

Профиль

2 Публикации

223 Комментарии

23 Избранное

7 Подписчики

Реклама

11 февраля в 18:49

Впервые зарегистрированы гравитационные волны: теперь официально

Физика*, Научно-популярное*, Астрономия*

Сегодня на **специальной пресс-конференции** ученые международной коллаборации LVC (LIGO) объявили о первом прямом детектировании гравитационных волн от слияния двух черных дыр с достоверностью 5.1σ.

UPD [Запись пресс-конференции](#) — историческое видео теперь. Кстати, отлично объясняя, что к чему. Еще добавил в конец статьи больше ссылок на материалы.



Image Credit: Bohn, Throwe, Hébert, Henriksson, Bunandar, Taylor, Scheel (see www.black-holes.org/lensing)

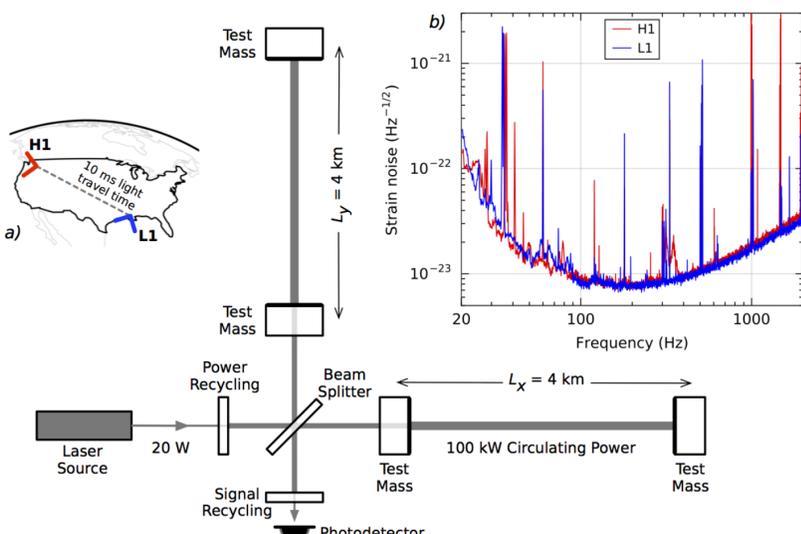
14 сентября 2015 год в 09:50:45 UTC два детектора LIGO (расположенные в США) одновременно наблюдали гравитационно-волновой сигнал GW150914. Сигнал с возрастающей частотой от 35 Гц до 250 Гц и амплитудой деформации метрики в 1×10^{-21} . Сигнал соответствует предсказаниям Общей Теории Относительности (ОТО) для слияния двух черных дыр массами 36 и 29 солнечной.

Что еще интереснее, это открытие впервые позволяет с уверенностью сказать о существовании систем черных дыр, и характеризовать динамику системы черных дыр с позиций ОТО.

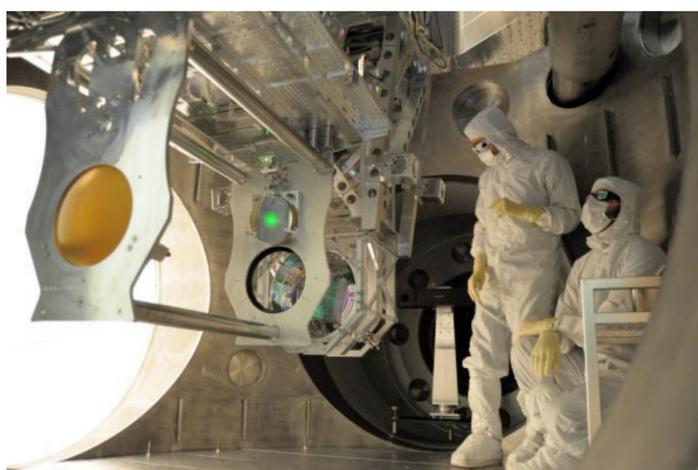
Результаты исследования опубликованы сегодня в [Physical Review Letters](#).

Как детектировали

С момента предсказания существования гравитационных волн Эйнштейном в 1916 году было предпринято множество попыток их наблюдения. С середины семидесятых велись работы над твердотельными детекторами (Вебер) — предполагалось, что массивные куски металла будут резонировать с гравитационными волнами, и изменение длины этих масс можно зарегистрировать достаточно чувствительными приборами. Однако это направление оказалось не перспективным — слишком большие шумы не позволяли достичь необходимой чувствительности. С 70х годов начали развиваться интерферометрические детекторы.



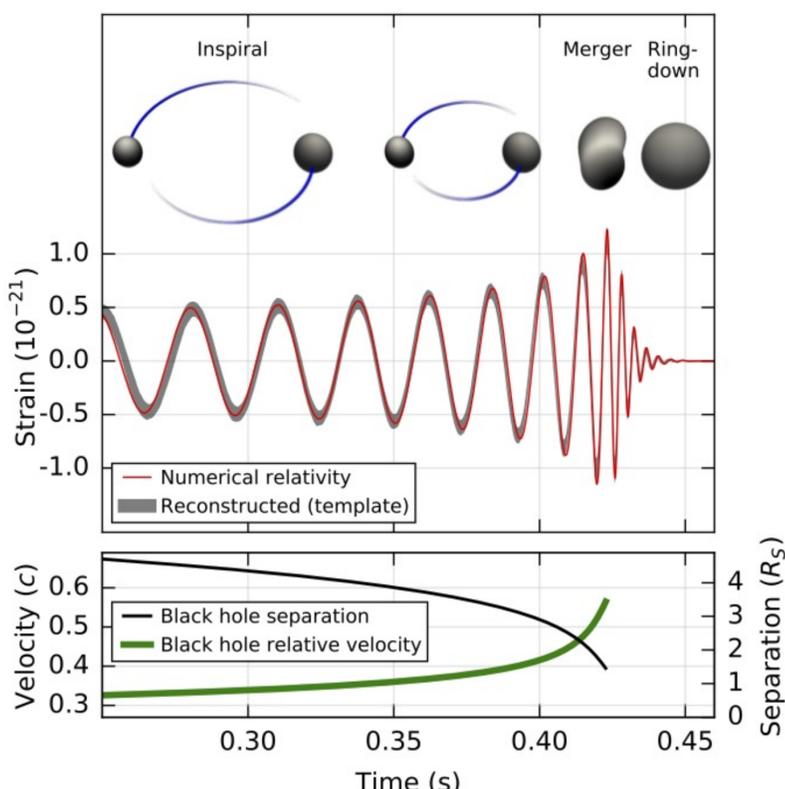
Гравитационная волна меняет расстояние между подвижными конечными зеркалами интерферометра, вследствие чего наблюдается изменение интерференционной картины на выходе детектора. Для увеличения чувствительности такого детектора к расстоянию между зеркалами плечи интерферометра достигают длины 4 км, оптическая мощность на зеркалах — 100 кВт, а сами зеркала массой в 40 кг закреплены на высокодобротных ($Q \sim 10^7$) подвесах и снабжены дополнительной системой изоляции от сейсмических шумов.



В США расположено два одинаковых детектора на значительном расстоянии друг от друга, что позволяет производить независимое наблюдение, а затем коррелировать результаты для исключения локальных шумов и ложных сигналов. Кроме того, наличие двух (и более) детекторов помогает триангулировать сигнал для определения положения на небе.

Оба детектора в начале сентября 2015 года закончили многолетнюю процедуру обновления и находились в полностью рабочем состоянии на момент детектирования.

Что детектировали



Сигнал, зарегистрированный детекторами совпадает с предсказаниями ОТО для слияния двух черных дыр. На протяжении 0.2 секунды две вращающиеся вокруг друг друга черные дыры сблизились из-за потери энергии вращения за счет гравитационного излучения и слились в одну черную дыру. Однако суммарная масса этой новой черной дыры оказалась на 3 солнечной массы меньше, чем сумма двух старых — энергия была излучена в гравитационных волнах.

► [Симуляция слияния черных дыр](#)

Изначально две дыры находились чрезвычайно близко друг от друга — на расстоянии 350 км (при том что радиус Шварцшильда для них порядка 210 км). Расстояние (фотометрическое) до источника оценивается в 410 Мегаларсек.

Сигнал был задетектирован с очень высокой достоверностью: соотношением сигнал/шум 24 и достоверностью в 5.1σ (соответствующей одному ложному сигналу в 203 000 лет).

Было проведено множество проверок как на ложный сигнал, так и намеренную инъекцию. Все они показали отрицательный результат.

Самое читаемое

Сейчас Неделя Месяц

Надёжность SSD в реальном мире: опыт Google 14

Windows 98 — теперь и в браузере 22

Дискуссия в Википедии: иллюстрировать ли статью о порнофильме самим фильмом? 36

2 суток на создание жилого дома: 3D принтеры помогают строить дома 13

Как получить статус книги-бестселлера на Amazon за 3 доллара 7

Законопроект «10 лет за хентай» вчера был принят в первом чтении 346

Студенты из Огайо пытаются разогнать электромобиль VBB-3 до 643,75 км/ч 15

В английской Википедии найдены 272 мистификации, которые просуществовали дольше года. Рекорд — 10 лет и 1 месяц 39

Apple ответила на требования ФБР. В суде компанию поддержат Google, Facebook и Microsoft 89

Google показала нейросеть, способную узнать страну по фотографии (а также город и улицу), даже если фото сделано в доме 63

говорит нам, что мы правильно понимаем мир в некоторых пределах.

 AntonSor 12 февраля 2016 в 08:07 # h ↑ +4 ↓

Когда дорастем до звездолетов — на каждом космическом корабле должны будут стоять такие детекторы, для обнаружения гравитационных аномалий :)

 kosthuman 12 февраля 2016 в 14:05 # h ↑ 0 ↓

Может быть и очень быстро перерастем =) Лишь кучка энтузиастов будет рваться в бой на тяжелых, огромных кораблях. А остальное человечество будет юзать квантовую телепортацию или переберется в более продвинутые, энергетические тела и будет путешествовать в виде луча нейтрино ;)

 jia3ep 17 февраля 2016 в 12:59 # h ↑ +1 ↓

О да, а Роспототамнадзор будет вводить фильтрацию нейтрино для того, чтобы террористы не могли бесконтрольно перемещаться. Но сообществом будут разработаны лучи на нейтрино малых энергий, которые остановить ничуть не проще, чем нынешний интернет-трафик. Но Роспототамнадзор будет пугать обычных пользователей, что малоэнергетические лучи могут повредить психику и не стоит ими пользоваться.

 Steve_Key 17 февраля 2016 в 22:25 # h ↑ 0 ↓

человечество будет юзать квантовую телепортацию или переберется в более продвинутые, энергетические тела и будет путешествовать в виде луча нейтрино

Здесь качественная фантастика на эту тему современного молодого Российского автора, рекомендую начать с цикла «Корректор».

 kosthuman 18 февраля 2016 в 12:59 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↓

del

 Steve_Key 18 февраля 2016 в 17:51 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↓

Камрады, извините, не та ссылка вставилась из буфера, недоглядел, вот правильная на фантастику!!!

 kosthuman 19 февраля 2016 в 11:49 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↓

Благодарю! Люблю годную фантастику! Еще кстати Никитин, тот что Ю.А., очень хорошо описал это в книге "Трансчеловек" и в конце цикла Трое из леса, начинать, если весь читать не хочется, от "Башня 2" =)

 Killu 12 февраля 2016 в 14:44 # h ↑ +3 ↓

Хорошая статья на Элементах: [Гравитационные волны — открыты!](#)
См. раздел «О чем расскажут гравитационные волны»

 wbnet 12 февраля 2016 в 16:01 # h ↑ 0 ↓

Благодарю. Теперь смогу объяснить людям, которые совсем не в теме (а то уже наблюдаю нечто вроде: «слышали? скоро антигравы к айфонам присобачат!»)

 jar_ohty 12 февраля 2016 в 16:16 # h ↑ +4 ↓

Хотя бы тем, что теперь нет колоссальной пропасти между теорией и экспериментом, которая была раньше. Действительно, есть общепринятая ОТО, на которой, как на фундаменте, основана добрая половина картины мира. И есть экспериментальный факт несуществования гравитационных волн (как альтернативщики — не обязательно из стана «алфизиков» — интерпретировали то, что их до сих пор не удавалось наблюдать), который эту самую ОТО перечеркивает. Прорыв в науке не всегда означает создание новой технологии. Иногда это просто новое знание о нашем мире. Что Земля — шар. Что небо — не хрустальный купол. Что звезды — это похожие на Солнце газовые шары. Все это для современника этих открытий было с практической точки зрения абсолютно бесполезно.

 vblats 13 февраля 2016 в 02:12 # h ↑ -3 ↓

Это может запросто повлиять на дальнейший космический транспорт, который возможно в недалеком будущем вместо сжигания тонн ракетного топлива будет просто отражать гравитационные волны планеты. По аналогии с летним охлаждением автомобиля: можно врубить энергоёмкий кондиционер внутри, а можно всего лишь закрыть светоотражающей пленкой снаружи.

 DinyaS 14 февраля 2016 в 12:25 # h ↑ +2 ↓

Наука (особенно экспериментальная)- это удовлетворение собственного любопытства за казенный счет.

 valemak 11 февраля 2016 в 18:53 # 0 ↓

Интересно, при слиянии сверхмассивных чёрных дыр возникает ли гравитационное цунами? :)

 Siper 11 февраля 2016 в 19:26 # h ↑ +20 ↓

Которое сместит материю не на 1 а на 10 диаметров атома?

 valemak 12 февраля 2016 в 08:09 # h ↑ +2 ↓

Я так понимаю, пространственные деформации даже на сотни атомных диаметров недостаточны для разрушения межатомных связей.

 darkfrei 16 февраля 2016 в 00:48 # h ↑ 0 ↓

А какое теоретическое ограничение? Если черные будут еще тяжелее, а столкновение еще быстрее?

 Siper 16 февраля 2016 в 18:01 # h ↑ 0 ↓

Прежде всего от расстояния зависит. Самому интересно на каком расстоянии ощутимо трясти начинает.

 Shkaff 16 февраля 2016 в 18:13 (комментарий был изменён) # h ↑ +1 ↓

Ну, можно просто посчитать — амплитуда линейно убывает с расстоянием. Сейчас система была на расстоянии 1.4 миллиарда световых лет ~10²⁵ метров, и вызвала смещение зеркал на ~10⁻¹⁹ метра, соответственно, если поместить детектор на расстояние 1000 км от источника, зеркала сместятся на один метр. Только что-то мне подсказывает, что так близко там будут несколько иные проблемы:)

 Mad_Max 16 февраля 2016 в 20:14 # h ↑ 0 ↓

Это же вроде не абсолютное значение, а изменение метрики. Т.е. упрощенно **во сколько раз** изменились расстояния между объектами?
Т.е. в 10⁻¹⁹ на плече в 4000м, это смещения на 10⁻¹⁶... 10⁻¹⁵ метров в абсолютном масштабе (примернс на диаметр ядер атомов).

 Shkaff 16 февраля 2016 в 20:22 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↓

Да, если правильно в изменении метрики считать: метрика поменялась на 10⁻²¹, а изменение длины = (изменение метрики) * (длина плечей интерферометра) ~10⁻¹⁹.

Поэтому на самом деле я указал изменение длины — на сколько смещаются зеркала друг относительно друга, чтобы чуть более наглядно видеть, что будет, если мы поставим именно этот детектор близко к источнику.

 Mad_Max 16 февраля 2016 в 21:21 # h ↑ +1 ↓

А почему тогда разница между метрикой и изменением длины в метрах всего на 2 порядка, если длина плечей по 4000 метров?

 Shkaff 16 февраля 2016 в 21:41 (комментарий был изменён) # h ↑ +1 ↓

Хороший вопрос, потому что я невнимателен:) Там еще нормировки, но я их не в ту сторону посчитал почему-то, извиняйте. Получается примерно ровно 10⁻¹⁸, но суть от этого не меняется...

 Stalker_RED 11 февраля 2016 в 19:37 (комментарий был изменён) # h ↑ +3 ↓

До ближайших известных черных дыр довольно далеко, и гравитационное цунами до нас докатится слишком ослабленным. А вот если повезет настолько, что джет с одного из «полюсов» слияния будет направлен в нашу сторону, может очень неприятно прожарить жестким рентгеном.

 Spaceoddyty 12 февраля 2016 в 01:15 # h ↑ 0 ↓

Не думаю... Прожарить может, если гамма-всплеск где-нибудь в районе нашей галактики жажнет. А чёрная дыра, так... Пшик...

 Mad_Max 12 февраля 2016 в 20:27 # h ↑ 0 ↓

Вот именно, что «до известных». ЧД такой небольшой массы (для ЧД это небольшая) еще толком обнаруживать (детектировать) просто не научились. Если она в данный момент не поглощает активно материю и не входит в двойную-тройную систему, где ее компаньон обычная звезда(а не другая ЧД) — обнаружить сейчас нам ее вообще просто нечем.

