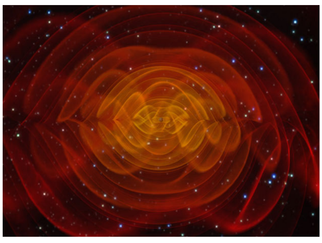
Гравитационные волны на пальцах™



эпиграф
То крылом волны касаясь,
то стрелой взмывая к тучам,
он кричит, и — тучи слышат
радость в смелом крике птицы.
М. Горький

Гравитационные волны, что это такое и чем они могут быть нам интересны или полезны?

По самому названию *гравитационные волны* можно догадаться, тут речь идет о неких таких *"волнах гравитации"*. Как же у гравитации могут оказаться волны? А это смотря что мы понимаем под словом "гравитация"...

Давно обещанный пост про гравитационные волны. Как обычно, сам пост в первом комментарии.

Опубликовано на COSMOS

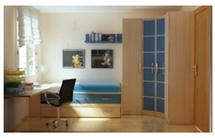
Написал на пальцах™ sly2m 62379 ★★★★★

ПОХОЖИЕ ПОСТЫ

Число Грэма на пальцах™ +1188

Написал на пальцах™ sly2m 534 комментария

Ложный вакуум на пальцах™ +458



Написал на пальцах™ sly2m 294 комментария

все комментарии (505)

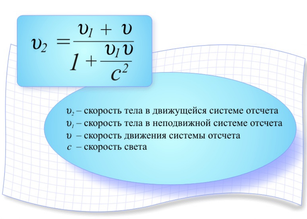
комментировать

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПОСТА:

Со школы все помнят — 400 лет назад Ньютону на голову упало яблоко и он объявил: "Все тела притягиваются друг к другу". Большинство наверняка не забыли, что тела притягиваются пропорционально массе и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Т.е. чем массивнее предмет, тем больше гравитация (Земля притягивает сильней, чем, скажем, дом), но так же, чем дальше предмет, тем гравитация слабее. Не ахти какая наука, тут понятно всем, никто и не спорит, все довольно очевидно. У подобной *"ньютоновской гравитации"* не может быть никаких волн. Яблоко просто притягивается и падает на землю, без всяких волнений и колебаний. Планета словно какими–то невидимыми крюками тащит к себе яблоко и тому приходится падать вниз, потому что в *другие* стороны ничего не тащит, а вниз гравитация. Если яблоко мы бросили в сторону, оно полетит по дуге, как и любой снаряд, пуля или камень. Тоже интуитивно понятно почему. Бросили мы вперед, оно и летит вперед. Но гравитация же тянет вниз, вот оно и летит одновременно *вперед и вниз*, от того и дуга, от того рано или поздно таки упадет на землю.

Однако примерно 100 лет назад, в начале 20го века, другому не менее мозговитому ученому, Альберту Эйнштейну, на голову упал учебник геометрии и тому пригрезилась иная интерпретация законов гравитации. Ему взбрело выдвинуть идею, что гравитация всего–то искривление нашего пространства. Точнее, пришлось сначала объявить совершенно нетривиальную вещь, что нет никакого *отдельного пространства* и нет никакого *независимого времени*, а есть одно целое *пространство–время*, что время вроде как четвертая координата, в дополнении к трем пространственным, именно искривление этой четырехмерной штуки и есть гравитация. При едином пространстве–время тоже наверняка многие слышали, на этой идее Эйнштейн построил свою Специальную Теорию Относительности (СТО), это такая *облегченная версия* теории относительности, которая занимается в основном путешествиями с околосветовыми скоростями, всякими *замедлениями времени* и *парадоксами близнецов*.

Специальную Теорию Относительности современные школьники проходят на физике в десятом классе. В ней нет ничего сложного, самая страшная формула выглядит как–то так.



Те, кто изучал СТО в институте знают, что не все там так уж и просто, даже один тензор в формулах затесался, но все равно, это детский лепет, ничего существенно объяснять не требуется, все и так восьма на пальцах™.

С Общей Теорией Относительности (ОТО), там, где появляется и вступает в свои права гравитация, дела гораздо сложнее. В расчетах сам черт ногу сломит. Не стал тащить весь этот ужас сюда, вот, например глава из учебника по теории относительности, так же как и у нас посвященная гравитационным волнам, только с выкладками и формулами. Обращаю ваше внимание, в тексте по ссылке идет речь об *упрощенном и приближенном частном случае* (см. заголовок — "weak field approximation") — когда интенсивность гравитации невелика, и большинством коэффициентов в формулах можно пренебречь, т.е. вовсе не включать их в расчеты, вот их и не включили, существенно подсократив объем матана. Полистали? Обратили внимание — чем дальше спускаешься вниз по странице, тем больше растет уверенность, что это какой–то хитрый обман, чтобы набрать классы? У нормального человека уже к середине глаза разбегаются, а мозг начинает плавиться и активно сопротивляться — не может быть так сложно, не может быть такого в природе, потому что не может быть никогда!

Не буду больше стращать формулами, обещаю. Принципы ОТО можно объяснить на пальцах™ и вряд ли их понадобится сильно больше пяти.

За доступным объяснением основ Общей Теории Относительности на пальцах™ рекомендую окунуться в соответствующую статью.

Согласно Эйнштейну присутствие массы (правильней использовать термин "тензор энергии–импульса", но мы продолжим по–простецки говорить "масса") искривляет и гнет пространство–время вокруг себя. Т.е. Земля никоим образом *не притягивает* яблоко, как это ни прозвучит абсурдно — *брошенное яблоко по инерции продолжает лететь строго прямо* . Однако само пространство–время искривлено, то есть прямая линия, по которой летит яблоко искривляется и упирается в поверхность Земли. Вот такая вот ментальная загогулина родилась в голове Эйнштейна, и он начал ее продвигать в народ.

Все это, конечно, хорошо, и интересно, и звучит красиво. Однако не стоит забывать, что в момент написания Эйнштейном вся эта *относительность* была не более чем "теорией". Математической абстракцией, рожденной в воспаленном мозгу гения. То есть он сначала из головы написал все эти формулы, а потом ученые стали проверять, соответствуют ли они процессам, реально проходящим в природе, или же это не более, чем разыгравшееся воображение сумасшедшего.

И вот что занимательно. В первом приближении сложная и замороченная теория гравитации Эйнштейна не так уж и сильно отличается от простой и элементарной теории Ньютона. Мы можем запускать ракеты на Марс даже не глядя в сторону Эйнштейна, старого доброго Ньютона, помноженного на законы небесной механики Кеплера вполне достаточно. Однако дьявол как обычно окопался в деталях.

Теория Относительности Эйнштейна предсказывает (читай *"из формул прямо следует"*) множество башнесрывных феноменов и контринтуитивных парадоксов, которых не может существовать в ньютоновской теории и в которые невозможно поверить на слово, приходится ставить эксперименты и проверять. К примеру *всякие* эффекты замедления времени в полях мощного тяготения. Помните, как в фильме "Интерстеллар" на планете, которая вращалась вокруг черной *дыры*, один час *длился* семь лет? Кстати, не забыть бы сами черные *дыры* — тоже следствие решений формул Эйнштейна, которые долгое время были "просто решениями", забавным математическим казусом. Т.е. давайте возьмем формулы, и подставим в одно из уравнений вместо некого коэффициента *скорость света*. Что получим? Получим неведомую зверушку, которая пожирает всю материю вокруг и ничего не выпускает из себя. Математики посчитали, поржали и забыли. То, что мы можем карандашом исправить в формуле один коэффициент на другой, совсем не означает, что природа будет делать то же самое в нашей с вами реальной реальности. Но нет, сегодня астрофизики обнаружили более тысячи черных дыр только в нашей галактике, не говоря уже о том, что мы все вместе с *Землей*, Луной, Солнцем и остальными планетами Солнечной Системы вращаемся вокруг сверхмассивной черной дыры Стрелец А*, которая расположена в самом галактическом ядре. И в ядрах почти всех обозримых галактик вокруг.

Теория Относительности Эйнштейна так же предсказывает, что вращающаяся масса буквальным образом "увлекает пространство за собой", заставляет его вращаться вместе, словно воронка некого гигантского водоворота. Разве могло такое присниться Ньютону? Ну представьте, падает яблоко на планету. Какая разница, вращается при этом планета или нет, все равно яблоко должно упасть строго вертикально вниз.

А вот Эйнштейн говорит, что вращающаяся планета тянет за собой (обратите внимание! не яблоко, не воздух вокруг себя, а само пространство–время, сквозь которое падает яблоко), от чего то упадет не строго вниз, а чуточку сместившись по направлению вращения. Сразу уточню — эффект мизерный. Ну, из–за невеликой массы Земли мизерный, с яблоком сильно не поэкспериментируешь. Но используя сверхточные приборы данное отклонение **было зафиксировано**. Хотите верьте, хотите не верьте, это экспериментально доказанный факт.

Или эффект *гравитационного линзирования*, когда пролетая мимо существенной массы, свет уже не путешествует по прямой. Точнее, как упоминалось выше, свет *думает*, что он летит по прямой, хотя реально эта прямая искривлена гравитацией, от чего казалось бы строгий и ровный луч света рисует забавные загогулины в космосе.

Есть и другие явления, вытекающие из теории относительности, например прецессия вращающихся планетарных систем, гравитационное красное смещение и проч., и что характерно, все эти предсказания были проверены непосредственно опытным путем. И какими бы странными они не были, все точно совпадает с теорией в которой гравитация это ни что иное как искривление пространства–времени.

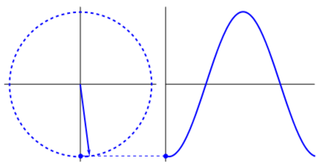
И лишь единственный эффект, который прямо следует из формул, так и не был до сих пор экспериментально обнаружен. Как раз–таки те самые гравитационные волны. По всем расчетам они должны

быть, но их никак не найдут.

Итак, что же это за "гравитационные волны"? Если с гравитацией после вступления (а это было только вступление!), я надеюсь, стало чуточку понятней, давайте разбираться, со второй частью, что же такое, собственно, "волны".

Море все видели (ну, хотя бы на картинке), в детстве "море волнуется раз..." все играли? На простом языке, без формул — волна, это некая *хрень*, которая появляется при движении какой–то *фигни с ускорением*.

В самом прямом смысле слова, это абсолютно точное описание волны. Мы привыкли думать об "ускорении", когда что–то ехало медленно, а потом поехало быстро. Но в этом случае, данное что–то уже *ехало* и все про него забыли. Здесь волна тоже рождается (ведь движению было с ускорением, это важно!), но формой будет далека от привычной всем синусоиды. Гораздо удобней никуда не ехать, а просто "дрыгаться на месте". Вперед–назад, вправо–влево или вверх–вниз. Это ведь тоже *движение с ускорением*, с переменным ускорением туда–сюда. Или по кругу.



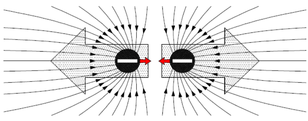
Закиньте поплавок в воду, и начните дрыгать его вверх–вниз. Получите волны на поверхности пруда.
Натяните гитарную струну, и начните дрыгать ее вверх–вниз. Получите звук, то есть акустические волны воздуха.
Возьмите заряженную частицу, например, электрон и начните дрыгать его вверх–вниз. Получите электромагнитную волну. Самым натуральным образом — возьмите эбонитовую палочку, потрите ее о мех и начинайте яростно трясти заряженной палочкой в воздухе. Сосредоточьтесь на процессе, вы не просто выглядите как идиот, вы при этом еще и радиоволны излучаете. Конечно, учитывая невеликий заряд и невысокую частоту махания на стандартный радиоприемник эту передачу поймать будет затруднительно. Но она есть, ваши персональные радиоволны можно обнаружить, хоть и придется повозиться с аппаратурой.

Дальше все сложней и замороченней. Эбонитовая палочка плюс еще рука ведь что–то весят! Перемещая с ускорением массу в пространстве вы тем самым создаете гравитационные волны. Правило простое, перемещаем заряд — порождаем электромагнитную волну, перемещаем массу — имеем гравитационную.

Получается, что все мы суть генераторы гравитационных волн? Да, получается. Все дело лишь в интенсивности усилий.

Я уже говорил, что эбонитовой палочкой, еще и вручную, вы особых радиоволн не нагенерируете. Но что–то такое, на пределе аппаратных возможностей современными технологиями можно уловить. С гравитацией все хуже и серьезней. Гравитационное взаимодействие гораздо слабей электромагнитного. А значит построить прибор для детектирования гравитационных волн (гравитоприемник) гораздо сложней.

Насколько сложней? Видимо, как минимум, насколько слабей. А насколько слабей? Вот, скажем, есть у нас два электрона. Они висят в пространстве и оба имеют массу и электрический заряд. Наличие заряда, да еще и одноименного, заставляет электроны отталкиваться, благодаря "электромагнитной силе" (хоть так говорить не совсем правильно), а наличие массы заставляет их притягиваться благодаря "силе взаимной гравитации". Какая сила перевесит, электромагнитная отталкивания или гравитационная притягивания?



Правильно, электромагнитная. Потому что она сильней. А во сколько раз? В 1000000000000000000000000000000000000000, вот во сколько. Не шучу, 10 *додециллионов* (*прописью десять миллиардов миллиардов миллиардов триллионов*), т.е. 10^{40} раз. Во столько раз сложней построить гравитоприемник (детектор гравитационных волн) по сравнению с радиоприемником (детектором волн электромагнитных). Ну, или около того, в таких пределах. Потому–то в мире частиц и мире людей балом правит электромагнитное взаимодействие. Гравитацию частиц, людей и даже горных хребтов можно в расчеты не включать, *додециллионы решают*. И лишь в мире планет и звездных систем гравитация вступает в свои права. Редко встретишь электрически существенно заряженную звезду или планету, а вот масса есть у всех.

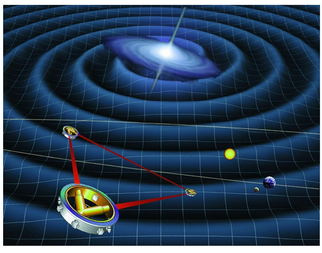
Именно по этому мы до сих пор не обнаружили гравитационных волн, они очень слабенькие. Очень–очень–очень–...(36 раз очень)...–очень слабенькие. Рукой трясти вообще бесполезно. Нужно сразу звездой трясти или черной дырой. По расчетам, лишь при взрыве сверхновой или слиянии двух черных дыр в космосе произойдет достаточная встряска пространства–времени, чтобы мы тут на Земле смогли что–то зафиксировать.

И главное детекторы уже есть. Например гравитационно–волновая обсерватория LIGO в США.

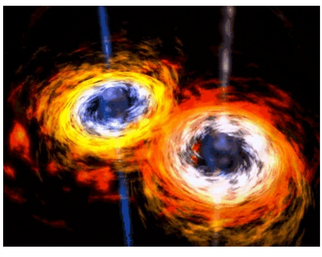
В двух словах для гравитационного волнового детектора нужна длиннющая труба, точнее две трубы, перпендикулярные друг другу. Из труб откачан воздух и по ним пускают лазерный луч, который летит внутри, отражается от зеркала на концах и возвращается в исходную точку. Так как длина труб одинаковая оба луча должны вернуться туда же откуда вылетели. Но если во время эксперимента по детектору проходит гравитационная волна, один путь оказывается чуть длинней и луча рассинхронизируются.

Разница в путях минимальная. При длине труб 4 километра, детектор способен уловить расхождение лучей на величину меньше диаметра атома водорода. А это адски сложная задача. Мотоцикл в паре километров проехал и то вибрация больше. Да что там, бабочка мимо пролетела, крыльшками взмахнула — и это тоже приходится учитывать, там сложнейшая система стабилизации и компенсации. Обсерватория LIGO производит эксперименты уже десяток лет и пока ничего не обнаружила. События по масштабам равные взрыву сверхновой в ближайших окрестностях нашей галактики происходят не так уж и часто, возможно ученым пока еще не везет.

Для обнаружения гравитационных волн меньшей интенсивности путем избавления от окружающих помех, а так же увеличения измерительной базы запланирован проект LISA, тот же LIGO, только в космосе. Там и длину плеча можно увеличить до десятков миллионов километров, и опять же — вакуум вокруг, никаких сторонних вибраций. Но это дело не ближайшего будущего, в сентябре 2015го года планируется запуск тестового варианта LISA Pathfinder, чтобы проверить, как вся эта система будет работать в космосе. Ни о каких миллионах километров речь пока не идет, "длина трубы" в тестовом аппарате всего 38 сантиметров.



Однако повторюсь. На текущий момент, весну 2015го года, никто и никогда не наблюдал этих гравитационных волн напрямую. Хотя за их косвенное открытие в 1993м году уже выдали Нобелевскую премию. Дело в том, что как и любые другие волны, гравитационные переносят энергию. Когда пара нейтронных звезд или черных дыр вращается вокруг друг друга, а точнее вокруг общего центра, они должны испускать гравитационные волны. Которых, как я уже говорил, никто никогда не видел. Но с волнами гравитации из системы должна уноситься энергия, от чего вращающиеся объекты должны постепенно приближаться друг к другу, причем весьма специфическим образом. А вот это как раз было экспериментально проверенно на примере поведения двойных пульсаров и расчеты Эйнштейна точно совпадают с наблюдениям астрофизиков.



Но что из себя представляют эти гравитационные волны, как они выглядят? Это ведь не совсем те *"волны"*, которые вы видели на приведенных выше картинках, там не более, чем творческая интерпретация художника. И что же собственно в них волнуется? "Гравитация"?

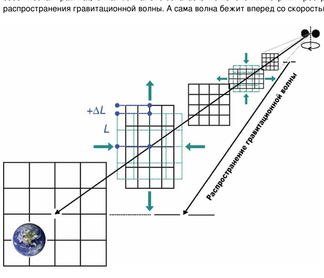
Если вы дочитали до этого места и все пока было понятно, сможете сами ответить на данный вопрос. Гравитация это искривление, т.е. по большому счету конфигурация пространства. Гравитационная волна, это *передача каких–то изменений* по пространству, точнее, как мы помним, по пространству–времени. Пространство натуральным образом изменяется, искривляется, растягивается и сжимается. А как же эту конфигурацию пощупать и измерить, если все предметы в этом пространстве, казалось бы, должны растягиваться и сжиматься вместе с ним?

Нет. Пространство (пространство–время) это по сути вакуум, если не слишком сильно придираться к определению.
Но мы–то с вами состоим не из вакуума, у нас еще куча протонов, электронов, нейтронов, молекул и связей между ними. Все эти связи активно сопротивляются изменениям конфигурации пространства.

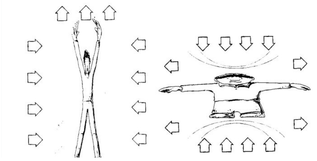
Когда по человеку или любому другому предмету проходит гравитационная волна, его вполне ощутимо плющит и корежит, растягивает и скручивает.

Предположим, мы стоим и смотрим прямо на взрыв сверхновой, от которой на нас, кроме убийственного потока радиации, в секунду превращающего человека в облачко пара, также идет и гравитационная волна. Забудем про "облачко пара", пусть взрыв произошел довольно далеко, а мы надели суперзащитный костюм *из адаманта*, полностью зашищающий от радиации и излучения. Но от гравитации спастись невозможно, я же говорю — это волна изменений самого пространства в котором мы находится. Защититься от ее по современным понятиям нереально, попробуйте закрыться от притяжения Земли стальным листом, не думаю, что добьетесь успеха. Что же мы почувствуем, когда по нам пройдет гравитационная волна?

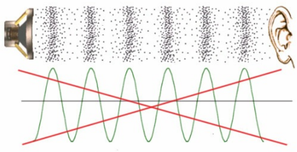
Вблизи от источника гравитационного излучения, взорвавшейся сверхновой или вращающихся черных дыр с метрикой пространства творится полная каша, тензор залазит на тензор, соваться туда даже и не стоит. Но в отдалении, там где мы стоим (хотя точнее скорее всего висим в вакууме) в своем скафандре из адаманта, буйство метрики успокаивается, и на отдаленного наблюдателя идет вполне себе плоская гравитационная волна. Это означает, что изменения метрики пространства (грубо говоря расстояний и длин) происходит только в плоскости, перпендикулярной направлению распространения гравитационной волны. А сама волна бежит вперед со скоростью света.



То есть когда по человеку проходит, если так можно сказать, "горб волны", его начинает вытягивать вверх–вниз, и сжимать по бокам, а когда до него доходит "впадина", наоборот сжимает сверху, и тянет в стороны.



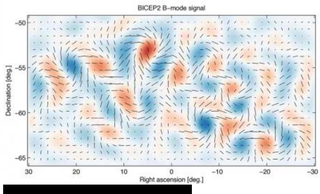
Что, к примеру, в случае со звуковыми волнами совершенно не так, там волны давления, то есть колебания молекул воздуха, а еще точнее, изменения плотности участков воздуха, идут в продольном направлении, что бы нам не рисовал осциллограф и не подсказывали ложные аналогии.

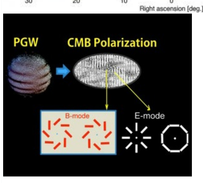


Повторюсь, при распространении гравитационных волн происходит растяжение/сжатие самого пространства, а все предметы в пространстве сопротивляются за счет сил упругости, ощущая при этом вполне конкретные деформации. Хоть и мизерные, как уже указывалось выше. Забавно, что похожий эффект можно было наблюдать в фильме "Матрица". Не думаю, что братья Вачовски изначально хотели показать процесс прохождения гравитационной волны по Избранному, хотя визуально выглядит весьма похоже.

Ну, а теперь напомню, что данный пост существует не сам по себе, а является второй частью более обширной статьи, начавшейся почти год назад с текста " Инфляционная модель Вселенной в изложении на пальцах™". Инфляционная теория сегодня считается одной из самых перспективных теорий в космологии, потому что лучше всех остальных объясняет наблюдаемые в телескопы феномены, а так же обещает несколько заманчивых последствий (почитайте, я о них рассказывал), но все доказательства лишь косвенные. И только в прошлом году появилось сообщение о первом прямом наблюдении расположенной в Антарктиде на Южном Полюсе обсерваторией BICEP2 реликтовых гравитационных волн.

Сразу обращу внимание — это не совсем такие гравитационные волны о которых идет речь в данном посте! Это лишь *реликтовые*(!) гравитационные волны. Т.е. те волны, которые появились сразу после Большого Взрыва и были буквально *вморожены* в структуру пространства при его инфляционном расширении. BICEP2 непосредственно наблюдал за поляризацией реликтового излучения в поисках B–моды. Если не морочить голову деталями, что это за *B–мода такая*, можно образно сказать в наблюдаемой картине была обнаружена особая конфигурация, которая могла возникнуть только если инфляционная теория верна, причем с высокой точностью, что и послужило причиной считать данное наблюдение ее документальным подтверждением.





Однако через полгода появились публикации, что *присутствие* данной B–моды (подобный узор в наблюдаемых результатах) может быть объяснено и другими причинами, самая простая из них — межзвездная пыль нашей собственной галактики. Влияние галактической пыли тоже способно давать похожую картинку и здесь непонятно в чем истинная причина. Возможно действительно реликтовые гравитационные волны хитрой формы, а может быть и нет. Т.е. пока нет четкой ясности, открытие нельзя назвать открытием. Остается продолжать наблюдения, изменяя параметры экспериментов в надежде отсечь потенциальное влияние межзвездной пыли.

Короче точку ставить пока рано, да и опять–таки, это совсем не то, что непосредственное наблюдение гравитационных волн, которое могло бы закрыть вопрос их существования. В науке ничего не считается доказанным, покуда его прямо *не пощупали и не измерили*, волны гравитации — открытая проблема.

Ждем–с.

UPD: 11 февраля 2016 года коллаборация LIGO объявила об экспериментальном обнаружении гравитационных волн!

+ 471 –

Написал пальцах™ на sly2m · ответить

sly2m: Прошу прощения за мою внимательность, но у вас нулей в числе 39, а должно быть 40. 3 раза пересчитал.

10 + 10 + 10 + 9 = 39

з? В 10000000000000000000000000000000000000000 вот во
лиардов миллиардов триллионов), т.е. 10^{40} раз. Во столько раз

+ 80 – Написал kaberc · ответить ↑

kaberc: ну, пиздец теперь, *падлавил*
в инбокс можно же было написать

+ 45 – Написал nerv · ответить ↑

nerv: *Ну не зря же я такую красивую картинку рисовал.*

+ 151 – Написал kaberc · ответить ↑

kaberc: Вот это я лоханулся! Вместо 10 додециллионов написал только один додециллион. Спасибо, я исправлю пост.
Серьезно.

+ 68 – Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑

sly2m: всетаки лучше имет 9 додециллионов чем не иметь.

+ 9 – Написал lysy · ответить ↑

sly2m: вы с додециллионами поосторожнее, у Эйнштейна брат от этого айтишником стал

+ 8 – Написал smartov · ответить ↑

kaberc: Оговорка математика (на ютубе только английский вариант).

+ 10 – Написал logoholic · ответить ↑

logoholic: Смотрел 10 раз и ни разу по–русски. Перевод только портит Фрая и Лори.

+ 3 – Написал kaberc · ответить ↑

kaberc: Советский командировочный купил в Париже всем своим друзьям, коллегам и знакомым в качестве сувениров презервативы. Зашел в лавочку и взял сразу 500 штук. Ночью разложил все свои покупки на ковре, пересчитал. Взволнованный, он побежал наутро снова в лавочку: — Месье, вы дали мне не 500, а 499 презервативов! Лавочник, извиняясь, протягивает ему 500–й презерватив со словами: — Простите, месье, я испортил вам такую ночь!

+ 6 – Написал ircmaan · ответить ↑

kaberc: там вообще 42 нуля должно быть, если Фейнман не врал.

+ 0 – Написал qnick · ответить ↑

sly2m: Объяснять сложные явления на пальцах — бесценно.

+ 55 – Написал ae485 · ответить ↑

sly2m: *NB! Если не понятно, почему по Ньютону яблоко падает на вращающуюся планету строго вертикально вниз относительно ее поверхности, придется пройти шестой класс средней школы заново.*

Справедливости ради — во вполне себе классической механике падающее на землю с высоты яблоко тоже снесет немного на восток (везде кроме полюсов, очевидно), из–за сил Кориолиса (она же суть сохранение момента импульса). Эффект тоже мизерный, но в целом вполне наблюдаемый.

+ 10 – Написал PerepeL · ответить ↑

PerepeL: про мизерный эффект артиллеристам будешь рассказывать

+ 20 – Написал benbow · ответить ↑

benbow: При стрельбе на широте Питера вдоль меридиана на 10 километров цель будет "уезжать" из–под прицела со скоростью около полуметра в секунду, то есть в лучшем случае успеет уехать на десятки метров. При этом же из–за эффекта Магнуса деривация на 10 километрах достигает 100–300 метров и куда менее предсказуема. Так что все равно они стреляют либо методом градиентного поиска при помощи корректировщика огня, либо вообще "в направлении предполагаемого противника" если его нет.

+ 15 – Написал PerepeL · ответить ↑

Ещё комментарий от Lazyray

sly2m: скажите, а если это событие произойдет, что будет с материей которая оказалась на пути такой гравитационной волны? Она просто спружинит как резиновый мячик или может развалится на кварки? Если спружинит то как это отразится на физическом состоянии ее? По идее я так понимаю должны как минимум меняться межатомные расстояния, что может привести к необратимым последствиям.

А если на пути ее окажется человек, условно говоря защищенный от всех других воздействий, убьет его эта волна или нет? И сможет за он заметить что он сам и пространство–время вокруг искривилось?

+ 2 – Написал sometimes · ответить ↑

sometimes: Я как раз и писал этот пост с целью объяснить, что такое гравитационная волна, и как она отразится на объектах, через которые проходит, а особенно на людях.

Немножко поколбасит предметы, да. Но очень немножко. Очень–очень немножко. Они станут чуточку длинней, но уже, потом короче, но шире. И так несколько раз, с затуханием. Если источник этой волны не находится прямо у нас перед носом (сверхновая в 100 километрах взорвалась, скажем, но в этом случае гравитационные волны это самое малое, что будет нас беспокоить), а эти источники далеко в космосе — мы не обнаружим и не почувствуем ничего.
В тексте я приводил примеры, что четырехкилометровая труба будет сжиматься на величину радиуса водорода. И то, мы даже таких гравитационных волн никак не обнаружим.

