложенной силы), сделает сразу две ошибки – и путь пройден не под действием приложенной силы, а по инерции с заранее заданной скоростью, к действию силы не относящейся, и косинус относится к движению с опорой, а не в свободном пространстве. В свободном пространстве тело, конечно, перемещается по направлению скорости, но если мы хотим знать работу некоторой силы, приложенной к телу в любом направлении, то мы должны умножить эту силу на путь, пройденный телом в направлении действия этой силы (назовите его «смещением», чтобы отличать от «перемещения»). То есть мы должны учитывать только ту составляющую скорости, которая была создана действием этой силы.

Но в чем же суть противоречия, выявленного Лернером?

Да, если мы рассматриваем силу гравитации как постоянно действующую, то мы должны признать, что при стремлении отрезка времени к нулю, и бесконечном увеличении числа отрезков, работа на отдельном интервале времени или расстояния изменяется не пропорционально длине отрезка или времени, потому что путь пропорционален квадрату времени. А значит, как показано и у Кая и у Холмса, в пределе элементарная работа уменьшается быстрее, чем число отрезков, а значит, сумма стремится к нулю?

Но ведь так будет при любом виде траектории, в том числе и при параболе. А это значит, что сила тяжести и в этом случае не будет совершать работы!?

Кай предпочитает игнорировать эти вопросы. Нигде, на всем протяжении многодневной беседы на форуме на этот вопрос ответа не было получено.

*

Как же нужно рассуждать в рамках гравитонной гипотезы, и почему правильно именно такое рассуждение?

Дело в том, что в действительности на отрезке пути (или времени) на движущееся тело воздействует не собственно СИЛА, а ИМПУЛЬС ($F\Delta t = m\Delta v$). Если для вычисления работы (затрат энергии) интегрировать бесконечно малые отрезки пути и времени, предполагая действующую «силу» постоянной, то, естественным образом, вы получите в результате ноль, как было сказано выше. При уменьшении отрезка времени (или пути вдоль линейной скорости, что одно и то же) и при постоянной действующей силе тело будет проходить отрезки пути в перпендикулярном направлении пропорциональные квадрату времени ($S = at^2$). А значит, этот путь будет уменьшаться быстрее, чем уменьшается отрезок времени, и потому интегрирование даст НОЛЬ. По мнению Кая это произойдет просто вследствие величины косинуса, равной нулю, но это – ошибка, понятие косинуса в свободном пространстве применимо со специальными ограничениями. Но ведь тот же самый результат вы получите, производя подобную математическую (!) операцию в случае даже простого бросания камня параллельно земной поверхности! Однако, это почему-то не вызывает удивления. Сказано – в одном случае работы нет, а в другом случае она есть. Предлагается не задумываться слишком....

А с точки зрения гравитонной теории никакого парадокса нет. По простой причине – сама сила, действующая на тело – не постоянна, она «квантована». Физическая суть этой силы – результат взаимодействия гравитонов с преонами, составляющими протон.

Длительность импульса – ничтожная, так как она определяется временем взаимодействия преона с гравитоном. Далее следует интервал между импульсами.

В макромасштабе этого не видно. Множество гравитонов сливается в один сплошной поток. Как шум дождя во время ливня. Но никто же не отрицает, что дождь состоит из отдельных капель!?

Поэтому на любом отрезке окружности мы имеем



И какой бы сколь угодно малый участок окружности мы ни взяли, число импульсов будет уменьшаться линейно.

А в данном варианте на каждом элементарном отрезке (импульсе) сила либо есть, либо нет, и добавка производится не в виде СИЛЫ, а в виде скорости.

В чем же разница? В том, что при сокращении отрезка времени уменьшается не время, в течение которого действует сила (а значит и скорость в конце отрезка), а число импульсов (моментов), каждый из которых добавляет свою микроскорость.

И, значит, при уменьшении интервала вдвое, уменьшается вдвое и общий импульс, в то время как в прежнем варианте уменьшалось вдвое время, а путь уменьшался вчетверо. При уменьшении же вдвое общего импульса все нормально – работа производится и она пропорциональна длине окружности – траектории движения тела.

Но этого допустить Ньютон никак не мог. Это означало бы (как и для Кая), что работа при движении по кругу есть, энергия затрачивается, а ее источника – не видно!

$$A = FS = mg \cdot vt = mv \cdot gt$$

mv- элементарный момент

Суммарная работа $A=N*mvgt= Nt*mvg$ увеличивается линейно со временем

Что же мешало применить простое суммирование моментов количества движения?

Мешало представление об «аналоговом» действии силы независимо от ее характера, от ее происхождения.

Таким образом, сегодня мы имеем полное право называть нашу физику – «гравитонно-квантовой механикой», ибо основное ее понятие - понятие «силы» - оказывается квантованным. Интересно при этом, что вся остальная современная квантовая механика оказывается либо ненужной, либо предельно упрощенной.

*

Теперь, понимая все это, можно рассмотреть и падение шарика на мраморную (стальную) плиту. На участке падения на шарик действует не какая-то постоянная мистическая «сила», а ИМПУЛЬС, момент количества движения, передаваемый шарiku гравитонами. Каждый импульс добавляет определенную порцию скорости, так что в каждый следующий отрезок времени добавляется величина V .

Конечно, если мы будем наблюдать доли времени, доступные нашему наблюдению, то мы можем описать (!) зависимость скорости от времени в виде $V=at$. И, наблюдая падение тел вблизи Земли, был сделан вывод, что они падают с постоянным ускорением. То есть величина V как бы нарастала со временем. Скорость получалась умножением некоей величины на время. То есть становилась чисто математической величиной. А на самом деле скорость получается СЛОЖЕНИЕМ того или иного числа моментов количества движения, импульсов.

«Это фундаментально, Ватсон!»

В классике предполагается (!), что при приложении силы к телу его скорость возрастает линейно. Ибо это очевидно. Но это, по-видимому, верно только в макромасштабе. В микромасштабе на преон действует очень кратковременный импульс. Размер преона около 10^{-20} см. Скорость гравитона около 10^{21-22} см/сек. Отсюда время взаимодействия – не больше 10^{-41} сек. Но есть и интервал между взаимодействиями.

Сила – это импульс, деленный на время, на интервал времени взаимодействия! А величина самого импульса – одна и та же, так как она определяется массой преона и временем нахождения гравитона в преоне! Вот почему неправомерно при анализе кругового движения устремлять отрезок времени к нулю.



На участке подъема шарика после отражения от плиты продолжает действовать та же самая сила гравитации в виде отдельных импульсов (моментов количества движения), каждый из которых отнимает свою порцию скорости из скорости шарика, движущегося навстречу потоку гравитонов. Эта модель объясняет движение шарика (и маятника) гораздо проще, чем модель

«потенциальной энергии» и «работы», в которой подразумевается, что шарик неким неизвестным нам образом постоянно сводит «дебет с кредитом».

Из всего этого следует множество далеко идущих выводов.

Желающим пользоваться красивыми словами можно рекомендовать выражение «квантование силы».

Но как быть с проблемой сохранения энергии?

Моменты суммируются, понятно, каждый со своим знаком, и за полный период обращения сумма моментов оказывается равной нулю. Не работа, а сумма моментов!

А энергия?

А энергия доставляется с каждым приходящим извне импульсом, и может быть подсчитана на длине окружности с определенной сколь угодно высокой точностью.