В результате подобных ЧД и в т.ч. двойных систем из 2х ЧД в космосе может быть очень много, в т.ч. «рядом» (в нашей галактике, а не за много миллионов световых лет) но мы их просто не увидим — не важно какие бы мощные телескопы мы строили и как качественно и тщательно данные с них обрабатывали.

А вот при соответствующем развитии интерферометров и детекции гравитационных волн их можно будет находить и определять параметры(массу, направление, расстояние, скорости движения, время оставшееся до слияния и т.д.) напрямую, а не по косвенным данным.

 quantuz 11 февраля 2016 в 19:02 # +2 ↓

То есть теперь вопрос «через какое время земля сойдет с орбиты, если солнце внезапно исчезнет» имеет точный ответ?

 Foolleren 11 февраля 2016 в 19:05 # h ↑ +2 ↓

В зависимости от того что считать точным ответом.

 quantuz 11 февраля 2016 в 19:07 # h ↑ +3 ↓

То есть ответ не «одномоментно» (в случае с фриками, опровергающими ОТО), а за время, связанное с распространением гравитационных волн (но не более скорости света).

 Foolleren 11 февраля 2016 в 19:40 # h ↑ +1 ↓

Тут просто в очередной раз подтвердили ОТО, с одной стороны хорошо, с другой стороны новых теорий это не добавит.

 quantuz 11 февраля 2016 в 19:45 # h ↑ +1 ↓

А это не аргумент в пользу существования гравитона? Раз есть волны, значит есть среда для них, то есть поле, а раз есть поле, значит есть квант этого поля. Если я верно понимаю, то относительно гравитации были и другие надежды, мол, это обособленный тип взаимодействия...

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:47 # h ↑ +1 ↓

На самом деле, **квантование гравитации** — самая большая проблема теории... Потому что никто не может пока свести одно к другому.

 **quantuz** 11 февраля 2016 в 19:49 # h ↑ ↓ +9

Ну официальное признание гравитационных волн позволяет не оглядываться на вопрос «а если волн нет» и заниматься квантованием дальше

 **CaptainFlint** 11 февраля 2016 в 20:01 # h ↑ ↓ +4

На пресс-конференции сказали, что по искажениям сигнала удалось вычислить ограничение на массу гравитона в предположении, что он имеет массу. Кажется, назвали величину 10^{-55} г.

 **Kolegg** 11 февраля 2016 в 22:43 # h ↑ ↓ 0

Это ограничение сверху или снизу?

 **dead_undead** 11 февраля 2016 в 22:57 # h ↑ ↓ 0

сверху

 **Foolleren** 11 февраля 2016 в 20:10 # h ↑ ↓ -17

Попытки состыковать **ото** и кванты основываются на том что обе теории верны, вот если бы гравитационные волны отсутствовали, можно было сказать — oga! и копать в другом направлении. А так ну да круто, давайте теперь искать чёрные дыры дорожными интерферометрами, заодно бабла побольше вышибим.

 **quantuz** 11 февраля 2016 в 20:12 # h ↑ ↓ +36

Лучше деньги на поиск ЧД, чем на войну...

 **kalmarius** 11 февраля 2016 в 21:58 # h ↑ ↓ +10

К сожалению, на поиск ЧД идут деньги, которые остались после расходов на войну, и никак не наоборот...

 **MichaelBorisov** 12 февраля 2016 в 01:08 # h ↑ ↓ +4

Но иначе быть не может. «Народ, не желающий кормить свою армию, вскоре будет вынужден кормить чужую» (с) Наполеон. Если некое государство будет раходовать деньги на поиск ЧД, пренебрегая обороной — найдутся те, кто придет к нему с войной, уничтожит лабораторию, а деньги заберет — как те, что предназначались для поиска ЧД, так и прочие оставшиеся.

И даже та страна, на которую ориентируются как на идеал многие люди с высоко моральными взглядами — США — имеет военный бюджет, превышающий военный бюджет всего остального мира.

 **Spaceoditty** 12 февраля 2016 в 01:20 # h ↑ ↓ +3

В Civilization IV не обязательна была победа конквестом или доминацией, ещё был более сложный и медитативный путь — космическая гонка. Строим корабль до Альфы Центавра)

 **yefrem** 12 февраля 2016 в 02:28 # h ↑ ↓ +3

вот только без армии шансы выстоять и дотянуть до победы невелики и тем меньше, чем выше сложность

 **Spaceoditty** 12 февраля 2016 в 17:14 # h ↑ ↓ +2

Только научно-технический рывок позволяет для охраны своих границ держать небольшие высокотехнологичные подразделения, вместо орды дуболомов.

 **agarus** 12 февраля 2016 в 14:43 *(комментарий был изменён)* # h ↑ ↓ +1

Вот только «деньги на войну» в комментарии выше и ваше «деньги на армию» — не одно и то же. А военный бюджет США, если верить **википедии** и **новостям**, меньше общемирового, а не больше, как вы утверждаете.

 **Larick** 12 февраля 2016 в 16:00 # h ↑ ↓ +3

Но если сравнивать не в абсолютных цифрах, а в проценте от ВВП, то картина несколько меняется, не находите?

Когда у вас есть большая здоровая экономика, почему бы и не выделить денюжку для защиты? Но когда ради оборонки ужимают самые главные ценности: здравоохранение, образование, инфраструктуру, то это уже болезнь государства

 **Seeker** 12 февраля 2016 в 17:27 # h ↑ ↓ -5

>Когда у вас есть большая здоровая экономика, почему бы и не выделить денюжку для защиты?
А это большой вопрос, можно ли экономику, долг которой превышает ВВП, назвать здоровой...

 **Larick** 12 февраля 2016 в 17:34 # h ↑ ↓ +3

о боги, ну снова Киселёвщина...
Если не вдаваться в высие материи (а тогда всё окажется совсем не грустно), то можно объяснить просто:
сколько семей берут ипотеку? и как, их семейная экономика погибает? а у них долг явно больше 109%.
Но к тому же госдолг США — это, по большей части, деньги, которые работают и приносят государству прибыль.

 **VaalKIA** 12 февраля 2016 в 18:21 # h ↑ ↓ +1

Про ипотеку не понял, жильё они могут продать и отдать ипотеку. У США нет столько жилья, на сколько они взяли ипотеку причём не на проценты, которыми можно было бы пренебречь, а на порядки.

 **Larick** 12 февраля 2016 в 21:36 # h ↑ ↓ 0

ипотека была примером кредита.
Если некий экономический субъект может себе позволить взять в долг больше, чем за год через руки проходит и не загибается при этом, то почему не может другой?
к тому же эти деньги работают, они приносят прибыль.

 **darkfrei** 16 февраля 2016 в 00:57 # h ↑ ↓ 0

При отрицательном курсе доллара им будут все должны. При нулевом — долг прощается. Чем выше курс доллара, тем больше они должны.

Даже наоборот — чем больше они должны, тем больше курс доллара. А денег они напечатывают, главное верить в его стоимость.

 **Seeker** 12 февраля 2016 в 19:33 # h ↑ ↓ 0

>сколько семей берут ипотеку?
Вы на полном серьёзе сравниваете экономику семьи и государства?)

>Но к тому же госдолг США — это, по большей части, деньги, которые работают и приносят государству прибыль.
Ага и при этом он постоянно увеличивается. По сути это означает, что все жители Штатов живут в долг, за который будут расплачиваться следующие поколения.

 **Larick** 12 февраля 2016 в 21:46 # h ↑ ↓ 0

они бы могли его отдать, вот только зачем?
по сути, госдолг в 100% в случае США означает, что на них работает капитал в два их ВВП.

Есть некий Вася, который взял кредит в размере годовой зарплаты для покупки айфона (золотых унитазов), и есть Василий Николаевич, который взял в кредит станок ценой в годовой доход, из которого получает прибыль.
Между ними есть разница, верно? так и долги государств бывают разными.

 **Seeker** 12 февраля 2016 в 22:19 # h ↑ ↓ -1

>они бы могли его отдать, вот только зачем?
Каким образом?

 **VenomBlood** 13 февраля 2016 в 00:38 # h ↑ ↓ +2

geektimes.ru/post/269176/#comment_8946498

Условно — доходы бюджета зависят от ВВП, ВВП — растёт, при фиксированной ставке по облигациям — вы всегда можете использовать факт роста экономики для того чтобы получать деньги здесь и сейчас. Т.е. вы просто берете деньги займы у себя с будущего дохода, но т.к. ваш доход более-менее стабильно растёт более-менее постоянно — вы можете увеличивать эту сумму пропорционально ВВП, при этом ограничение будет — отношением этой суммы к текущему ВВП в зависимости от показателей экономики.

Возьмем грубый но простой пример. Пусть ВВП — миллиард долларов, бюджет — ~10% от ВВП — 100 миллионов. Растет ВВП в долгосрочной перспективе на 2% в год. Я могу использовать 100 миллионов и не иметь дефицита, но с другой стороны — в предельном случае я могу пустить фиксированную часть бюджета на выплату долга.

Здесь есть 2 ограничения.

1 — Это будет иметь смысл если средняя ставка по долгу будет меньше ожидаемых показателей роста экономики. Если брать годовые облигации (для простоты) — то получается что мы берем X из бюджета следующего года для того чтобы покрыть дефицит в текущем году. При ставке долга Y% мы получаем в бюджет текущего года X/(1+Y). Но из текущего года мы заплатили Z чтобы погасить долг за прошлый год. Теперь X/(1+Y) должен быть больше чем Z. Если мы фиксируем выплаты как N% от бюджета то X=Z * (1+ставка роста бюджета) и из простого неравенства Z (1+ставка роста)/(1+Y) > Z — или просто то что ставка роста должна быть больше чем ставка долга.

2 — Выплаты по долгу не должны быть больше размера бюджета (в противном случае долг выйдет из под контроля).

Можно рассматривать механизм работы госдолга номинированного в собственной валюте как продвинутую версию стабфонда. Когда у вас профицит бюджета — вместо того чтобы откладывать деньги в ящик и ждать пока их съест инфляция — вы выкупаете собственные облигации и тем самым экономите на части выплат процентов. Когда вам нужны деньги — у вас есть «кредитная линия». При этом если ваша экономика остается на первых позициях — то чем жестче мировой кризис — тем больше вам дают в долг (потому что ваши деньги обесцениваются медленнее) и тем мягче этот кризис для вас проходит.

Выплатить госдолг США может поджвав некоторые программы — но это бессмысленное занятие, если можно тратить больше — почему бы не тратить? Не надо забывать что стабильный рост экономики (на долгосрочных масштабах) — это тоже актив. Госдолг — это средство монетизации этого актива. Глупо иметь актив и не использовать его.

 MichaelBorisov 13 февраля 2016 в 13:18 (комментарий был изменён) # h ↑ +1 ↑ ↓

Но когда ради оборонки ужимают самые главные ценности: здравоохранение, образование, инфраструктуру, то это уже болезнь государства

Расходы на защиту от угроз должны быть сообразны со степенью этих угроз. Вы, вероятно, не тратите свои деньги на покупку оружия, тогда как полиция тратит, вооружая своих сотрудников. Почему? Потому, что угроза для полицейских со стороны криминала выше, чем для простых граждан.

И если какой-либо стране угрожает военное нападение — то для защиты от него приходится жертвовать всем, в том числе здравоохранением и образованием, если больше уже нечем жертвовать. Если этого не делать — страну завоюют, уничтожив и разграбив все то, во что вы вкладывали ВВП. Посмотрите на судьбу стран, по которым прокатилась война за последние десятилетия. Много ли там осталось от образования, здравоохранения и инфраструктуры?

 Larick 13 февраля 2016 в 18:03 # h ↑ +2 ↑ ↓

При таком подходе защищать, собственно, будет некого. От инвестиций в медицину сильно зависит ожидаемая продолжительность жизни (как следствие, количество трудоспособного населения и процветание), а без достойного образования просто некому будет работать в той же оборонке. иначе просто народ начинает массово разбегаться, кто хоть что-то из себя представляет, и границы защищать нужно не снаружи (как в США), а изнутри (как в совке)

 Dr_Zoidberg 11 февраля 2016 в 19:05 # 0 ↑ ↓

<http://www.theverge.com/2016/2/11/10965312/einstein-gravitational-waves-discovered-announced-video> здесь неплохое видео с объяснением для чайников

 potan 11 февраля 2016 в 19:14 # +1 ↑ ↓

А по этому наблюдению можно оценить затухание гравитационной волны с расстоянием? Вроде в каких-то многомерных теориях они должны затухать заметно быстрее, чем $1/r^2$.

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:21 # h ↑ +2 ↑ ↓

На самом деле, затухает как $1/r$ в ОТО. Не уверен, что можно оценить именно этот параметр напрямую, только из соответствия других предсказаний теории. Но подробнее не скажу, не знаю.

 Grebenshchikov_Alex 11 февраля 2016 в 19:41 # h ↑ 0 ↑ ↓

А это учитывает многомерность?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:41 # h ↑ +3 ↑ ↓

стандартное 3+1(пространство + время)

 Siper 11 февраля 2016 в 21:58 # h ↑ 0 ↑ ↓

А как же закон сохранения энергии?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 22:30 # h ↑ 0 ↑ ↓

А что с ним не так?

 MichaelBorisov 12 февраля 2016 в 01:13 # h ↑ +2 ↑ ↓

Если источник точечный — то затухать может только как $1/r^2$, и никак иначе. Просто потому, что площадь сферы пропорциональна квадрату радиуса, а энергия фронта волны распределяется по поверхности сферы. Даже если излучение остронаправленное — все равно будет $1/r^2$, только, может быть, с малым коэффициентом.

 Shkaff 12 февраля 2016 в 01:40 # h ↑ +1 ↑ ↓

Не очень понимаю, почему. Излучение — вообще **квадрупольное на значительном расстоянии от источника**.

 Xaliuss 12 февраля 2016 в 18:54 # h ↑ +1 ↑ ↓

Думаю, что всё просто — энергия гравитационных волн от амплитуды зависит нелинейно. И степень там может быть даже не второй, а выше.

 Mad_Max 12 февраля 2016 в 20:32 # h ↑ +1 ↑ ↓

Видимо дело в том, что речь идет о изменении амплитуды волны (метрики насколько сжалось-растянулось пространство относительно неискаженной «нормы»), а не энергии переносимой этой волной или плотности ее «излучения».

 Sergey6661313 11 февраля 2016 в 19:15 # -8 ↑ ↓

а разве вселенная не должна была при этом поломаться поделив на ноль?

 Foolleren 11 февраля 2016 в 19:25 # h ↑ +1 ↑ ↓

Это только школьная математика ломается от деления на ноль, потом учат как можно схитрить и разделить ничего не сломав.

 brainick 11 февраля 2016 в 19:53 # h ↑ +1 ↑ ↓

Не были бы вы так любезны привести хоть один учебник (не маргинальный), где описывается как это делается.

 Foolleren 11 февраля 2016 в 20:01 # h ↑ -2 ↑ ↓

через предел

 brainick 11 февраля 2016 в 20:26 # h ↑ -1 ↑ ↓

После первого семестра из вуза выгнали?

 dead_undead 11 февраля 2016 в 20:26 # h ↑ +8 ↑ ↓

через предел делят не на ноль, а на бесконечно малое.

 Foolleren 11 февраля 2016 в 20:35 # h ↑ +12 ↑ ↓

При описании взаимодействия через формулу, это не проблема. проблема начинается когда получаем разные ответы при подходе с разных сторон.

 Spaceoddlity 12 февраля 2016 в 01:28 # h ↑ +3 ↑ ↓

В любом браузере: `console.log(1/0)`;

 wormball 11 февраля 2016 в 19:23 # 0 ↑ ↓

LISA отменяется?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:25 # h ↑ +8 ↑ ↓

Наоборот — получит еще больше финансирования:) Она все же должна наблюдать другие частоты, и другие события (более низкочастотные), типа сверхмассивных черных дыр.

 WillSmith74 11 февраля 2016 в 19:25 # +1 ↑ ↓

Эмм, получается гравитационные волны распространяются со скоростью света? Каким образом ученые смогли предугадать их появление?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:26 # h ↑ +12 ↑ ↓

Не предугадали, просто включили детектор в постоянный режим работы и ждали.

 WillSmith74 11 февраля 2016 в 19:34 # h ↑ -1 ↑ ↓

Здесь идет речь про конкретную систему из двух черных дыр, слияние которых, видимо, было явно спрогнозировано с помощью наблюдений.

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:36 # h ↑ +8 ↑ ↓

Нет, это было вычислено постфактум. Черные дыры наблюдать непосредственно никак не возможно.