С точки зрения воздействия на организм — гравитационная волна это обычные перегрузки. Ну, не совсем обычные, но что–то из этой области. Когда вы взлетаете на самолете, вы испытываете ГОРАЗДО БОЛЬШИЕ перегрузки (и в том числе растяжения/сжатия) своего тела. И ничего. Это ощутимо, да, но вас же не разрывает на куски.

+ 10 – Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑

sly2m: *вас же не разрывает на куски.*
А вдруг власти скрывают?

+ 12 – Написал smartov · ответить ↑

А сама гравитационная волна бежит вперёд со скоростью света. По–моему, это утверждение не верно, так как ранее было сказано. Потому–то в мире частиц и мире — (это микромир) людей балом правит электромагнитное взаимодействие. Гравитацию частиц, людей и даже горных хребтов можно в расчёты не включать, додециллионы решают. И лишь в мире планет и звёздных систем (это

макромир) гравитация вступает в свои права. Редко встретишь электрически существенно заряженную звезду или планету, а вот масса есть у всех. А вот из этого должно следовать, что на гигантских расстояниях электромагнитное взаимодействие затухает, гравитационное же наоборот усиливается, значит скорость гравитационной волны намного больше скорости света и при этом стремящейся к бесконечности.

Написал renics · ответить ↑ .

> renics: Нет. Не значит. Гравитационное воздействие затухает точно так же, как и электромагнитное. С квадратом расстояния.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

" Т.е. Земля никоим образом не притягивает яблоко, как это ни прозвучит абсурдно — брошенное яблоко по инерции продолжает лететь строго прямо."
А каким образом падает на Землю не брошенное яблоко, а оторвавшееся с ветки если его никто не притягивает? Например две планеты просто висящие в космосе без какого–либо первоначального импульса, они же в результате притянуться друг к другу?

Написал oldlabrit · ответить .

> oldlabrit: Потому что искривляется (и вообще существует) не только пространство, а пространство–время. И любой предмет движется не только в пространстве, а в пространстве–времени. Этот путь по четырехмерному пространству называют *мировой линией*.
>
> Даже если яблоко абсолютно покоится в пространстве, оно не перестает двигаться во времени. И мировая линия выводит его на точку пересечения с поверхностью Земли, потому что эта мировая линия искривлена присутствием массы Земли в пространстве–времени.
>
> Если бы массы Земли рядом не было, и вообще никакой другой массы рядом не было, яблоко бы никуда не падало, оно бы продолжало двигаться по прямой вперед во времени, и оставаться на месте в пространстве.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Как сказал Брайан Кокс — "никакой предмет никуда не падает". Он как покоился, так и продолжает. Поэтому и пёрышко с гирей покоятся одинаково. В нашем трёхмерном мирке летят вниз вместе.

Написал olddays · ответить ↑ .

sly2m: А что такое тогда вес объекта? Сила с которой объект движется по мировой линии?

Написал oldlabrit · ответить ↑ .

> oldlabrit: вес объекта это всего лишь сила с которой он давит на подвес или что–то.
> Если у Ньютона груз на подвесе тянет этот самый подвес за счёт того что груз "тянется" силой гравитации, то в ОТО всё переворачивается вверх–дном.
> Это подвес тянет груз отклоняя его от "прямолинейной" в искривлённом пространстве–времени геодезической, груз в свою очередь сопротивляется этому отклонению тем что иногда называют силой инерции. На самом деле это никакая не сила а как раз сама инертность — тело "сопротивляется" отклонению от прямолинейного движения под действием силы по закону F=ma, прикладывая в ответ обратную силу третьего закона Ньютона. Таким образом у безмена отклоняется стрелка пропорционально массе подвешенного объекта, потому что объект "сопротивляется" тому что безмен его отклоняет от "прямолинейной" геодезической.

Написал aa-dav · ответить ↑ .

sly2m: Да, особенно, если вспомнить, что время, скорее всего, существует только в математических выкладках, а в физическом плане в его существовании уверены далеко не все ученые, потому что "вперед" то у времени вроде как есть, а насчет "назад" существуют явные проблемы. Вот тут то мозг просто взрывается.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

goldoleg: Никаких сомнений нет. Энтропия есть, а время хоть вперёд, хоть назад валандай.

Написал olddays · ответить ↑ .

> olddays: Это, кстати, весьма верное определение времени. То, что мы понимаем под "временем" (процесс увеличения энтропии Вселенной) — лишь наша собственная макроскопическая заморочка.
>
> В микромире все не так. Летели две частицы навстречу друг другу, столкнулись, и разлетелись в обратные стороны (не забыв соблюсти законы сохранения импульса и энергии).
>
> В приведенном примере время можно крутить куда угодно, что вперед, что назад. Там остается считать время лишь четвертой координатой пространства–времени, не более.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Я так понимаю, обратимость времени в микромире действует при условии, что все частицы абсолютно одинаковы. Ну то есть два нейтрона абсолютно идентичны друг другу. Но ведь один нейтрон за свою жизнь столкнулся, допустим 10 миллиардов раз с другими нейтронами, а другой 20 миллиардов раз. И уже исходя из этого я могу один нейтрон назвать Васей, а другой Петей. И они могут столкнуться в данный момент, а могут и никогда не столкнуться, вот в чем дело. А если любой нейтрон это всегда один и тот же Вася, то да, их столкновение можно крутить в любую сторону по шкале времени. Но если каждая конкретная частица имеет хотябы свою индивидуальную историю столкновений, то время необратимо и в микромире, я так понимаю. Хотя нам, обитателям макромира, все нейтроны, как китайцы, на одно лицо.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

> goldoleg: В квантовой механике элементарные частицы неотличимы друг от друга. Не потому, что у нас плохие приборы, это принципиальная невозможность. Она заложена в самые основы КМ, почти так же глубоко как принцип неопределенности Гейзенберга. Т.е. если у нас в коробку залетел сначала один нейтрон, а потом второй, и через некоторое время из нее вылетел нейтрон. Нет никакой возможности сказать, первый это был или второй. Принципиально.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: вопрос дилетанта. А как же спин?

Написал Mindsplitter · ответить ↑ .

> Mindsplitter: Правильный вопрос. Нужно было уточнить с самого начала — две элементарные частицы в одном состоянии невозможно отличить. Например бывают W^- и W^+ бозоны (переносчики слабого взаимодействия). Конечно их можно отличить, у одного заряд –, у другого +.
>
> Или например электроны. Один находится на s — а другой на p–орбитали. Естественно они отличаются друг от друга. Чем? Да тем, что один находится s — а другой на p–орбитали же! Т.е. энергиями, грубо говоря.
>
> Но вот два электрона в одинаковых состояниях (энергия, спин и т.д.) влетели в коробку. Их невозможно ни каким образом "пронумеровать", поставить на них "серийный номер". Когда мы достали из коробки один из них, принципиально невозможно сказать, который это, первый или второй.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: прям как с неграми

Написал Mindsplitter · ответить ↑ .

> Mindsplitter: Это какая–то расистская шутка. Лучше сказать — как с китайцами. 10 китайцев зашло в общежитие, один китаец вышел оттуда. Никогда не скажешь, который это был. Это может даже вьетнамец быть, все равно никогда не скажешь.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: С китайцами не расизм? Извините, я возможно глупость написал.

Написал Satt · ответить ↑ .

Satt: это была расистская шутка про расистские шутки. Очень годно.

Написал ircmaan · ответить ↑ .

Ну вот перед нами нейтрон. Как узнать, Вася это или Петя? Он же не расскажет про свою историю, и узнать ее никак не получается: можно лишь обнаружить его местоположение ИЛИ измерить его импульс. А что даст одно без другого?

Написал avter · ответить ↑ .

avter: Ну это как с китайцами, говорю же. Вот они для меня, допустим, все одинаковые. И он мне даже объяснить не сможет, что он Вася, а не Петя, потому что я еще и по–китайски не в зуб ногой.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

goldoleg: *мальчик жестами показал, что его зовут Хуан.*

Написал Zanoz · ответить ↑ .

sly2m: А вот когда эти частицы собираются вместе и начинают совместно мыслить — всё! Пиши пропало!

Написал Daf · ответить ↑ .

sly2m: Не совсем. Из–за нарушенности комбинированной зарядово–пространственной четности (**CP**–нарушения, обнаружено в экспериментах) и **CPT**–теоремы (о сохранении комбинации всего этого и времени, проверена с хорошей точностью экспериментально же), законы физики в микромире меняются при изменении знака времени (собственно нарушение **T**–четности). Этот эффект мал (не уверен даже, есть ли прямое экспериментальное подтверждение), но тем не менее, существует.

Написал sashk · ответить ↑ .

olddays: Это в формулах его валандай, как хочешь. А в реальном мире я, например, могу переместиться из точки А в точку Б и обратно, а во времени вернуться кайнозой у меня не получится.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

> goldoleg: Опять–таки, вы просто не замечаете этого. Если я выйду из Москвы пешком в Питер, а вы сядете в Сапсан у приедете туда за 4 часа, а я потрачу неделю (условно), то во вселенной вы совершите путешествие во времени назад относительно меня.
>
> Написал olddays · ответить ↑ .

> olddays: И как вы это себе представляете? Я такой прям сейчас звоню из Москвы — "Давай встретимся в Питере, я там нахожусь неделю назад, выходи". По математике то вроде все нормально, ты приезжаешь и проходишь по той точке на карте, где я был неделю назад, и формально мы, в принципе, встретились. Но в реальности, чтобы пожать друг другу руки, ты должен вернуться по времени на неделю назад. Что врядли. А с точки зрения Вселенной, так мы вообще никогда не расстаемся, настолько близко мы находимся друг к другу.
>
> Написал goldoleg · ответить ↑ .

> goldoleg: А вот так. Я выхожу, и лечу в Пулково за 1.40. Я вернулся практически на неделю назад и мы встретились.
>
> Написал olddays · ответить ↑ .

sly2m: это всё прекрасно, про пространство–время, но не соблаговолит–ли кто–нибудь объяснить с какого такого перепугу мы все нашару и не прикладывая никаких усилий движемся по координате времени?

Вот для того чтобы двигаться по трём другим координатам, я, например, как и вы, прикладываем немалые усилия, сжигаем нефть, а кто–то на эти бабки шубохранилища строит. А во времени, которое "типа как все другие координаты" мы движемся легко, непринуждённо и равномерно. Это мы, получается, закон сохранения энергии нарушаем? А если не нарушаем, то какую энергию расходуем?

А вот ещё, кстати, кто сказал, что равномерно? Есть ли пруфы, что раньше мы не двигались вдоль этой координаты быстрее или медленее. Хотя это уже немного отрывает голову, если попытаться подумать об ускорении применительно к координате времени. В чем тогда ускорение отсчитывать, если мы и так измеряем длину секунд. Не в секундах же его мерить, в них–то, ясное дело, всё одинаково.

Написал smartov · ответить ↑ .

> smartov: "А во времени, которое "типа как все другие координаты" мы движемся легко, непринуждённо и равномерно."
>
> Вы никогда не слышали про парадокс близнецов что ли?
> Мде...

Написал aa-dav · ответить ↑ .

> smartov: При равномерном движении никакого обмена энергией не происходит. Нефть жжётся в момент, когда скорость нужно изменить, и для компенсации стремления поверхности сровнять твою скорость со своей, путём натирания твоих подошв в сторону противоположную движению. Парадокса выходит нет. От туда же вывод, что по времени движемся равномерно. А ускорение по времени можно оценить относительное, сверив часы до и после оцениваемого промежутка.

Написал Satt · ответить ↑ .

oldlabrit: Кто ж их так подвесит без импульса?

Написал Daf · ответить ↑ .

Как же ты все таки непередаваемо крут, чувак!
Пиши, пожалуйста, больше, выпускай книги, снимай передачи!

Написал bubuch · ответить .

А вот по сравнению с остальными статьями *на пальцах™*, этот пост особенно напальцевый, мне кажется. Малое количесато комментариев, большое количество плюсов, почти мгновенное золото! Sly2m, мне кажется, выходит на новый уровень популяризации!, Может впрадду пора замахнуться на книжку или даже серию под зарегистрированным брендом *"На пальцах™"*?

Написал Daf · ответить .

> Daf: Сначала ты работаешь "на пальцы", потом "пальцы" работают на тебя. :)
> Для меня это наоборот тревожный сигнал. Так возгордиться и исписаться недолго. Надеюсь это все еще далеко впереди.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

Странная вещь получается:
"Т.е. Земля никоим образом не притягивает яблоко, как это ни прозвучит абсурдно — брошенное яблоко по инерции продолжает лететь строго прямо. Однако само пространство искривлено, то есть прямая линия, по которой летит яблоко искривляется и упирается в поверхность Земли"
Допустим что все так — ну а почему яблоко притягивается к земле когда покоится на её поверхности?

Написал frogeater · ответить .

frogeater: Яблоко всегда покоится. Даже когда падает, а не лежит.

Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: То есть по–вашему значит что объекты которые движутся с ускорением — покоятся, так?

Написал frogeater · ответить ↑ .

frogeater:

Написал olddays · ответить ↑ .

Есть два лифта. Один покоится в открытом космосе, второй падает на земле. Как определить в каком находишься? Покой в пустом пространстве=ускорению в гравитационном поле. Может так?

Написал thatlanin · ответить ↑ .

thatlanin: *Есть два лифта. Один покоится вверчёно, второй падает кручёно. В какой сам сядешь, в какой динамометр посадишь?*

Написал new_bember · ответить ↑ · 29

thatlanin: Так как лифт имеет высоту, то на пол лифта гравитация воздействует сильнее, чем на потолок. Разница сил приведет к легкой деформации, которой не будет в случае лифта в космосе. Поэтому и говорят что покой без гравитации и падение неразличимы лишь в небольшой окрестности

Написал omikad · ответить ↑ · 2

omikad: В в случае если гравитационная сила меняется с расстоянием. А в случае если она однородна?

Написал Czelle · ответить ↑ · 0

Czelle: Ну тогда уж и лифт должен состоять из электрически нейтральных частиц — так, для чистоты эксперимента.

Написал frogeater · ответить ↑ · 0

frogeater: Ну да, например, чисто из нейтронов. Лифт в виде нейтронной звезды. По возможности избегайте этого.

Написал Daf · ответить ↑ · 11

Daf: Нейтрон составной, поэтому у него дипольный момент есть.

Написал dxd · ответить ↑ · 0

dxd: Составной? Мы уже до кварков тут дошли? *А покажите-ка мне отдельный кварк!*

Написал Daf · ответить ↑ · 0

Daf: Собственно, наличие дипольного момента у нейтрона и есть признак того, что он составной.

Написал dxd · ответить ↑ · 0

frogeater: Гравитационное поле от массивной плоскости однородно. Так–же как однородно электрическое поле плоского конденсатора.
Разумеется что реальную бесконечную плоскость в природе не встретишь. Но при определённых размерах плоскости однородность гравитации будет настолько высокая, что отличия в измерении силы тяжести вверху и внизу лифта будут гораздо меньше даже Гейзенберговской неопределённости. Т.е. изменения будут абсолютно неизмеримыми даже теоретически.

Написал Czelle · ответить ↑ · -2

Czelle: тут вот, кстати, дьявол в мелочах.
лифт ускоряемый в невесомости на самом деле будет испытывать эмм... скажем так большую "силу тяжести" у пола чем у потолка.
чтобы это понять посмотрите на вики т.н. парадокс Белла.
в соответствии со СТО если лифт разгонять в лабораторной ИСО длина его по мере разгона должна сокращаться — лоренцево сокращение.
если предположит что пол и потолок разгоняются двумя разными ракетами, то очевидно что нижняя ракета должна поддерживать для этого большую мощность движков, т.е. испытывать большие перегрузки (а их мы и воспринимаем как вес — силу тяжести в "лифте Эйнштейна").
С точки зрения верхней же ракеты нижняя находится в более низком гравипотенциале, часы на ней замедленны, поэтому чтобы поддерживать одинаковое собственное расстояние она должна форсировать опять таки движки.
И наоборот.

Написал aa-dav · ответить ↑ · 5

Так что если мы под гравитационной силой понимаем перегрузку действующую на тело в данной точке, то линейное поле лифта Эйнштйна не такое уж линейное. :)

Написал frogeater · ответить ↑ · 0

Czelle: А мне то что с этого?

Написал dax · ответить ↑ · -3

Czelle: Тогда лифт не падает на Землю. Ваш кэп.

Гравитация. Идите спорьте с Коксом и не переиначивайте мои слова.

Написал olddays · ответить ↑ · 0

olddays: Слив засчитан

Написал frogeater · ответить ↑ · -14

frogeater: Ой блядь. Какой слив?
То есть по–вашему значит что объекты которые движутся с ускорением — покоятся, так?
Нет, яблоко движется с ускорением когда висит на ветке. Когда падает — покоится. Лежит на Земле — двигается с ускорением.

Мы про гравитацию тут. Учитесь, Эйнштейна не все вкурили сразу.

Написал olddays · ответить ↑ · 9

olddays: Яблоко падает с ускорением. Учите, блядь, хотя бы Ньютона для начала. В школу!

Написал frogeater · ответить ↑ · -5

frogeater: Прощайте.

Написал olddays · ответить ↑ · 0

olddays: :)

Написал frogeater · ответить ↑ · -3

frogeater: (улыбка человека, который не понял, что слил)

Написал Carn · ответить ↑ · 8

Carn: :)

Написал frogeater · ответить ↑ · -1

frogeater: вам не знакомо понятие контекст? здесь обсуждается в контексте ОТО, гравитационных волн, пространство–время и все такое, а вы ньютоном тычете.
https://cosmos.d3.ru/gravitatsionnye-volny--na-paltsakh--740536/#14102499 вот в этой ветке про это, и конкретно aa-dav про покоящееся яблоко говорит.

Написал kovitch · ответить ↑ · 2

olddays: Я чё–т не пойму, британские учёные отменили слово "относительно", да?

Написал v3v · ответить ↑ · 8

v3v: Да ему похуй. Яблоко **всегда** покоится — ВСЕГДА! На то оно и яблоко :)

Написал frogeater · ответить ↑ · 0

frogeater: Вы про смартфоны? Было у меня одно яблоко.. Ныне покоится.

Написал Daf · ответить ↑ · 4

Не нашел в статье упоминания о том, что гравитационные волны не может излучать одиночный изолированный объект (хотя таких и не существует). Только взаимодействующие массы (энергии–импульсы, если угодно) — системы двойных звезд, галактик, т.е. кроме массы для рождения гравитационной волны нужно еще ускорение. А ускорение как раз подразумевает влияние другого объекта (другой массы).

Написал Daf · ответить . · 6

> Daf: В принципе да. Но этот одинокий изолированный объект вполне себе может взорваться...
>
> Написал на пальцах™ · sly2m · ответить ↑ · 7

sly2m: От одиночества.

Написал goldoleg · ответить ↑ · 8

sly2m: Согласен, опять же только взрыв (или, наоборот, коллапс) — это ускоренное движение масс.

Написал Daf · ответить ↑ · 4

Есть вопрос
Это означает, что изменения метрики пространства (грубо говоря расстояний и длин) происходит только в плоскости, перпендикулярной направлению распространения гравитационной волны. А сама волна бежит вперед ***со скоростью света.***
Откуда следует, и следует *ли*, что гравитационная волна распространяется со скоростью электромагнитной волны? А может (*ли*) быть (,что) у них совсем разные скорости?

Написал Zanoz · ответить . · 3

Zanoz: В рамках общепризнанной теории — нет. Но в рамках осуществленных экспериментов, с учетом погрешностей — скорость гравиволн равна скорости света (*в вакууме*). То есть в существующие граничные условия предположение о равенстве скорости гравитационных волн скорости света вписывается. Что будет в дальнейшем — покажет Всемогущее Пространство–Время, Энергия–Импульс и Дух святой.

Написал Daf · ответить ↑ · 13

Daf: *Аминь*

Написал Zanoz · ответить ↑ · 3

У меня вот такой вопрос про фундаментальные взаимодействия. Если гравитация это всего лишь искривление пространства–времени. То систему земля–орбита можно условно представить как горку, и ракеты взлетая "поднимаются" по этой горке. И вроде бы принцип воздействия гравитации понятен, на самом фундаментальном уровне.

Хотя нет, не понятен. Если представить 2 черные дыры и больше ничего, которые находятся так далеко друг от друга, что на каком–то расстоянии пространство между ними будет неискривлённым. Раз в каком–то месте пространство между ними не искривлено — значит горки нет и они не будут скатываться друг к другу. Но в учебниках пишут, что гравитация действует на бесконечном расстоянии, а значит через какое–то очень большое, но конечное время эти две чёрные дыры должны встретиться. Непонятное мне противоречие, ну или кроме искривления еще они друг с другом взаимодействуют через гипотетический гравитон, про который пишет Википедия.

И теперь вопрос который я хотел задать вначале. Объясни как два точечных заряда с разными знаками притягиваются на фундаментальном уровне? Это же электромагнитное взаимодействие, принято считать, что переносчиком заряда является фотон. Если фотон ударяется о поверхность и оказывает давление (солнечный парус) и создаёт поступательное движение вперёд — это понятно. А как фотон может притягивать одну частицу к другой — непонятно.

Написал 3k · ответить . · 1

> 3k: *> Хотя нет, не понятен. Если представить 2 черные дыры и больше ничего, которые находятся так далеко друг от друга, что на каком–то расстоянии пространство между ними будет неискривлённым. Раз в каком–то месте пространство между ними не искривлено — значит горки нет и они не будут скатываться друг к другу. Но в учебниках пишут, что гравитация действует на бесконечном расстоянии, а значит через какое–то очень большое, но конечное время эти две чёрные дыры должны встретиться. Непонятное мне противоречие, ну или кроме искривления еще они друг с другом взаимодействуют через гипотетический гравитон, про который пишет Википедия.*
>
> 1. В абсолютно пустой Вселенной, которая совершенно статична и в которой нет ничего, кроме двух черных дыр они рано или поздно упадут друг на друга, какого бы между ними не было огромного расстояния. Гравитация действительно действует на бесконечном расстоянии (хотя правильней говорить — она прописана на все многообразие сразу).
> 2. В абсолютно пустой Вселенной, в которой был Большой Взрыв, но все равно нет ничего, кроме двух черных дыр (это гипотетическая вселенная, у нас мысленный эксперимент) и нет темной энергии, эти две черные дыры разлетаются *по инерции* от Большого Взрыва, и исхода может быть два. Они либо недостаточно сильно разлетаются, и их взаимное притяжение таки стянет их назад вместе, либо скорость разлета переборет гравитацию, и хотя эта скорость будет падать со временем, ведь они все равно взаимно притягиваются, но данный разлет никогда не остановится (в смысле остановится теоретически в бесконечности), а значит черные дыры никогда не упадут назад друг на друга.
> 3. Во Вселенной, *где* существует темная энергия (скорее всего это наша Вселенная, хотя 100%, конечно, никто не даст), черные дыры будут разлетаться с ускорением, потому что сила взаимного притяжения падает с квадратом расстояния, а сила взаимного расталкивания увеличивается с объемом. Лишь если Вселенная была ОЧЕНЬ тяжелая (в ней было очень много массы) она могла бы пересилить расталкивающие силы, и вновь упасть сама на себя. Наша не такая, она давно уже прошла точку невозврата, сейчас гравитационные силы ничего уже не решают, разлет идет с нарастающим ускорением.
>
> *> И теперь вопрос который я хотел задать вначале. Объясни как два точечных заряда с разными знаками притягиваются на фундаментальном уровне? Это же электромагнитное взаимодействие, принято считать, что переносчиком заряда является фотон. Если фотон ударяется о поверхность и оказывает давление (солнечный парус) и создаёт поступательное движение вперёд — это понятно. А как фотон может притягивать одну частицу к другой — непонятно.*
>
> Ты не представляешь себе, как сложно ответить на этот вопрос. Сложно сформулировать Квантовую Электродинамику (а это именно она позволяет фотонам быть переносчикам взаимодействия между заряженными частицами) в двух понятных словах. Это нужно сесть и серьезно подумать. Может быть даже целый развернутый пост написать. В смысле по формулам понятно как. Но там матан существенно суровей, чем в той же ОТО, я и сам его понимаю в очень облегченном варианте, без деталей. А если словами начнешь объяснять — ты не поверишь. Вот смотри, поверишь, что протон и электрон обменываются *виртуальным фотоном*, а не реальным? А *виртуальный фотон* это вообще жесть. У него и скорость ВЫШЕ скорости света (да, именно так, как я написал), и закон сохранения энергии нарушает (на очень короткое время) и импульс у него отрицательный. Потому и притягиваются, а не отталкиваются.
>
> Написал на пальцах™ · sly2m · ответить ↑ · 15

sly2m: Ok, буду ждать пост, только давай сразу про все взаимодействия, как фотон электроны стягивает, тоже самое про глюоны, бозоны и гравитон. Про гравитон хоть какая–то теория есть? Или с ним такая же история как и тёмной энергией?

Написал 3k · ответить ↑ · 0

> 3k: Теория есть. Но она не работает. :)
>
> Написал на пальцах™ · sly2m · ответить ↑ · 6

sly2m: Теорий даже с запасом.

Написал dxd · ответить ↑ · 3

sly2m: Импульс виртуального фотона не отрицательный, а мнимый.

Написал dxd · ответить ↑ · 6

квадрат импульса — отрицательный

Написал 2ck · ответить ↑ · 14

> 2ck: Да.
>
> Написал на пальцах™ · sly2m · ответить ↑ · 2

3k: Может встретятся, а может и нет. Вселенная расширяется. С ускорением или нет? сменит *ли* ускорение когда–то свой знак? Подождем пару триллионов лет хотя бы. Пока считается, что расширение будет длиться бесконечно и, следовательно, эти изолированные друг от друг черные дыры будут скатываться друг к другу с меньшей скоростью, чем скоростьрасширения самой Вселенной. Поэтому нас, *а точнее, только боггера*, ждет бесконечная пустота и одиночество.

Написал Daf · ответить ↑ · 4

Daf: Причем тут ускорение, расширение с ускорением создаёт так называемая тёмная энергия, это другая сила — не гравитация.

Написал 3k · ответить ↑ .

3k: С расстоянием гравитационное взаимодействие (*сила!*) падает квадратично, при расширении Вселенной расстояния растут => гравитационное взаимодействие уменьшается и, чем дальше — тем сильнее. Боюсь, что это вы зря темную энергию вспомнили. А вот если силы гравитации *пересиливают* расширение пространства, то это уже как раз гравитационно связанные тела и они так и будут оставаться друг к другу, пока не встретятся и не полюбят друг друга. Так, например, полюбят друг друга Млечный Путь с Туманностью Андромеды и прочими обитателями Местной группы. А вот остальные звездные системы когда–нибудь исчезнут навсегда за пределы видимости. Опять же, через эти самые триллионы лет. Умчатся от нас, ускоряясь. Смещаясь по Допплеру все дальше в красную область и дальше.. дальше.. в радиоволновой диапазон, который тоже станет ненаблюдаем со временем, т.к. длина волны превысит любые возможные размеры для приемников излучения и, когда длина волны сравняется с размером Вселенной, придет он — Рагнарёк.

Написал Daf · ответить ↑ .

Daf: Рагнарок придет гораздо раньше — не обольщайтесь

Написал frogeater · ответить ↑ .

frogeater: Вы путаете Рагнерок с неким пушным зверьком. Тот да, придет раньше.

Написал Daf · ответить ↑ .

Daf: Я же ясно написал "представить 2 черные дыры и больше ничего", в моём гипотетическом эксперименте существует только 2 тела с массой и гравитация между ними. Зачем нужно было вспоминать расширение вселенной непонятно.

Написал 3k · ответить ↑ .

3k: Сорри. Вы о гипотетике и мысленных экспериментах. Ну это тогда просто упражнение для математической олимпиады.

Написал Daf · ответить ↑ .

Вот такой вопрос: получается, если гравитационная волна искривляет пространство–время, то мы не только будем расширяться–сужаться, но и разные "проекции" нашего тела будут существовать разное время, так? То есть, волна идет на Нео из Матрицы, его распирло вширь и уменьшило рост, и одновременно с этим его руки стали старше ног?