 WillSmith74 11 февраля 2016 в 19:49 # h ↑ +3 ↑ ↓

Все понял. Меня смутила компьютерная симуляция. На самом деле, неизвестно в каком месте и в какое время вселенной произошло это слияние, мы просто зарегистрировали факт появления волны. Радует, что в основе сегодняшнего детектирования лежат наработки Российского квантового центра, которые сделали апгрейд детектора, что резко увеличило его чувствительность.

ЗЫ: Но со скоростью распространения гравитационных волн вопрос все равно остается открытым.

 mwaso 11 февраля 2016 в 20:25 # h ↑ +1 ↑ ↓

На картинке указано, что расстояние между детекторами свет проходит за 10мс. Но в зависимости от расположения источника, волна от него может дойти до детекторов и одновременно. А в статье указано, что можно триангулировать расположение источника. Значит, скорее всего, сигнал регистрировался с временным сдвигом. Иначе была бы еще одна сенсация о превышении скорости света.

 WillSmith74 11 февраля 2016 в 20:38 # h ↑ +1 ↑ ↓

Википедию уже обновили:

«Сигнал слияния двух чёрных дыр с амплитудой в максимуме около 10^{-21} был зарегистрирован 14 сентября 2015 года в 9:51 UTC двумя детекторами LIGO в Хэнфорде и Ливингстоне через 7 миллисекунд друг от друга, в области максимальной амплитуды сигнала (0,2 секунды) комбинированное отношение сигнал-шум составило 24:1. Форма сигнала совпадает с предсказанием общей теории относительности для слияния двух чёрных дыр массами 36 и 29 солнечных, возникшая чёрная дыра имеет массу 62 солнечных и параметр вращения $a=0,67$. Расстояние до источника составило около 1,3 миллиарда световых лет, излучённая за десятки доли секунды в слиянии энергия — эквивалент около 3 солнечных масс»

7 миллисекунд! Конец надеждам на открытие гравипалы!

 kimiifish 11 февраля 2016 в 21:57 # h ↑ +12 ↑ ↓

Массу трёх солнц в гравитацию за 0.2 секунды... вот это я понимаю, трансформатор!

 Shkaff 11 февраля 2016 в 22:31 # h ↑ +4 ↑ ↓

Утверждают, что мощность этого взрыва была больше мощности всех звезд во вселенной.

ик62 12 февраля 2016 в 00:51 # h ↑ +2 ↓

наверное не только в гравитационную, но всё-равно очень впечатляет

mahovik77 11 февраля 2016 в 22:31 # h ↑ +1 ↓

Расстояние до источника составило около 1,3 миллиарда световых лет, «Меня терзают смутные сомнения... У Шпака магнитофон... у посла медальон...»(с) Но не по поводу свершившегося факта, а по факту его свершения по времени... Если учесть, что до места слияния 1,3 миллиарда световых лет, то скорее всего это слияние и произошло 11 февраля, но 1.3 миллиарда лет назад... А до нас эта волна докатилась только сегодня... Или я что-то не так понимаю? Хотелось бы, конечно, чтобы скорость этой волны была поболее чем скорость света...

Shkaff 11 февраля 2016 в 22:31 # h ↑ 0 ↑ ↓

Все правильно, сигнал шел 1.3 миллиарда лет.

dead_undead 11 февраля 2016 в 22:59 # h ↑ +7 ↓

только не 11 февраля а 15 сентября. Просто уже не первый коммент с неверной датой вижу. Зарегистрировали волну ещё в сентябре, всё это время результат тщательно проверяли.

Powerhead 12 февраля 2016 в 04:15 # h ↑ -7 ↓

Так вот почему мне так плохо было 15 сентября. А я думал, это из-за алкоголя, ан нет.

mahovik77 12 февраля 2016 в 18:17 # h ↑ 0 ↑ ↓

это уже не столь важно))

Zombieff 12 февраля 2016 в 14:06 # h ↑ 0 ↑ ↓

Если я не туплю, то выходит, что волна пришла чуть меньше, чем под 45 градусов к линии, на которой расположены детекторы.

Mad_Max 12 февраля 2016 в 20:43 # h ↑ 0 ↑ ↓

Что-то большая задержка. Если я правильно карту скуруил, то между детекторам всего около 800 км и такая большая задержка означает распространение волны в несколько раз медленнее скорости света.

qbertych 13 февраля 2016 в 00:05 # h ↑ +2 ↓

В статье картинка есть, между детекторами 3 тысячи километров или 10 мс. Задержка между детектированными сигналами 7 мс.

chuchmeck 11 февраля 2016 в 21:00 # h ↑ 0 ↑ ↓

Они же использовали два интерферометра. Почему с помощью триангуляции нельзя определить примерные координаты??

Shkaff 11 февраля 2016 в 21:00 # h ↑ +2 ↓

Определили область на небе, откуда пришло, но не координаты, конечно.

dead_undead 11 февраля 2016 в 23:15 # h ↑ +6 ↓

Ответ на вопрос содержится в самом вопросе. Для ТРИангуляции требуется как минимум ТРИ детектора, а их два =)

Foolleren 11 февраля 2016 в 23:25 # h ↑ 0 ↑ ↓

Вообще-то 4 — ну так, чтобы исключить приход сигнала на линии втыкающийся перпендикулярно в пересечение медиан треугольника образованного детекторами — в этом случае можно будет определить только то что источник где-то на этой линии, в случае двух детекторов под неопределенность попадает уже плоскость, перпендикулярная середине отрезка между детекторами, но в данном случае думаю всему виной разные детекторы, и нехватка точности отсчёта времени.

dead_undead 11 февраля 2016 в 23:35 # h ↑ 0 ↑ ↓

В случае с объектами на небе определяется обычно именно направление на объект. Для этого достаточно трёх детекторов. Направление на гамма-всплеск например так определяют, там детекторы тоже всенаправленные.

Foolleren 11 февраля 2016 в 23:39 # h ↑ 0 ↑ ↓

Потому что треугольник получается чертовски вытянутый, точности не хватает

Welran 12 февраля 2016 в 06:27 # h ↑ +1 ↓

3 детектора в трёхмерном пространстве дают прямую на которой находится объект. Если гравитационные волны проходят сквозь Землю, то три детектора определяют 2 точки в небе откуда мог прийти сигнал. Два детектора определяют гиперболоид, что на небе будет выглядеть как кольцо возможных направлений на объект.

json 16 февраля 2016 в 10:39 # h ↑ 0 ↑ ↓

а ведь еще можно будет, наконец-то, точно рассчитать скорость гравитации

Foolleren 11 февраля 2016 в 23:37 # h ↑ 0 ↑ ↓

Забыл ещё про случай двух детекторов — если источник будет находиться на продолжении отрезка — можно определить только направление.

darkfrei 16 февраля 2016 в 01:14 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↑ ↓

Разве нам не направление волны нужно было найти?

Да, еще расстояние бы узнать.

Foolleren 16 февраля 2016 в 09:46 # h ↑ 0 ↑ ↓

Это редкий случай для двух детекторов, направление нашли по гамма вспышке.

Shkaff 16 февраля 2016 в 10:39 # h ↑ +3 ↓

Нет, гамма вспышку не наблюдали (то, что недавно сообщали в новостях, обладает слишком малой значимостью). Направление нашли по задержке между двумя детекторами и разницей в амплитудах (за счет того, что два детектора чувствительны к слегка разным проекциям (поляризациям))

Mad_Max 12 февраля 2016 в 21:04 # h ↑ 0 ↑ ↓

Их в некотором роде целых 4. Т.к. у каждого из 2х интерферометров есть 2 плеча(по 4км) расположенных под углом 90 друг к другу. И изучив интерференционную картину наложения 2х лучей можно извлечь информацию о том, по какому из плечей волна прошла раньше, а по какому позже и тоже использовать для определения направления на источник волны.

Jeditobe 11 февраля 2016 в 21:01 # h ↑ 0 ↑ ↓

Зато посредственно очень даже можно. Гравитационное линзирование, рентгеновское излучение, влияние на орбиты и траектории других объектов.

mwaso 11 февраля 2016 в 21:09 # h ↑ 0 ↑ ↓

О! Интересно, а гравитационное линзирование влияет на гравитационные волны? Это-ж по сути искривление пространства, т.к. гравитация не действует на фотоны света. И верно ли сами гравитационные волны представлять как волны искривленного пространства?

scg 11 февраля 2016 в 21:54 # h ↑ 0 ↑ ↓

Гравитация действует на фотоны. А вот на электромагнитные волны, согласно уравнениям Максвелла, отклоняться не имеют права. И как мне в свое время объяснили, Эйнштейну проще было искривить пространство, чем портить красиво сформулированную теорию электродинамики. Или у вас был сарказм?

mumia 11 февраля 2016 в 22:08 # h ↑ 0 ↑ ↓

Разве фотоны это не есть ЭМ волны?

Shkaff 11 февраля 2016 в 22:34 # h ↑ +1 ↓

Фотоны это и есть ЭМ волны, и они отклоняются гравитацией.

0xd34df00d 12 февраля 2016 в 00:52 # h ↑ 0 ↑ ↓

От чего они отклоняются?

Shkaff 12 февраля 2016 в 01:09 # h ↑ 0 ↑ ↓

От прямолинейного распространения: гравитационное линзирование, например.

0xd34df00d 12 февраля 2016 в 01:46 # h ↑ +3 ↓

Как вы определяете прямую линию? ;)

Siper 12 февраля 2016 в 12:11 # h ↑ 0 ↑ ↓

линия которая не может пресечься в 2 точках?))

0xd34df00d 12 февраля 2016 в 14:28 # h ↑ 0 ↑ ↓

С чем?

Shkaff 12 февраля 2016 в 14:36 # h ↑ 0 ↑ ↓

Относительно распространения в пустом неискривленном пространстве.

0xd34df00d 12 февраля 2016 в 15:44 # h ↑ 0 ↑ ↓

Вот именно, пространство искривляется, если хотите, а не сами ЭМ-волны. ЭМ-волны-то вполне себе прямолинейно распространяются [в вакууме].

Shkaff 12 февраля 2016 в 16:00 # h ↑ 0 ↑ ↓

Ну, все зависит от того, как посмотреть — ЭМ излучение распространяется не прямолинейно, а по кратчайшему пути. И этот путь в искривленном пространстве отличается от прямого. Но, пожалуй, мы говорим об одном и том же, суть дела не меняется.

scg 12 февраля 2016 в 18:02 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↑ ↓

Не зря теория называется Теорией Относительности. Относительно прямолинейного света искривляется пространство, относительно прямого

пространства — свет.

 **dead_undead** 12 февраля 2016 в 16:53 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +2 [↑](#) [↓](#)

тогда уж не прямолинейно, а по геодезической.

 **scg** 13 февраля 2016 в 00:22 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

На самом деле, это не так уж сложно. С той же самой электромагнитной волной дело обстоит так: магнитное поле порождает перпендикулярное ему электрическое поле, которое, в свою очередь, порождает перпендикулярное уже электрическому — магнитное и т.д. Данная конструкция не допускает каких-либо отклонений. Может, это определение электромагнитной волны, на сегодняшний день и является не совсем точным, но это дает нам представление, что прямолинейная линия может быть прямолинейной относительно себя самой, а не обязательно относительно внешних объектов.

 **mayogovp** 15 февраля 2016 в 11:12 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Это очень упрощенное и "школьное" понимание электромагнитных волн. Уже одно слово "порождает" сразу же заставляет меня задать встречный вопрос — "на каком расстоянии?".

Правильное описание электромагнитной волны можно дать только через уравнения Максвелла. А эти уравнения еще как допускают "отклонения" — поскольку используемый в них оператор Гамильтона в разных точках искривленного пространства-времени различается.

 **scg** 11 февраля 2016 в 22:53 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Именно так. Но, когда Максвелл вывел свою систему уравнений для электромагнитной волны, о гравитационном взаимодействии света еще не знали. Когда же выяснили, что свет отклоняется вблизи массивных тел, то искривление пространства (а вместе с ним и время) показалось вполне удачным выходом.

 **rerf2010rerf** 12 февраля 2016 в 06:09 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +1 [↑](#) [↓](#)

Наоборот, гравитационное линзирование было предсказано и обнаружено уже после создания ОТО.

 **scg** 12 февраля 2016 в 11:03 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Из википедии: «Искривление пути света происходит в любой ускоренной системе отсчёта. Детальный вид наблюдаемой траектории и гравитационные эффекты линзирования зависят, тем не менее, от кривизны пространства-времени. Эйнштейн узнал об этом эффекте в 1911 году». Об эффекте было известно в 1911, а ОТО вышла немного позже. В 1919 году Артур Эддингтон проверил на Солнце правильность ОТО, а не открыл гравитационный эффект линзирования.

 **MoonGoose** 11 февраля 2016 в 23:22 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +1 [↑](#) [↓](#)

Гравитационное линзирование и гравитационные волны — явления одной природы. Их описывают как локальное искривление пространства, только гравитационное линзирование можно считать относительно стационарным явлением, т.е. около объекта искривление пространства постоянно, а волны, как им и следуют, во времени перемещаются (точнее, перемещается фронт волны). Так что, да, гравитационные волны можно представлять как искривление пространства.

 **MichaelBorisov** 12 февраля 2016 в 01:22 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

По идее должно влиять. Волны (в том числе гравитационные) распространяются в пространстве, а если оно искривлено — то это влияет на распространение волн.

 **74311** 11 февраля 2016 в 19:27 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

волны значительно меньших масштабов должны быть и в системах с меньшими массами... возможно могут быть какие то вариации сложения меньших волн в БОльшую, для реалистичного использования

 **San_tit** 11 февраля 2016 в 19:49 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Ага, а ещё наблюдать интерференцию и получить стоячую волну =)

 **norlin** 12 февраля 2016 в 07:33 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

это уже вариант создания антигравитации или наоборот, искусственной гравитации)

 **leo36** 12 февраля 2016 в 16:01 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

а если ещё и зафиксировать её — то получится гравитационная голограмма!

 **GDim** 11 февраля 2016 в 19:32 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +1 [↑](#) [↓](#)

Будущее наступило.

 **Foolleren** 11 февраля 2016 в 19:36 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +2 [↑](#) [↓](#)

Для связи использовать пока рановато.

 **Goodkat** 11 февраля 2016 в 22:30 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +18 [↑](#) [↓](#)

Возьмите две чёрные дыры...

 **belliakov** 12 февраля 2016 в 09:22 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +5 [↑](#) [↓](#)

... и хорошенько взболтайте.

 **dmd247** 12 февраля 2016 в 14:06 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +1 [↑](#) [↓](#)

... но не перемешивайте...

 **vanxant** 13 февраля 2016 в 02:19 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Не обязательно. Берем кварцевый генератор, типа как в компьютерах, только побольше... сильно побольше, площадью в много квадратных километров. Покрываем слоем солнечных панелей и выводим в космос. Включили ток — генератор колеблется (физически в том числе), с нелинейным ускорением, и излучает гравитационные волны. То есть излучает сигнал (логическая 1). Выключили — нет сигнала (логический 0).

 **AntonSor** 14 февраля 2016 в 15:08 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Кварцевый кристалл для такого генератора придется выращивать в космосе.

 **rPman** 13 февраля 2016 в 00:21 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Для связи использовать пока рановато.

Глупый пример — возьмем массивный объект и начнем его трясти (альтернативный вариант — вращать), разве эта масса, двигающаяся с ускорением, не создаст вокруг себя гравитационных волн?

Как оценить, на каком расстоянии и какую массу с каким ускорением смогут засечь эти детекторы?

 **Foolleren** 13 февраля 2016 в 07:55 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Приведите другой «умный» пример использования гравитационных волн да так чтобы здесь и сейчас. Сейчас ценник детектора просто космический, мощность гравитационного излучения юпитера оценивается в районе лампочки для освещения, плюсы конечно есть — затухание линейное, а не квадратичное — в отдалённой перспективе связь на сверхдальние расстояния, Мощность же излучения рукотворных генераторов просто смешная.

 **rPman** 14 февраля 2016 в 13:42 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Ценник там космический из-за универсальности и не серийности оборудования, как и у любого другого аналогичного научного оборудования.

Цели — само собой связь в пределах планеты (сквозь ее).

Полагаю биржевые трейдеры могут за каждый бит платить столько, сколько будет стоить взрыв, способный заметно передвинуть многотонную болванку в сторону.

 **Foolleren** 14 февраля 2016 в 14:16 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +1 [↑](#) [↓](#)

Ценник космический из-за того что нужна развязка от земли — малейший чих вызывает помехи. В космосе с этим будет на порядок проще

 **astik** 11 февраля 2016 в 19:37 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Я прыгаю от счастья! Моя мечта сбылась теперь официально. Здорово.

 **Scratch** 11 февраля 2016 в 19:39 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

Событие слияния было ведь одно и 0.2 сек всего, а волны до сих пор везде бегают чтоли? Или им так повезло, что именно в то время когда построили детекторы, слились эти дыры?

 **Shkaff** 11 февраля 2016 в 19:41 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +12 [↑](#) [↓](#)

Дыры сливаются постоянно, и приходят на детектор. Когда построили достаточно чувствительный детектор, появилась возможность их видеть.

 **agarus** 12 февраля 2016 в 14:46 # [h](#) [↑](#) [↓](#) 0 [↑](#) [↓](#)

вот еще недавняя [статья с гиктаймса](#) в качестве ответа)))

 **kirichenko** 11 февраля 2016 в 19:41 # [h](#) [↑](#) [↓](#) -36 [↑](#) [↓](#)

И чо?

 **rerf2010rerf** 11 февраля 2016 в 21:01 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +3 [↑](#) [↓](#)

Ещё одно подтверждение ОТО. И всё.

 **ik62** 12 февраля 2016 в 00:57 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +1 [↑](#) [↓](#)

не думаю что «всё», в самом отчёте пишется:

Gravitational waves carry information about their dramatic origins and about the nature of gravity that cannot otherwise be obtained.

Видимо эти наблюдения могут давать экспериментальную информацию которую нельзя получить другими способами.

 **Banzeg** 11 февраля 2016 в 21:33 *(комментарий был изменён)* # [h](#) [↑](#) [↓](#) +2 [↑](#) [↓](#)

Для простого обывателя — пока сложно сказать. Возможно, каким-то образом прольет свет на феномен женской логики, и то если допустить, что женский мозг менее устойчив к флуктуациям метрики пространства-времени

 **laughing_one** 12 февраля 2016 в 01:10 # [h](#) [↑](#) [↓](#) +2 [↑](#) [↓](#)

Интересно, как часто Эйнштейн, Бор и многие другие слышали подобное.)

 Banzeg 12 февраля 2016 в 01:17 # h ↑ ↓
Типа такого?
— Basierend auf dieser Theorie das mögliche Vorhandensein von Gravitationswellen
— Und was?

 Goodkat 12 февраля 2016 в 10:10 # h ↑ ↓ +3 ↑ ↓

В первом предложении не хватает глагола, без которого смысл теряется, а второе правильнее было бы написать так:
— Na und?

Хотя, это на современном немецком — кто знает, как говорил сто лет назад на немецком датчанин Бор :)

 Banzeg 12 февраля 2016 в 10:12 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Ну да, и не исключено, что гугл-переводчик говорит на том же немецком)

 valemak 12 февраля 2016 в 07:45 # h ↑ ↓ +4 ↑ ↓

А так же очень интересно, отвечали ли они на это в рифму :)

 Fen1kz 11 февраля 2016 в 19:47 # 0 ↑ ↓

Есть ли информация про их скорость?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:48 # h ↑ ↓ +6 ↑ ↓

Скорость света, все в соответствии с общей теорией относительности

 arheops 11 февраля 2016 в 20:45 (комментарий был изменён) # h ↑ ↓ +3 ↑ ↓

не совсем. подтвержденной точки то нету. она вычислена исходя из скорости света. надо больше детекторов

 Weiran 12 февраля 2016 в 06:53 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Так как известно расстояние между детекторами и разница времени прихода сигнала, можно сделать оценку сверху на скорость распространения волны. Видимо скорость света вписалась в эту оценку, и так как теория предсказывает её, это служит ещё одним фактом в пользу равенства скорости распространения гравитации и света. Но естественно не гарантирует это.

 vanxant 13 февраля 2016 в 02:21 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Оценка сверху — 1.5c

 neosapient 11 февраля 2016 в 19:49 # 0 ↑ ↓

А какова скорость этих самых гравитационных волн?

Я сконфужен.

Исходя из того, что эксперимент основан на визуальном наблюдении схлопывания черных дыр могу предположить, что сопоставляли всплески активности регистрирующего прибора с точно рассчитанной датой. Так что ли? А как считали это дату? Построили математическую модель и предсказали, в какое время исходя из видимых изменений двух небесных тел, будет «галактическое ДТП»?

Т.е. постановка условий эксперимента предполагает, что скорость гравитационной волны принята равной скорости света?

Простите, если мой вопрос покажется наивным)

 Shkaff 11 февраля 2016 в 19:52 # h ↑ ↓ +4 ↑ ↓

На самом деле, визуального наблюдения как раз не было, только последствия этого, дошедшие до Земли. А потом вычислили, чему это соответствовало.

Постановка эксперимента такова, что есть система, которая может детектировать волны. И есть теория, которая должна предсказывать эти волны, и сигнал, который возможно задетектировать. И оказалось, что предсказание идеально соответствует теории.

 neosapient 11 февраля 2016 в 20:06 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Т.е. условно было «ДТП» на дороге.

А мы, прибыв на место происшествия, можем увидеть тормозной след.

Понял, тогда вернемся к первому вопросу: какова скорость гравитационной волны?

Есть ли теория и математический аппарат, способный рассчитать эту скорость?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 21:02 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Есть теория (Общая теория относительности), которая эту скорость предсказывает. Также можно прикинуть из задержки между детектированиями (два детектора зарегистрировали волну в разное время, с разницей, которая потребовалась для распространения волны между детекторами).

 Raegdan 11 февраля 2016 в 22:10 # h ↑ ↓ +3 ↑ ↓

Не получится прикинуть. Мы не знаем форму треугольника «дыры — детектор 1 — детектор 2», а для того, чтобы перевести эти 7 мс в скорость, надо знать направление на дыры. При угле 0 градусов (треугольник вырожден в прямую Д1 — Д2 — дыры) надо делить на 7 мс расстояние между детекторами, а при угле в 90 градусов к горизонту — делим уже разность высоты детекторов над уровнем моря, при других углах в формуле появляется косинус этого угла.

 Mad_Max 12 февраля 2016 в 20:59 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Это вычислить (более-менее точно) не получится. А вот прикинуть и дать оценку «сверху» как раз уже можно — и уже ясно, что эта скорость не выше скорости света, т.к. за 7 мс со скоростью света волна успевает пройти расстояние между детекторами даже при угле близком к 0 градусов. 7 мс ~ 2100 км
Хотя есть конечно экзотический вариант со скоростью распространения ниже скорости света.

 stychos 11 февраля 2016 в 23:09 (комментарий был изменён) # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Del.

 dead_undead 11 февраля 2016 в 19:54 # h ↑ ↓ +3 ↑ ↓

Он не основан ни на каком визуальном наблюдении, им просто повезло включить детектор в нужное время. Чёрные дыры, особенно в двойной системе, пронаблюдать вообще довольно затруднительно. Все картинки со сливанием двойной системы построены по математическим симуляциям.

 kostein 11 февраля 2016 в 19:53 # +2 ↑ ↓

Эфирщикам капут?

 red_andr 11 февраля 2016 в 20:17 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Давно уже.

 Foolleren 11 февраля 2016 в 20:21 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Вот только они не признаются, утверждая что всё сфальсифицировано.

 red_andr 11 февраля 2016 в 20:32 # h ↑ ↓ +3 ↑ ↓

Эти экземпляры представляют больший интерес для исследователей человеческой психики сторонников теорий заговоров, чем для физиков.

 mwaso 11 февраля 2016 в 20:52 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Я не эфирщик, просто интересно: как официальная физика представляет себе электромагнитное поле? Определение из учебника, что это особая форма материи, через которую передается электромагнитное взаимодействие, меня не устраивает. Это как «масло масляное». Квантовая теория поля говорит о том (как я понял) что каждая частица постоянно испускает свои кванты поля и поглощает чужие, реагируя на них. ОК, но тема сущность квантов не раскрыта. Может кто посоветует учебник для домохозяек по этой теме?

 rerf2010rerf 11 февраля 2016 в 21:08 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Грубо говоря, «официальная» физика (нету такого термина, кстати) представляет себе электромагнитное поле как некую часть наблюдаемого мира, приводящую к тому, что некоторые частицы, обладающие зарядом, начинают взаимодействовать между собой так, как это описывают соответствующие теории. Насчёт учебника для домохозяек не знаю, да и не уверен, такое вообще возможно, но я бы посоветовал например книжку Эйнштейн А., Инфельд Л. «Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квантов». Там неплохо описано в том числе и рождение и развитие концепции поля.

 tundraWolf_kiba 12 февраля 2016 в 00:10 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

У Брайана Грина тоже неплохо описано, на мой взгляд — до того, как он переходит в теории струн — он довольно внятно описывает все, что ей предшествовало.

 mihaïd 11 февраля 2016 в 21:36 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Shut up and calculate

 NeoCode 11 февраля 2016 в 22:21 # h ↑ ↓ +4 ↑ ↓

Ну а как официальная физика представляет себе обычную материю, у вас вопросов не возникает? На самом деле, если задуматься, то у обычных людей не возникает вопросов по «обычной материи» просто потому, что она слишком «приелась», это нечто настолько повседневное и очевидное, что никому даже в голову не приходит — а что это собственно такое в контексте пространства и времени?

 Foolleren 11 февраля 2016 в 22:27 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Официальная физика пока даже не представляет как выглядит отсутствие материи, можно погуглить вакуум Казимира и виртуальные частицы.

 fruit_cake 12 февраля 2016 в 01:10 # h ↑ ↓ -1 ↑ ↓

может нет никаких частиц, а отклонения в эксперименте это результат ещё чего-либо

 Powerhead 12 февраля 2016 в 04:08 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

более того, никого не интересует что такое время, а это чертовски основополагающая сущность, разобравшись в которой, возможно, станет более понятна природа материи и взаимодействий

 MoonGoose 11 февраля 2016 в 22:35 # h ↑ ↓ +1 ↑ ↓

Вы в любом случае дойдёте до некоторой субстанции, которая определяется сама через себя. В стандартной модели электрв — это электрон и ничего больше. Вот есть у него свойства, чем обусловлены сказать нельзя, просто есть и basta. В теории струн электрон — колеблющаяся энергия. Из чего состоит эта энергия никто сказать не может. Так и э/м поле — форма материя, у которой есть определенные свойства. Just take it or leave it.

 TeraFluk 11 февраля 2016 в 22:35 # h ↑ ↓ +2 ↑ ↓

elementy.ru

 xerxes 12 февраля 2016 в 01:10 # h ↑ ↓ 0 ↑ ↓

Точно также, как и всю остальную материю. В основе у физики стоит философия, которая как раз и

исследует то, как мир устроен «по сути». Физика же попросту использует это. Её теории — это модели для удобного использования и не более того. Отсюда бритва Оккама, математика и т.д.

 **0xd34df00d** 12 февраля 2016 в 01:51 # h ↑ 0 ↑ ↓

Если я правильно понимаю, философия занимается скорее вопросами познания, опыта и так далее, нежели чем устройством «по сути», примерно начиная с времён Галилея (и, позже, Ньютона) и выделения физической части философии в этакую более формальную натурфилософию.

 **MichaelBorisov** 12 февраля 2016 в 01:32 # h ↑ +2 ↑ ↓

Определение из учебника, что это особая форма материи, через которую передается электромагнитное взаимодействие, меня не устраивает. Это как «масло масляное».

А первичные понятия не определяются. Это просто невозможно, т.к. до введения неких первичных, неопределяемых понятий, вам просто не на что опереться. Те же проблемы вы испытали бы, пытаетесь определить такие понятия, как «частица», «точка», «прямая».

Почему вы не придираетесь к определению понятия «вещество»? Это ведь тоже особая форма материи, причем более сложная, чем поле. Вон электромагнитное поле (в виде волн) способно существовать и без вещества. И при этом оно ведет себя очень простым образом. На языке формул его гораздо легче описать, чем вещество.

 **Bronx** 17 февраля 2016 в 11:20 # h ↑ +1 ↑ ↓

> как официальная физика представляет себе электромагнитное поле?

Как следствие одной из симметрий пространства-времени: см. https://ru.wikipedia.org/wiki/Калибровочная_инвариантность

Симметрия — очень плодотворная идея. Законы сохранения, различные поля и заряды — всё это естественным образом (т.е. чисто математически) вытекает из простого принципа: настоящие законы физики не должны меняться при различных преобразованиях. Собственно, это и есть главный принцип теории относительности.

 **Arxitektor** 11 февраля 2016 в 20:05 *(комментарий был изменён)* # +20 ↑ ↓

Сигнал с возрастающей частотой от 35 Гц до 250 Гц и амплитудой деформации метрики в 1x10⁻²¹

Звучит как фраза из фантастики.)

Когданибудь похожие фразы будут говорить операторы гипер пространственных радаров)

 **ncix** 11 февраля 2016 в 23:25 # h ↑ +2 ↑ ↓

Интересно, кому они это будут говорить?

 **pasha_golub** 12 февраля 2016 в 10:17 # h ↑ +5 ↑ ↓

— Борт 1314, Радар Кассиопеи на связи. По вашему маршруту зарегистрирован сигнал с возрастающей частотой от 35 Гц до 250 Гц и амплитудой деформации метрики в 1x10⁻²¹. Смените эшелон на два мегапарсека.

— Принято, Радар Кассиопеи. Выполняю.

 **gazbull** 12 февраля 2016 в 14:07 # h ↑ +4 ↑ ↓

Боюсь не успеет выполнить.

 **Bronx** 17 февраля 2016 в 11:33 # h ↑ +1 ↑ ↓

Борт не успеет принять сообщение раньше, чем придёт волна.

 **lkselfj89** 11 февраля 2016 в 20:06 # +1 ↑ ↓

> На протяжении 0.2 секунды

Т.е. если рассчитывать источник волны и наводить телескоп достаточно быстро, то можно будет увидеть что там происходит? Да, чёрные дыры, скорее всего, не увидишь, но слияние двух звёзд или взрыв сверхновой можно?

 **Shkaff** 11 февраля 2016 в 21:03 # h ↑ +1 ↑ ↓

К сожалению, сигнал обнаружен уже в записанных данных — в реальном времени расчеты производить невозможно.

 **lkselfj89** 11 февраля 2016 в 21:04 # h ↑ 0 ↑ ↓

На данный момент или даже теоретически нет возможности?

 **Shkaff** 11 февраля 2016 в 21:09 # h ↑ +1 ↑ ↓

Есть фундаментальное препятствие — прежде чем оптический сигнал «выходит» из детектора, он довольно долго резонирует. И это время достаточно велико, что будет обуславливать задержку в получении сигнала.

А проще наблюдать непрерывные волны — такие тоже есть — и уже на них наводиться.

 **Mad_Max** 12 февраля 2016 в 21:15 # h ↑ +1 ↑ ↓

Ну это же весьма небольшие задержки — секунды — минуты как понимаю? А выше речь шла о событиях типа слияния нейтронных звезд (или ЧД+нейтронная звезда) или взрывов сверхновых. Последствия таких событий можно наблюдать в электромагнитном спектре довольно длительное время — часы и дни. А иногда если повезет, за счет грав. линз потом еще разок понаблюдать весь процесс с самого начала «в повторе» (за счет эм.волн шедших по искривленному пути занявшему больше времени).

 **Shkaff** 12 февраля 2016 в 22:11 # h ↑ +1 ↑ ↓

Несомненно, если сигнал непрерывный — наблюдать можно, конечно, это я не подумал. Задержка — 1мс где-то.

 **Mad_Max** 13 февраля 2016 в 02:54 # h ↑ 0 ↑ ↓

1мс это аппаратная задержка самого детектора? Я имел ввиду вместе с предварительной (автоматической, без участия человека) обработкой поступающих с детектора данных. Могда можно выдать «флаг» (просигнализировать), что в данный момент происходит какое-то редкое событие и дать первую оценку по направлению — куда имеет смысл направлять телескопы всем желающим попытаться его пронаблюдать в радио/ик/видимом/гамма спектре. Еще до детального анализа что именно это было.

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 03:01 *(комментарий был изменён)* # h ↑ +2 ↑ ↓

а, пардон, 10мс — ширина полосы детектора около 100Гц. Дальше, конечно, само детектирование и так далее, не знаю, сколько оно занимает, но предположу, что секунды. Если это слияние — все таки не успеть, думаю, а вот есть непрерывный сигнал — тогда по идее можно, да. Другое дело, что это дело чаще всего чрезвычайно далеко, и мало какие телескопы могут туда посмотреть — миллиард световых лет не разрешить достаточно (с короткой выдержкой по крайней мере), да и шансов, что на пути нет никакого пылевого облака, мало... Но, наверное, когда у нас будет больше телескопов на орбите, а чувствительность грав детекторов будет достаточна для детектирования сотен событий в год (чтобы среди них были и поближе) — это можно будет проворачивать.

 **ooprizrakoo** 11 февраля 2016 в 20:09 # 0 ↑ ↓

А объясните, пожалуйста, гуманитарию (то есть мне): что такого странного-нового в этом открытии? Ведь по-сути, две черные дыры сливаясь вместе, повторяют процесс соединения двух массивных тел. Из-за того, что обе из них вращаются (ну, как и всё в космосе вращается), процесс слияния скорее циклический. Взять, например, Луну с Землей, и начат туда-сюда сталкивать вместе, как две машинки — очевидно, что генерируемое системой общее гравитационное поле будет меняться волнообразно — сблизили вместе — увеличилось, развели — уменьшилось.