Написал gratovskiy · ответить .

> gratovskiy: Да, но это же милли–милли–милли и так далее секунды. Как и милли–милли–милли–милли метры.
>
> Для этого и гравитационной волны не нужно. Наши ноги живут в большей гравитационной яме, у них чуть–чуть–чуть большее тяготение к центру Земли, чем у головы, а значит голова стареет быстрее, чем пятки.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: то есть не зря я пару раз в неделю некоторое время стою на голове...

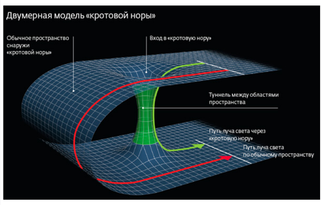
Написал Twilight_Sun · ответить ↑ .

gratovskiy: Точно, но да.

Написал olddays · ответить ↑ .

Слай, давно меня интересуют следующие вопросы:
1. Может *ли* пространство–время порваться? Ну так натурально порваться, например, когда через миллиарды *лет* галактики отлетят *друг* от друга еще дальше и гравитационное притяжение будет слабым до не могу.
2. Можно ли вырезать кусок пространства–времени и пришить его в другом месте того же самого пространства–времени? Насколько я понимаю, топология, как аппарат теории относительности, знает подобные операции.

Написал nuwus · ответить .

> nuwus: 1. По современным теориям, из–за того, что сегодня мы наблюдаем ускоренное расширение Вселенной, ее может ожидать такой конец как Большой Разрыв (Big Rip), когда скорость разбегания станет настолько огромной, что буквально разорвет всю материю, все тела, молекулы, протоны на части. Будет это а) не скоро, б) не точно. Но все возможно.
> С другой стороны по другим теориям (опять таки, все больше теориям), пространство–время рвется, когда в ней содержится очень–очень–очень много энергии в очень малом объеме. Теоретические расчеты (чисто от балды понасовали в формулы экстремальные условия и коэффициенты) говорят, что ткань пространства–времени может *порваться* если в какой–то точке будет достигнута температура порядка 10^{32} Кельвина. Некоторые, особо укуренные ученые даже теоретизируют, что при этом начнется новый Большой Взрыв, и по нашей Вселенной начнет распространяться пузырь новой вселенной. А те, кто плотно на кислоте сидит заявляют, что наша Вселенная в свою очередь так и появилась.
>
> 2. В теории Эйнштейна нельзя *порвать* пространство–время, наше многообразие всегда гладкое, т.е. его теоретически можно гнуть и мять как хочешь, но острых углов или даже прорывов получить не удастся. Это, кстати, большая проблема в теоретизировании надпространственных тоннелей. Потому что тоннель это всегда "дырка".
>
> 
>
>
> По некоторым расчетам невозможно сделать в пространстве–времени дырку (кротовую нору), если ее изначально не было в момент сотворения Вселенной, топология не позволяет.
>
> А по другим расчетам можно. Как оно на самом деле — да фиг его знает.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Да, причем эти расчеты не позволяют вычислить облик кротовой норы. Выглядит она как черная дыра или как звезда? Может, черные дыры и есть кротовые норы? Да вполне. А может, они выглядят, как звезды? Да, тоже возможно. Может, в центре каждой звезды есть кротовая нора? И такая гипотеза вроде вполне себе существует. Может, она, эта нора, выглядит и как та флуктуация в "Интерстелларе", но и это не факт. Скорее всего, никак не выглядят эти червоточины по причине их отсутствия.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

Пост прямо напрашивается на упоминание того забавного факта: уровень точности, с которым сейчас ищут гравитационные волны, достаточен для того, чтобы поймать эффект притяжения Земли к человеку.

Написал dxd · ответить .

Раз уж тут про волны, спрошу на всякий случай. Корпускулярно–волновой дуализм еще преподают, как какой–то непостижимый финт? Или это уже считается нормальным поведением, гм, природы?

Написал stepplerus · ответить .

> stepplerus: Корпускулярно–волновой дуализм это костыль, которым ученые пользовались в 20х годах прошлого века. После 30х в науке корпускулярно–волнового дуализма больше не существует.
>
> Может использоваться в научпопе для объяснения основ квантовой механики школьникам.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

stepplerus: Преподают. В школах. В контексте поведения излучения в различных экспериментах и связанных с этим поведением эффектов.
А так, по большому счету, термин *корпускулярно–волновой дуализм* уже вышел не используется особо в научном обиходе и даже в более–менее серьезных учебниках.

Написал Daf · ответить ↑ .

> Daf: Я фигею как у дураков мысли сходятся :)
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

Daf: Хорошо. А то меня от него мутит. В смысле, не от дуализма, а от того, что о нем рассказывали. Интересно, кстати, зачем? Учился я сильно позже 30х годов.

Написал stepplerus · ответить ↑ .

Анизотропный мир

Написал ae485 · ответить .

ae485: Люблю такое смотреть — это как с английскими фильмами с субтитрами, надеешься что в один прекрасный момент бац, и все так просто становится таким простым гравитация, сингулярности с 10 измерениями и бесконечные миры.

Написал Deion · ответить ↑ .

А логично ли что поле притяжения какого–либо объекта типа звезды–планеты это стоячая гравитационная волна, которую создаёт масса этого объекта?

Написал glavryba · ответить .

glavryba: Стоячие волны не излучаются, а образуются в результате переотражений, в акустике еще с ними активно борятся? Причем в сферических колонках это явление вообще отсутствует. И как сферический объект (планета, звезда) создавать (излучать) сразу стоячую волну? Я не подколоть, а только разобраться ради.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

goldoleg: Стоячая волна, на самом деле, не то чтоб волна, а интерференционная картина..

Написал v3v · ответить ↑ .

> v3v: Вообще да. Но не это важно. Стоячая волна колеблется на месте. Энергия никуда не переносится, т.е. волна никуда не бежит. Но она все равно совершает колебания.
>
> В гравитации (обычной силе тяжести Земли, речь не о гравитационных волнах) никаких колебаний нет. Гнутость пространства–времени статична.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: А, я пропустил оригинальный вопрос ("не стоячая волна ли поле").
Нет, поле не стоячая волна, вне всяких сомнений.

Написал v3v · ответить ↑ .

> glavryba: Не совсем. При чем тут стоячая волна? Можно образно провести аналогии (внимание, это именно что поверхностные аналогии, если чуть копнуть, окажется что в деталях существенные разногласия!) с электромагнитным полем. Статическое электрическое поле это как поле гравитации. А электромагнитная волна это как волна гравитационная. Но повторюсь, это ложная аналогия, если начать ковыряться. Приведена чисто для примера.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

glavryba: волна есть изменение поля. Скажем, для получения ЭМ волны надо сдвинуть один из векторов, составляющих ЭМ поле. Подозреваю, что для получения гравитационной волны надо сначала сообразить, из чего поле состоит (времени и пространства?) и попытаться сдвинуть одно из них. Ух, тогда что получится!

Написал pomorin · ответить ↑ .

Кто поможет дилетанту? Если вселенная расширяется с ускорением и ей 14,5 млрд лет, то я подозреваю, что есть объекты, которые удаляются от меня со скоростью более световой, ну даже при минимальном ускорении за 14,5 млрд лет можно разогнаться до 300000км/сек, я полагаю?)
И еще если вселенная происходит из одной точки согласно теории большого взрыва, можно предположить, что где–то есть галактика, находящаяся на краю вселенной, т.е. находясь в ней мы не увидим с одной стороны НИЧЕГО, а с другой стороны будет ВСЕ ОСТАЛЬНОЕ?

Написал ratslayer · ответить .

> ratslayer: У вас есть правильные идеи и неправильные идеи.
>
> Вселенной 13.8 миллиардов лет. Существует огромное количество объектов удаляющихся от вас со световой скоростью, но еще больше тех, кто удаляется со скоростью выше световой. Происходит это не потому что они летят вас сквозь пространство со скоростью выше скорости света (это невозможно), а потому что пространство между вами и ними расширяется быстрее скорости света. Это можно, Эйнштейн это не запрещает.
>
> Вселенная не расширяется из одной точки. Это самая большая ошибка людей, которые начинают в космологию, от нее у них больше всего непоняток. Вселенная расширяется везде и всюду. Т.е. сначала все было близко друг к другу, а со временем становится все дальше и дальше от всего вокруг. Но то что было сначала тоже могло быть бесконечным. В нем все было компактным, но все это было бесконечным. Не точкой. Понятно?
>
> Края Вселенной нет. Все отдаляется от всего. И мы ВСЕГДА будем видеть во все стороны одну и ту же картину — удаляющиеся от нас галактики.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Все отдаляется от всего это понятно. Рассуждая логически включаем обратный процесс (все приближается ко всему) отматываем 13,8 млрд назад и приходим к чему? Не к точке ли? Если нет то к чему?

Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Не к точке. К скалярному полю. Да, лучше почитать в статье, где я это на пальцах™ описывал.
>
> Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

ratslayer: Именно к точке. После того, как Хаббл показал, что галактики все убегают друг от друга, ученые стали вот так же как вы отматывать назад 13,8 млрд лет, и вот отсюда и есть пошла современная космология.

Написал Daf · ответить ↑ .

ratslayer: Безразмерной точке, то–есть у нее не было не размера, не поверхности, затем бац и образовалось бесконечное трехмерное пространство–время плотно заполненное какими–то фундаментальными частицами, которое стало расширяться сразу во все стороны одинаково, оно же бесконечное от рождения и от того ему не важно в какую сторону легче расширяться, потому и расширяется равномерно во все стороны. Надеюсь как–то так.

Написал Davine_Lu_Linvega · ответить ↑ .

Davine_Lu_Linvega: Все надеются.. Но чуть–чуть неравномерно (см. результаты WMAP и Планка, кроме того, немного про это же напальцево автор рассказывал в статье про инфляцию).

Написал Daf · ответить ↑ .

> Davine_Lu_Linvega: *Не размера, не поверхности*..
> Новое слово в топологии *Неразмерная неповерхность*
> Остается пыжилась "не дна и не покрышки".

Написал Zanoz · ответить ↑ .

Davine_Lu_Linvega: Точка по определению не имеет линейного размера, либо это уже не точка...бац и расширяться) а расширяться с какого начального расстояния?, с бесконечного? какова была плотность фундаментальных частиц в точке "БАЦ" Логика подсказывает что точка была все же... ТА же логика подсказывает что если была точка и расширение началось из нее то должна быть граница сферы расширения а если есть граница, то что-то внутри сферы а что-то снаружи.

Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: Это интуитивный подход. Он возможно не верен. Ты говоришь о точке в пространстве, так как никогда не был вне пространства. Это как в детстве воздух воспринимается как ничто. Так сейчас опыт подсказывает, что ничто имеет свойства пространства, и что-то в ничте имеет поверхность. Всё пространство было точкой (я возможно очень ошибаюсь, важно обратить внимание на сам баг) все возможные поверхности внутри. Сначала всё мегаплотное, а потом растягивается и остывает, краснея, бледнея и скрываясь за горизонтом. А пространства всё больше и больше. Наверное чушь написал. В общем это не логика, а интуиция и здравый смысл подсказывают о снаружи сферы и её границе.

Написал Satt · ответить ↑ .

ratslayer: Именно. Нам повезло, что мы хоть что-то видим. Потомки наши (кто там будет) вообще могут ничего не увидеть. А может всё опять в БВ навернётся. Кто знает..

Написал olddays · ответить ↑ .

ratslayer: Да, вселенная может расширятся со скоростью больше световой, и со временем мы перестанем видеть отдалённые галактики, но вроде бы до этого ещё не дошло.

Насчёт края вселенной вопрос открытый. У Земли вот, как оказалось, края нет. Может статься и у вселенной тоже.

Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: Дошло. Каждую секунду вокруг нас расширяется горизонт событий. И в миллисекунды после большого взрыва были области, которые расширялись относительно друг друга быстрее скорости света.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

irygaev: Ну мы все же все живем на краю земли и атмосферы разве нет?)

Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: Ну так значит край Земли — везде? Так же как и край вселенной.

Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: Некоторые края Земли гораздо крайнее других.. Наверное, и у Вселенной есть такие края (черные-жопы дыры места) Вселенной.

Написал Daf · ответить ↑ .

irygaev: везде на ее поверхности, отсюда край вселенной везде на поверхности сферы образованной самыми дальними от точи БВ фундаментальными частицами

Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: Нет, на поверхности четырёхмерной гиперсферы. Все точки вселенной находятся на одном и том же "расстоянии" от точки БВ, также как точки поверхности Земли — от её центра.

Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: а центр у гиперсферы есть?

Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: Ну как бы да, на расстоянии 13.8млрд лет (или какой там нынче возраст Вселенной) от нас.

Написал weirdan · ответить ↑ .

weirdan: Причём направление на него торчит по нормали из нашей Вселенной

Написал dxd · ответить ↑ .

dxd: в четырехмерном пространстве–времени.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Ну оно ортогонально всем трём пространственным координатам, а с временем никак априорно не связано. Можно сказать, что оно в четырёхмерном пространстве лежит, но придётся оговорки делать для разных знаков кривизны.

Написал dxd · ответить ↑ .

weirdan: я извиняюсь, у вас, как бы, расстояние в каких, как бы, единицах измеряется? до магазина например, или до Андромеды?
Ну до магазина подозреваю, минут пять, до Андромеды видимо чуть больше?)))

Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: По этому направлению (время) — в годах, например. Точка Большого взрыва лежит на прямой, ортогональной всем пространственным измерениям — поэтому расстояние по пространственным осям до нее 0 метров в любой точке пространства (и много лет — во времени). Туманность Андромеды же (как мы ее можем наблюдать сейчас) — находится на некотором расстоянии как в пространственных координатах, *так и во времени*.

Вопрос с том, сколько километров до точки БВ имеет не больше смысла, нежели вопрос о том, на сколько градусов/минут/секунд отстоит от вас центр Земли. На 0°0′0″ по широте, 0°0′0″ по долготе и примерно 6370 километров вглубь. Так и точка БВ от вас отстоит на 0 метров по любой пространственной оси и примерно 13.8 миллиардов лет в прошлое.

Написал weirdan · ответить ↑ .

weirdan: Не, ну, наверное, если проводить аналогию с Землей, то расстояние до центра Вселенной будет не просто 13.8 миллиардов лет по времени, а 13.8 миллиардов световых лет вглубь из любой точки ортогонально. И это уже вполне переводится в километры. На поверхности Земли тоже две точки могут находится и в метре друг от друга, и в 10 000 км, при этом находясь в 6370 от центра планеты, ну, плюс-минус там несколько км на особенности рельефа.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

ratslayer: он "световых" пропустил. Стандартная для космолога оговорка.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Не, не пропустил, но я и не космолог.

Написал weirdan · ответить ↑ .

Раз все жахнуло, и расширяется с ускорением, то и земля под ногами расширяется с ускорением.
Может и нет никакой гравитации?

Написал koko · ответить .

koko: Нет. Материя не расширяется. Пространство расширяется сквозь нее, вытекает как вода сквозь губку.

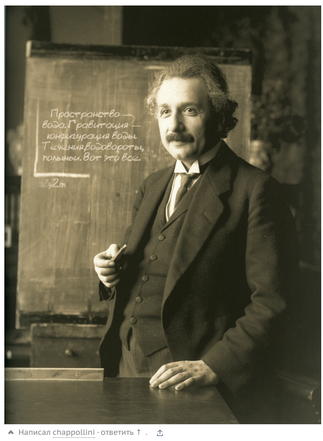
Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Значит гравитация это вода.

Написал koko · ответить ↑ .

koko: Пространство — вода. Гравитация — конфигурация воды. Течения, водовороты, полыньи. Вот это все.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .



Написал chappolliini · ответить ↑ .

sly2m: Значит земля не расширяется, (электромагнитное не дает?) и тем самым искривляет зону расширения пространства вокруг, чем ближе к поверхности, тем меньше расширение.
Получается гравитация это
смешение пространства в зону более низкого давления.
В принципе, можно флипануть, и тогда получится что земля расширяется как губка, впитывая пространство.
А если губку сделать односторонней, то получиться не хилый движок.
Я близок к пониманию гравитации ?

Написал koko · ответить ↑ .

koko: > *Значит земля не расширяется, (электромагнитное не дает?) и тем самым искривляет зону расширения пространства вокруг, чем ближе к поверхности, тем меньше расширение.*

Нет, это не значит.

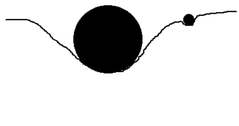
Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: По мне так не плохая теория) Постоянно уходящее в статичную массу пространство ни как не противоречит постоянно увеличивающемуся объёму в статичном пространстве. Если это происходит повсеместно, то объекты не будут менять относительный размер. И в такой вселенной яблоки падать будут точно так же, и если я правильно представляю, даже будет существовать что-то подобное движению по орбите, но выглядело бы оно по другому. И гравитационные линзы похоже с такой точки зрения не объяснимы. А так забавное предположение)

Написал Satt · ответить ↑ .

sly2m: Представил себе водоворот — вода сливается в отверстие. Однако в случае с гравитацией никакого отверстия нет и "вода" никуда не сливается, так что не понимаю.

Поэтому я представляю себе холмы, как на картинках рисуют разность потенциалов в тех или иных средах. Я тоже нарисовал такую картинку для двух тел, причем так, что тела не взаимодействую друг с другом, а гнут среду вокруг себя. И тогда меньшее тело за счет своей массы может образовать свою "ямку", которая будет препятствовать сближению, но на практике происходит обратное. Учитывая, что тела никуда не движутся на самом деле, а как бы деформируется пространство — ничего никуда не скатывается. И я снова ничего не понимаю. Картинка вот:



Написал kurohoe · ответить ↑ .

kurohoe: Вы на правильном пути, товарищ.

PS. Комменты там весёлые.

Написал NonConformist · ответить ↑ .

kurohoe: Аналогии всегда в чём то неточны вплоть до того что краями неверны. или могут привести к неверным выводам.
В водяной аналогии вы вот пытаетесь понять "куда исчезает вода?". а не надо. пространство это в общем то "пустота", а пустоте не надо никуда исчезать или появляться.
Есть просто такой фактик, что вы замечаете, что два тела двигаются по инерции (без действия сил), вылетев параллельно друг другу из стартовых позиций, но почему то со временем пространства между ними становится меньше. Исключив действие силы, исключив то что тела изначально летели под углом друг к другу вы сталкиваетесь с третьей альтернативой — пространство-время в котором тела двигаются искривлено так, что двигаясь по геодезическим (аналогам прямых в искривленных пространствах) изначально параллельным, они тем не менее соприкасаются.

это проще еще представить как если бы два муравья на поверхности яблока (еще одна известная популяризация) выползли из одной точки в разных направлениях и целеустремленно перебирая лапками "строго вперед" вдруг обнаружили бы что пути их снова встретились.

+ 7 – Написал aa-dav · ответить ↑ .

Спасибо! Великолепный ответ на мой прошлогодний вопрос.
А теперь еще вопрос. Насколько реально с точки зрения науки создание/существование гравитационного оружия? Я имею ввиду то, о чем некоторые фантасты писали, например некий пистолет, который в разы повышает гравитацию в зоне попадания из него. Ну или гравитационный артефакт из Пикника на обочине. Или гравикомпенсатор из Лукьяненко, который при ускорении вбирает в себя "лишнюю для экипажа гравитацию", а потом выдает ее терпимым номиналом за большее время.

+ 0 – Написал GroundhogDay · ответить .

GroundhogDay: На современном ничего подобного даже близко.
Но хочется заметить, что есть книга "Физика невозможного" Митио Каку — она вся посвящена таким вопросам.

+ 0 – Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Меня интересует ответ не с точки зрения техники, а с точки зрения науки, теоретически. За книгу спасибо, план чтения расписан надолго вперед. Хотелось бы вкратце ответ от автора поста.

+ 0 – Написал GroundhogDay · ответить ↑ .

> GroundhogDay: Для искривления пространства–времени нужны огромные энергии. В прямом смысле, ведь это именно энергия гнет пространство–время, а не масса. Просто E=mc^2, от чего можно говорить, что масса, но правильней все–таки энергия. Представь себе, сколько заключено энергии в планете Земля (это ее массу умножить на квадрат скорости), и насколько слабо она гнет пространство, что любой ребенок может взять килограммовый кирпич и легко поднять его рукой. Это означает, что теоретически можно с гравитацией (конфигурацией пространства–времени) делать что хочешь, крутить из него петли, устраивать всякие "зоны" (хочу, чтобы тут была невесомость, а тут тяжесть врага плющило) и так далее. Но потратить на это придется, скажем всю массу Юпитера. Т.е. практически это настолько нереально с точки зрения человека, живущего на планете Земля, что даже и разговаривать нет смысла. Это не дело близкого будущего, и даже в далеком очень большие сомнения. Может быть какие–то инопланетяне если только.
>
> + 10 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Спасибо. Ну понятно, пехоте один на один проще воевать *лазерным мечом*, а вот планета на планету или галактика на галактику...

+ 0 – Написал GroundhogDay · ответить ↑ .

sly2m: Ну не знаю, слабость гравитации мне кажется несколько преувеличенной. Ребенок с легкостью поднимет килограммовый кирпич, и уже не каждый ребенок поднимет десятикилограммовый шлакоблок, а взрослый, удачно запнувшись, так и вообще разобьет башку насмерть об этот легчайший килограммовый кирпич. А у небольшого каменного куска диаметром в несколько десятков километров уже вполне ощутимое притяжение, которое фиксируется и на земле и в космосе, если это астероид.

+ 0 – Написал goldoleg · ответить ↑ .

> goldoleg: Нет, не преувеличенной. Десять додециллионов это не шутка. Вот тебе аналогия:
>
> Если взять один кубический миллиметр с самого кончика носа ракеты–носителя Протон–М, и умудриться извлечь из него все электроны (оставив ядра, т.е. протоны с нейтронами на месте) и поместить их на основание стартовой площадки, то сила притяжения между этими отрицательно заряженными электронами и кубиком (точнее, тем что осталось) из положительно заряженных протонов и нейтральных нейтронов, окажется сильней, чем вся мощность реактивной тяги ракеты, и она не сможет взлететь.
>
>
>
>
> Вот что такое "сила электричества". У камня в несколько десятков километров фигня, а не притяжение. Это ж притяжение горы Эверест. Оно фиксируется ОЧЕНЬ чувствительными приборами. Пустить их реально в дело, чтобы нанести какой–то вред противнику смехотворно — говорю же, легче миллиметровый кубик с электронами использовать.
>
> + 17 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: а вы не извлекайте электроны, с гравитацией вы манипуляции не производите. Что помешает мальчику поднять ракету — электричество или гравитация?

-1 – Написал ___ · ответить ↑ .

____: тут же всё познается в сравнении.
Мальчик может подпрыгнуть, т.е. преодолеть гравитационную силу которую к нему прикладывает масса всей планеты.
В то же самое время он не может разорвать веревку — т.е., по сути, преодолеть электромагнитную силу которой сцеплен тончайший слой веревки толщиной в одну молекулу.
Слабость гравитации нифига не преувеличена, это действительно на многие многие порядки разные масштабы сил.

+ 4 – Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Первыми такими мальчиками стали Фрэнк Борман, Джеймс Ловелл и Уильям Андерс. А подпрыгнуть они смогли лишь "разрезав верёвку" из масс, на много порядков превышающих свои собственные.

+ 0 – Написал ___ · ответить ↑ .

____: Ракета она же даже сильнее мальчика, она поднимает себя, побеждая гравитацию. А электроны побеждают ракету. К слову, плохому мальчику мешают танцоры!

-3 – Написал Satt · ответить ↑ .

sly2m: Но как же антиматерия? Мы в неё уже почти умеем. Кстати, я не в курсе, можно ли с помощью антиматерии достичь энергии выше, нежели ядерным синтезом?

+ 0 – Написал CyberBOB · ответить ↑ .

> CyberBOB: Естественно. При ядерном распаде (да и ядерном синтезе, хотя тут чуть выше) выход энергии дает 1–2% от реагирующих масс. А при аннигиляции в дело идут 100%, вся масса переходит в энергию. Если очень грубо говорить, аннигиляционная бомба в 50 раз мощнее ядерной. Ну, это если очень грубо, прям с матами.
>
> + 4 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: генерирование антиматерии за счёт собранной энергии с ближайшей звезды => двигатель Алькубьерре на антиматерии. Да будет так!

+ 0 – Написал CyberBOB · ответить ↑ .

Насколько сложней? Видимо, как минимум, насколько слабей. А насколько слабей? Мозг закипел

+ 5 – Написал Dagvello · ответить .

Dagvello: Угумс, пришлось несколько раз перечитать.

+ 4 – Написал NonConformist · ответить ↑ .

Dagvello: А я вот это несколько раз перечитал, прежде чем понял: "Мы можем запускать ракеты на Марс даже не глядя в сторону Эйнштейна, старого доброго Ньютона, помноженного на законы небесной механики Кеплера вполне достаточно."
Все–таки в русском языке не хватает дополнительных знаков препинания. Хотелось бы иметь запятые разных порядков: жирные, разделяющие простые предложения в сложном — и тоненькие, отделяющие выражения от уточнений.

+ 1 – Написал thorr · ответить ↑ .

thorr: В китайском используют разные запятые.

+ 3 – Написал Irygaev · ответить ↑ .

Я не понял по поводу гравитации. То есть в центре земли такая же гравитация как и на поверхности?

+ 0 – Написал Mateo · ответить .

Mateo: Нет. В центре Земли вы будете "падать" во все стороны. Поэтому если построить любую шахту из Москвы в Нью–Йорк, из Токио в Лондон или из Бомбея в Париж и запустить капсулу туда, то любой путь займёт то–ли 42, то–ли 47 минут.

+ 0 – Написал olddays · ответить ↑ .

> olddays: Перельману привет!
>
> + 3 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

olddays: Это без вспомогательных сил? А как же капсула преодолеет притяжение на втором участке, когда пройдет через центр?
То есть меня будет тянуть в разные стороны? А с какой силой? С такой же силой, что и гравитация на поверхности? Меня разорвет если рука и нога будут в разных плоскостях?

+ 0 – Написал Mateo · ответить ↑ .

Mateo: капсула пройдёт центр и начнёт тормозиться. До выхода не долетит.

+ 0 – Написал ___ · ответить ↑ .

Mateo: А зачем? Она на втором участке будет в нашем восприятии тормозить, и остановится ровно на поверхности Земли (только давайте не брать про Землю геоид с совершенно разным g). А в центре ничего с вами не случится (кроме как сгореть нахрен — шутка).

Про силу опять. Ох! С такой же, как на поверхности Земли, только векторочки в разные стороны, как у ёжика будут.

+ 0 – Написал olddays · ответить ↑ .

> olddays: Ну, и то, что эта штука будет работать только с полюса на полюс. В любом другом месте, за счет силы Кориолиса будет тормозиться и до противоположного конца чуток не доедет.
>
> + 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: ну и про вакуум в трубе не забудьте чтоб не тормозило)

+ 0 – Написал ratslayer · ответить ↑ .

sly2m: нет, работать будет независимо откуда куда проложен такой тоннель. И для Земли скорость перемещения по такому тоннелю от начала до конца, независимо от точки входа и выхода, всегда будет занимать одинаковое время. Хоть через центр Земли, хоть напрямую из Москвы в Лондон. Может из–за воздействия других сил капсула в тоннеле слегка и затормозит, но мы же говорим про сферический тоннель в вакууме.

+ 0 – Написал CyberBOB · ответить ↑ .

> CyberBOB: еще раз внимательно прочтите, что я написал.
>
> + 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

olddays: Я правильно понимаю, что они почти полностью скомпенсированы будут, и таким образом если раскидать руки и ноги в разные стороны от центра, разница будет столь мала, что и не почувствуешь?

+ 0 – Написал Satt · ответить ↑ .

Satt: Угу.

+ 0 – Написал olddays · ответить ↑ .

Mateo: тебя не разорвет, тебя скукожит.

+ 0 – Написал mad_quaker · ответить ↑ .

Mateo: Не слушайте его) В центре Земли притяжения (Земли) нет.
На любой глубине вас притягивает масса только того вещества, что находится глубже. Внешняя масса сама себя компенсирует, правда только при условии, что плотность повсюду одинакова.

+ 0 – Написал Irygaev · ответить ↑ .