Я правильно понимаю, что ученые именно этот факт подтвердили приборами?

 **CaptainFlint** 11 февраля 2016 в 20:17 # h ↑ +10 ↑ ↓

Странного-нового — сам факт детекта гравитационных волн. Они предсказаны в теории ОТО, но до сих пор не было уверенности, что они существуют в реальности: они слишком слабые, и задетектировать их крайне сложно. Теперь есть прямое обнаружение, и тем самым доказали: гравитолны существуют.

А что именно чёрные дыры — это просто наиболее удобный объект наблюдения, потому что они дают самый сильный всплеск.

 **ooprizrakoo** 12 февраля 2016 в 01:03 # h ↑ 0 ↑ ↓

Спасибо, ну я видимо правильно понял принцип :)

 **MiXaIL27** 12 февраля 2016 в 07:37 *(комментарий был изменён)* # h ↑ +1 ↑ ↓

Давайте подойдем с другой стороны: вся суть в том, что при наблюдение слияния потерялась в неизвестном направлении масса в 3 солнечных. Без такого понятия, как гравитационные волны нарушался бы принцип сохранения энергии. Такое явление ранее наблюдали в итоге скорректировали теорию и определили параметры гравитационных волн. Так вот при наблюдение слияния конкретно этих 2 черных дыр предсказанная модель и наблюдаемые данные сошлись! Поэтому это и является событием, что рассчитанная модель соответствует реальности.

P. S. я гуманитарий и по образованию психолог.

 **Mad_Max** 12 февраля 2016 в 21:21 # h ↑ +6 ↑ ↓

Суть еще не только в потере массы после слияния, но и в том что без этих грав. волн эти 2 ЧД так никогда и не слились бы вообще, а бесконечно кружились вокруг друг друга. Трения нет, потеря энергии нет, вращение стабильно и бесконечно. А так из-за грав. волн ЧД постепенно теряют энергию еще до слияния и из-за этого постепенно сближаются. И чем ближе подходят, тем сильнее становятся грав. волны ==> сближение ускоряется ==> слияние Вот этот процесс — как именно менялась амплитуда, скорости движения и частота вращения тоже совпали с теорией.

 **darkfrei** 16 февраля 2016 в 01:27 # h ↑ 0 ↑ ↓

А приливные силы их не тормозят?

 **mayogovr** 16 февраля 2016 в 10:43 # h ↑ 0 ↑ ↓

Приливные силы тормозят вращение вокруг собственной оси (точнее, синхронизируют его с орбитальным) — но на орбитальное движение приливные силы никакого влияния оказать не могут.

 **darkfrei** 16 февраля 2016 в 22:34 # h ↑ 0 ↑ ↓

Вот у Луны есть орбита, которая проходит через её центр масс. Если разделить Луну на две половинки, видимую и невидимую стороны, то видимая сторона из-за нехватки скорости "уронит" свою орбиту, а внешняя половинка из-за избыточной скорости поднимет свою орбиту. Такого с черной дырой не происходит?

 **mayogovr** 16 февраля 2016 в 23:00 *(комментарий был изменён)* # h ↑ 0 ↑ ↓

Что-то я не помню чтобы Луна когда-либо в прошлом распадалась на части...

На сколько бы частей мы не делили Луну мысленно — до тех пор, пока эти части продолжают также взаимодействовать друг с другом, их орбитальная скорость не будет меняться.

При малом размере и большом расстоянии она будет целая, гравитация держит. Но чем ближе к массивному телу, тем больше отличаются орбитальные скорости отдельных частей и тем больше "разламывающие" приливные силы.

Но черную дыру "разломать" невозможно. А пока объект остается целым — его орбитальная скорость меняться не будет.

А можно для чайников? — Масса в три солнечных за 0.2 секунды превратилась в излучение — нехилый такой выброс энергии, (да ещё затухающее ~1/r) — на каком примерно расстоянии от события в виде чего это проявилось?

Т.е. как выглядит гамма-всплеск вблизи я могу себе представить: пиндык — и полгалактики остывающих трупов, на окраинах выжило что-то (не суть важно что «это» именно) прикрытое от вспышки звездой или планетой... А тут как? Всех порвало ударной волной / приливными силами? Да ещё анизотропно порвало, кто вдоль вектора был

Мне кажется, никого никуда не порвало. Вы же вполне живы сейчас, хотя вас и переколбасило на 10 в минус двадцать первой 11 февраля.

«Расстояние до источника составило около 1,3 миллиарда световых лет, излучённая за десятки доли секунды в слиянии энергия — эквивалент около 3 солнечных масс.»

PS: Все это случилось давным давно в далекой галактике...

на расстоянии в 1 св год деформация будет уже порядка атомной связи.не порвет. можно посчитать. вот 401мпарсек дает 1x10-21. на расстоянии в 400000000°3.2 раз меньше будет порядок 10-12.тоесть на метр получится 0.001нанометра сдвиги. характерный размер атома 10-10. тоесть это 1% от размера атома. все связи должны устоять.

Если неизвестные пока эффекты и обстоятельства:

- 1). Поглощение ГВ веществом (в т.ч. тёмным) на пути от источника
- 2). Каким боком смотрит на нас диаграмма направленности этого существенно ассиметричного события.

Поэтому такая прямая пропорциональность годится лишь для оценки. Да поражающий фактор невелик, хотя по-началу думаешь, что там всё вокруг порвёт на гербарий.

естественно только для оценки. никто не знает как такая волна влияет на атомы. может они просто исчезают при определенной амплитуде. а может связи растягиваются и атом ничего «не чувствует».

Насчёт исчезновения, это вы хватили, конечно, через край. Как же квантовые числа, всё такое.

а никак. кто вам сказал, что при такой деформации пространства все законы работают? в окрестностях Земли таких колебаний не наблюдается

Сильная гравитационная волна теоретически может рожать материю из ничего. Так сказать, вытряхивать вполне реальные частицы из физического вакуума.

Помню, давно (это было, что-то типа курсовой работы) считал воздействие сильной гравитационной волны с плоским фронтом на скалярное поле. Принципиально, что сильной, т.е. с метрикой не в виде малых поправок, а по-честному. Ответ: скалярные частицы не рождаются. Но важным моментом являлось условие именно плоского волнового фронта. С выгнутым, волне возможно, что дела обстоят иначе. Это даже вполне вероятно, но не буду углубляться, почему это так.

В районе коллапса такой эффект вполне возможен, но, думаю, не в таком масштабе, чтобы убивать... Хотя..., всё таки 3 массы Солнца за долю секунды в гравитационном канале, Карл!

почемуто в гравитационном канале? ВСЕГО во всех видах три массы. распределение может быт каким угодно вплоть до «одна масса ушла в четвертое измерение».

Хм, может за счет этого как раз обнаружили гамма вспышку совпавшую с этим событием, хотя для слияния 2х «чистых» (без обычной материи) черных дыр никто этого не ожидал?

Если в лаборатории гамма телескопа Ферми в оценках не ошиблись — то существенная часть массы (сравнимая с крупной планетой) в виде гамма излучения выброшена была вместо грав. волн.

Обама, Путин и Меркель — мелкие политические деятели эпохи подтверждения существования гравитационных волн.

Есть такой старый анекдот. Брежнев — мелкий политический деятель во времена Аллы Пугачевой.

Я его позволил себе немного переиначить. Хотя вот, если опровержения не будет, во все учебники физики войдёт тот факт, что подтверждение существования гравитационных было сделано в 2016 году. А кто через 100-200- 300 лет вспомнит кто был в это время президентами?

Кто из минусовавших меня сейчас без Википедии вспомнит, кто были крупнейшие политики Греции, когда Пифагор теорему свою доказал, кто был во Франции королем, когда Ферма теорему свою сформулировал, кто был в Англии королем когда Ньютон опубликовал в 1687 году «Математические начала натуральной философии»?

Впрочем, чего ждать от публики, которая плюсует дурачка Foolerena, который деление на ноль придумал.

Политика и так из всех щелей прёт, вот народ и недоволен. Сам не минусовал, но мотивация людей понятна.

Юмор здесь, и никакой политоты. Взял имена первых пришедших на ум политиков.

ЕМНИП там было про Брежнева и эпоху Сахарова-Солженицына.

С королём Англии — хорошая шутка (он правил всего три года). Но имя угадать удалось (в барокканском цикле он фигурировал просто как Джеймс).

С Ферма не угадал, думал, что Людовик XIV вступил на трон раньше.

Кстати, как раз королей, правивших во время жизни Пьера Ферма, большая часть наших соотечественников может все-таки знать, равно как и их правые руки. Просто не ассоциировать их с ним. Ибо Ферма как раз жил в эпоху, крайне известную и с исторической точки зрения, а главное, воспетую в романах Дюма.

(Людовик 13 и Людовик 14). Про Ньютона я только правильно прикинула, что где-то должна была править династия Стюартов (даже правильно угадала, что Яков) (каюсь, про англию после казни Карла Второго знаю очень мало). Ну и про Пифагора совсем не знаю, каюсь еще больше.

Так что в какой-то мере иные исторические деятели остаются в памяти действительно меньше, чем иные правители (хотя и не все). Еще, думаю, проблема в том, что даты жизни и открытий мы знаем очень плохо, и иной раз не соотносим два разных «потока» — государственных деятелей и ученых. (Случай Ферма ближе к такому, полагаю).

P.S. Не минусовала, просто решила разобраться, что помню.

Георгов разных до него на свете было много, Но помнят люди одного — четвертого Георга. А что о нем дошло до нас, что знаем про него-то? Сопровождал он как-то раз поэта Вальтер Скотта.

строго говоря, расположение рассчитали исходя из скорости распространения=скорости света. тоесть если скорость не совпадает не сильно(например 0.8с), то просто будет другая точка. пока детектора два, скорость распространения не доказать. надо хотябы три.

Четыре точки размещения детекторов (тетраидер), каждая должна содержать по три (размещение в виде звезды), чтобы учесть еще и поляризованное гравитационное излучение (если оно имеет место быть). В этом случае можно будет засечь не только скорость но и направление до источника.

строго говоря, нет. перечитайте пресс релиз. они по двум точкам вывели дугу(даже не плоскость). потомучто детекторы не точечные. а колебания циклические. соответственно в начале и конце цикла искажения отличаются. трех детекторов в данном случае достаточно.

Даже четыре детектора не укажут однозначно на источник. При неизвестной скорости гравиволн мы получим линию, на любой точке которой может быть новая черная дыра.

Хорошо бы было иметь возможность вести параллельное визуальное наблюдение. Если оба наблюдения будут указывать на одну и ту же область, то с большой вероятностью скорость гравиволн совпадает со скоростью света.

ну это справедливо если детекторы симетричные. а эти детекторы — интерферометры, с ориентированной(и точно известном расстоянии между детекторами и задержки в фиксации события (прихода фронта волны) между ними можно распределить скорость распространения волны — просто по тому времени какое ей понадобилось на преодоление расстояния между детекторами.

Ну а уже зная скорость и направление — определить расстояние и координаты самого источника.

engine9 11 февраля 2016 в 20:39

Сколь часто такие события происходят в 1 галактике? На каком расстоянии это слияние может повлиять на звездные системы? И может ли вообще.

 Shkaff 11 февраля 2016 в 21:04 # h ↑ +1 ↓

В одной галактике — очень редко. Событие произошло на расстоянии миллиарда световых лет. Повлиять — может только совсем вблизи.

 Naranek 11 февраля 2016 в 22:36 # h ↑ +1 ↓

Насколько я понимаю, задетектированное событие гравитационно никак не повлияло даже на соседние звездные системы — так... пробежала рябь в пространстве амплитудой в несколько нанометров, да и все. А вот гамма-излучение, выделившееся при слиянии ЧД, надо полагать, сожгло всю округу в радиусе нескольких парсек.

 dead_undead 11 февраля 2016 в 23:12 # h ↑ 0 ↓

Утверждать не буду, но не уверен что там было гамма-излучение. Как энергию перекачать из гравитации в гамма, при отсутствии какой либо могущей излучать материи? Непонятно. Может кто меня просветит, или поправит.

 Naranek 11 февраля 2016 в 23:42 # h ↑ 0 ↓

Первое, что приходит на ум — аккреционные диски вокруг черных дыр, они и могли дать мощный гамма всплеск при слиянии. Если бы в эту точку заранее был направлен телескоп, может быть мы что-то и увидели бы.

 dead_undead 12 февраля 2016 в 00:08 # h ↑ +2 ↓

Если диск есть, то да, но дыры звёздной массы, по моему, потому хреново наблюдаются, что у них диска толком нету. Как минимум в системе из двух дыр. В системе звезда-дыра понятно что есть.

 engine9 12 февраля 2016 в 00:38 # h ↑ 0 ↓

Скажите, а что будет планетам и звездам от жесткого облучения гаммой и рентгеном? Они останутся? Станут радиоактивными? Сдует всю воду с атмосферой?

 rPman 12 февраля 2016 в 01:27 # h ↑ 0 ↓

Как минимум сгорят/расплавятся, и станут сильно радиоактивными. Я не знаю что значит 'сдует атмосферу', возможно значительно увеличится скорость убегания, а вода сама станет атмосферой, надолго.

 MichaelBorisov 12 февраля 2016 в 01:48 # h ↑ 0 ↓

Звезды и так горячие и радиоактивные. Им не страшно. Насчет того, станут ли радиоактивными планеты — зависит от энергии гамма-излучения. До определенного порога гамма-излучение не вызывает наведенной радиоактивности. От рентгена наведенной радиоактивности нет вообще.

 impetus 12 февраля 2016 в 02:56 # h ↑ 0 ↓

Гамма прожаривает «в толщине», пылью/облаками от неё не закроешь... Соотв все устаканившиеся энергобалансы у всех объектов любых размеров, от звезды до кометы/снежка получат «перетраживание» переходными процессами туда/обратно...

 Mrrl 12 февраля 2016 в 09:08 # h ↑ 0 ↓

В «Диаспоре» основным поражающим фактором для Земли были кислотные дожди (для тех, кто догадался спрятаться от вспышки под землёй).

 impetus 12 февраля 2016 в 10:15 # h ↑ +2 ↓

Сообщение о гамма-всплеске приходит в виде самого гамма-всплеска и длится секунды — от него невозможно «догадаться спрятаться». Дальше как повезёт

 Mrrl 12 февраля 2016 в 11:47 # h ↑ +3 ↓

Возможно, если повысить чувствительность детектора гравитационных волн ещё на несколько порядков, и следить с его помощью за параметрами системы. Да и слившиеся звёзды у них были гораздо ближе.

 gaelra 17 февраля 2016 в 19:25 # h ↑ 0 ↓

под землей = с другой стороны земли от источника ?

 impetus 17 февраля 2016 в 21:37 # h ↑ 0 ↓

да, это самый удачный вариант. Поскольку гамма-всплески по крайней мере на нынешнем уровне, прогнозированию не поддаются — то там можно оказаться чисто случайно. Ну или в бункере жить под Ямантау.

 gleb_kudr 12 февраля 2016 в 13:21 # h ↑ 0 ↓

chtoes.li/lethal-neutrinos

Тут косвенно дан ответ на вопрос :) Судя по порядку энергий, от близкой гамма вспышки земля разорвется на отдельные атомы и ионизируется. Практически моментально.

 Neuromantix 11 февраля 2016 в 20:56 # 0 ↓

А что это дает для возможности (или невозможности) существования разного рода подпространственных, надпространственных, варп и иных вариаций движка для сверхдальних полетов?

 Shkaff 11 февраля 2016 в 21:05 # h ↑ +2 ↓

Твердое доказательство ОТО — хорошая основа для дальнейшего прогресса:) Но сами волны довольно бесполезны.

 scg 11 февраля 2016 в 22:05 # h ↑ 0 ↓

По сути, доказали, что если дергать за ниточку гравитационного взаимодействия, то грузик на другом конце начнет дергаться. А в этом есть что-нибудь удивительного?