Как всегда охуенно. Вот бы побольше таких чуваков и сделать отдельный супер–дёрти, где не было бы тупака и политики, а только интересные посты про вселенную, природу, животных.

+ 7 – Написал sometimes · ответить .

sometimes: Про вселенную (про бабки), про природу (сиськи) и про животных (котики).

+ 4 – Написал goldoleg · ответить ↑ .

goldoleg: про бабки, баб и бабочек

+ 9 – Написал 2ck · ответить ↑ .

sometimes: Природа и животные — это тупак.

Написал ___ · ответить ↑ .

Такой вопрос. Что будет, если под горизонт событий опустить камеру (из супердвигателя, чтобы не разломало) на очень–очень длинном тросе с пролетающего мимо корабля (который находится над горизонтом). Допустим, у нас достаточно энергии, чтобы летать вокруг и вытягивать соответствующую массу?
Через некоторое время камеру вытянуть и посмотреть, что получилось. Не нарушит ли это закон, что из черной дыры никакая информация не может вернуться?
Или приливные силы такие, что в любом случае разрушат нашу конструкцию?

P.S. Хотя, видимо, трос будет просто разрушаться, как только пересекает горизонт, из чего бы он ни был сделан. Жаль, такая идея для фильма пропадает.

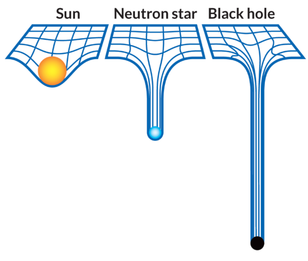
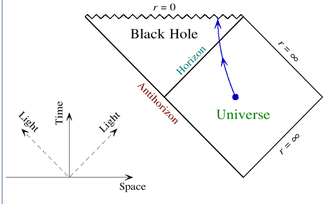
Написал Wolfy · ответить .

> Wolfy: В любом случае разрушат. Все эти "костюмы из супердвигателя" хороши в аналогиях до поры до времени, покуда они не встают напрямую в противоречие с физическими (пусть даже теоретическими) явлениями.
>
> Широко известный пример — бесконечно прочная палка. Если бы у нас была бесконечно твердая и бесконечно прочная несжимаемая палка длиной от Земли до Альфы Центавра, то мы ею мы могли бы тыкать альфацентавриян фактически мгновенно, с бесконечной скоростью. Хотя свет со своей черепашьей скоростью добирается до них 4 года. Соси Эйнштейн, мы тебя победили!
>
> Тут вся фишка в словах "если бы у нас была такая палка". Существовать такая палка в мире, где работает СТО не может.
>
> Ну и да, чтобы вытащить что–то из–под горизонта событий (если у нас все–таки есть супер–пупер–мегапрочный трос, как в сказке) придется приложить бесконечное усилие. Тяжело будет тянуть, грубо говоря. Всей энергии Вселенной не хватит.
>
> Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Спасибо за ответ. И спасибо за подобные научпоповские статьи — все их читаю с большим интересом.

Однако, есть вопрос по второй части. Интуитивно непонятно, почему надо приложить бесконечное усилие, для вытягивания супер–пупер троса? Допустим, мы опустили его на 1 атом под горизонт. Неужели, чтобы вытянуть этот 1 атом, нужно именно бесконечное усилие? Как же тогда испарение дыр, когда на линии горизонта рождаются две пары частиц? И одной вполне хватает собственной скорости (энергии), чтобы оторваться, а на планковскую величину ниже (за горизонтом) уже нужна бесконечная энергия?

Написал Wolfy · ответить ↑ .

> Wolfy: Не вполне хватает — а еле–еле хватает. Она еле–еле улетает от черной дыры в бесконечность, тратя на это почти ВСЮ свою энергию. У большинства оторвавшихся от горизонта событий (ГС) частиц, кстати, сил не хватает выбраться со дна гравитационного колодца, они полетают полетают, и назад падают. Только самые лучшие смогут навсегда улететь, и то теоретически.
>
> Достать что–то "через" горизонт событий невозможно по многим причинам. Самая правильная, кстати, довольно труднообъяснима, без того, чтобы начать рисовать диаграммы Пенроуза.
>
> Можно попытаться на словах рассказать, но если начать копать каждое объяснение и находить в нем нестыковки, все равно все придется к четырехмерной метрике пространства–времени сводить, так что сильно не копай, если не готов в тензоры углубляться.
>
> 1. Можно сказать, что свободнолетящий предмет на ГС должен развить скорость света, чтобы улететь из черной дыры, ибо скорость света это как раз вторая космическая скорость на ГС черной дыры (ЧД). Т.е. в сантиметре (или атоме, неважно) НАД ГС нужна скорость чуть меньшая, чем скорость света, чтобы была возможность улететь от ЧД. Это можно умудриться сделать. Но в то же время, немного образно говоря, ПОД ГС (даже на 1 атом ниже) придется развить скорость БОЛЬШЕ, чем скорость света, чтобы умудриться улететь из ЧД, что невозможно.
>
> 2. Есть другая штука. Можно быть не свободнолетящим (как фотон) предметом. Можно сесть в ракету. Ракета же с Земли улетает не со второй космической скоростью, а **с любой скоростью**, только горючку жги — и вперед. Тут вступает в силу рассмотрение отношений энергии. Гравитационный колодец, на дне которого находится ЧД, он очень похож на обычный колодец. Приведу пример:
>
> 
>
>
> Солнце прогибает пространство–время под собой не очень сильно, под ним ямка, а не колодец. Нейтронная звезда — сильней. А черная дыра вообще прогибает его бесконечно. Можно так сказать, что глубина гравитационного колодца черной дыры равна бесконечности. Т.е. чтобы выбраться из этого колодца приходится приложить бесконечное количество усилий, то есть энергии. И чтобы улететь с ГС на ракете, придется сжечь в ее топке в виде топлива всю Вселенную, чтобы получить от нее всю имеющуюся энергию. А чтобы вылететь из под ГС, придется приложить всю энергию, что есть во Вселенной *плюс еще чуть–чуть*.
>
> 3. Можно привести еще кучу примеров, как посмотреть на невозможность выбраться из под ГС. Можно начать говорить — давайте опустим туда лестницу, и будем подниматься поэтапно, ступенька за ступенькой и т.д. Короче куча может быть придумано штук и трюков, и все они не верны. Но чтобы понять почему они не верны, придется таки привести диаграмму Пенроуза. Без нее в посте с черными дырами никак.
>
> 
>
>
> Диаграмма Пенроуза на пальцах™ говорит вот что. Если ты попал под ГС, ты оказался в другой Вселенной. Как минимум, в другой части Вселенной, с другими законами. Отныне у тебя есть лишь один путь — только вперед. Причем в нашей, обычной Вселенной, у любого всегда есть этот путь — он показывает вперед во времени, в будущее. Куда мы все стройными колоннами движемся. А если ты в той части Вселенной оказался, которая отделена горизонтом событий, то у тебя впереди одна цель — сингулярность. И что бы ты ни делал, и куда бы ты не пошел, ты все равно очень скоро встретишься с ней. Пути назад у тебя просто нет. Как те, которые остались в обычной Вселенной вне черной дыры не могут двигаться куда–то, кроме как в будущее, и никак не могут в прошлое, так и ты, попавший под ГС, уже никак не сможешь вернуться назад, придется идти только вперед, а там и сингулярность.
>
> Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Ок. Меня все же смущает резкость перехода. Вот здесь у тебя достаточно энергии, чтобы вылететь (и по меркам Вселенной очень мало ее надо). А на непредставимо малую величину "ниже" уже нужна бесконечность. Контринтуитивно. Все–таки природа не любит ломаных линий. Или ГС "толще" чем двухмерная поверхность за счет каких–то (квантовых) эффектов?

Написал Wolfy · ответить ↑ .

> Wolfy: "В реальности" видимо толще. Но это уже место, где сталкиваются две противоборствующие теории — ОТО и КМ. Они, как известно, несовместимы друг с другом. Там где и квантовые эффекты и поля тяготения убегающие в бесконечность — мы не знаем что происходит.
>
> А в теории ТО — "полностью гладкая". Без квантов, то есть. Но она же не линейная. Это даже по СТО понятно. Чтобы достигнуть 99.99% от скорости света нужно потратить, скажем 10 (каких–то единиц энергии), а чтобы еще чуточку ускориться, и достичь 99.991%, придется потратить еще 1000 (единиц) энергии, в 100 раз больше. Ускорившись на какую–то мелочь.
>
> Там же экспонента, уходящая в бесконечность.
>
> Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Нет там экспоненты, не надо тут.

Написал dxd · ответить ↑ .

> dxd: Это я для красного словца. Чтобы подчеркнуть нелинейность.
>
> Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: *Непрямолинейность.*

Написал Daf · ответить ↑ .

к егэ по физике готов

Написал XIII · ответить .

Читал эту прекрасную статью полгода назад, а теперь вот они и открыты!)

Написал zayanc · ответить .

zayanc: скорее, покрыты экспериментом.

Написал v3v · ответить ↑ .

... а ведь кто–то *в соседней палате* делает подобные штуки одним усилием воли...

Написал ZenSor · ответить .

Как бы в конце концов не оказалось, что гравитация и есть время. Меньше гравитация — медленнее время, сильнее гравитация — быстрее время. Слишком сильно они друг на друга завязаны. Может, это одно и тоже?

Написал goldoleg · ответить .

goldoleg: так да, пространство–время

Написал Deion · ответить ↑ .

Deion: Ну вот, гравитация есть, а гравитонов нет. Время есть, а тахионов нет. Тепло есть, а теплорода нет. Если гравитация такое же свойство материи, как температура, например, тогда, наверное, ей можно все–таки управлять. Построить что–то типа холодильника и гонять гравитацию. Заодно и время, похоже можно будет сжимать–разжимать.

Написал goldoleg · ответить ↑ .

goldoleg: В "Люди как боги" все придумано уже это. Аннигиляторы перегоняют пространство в материю, создавая пустоту и бесконечно ускоряясь, гривитационное оружие в виде планет изменения метрики, мда.

Написал La_Junta · ответить ↑ .

Если гравитация это сила инерции, т.е. фиктивная сила, как и центробежная сила или сила Кориолиса, то и гравитационного поля не существует и гравитонов как квантов этого поля не должно существовать.
Если же гравитационное поле существует, то фиктивные силы столь же реальны как и сила электромагнитного взаимодействия, то должны существовать и кванты Кориолисовой и центробежной сил.
Я так понимаю.

Написал Czelle · ответить .

Czelle: Гравитационной силы нет в физическом смысле, только в механическом. Стандартную модель более 50 лет не могут натянуть на гравитацию, отсюда никаких квантов гравитации нет и быть не может. У гравитации нет поля.

Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Разве существование гравитонов (а вместе с ними и поля) уже отвергнуто? Я был уверен, что на сегодняшний день это открытый вопрос.

Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: Не отвергнуто, но и найти никто никак не может, и есть подозрение, что это ошибочная гипотеза.

Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Ну так не могут найти и подозревают ошибочность гипотезы это одно, а категорично заявлять что гравитационного поля нет это совсем другое.

Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: Простите, не хотел категорично заявлять. Я к тому, что нет гравитационного поля согласно ныне господствующей ОТО, и говорить про гравитационное поле сейчас это моветон.

Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Да ничего. Просто я учил механику по Голдстейну 1957 года и по Ланцошу 1965 года издания. Вот и нахватался оттуда всякого ретроградства. Пробовал читать другие, более современные книги, но не пошло. Такого обалденного объяснения как у этих 2х авторов больше нигде не встречал.
Правда многие очень хвалят книгу Арнольда по механике, но я до неё не дорос. Там алгебру надо знать...

Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: гравитация это искривление пространства–времени. а сила инерции это сила инерции.

Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa–dav: Гравитационная сила согласно ОТО, это сила инерции вызванная искривлением пространства. Вот что я имел ввиду.

Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: очень хреновая фраза подразумевающая только запутывание.
Давайте так — в искривлённом пространстве–времени тела летящие по инерции могут двигаться по кривым линиям. окей. никаких сил в определении не было, а гравитация уже описана. Как так?

Написал aa-dav · ответить ↑ .

P.S.
Т.е. из такого определения очевидно что дело как раз не в силах. Движение по инерции это как раз движение без действия сил.
Силу инерции действительно можно получить в рассуждениях, но не этапе описывания что такое гравитация, а где то ниже по рассуждениям. Поэтому отождествление гравитации и _силы_

инерции крайне корявая штука.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Так и понимать, что гравитация — это сила фиктивная (согласно ОТО). Из того же класса, что и Кориолисова.
Почему вы так уверены что гравитация в рамках ОТО не является силой инерции? Это сила, введение которой в неинерциальную С.К., позволяет пользоваться законами, которые справедливы в инерциальной С.К. Вводя гравитацию как силу инерции в искривлённую, неинерциальную С.К. мы можем забыть об искривлении и пользоваться обычными законами Ньютона (что повсеместно и практикуется начиная со школьной скамьи).

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: стоп. что такое по вашему сила инерции?

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Вообще то я только что это написал: *Это сила, введение которой в неинерциальную С.К., позволяет пользоваться законами, которые справедливы в инерциальной С.К.*

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: ага, понял по какой схеме вы размышляете и вы немного не доводите размышление до конца.
Пробежимся еще раз по основным пунктам.
В Ньютонизме сев в ускоряющуюся неИСО мы находим законы механики "поломанными", F=ma не выполняется, все тела даже без действия сил испытывают одинаковое (и это важно) ускорение g, равное ускорению ракеты с обратным знаком.
Один из способов восстановить справедливость F=ma является введение фиктивной силы инерции "в смысле неИСО", которая действует на все тела и оказывается пропорциональной их массе. Тогда закон можно дополнить как: Fg(m)+F=ma и пользоваться дальше. Вот эта вот Fg(m) в силу как раз пропорциональности от m удивительно похожа на ситуацию если бы всю вселенную пронизывало однородное гравиполе.
Это интересный взгляд и некоторым образом подступы к ОТО действительно.
Но ОТО как раз на этом не останавливается и НЕ вводит силы. Её подход как раз перепрягивает через силовое описание и говорит "а давайте считать что у нас такое пространство-время, что в нём тело двигающееся по инерции движется... по кривой". В каком то смысле уравнение переписывается как F=m(a-g). Заметьте — при нулевой силе тело движется по кривой. Дальше больше — пространство-время заявляется само таким кривым, что движение по линии которая в искривленных геометриях выполняет роль прямой (геодезическая) и называется "движением по инерции".
Это вокруче чем F=m(a-g), покруче.
Таким образом именно формулировка ОТО обходится без всяких сил.
К силам инерции в другом смысле мы в ней можем вернуться рассматривая почему груз давит на неподвижные в поле весы — потому что тут другая сила инерции всплывает (есть разные её определения в зависимости от контекста) — это весы давят на груз отклоняя его геодизическую по F=ma от того что должно быть если бы он двигался по инерции, потому он и сторопится, а груз соответственно по третьему закону Ньютона давит в свою очередь на весы — просто та сила которая "сила действия равна силе противодействия" и вот её тоже называют силой инерции.
Вот так вот, а не как то иначе.
Поэтому отождествлять гравитацию с _силой_ инерции огульно нельзя — надо понимать что за этим стоит и имеется ввиду. Искривление пространства-времени нифига не фиктивно и никакими силами не действует. А вот то что в нём происходит — там уже всякое случается.

7 Написал aa-dav · ответить ↑ .

P.S.

Причём еще можно заметить — почему в ОТО прямо таки _потребовалось_ избавится от силового описания? Потому что в неИСО в СТО можно наблюдать такие "страшные вещи" как, допустим, сверхсветовое приближение тел. Сверхсветовое. Но в СТО невозможно силой разогнать тело быстрее света. Сила с описанием такого положения дел в СТО бы просто не справилась по природе вещей. Потребовалось именно что переключить в уравнении движения эти странности с сил действующих на тела на особенности пространства-временной сетки координат в которых эти тела "плавают".

1 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Когда я поворачиваю голову, то моей С.К. все звёзды движутся со скоростью pi*R*alpha/t где alpha это угол поворота головы, а t это время за которое я повернулся. Разумеется это сверхсветовая скорость. Фиктивные силы инерции вынудили эти звёзды двигаться со сверхсветовой скоростью. И что же из этого следует, что нельзя вращать головой? Или нельзя переходить в С.К. связанную с вращающейся головой? Я не вижу никакого противоречия в том, что под действием фиктивных сил звёзды двигались так быстро. Т.е. я не считаю что из за этого надо отказываться вообще от такого понятия как фиктивная сила.

4 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: "Фиктивные силы инерции вынудили эти звёзды двигаться со сверхсветовой скоростью. И что же из этого следует, что нельзя вращать головой?"

В Ньютонизме это можно было бы описать фиктивными силами инерции. В Ньютонизме нет запрета на сверхсветовые скорости.
В ТО есть и так нельзя. Нельзя разогнать тело ни силами никак до сверхсвета.
Зато можно чтобы "само пространство вселенной раздувалось со временем", так что какие то галактики по итогу могут разлетаться быстрее света.
Это весьма разные вещи.
В ОТО нельзя говорить "яблоко падает по кривой потому что на него действует сила инерции". Нельзя.
Можно сказать "яблоко двигаясь по инерции в нашей СО двигается по кривой". И это совершенно разные утверждения.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Я решил погулгить. Блин, ну сам Эйнштейн сформулировал Принцип эквивалентности сил гравитации и инерции. И предлагал мысленные эксперименты которые доказывали неотличимость силы гравитации от сил инерции. А вы пользуясь его же теорией относительности пытаетесь опровергнуть этот же самый принцип!

3 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: *Мало-ли что он наговорил. Даже "тёмную энергию" не признал, хоть и за 80 лет до открытия "открыл".*

Не сил, не сил, не сил. Просто гравитация и инерция. Сил нет. Сил нет.

7 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: А электромагнитных сил тоже нет?

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: Вопрос с заковыркой. Есть, так как вполне достаточно описывать электромагнетизм силой. Даже электрослабую и сильную. Максвелл вообще как механик описал свет и этот ваш вайфай. И дальше рыться не надо — и так сойдёт.

А вот гравитация сразу палки в колёса ставит — почему такая слабая. Где потерялась вся её мощь, но при этом ребёнок может поднять камень, хотя вся планета тянет камень к себе? Где она, если всё указывает на то, что в планковское время после БВ все силы были едины? Четвёртое измерение съедает её? И поэтому Стандартная модель зубы обломала об гравитацию, М-теория предлагает выбирать из 10^500 вселенных, Шамабала вместе с Торой и теорией Струн предлагает 11 измерений.

И да, у гравитации нет сил. Я кончил.

1 Написал olddays · ответить ↑ .

Czelle: вы невнимательны — я выше довольно большой блок написал, начинающийся словами "ага, понял по какой схеме вы размышляете и вы немного не доводите размышление до конца" еще раз: "вы немного не доводите размышление до конца"
Эйнштейн действительно взялся описывать гравитацию посредством неИСО, но от сил как раз отказался, а начал разглядывать какие эффекты из первых соображений в неИСО появляются и отождествлять их с ДЕЙСТВИЕМ ГРАВИТАЦИИ вообще, а не сил гравитации как силового взаимодействия. Что и вылилось в трактовку искривленного пространства-времени с явным подчёркиванием (погулгите еще лучше) что никаких сил гравитации нет. Поглядите даже на фрагмент цитирования его по вашей же ссылке — ни разу не упоминается слово "сила".

6 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Ок. Пусть так. Гравитация это такая штука, которая ведёт себя как сила инерции, описывается уравнениями как сила инерции, неотличима от силы инерции, но называть её силой инерции нельзя потому что если её так назвать, то очень неудобные выводы получаются. Например такие:
1) либо гравитация реальная физическая сила и существуют гравитоны и тогда сила Кориолиса тоже реальная физическая сила.
2) Либо гравитация это вовсе не сила а всего лишь математическая уловка для простого описания более сложного процесса.

С этого утверждения я и начал, но вы невнимательны и не заметив этого моего утверждения что-то пытаетесь мне доказать.

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: "Гравитация это такая штука, которая ведёт себя как сила инерции"

Нет. :)
Гравитация не ведет себя как сила инерции.
Гравитация это искривление пространства-времени.
Сила инерции не ведет себя как искривление пространства-времени.
Искривление пространства-времени не ведет себя как сила инерции.
Это вообще разные вещи.
Между ними никакого знака равенства даже ставить нельзя.
Другой совершенно физический смысл и размерности и всё остальное.
Можно с силой инерции отождествлять силу с которой груз давит на весы — да.
Все тела можно отождествить таким образом с силой инерции.
Но не гравитацию. Не искривление пространства-времени.
Путаница вокруг этого реально имеет место быть, но нигде в ОТО вы никогда не нагуглите что причина гравитации — какая то сила. Нифига и никогда.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Мой черёд спросить вас, что вы понимаете под термином сила инерции?

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: есть как минимум два определения которые мы оба использовали — как фиктивная сила в неИСО и как сила противодействия силе воздействия от тела. Я, кстати, в том большом комментарии это подчёркивал.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Если пользоваться определением как "сила противодействия силе воздействия" то действительно всё туманно.
А если пользоваться тем, которое я ранее писал — "Это сила, введение которой в неинерциальную С.К., позволяет пользоваться законами, которые справедливы в инерциальной С.К." то когда вы говорите, что тело двигаясь по инерции (т.е. в отсутствии действия внешних сил на него) двигается не по прямой а по кривой, это означает, что существует некий математический член в уравнении движения этого тела в результате которого это тело движется не по прямой, а по кривой. Вот этот математический член и есть сила инерции — не больше не меньше!
Вопрос только в том является ли этот математический член сугубо математическим трюком, либо же у него существует некая природная причина.

Я лично склоняюсь к первому варианту, но и второй совсем исключать нельзя.

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: Я честно задолбался повторять что в ОТО гравитация это не сила. Ни инерции, никакая. Это прямо подчёркнуто везде.
Да, уравнения движения переписаны так, что нет никакой силы отождествляемой с гравитацией. Это искривление пространства-времени.
Этот член не соответствует понятию силы.
Вы застряли на примере с Ньютоновой ракетой где Fg(m)+F=ma, и до сих пор пытаетесь какую то силу найти в ОТО. Но она тем и круто отличается, что через силу не получилось, пришлось через метрики, искривления и прочая. Совершенно на силу непохожие вещи. Движение по геодезической = движение без действия сил = свободное падение в гравиполе.
Другое дело что силу инерции во втором смысле можно углядеть когда в искривленном пространстве-времени тела взаимодействуют силами — вот только в этом смысле можно искать. Всё, повторять я это больше с вами не буду.

А насчёт математических трюков тут всё достаточно тоже непросто. Например некто Логунов продвигает свою т.н. "релятивистскую теорию гравитации", в которой утверждает что всё происходит в плоском пространстве-времени Минковского, т.е. без всяких искривлений, а гравитационное поле это некое тензорное поле бла-бла-бла и мол тоже получается очень похоже.
На вики можно вкратце глянуть.
Вообще теорий гравитации много больше одной, но всё таки Эйнштейновская пока держит основную марку. Что-то точнее и сложнее или чему то противоречит или непроверяемо экспериментально.
К чему это я... к тому что да, возможно именно вот такое описание когда нибудь посчитают не просто недостаточно точным а то, но и не соответствующим действительности в каких то кореных вещах (например окажется что без искривлений проще если то-то и то-то). Уже маячат какие то многомерные струны и прочая — чего там нам новый день несет. я не осмелюсь прогнозировать. В конце концов такова методология науки — строить модели, обтёсывать их, а потом находить более точные, зачастую радикально другие. Но при этом старые модели в своих рамках применимости работают, иначе бы их не принимали за рабочие.

10 Написал aa-dav · ответить ↑ .

Czelle: Ну опять. Разными словами вам говорят только одно — когда тело движется по инерции оно покоится. Всё. Отсюда вывод и Эйнштейна. И это не мат.трюк, а просто наша Вселенная.

3 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Оно покоится в инерциальной системе А, но оно не покоится в неинерциальной системе Б. В системе Б действуют фиктивные силы.
И не говорите, что только система А единственно истинная. Все системы эквивалентны, это основополагающий закон физики.

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

olddays: Привет чувакам из параллельной Вселенной!

0 Написал ___ · ответить ↑ .

___: Ну контекст ОТО воспринимайте. Иль есть что сказать, Евгений Ваганович?

0 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: контекст ОТО будет тогда, когда вы не будете делать утверждений о нашей Вселенной.

0 Написал ___ · ответить ↑ .

aa-dav: Сила инерции на формульном уровне неотличима от гравитации. В неинерциальных СО метрика получается вполне гнутой.

0 Написал dxd · ответить ↑ .

Czelle: эйнштейн описал глюки наблюдателя, даже вернее наблюдателя — человека
ибо ускоряющаяся пылинка с расплющенным на поверхности жучком — человекоом не сдвинет с места юпитер

а при скорости близкой к с, глюки наблюдателя приобретают дикую форму. очень похожую на применение лсд

вот это все и описано тоннами матана

5 Написал sx_ · ответить ↑ .

Czelle: А вот вы сами прочтите статью по своей ссылке до конца. И обратите внимание на важнейшую оговорку про эквивалентность в достаточно малой окрестности рассматриваемой точки.
Достаточно малая — это как раз такая окрестность, в которой вы не обнаружите разницы между гравитацией и силой инерции. В строгом математическом смысле не обнаружите. Т.е. это математическая окрестность точки.
По факту окрестность, в которой вы не сможете эту разницу уловить экспериментально, ограничена существующей технологией и приборами, поэтому и в реальном падающем лифте на данный момент вы разницу действительно не уловите.

0 Написал Daf · ответить ↑ .

Daf: малость окрестности действительно важна, но по каким причинам?
Ну смотрите — если вы в ракету ускоряющуюся и у вас по всему пространству действует гравитация. Но в одном и то же направлении — раз. С одной и той же напряженностью (у Ньютона) — два.
А сферически-симметричное гравиполе реального космического тела изменяется как по направлению так и по силе. Описать его ускоренной системой отсчёта В ЦЕЛОМ никак нельзя, потому что нет такой системы отсчёта которая ускорялась бы в разных направлениях и с разной силой еще и. Это немыслимо.
Вот поэтому да — говоря о принципе эквивалентности мы должны "линеаризировать" рассматриваемый участок до сколь угодно близкой к неИСО локальности.
А вот чтобы все такие кусочки сшить в единую сетку координат... нужна криволинейность.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Я вроде бы так это и понимаю. Нам нужна такая локальность (точка), в которой мы вправе ввести локально инерциальную СО. Так?

0 Написал Daf · ответить ↑ .

Daf: а, это вы не мне писали. да всё верно, рассматривайте мой комментарий как дополнение к вашему.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: *а давайте считать что у нас такое пространство-время, что в нём тело двигающееся по инерции движется... по кривой*
Этот подход и называется введение фиктивной силы или в общем виде его ещё называют "Принцип Д'Аламбера". И распространяется он как на евклидовы неинерциальные пространства, так и на искривлённые пространства, и на так называемые обобщённые пространства. И в теории он позволяет сводить любую задачу динамики вообще к статике в обобщённом пространстве. Но по сути это это введение фиктивной силы и есть. Не понимаю, почему вы так с этим не согласны.

0 Написал Czelle · ответить ↑ .

Czelle: чуть ниже ответил.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

Czelle: Сила инерции. Ну как так.

0 Написал olddays · ответить ↑ .

Я правильно понимаю, что это пока только теория, не факт, что на самом деле все так и есть?

0 Написал Kit_Palmer · ответить .

Kit_Palmer: Судя по тому, что практически все предсказания ОТО сбылись, то и это с высокой долей вероятности найдём. А как на самом деле — никто не знает.

2 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Это как "с высокой долей вероятности эта девушка беременна".

0 Написал Kit_Palmer · ответить ↑ .

Kit_Palmer: нет. беременности бывают ложные.
а вот — вы с высокой долей вероятности умрете в этом столетии — таки да.

0 Написал nerv · ответить ↑ .

nerv: Если он школьник то наверяка–ли

0 Написал frogeater · ответить ↑ .

frogeater: самая оптимистичная средняя продолжительность жизни составляет примерно 70 лет, а школьнику уже минимум 7 лет, до конца столетия еще 85 лет, так что вероятность события, высказанная nerv'ом, таки высокая.

3 Написал Bazarov · ответить ↑ .