 VIK52 11 февраля 2016 в 23:04 # h ↑ +2 ↓

Удивительное вообще-то то, что за ниточку уже не дергают, а грузик еще двигается

 golden13 11 февраля 2016 в 20:58 # 0 ↓

Если это волны, то встаёт главный вопрос: как их можно экранировать? Ведь, по идее это прямой путь к антигравитации :)

 isden 11 февраля 2016 в 21:11 # h ↑ 0 ↓

Насколько я понимаю, эти волны — это волны искривления пространства. Соотв, экранировать можно противоположно направленным искривлением.

 ababich 11 февраля 2016 в 21:53 # h ↑ 0 ↓

Если это волны, то встаёт главный вопрос: как их можно экранировать? Ведь, по идее это прямой путь к антигравитации :)

- 1)это рябь на «поверхности» пространства-времени
- 2)а гравитация — это проявление искривления пространства-времени
- 3)если убрать рябь — ничего не изменится (это слабые локальные искажения метрики)
- 4)чтобы убрать гравитацию — надо «выровнять» пространство-время

 Lsh 11 февраля 2016 в 23:19 # h ↑ +1 ↓

Ну воооот! Гравицапы не будет. =(

 rPman 12 февраля 2016 в 23:23 # h ↑ +1 ↓

Теоретически, возможно создание стоячих волн (т.е. локально влияние гравитации может быть другим, в т.ч. нулевым), используя интерференцию, но понимание существования волн не дает никакой информации о том как это сделать

 ababich 12 февраля 2016 в 23:31 # h ↑ 0 ↓

- 1)гравитация — это не волны, а геометрия
- 2)и локально — это тоже геометрия, поэтому «стоячие» тут ни при чем

 MichaelBorisov 13 февраля 2016 в 13:53 # h ↑ +2 ↓

Не скажите. Если известно, что в некой среде существуют и распространяются волны — то общая теория волновых явлений дает и ответы на вопросы, как организовать те или иные из них.

Например, для возникновения стоячих волн необходимо иметь отражение. Что есть отражающая поверхность для гравитационных волн? По общей теории, это граница раздела двух сред с разным волновым сопротивлением. Вот и можно задаться вопросом, от чего зависит гравитационно-волновое сопротивление пространства? Как влияет вещество на это волновое сопротивление? И если окажется, что вещество сколько-нибудь существенно влияет — то тогда можно будет рассчитать необходимую конфигурацию вещества, являющуюся отражателем гравитационных волн.

Если удастся создать два отражателя — то в пространстве между ними смогут существовать стоячие гравитационные волны. Ну и далее, чтобы создать в нем необходимую конфигурацию стоячих волн — придется еще создать гравитационно-волновой излучатель сигнала необходимой формы.

 rPman 14 февраля 2016 в 13:50 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↓

Отражатель, это просто еще один излучатель, так что достаточно создания излучателей, достаточно компактных, способных быть размещенными в узлах фазированной решетки (как пример).

Амплитуда излучения может быть поднята резонансом, т.е. если мы не можем сделать волну нужной амплитуды с помощью одного излучателя, поставим 100.

p.s. частоты тут такие, что технически это будет не на столько сложно как создание самого излучателя... а он, как минимум, будет жрать ресурсы 'как не в себя'

 MichaelBorisov 14 февраля 2016 в 15:15 # h ↑ +1 ↓

Отражатель, это просто еще один излучатель

Ну да, в некотором роде. Только кпд такой системы с излучателями вместо отражателей будет значительно ниже.

Амплитуда излучения может быть поднята резонансом, т.е. если мы не можем сделать волну нужной амплитуды с помощью одного излучателя, поставим 100.

Это вы не резонанс описали, а увеличение мощности излучения за счет увеличения количества излучателей, работающих синхронно. Резонансная система должна хоть сколько-нибудь сохранять энергию колебаний, а если у нас нет настоящих отражателей — то вся энергия будет теряться.

 MichaelBorisov 12 февраля 2016 в 01:56 # h ↑ 0 ↓

Сами волны экранировать большой нужды нет: они и так слабые. Нам бы экранировать гравитационное поле

тяготеющих тел.

Вот если аналогию провести — то электрическое поле экранируется проводником. Под действием поля в проводнике возникает электрический ток. В результате тока в проводнике образуются наведенные заряды, создающие свое электрическое поле, такое, что, суммируясь с исходным, оба поля нейтрализуют друг друга.

Вот если бы был «гравитационный проводник», то есть материя, состоящая из смеси притягивающихся и отталкивающихся гравитационно частиц, причем такая, чтобы в ней мог протекать «гравитационный ток» — то такая материя могла бы экранировать гравитацию.



Oxd34df00d 12 февраля 2016 в 15:47 # h ↑

0 ↑ ↓

Вы, похоже, отрицательную гравитирующую массу описали.



MichaelBorisov 13 февраля 2016 в 13:55 # h ↑

+1 ↑ ↓

Нет, я описал нечто более сложное — экранирование гравитационного поля с помощью отрицательно гравитирующих масс. Экранирование — это не просто компенсация в отдельной точке пространства. Имея хотя бы одно отрицательно гравитирующее тело, вы могли бы делать довольно много интересных вещей. Но чтобы экранировать поле, одного такого тела мало. Нужно иметь, как я описал выше, «гравитационный проводник».



Monty 11 февраля 2016 в 22:30 #

0 ↑ ↓

Отличная новость. Так, глядишь, и эффект массы откроем.



Kenfox 11 февраля 2016 в 22:31 #

0 ↑ ↓

энергия была излучена в гравитационных волнах.

У меня вопрос: правильно ли я понял, что три солнечных массы были преобразованы в излучение гравитонами (если допустить, что они есть)? В данном случае, значит ли это, что если гравитоны уносят из тела часть энергии (и являются переносчиками энергии), то любое тело, обладающее массой и, как следствие, испускающее гравитоны, невообразимо медленно, но испаряется?

Прошу прощения, если он кажется глупым :)



VIK52 11 февраля 2016 в 23:06 (комментарий был изменён) # h ↑

+2 ↑ ↓

Нет, не испаряется. Гравитационные волны излучаются только при наличии ускоренных движений тела или его частей. Электрически заряженный неподвижный шарик не излучает свет — аналогия



Kenfox 13 февраля 2016 в 00:27 (комментарий был изменён) # h ↑

0 ↑ ↓

Спасибо! А что насчет атомов? Они постоянно находятся в непрерывном движении, колеблясь даже в твердых телах. Насколько я знаю, нет ни одного элемента, который бы полностью терял энергию даже при абсолютном нуле. Воздействуя друг на друга в одной материи, разве не должны они постоянно создавать перепады скоростей друг у друга? Или их скорости изменяются мгновенно?

В любом случае, я хочу сказать, что на квантовом уровне и покоящейся массы самой по себе нет. Разве не атомы излучают/возбуждают гравитоны, как обладатели массы?



VIK52 13 февраля 2016 в 13:24 # h ↑

0 ↑ ↓

Атомы очень слабо излучают. Интенсивность гравитационных волн вообще крайне мала для сколь-нибудь разумных масс и скоростей. Вот [тут](#) кое-что написано подробнее про излучение



VitaMors 11 февраля 2016 в 22:31 #

+1 ↑ ↓

Не совсем понятно как 2-е наблюдаемые нами ЧД смогли слиться (то есть упасть друг на друга)? Ведь согласно решению Шварцшильда для стороннего наблюдателя любая частица, не говоря о таком массивном объекте, как ЧД, будет бесконечно долго падать на сферу Шварцшильда. (Время ведь является относительной величиной). Из этого следует что результаты эксперимента не правильно интерпретированы?



Kolegg 11 февраля 2016 в 22:58 (комментарий был изменён) # h ↑

+1 ↑ ↓

От стадии быстрого вращения до стадии «бесконечно медленного падения» прошло 0,2с.

Бесконечно медленное падение уже не создает гравиволн.



VitaMors 11 февраля 2016 в 23:25 # h ↑

0 ↑ ↓

Одна ЧД вращалась вокруг другой ЧД у обоих есть Сферы Шварцшильда, после 0,2с. вращение прекратилось и образовалось 1 Сфера Шварцшильда (СШ). Надеюсь я правильно понял! Предположим что космос не пустой, и между 2-мя ЧД есть частица. Эта частица соответственно бесконечно медленно падает одновременно на первую СШ и на вторую СШ, так как эта частица между 2-мя ЧД. Получается что если частица некогда не упадёт на одну из СШ, то и сами Сферы Шварцшильда не соединятся и не будет слияния 2 Чёрных Дыр.



wbnет 11 февраля 2016 в 23:38 # h ↑

+3 ↑ ↓

«Журналист жестоко отомстил изнасиловавшим его ученым») Классная заморочка.



VIK52 11 февраля 2016 в 23:08 # h ↑

+3 ↑ ↓

Бесконечно долго падает «пробная» частица, массой которой можно пренебречь



taujavarob 12 февраля 2016 в 22:12 # h ↑

0 ↑ ↓

>Бесконечно долго падает «пробная» частица, массой которой можно пренебречь

А разбить мысленно любую большую массу на сумму «пробных» частиц?

Вообще — бесконечное падение чего-то на чёрную дыру плохо увязывается со слиянием (да и падением, поглощением) чего-то этой чёрной дырок.

Непонятно. Имхо.



mihaild 13 февраля 2016 в 00:20 # h ↑

+1 ↑ ↓

Реальная частица за конечное время попадет на планковское расстояние от горизонта событий, после чего ее можно будет считать «поглощенной».



taujavarob 15 февраля 2016 в 14:24 # h ↑

0 ↑ ↓

>Реальная частица за конечное время попадет на планковское расстояние от горизонта событий

В классическом ОТО она никогда не достигнет горизонта событий. Хотя расстояние до него будет всё меньше и меньше.

Это похоже на то, как Ахиллес догоняет черепаху. :-)



mihaild 15 февраля 2016 в 14:36 # h ↑

0 ↑ ↓

Да, не достигнет. Но и сигналов от нее вы получать не будете.



mayorovp 15 февраля 2016 в 15:29 # h ↑

0 ↑ ↓

https://geektimes.ru/post/270916/#comment_9013082



taujavarob 15 февраля 2016 в 18:03 # h ↑

0 ↑ ↓

>Насколько я помню, время падения там таки конечное. Когда тело приближается к горизонту событий на расстояние, равное разности радиусов горизонтов из-за массы этого тела, уже можно считать что оно внутри.

Можно считать, а можно считать что всё притянuto к чёрной дыре, но так и не упавшее в неё, просто «размазано» на невероятно малом расстоянии (невероятно малой толщины) от горизонта события, но так и не перешедшем под этот горизонт.

Тогда и проблем не будет, типа таких:

<http://compulenta.computerra.ru/veshestvo/fizika/10003485/>



Mad_Max 15 февраля 2016 в 18:47 # h ↑

+1 ↑ ↓

А зачем так считать? По тому же классической ОТО радиус ЧД напрямую зависит от ее массы. А любая дополнительная масса падающая на ЧД ее массу, а следовательно и ее радиус увеличивает и горизонт событий хоть чуть-чуть но сдвигает. Причем зависимость линейная. В результате предыдущие порции массы находящиеся к нему уже очень близко (по ОТО они хоть пересечь ее не могут, но нет ограничений насколько близко они к горизонту могут приблизиться — вплоть до атомарных и даже меньших расстояний) оказываются уже за этим горизонтом (т.е. поглощенными ЧД). Не потому что они смогли сами пересечь его двигаясь в классическом понимании и замедляющемся времени, а потому что сам горизонт чуть-чуть сдвинулся навстречу им и поглотил их из-за увеличивающейся суммарной массы ЧД.



taujavarob 15 февраля 2016 в 23:42 # h ↑

0 ↑ ↓

>А зачем так считать? По тому же классической ОТО радиус ЧД напрямую зависит от ее массы. А любая дополнительная масса падающая на ЧД ее массу, а следовательно и ее радиус увеличивает и горизонт событий хоть чуть-чуть но сдвигает. Причем зависимость линейная.

Возможно — но в классическом ОТО она никак вовсе упасть то не может. — Парадокс?

>а потому что сам горизонт чуть-чуть сдвинулся навстречу им и поглотил их из-за увеличивающейся суммарной массы ЧД.

Тут неясно:

Масса ЧД может увеличиться когда дополнительная масса пересекла горизонт.

А дополнительная масса пересекает горизонт когда масса ЧД увеличится.

Противоречие. Имхо.



Mad_Max 16 февраля 2016 в 01:58 # h ↑

+2 ↑ ↓

Откуда ограничение что она должна сначала этот самый горизонт пересечь? Он же не какой-то физический объект / барьер, а математическая абстракция — условная граница, экстремум соответствующих функций.

А коли так что мешает исходную ЧД с массой X (до начала падения на нее дополнительная масса) и радиусом Шварцшильда описывающим ее горизонт событий R1 + размазанное тонким слоем очень близко ее горизонту вещество (постепенно на ее падающее с замедлением времени) рассмотреть как новую гравитирующую систему уже с массой X+Y и соответственно уже радиусом R2 = R1 + Yk. (ну или R2 = (X+Y)k) При этом однозначно R2 > R1. И хотя R2 несколько меньше размера всей системы, часть падающего вещества (находившегося ближе всего к горизонту) оказывается уже за ним.



taujavarob 16 февраля 2016 в 18:20 (комментарий был изменён) # h ↑

0 ↑ ↓

>А коли так что мешает исходную ЧД с массой X (до начала падения на нее дополнительная масса) и радиусом Шварцшильда описывающим ее горизонт событий R1 + размазанное тонким слоем очень близко ее горизонту вещество (постепенно на ее падающее с замедлением времени) рассмотреть как новую гравитирующую систему уже с массой X+Y и соответственно уже радиусом R2 = R1 + Yk. (ну или R2 = (X+Y)k)

Тогда можно и побольше захватить то (обозначить принадлежность ЧД), чем масса Y — но где-то есть край! Иначе неясно, где нам остановиться то? — вот этот край и есть горизонт событий.

Наверное так. Но это не помогает в разрешении парадокса бесконечного падения массы на ЧД. Имхо.



VIK52 13 февраля 2016 в 13:06 # h ↑

+1 ↑ ↓

Вывод о бесконечном времени был сделан из соответствующего решения уравнений Эйнштейна. Если

масса большая, то решение будет, естественно, другое, более сложное. Подозреваю, аналитического решения (в следующем приближении, т.е. для сравнимых масс) до сих пор не получено.

 taujavarob 15 февраля 2016 в 14:36 # h ↑ ↓

>Вывод о бесконечном времени был сделан из соответствующего решения уравнений Эйнштейна. Если масса большая, то решение будет, естественно, другое, более сложное.

Это верно. Но похоже на то, что лучше бы вообще ничего не падало за горизонт событий:
<http://compulenta.computerra.ru/veshestvo/fizika/10003485/>

 Wizard_of_light 12 февраля 2016 в 00:03 # h ↑ ↓

Насколько я помню, время падения там таки конечное. Когда тело приближается к горизонту событий на расстояние, равное разности радиусов горизонтов из-за массы этого тела, уже можно считать что оно внутри.

 twist_ua 11 февраля 2016 в 22:32 #

Такой вопрос. Скажем, если бы у нас (чисто теоретически) были настолько мощные телескопы, чтобы наблюдать в оптическом диапазоне сливающиеся черные дыры (материю, кружащую вокруг них, гамма-излучение, не суть важно), то мы бы не смогли бы увидеть этого вследствие замедления времени из-за гравитации этих самых ЧД, так? Либо увидели бы с запозданием, смотря, как далеко находился свет от горизонта событий. Но гравитационным волнам на эти временные заморочки побоку, значит, раз их детектировали? То есть, зарегистрировав гравитационные волны и определив местоположение их источника, можно было бы развернуть наши гипотетические телескопы в том направлении и успеть рассмотреть всё в оптическом (радио-, гамма-) диапазоне.

 VitaMors 11 февраля 2016 в 22:41 # h ↑ ↓

Но гравитационным волнам на эти временные заморочки побоку

Волны (гравитационные) не зависят от времени (а время в пространстве искривляется гравитацией, согласно ОТО). Это как?

 al707 11 февраля 2016 в 22:37 #

Ну, вот, будущее близко... фазированные решетки гравитационных волн...

 sillywilly 11 февраля 2016 в 22:37 #

Забавно, несколько месяцев назад тут была статья от «инсайдера» об этом открытии с указанием времени ревила публике, интересно было наблюдать, как его обвиняли в ереси «кандидаты естественных наук».

 Foolleren 11 февраля 2016 в 22:42 # h ↑ ↓

Нам тоже интересно =) ссылка сохранилась?

 dead_undead 11 февраля 2016 в 23:02 # h ↑ ↓

Вот

 dbubb 12 февраля 2016 в 01:11 # h ↑ ↓

geektimes.ru/post/266048

 VIK52 11 февраля 2016 в 23:12 #

Нельзя ли поподробнее, что на графике нарисовано?

 Shkaff 12 февраля 2016 в 17:24 # h ↑ ↓

Можно. На верхней части графика — стадии слияния, на средней — какой сигнал был задетектирован и как он соотносится с этими стадиями. Серая часть — обработанные данные, красная кривая — предсказание ОТО. Нижняя часть графика — как черные дыры сближались и ускорялись перед слиянием.