Bazarov: Забавно. Спросил у автора топика, ответил другой, третий прокомментировал, четвертый пошутил, а пятый посчитал.

3 Написал Kit_Palmer · ответить ↑ .

> Kit_Palmer: Когда я вижу, что другие юзернеймы полностью ответили на вопрос, и мне добавить нечего, я в эту ветку не суюсь.
>
> Да, теория относительности это все–таки еще "теория", потому что не все ее предсказания экспериментально обнаружены. Вот, упомянутые гравитационные волны как раз и не обнаружены. Но это не значит, что теория не верна. Ибо не обнаружено и *"антигравитационных волн"*, которые бы **опровергли** теорию Эйнштейна. На 99% можно считать, что она верна, ибо очень много экспериментальных подтверждений таки было найдено.
>
> Хотя мы четко понимаем, что теория Эйнштейна не верна, точнее не полна. Еще точнее — она имеет свои границы применимости. На квантовом уровне теория Эйнштейна не работает, и это мы знаем точно.
>
> Т.е. это однозначное указание на то, что есть какая–то более общая теория, чем теория относительности Эйнштейна, более сложная и замороченная, в которой эйнштейновская — лишь малая часть. Но тут пока стопоры, эту новую теорию еще никто не придумал. Были большие надежды на теорию струн, но она пока лажает. Даже не то, чтоб прям лажает, но интерес к ней последнее время поугас.

13 Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

я как практик гравитационный, все никак не могу понять
вот с гравиметром много полей(колхозных) излазил, и могу сказать — вся наша планета рябая, в аномалиях, что используется в военных и прикладных целях

как это связано с четырехмерным пространством –временем?

и по поводу измерений –есть страшное подозрение, что любой предмет у физиков(включая платиновый метр) и самого физика и даже его монитор с открытым дерти, будет вместе с пространством временем синхронно колебаться

и по поводу телескопов и астрономов, — не следует обольщаться–они зачастую видят и измеряют то, что хотят увидеть и измерить.

и скорость света есть ничто иное, как проекция бесконечной скорости на наше четырехмерье

1 Написал sx_ · ответить .

> sx_: Нет, это связано, с тем, что Земля не шар из мрамора, а не очень ровный кусок в котором перемешано всяких минералов, причем разной плотности.
> По поводу измерений — нет, не будет, я же написал почему. Но дело и не в платиновых метрах. Меряют то лазерным лучом. Когда по трубе проходит гравитационная волна, пространство растягивается, и луч будет путешествовать по ней **дольше**. И это можно замерить.

4 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

Меня вот как дилетанта мучит один вопрос. Если мы приближаемся к черной дыре время замедляется относительно внешнего наблюдателя, т.е. снаружи ускорится. Таким образом, если приблизиться к дыре достаточно близко,но не настолько чтобы уйти за горизонт событий (теоретически на орбиту вблизи дыры) то можно будет видеть как на ускоренной съемке все процессы происходящие снаружи? Ну к примеру приблизились мы настолько чтобы сверхновые взрывались вокруг каждые 5 мин по нашему корабельному времени звезды зажигались и гасли как лампочки, и через пару дней вселенная закончила свое существование. Такое возможно? Соответственно (по интерстеллару) для внешнего наблюдателя мы станем настолько тормознутыми, что перестанем отвечать на запросы? В обратном случае удаляясь от черной дыры (перемещаясь к внешней стороне галактики например) скорость нашего времени будет ускоряться для наблюдателя находящегося ближе к центру нашей галактики? Т.е. на окраине галактики вследствие удаленности от центральной ч- дыры время идет быстрее чем у того кто находится вблизи центра? Стало быть найти братьев по разуму можно с большей вероятностью на окраинах Млечного Пути, поскольку в центре ну просто сплошные тормоза живут?

8 Написал ratslayer · ответить .

ratslayer: Вроде бы вы всё верно говорите.

Несколько не очень связанных комментариев и мыслей:
1. Приближаясь к чёрной дыре, вы получите на себя такое излучение, которое вдали от неё получили бы за миллиарды лет. То есть будете изжарены заживо.
2. Непосредственно на горизонте событий время, получается, совсем останавливается. Там вы не просто можете, а обязательно увидите смерть вселенной.
3. Как при таком подходе можно говорить об общем возрасте вселенной — не совсем понятно. Возраст вселенной у нас и в окрестностях ЧД должен быть разный?

3 Написал irygaev · ответить ↑ .

> irygaev: Вы не успеете осознать смерть Вселенной. По вашим внутренним ощущениям вы будете падать в черную дыру пару секунд. Много успеешь заметить за это время? Учитывая все искривления окружающей метрики и прочие аккреционные диски, мешающие обзору?

0 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Более того вселенная закончится в один конкретный миг — в момент пересечения горизонта событий. Конечно увидеть ничего не удастся, но так сказать, можно поприсутствовать при этом.

Поучается, для тех, кто ввутри чёрной дыры внешняя вселенная не существует не только фигурально, но и фактически — она уже закончилась. Хотя откуда же тогда поступает новое вещество в ЧД? Может время не заканчивается, а ходит по кругу? Что–то у меня уже голова закружилась от всяких парадоксов.

3 Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: Забавный момент — с точки зрения падающего пересечения не происходит. Просто чёрная дыра при приближении к ней выворачивается наизнанку и заглатывает наблюдателя, аки морская звезда. Пересение горизонта будет выглядеть как момент смыкания поверхности чёрной дыры над головой.

8 Написал dxd · ответить ↑ .

dxd: А если падало что–то перед тобой, то оно будет разлетаться во все стороны с ускорением, которое можно будет объяснить только тёмной материей(или энергией я не шарю). А излучение с поверхности горизонта событий, который к тому моменту будет везде вокруг, можно будет ошибочно принять за реликтовое. А растягивающееся в сингулярность пространство за расширяющуюся вселенную!!!

2 Написал Satt · ответить ↑ .

sly2m: Мне нравятся ваши формулировки про пару секунд) а я не собираюсь в нее падать) я на орбите, достаточно близкой чтоб стали заметны релятивистские эффекты и я не боюсь жесткого излучения у меня толстый защитный костюм)) а смотрю я в сторону обратную направлению на ЧД. Так может все же успею что–то увидеть?

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Если ты на орбите НО НЕ НА горизонте событий — о каком конце Вселенной идет речь? Ну, заглянешь чуть–чуть вперед в будущее мала–мала. Ты же потом в него и вернешься, когда (если) вернешься из своего трипа на орбиту черной дыры.

4 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Кто то говорил (не помню кто) что вблизи огромных масс время замедляется,по сравнению с тем местом, где масса удалена на достаточно большое расстояние хотя может я что–то путаю.. (но так нас учит ИНТЕРСТЕЛЛАР!!!) Исходя из примитивных формул про скорость необходимую для орбитального полета можно предположить, что при огромной силе ускорения свободного падения скорость выхода на орбиту вокруг тела с такой силой притяжения при отсутствии атмосферы может быть на каком–то расстоянии от поверхности (ГС или ЧД) приближаться с световым, т.е. будут присутствовать эффекты замедления времени. Логически рассуждая, крутясь вогруг ЧД на скорости близкой к световой но не находясь ниже ГС я смогу наблюдать в ускоренной перемотке как все происходит вокруг ЧД. И давайте не будем рассуждать про радиацию, энергию необходимую для разгона скорости для занятия такой орбиты, и т. д. Ваше выражение "чуть–чуть вперед в будущее мала–мала" как то не вписывается ни в философскую ни в математическую рассуждения)
покрутившись некоторое время и выждав, когда Путин уйдет на пенсию я смогу плавно добавив скорости отойти на более дальнюю орбиту и, наконец, вернуться на родную Землю пару мгрдов лет спустя времени вылета...
PROFIT!

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Ну, конца Вселенной так дождаться теоретически можно. Только придется крутиться на высоте 2–3 атомов от горизонта событий. И все равно весьма долго. А вот пока Путин выйдет на пенсию — это уже фантастика.

18 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: вот нравится мне ваша четкость в определениях — "двух трех атомов" беда просто... Вот если атомов пять–шесть, то все, ничего не получится)
Я полагаю среди нас есть умные люди, которые смогут посчитать на каком расстоянии от центра ЧД постоянной массы и постоянного ускорения свободного падения скорость орбитального полета будет равна 90% от световой. У меня сильное ощущение, что радиус орбиты будет более 2–3 атома)Хтя может я ошибаюсь, сам не считал, лень–матушка(При огромном (бесконечном?) разнообразии масс ЧД во вселенной и, соответственно ускорений свободного падения, полагаю, будет не сложно подобрать подходящую черную дырку чтобы звиздячить вокруг нее на минимальной высоте по орбите со скоростью близкой к световой.Что–то мне подсказывает, что орбита на световой скорости это и есть горизонт событий)

2 Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Дело в том, что в формулах релятивистской механики нет никакой линейности. К примеру на скорости в половину световой (0.5c), (а это между прочим 150 000 км/с, мы даже сотой части этой скорости не летаем на самой быстрой ракете!) никаких ощутимых замедлений времени, увеличения массы и проч. НЕ НАБЛЮДАЕТСЯ. Только начиная со скорости 0.9c (90% от скорости света) можно говорить о начале наблюдаемого релятивизма. 0.99c — ну, эффекты уже в полный рост, время замедляется в два раза. (так не совсем корректно говорить, но чего уж там).
>
> Чтобы наблюдать, как гаснут звезды нужно достигнуть скорости 0.99999999999c
> Ну, или на 2–3 атома от ГС находиться.

0 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

> sly2m: Атлична! Вы говорите на 0,99% время замедляется в 2 раза. Гут. Вот на этой скорости мы вокруг ЧД и крутимся, ОК? Не падаем на нее а крутимся. (ну давайте же пофантазируем обоснованно, не надо про мощность ракет и жесткое излучение) И не просто крутимся а смотрим наружу в открытый космос и подмечаем, что с ним происходит... А что с ним происходит? Как вы думаете? Успеем мы увидеть как закапывают? Ну мы же не падаем а так себе спокойно летаем на 0,99 световой вокруг ЧД?)

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Я же не зря упомянул, что так не совсем корректно говорить. Но ладно, пусть так.
> И вы опять путаете две разные вещи. Полета со скоростью 0.99c УЖЕ достаточно, чтобы ощутить эффекты замедления времени. Полета вокруг черной дыры УЖЕ достаточно для этого же самого. Нет нужды комбинировать (хоть и можно).
>
> Ну и теперь самое главное. Почему так не корректно говорить. Не указана продолжительность полета. Т.е. грубо считая, чтобы увидеть ускорение/замедление времени в два раза нужно это самое время сначала потратить. Хочешь, чтобы на Земле прошло 2 года? Сначала будь добр полетай год вокруг черной дыры. За этот год что угодно сможешь успеть наблюдать (если телескопы дотянутся).
>
> А зависимость там не сложная. Напрямую из преобразований Лоренца выдранная:
>
> $$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

0 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: *Полета со скоростью 0.99c УЖЕ достаточно, чтобы ощутить эффекты замедления времени.*
А меньше скорости? УЖЕ недостаточно? Поправки на релятивистские (правильно написал??) эффекты требуются, например, для корректной работы GPS. Причем их там даже две разнонаправленных суммируется, одна зависит от высоты орбиты, вторая — от скорости движения спутника. Около 37 микросекунд в сутки.

2 Написал Zanoz · ответить ↑ .

Zanoz: Заметишь на глаз 37 микросекунд в сутки?

0 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Ну есть статеечка на хабре, в которой утверждается, что без учета релятивистских поправок точность определения местоположения будет прыгать на +/ — 5 км. Что будет заметно простым взглядом.
http://habrahabr.ru/company/ivideon/blog/230117/

0 Написал Zanoz · ответить ↑ .

Zanoz: Ты не путаешь "временные задержки, заметные на глаз, выраженные в микросекундах" и "следствия этих задержек, после прохождения через огромную систему планетарного масштаба, выраженные в метрах"?

2 На пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Ну так мы на глаз и килограмм и сантиметр не особо–то можем.

А 37 микросекунд это же реально дофига.

Написал CyberBOB · ответить ↑ ·

> CyberBOB: Да, конечно. Измеряемая величина. Но на глаз, да еще и в сутки. Вопрос же был про ощутить эффекты СТО, а не измерить. Измерены они давно уже и при гораздо меньших скоростях.

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

ratslayer: Суть в "чуть–чуть" вперёд в том, что крутиться там надо будет очень долго, очень–очень долго, так как Вселенная будет ещё жить сотни миллиардов, а может и триллионы лет, а может вообще бесконечно, а тогда и ЧД должны будут испариться.

Написал olddays · ответить ↑ ·

olddays: Из этого следует, что если мы сможем рассчитать момент испарения ЧД, то сможем находясь в защитной капсуле и приближаясь к горизонту событий не уйти за него и не погибнуть тем самым, но переместиться в будущее?

Написал Zigg · ответить ↑ ·

Zigg: Скажем так — этот трюк получится со сверхмассивной ЧД.

Написал olddays · ответить ↑ ·

olddays: Но если время там очень сильно замедлено, то это для нас миллиарды лет, а для крутящегося вокруг ЧД наблюдателя могут быть и минуты. Мне уже отвечали, что смерть вселенной увидеть не удастся, но я пока не разобрался, почему.

Написал irygaev · ответить ↑ ·

irygaev: Хм. Мне будет уже пофиг рядом с ГС — я умру и меня расплющит — а вот для внешнего наблюдателя я буду жить очень долго, размазываясь по ГС. А из ЧД проще — там нет никакого наблюдателя.

Написал olddays · ответить ↑ ·

olddays: Ну это метафизика. Берём просто систему отсчёта, связанную с телом, падающим в ЧД. В момент, когда это тело пересечёт горизонт событий (по своим часам), во внешней вселенной пройдёт бесконечное время. Так или нет?

P.S. Почему размазываясь по ГС? Скорее замерев в одной точке.

Написал irygaev · ответить ↑ ·

irygaev: Кип говорит о том, что на ГС мы будем плавно отпечатываться на двухмерной поверхности.

Давайте решим упасть в ЧД. При этом в какой–нибудь Стрелец А*. Мы падаем, и тут — мы видим Вселенную, мы увидим её смерть, так как наблюдатель — мы, сразу умираем не доезжая до ГС. Нет наблюдателя, нет времени, нет ничего.

Написал olddays · ответить ↑ ·

> olddays: > *Кип говорит о том, что на ГС мы будем плавно отпечатываться на двухмерной поверхности.*
>
> Только половина тебя отпечатается на ГС (и погибнет в процессе, если теорема о квантовом клонировании верна). Вторая пролетит сквозь ГС и ничего не заметит даже. Читал мой пост на пальцах™, как Хокинг черные дыры отменял?

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

sly2m: Я протрезвею и отвечу.

Написал olddays · ответить ↑ ·

olddays: Вы всё про какого–то живого наблюдателя говорите, меня же интересует простая математика, т.е. соотношение времён в двух системах отсчёта.

Написал irygaev · ответить ↑ ·

irygaev: Я протрезвею и отвечу.

Написал olddays · ответить ↑ ·

sly2m: А если я с орбиты ЧД запущу на горизонт событий камеру на нановерёвочке (из этого поста мы узнали, что электромагнитная сила лучше гравитации), ровно на то расстояние, когда на ней уже почти сомкнулся горизонт и в маленьком искривлённом глазке она сфотает смерть вселенной. Для нас на орбите ЧД камера уже навечно зависла и растворяется. А потом за веревочку её оттуда цап. И фотки посмотреть?

Написал CyberBOB · ответить ↑ ·

> CyberBOB: Нет. Ты будешь ее опускать ровно миллион лет. И поднимать назад столько же. А потом, когда она вернется, сможешь посмотреть, как она записала 2 миллиона лет вперед. Но, ты их итак уже видел, фокус не получится.

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

irygaev: 1.Ну давайте не будем об излучении, отсутствии пива и пр. чистому разуму отсутствие пива и жесткое излучение не вредит))
2. Если время останавливается, то я ничего не увижу время же стоит, значит ничего не происходит. Но судя по тому, что из черных дыр чего–то излучается об полной остановке времени речь не идет, хотя может быть я чего то недопонимаю(Кроме того почему время должно остановиться на горизонте, там досветовые скорости насколько я понимаю...
3. Вот при таком подходе говорить о возрасте вселенной практически невозможно, для начала чем его мерить?В смысле в каких единицах)
Было бы еще интересно понять что происходит в центре черной дыры там же силы притяжения должны быть уравновешены внешними слоями. Снаружи черная дыра к себе притягивает, ну прилетели мы и попали на поверхность, нас размазало тонким слоем, а то вещество, которое было в начале образования дыры в ее центре, что его размажет, его скорее равномерно растягивает во все стороны

Написал ratslayer · ответить ↑ ·

> *ratslayer: попали на поверхность, нас размазало тонким слоем, а то вещество, которое было в начале образования дыры в ее центре, что его размажет, его скорее равномерно растягивает во все стороны*

Никто не знает. Да и материи там нет. И в этом теория Эйнштейна пасует — когда любая формула теории уходит в бесконечность, значит она не полная.

Написал olddays · ответить ↑ ·

olddays: Материи нет а гравитация есть?)))

Написал ratslayer · ответить ↑ ·

ratslayer: Именно. Потому что пространство–время само по себе и есть энергия. То есть то, что мы считаем материей — самое маленькое, что есть в нашей Вселенной.

Написал olddays · ответить ↑ ·

> olddays: > *Потому что пространство–время само по себе и есть энергия.*
>
> Йоу, йоу, чувак, осади! Ты что имеешь ввиду?

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

sly2m: Пример — всё убрать, планеты, Солнце, протоны и электроны — мол пустота? Нет, само пространство–время уже не пустота.

Написал olddays · ответить ↑ ·

> olddays: При чем тут энергия–то?

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

sly2m: А как по–другому назвать?

Написал olddays · ответить ↑ ·

> olddays: Пространство–время.

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

olddays: Мне кажется, что нет никакой энергии, то есть ее не пощупать руками. Это абстракция, ее ввели для удобства использования в формулах расчета.

Написал kurohoe · ответить ↑ ·

ratslayer: 2. Тут дело не в скорости, а в гравитации. Возможно я неправ, но я исхожу из такой логики: если верно, что внешний наблюдатель никогда не дождётся пересечения падающим горизонта событий (для этого ему потребуется бесконечное время), значит верно и обратное — когда падающий пересечёт горизонт событий, снаружи пройдёт уже бесконечное время, то есть его время замедлится до нуля.

Написал irygaev · ответить ↑ ·

> irygaev: Нет, не так. Так будет если у вас в распоряжении очень мощная ракета. Очень мощная, каких не бывает даже в фантастике. Если вы просто падаете в черную дыру — вы падаете в нее за вполне конкретное и очень короткое время. Гораздо быстрей, чем падал Феликс Баумгартнер из стратосферы. Буквально за считанные секунды вы пересечете горизонт событий, и внешняя Вселенная от вас окажется в недосягаемости. Но за эти секунды вы сможете увидеть кусочек будущего Вселенной да.
>
> Для внешнего наблюдателя ваше падение будет бесконечным. С его точки зрения вы будете падать все медленнее и медленнее. Плюс вы начнете тускнеть, в буквальном смысле этого слова. Т.е. уже через какую–то сотню–другую лет ваш силуэт, все медленнее и медленнее приближающийся к горизонту событий растает в глазах внешнего наблюдателя, как призраки тают с восходом Солнца.

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

sly2m: Как мое падение может быть бесконечным для внешнего наблюдателя?) Чем я отличаюсь от материи, которая непрерывно попадает в черные дыры по всей вселенной, что очевидно наблюдается повсюду?

Написал ratslayer · ответить ↑ ·

ratslayer: Не наблюдается.

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

sly2m: Воочию разумеется нет. Но есть какие — никакие косвенные доказательства существования ЧД. Аномальная гравитация, джеты, свечение вещества вокруг, красивые фотки затягивания галактик, звезд и т.д. в то место, где по идее есть ЧД. Не знаю вот, в период наблюдений отмечалось ли увеличение массы ЧД? Мне кажется на мой взгляд дилетанта, что все это признаки взаимодействия внешних объектов с ЧД, что как вы говорите не может наблюдаться в связи с бесконечностью процесса

Написал ratslayer · ответить ↑ ·

> ratslayer: Я имел ввиду, что такая формулировка не верна:
>
> > *Чем я отличаюсь от материи, которая непрерывно попадает в черные дыры по всей вселенной, что очевидно наблюдается повсюду?*
>
> Мы знаем, что вещество падает на черную дыру. Черные дыры растут, с точки зрения вещества, процесс их падения вообще занимает пару секунд.
>
> Но то что мы **видим**, то, что мы **наблюдаем**, то, что нам приносят электромагнитные волны АКА свет — это постепенное замедление предмета, падающего на черную дыру. Чем ближе к горизонту событий, тем медленнее нам кажется (мы видим) падает объект. Через 100–200–1000 лет нам надоедает за ним наблюдать, и мы плюем на него. А он (его изображение) там висит, потихоньку тускнея, пет через миллион полностью растворившись в темноте.
>
> Хотя, повторюсь, сам предмет давно уже (почти сразу, почти мгновенно) упал. Мы ЗНАЕМ об этом. Но видим совсем другую картину.
>
> На этой двойственности, кстати, нам известно очень много замороки с черными дырами. К примеру из нее нельзя вернуться. Вот нельзя и все. Нельзя подать сигнал. Нельзя сообщить — "чуваки, я давно уже упал". Т.е. это наше **мы знаем** это лишь наше личное мнение и знакомство с физикой черных дыр. **Видим** же мы — замедление, торможение, потускнение.

Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ ·

sly2m: Почти мгновенно упал он по своим часам. По ипшим часам так и висит возле горизонта. Это не только мы видим, но так оно и есть.

Написал irygaev · ответить ↑ ·

irygaev: Да это верно.
Вообще тут путаниц куча.
Как я ниже говорил несмотря на бесконечно затянутый процесс падения в СО удаленного наблюдателя тот же самый удаленный наблюдатель знает и может измерить конечное время за которое он не сможет спасти падающий груз.
На всякий случай всё таки подниму тему с лифтом Эйнштейна, чтобы это слегка осмыслить всё таки всё с позиций СТО.

Есть такая простенькая концепция "лифт Эйнштейна" — мол дескать если в пустоте вне гравитирующих тел ускорять лифт, то изнутри результат неотличим от того что если бы он был зафиксирован неподвижно в гравиполе.
Сразу же напрашивается эксперимент — сесть в такой ускоряющийся лифт, а точнее — релятивистски равноускоренную ракету и посмотреть внимательно что происходит с точки зрения космонавта.
Сразу же мы понимаем что речь идёт об неинерциальной системе отсчёта у космонавта и в ней должно быть что–то такое, что нам неизвестно из рассмотрения экспериментов с ИСО в СТО.
Но для начала можно порассматривать ситуацию глазами обычной ИСО в которой космонавт сел в ракету, включил движки и релятивистски–равноускорятся–улетает. Какие интересные штуки можно заметить?
Уравнение движения релятивиски–равноускоренной ракеты в ИСО это гипербола.
Для наглядности желателен график. Найдем графики гиперболы:

Представим что у нас ось Y это ось времени, а ось X — координаты. Представим так что мы работаем с нормализованными координатами в которых свет за 1 единицу времени пролетает 1 единицу длины.
Рассмотрим правый верхний участок графика. Пунктирная линия, наклоненная под 45 градусов к осям это по сути график движения фотона испущенного из начала координат вправо (помним — 1 единицы длины за 1 единицу времени). А веточка гиперболы это релятивистски–равноускоренная ракета стартующая с некоторой дистанции "a" от начала координат. Вот пошёл график её координаты от времени и видно, что тот самый фотон никогда её не достигнет. По ассимптоте график фотона и график ракеты сближаются, но никогда не сблизятся.
А что это означает в физическом смысле? Это значит что никакое ни тело ни взаимодействие левее нашего лучика света никогда не сможет достигнуть ракеты пока она поддерживает режим ускорения. Вообще это т.н. пространственно–временная диаграмма Минковского и в ней действует то правило, что запрет на сверхсветовые скорости выражается в том, что т.н. мировая линия тела никогда не может быть наклонена к оси времени больше чем под 45 градусов (в наших нормализованных координатах), а значит ни от какой точки левее световой линии нельзя провести никакую линию которая бы соприкоснулась с ракетой.
Ничто и никогда из этой области графика не сможет достичь ракеты. Ничего не напоминает?
Несмотря на простоту мысленного опыта мы уже замечаем такие страшные вещи, как "область пространства–времени откуда ничто не может достичь ракеты" (упс) и конкретный край этой

области в лабораторной ИСО (нетрудно догадаться что в неИСО ракеты он будет эквивалентен великому и ужасному горизонту событий чёрной дыры).
Уже прекрасно видно, что если с ракеты в какой то момент времени сбросят груз и он полетит инерционно (т.е. по прямой не превышающей 45 градусов к оси времени), то за какое то конечное время он попадёт под линию горизонта и уже не сможет вернуться к ракете никакими силами, т.к. потребуется мировая линия с углом наклона более 45 градусов к оси времени, т.е. сверхсветовая запрещенная скорость.
Так же видно что если с ракеты выбросят зонд, который запрограммирован так, чтобы избегать встречи с горизонтом, т.е. ускорятся к ракете до пересечении линии горизонта, то у такого зонда всегда останётся возможность ускорится сильнее, чем ракета (чтобы его дуга гиперболы стала круче), и вернутся к ней рано или поздно, но не ранее чем её путь пересекается со световой линией из той точки где зонд находится приняв решение вернуться.
При этом чем ближе зонд находится к горизонту, тем большую работу по его разгону надо совершить чтобы вернуть его к ракете. Вплоть до бесконечной величины при попадании на горизонт.
Т.е. уже видно, что в лифте эйнштейна разность гравипотенциалов между ракетой и горизонтом по сути бесконечна.
Т.е. в принципе мы в обычной ИСО обычной СТО уже пронаблюдали горизонт событий и некоторые его характерные свойства. Пусть не количественно, но качественно похожие на ГС ЧД.

7 · Написал aa-dav · ответить ↑

P.S.
Немаловажно будет еще заметить следующую простую штуку. Предположим что да с ракеты сбрасывают зонд который старается и не догнать ракету и не попасть под горизонт. Т.е. его мировая линия должна быть между двумя мировыми линиями светового горизонта и ракеты. Тогда если внимательно поглядеть на график, то становится понятно, что его скорость должна быть в среднем больше скорости ракеты, чтобы уклонится от световой линии. Т.е. по другому — линия должна быть круче наклонена к оси времени, чем линия ракеты. А раз больше скорость, то значит... часы идут медленнее. Т.е. наблюдаем "гравитационное замедление времени" в обычной ИСО в рамках обычной СТО. Действительно если зонд опустится и вернется к ракете его часы всегда должны отставать в показаниях с часами ракеты. Логично. А вот как так получается что в СО ракеты свободно падающий зонд вечно падает на горизонт? Тут уже нужны умственные усилия большего калибра...

3 · Написал aa-dav · ответить ↑

...но не совсем уж сложного на самом деле.
Для начала можно взять довольно базовые знания из СТО и немного покрутить их в уме применительно к опыту с ускоряющейся ракетой, попытаться прочувствовать неким образом динамику процесса как бы она выглядела изнутри ракеты при некоторых допущениях.
Для затравки довольно простой опыт — замостим в лабораторной ИСО в одну линию в плюс и минус бесконечность синхронно тикающие часы через каждый километр. Сядем опять таки в ракету и начнём ускоряться. Тут можно использовать простую концепцию — предположим что мы в каждое мгновение из ракеты сбрасываем "свободно двигающегося наблюдателя", т.е. такого который находится в ИСО и попробуем склеить их наблюдения во времени. Мгновенно–сопутствующие ИСО (МСИСО) вполне логичная и простая штука. Мы знаем что каждая следующая МСИСО двигается всё быстрее и находится всё дальше от начала координат лабораторной ИСО.
И вот первая странность — мы знаем что в каждой следующей МСИСО расстояния между часами должны сокращаться в силу Лоренцевского сокращения длин. Причём сокращаться попарно на одинаковый коэффциент. Это приводит к странным выводам — часы где–то далеко спереди должны приближаться быстрее скорости света, и тем быстрее чем дальше до них расстояние. Иначе попарного равенства не было бы.
Но еще более странная вещь образуется позади — до некоторой дистанции часы будут удалятся, т.к. мы мимо них летим, но в силу той же пропорциональности попарных дистанций если задуматься, то получается, что с как минимум с некоторого расстояния часы должны не удалятся, а приближаться! Вот это вот уже ни в какие ворота. Но действительно такова картинка в системе из последовательно сменяющихся МСИСО получается вот на пальцах даже. Тут же можно заподозрить наличие некой "точки неподвижности", где на стыке удаления и приближения какие то часы замерли на месте и ни удаляются ни приближаются. Запомним это.
Еще более можно углубить эту картинку если вспомнить другой важный эффект — относительность одновременности. Синхронно тикающие в лабораторной ИСО часы в других ИСО теряют синхронность. Причём по преобразованиям СТО следующим образом — те по направлению к которым ракета летит в ИСО ракеты показывают большее время и тем большее, чем скорость ракеты и расстояния до часов. Те, которые сзади — меньшее и опять таки тем более меньшее, чем больше скорость ракеты и дальше дистанция. Пытаясь в уме склеить это в картинку последовательно сменяющих друг друга МСИСО мы приходим к выводу, что время процессов спереди по курсу ускорено и тем больше, чем больше расстояние до процессов (таки да, мы как бы смотрим на вселенную спереди ракеты из более низкого гравипотенциала — так вот почему часы оттуда могут падать быстрее света!), а время процессов сзади отстаёт... отстаёт... отстаёт... вплоть до того что на каком то расстоянии вообще перестаёт идти — замирает! (Вот она — точка неподвижности?) А за ней... Позвольте... А за ней получается что время процессов... идёт вспять! Хм... Интересно... Минус на минус... А ведь правда — если что–то от нас должно удалятся по логике процесса, но время идёт вспять, то оно... действительно приближается. Ловко!
Но напальцево.
Тем не менее мы тут пронаблюдали эту самую "точку неподвижности", которая как уже понятно есть тот самый горизонт. Странная штука. Особенно с тем, что там за ней "время идет назад" (это эквивалентно тому, что в координатной сетке наблюдателя ракеты никогда не будут присутствовать события, объекты и процессы на графике выше левее горизонта — их просто нет для неё ни в прошлом, ни в настоящем, ни в будущем — это особенность её координатной сетки), но тут уже аналогию с черными дырами продолжать нельзя — вот именно этой части картинки там нет. Но с МСИСО оно нормально согласуется. Ведь даже если возникло сразу же желание послать или получить сигнал в/из прошлого — то в такой СО никакой сигнал не преодолеет горизонт ни оттуда ни туда. На горизонте само время "замёрзло" и всё что к нему приближается вечно сплющивается и замораживается.
Как то в общем так.

23 · Написал aa-dav · ответить ↑

aa–dav: Жаль коммент нельзя добавить в избранное (и потом над ним поразмышлять).

1 · Написал irygaev · ответить ↑

sly2m: Выражение "пара секунд" неуместно в данном случае, оно очень определенно, слово "мгновенно", и "давно" тоже, поскольку вообще неопределенно, ну а "мы плюем на него" мне особенно понравилось) и, кроме того, по моему не тускнея а краснея?
Нельзя сообщить — "чуваки, я давно уже упал" — вот например, мы наблюдаем поглощение ЧД галактики (звезды, чего угодно), имея некоторый резерв времени мы заметим рост массы ЧД?, Мне кажется, что заметим. Но заметив этот рост мы таким образом получим сигнал "чуваки, я давно уже упал" разве нет? т.е. сигнал оттуда придет в виде роста массы ЧД. Хотя может я не достаточно логично рассуждаю?
От обратного. Мы сидим у ЧД и смотрим как она жрет галактику. Процесс идет масса галактики падает на ГС ЧД и постепенно замедляясь во времени зависает (для нас, как наблюдателей) не доходя до ГС. Просидев так пару млрдов лет, мы заметим, что галактика исчезла, ее сожрала ЧД, но масса ЧД не изменилась, ибо не может сигнал об взаимодействии с ЧД выйти за ГС (ну не доступна инфа оттуда)

0 · Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: Это не инфа.

0 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: Изменение массы не информация для вас? Тогда что для вас информация?

0 · Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: Определённо, изменение массы инфа. Время движется медленнее для объекта, то есть он будет всё медленнее махать ручкой на прощанье, но пространство будет уходить равноускоренно И сторонний наблюдатель увидит очень быстрое покраснение угасание и исчезновение несчастного. Они движутся в разных направлениях в четырёхмерном пространстве, и поэтому их вырезанные объёмы не совпадают, т.е. трёхмерную картинку они разную видят.

0 · Написал Satt · ответить ↑

ratslayer: Потому что мы наблюдаем только вспышки жёсткого рентгена да гамма вспышки, а как материя ведёт себя на горизонте мы не видим.

0 · Написал olddays · ответить ↑

olddays: мне не надо знать что происходит с материей, достаточно того что что–то происходит, т.е. факт падения есть оно не происходит бесконечно для внешнего наблюдателя рентгеновских вспышек из ЧД

2 · Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: Происходит бесконечно. Мы никогда не дождёмся падения чего–либо в чёрную дыру, всё время будем наблюдать лишь всё затухающий объект вблизи горизонта событий.

9 · Написал irygaev · ответить ↑

irygaev: если в ЧД ничего не падает, значит она для нас статична? С ней ничего не происходит? И джеты это не исход материи (энергии) из ЧД и масса ЧД не меняется во времени?

2 · Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: Рассуждая о черной дыре нужно ВСЕГДА помнить вставлять во фразы следующие слова:

...с нашей точки зрения.
...с точки зрения падающего объекта.
...с точки зрения человека, оставшегося на Земле.
...с точки зрения черной дыры.

и так далее.

С точки зрения кого ничего не падает? С точки зрения кого ничего не происходит? С точки зрения кого падение занимает бесконечное время и с точки зрения кого оно длится всего лишь несколько секунд.

Об этом нас прямо просит теория относительности (она не зря так названа, между прочим!)

Теперь попробуй сам потренироваться.

1 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: Так я про то и говорю. Доя внешнего наблюдателя за бесконечное время, для самого Феликса — за конечное. Но в момент перехода горизонта событий внешняя вселенная перестаёт существовать, т.к. за этот конкретный миг в ней проходит бесконечное время.

0 · Написал irygaev · ответить ↑

irygaev: Для кого. Для стороннего наблюдателя или падающего?

0 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: Для падающего, падаете вы спиной в ЧД, время для вас замедляется и вы видите как над вами вспыхивают сверхновые и гаснут звезды. Или там не так сильно время замедляется?

0 · Написал Davine_Lu_Linvega · ответить ↑

Davine_Lu_Linvega: В принципе да. При самом подлете к горизонту событий, прям там в метре от него, во внешней Вселенной будут проходить миллиарды лет. Но ведь этот метр вы пролетите за какие–то микро–микро–микро секунды, и ничего особого во внешней вселенной "на глаз" заметить не успеете, как звезды зажигаются и гаснуть точно. И это если все еще на пальцах™ оставаться.

В реальности там много других эффектов накладывается. Действительно, при приближении к ГС, черная дыра начинает вас "обволакивать". Из–за искривления пространства–времени вам будет казаться, что она "загибается" вокруг вас, кругом одна сплошная чернота, и только далеко сзади, словно в бутылочном горлышке, далеко–далеко в конце черного тоннеля, будет видно крошечное окошко, через которое вы будете наблюдать в очень искаженном виде(!) всю оставшуюся Вселенную. И в котором за микро–микро–микро секунды вы может быть успеете заметить, как гаснут звезды.

И это только один эффект. А там еще гравитационное красное смещение, радиация от аккреционного диска, джеты и т.д. Короче, теоретически да — можно увидеть миг гибели Вселенной. Практически — фиг там что увидишь.

4 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: за какие–то микро–микро–микро секунды, и ничего особого во внешней вселенной "на глаз" заметить не успеете, как звезды зажигаются и гаснуть точно. И это если все еще на пальцах™ оставаться.
как–то все очень по — человечески привязано к хуману... попустись, ты не хуман, ты чистый разум, абсолютно логичный, а то опять метры, какие то микросекунды, миллиарды лет...ели ты не заметил чего–то потому что не успел, это не значит что этого не было)

2 · Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: хуман, не хуман, я тебе пытаюсь нелинейность релятивистских эффектов показать.
99% процентов времени, что ты падаешь в черную дыру, ничего особенного ты не заметишь.

NB! Я имею ввиду в окружающей Вселенной. Из самой черной дыры на тебя начнут действовать множество визуальных эффектов, но мы же договорились, что смотрим назад.

В последние 1% начнутся какие–то подвижки, а в 0,01%, которые занимают мили или микро секунды, да пусть даже и секунды, когда ты находишься прямо перед самым горизонтом событий, перед глазами промелькнет вся история окончания Вселенной, все триллионы лет. Много в этом мельтешении успеешь разобрать?

0 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: Да я против нелинейности ничего не имею, друг мой) Я понимаю, что при гиперболическом изменении параметров сложно говорить на доступном языке) НО от хумана вы никак не отстанете, к сожалению...Ну чтобы проще было, давайте поставим камеру со скоростью 1000000 (1000000000) кадров в секунду и направим ее в небеса? и пусть она понемногу снижается к ГС не уставая снимать то что видит, а мы вне времени и пространства попробуем понять что она видит и времени у нас оооочень много... Я предполагаю, что рассмотреть можно будет ну буквально все) Мы ведь не торопимся никуда?)

0 · Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: Есть куда. Говорю же, эти суки все дыры законопатили своими парадоксами. Куда не ткни, ни с какой стороны не подлезешь. Весь прикол черной дыры, что из нее никоим образом нельзя получить информацию. Совсем. Естественно, оставаясь в рамках теории относительности, может быть мы не знаем, а внутри черной дыры находится тоннель в гиперпространство иной вселенной, откуда можно поймать попутку до туманности Андромеды, а тут уже и до нашего Млечного Пути недалеко.

Но в рамках теории относительности любая информация, упавшая в черную дыру безвозвратно потеряна для окружающей Вселенной. Невозможно опустить туда камеру со скоростью 1000 0000 кадров в секунду, а потом достать, потому что мы такие "демиурги вне времени и пространства". Мы или падаем вместе с ней, и все что успеем разглядеть за эти пару секнуд — все наше, но эту тайну мы унесем с собой и НИКОГДА и НИКАК не сможем ей поделиться с оставшимися во Вселенной людьми. Или мы "удаленный наблюдатель" — мы смотрим как камера падает, все медленней и медленней (с нашей точки зрения) постепенно размываясь в бесконечности лет, хотя *на самом деле* она уже давно упала и все, что могла заснять засняла.

Есть жгучее желание бросить туда камеру не на совсем, а чтобы она замедлилась у самого Горизонта Событий, и потом оттуда вернулась со своими записанными данными. Ибо если она его пересечет — то все, капец, причем 100%, без вариантов. Но говорю же, **нелинейтость**. Чтобы хоть что–то путное записать, хоть какое–то будущее, не на 3 микросекунды вперед от нашего, а хотя бы на пару лет или пару декад — нужно будет опуститься очень близко к горизонту событий.

А это трудности. Трудности вернуться — черная дыра, не хухры мухры, из ее притяжения, что около горизонта событий, чтобы выбраться, нужно пару планет размером с Юпитер на топливо перевести.

И во–вторых, когда она вернется со своими данными (а она не может их "просто передать по радио", оттуда с горизонта событий нам сюда, ей возвращаться нужно будет самой почти со световой скоростью, и что сигналы она будет посылать, что сама вернется, почти одно и тоже, плюс сигналы света тоже будут запаздывать, замедление времени же), так вот, когда она вернется к нам со своими записанными данными о будущем, у нас это самое будущее уже наступит. Т.е. мы нифига "в будущее" таким образом не заглянем, мы к этому будущему сами придем, пока камера к нам сможет вернуться.

Повторяю. Черная дыра это серьезная заруба. Там все *не как у хуманов*. Ее никак не обманешь и все лазейки законопачены. Невозможно получить информацию, которую невозможно получить. Только если представить, что мы *супер–демиурги вне пространства и времени*, и на нас законы Эйнштейна не действуют. Но в этом случае нафиг нам камера? Сами взяли и в черную дыру слетали, без проблем. Мы ж демиурги...

2 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: Вот ты вроде логичные вещи говоришь, но один момент напрягает: "хотя на самом деле она **уже давно** упала". Вот это вот "уже давно" — оно у тебя к какому наблюдателю привязано?

По твоим объяснениям выходит, что ты допускаешь получение информации о событии до того, как событие произойдет, но обходишь принцип каузальности тем, что *на месте события* эта информация не может быть получена.

Предположим, точечный массивный cottonus vulgaris запускается в направлении черной дыры. В ближайших окрестностях горизонта событий он получает радиопередачу с некрологом о смерти тысячелетнего императора Великой Прекрасной Галактической Федерации, и немедленно конвертирует всю свою массу в энергию. Очевидно, мы не увидим эту вспышку до восхождения на трон оного императора, но почему именно? Потому что сама вспышка, хоть и произошла **до** коронации по времени нормального пространства (а, значит, коттонус заглянул в будущее) не может дойти нас до воцарения из–за кривизны пространства коттонуса, или же потому что коттонус дожил до некролога из–за замедления времени вблизи ГС и вспыхнул тогда, когда все потенциальные наблюдатели уже были отправлены на Энцелад воду копать?

4 · Написал weirdan · ответить ↑

weirdan: > *По твоим объяснениям выходит, что ты допускаешь получение информации о событии до того, как событие произойдет*

Совсем нет. Я, наверное, не очень четко объяснил. Мы *"знаем"*, что предмет давно упал в черную дыру, только лишь потому, то *"знаем"* или *"думаем, что знаем"* как работает черная дыра и вообще теория относительности. Но фиг его поймет, как она *на самом деле* работает. Это же все теории.

В самой чистой теории относительности ты можешь *знать* только если получил сигнал. Из ЧД получить сигнал невозможно. Так что в действительности мы никогда *не узнаем*, что предмет упал. Но можем поглядеть на формулы и догадаться, мы же разумные существа, в конце концов.

0 · Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: Но "давно упал" — по чьему времени?

0 Написал weirdan · ответить ↑ .

> weirdan: сколько можно повторять. "Давно упал" (почти сразу) по своему собственному времени. "Никогда не упадет" по нашему, по времени удаленного наблюдателя.
>
> Если падал человек, мы "знаем", что он по своим личным ощущениям "давно упал", т.е. "давно умер". Хоть и можем до сих пор наблюдать его тускнеющий пару миллионов лет силуэт.

0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Ну так это и сбивает. Внешний наблюдатель работает по своему внешнему же времени, и в его системе отсчета падающий еще не упал (и до конца никогда не упадет). А в системе отсчета падающего падение занимает конечное время, но внешний наблюдатель к моменту падения давно помер.

4 Написал weirdan · ответить ↑ .

> weirdan: Да, так и есть. Теория Относительности вся — что вижу, О ТОм и пою. Пришел сигнал — "вижу", говорю, что вижу. Не пришел сигнал — пофигу, что я там что–то "знаю", для меня этот предмет не существует, если я его не вижу. Ну, понятно, что "вижу" — это образное выражение.
>
> Если следовать теории относительности, мы "знаем", что существуют участки Вселенной, которых для нас как бы "не существует". Потому что мы никаким образом не можем получить оттуда никакой информации.

0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

> Мы получим сигнал ровно в ту же секунду, когда Император взойдет на трон. Посылкой сигналов к или от черной дыры ты ничего не выиграешь. Вот если ты лично полетишь к черной дыре, у тебя будет шанс вернуться к празднику коронации Императора лично и молодым. А не верить, что до этого момента доживут твои далекие потомки. Это единственный возможный вариант выигрыша, сигналы не помогут никак.
>
> Хотя (NB! это уже теоретические теории), вроде бы по расчетам существуют такие хитрые пути вокруг ДВУХ вращающихся черных дыр, что следуя этой траектории корабль с путешественниками может **вернуться в прошлое**, и вернуться в точку отправления раньше, чем из нее вылетел. Но это уже не теория относительности Эйнштейна. Это какие–то хитрые формулы, у которых миллион решений, и если выбрать одно специальное и три раза плюнуть через левое плечо — может и сработать. В теоретической теории.

0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m:
— Мы ж ,демидуги... Выдыхает... А неплохая гидропоника!

-1 Написал papa_s_perforatorom · ответить ↑ .

sly2m: Ну давайте различать всё–таки сверхмассивную ЧД с порядка нашей звезды. Ну совершенно разные эффекты.

0 Написал oldays · ответить ↑ .

sly2m: Для стороннего наблюдателя — бесконечное время, для падающего — ноль времени. То есть для падающего наблюдателя на горизонте событий все процессы во внешней вселенной займут ровно ноль секунд до самого её конца.

6 Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: ноль времени не бывает, нет времени — нет процесса. Расстояние равно скорости умноженной на время) Я проехал 100 км за 0 сек — я никуда не ездил, стоял на месте

3 Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: Не стояли на месте, а мгновенно переместились.

0 Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: перемещение моей массы на определенное расстояние потребует затрат энергии. Чем быстрее тем больше, мгновенно значит с бесконечным потреблением энергии, неувязочка...)

3 Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: Это вы сказали про 100 км за 0 сек. Я такого не говорил.

0 Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: мгновенно перемещаться нелогично.

1 Написал ___ · ответить ↑ .

____: Ещё и принцип причинности нарушает.

0 Написал dxd · ответить ↑ .

sly2m: "Для внешнего наблюдателя ваше падение будет бесконечным" имеется ввиду для всевидящего наблюдателя? Ведь если пространство–время может тянуться со скоростью большей скорости света(что по видимому и начинается на горизонте событий), то его падение нельзя будет отследить уже на подлёте, потому что отражаемый им свет будет в микроволновом диапазоне, а потом он скроется туда же, куда и не наблюдаемая часть вселенной? Я всё не правильно понял?

0 Написал Satt · ответить ↑ .

> Satt: Да. Но строго говоря — полностью он исчезнет через бесконечное количество лет.

0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Ага, я что–то забыл учесть, по какой траектории в пр–вр свет будет возвращаться от падающего объекта, от того затупил.

0 Написал Satt · ответить ↑ .

sly2m: Почему мы не видим ооочень медленно летающих вокруг Стрельца А звезд?
А для нас, как для сторонних наблюдателей там все очень резво происходит?

0 Написал CyberBOB · ответить ↑ .

> CyberBOB: Да, там происходит все ОЧЕНЬ резво. Близко расположенные к Стрелец А* звезды при вращении вокруг сверхмассивной черной дыры достигают 1/10 скорости света. А это очень дофига!

0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

irygaev: Есть только немаловажное замечание — всё что вы написали действительно для пробного тела, которое искусственно зависает над ГС так чтобы его не пересечь, т.е. ускоряется против действия гравитации. Про это в принципе и было спрошено, но одна из контринтуитивных вещей заключается в том, что для свободно падающего тела, не сопротивляющегося падению за горизонт ничего этого наблюдаться не будет.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa–dav: Почему?

0 Написал irygaev · ответить ↑ .

> irygaev: вопрос из тех, который если объяснять на пальцах, то объяснишь неправильно. :)
> если знаете СТО, то можно воспользоваться "лифтом эйнштейна", сесть на ускоряющуюся ракету и понаблюдать какие вокруг будут наблюдаться странности. если интересует могу продолжить. если напальцево (и крайне коряво, вплоть до неправильных частностей), то ситуация похожа на бассейн с воронкой куда сливается вода и по воде бегают водомерки. на определенном склоне воронки скорость утекания воды превышает скорость водомерки и она может упасть ниже. если она падает не сопротивляясь, то она видит только ближайшую поверхность воды (т.н. локальная ИСО) без каких либо аномалий. если же она пытается выбраться наружу у самого края опасной зоны, то будет наблюдать как мимо неё в дыру пролетает сколько угодно других водомерок, листьев и кувшинок. если приправить замедлением времени — то увидит свет от сколь угодно далёкого будущего вселенной. не сопротивляющаяся же водомерка очень быстро и за конечное время упадет в воронку вида вокруг себя только локальный кусочек воды.

17 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa–dav: Это если всё падает в ЧД с одинаковой скоростью. А по факту у падающего корабля скорость будет меньше световой, т.е. свет его будет догонять ещё перед горизонтом событий, а значит повышенное излучение будет наблюдаться.

0 Написал irygaev · ответить ↑ .

> irygaev: "А по факту у падающего корабля скорость будет меньше световой"
> Тут как... Переформулируем задачу с другого конца. Допустим т.н. удаленный наблюдатель "наблюдает" бесконечное время процесс падения свободно падающего кирпича на ГС. Означает ли это что в любой момент времени он сможет устроить эдакую "спасательную экспедицию", т.е. соорудить зонд снабдив его неограниченным количеством энергии, чтобы тот спустился и "в предпоследний момент" вывел кирпич наружу? Так вот — НЕТ. Оказывается что даже для удаленного наблюдателя существует конечный отрезок времени по прошествии которого "спасти/дотянуться" до свободно падающего кирпича физически невозможно. Это довольно таки контринтуитивно, как и многое в ТО. Но чтобы понять как это происходит хотя бы на качественном уровне надо хотя бы на качественном уровне понимать СТО и проделать мысленный опыт с релятивистски равноускоренной ракетой. На пальцах тут уже никак. На этом же опыте мы прекрасно сможем увидеть как будет принимать периодические сигналы от ракеты "свободно падающее за ГС в лифте Эйнштейна тело". Никакого "заглядывания в будущее" там нет. Наоборот — тоже "инфракрасное угасание".

6 Написал aa-dav · ответить ↑ .

ratslayer: Нет, в масштабах Млечного Пути, что в его центре, что на окраинах время течет практически одинаково, какие–то миллисекунды может быть различие в скорости его течения. Для того, чтобы ощутить существенное замедление времени нужно упасть практически на горизонт событий. А там невеселое место, и спагеттификация, и убийственное излучение черной дыры, и выбраться оттуда на любых ракетах почти нереально (придется спалить несколько Солнц, чтобы набрать энергии для того, чтобы выбраться из ближайших окрестностей горизонта событий).

0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: время течет одинаково в случае отсутствия существенной относительной скорости объекта наблюдения от субъекта наблюдателя как я полагаю? у меня странное ощущение, что отовсюду торчат уши субъективного восприятия. При отсутствии наблюдателя у нас во вселенной все хорошо (кот Шредингера, суперпозиция и полная благодать), как только появляется наблюдатель наступает полная неразберихса со временем...

2 Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: При отсутствии наблюдателя у нас и времени нет как такового. Есть лишь четырёхмерное статическое пространство.

3 Написал irygaev · ответить ↑ .

irygaev: Друг мой, при отсутствии наблюдателя нет вообще нихрена, некому осознать изменения, при присутствии наблюдателя происходит все

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

ratslayer: вот любят же человеки везде во главу угла себя, любимых, поставить. но вселенная же как–то образовалась, и даже существовала энное количество миллиардов лет безо всяких наблюдателей? и процессы всякие происходили, и время, по всей видимости, шло. а если это некому было пронаблюдать — так это проблемы исключительно наблюдателей, а не вселенной.

3 Написал sabertoothy · ответить ↑ .

sabertoothy: И тут кому то под руку попадается теория о Боге.)

3 Написал Nortentent · ответить ↑ .

Вот еще какой вопрос мне не понятен, будут ли проявляться релятивистские эффекты если наблюдаемый объект движется на околосветовой скорости, но расстояние до неподвижного наблюдателя не меняется

0 Написал ratslayer · ответить .

ratslayer: Да, конечно. Например в геометрическом центре БАК–а вы если стоять будете, т.е. расстояние до пучков частиц разгоняемых в ускорителе не меняется — тем не менее вы пронаблюдаете то же самое что происходит в БАК–е.

0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa–dav: то есть если летать достаточно быстро по орбите земли можно будет ускорить наблюдение за процессами на ней происходящими?

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Это и сейчас происходит. Космонавты на орбите Земли по завершению своих годовых (или около того) вахт, возвращаются более молодыми, чем их близнецы, оставшиеся на поверхности планеты. Разница составляет то ли 15 миллисекунд, то ли 15 микросекунд. За год. Если ты такой герой — можешь наблюдать этот процесс своими глазами, достаточно год не отрываясь глядеть в иллюминатор МКС, как начнешь замечать, что движение по поверхности Земли какое–то ускоренное. На 15 микросекунд.

2 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

А если близнецов несколько — один на земле, другой на Юпитере а третий в Андромеде эти 15 милли(микро?)сек все так же будут справедливы для них?

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

> ratslayer: Эффект замедления/ускорения времени зависит от двух параметров. Точнее, там параметров миллион, но они все сводятся в две группы.
>
> 1. ОТО говорит — "чем выше гравитация, тем медленнее время". Те, кто остался на Земле расположены в более глубоком гравитационном колодце, чем те, кто вращается на орбите. В смысле колодец на всех один, просто мы на разных его высотах, а значит у нас разная сила тяжести. Это не очень интуитивный пример, те, кто не закончил восьмой класс школы может на нем споткнуться. И у нас, и на высоте полета МКС существует гравитация, сила притяжения Земли, или раз уж мы тут про Эйнштейна говорим — величина кривизны пространства. На высоте МКС она ниже (и сила и кривизна), от чего на башне, высотой в 400км все предметы будут весить меньше, и время для них будет идти **быстрее**, по сравнению с часами, которые остались на поверхности. Контринтуитивным этот пример делает всем известный факт, что космонавты в МКС находятся в состоянии невесомости. "Какая же там может быть *ослабленная сила тяжести*, ее же там вообще не должно быть, там же невесомость?" — скажет семиклассник. И будет не прав, невесомость у космонавтов не потому что они так далеко от поверхности Земли, что там "гравитация уже не достает", а потому что они не на башне находятся, а на космическом корабле, вращающемся на орбите.
>
> Итого, чем выше (дальше от поверхности Земли), тем часы идут быстрее. (Напомню, что часы и там и там идут одинаково для находящихся рядом с ними людей, и только при последующей сверке часов обнаружатся расхождения)
>
> 2. СТО говорит — "чем быстрее движется объект, тем медленнее течет его скорость". Космонавты мчат по орбите с первой космической скоростью (около 8 км/с, но это если на поверхности планеты, чуть выше — скорость чуть ниже), а мы тут на Земле как бы покоимся относительно них. (Заруба, что все относительно и как мы покоимся относительно них, так и они покоятся относительно нас, не совсем тут применима, см. "эффект близнецов", когда один близнец улетает, а другой нет).
> Соответственно, время у космонавтов должно идти **медленнее**, чем на поверхности Земли.
>
> Короче, с одной стороны у космонавтов на МКС время идет быстрее, а с другой стороны медленнее. Тут нет никакого противоречия, оба эффекта имеют место и оба работают. Нужно лишь посчитать, какой из них вносит большую лепту.
>
> Если я не ошибаюсь (а тут я могу ошибаться, лень сейчас гуглить) для системы GPS (а это тоже спутники планеты, только без космонавтов, и летают они чуть повыше, чем МКС) один эффект в 5 раз больше другого. Т.е. скажем за 1 секунду часы на спутнике GPS опережают те, что остались на Земле на 5 микросекунд из–за эффекта ОТО, но при этом отстают на 1 микросекунду из–за эффектов СТО. Или наоборот.

5 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

> sly2m: Мне нравится ваше объяснение по п.1 "чем выше гравитация, тем медленнее время" — МЕДЛЕННЕЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ЧЕГО?
> "На высоте МКС она ниже (и сила и кривизна), от чего на башне, высотой в 400км все предметы будут весить меньше, и время для них будет идти быстрее, по сравнению с часами, которые остались на поверхности." — ДО КАКОГО ПРЕДЕЛА НАДО УВЕЛИЧИТЬ ВЫСОТУ БАШНИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ В 2 РАЗА?
> "Итого, чем выше (дальше от поверхности Земли), тем часы идут быстрее." — ДО КАКОГО ПРЕДЕЛА НАДО УВЕЛИЧИТЬ ВЫСОТУ БАШНИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ В 2 РАЗА?
> и еще вопрос меня настиг эта башня нужна для того, чтоб была геостационарка или просто фигура речи?

0 Написал ratslayer · ответить ↑ .