 VIK52 12 февраля 2016 в 19:13 (комментарий был изменён) # h ↑ ↓

Ага, спасибо, я уже первоисточники почитал. Там еще частотно-временная диаграмма для деформации есть, очень наглядная. Собственно, я имел в виду самый первый график, где зависимость шума детекторов от частоты, с непонятными острыми пиками. Оказывается, это что-то вроде каких-то резонансов конструкции

 Shkaff 12 февраля 2016 в 19:26 # h ↑ ↓

А, там на самом деле много разного. Есть по 5 калибровочных пиков, несколько пиков от продольных и поперечных мод подвесов, пики от сети (60Гц и гармоники), пики от data acquisition (16 Гц и гармоники) и прочее. Тут можно почитать про полную характеристику детекторов.

 mkovalevich 11 февраля 2016 в 23:58 #

Еще пару вопросов, поясните.

1. Детектор тут — ЭМ интерферометр + резонаторные полости лазеров. Идея, что гравитационные волны меняют размеры резонатора, частоту лазера и проявится неидеальная антифаза лучей. Каким образом определили, что причина именно в изменении геометрии резонаторов? А не например просто воздействие ЭМ волн? Наверное независимые датчики, плюс совпадение с расчетами. А можно посмотреть, как именно проверяли на ложность сигнала?

2. Частота в аудиодиапазоне — это самой гравитационной волны? То есть длина волн где-то пару миллионов километров, верно? Если так, почему это не будет однородное изменение в географических масштабах? То есть, и пространство, и время меняются одинаково на крошечной Земле, и никаких изменений не регистрируется?

Наверное все это учтено, просто интересно, как именно и почему.

 Kalobok 12 февраля 2016 в 01:35 # h ↑ ↓

А почему такой порядок длины волны? Скорость света $3 \cdot 10^8$ км/с, частота, грубо, 100Гц. Получаем 3000 км. Как раз порядка расстояния между детекторами.

 mkovalevich 12 февраля 2016 в 01:58 # h ↑ ↓

Верно спасибо, эти метры-километры)

Насчет ложного ЭМ сигнала, вот описание методов проверки: dcc.ligo.org/LIGO-P1500238/public/main

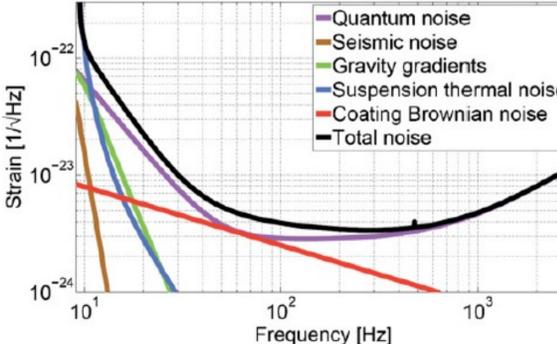
Что бросилось в глаза, это:

Motivated by this sensitivity curve, the transient astrophysical searches generally limit the search frequency range to above 30 Hz and below 2-3 kHz, or roughly the human-audible range.

Далее пишут, что еще проверяют радиочастоты — до 45мгц вроде. И всё! Шок. Потом пишут, что другие сигналы поймались бы другими наблюдателями... Ммм как-то не внушает уверенности.

 qbertych 12 февраля 2016 в 12:48 # h ↑ ↓

Вот понятная картинка про источники шума (отсюда):



В ВЧ проблемы с квантовыми шумами детектирования (это, по-видимому, подготовка света и фотодетектор). В НЧ к ним добавляются шумы земной природы (сейсмический, подвеска зеркал, неоднородность гравитационного поля). От них можно будет избавиться в космическом детекторе LISA. А пока что приходится работать в диапазоне 30 — 3000 Гц.

На частоте 45 МГц замодулирован основной лазер, это нужно для одной из обратной связей (более подробно сказать не могу). Насколько я понял, неправильная работа модулятора как-то раз привела к резкому увеличению шума, что могло быть расценено как сигнал. Модулятор починили, данные за время его поломки обрабатывать не стали, инцидент упомянули в публикации в назидание потомкам.

 impetus 12 февраля 2016 в 00:07 #

И ещё ламерский вопрос знатокам — понятие «крутизна фронта/спада» волны или там её форма вообще о чём-то? Или там пока крутились — сигнал шёл (соотв синус раз крутились точечные массы) а потом бац — и исчезло... Я чистот про ламерские аналогии — ударных этих самых волн не бывает? (Когда волна воздействует на среду в которой распространяется)... Или у меня «эфирная» ересь?

 rkh 12 февраля 2016 в 00:51 #

Джо Вебер начал строить свои болванки в шестидесятых, в 1969 он уже публиковал статью в Phys. Rev. Lett с отчетом об успешном детектировании, которое потом опровергли.

 Jeffryxon 12 февраля 2016 в 01:12 #

> Кроме того, наличие двух (и более) детекторов помогает триангулировать сигнал для определения положения на небе. Надеюсь, не слишком глупый вопрос, но каким образом возможно произвести триангулирование по двум точкам в трёхмерном пространстве?

 Shkaff 12 февраля 2016 в 01:13 # h ↑ ↓

Не триангулировать, конечно, а прикинуть область пространства, откуда сигнал пришел.

 Jeffryxon 12 февраля 2016 в 01:42 # h ↑ ↓

Благодарю, вкупе с geektimes.ru/post/270916/#comment_9013268 стало понятнее.

 AngusMetall 12 февраля 2016 в 09:51 (комментарий был изменён) #

А вот такой вопрос: раз уже известно, что скорость гравитационных волн около световая, можно ли вычлнить из шума сигнал зная положение тел которые испускают волны? Ну т.е. вычислили к примеру через линзирование, что в определенном месте есть две сливающиеся чёрные дыры, но колебания слишком слабые, чёткую картинку как на графике в статье не даёт, можно ли рассчитать форму волны которая должна прийти от этих тел в приёмники? Что то типа обратного использования триангуляции для повышения разрешающей способности приёмников.

 rPman 12 февраля 2016 в 11:40 # h ↑ ↓

Сделать из детекторов что то типа фазированной решетки, размером с солнечную систему, думаю можно многое видеть :)

 norlin 12 февраля 2016 в 12:19 (комментарий был изменён) #

Интересно, а ведь теоретически человек может фиксировать гравитационные волны без дополнительных приборов.

Ведь активность мозга завязана на всякие электрические сигналы => при прохождении гравитационной волны через мозг эти сигналы могут так или иначе сбиваться

Конечно, эти воздействия крайне малы, но ведь принципиально такое возможно (например, для очень мощной гравиволны)?

 ya_xandr 12 февраля 2016 в 14:16 (комментарий был изменён) # h ↑ +2 ↑ ↓

В будущих прогнозах погоды: «Завтра будут наблюдаться значительные гравитационные бури. Люди с высокой гравитационной чувствительностью могут испытывать недомогание.»

 Shkaff 12 февраля 2016 в 17:27 # h ↑ +4 ↑ ↓

На самом деле, не очень понятно, почему бы они сбивались. Да и просто дрожание мозга от всяческих внешних факторов (типа ходьбы той же) гораздо сильнее:)

 zogxray 12 февраля 2016 в 14:16 # +4 ↑ ↓

Там где есть гравитационные волны должен быть гравитационный сёрфинг.

 ab512 12 февраля 2016 в 14:16 # 0 ↑ ↓

Как можно измерить искривление пространства находясь в нем? Ведь искривляется все. И линия как была прямая так и осталась. Нарисуйте на бумаге линию, потом скомкайте бумагу. Для вас она искривилась А для жителя бумаги (двумерного) линия как была так и осталась прямая. Или речь идет об изменении плотности пространства? И тогда бы двумерный житель ничего бы не заметил. Он ведь меняется вместе с пространством.

Как можно объяснить притяжение искривлением пространства? Вот говорят — масса искривляет, делает такую лунку. В эту лунку все и скатывается. Это и есть основание для гравитации. А почему все скатывается? Да под силой тяжести же и скатывается. Получается что гравитация это когда под действием гравитации предметы скатываются друг другу.

Я бы мог себе еще представить если бы сила тяжести была бы вызвана давлением пустого пространства вытесненного массой и создавшей уплотнение на своих границах. Этакая архимедова сила. Что бы это не значило. А что там и как искривляется... не понятно.

 Shkaff 12 февраля 2016 в 14:19 # h ↑ +2 ↑ ↓

Поскольку кривизна разная в разных частях пространства, то, например, сумма углов треугольника будет разной в зависимости от того, где ее измерить — в плоском пространстве будет 180 градусов, а в его искривленной части — больше.

 ab512 12 февраля 2016 в 19:39 # h ↑ 0 ↑ ↓

Кривизна или плотность? Если говорить о кривизне то вылазят всякие бессмыслицы. А самое главное относительно чего искривлена? Что является инвариантом? Злые языки начут шептаться что это вотефир открыли. А если плотность, то плотность чего? Опять эфира. Но ладно с этим эфиром, интересн другой вопрос. Свет он как, по метрие пространства или на прямую чешет?

 Shkaff 12 февраля 2016 в 19:41 # h ↑ +4 ↑ ↓

Кривизна, никакой плотности, какая плотность у пространства, что вы:)

Свет — по геодезическим (определяемым метрикой).

 ab512 12 февраля 2016 в 19:52 # h ↑ -4 ↑ ↓

По мне так плотность токовее. Ну хорошо, если кривизна. То что у вас являйтса инвариантом относительно чего вы эту кривизну можете померять? Суперпространство? Свет?

 VIK52 12 февраля 2016 в 20:22 # h ↑ 0 ↑ ↓

Можно и без «инвариантов». Например, гравитационное линзирование показывает, что есть кривизна. Спутники летают с ускорением — тоже индикатор. Камень падает. Полосы в ЛИГО смещаются

 dead_undead 12 февраля 2016 в 23:14 # h ↑ +3 ↑ ↓

Очень просто можно определить кривизну. Если после циклического параллельного переноса по замкнутой траектории у вас исходный и результирующий вектор не совпадают — значит пространство кривое.

 norlin 12 февраля 2016 в 14:20 # h ↑ 0 ↑ ↓

Вот [здесь](#) на пальцах неплохо объясняется.

 ab512 12 февраля 2016 в 19:28 # h ↑ -1 ↑ ↓

Бегло посмотрел — увидел картинку — шарик в ямке — закрыл. Почему другие шарики будут скатываться в ямку — притягиватся к центральному? Правильно, под силой тяжести. Гравитация она вообще-то от гравитации!

 norlin 12 февраля 2016 в 19:30 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↑ ↓

[См. ниже](#) (ссылку на это описание не помню, вчера где-то читал)

 norlin 12 февраля 2016 в 14:23 (комментарий был изменён) # h ↑ +2 ↑ ↓

Вот говорят — масса искривляет, делает такую лунку. В эту лунку все и скатывается

Не совсем. Гравитация — это не искажение только пространства, а искажение пространства-времени. Мы постоянно движемся во времени по прямой и когда при искажении пространства наш путь во времени искривляется, мы чувствуем «инерционное» противодействие.

То есть, грубо говоря, гравитация — это инерция движения во времени.

Именно поэтому никак нельзя отличить гравитацию от ускоренного движения – по-сути, это и есть одно и то же.

 mihaild 12 февраля 2016 в 14:43 # h ↑ 0 ↑ ↓

Кривизна — внутренняя характеристика поверхности. Т.е. нет, для двумерного жителя прямая не останется прямой.

Простейший пример — мы смогли бы обнаружить, что Земля не плоская, даже не умея поднимать голову, а путешествуя и наблюдая только поверхность.

 VaalKIA 12 февраля 2016 в 16:03 (комментарий был изменён) # h ↑ 0 ↑ ↓

Прямая останется прямой, просто она будет иметь некоторые необычные эффекты, это как фотон-волна

 ab512 12 февраля 2016 в 19:32 # h ↑ -2 ↑ ↓

Вы определите кривизну земли потому что вы трехмерный в трехмерном пространстве. Житель бумажки не имеет никаких шансов (он двумерен) определить искривление. Для него линия останется прямой и сума углов всегда будет 180. Поак он не откроет инвариант к своему пространству. (А у него там все двумерное, так что его свет тоже ходит по его измерениям). Так если наше пространство искривлено, то у нас уже открыли такой инвариант? Относительно чего искривлено пространство? Эфира? Зефира? Кефира?

 Shkaff 12 февраля 2016 в 19:35 # h ↑ 0 ↑ ↓

Я просто оставлю ссылку на давешнее обсуждение.

 ab512 12 февраля 2016 в 19:44 # h ↑ -3 ↑ ↓

Тоесть гравитация дейстует на движущиеся объекты изменяя их траекторию. А если я просто подержу камень и отпущу, то он повиснет. Он же не двигался! Побежал длеать опыты!

 norlin 12 февраля 2016 в 19:38 # h ↑ 0 ↑ ↓

потому что вы трехмерный в трехмерном пространстве.

По-поводу этого попробуйте почитать [мой спор в предыдущем посте](#). Я там так и не был услышан насчёт этой же самой точки зрения.

Житель бумажки не имеет никаких шансов (он двумерен) определить искривление. Для него линия останется прямой и сума углов всегда будет 180

А по-поводу этого – попробуйте почитать тот пост, который вы «бегло посмотрели» – там это объясняется так, что даже я понял, вроде бы.

 mihaild 13 февраля 2016 в 00:30 # h ↑ +2 ↑ ↓

Вы как минимум можете обнаружить, что на поверхности Земли бывают замкнутые «прямые», не выходя в трехмерное пространство. Но на самом деле можно обойтись и без обхода всей поверхности.

Кривизна не обязана быть «относительно чего-то». Представьте себе поверхность сферы с метрикой, индуцированной из R³. А теперь представьте, что есть только эта сфера (как множество точек), а никакого «внешнего» пространства нет.

Даже в этой ситуации вы можете понять, устроен мир как плоскость или как сфера.

 chevas 12 февраля 2016 в 14:19 # -13 ↑ ↓

почитал я коменты и понял, что написали их бараны, таков напридумывают, черные дыры, искривление пространства...

 MarkKunts 12 февраля 2016 в 19:26 # h ↑ +4 ↑ ↓

Судя по вашему комментарию, можно сделать один интересный вывод: в одном из своих постулатов Эйнштейн был прав на все 100% — человеческое невежество воистину бесконечно

 Andronas 12 февраля 2016 в 14:19 # 0 ↑ ↓

Этот детектор зафиксировал сигнал, который идет постоянно? Или все таки ученым повезло — сейчас этого сигнала от события уже нет?

 Shkaff 12 февраля 2016 в 14:22 # h ↑ 0 ↑ ↓

Этот конкретный сигнал — от события, которого давно (миллиард лет) как нет. Сам сигнал был длиной 0.2 секунд. Но бывают и другие сигналы, которые идут постоянно (таких пока не видели, но ожидают)

 arheops 12 февраля 2016 в 14:25 # h ↑ 0 ↑ ↓

этот детектор зафиксировал просто сигнал. расстояние на котором он его зафиксировал — очень большое, больше 100000 километров вкашжу) галактики. в такой сфере ОЧЕНЬ много гравитационных дыр(точный порядок не скажу), из них сколько-то двойных и сколько-то сольются в ближайший год. просто потому что их много.

 FokkerFace 12 февраля 2016 в 17:50 # 0 ↑ ↓

Ну так выяснили или нет: Теория струн или Петлевая квантовая гравитация?

 Xaliuss 12 февраля 2016 в 19:10 # h ↑ 0 ↑ ↓

Вроде всё в четком соответствии с ОТО. Следовательно все новые теории должны включать ОТО как частный случай (в случае макрособъектов), и те что противоречат — однозначно неверны. Но вроде ни одна новая теория гравитации пока близко не подошла к тому, чтобы что-то предсказывать, что может подтвердить их существование.

 FokkerFace 12 февраля 2016 в 19:33 (комментарий был изменён) # h ↑ +2 ↑ ↓

Тогда другой вопрос: волны зафиксировали. Насколько сложно после этого доказать/опровергнуть существование гравитонов? Само фиксирование гравитационных волн с этим не связано? Мы ещё не знаем из чего они состоят, хотя знаем как их фиксировать?

Я спрашиваю потому, что в последний раз когда на эту тему читал, общая картинка складывалась «технологически человечество гравитацию не может изучать, ввиду исключительно слабой силы поля, а это не позволяет доказать/опровергнуть Теорию струн, потому что эта теория имеет очень конкретные предсказания относительно гравитонов». Собственно это и вызвало вопрос: то что гравитационные волны зафиксированы, их характеристики известны, это позволяет опровергнуть Теорию струн? И что насчёт Петлевой квантовой гравитации? Насколько я помню эта теория была сильнейшим конкурентом Теории струн. Как на неё влияет это последнее открытие?

 **scg** 13 февраля 2016 в 00:07 # 0 ↑ ↓

А вот, мне подумалось... Зафиксировали ученые, значит, некоторое гравитационное возмущение. Ну и назвали это гравитационной волной. Ага. Но волна ли это? Допустим, я в это не верю. Нужно, значит, доказать. По школьному курсу физики, известно, что основные признаки волны — это: дифракция (огибание препятствий) и интерференция (наложение). Значит ли это, что перед учеными теперь стоит более амбициозная задача: сделать гравитационную дифракционную решетку и гравитационный интерферометр? И что будет препятствием для гравитационных волн?