Все пытаюсь понять как далеко мне от Земли надо быть для субъективного увеличения скорости прохождения президентского срока ВВП в 2 раза

ratslayer: Если у вас есть в наличии двое часов, которые были синхронизированы, те, которые остались в глубине гравитационного колодца будут идти медленнее ОТНОСИТЕЛЬНО тех, что вы взяли с собой на орбиту. Т.е. поднимаясь на все более высокую орбиту ваше время (относительно оставшихся на поверхности Земли) идет БЫСТРЕЕ. Дождаться таким способом окончания президентского срока не получится. Наоборот, вернетесь, а тут еще Медведев у власти. { — красная точка.

Но дело можно решить двумя путями. Либо отправившись со скоростью, близкой к скорости света к ближайшей звезде. Тогда по возвращению ракеты на Земле может пройти пару веков и весь Путин, наконец, кончится.

Либо отправиться переждать время около какой–то черной дыры. В окрестностях Солнечной Системы черных дыр не обнаружено, так что все равно придется лететь до ближайшей на околосветовой скорости, но предположим эту часть в расчетах мы опустим. Тогда вам следует взять курс на черную дыру, выйти на ее орбиту и повращаться вокруг немного. Несколько месяцев, а может быть и лет. Ваше время в поле сильного тяготения черной дыры будет замедленно относительно часов, оставшихся на Земле, и вернувшись так же можно обнаружить факт, что с момента вашего улета прошло несколько веков.

С полетами вокруг Земли такой трюк не пройдет. Мы **уже** в глубине слабенького гравитационного колодца тут на поверхности, поднимаясь по башне до орбиты все выше и выше вы ничего не выиграете, время на ваших часах будет идти быстрее, а не медленнее. Ну, и плюс, я же говорил — гравитация Земли крошечная (во вселенских и релятивистских масштабах), все, что удастся выиграть это несколько микросекунд за путешествие в несколько лет.

А башня в комментарии упомянута для того, чтобы никто не забывал — гравитация падает при отдалении от поверхности Земли, но не так быстро, как кажется. На высоте 400 километров, там где летает МКС, потеря веса составляет лишь доли процентов (гравитация слабее чем на поверхности на доли процента), и факт, что космонавты внутри станции летают *в невесомости* может смутить только неискушенного читателя, но мы ведь с вами не такие, мы же продвинуты!

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: "поднимаясь на все более высокую орбиту ваше время (относительно оставшихся на поверхности Земли) идет БЫСТРЕЕ."
"поднимаясь по башне до орбиты все выше и выше вы ничего не выиграете, время на ваших часах будет идти быстрее, а не медленнее." ну почему же я не выиграю, я добиваюсь как раз ускорения времени по МОИМ часам, разве нет?
"Либо отправиться переждать время около какой–то черной дыры." — так и я о том же))) Прильнуть к дыре, обождать, и вернуться на историческую родину в эпоху победившего социализма...Китайский потом выучу...Главное к дыре близко не приближаться и скорость изменения событий на Земле регулировать высотой до ЧД. Я правильно мыслю?

На высоте 400 километров, там где летает МКС, потеря веса составляет лишь доли процентов
При обратной квадратичной зависимости на высоте 2651 км сила тяжести уменьшится вдвое, не смею думать насколько ускорится на Земле время и соответственно замедлится на этой высоте)
Ну наверное какая то зависимость есть...

Написал ratslayer · ответить ↑

ratslayer: > *"поднимаясь на все более высокую орбиту ваше время (относительно оставшихся на поверхности Земли) идет БЫСТРЕЕ."*
"поднимаясь по башне до орбиты все выше и выше вы ничего не выиграете, время на ваших часах будет идти быстрее, а не медленнее." ну почему же я не выиграю, я добиваюсь как раз ускорения времени по МОИМ часам, разве нет?

Нет. Если твои часы идут быстрее, ты быстрее старишься. Вернешься с башни на грешную землю уже стариком. А на Земле всего два дня прошло. (Естественно это преувеличение, все эти башни дают выигрыш в микросекунды).

> *"Либо отправиться переждать время около какой–то черной дыры." — так и я о том же))) Прильнуть к дыре, обождать, и вернуться на историческую родину в эпоху победившего социализма...Китайский потом выучу...Главное к дыре близко не приближаться и скорость изменения событий на Земле регулировать высотой до ЧД. Я правильно мыслю?*

Да, этот вариант сработает.

> *На высоте 400 километров, там где летает МКС, потеря веса составляет лишь доли процентов*
При обратной квадратичной зависимости на высоте 2651 км сила тяжести уменьшится вдвое, не смею думать насколько ускорится на Земле время и соответственно замедлится на этой высоте)
Ну наверное какая то зависимость есть...

Во–первых: где 400 км и где 2651км. И во–вторых, все равно много не выиграешь. Земля изначально не такой крутой гравитационный колодец, все равно, хоть на миллион километров от нее улетишь, *изначальное замедление времени* с которым мы тут все живем на Земле, к которому привыкли и которого не замечаем, составляет микросекунды за год от "условного сферического времени" в глубоком космосе, где совсем никакого поля тяготения нет. Нужно забираться в гораздо более глубокий гравитационный колодец, чтобы ощутить серьезные временные сдвиги. Черная дыра подойдет. Нейтронная звезда — уже не очень. Обычная звезда (Солнце например) почти совсем не подойдет. Планета — вообще нет.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

ratslayer: "ДО КАКОГО ПРЕДЕЛА НАДО УВЕЛИЧИТЬ ВЫСОТУ БАШНИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАМЕДЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ В 2 РАЗА?"

Формула кстати не очень сложная. Суть такова — как и в Ньютонизме гравитационное поле от сферически симметричного тела вовне этого тела в точности такое же как от материальной точки в центре тела со всей массой тела. Причём в ОТО эта материальная точка автоматически становится черной дырой! Т.е. делаем вот что — заменяем планету на чёрную дыру с такой же массой. Масса и радиус чёрной дыры однозначно вычисляются друг из друга и нам понадобится именно радиус — rg.
Так вот, коэффициент замедления времени часов находящихся на рассстоянии r от черной дыры по сравнению с часами бесконечно удаленного наблюдателя выражается очень простой формулой: sqrt(1–rg/r). Т.е. корень квадратный из единицы минус радиус черной дыры деленный на расстояние до часов. Как видно при стремлении к радиусу ЧД скорость хода таких часов становится нулевой, а при стремлении к бесконечности — к единице.

Написал aa-dav · ответить ↑

gravitatsionnye–volny–na–paltsakh–Karl

Написал Zein_ulla · ответить

Но используя сверхточные приборы данное отклонение было зафиксировано
Ага, тоже интересная история с этим космическим аппаратом с гироскопами. Изначально эксперимент планировался на несколько лет, в итоге растянулось лет так на 30, НАСА вбухало миллиарды, гироскопы оказались говном, потом все поумирали, сын с саудовским принцем бабок дали, всё пересчитали и таки установили, что чуть–чуть Земля пространство–время увлекает за собой. Один из самых дорогих экспериментов в истории, разве что БАК круче.

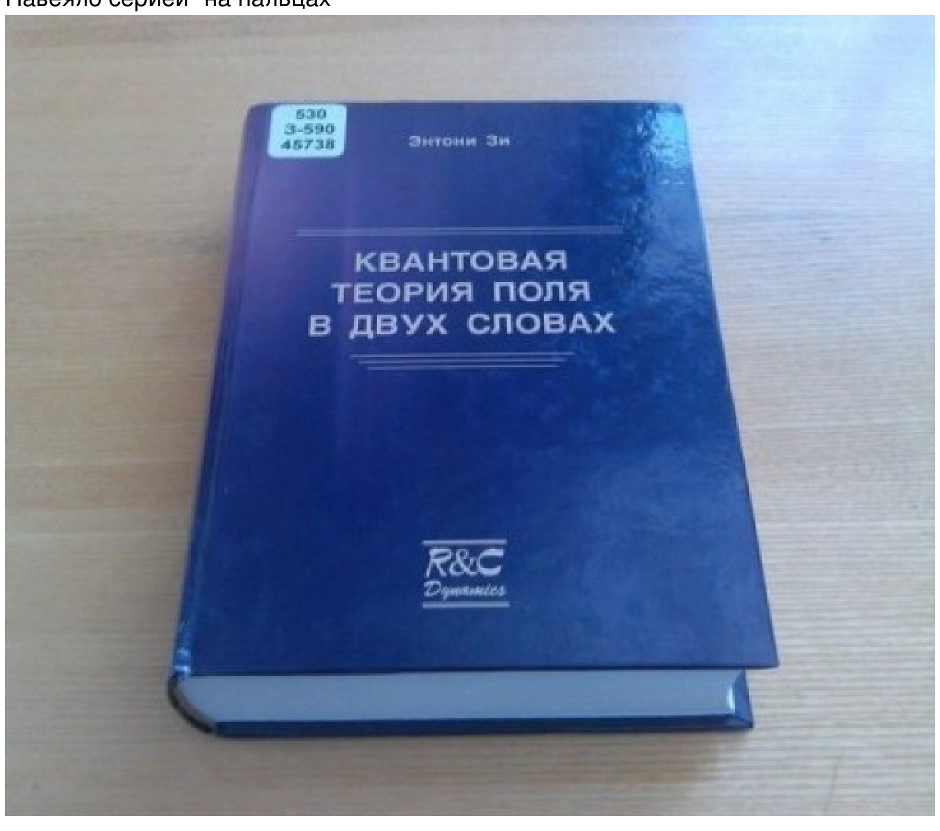
Плюс, если бы мы их уловили, то наконец все заткнулись бы о ТБВ. Но нет пока. Я всё жду, когда запустят в космос три аппарата с лазерами. Там расстояния побольше будут, а значит и уловить легче.

Написал olddays · ответить

olddays: тоже вспомнил эту историю. Особенно про идеально отшлифованные гироскопы, которые — если б были размером с земной шар имели бы "зазубрины" высотой не более одного метра.

Написал dax · ответить ↑

Навеяло серией "на пальцах"

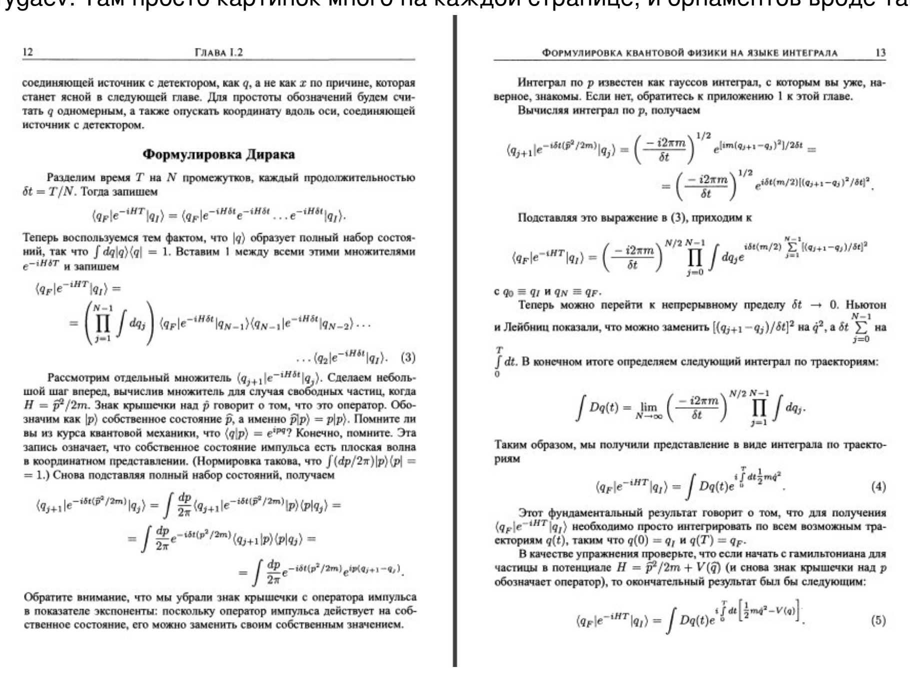


Написал Akatl · ответить

Akatl: В двух очень длинных словах. На адыгейском, наверное.

Написал irygaev · ответить ↑

irygaev: Там просто картинок много на каждой странице, и орнаментов вроде таких:



12 ГЛАВА I.2

соединяющей источник с детектором, как q, а не как x по причине, которая станет ясной в следующей главе. Для простоты обозначений будем считать q одномерным, а также опускать координату вдоль оси, соединяющей источник с детектором.

Формулировка Дирака

Разделим время T на N промежутков, каждый продолжительностью $\delta t = T/N$. Тогда запишем

$$\langle q_F|e^{-iHT}|q_I\rangle = \langle q_F|e^{-iH\delta t}e^{-iH\delta t}\dots e^{-iH\delta t}|q_I\rangle.$$

Теперь воспользуемся тем фактом, что $|q\rangle$ образует полный набор состояний, так что $\int dq|q\rangle\langle q| = 1$. Вставим 1 между всеми этими множителями $e^{-iH\delta T}$ и запишем

$$\langle q_F|e^{-iHT}|q_I\rangle = \left(\prod_{j=1}^{N-1}\int dq_j\right)\langle q_F|e^{-iH\delta t}|q_{N-1}\rangle\langle q_{N-1}|e^{-iH\delta t}|q_{N-2}\rangle\dots\langle q_2|e^{-iH\delta t}|q_I\rangle. \quad (3)$$

Рассмотрим отдельный множитель $\langle q_{j+1}|e^{-iH\delta t}|q_j\rangle$. Сделаем небольшой шаг вперед, вычислив множитель для случая свободных частиц, когда $H = \hat{p}^2/2m$. Знак крышечки над $\hat{p}$ говорит о том, что это оператор. Обозначим как $|p\rangle$ собственное состояние $\hat{p}$, а именно $\hat{p}|p\rangle = p|p\rangle$. Помните ли вы из курса квантовой механики, что $\langle q|p\rangle = e^{ipq}$? Конечно, помните. Эта запись означает, что собственное состояние импульса есть плоская волна в координатном представлении. (Нормировка такова, что $\int(dp/2\pi)|p\rangle\langle p| = 1$.) Снова подставляя полный набор состояний, получаем

$$\langle q_{j+1}|e^{-i\delta t(\hat{p}^2/2m)}|q_j\rangle = \int\frac{dp}{2\pi}\langle q_{j+1}|e^{-i\delta t(\hat{p}^2/2m)}|p\rangle\langle p|q_j\rangle = \int\frac{dp}{2\pi}e^{-i\delta t(p^2/2m)}\langle q_{j+1}|p\rangle\langle p|q_j\rangle = \int\frac{dp}{2\pi}e^{-i\delta t(p^2/2m)}e^{ip(q_{j+1}-q_j)}.$$

Обратите внимание, что мы убрали знак крышечки с оператора импульса в показателе экспоненты: поскольку оператор импульса действует на собственное состояние, его можно заменить своим собственным значением.

ФОРМУЛИРОВКА КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ НА ЯЗЫКЕ ИНТЕГРАЛА 13

Интеграл по p известен как гауссов интеграл, с которым вы уже, наверное, знакомы. Если нет, обратитесь к приложению 1 к этой главе.
Вычисляя интеграл по p, получаем

$$\langle q_{j+1}|e^{-i\delta t(\hat{p}^2/2m)}|q_j\rangle = \left(\frac{-i2\pi m}{\delta t}\right)^{1/2}e^{[im(q_{j+1}-q_j)^2]/2\delta t} = \left(\frac{-i2\pi m}{\delta t}\right)^{1/2}e^{i\delta t(m/2)[(q_{j+1}-q_j)^2/\delta t]^2}.$$

Подставляя это выражение в (3), приходим к

$$\langle q_F|e^{-iHT}|q_I\rangle = \left(\frac{-i2\pi m}{\delta t}\right)^{N/2}\prod_{j=0}^{N-1}\int dq_j e^{i\delta t(m/2)\sum_{j=1}^{N-1}[(q_{j+1}-q_j)/\delta t]^2}$$

с $q_0 \equiv q_I$ и $q_N \equiv q_F$.
Теперь можно перейти к непрерывному пределу $\delta t \to 0$. Ньютон и Лейбниц показали, что можно заменить $[(q_{j+1}-q_j)/\delta t]^2$ на $\dot{q}^2$, а $\delta t\sum_{j=0}^{N-1}$ на $\int_0^T dt$. В конечном итоге определяем следующий интеграл по траекториям:

$$\int Dq(t) = \lim_{N\to\infty}\left(\frac{-i2\pi m}{\delta t}\right)^{N/2}\prod_{j=1}^{N-1}\int dq_j.$$

Таким образом, мы получили представление в виде интеграла по траекториям

$$\langle q_F|e^{-iHT}|q_I\rangle = \int Dq(t)e^{i\int_0^T dt\frac{1}{2}m\dot{q}^2}. \quad (4)$$

Этот фундаментальный результат говорит о том, что для получения $\langle q_F|e^{-iHT}|q_I\rangle$ необходимо просто интегрировать по всем возможным траекториям $q(t)$, таким что $q(0) = q_I$ и $q(T) = q_F$.
В качестве упражнения проверьте, что если начать с гамильтониана для частицы в потенциале $H = \hat{p}^2/2m + V(\hat{q})$ (и снова знак крышечки над p обозначает оператор), то окончательный результат был бы следующим:

$$\langle q_F|e^{-iHT}|q_I\rangle = \int Dq(t)e^{i\int_0^T dt\left[\frac{1}{2}m\dot{q}^2 - V(q)\right]}. \quad (5)$$

Написал Daf · ответить ↑

Daf: Господи, эти люди пишут крышечки над операторами!

Написал dxd · ответить ↑

dxd: *Заглянем под крышечку, чего там только нет!*

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

Превед. Вопрос связанный с процессом регистрации гравитационных волн. Этот процесс является анализом изменения интерференционной картины в гравитационном интерферометре. Гравитационная волна имеет характерные особенности частотного спектра, зная которые и проводят этот самый анализ отсекая посторонние шумы. Так вот, где можно почитать про эти самые характерные особенности спектра? Не могу сам найти. Как об этих особенностях спектра узнали?

Написал Reaper507 · ответить

Reaper507: Просто посчитали (это же обычные уравнения гравитации Эйнштейна) какие должны быть колебания при слиянии двух черных дыр. В зависимости от массы у них должен быть очень четкий спектр, чем ближе черные дыры, тем выше интенсивность волн, а в последние миллисекунды там происходит определенный скачок, как вспышка, который уносит проценты (если не десятки процентов!) массы черных дыр исключительно в виде гравитационных волн вполне определенной формы.

Все это было давно теоретически рассчитано, для каждой конфигурации масс и скоростей слияний черных дыр. Насколько я понял (тут немного не до конца точно, могу ошибаться) у них стоит тупой робот, берет сигналы с LIGO, а это сотни тысяч всяких параметров в секунду и сопоставляет с известными предсказанными графиками. Ну, и сверяет, есть ли такая же картинка на двух детекторах, у LIGO 2 детектора в разных штатах Америки. Если есть совпадение — шлет емейлы членам научной группы, что–то обнаружено, пойдите глазками посмотрите.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: я вот тупо не понимаю — "местный шум", грубо говоря, в 1E30 раз сильнее поля тех ЧД?

Написал v3v · ответить ↑

v3v: местные частоты гораздо ниже?

Написал v3v · ответить ↑

v3v: местный шум сильней, потому что он местный. Он рядом. Любое даже мельчайшее землетрясение (даже в соседнем городе шкаф упал) оказывает сильней влияние на детектор. Но с местными шумами помогают бороться специальные фильтры. Не только в частотах дело, там компенсация идет. Как в современных смартфонах. Ставят два микрофона, и местный шум сам себя подавляет.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: спасибо, но почему, в таком случае, не отфильтровывается искомое возмущение?

Написал v3v · ответить ↑

v3v: Потому что детектора два. То, что шкаф упал рядом с одним детектором, на другой никакого воздействия не оказывает, ибо между ними 3000 километров. А искомый сигнал оказывается на обоих детекторах. Причем с предполагаемой задержкой сигнала, ибо у гравитационной волны распространение идет со скоростью света. Это самый простой из фильтров, наложить сигналы с двух детекторов, тогда местные шумы сразу же отсекаются, есть и посложней, с более хитрой математикой.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: про шкаф–то ясно, с наводками от планет что делать?

Написал v3v · ответить ↑

v3v: Учитывать.

Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑

sly2m: как, прям всю эту жесть от планет и астероидов вычислять и отбрасывать?

Написал v3v · ответить ↑

v3v: в солнечной системе самые мощные гравитационные волны наводит пара солнце–юпитер.
мощность этого их гравитационного излучения — 5 киловатт. пять бытовых кипятильников.
при этом эта мощность еще рассеяна в объёме этой системы (см. на прилагающиеся к статьям рисунки).
такие дела.

Написал aa-dav · ответить ↑

aa–dav: ну ведь нужно отбросить не просто главных, а всех, кто больше или сравним. По–моему, 5 кипятильников, рассеянные по системе — это гораздо–гораздо больше, чем излучение тех ЧД. Нет?

Написал v3v · ответить ↑

v3v: писали что в том столкновении по оценке 3 массы солнца выделились в виде энергии E=mc^2. Это неизмеримо больше кипятильников. Лень прикидывать порядки — но думаю там что–то типа представьте себе насколько мощнее бомба "кузькина мать" пука бактерии в бродящей бражке. А эта штука во столько же раз мощнее кузькиной матери. Возможно даже еще во столько же раз. Кипятильники и рядом не стояли. Но и расстояние тоже более чем астрономическое, короче колоссальные плюс на минус — получилось детектируемое событие.

Написал aa-dav · ответить ↑

aa–dav: мне кажется, что дело таки в частотах — на раёне только классическое движение, не дающее резких возмущений.

0 Написал v3v · ответить ↑ .

v3v: более того — там период колебаний равен обороту собственно юпитера вокруг солнца. :) так что конечно.
10 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: во, тогда ясно.
0 Написал v3v · ответить ↑ .

aa-dav: пук матери, это, безусловно, интересно, но если всё же поделить энергию на площадь сферы, выйдет 1E-20. Остаётся понять, сколько длилось столкновение, поскольку 5 кипятильников на дальнем краю системы тоже производят порядка 1E-20 — в секунду.
0 Написал v3v · ответить ↑ .

aa-dav: Когда я считал, семь получалось.
0 Написал dxd · ответить ↑ .

dxd: так кипятильники разные бывают. :)
7 Написал aa-dav · ответить ↑ .

Все это руки — ноги Джейка

12 Написал vaska_hulya · ответить .

Так скорость распространения гравитационного взаимодействия ограничена скоростью света или нет?
0 Написал lolmaus · ответить .

lolmaus: Да, ограничена
8 Написал irygaev · ответить ↑ .

На примере из Матрицы мы можем видеть искривление пространства, но если искривилось само пространство, свет продолжает лететь по прямой, значит для стороннего наблюдателя никаких визуальных изменений быть не должно, или я что-то упустил?
0 Написал nervy · ответить .

nervy: Нет. Мы будем видеть, как предметы, по которым проходит гравитационная волна, начинает корежить. Как стены в гифке. Конечно это все немного преувеличенно, но идея похожая.
0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

правильно ли я понял, что с антигравом пора прощаться даже в мечтах о далеком будущем?
0 Написал boomzin · ответить .

boomzin: Машина времени его заменит. Пространство–время же.
0 Написал Lazyray · ответить ↑ .

boomzin: Почему? А вдруг найдут способ управлять искривлением пространства с помощью чего-то нового?
0 Написал Kwazar · ответить ↑ .

Предположим, что яблоко покоится, а не падает, это пространство/время "сдвигается" между землей и яблоком.
Но почему тогда это не работает на воздух? Если вернутся в привычный мир Ньютона, то покоится на месте и при падении яблока устраиваем ему сопротивление? У него меньше масса на единицу размера и потому для него пространство/время искривляется иначе?
И почему искривление пространства/времени зависят от массы? Чем дальше от земли — тем меньше притяжение. ТО дает этому какое–то объяснение?
0 Написал Kwazar · ответить .

Kwazar: Пространство–время сдвигается в районе Земли совсем чуток, можно сказать вообще никак. Оно просто искривлено, и вы не падаете, не ускоряетесь к центру Земли, вы просто ничего не делая существуете в четырёхмерном пространстве. На Юпитере, в Стрельце А* куда больше уже эффекты "сдвига" пространства–времени, хотя Юпитер мелкий слишком.

А воздух, всё на него работает, просто эффект абсолютно мал, и больше вращение планеты на атмосферу больше эффектов оказывает, чем гравитационные эффекты. Хоть не улетает от нас, уже хорошо.
0 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Так и я про это. Время нужно сдвигать — тогда и с гравитацией разберемся.
0 Написал Lazyray · ответить ↑ .

Lazyray: И куда вы его сдвигать решили? Оно плоть от плоти нашего пространства.
2 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays; Так и гравитация в пространство "вшита".
0 Написал Lazyray · ответить ↑ .

"Но почему тогда это не работает на воздух?"
как это не работает? еще как работает. воздух непрерывно в кривом пространстве–времени по инерции пытается "пролететь вглубь земли", но земля отталкивает. Это мы воспринимаем как давление воздуха.

"Чем дальше от земли — тем меньше притяжение. ТО дает этому какое–то объяснение? "

Вот, кстати, настоящий оскал искривления кроется именно тут — в том, что гравиполя в случае реальных объектов довольно таки нелинейны и изменяются как по направлению так и по величине. Если разбираться кривизна главным образом нужна именно из-за этого. Так что ТО не просто даёт объяснение, а практически базирует свои объяснения на этом.
0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

А есть ли такой эффект у гравитационных волн, как затухание? И чем он обусловлен?
-2 Написал supchikov · ответить .

supchikov: Расширением пространства–времени с ускорением (читай "тёмная энергия"). Тот же эффект Доплера и для гравитационных волн работает.
0 Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Это здесь не при чем. Хотя и оно тоже, конечно, вносит свою лепту. Но гравитационные волны и в статическом пространстве–времени затухают.
0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: А гдей–то у нас есть статическое пространство–время?
0 Написал CyberBOB · ответить ↑ .

CyberBOB: В нашей Солнечной Системе его завались.
0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: А что тогда Gravity Probe B мерял?
0 Написал dxd · ответить ↑ .

dxd: Хрень какую–то в непосредственной близости к песчинке по имени Земля, вращающейся в огромном, безбрежном море с названием Солнечная Система.
0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

supchikov: С расстоянием. Чем больший занимает искривление пространства, тем ниже амплитуда.
0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

Я тут смотрел телепередачу про Сатурн. Кольцо номер F находится в окружении спутников Прометей и Пандора. На видео чётко видно, что вслед за их прохождением по кольцу идут волны. Это ли не видимое воочию проявление гравитационных волн?
Измените за неуссний.
0 Написал glavryba · ответить .

glavryba: нет. Никакого отношения к гравитационным волнам это не имеет.
1 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

Я готов. Приказывайте. :)
0 Написал pomorin · ответить .

Эй, я прав нашет вектора времени и пространства?
0 Написал pomorin · ответить .

Меня давно уже мучают несколько вопросов про гравитацию:
1. Есть ли фундаментальная разница между взрывной волной и волной гравитации?
2. Существуют ли частицы совсем не имеющие никакой массы — и следовательно не принимающие в процессе "гравитации" никакого участия?
3. Почему вещи притягиваются друг к другу и на основании чего разделяют гравитационное и электро–магнитное взаимодействия?
0 Написал Nortentent · ответить .

Nortentent: 1. да
2. нет.
3. за счёт гравитации. на основании опытов.
0 Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa-dav: Что "нет\да\нет"? Ладно, просто представьте, что этот вопрос адресован не вам.
-1 Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Я тоже могу ответить.

1. Да.
2. Нет.
3. Гравитационное и электромагнитное взаимодействия различают на основании того, что это разные взаимодействия. Вещи не притягиваются друг к другу, каждый предмет живет своей собственной жизнью, каждый движется по своему пути в пространстве–времени.
0 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: Хорошо, раз так, я могу и озвучить, мне это ничего не стоит:
1. В чём заключена фундаментальная разница между взрывной волной и волной гравитации?(Если помнить о том, что каждая частица имеет массу и следовательно гравитацию.)
2. Я чего то не понимаю, или это о чём то другом?
3. То есть если в обозначенном вами примере с дерева падает яблоко, то оно просто решило упасть на землю, а вообще у него было множество вариантов?
0 Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent:
1. Фундаментальная разница в том, что это совершенно разные вещи. Примерно такая же, как между цифрой 3 и цифрой 9. Хотя и та и та цифра, но это разные цифры. Взрывная волна это изменение параметров среды (в основном перепад давления) изменяющийся скачкообразно. Гравитационная волна — передача изменений кривизны метрики по пространству–времени.
2. Это о чем–то другом. Единственные безмассовые частицы, точно известные науке — *"фотоны"*, как раз подвержены влиянию гравитации, о чем, собственно и была приведенная статья.
3. На этот вопрос у меня нет ответа. На предыдущий, стоявший под цифрой 3 ответ прежний. Гравитационное и электромагнитное взаимодействия различают на основании того, что это разные взаимодействия.
3 Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m:
1. В чём конкретно эти вещи совершенно разные?
2. Хорошо, примем за данность, что любая частица принимает участие в процессе "гравитации". Хотя... вы не поясните, что за "безмассовые частицы" были в той ссылке, что я представлял ранее?
3. В чём заключена принципиальная "различность" этих взаимодействий?

(У меня вовсе нет цели вас раздражать такими вопросами, или "троллить", мне просто кажется, что здесь принципиальная ошибка в разнице категорий, но ощущение это чисто интуитивное, так что смело можете принимать мои глупые вопросы за искреннее незнание.)
0 Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Разность означает разность. Чем Рембрандт отличается от баклажана?

Тем, что Рембрандт это художник эпохи Возрождения, представитель золотого века голландской живописи, а баклажан это многолетнее растение, овощ семейства пасленовых.

Серьезно. Как Рембрандт отличается от баклажана, так и электромагнитные волны отличаются от гравитационных. Или как взрывная волна отличается от гравитационной. Эти вещи нельзя

сравнивать, как нельзя сравнивать цифру 3 и цифру 9, даже не смотря на то, что обе — цифры.

В чем *конкретно* разница между электромагнитной волной и гравитационной объяснять сложно и долго, если ответ "во всем" вас не устраивает. Тут даже постом не обойдешься, это нужно общий курс физики *на пальцах™* писать. А где найти финансирование, все же на общественных началах!

И все это учитывая, что я вам верю, что вы не троллингом занимаетесь, а действительно чего–то не понимаете.

Давайте так. Сформулируйте один вопрос, который вы действительно не понимаете, такой в самом центре системы личного восприятия реальности, и я попробую на него ответить.

+ 2 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

+ sly2m: Нет, меняю вопрос. Вернее уточняю — вы не могли бы в двух словах описать принцип по которому действует гравитация?

0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Ты *точно* пост читал? Я на этот вопрос в посте на три экрана телегу накатал.

Никто не знает, как "действует гравитация". Как никто не знает, почему магниты магнитятся, что такое энергия, почему время течет вперед, что из себя представляет электрон, или что такое судьба.

Ученые и вообще человечество знают и могут описать лишь небольшой кусочек пространства вокруг себя, да и то весьма примерно, без излишних деталей.

Один ученый (Ньютон) подметил, что все тела, обладающие массой влияют друг на друга. Он ни словом не обмолвился КАКИМ ОБРАЗОМ и ПОЧЕМУ они производят это влияние, но смог рассчитать, что это влияние пропорционально массе тел и обратно пропорционально квадрату расстояния между ними.

Другой ученый (Эйнштейн), заметил, что формула Ньютона не совсем на 100% верна, что в нее нужно внести небольшие уточнения. И попутно ответил на вопрос ПОЧЕМУ. Если представить пространство и время единым целым пространством–временем, получаются хорошие уточнения.

Это не значит, что пространство и время *НА САМОМ ДЕЛЕ* едины, кто его знает, как оно там *на самом деле*, но если все же представить такое — выходит весьма стройная формула, которая очень хорошо согласуется с наблюдаемыми данными и результатами экспериментов. Присутствие массы по этой теории не влияет на другую массу. Оно влияет на пространство–время вокруг себя, заставляя его искривляться, что другой массой ощущается как притяжение. Потому что в пустом пространстве эта масса двигалась бы прямолинейно и равномерно, а в искривленном оно движется по кривой, как–будто бы притягиваясь к другой массе. Это ответ на вопрос ПОЧЕМУ. Но ответа на вопрос КАК нет до сих пор. Непонятно каким именно образом масса гнет пространство, за счет чего? На этот вопрос Эйнштейн ответа не дает. Он просто дал формулу, которая очень хорошо описывает и соответствует наблюдениям.

Чуть яснее стало, или все еще не?

+ 12 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: Спасибо, конечно стало. Правда, очень хороший ответ.

Уточняющий вопрос: Каким образом масса влияет на окружающее себя пространство?

Я могу теоритически понять, как работает электромагнитное взаимодействие, заряженность электронов и всё в этом роде... Но как работает гравитация? Что там где заряжено? Почему оно притягивается? Вы не могли бы описать подробнее этот механизм "притягивания"?

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Не только я. Никто не может. Говорю же, на этот вопрос Эйнштейн ответа не дает.

Если представить, что масса (кстати говоря, все что мы тут говорили о массе, следовало говорить об энергии, точнее о тензоре энергии–импульса. Именно присутствие энергии в пространстве гнет окружающее пространство–время. Просто что энергия, что масса, все равно $E=mc^2$. В нашей повседневной жизни масса это *"много концентрированной энергии"*, но в принципе и *"безмассовая энергия"*, т.е. энергия без массы покоя, например лазерный луч, тоже чуть–чуть гнет пространство вокруг себя) каким–то образом влияет на окружающее пространство–время и гнет его согласно формуле:

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

то все прекрасно согласуется с экспериментом. Как энергия гнет пространство–время и почему и "какими силами" мы понятия не имеем. Может быть *на самом деле* ничего никуда не гнет, и вообще никакого единого пространства–времени нет. Это лишь наша математическая модель. Мы наложили ее на окружающую природу, и она дает нам неплохие предсказательные результаты. Формулы работают, расчеты совпадают с наблюдениями.

Что же там происходит *на самом деле* — никаких ни у кого идей нет. В смысле идеи есть, но это уже философия, а не физика.

И еще раз. Медленно. В третий раз. **Ничего никуда не притягивается.** Согласно модели Эйнштейна предметы просто живут своей жизнью, двигаясь по пространству–времени. Если вокруг нет существенных масс, это движение равномерное и прямолинейное. И в пространстве и во времени. Если рядом есть большая масса, пространство–время становится искривленным. И путь предмета по этому искривленному пространству–времени тоже получается "кривым". Причем сразу и в пространстве и во времени. В пространстве предмет летит в сторону большой массы, как будто она ее "притягивает". Хотя ничего никуда не притягивает. Но и время, в котором живет предмет, тоже "искривляется". Замедляется и все такое. Потому на планете, которая вращается вокруг черной дыры за 1 час проходит 7 лет.

Вы точно–точно читали пост, который комментируете? Попробуйте еще раз, внимательно. Там все это было.

+ 11 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: Влезу чуток, чтобы ещё раз повторить — "законы физики" не законы, а просто мат.аппарат, который позволяет нам с высокой точностью запулять, например, Новые Горизонты. Как на самом деле — да кто его знает, и нет нормальных гипотез, даже не теорий, почему электромагнитная сила гораздо сильнее, чем гравитация, хотя очень и очень похожи и должны были когда–то быть одной силой.

+ 10 – Написал olddays · ответить ↑ .

sly2m: Верно, было. Однако это не помешало сформироваться вопросу. Спасибо за ответ.
Хотя ладно, давайте последняя попытка: Если вы не знаете что такое гравитация, как вы отличаете её от других взаимодействий?

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: На глаз. В сложных случаях пользуемся микроскопами. Давно уже подмечено, что гравитация воздействует на тела, обладающие массой, электро–магнитное взаимодействие влияет на тела, имеющие заряд, сильное взаимодействие влияет только на кварки, а слабое — на все фермионы, с передачей взаимодействия W^-, W^+ и Z–бозонами.

Я, например, так их различаю.

+ 3 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: Всё состоит из атомов? В состав атомов входят электроны, которые вроде как заряжены по определению...

гравитация воздействует на тела, обладающие массой, электро–магнитное взаимодействие влияет на тела, имеющие заряд

1. Из ваших слов следует, что все тела имеют массу, то есть вторая часть предложения мне уже кажется не исчерпывающей.

2. По поводу первой части: может ли существовать такой пример, при котором некий обьект имел бы массу и полностью бы был лишён "заряженности"?

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent:
1. В состав атомов (из которых все состоит) входят не только электроны. Там еще протоны есть, положительно заряженные. Причем ровно поровну. Потому–то атомы (и тела из них состоящие) все больше нейтрально заряженные. А если вдруг не поровну, то это уже ионы называются, за этим в химию, в 7й класс нужно.

Однако, все несколько сложнее (причем, чем дальше, тем сложнее). Электромагнитные волны воздействуют и на тела, не имеющие заряда. Например солнечный свет (электромагнитная волна) нагревает нейтрально заряженную руку, а лазерный луч (тоже электромагнитная волна) так вообще ее напополам режет. А вот радиоволны (тоже электромагнитная волна) проходит сквозь человека и особого вреда ему не несут (как утверждают нам проплаченные финансовыми корпорациями медики). И чем дальше, тем больше подробностей и деталей. Потому то я и просил указать лишь один вопрос, который непонятен. Если прям все непонятно, то лучше учебник физики взять, и самому начать просвещаться.

2. Нейтрон, нейтрино, антинейтрон, антинейтрино. Z^0 бозон (осторожно, не имеет электромагнитного заряда, но способен переносить слабое взаимодействие, от чего его можно назвать *имеющим слабый заряд*, или заряд слабого взаимодействия, хоть так говорить и не совсем правильно). Глюон (та же фигня, что и с Z^0 бозоном, только у него сильный заряд, а не слабый). Бозон Хиггса. Все атомы и молекулы, как правило, тоже заряда не имеют. Хотя там уже начинаются диполи, туда лучше не соваться с голой шашкой.

+ 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: 1. Причём тут "ещё и протоны"? Если что либо имеет "заряженность", следовательно оно может участвовать в электромагнитом взаимодействии.

2. Видимо тема спорная про их заряженность, там вон сверху про дипольный момент пишут.

Скорее всего последний вопрос: Подвержены ли те частицы, которые даже переносить слабый заряд не могут — гравитационному взаимодействию?

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Любые частицы подвержены гравитационному взаимодействию. Вне зависимости от того, имею ли они сильный заряд, слабый заряд, электрический заряд или даже массу покоя. Все известные нам частицы подвержены гравитационному взаимодействию. Потому что, согласно Эйнштейну, гравитационное взаимодействие это не взаимодействие, хоть нам и удобно так думать, а конфигурация пространства–времени.

Нет, электромагнитное, слабое и сильное взаимодействия это НЕ конфигурация пространства–времени. Это виды конфигурации энергии, находящейся В пространстве–времени. Нет, энергия это не вид и не свойство пространства–времени. Пространство–время это одно, энергия это другое.

Электромагнитное, слабое и сильное взаимодействие это виды конфигурации энергии, гравитационное взаимодействие — вид конфигурации пространства–времени.

P.S. Все это в простых терминах. На пальцах. Потому что если начать копать глубже, окажется, что у гравитации (конфигурации пространства–времени) тоже может быть своя энергия. Другая. Потенциальная. Со знаком минус. Но копать туда самостоятельно отрекомендую. Лучше заручиться поддержкой учебника и начать разбираться в формулах. Там пальцами обходиться уже сложно.

+ 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: Спасибо большое за ответы и терпение.

Одно уточнение только — (я понимаю, что оно противоречит тому, что вы сейчас написали, но всё же)
Описанные вами частицы, которые "Точно, со 100% вероятностью" не несут в себе заряд — подвержены гравитационному воздействию *практически*, или это следует из вашего понимания принципов устройства пространства–времени? *То, как должно быть.*
Другими словами — отражается, или учитывается ли данное влияние на них при расчётах, в каких нибудь работающих экспериментах, возможно даже формулах и пр.?

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Подвержены гравитационному воздействию исходя из нашего (не моего, нашего, научного, человеческого) понимания устройств пространства–времени.

Гравитационное влияние на одну частицу настолько ничтожно мало (я употреблял в тексте поста слово додециллион 10^{40}) по сравнению с другими взаимодействиями, что при расчетах поведения отдельных частиц (например при расчетах столкновений на Большом Адронном Коллайдере и т.д.) им полностью пренебрегают.

Однако гравитационное воздействие на большое количество частиц (например на лучи, т.е. потоки безмассовых фотонов, летящие от далеких звезд) — экспериментально подтвержденный факт.

+ 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: Небольшой копипаст с [википедии](#):

Классическая электродинамика описывает фотон как электромагнитную волну с круговой правой или левой поляризацией.
Квантовая электродинамика, основанная на квантовой теории поля и Стандартной модели, описывает фотон как калибровочный бозон, обеспечивающий электромагнитное взаимодействие: виртуальные фотоны являются квантами–переносчиками электромагнитного поля и обеспечивают взаимодействие между двумя электрическими или магнитными зарядами.

Мне кажется он не подходит под определение *"Точно, со 100% вероятностью не несут в себе заряд"*

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: В википедии все написано правильно. И да, то, что там написано, как раз означает — *точно, со 100% не несут в себе заряд.*
Только ты этого не понимаешь. :)

Не обижайся, это правда.

+ 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

sly2m: Существует ли частица, не несущая заряд и не участвующая в электромагнитном взаимодействии?
(предыдущий вопрос прошу игнорировать, просто мне его уже не стереть.)

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Да. Нейтрино, частица не несущая заряд, и не участвующая в электромагнитном взаимодействии. Нейтрон — частица не несущая заряд, и не участвующая в электромагнитном взаимодействии. Сотни их.

У тебя очень большие пробелы, отсюда и непонятки. Участвовать во взаимодействии и нести заряд это две разные вещи. А быть калибровочным бозоном взаимодействия — вообще третье.

Переносчик взаимодействия не обязан переносить заряд. Хоть и бывают такие переносчики, которые и переносят и сами заряд имеют, например глюоны. Хочешь еще больше запутаться?

Гравитационная теория Эйнштейна не единственная теория гравитации, но покуда, на сегодняшний момент самая устойчивая и наиболее близкая к наблюдаемым эффектам. Но вот есть такая теория т.н. "квантовой гравитации". Это там, где гравитация не искривление пространства, а обычное такое поле, вроде электромагнитного. Сразу скажу, эта теория пока еще не написана, она может вообще быть ложной, я ее привел лишь в качестве примера для объяснения. В теории *квантовой гравитации* переносчиками гравитации являются маленькие частицы — гравитоны. Почти как в электромагнитной теории переносчиками являются фотоны.

Так вот, не смотря на то, что *квантовая гравитация* все еще теория в процессе написания, т.е. она не закончена, но все равно в ней с самого начала постулируется факт, что *гравитоны* являются переносчиками гравитации. Но сами не имеют "гравитационного заряда", т.е. массы как таковой. Вот тебе еще один пример, когда гравитационное взаимодействие есть, гравитонами оно переносится, но заряда при этом не несут.

P.S. Не боись, модерация всегда готова прийти на помощь. :)

+ 0 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

+ sly2m: Нейтрон участвует. Магнитное поле хватает его за дипольный момент и крутит.

0 – Написал dxd · ответить ↑ .

+ dxd: все потому, что нейтрон не элементарный. Говорил же, нужно остановиться на нейтрино. Так нет же, нейтрон, нейтрон еще засунь в коммент...

3 – Написал на пальцах™ sly2m · ответить ↑ •

+ sly2m: Хорошо, пришло время остановится. Спасибо большое за ответы.)

0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Заряда фотон не несёт. Но может рождать виртуальную пару электрон–позитрон в процессе распространения. Суммарный заряд всё равно ноль, но электрические поля заметить, наверное, можно. Надеемся. Если линейный фотон–фотонный коллайдер через десять лет удачно запустится, можно будет даже проверить.

+ 0 Написал dxd · ответить ↑ .

sly2m: Дополню, надо понимать, что гравитационное взаимодействие слабо. Очень слабое. Нет теории, даже гипотезы, что опишет всё. Поэтому гравитация, электро–слабое, сильное взаимодействие. Кто найдёт теорию всего — тому Нобелевку и закрывать её надо.

+ 0 – Написал olddays · ответить ↑ .

Nortentent: 2. нейтрон

+ 0 – Написал weirdan · ответить ↑ .

weirdan: У него дипольный момент есть, это может смущать человека. Нейтрино лучше подходят.

+ 1 – Написал dxd · ответить ↑ .

dxd: Так у нейтрино масса точно не определена, к этому тоже могут возникнуть вопросы.

+ 0 – Написал weirdan · ответить ↑ .

sly2m: Вы стойкий. Хорошо! Да проще — вы можете поднять камень, но редкоземельный магнит — ну поймёте, наверно.

+ 0 – Написал olddays · ответить ↑ .

olddays: Из этого примера может следовать, что редкоземельный магнит — заряжен иным образом, нежели камень и ничего более.

+ 0 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

sly2m: Баклажан — овощь, Рембрант — человек.
Вполне можно дать короткие, ёмкие определения, в которых всё бы стало понятно, чем расписывать три абзаца того, почему этого сделать нельзя.
Вопрос, да, спасибо — В чём фундаментальное отличие гравитационного взаимодействия и электромагнитного?

+ -2 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: "Я чего то не понимаю"
Да, именно так. Если хотите исправится — читайте.

+ 0 – Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa–dav: Взялись уж отвечать, так отвечайте на всё.
А то... можете ещё и грамматические ошибки поисправлять.

Слушайте, давайте сразу всё разъясним — мне не понравилось ваше предыдущее сообщение тем, что оно абсолютно не несло никакой полезной для меня информации, хотя по определению должно было разъяснять некоторые непонятные для меня вещи. Мне такое положение вещей кажется нерациональным, а следовательно лишним.

+ 3 – Написал Nortentent · ответить ↑ .

Nortentent: Ну тогда потрудитесь — ответьте.
Когда грибной дождь — это от сердцебиения или от почек?
Когда друзья попадают в беду — доказал ли наука что это происходит в разрыве от солнцестояния в лунную ночь?
Существуют ли научные доказательства тому, что передеж нечто иное, чем взрыв сверхновой звезды?

Вы сейчас занимаетесь этим. И только этим. Только этим я сказал. Ничем иным.
Полезная для вас информация наверное содержится во флаконе с перхотью, не иначе.

+ -2 – Написал aa-dav · ответить ↑ .

aa–dav: *Предупреждение.*

+ 0 – Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

Зельдович предсказывал наличие "космических струн". Я правильно понимаю, это и есть реликтовые гравитационные волны?

+ 0 – Написал HOC · ответить .

HOC: Подождем ответа автора, но мне думается, что некорректно называть дефект топологии пространства–времени — волной. Этот дефект (как и дефект в кристаллических решетках — дислокация, например) может двигаться. Причем двигаться с релятивистскими скоростями, он чрезвычайно протяжён, поэтому свет, при попадании на своем пути на струну, претерпевает такое же воздействие, как и от других массивных объектов, поэтому свет отклоняется, линзируется и проч.

+ 0 – Написал Daf · ответить ↑ .

Daf: Мне кажется, дефект пространства–времени в виде эдакой складки уж очень похож на волну. Хотя, струны одномерные, а волны должны иметь длину (частоту). Не?

+ 0 – Написал HOC · ответить ↑ .

HOC: Нет. Не совсем. Точнее, не те, что мы возможно обнаружили. Это скорее дефекты пространства.

+ 0 – Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

Спасибо. Очень познавательно и интересно.

+ 1 – Написал invirtus · ответить .

invirtus: Но как можно написать "познОвательно"???

+ 3 – Написал Sarth · ответить ↑ .

Значит ли "вот это все", что если где–то на другом конце вселенной пару миллиардов световых лет назад, встретились, по неизвестным нам причинам, десяток–другой черных дыр, они дружно повращались, бахнули все вместе (за встречу), то со дня на день наша солнечная система начнет становиться то сплющенная, то вытянутая? Или их нужно додецилион бахнуть, или хотя бы пол додецилиона? Или период волны настолько велик, например, что мы сейчас и "проходим" одно из состояний? А тогда, если мы сейчас вытягиваемся, то когда сплющиваться начнем, время тоже растянется и мы будем жить один день, как мотыльки? Или все наши обмены веществ тоже растянуться и мы будем, как горы сейчас для нас сегодняшних. То есть просто очень медленно будем двигаться относительно текущего состояния, но нормально для того?Или эти волны вообще должны быстро угасать, удаляясь от "породившей их массы"? А в резонанс они могут войти? А может быть так, что когда они в резонанс вошли какой–нибудь крутой — это и есть "большой взрыв"? А в "интерстеллере", они когда по кротовой норе шастали, у нее рука такая изогнулась, а потом даже покрасненький никаких на не было, ни то что гипса — это из–за гравитационных волн или просто гонево?
Эх, чувствую себя ребенком, которому папа рассказал захватывающую, но ни черта не понятную историю?

+ 1 – Написал badabasdudubas · ответить .

badabasdudubas: Гравитационные волны мизерные. Те расстояния, на которые растягивает нашу Солнечную Систему настолько маленькие, что никакого существенного воздействия на обмены веществ и вообще на химию и даже ядерную физику они не оказывают. Ну, только если черная дыра бабахнет (в смысле сольются несколько черных дыр, или бабахнет сверхновая) прямо тут у порога. Но тогда гравитационные возмущения это самое малое, чего нужно будет опасаться, от чего заживо испепеляться.

И да, они затухают с расстоянием. И теоретически могут "входить в резонанс". И вообще — ведут себя как обычные волны, только маленькие. Никакого отношения к "рукам из пятого измерения" гравитационные волны не имеют.

+ 1 – Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

Вспомнил про Перельмана. Он же там отказался от миллиона за решение задачи, завязанной на топологию Вселенной. И вроде как из его решения выходит, что Вселенная тор, а не сфера. А тор и есть сфера с дыркой, грубо говоря. То есть надежда на кротовые норы остается.

+ -5 – Написал goldoleg · ответить .

посты данного автора: sly2m
Гравитационные волны на пальцах™
Ложный вакуум на пальцах™
Голографическая Вселенная на пальцах™
Число Грэма на пальцах™
Стивен Хокинг черные дыры отменял в изложении на пальцах™
Почему у нашего пространства три измерения на пальцах™
Общая Теория Относительности на пальцах™
Излучение Хокинга на пальцах™

"У всякого знания есть две крайние точки, и они соприкасаются. Одна — это полное неведение, в котором человек рождается; другой достигают все познавшие ученые умы. уразумевшие в своей глубине, что по прежнему ничего не знают, и, таким образом, вернувшиеся к первоначальному неведению, но умудренно. А те, что вышли из природного неведения, но не достигли неведения умудренного, те набрались обрывков знаний и воображают, будто все превзошли. Они–то и мутят мир, они–то и судят обо всем вкривь и вкось. Народ и сведующие люди–здоровое общество, всезнайки — его болезнь."

© Блез Паскаль — французский математик, механик, физик, литератор и философ. один из основателей математического анализа, теории вероятностей и проективной геометрии, создатель первых образцов счётной техники, автор основного закона гидростатики.

Сократ, мудрейший из людей, знал, что не знает ничего. Сумасшедший может считать себя Всевышним, дурак — всеведущим.

+ -58 – Написал DebiloaTeisti · ответить .

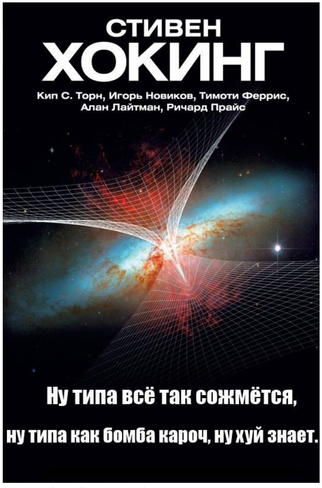
DebiloaTeisti: ты не все посты из серии на пальцах™ перечислил, у меня их в три раза больше.

+ 28 – Написал пальцах™ на sly2m · ответить ↑ .

sly2m: я все твои посты посчитал ничего нового, гораздо лучше тебя знаю кто такой андрей линде, алан гут, гейзенберг, паули и представь себе даже чаргаф зняю, меня не удивишь однобокими бредовыми теоремы. твои посты обыкновенный Хокингпоп

«Что ново — то истинно» — эта иллюзия исказила сам смысл научного исследования. Стремление быть постоянно «на гребне волны» несовместимо с поисками истины о природе, а эти поиски и есть наука; когда говорят: «Теперь это уже не истина», это значит что истины нет вообще. Несколько лет назад я слышал, как один мой видный коллега объявил на научном съезде: «Результаты, о которых я докладывал в прошлом году, были основаны на фактах, которые теперь не имеют места». Такая форма отречения пришлась бы очень кстати Галилею и не вызвала бы возражений у инквизиции. Наша нынешняя литература до краев полна фактами, но я боюсь, что многие из них уже «не имеют места». И если хваленое самоочищение науки теперь прекратилось, то это только отчасти вызвано все возрастающей сложностью все хуже излагаемых экспериментов. В гораздо большей степени это результат той атмосферы спешки и гонки, в которой сейчас часто ведутся исследования: в «чаду безумств, балов и баловства» (Байрон. «Дон Жуан»).

"Белибердинское столпотворение" Erwin Chargaff
Читать полностью: http://nature–wonder.livejournal.com/163387.html



\+
-36 Написал DebiloaTeisti · ответить ↑ .
–

\+ DebiloaTeisti: Ты чего злой какой? Атеист, штоле?
2 Написал Animals_Amateur · ответить ↑ .
–

Animals_Amateur: это не злоба

просто я видел все это когда сам был атеистом. эта типичны хокинг поп. агностик пытается уйти от атеизма, пытается быть свободомыслящим но он не понимает что сомнения агностика — это всего–навсего догмы материалиста.

\+
-21 Написал DebiloaTeisti · ответить ↑ .
–

\+ DebiloaTeisti: как же ты прозрел?
0 Написал Mindsplitter · ответить ↑ .
–

\+ Mindsplitter: Он в бане. И виртуалы тоже. Если хочешь пообщаться(?), пиши инбоксом.
6 на
– Написал пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

\+ sly2m: да не то что бы хочу, но ответ на этот вопрос интересно было бы услышать.
0 Написал Mindsplitter · ответить ↑ .
–

\+ DebiloaTeisti: Плюсанул за Хокинга, однако по форме очень резко, не надо переходить на оскорбления.
-3 Написал kurohoe · ответить ↑ .
–

\+ kurohoe: не понял за что там плюс
4 Написал nerv · ответить ↑ .
–

\+ DebiloaTeisti: посмотрел я на твой профиль и понял — да ты **Дебил–неАтеист** (это какое–то новое учение?)
0 Написал nerv · ответить ↑ .
–

Удаленный комментарий DebiloaTeisti, написанный

\+ DebiloaTeisti: А ты заебал.
1 Написал olddays · ответить ↑ .
–

\+ DebiloaTeisti: Сходите погуляйте, воздухом подышите, купите мороженое, с девушкой познакомьтесь.
0 Написал thorr · ответить ↑ .
–

Удаленный комментарий DebiloaTeisti, написанный

\+ DebiloaTeisti: бобер, выдыхай!
0 Написал thorr · ответить ↑ .
–

Удаленный комментарий DebiloaTeisti, написанный

\+ интересно было бы взять анализы крови у воинствующих фанатиков — есть ли какая то общность с гормональной конституцией проходящего фазу полового созревания подростка?
1 Написал aa-dav · ответить ↑ .
–

\+
-19 Написал DebiloaTeisti · ответить ↑ .
–

\+ DebiloaTeisti: *Ты слишком толстый, с тобой не интересно. Профилактический бан.*
10 на
– Написал пальцах™ sly2m · ответить ↑ .

sly2m: ***Профилактический бан за то что ты веришь в Бога***

\+
-28 Написал DebiloateistIPsevdoUmniki · ответить ↑ .
–

комментировать

dirty.ru
О сайте
Правила
Архивы сайта
Энциклопедия
Золотой аккаунт

Помощь
Общие вопросы:
mailbox@dirty.ru
Что-то сломалось?
wtf@dirty.ru

Реклама
Размещение рекламы
Частные объявления

© 2016

18+

Пользовательское соглашение