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 01:35 # h ↑ 0 ↑ ↓

Проблема с интерференцией — в наличии когерентного источника. Условно, нужно будет иметь очень когерентный источник волн (известные не подходят), делитель луча (при том, что волна эта — искривление пространства-времени, будет затруднительно) и потом их снова сводить вместе. В общем, не получится так просто:) Препятствие для волны — любая масса, те же детекторы, поглощают часть (пусть и мизерную) энергии от волны.

 **scg** 13 февраля 2016 в 08:53 # h ↑ 0 ↑ ↓

Не понял, а за что заминусовали? Гравитационные волны не должны обладать свойствами волны?

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 12:06 # h ↑ 0 ↑ ↓

Я тоже не понял, нормальный вопрос. Но ответ именно в когерентности — интерференции не может быть никак без этого.

 **Duduka** 13 февраля 2016 в 13:46 # h ↑ 0 ↑ ↓

не путайте, для сложения волн не нужна когерентность.

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 13:58 # h ↑ 0 ↑ ↓

Позвольте, **интерференция** по определению только для когерентных волн, а сложение — это совсем другое, складываться они могут, конечно.

 **Duduka** 13 февраля 2016 в 15:08 *(комментарий был изменён)* # h ↑ +1 ↑ ↓

прочтите, чуть ниже: "... Интерферировать могут все волны, однако устойчивая интерференционная картина будет наблюдаться только в том случае, если волны имеют одинаковую частоту и колебания в них не ортогональны..." я и не требую устойчивой картинки, а складываться могут все волны(даж солитоны). Как есть и вопрос о возможности когерентности у гравитационных волн, и их квантуемости, чтобы обеспечить когерентность в разных частях вселенной.

Мне вот интересно другое, а почему атомы не теряют энергию через гравитационное излучение?

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 17:33 # h ↑ 0 ↑ ↓

А, ну так-то да:)

Думаю, теряют, только настолько мизерную, что это никак не влияет на время их жизни.

 **scg** 13 февраля 2016 в 14:10 # h ↑ 0 ↑ ↓

Если разность расстояний, которые проберают половинки волны меньше длины волны то один максимум и один минимум мы все-таки получим и без когерентности. Поскольку, длина волны для этого эксперимента около 3000км (кто-то выше уже посчитал), то получается, что два детектора — это и есть интерферометр. Так что, все это уже сделано. :) Не классическим образом, как мне хотелось бы, но все-таки...

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 14:19 # h ↑ 0 ↑ ↓

Честно признаться, не очень понял, каким образом это интерферометр — это же одна и та же волна действовала на них, и при чем тут длина волны... То бишь, конечно, вы можете увидеть волну как такуюю — в тот момент, когда на одном детекторе был максимум, на другом был минимум, но это никак не связано с интерференцией.

 **scg** 13 февраля 2016 в 16:38 # h ↑ 0 ↑ ↓

Да, непосредственной интрференции здесь нет. Я имел в виду, как это сделано в радиоинтерферометрах.

 **hidoba** 13 февраля 2016 в 06:05 # 0 ↑ ↓

Однако суммарная масса этой новой черной дыры оказалась на 3 солнечной массы меньше, чем сумма двух старых — энергия была излучена в гравитационных волнах.

Поправьте, если я ошибаюсь. Но насколько я понимаю, не существует механизма преобразования массы в гравитационные волны (зато теряется кинетическая энергия).

 **Ainvain** 13 февраля 2016 в 12:07 # h ↑ 0 ↑ ↓

Тоже интересует этот вопрос. Ведь тело не тратит энергию на гравитационное излучение. А гравитационные волны (в моем понимании) — циклически повторяющиеся изменения мощности гравитационного поля в конкретном направлении. Если два массивных тела на одной линии с наблюдателем — оно сильнее, если нет — слабее. Как на это может расходоваться энергия? Куда она ушла? Если энергия может уйти в гравитацию, почему это происходит только в таком случае? Возможно ли обратное преобразование — энергии в гравитацию? Или может всё-таки энергия ушла в гамму?

2. Также есть другой вопрос, который не дает мне покоя. Как могут столкнуться и даже соединиться вместе два тела, не имеющих физического размера? Ведь нам неизвестно состояние вещества в черной дыре и считается, что там плотность максимальна, а размер отсутствует. Как могут столкнуться два безразмерных тела? По логике понятно — должны, им деваться некуда, но их взаимное вращение должно тогда нарастать (по частоте) до величины явно больше 250 Гц, по сути пройдя весь существующий частотный диапазон. Однако, возможно детектор просто не смог уловить этот момент, ведь высокочастотный участок должен занимать гораздо меньше времени. Однако всё равно тогда могут иметь место волны гравитации с частотой в кило-, мега-, и гигагерцы, которые могут весьма интересным образом повлиять на ближайшие объекты.

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 12:23 # h ↑ +3 ↑ ↓

1) Уравнение Эйнштейна как раз так связывает изменение геометрии пространства с изменением массы (энергии-импульса). То есть энергия тратится именно что на гравитационное излучение. Без этого объекты не слились бы в первую очередь — не теряй они энергию, вращались бы друг вокруг друга до бесконечности. Это было **наблюдено раньше**, на самом деле, и даже Нобелевку дали...

Кстати, волны — квадрупольные, так что в направлении распространения ничего не меняется, только в ортогональной плоскости.

2) Когда говорят о слиянии черных дыр — имеют ввиду объединение радиусов Шварцшильда. После слияния радиусов говорить о чем-либо происходящем внутри смысла не имеет (никто не знает как). Но частоты как раз определяются размерами этих радиусов в конечном итоге, так что и не будет бесконечных частот, зато мы наблюдаем затухающие колебания новой черной дыры(может быть, будет, но в высших порядках малости, которые будут значительно меньше волн от затухания новой дыры).

 **hidoba** 14 февраля 2016 в 09:47 # h ↑ 0 ↑ ↓

а можно подробно о том, какая именно энергия и каким образом превращается в гравитационное излучение?

 **Shkaff** 14 февраля 2016 в 11:45 # h ↑ 0 ↑ ↓

Любая система, движущаяся с переменным ускорением, излучает гравитационные волны. Кинетическая энергия движения системы переходит в кинетическую энергию грав. волны. Например, для двух черных дыр с потерей энергии на волны системы сближаются, что в конечном итоге приводит к слиянию.

Что касается того, как именно — не могу придумать хорошего ответа. Можно провести аналогию с движущимся зарядом: когда заряд ускоряется — он излучает электромагнитную волну. Или, скажем, поплавок на воде — двигается и создает волны на поверхности. Энергия движения тела переходит в энергию волны, но **каким образом** это происходит — я затрудняюсь сказать.

 **Vronx** 17 февраля 2016 в 14:21 # h ↑ 0 ↑ ↓

> Если два массивных тела на одной линии с наблюдателем — оно сильнее, если нет — слабее. Как на это может расходоваться энергия?

Если поле тяготения в системе отсчёта наблюдателя меняется — наблюдатель получает дополнительное ускорение. Но на ускоренное движение нужна энергия. Откуда она возьмётся, чтобы не нарушился закон её сохранения? Из энергии поля, больше неоткуда. По сути, излучая гравитационные волны, система из двух ЧД ускоряет окружающие массивные тела, отдавая им свою энергию через гравитационное излучение.

 **darkfrei** 17 февраля 2016 в 22:16 # h ↑ 0 ↑ ↓

А если не найдётся такого объекта, которое поле должно сдвинуть? То энергия портатилась в никуда?

 **Vronx** 17 февраля 2016 в 22:57 # h ↑ 0 ↑ ↓

Без объектов не будет пространства. Это не ньютоновская вселенная, которая может быть безвидной и пустой.

 **Ainvain** 13 февраля 2016 в 13:37 # 0 ↑ ↓

1) Похоже да, энергия так туда уходит... Тогда также интересно, как сильно она поглощается веществом, например, сколько энергии перейдет в тепловую при прохождении гравитационной волны через некий сферический в вакууме стандартный объект? И может ли быть преобразована обратно в вещество, ибо масса и энергия суть одно и то же (опять же по Эйнштейну)?

2) Разве гравитационное поле исходит из радиуса Шварцшильда, а не самой сингулярности? Вроде нет. Тогда гравитационные волны (Или они тоже не могут покинуть горизонт событий? Почему тогда статические поля могут?) должны генерироваться до полного слияния сингулярностей.

 **Shkaff** 13 февраля 2016 в 13:57 # h ↑ 0 ↑ ↓

1) Поглощение очень мало, разумеется, в тепловую энергию вряд ли переходит напрямую, но, скажем, зеркала заставляет смещаться, а мы это и измеряем. Не думаю, что может быть преобразовано прямо в объект, но могу представить, что в какой-нибудь вынужденный переход в атоме случится, и излучится частица.

2) Гравитационное поле — да, но определяется оно в конечном итоге граничными условиями на радиусе Шварцшильда. Все, что внутри — так и остается внутри, в конце концов, свет убежать не может, а грав волны распространяются со скоростью света. Я бы сказал, стационарное поле вполне себе нормально существует, потому что у него нет «момента появления» — искривление как было в момент образования черной дыры, так и осталось. Любые динамические эффекты остаются внутри горизонта событий, поскольку не распространяются быстрее скорости света. Поэтому обычно на черные дыры смотрят как на шар (горизонт событий) с определенной массой + сингулярность внутри.

 **Dmitry_Dor** 15 февраля 2016 в 00:25 # +2 ↑ ↓

А между тем

- [Зонд «Ферми» нашел источник пойманных LIGO гравитационных волн](#)

Орбитальный телескоп «Ферми», возможно, зафиксировал слабую гамма-вспышку, порожденную слиянием черных дыр, чьи гравитационные волны были зафиксированы детекторами LIGO недавно. Астрофизики, работающие с телескопом «Ферми», обнаружили то место, где находились две черных дыры, слияние которых породило найденные недавно гравитационные волны, и зафиксировали слабую гамма-вспышку, которая возникла в ходе этого события...

... Как оказалось, «Ферми» действительно зафиксировал подобный след слияния черных дыр, вспышку в области жесткого рентгена и гамма-излучения, которая произошла примерно через 0,4 секунды после того, как гравитационные волны прошли через нашу планету...

 Kolay_Net 15 февраля 2016 в 00:26 # 0 ↑ ↓

Цитата из elementy.ru/novosti_nauki/432691/Gravitatsionnye_volny_otkryty

Когда детекторы гравитационных волн станут еще более чувствительными, они смогут регистрировать дрожание пространства-времени не в сам момент слияния, а за несколько секунд до него. Они автоматически пошлют свой сигнал-предупреждение в общую сеть наблюдательных станций, и астрофизические спутники-телескопы, вычислив координаты предполагаемого слияния, успеют за эти секунды повернуться в нужном направлении и начать съемку неба до начала оптического всплеска.

Объясните пожалуйста, почему должна возникнуть разница в скорости распространения гравитационной волны и света?

Моё предположение в том что свет может замедляться при прохождении через вещество, а грав.волны не замедляются ничем.

Кстати они правда могут беспрепятственно проходить через любое вещество?

 Shkaff 15 февраля 2016 в 00:29 (комментарий был изменён) # h t +1 ↑ ↓

Никогда не слышал про такие планы, мне кажется, это фантазии автора (не говорю, что это невозможно — теоретически логичная вещь). Скорость распространения волны равна скорости распространения света (в вакууме). По идее, свет от звезд не проходит через вещество на пути к нам (практически).

Они не проходят через — они возмущение самого пространства-времени, в котором вещество находится. Но они вполне могут поглощаться (хотя бы частично) — на этом основаны детекторы, собственно.

 Shkaff 15 февраля 2016 в 00:37 # h t 0 ↑ ↓

А, не понял вопрос. До начала слияния от объектов все равно приходит гравитационные волны, только малой амплитуды, которые можно поймать, имея достаточную чувствительность, но визуально (гамма-излучения, например) не видно опять же из-за малости интенсивности излучения. В сам момент слияния может происходить значительный выброс электромагнитной энергии, и если в этот момент навестись на объект визуально (после детектирования грав волн), его можно наблюдать.

 Mad_Max 15 февраля 2016 в 18:55 # h t 0 ↑ ↓

Там нет разницы в скорости распространения. Просто любые массивные и компактные тела двигающиеся с большими ускорениями ВСЕГДА излучают гравитационные волны. Чем ближе к моменту слияния (черных дыр или нейтронных звезд), тем скорости и ускорения этих объектов становятся выше (причем растут примерно по экспоненте), а следовательно увеличивается и интенсивность излучения гравитационных волн.

Соответственно чем чувствительнее будут детекторы, то тем раньше (на более ранних стадиях) такие двойные системы можно будет обнаружить — еще до самого момента слияния и до выброса гамма излучения и других видов энергии. Вплоть до того что можно будет обнаруживать подобные условно стабильные системы (которые еще будут существовать годы или даже тысячелетия) — хотя при текущем уровне технологий и возможностей это и не реально достигнуть, но в принципе это возможно. А вот "отмотать" назад (до момента слияния) на секунды или минуты — это в пределах возможностей техники обозримого будущего.

 taujavarob 15 февраля 2016 в 23:47 # h t 0 ↑ ↓

>Просто любые массивные и компактные тела двигающиеся с большими ускорениями ВСЕГДА излучают гравитационные волны.

Наверное дело не в большом ускорении, а в большом ИЗМЕНЕНИИ ускорения.

> Чем ближе к моменту слияния (черных дыр или нейтронных звезд), тем скорости и ускорения этих объектов становятся выше

Думается — тем больше становится ИЗМЕНЕНИЯ ускорения этих тел.

 ignat99 17 февраля 2016 в 13:21 # -4 ↑ ↓

Оставлю тут комментарий ну будущее. ОТО это линейная проекция закона сохранения времени на пространство с масштабом процессов потенциала частиц движущихся со скоростью света. Для доказательства/опровержения ОТО надо получить подтверждённые данные с нескольких установок по всему спектру так называемых гравитационных явлений, хотя бы в объёме работы Субраманьян Чандрасекара.

Материальные образования движущиеся с групповой скоростью выше скорости света для данной среды вероятно возможны но не являются объектом этого исследования.

 darkfrei 17 февраля 2016 в 22:18 # h t 0 ↑ ↓

Если это имхо, то где выкладки? Лучше статью, да с картинками.

 Steve_Key 17 февраля 2016 в 22:29 # 0 ↑ ↓

Так гравитационные волны распространяются со скоростью света?

Что-ж за константа-то такая, надеялись же на них скоростную связь наладить...

 Shkaff 17 февраля 2016 в 22:30 # h t 0 ↑ ↓

Эх, увы и ах, с ней, родимой. Плюс произвести эти самые волны чрезвычайно сложно в домашних условиях (до тех пор, пока не будем в банках на полках микро черные дыры держать).

 wbnet 17 февраля 2016 в 23:03 # h t +2 ↑ ↓

В хаб «DYI или сделай сам» надо предложить, может к следующей пятнице соберут наночернодыродержатель из ардуино, трехлитровой банки и мотка синей изоленты.

 mihaild 17 февраля 2016 в 23:20 # h t +1 ↑ ↓

Это скорость, при движении с которой время останавливается. Движение со сверхсветовой скоростью равносильно перемещению в прошлое.

А кто надеялся-то?

 Steve_Key 18 февраля 2016 в 17:45 # h t 0 ↑ ↓

В фантастике, вроде, упоминалось, что на гравиволнах (которые, как предполагалось, распространяются с бесконечной скоростью) можно сделать мгновенную связь...

То есть, получается, доказана «упругость вакуума»?

 Shkaff 18 февраля 2016 в 17:55 (комментарий был изменён) # h t +1 ↑ ↓

Ну, так на то она и фантастика:) Уже сто лет как известно, что в теории должны распространяться со скоростью света, теперь вот и на практике так получается.

И нет, это не упругость вакуума (по крайней мере, в его изначальном понимании).

 Steve_Key 18 февраля 2016 в 18:06 # h t 0 ↑ ↓

нет, это не упругость вакуума

Ну так а в чём волны-то идут?

 Shkaff 18 февраля 2016 в 18:29 # h t 0 ↑ ↓

Волны — изменение кривизны пространства-времени. Условно, пространство само сжимается и расширяется, происходит это дело периодически — то бишь, волны. Можно представить себе звуковую волну — она тоже по сути периодическое изменение плотности среды.

 ignat99 18 февраля 2016 в 18:54 (комментарий был изменён) # h t -1 ↑ ↓

 Shkaff 18 февраля 2016 в 18:56 # h t +1 ↑ ↓

На минуточку, "само" относится не к методу ("оно само по себе сжимается"), а к объекту ("само пространство изменяет свою кривизну"). А так привет из аула, всегда рад поднять настроение хорошему человеку, ага!

 Foolleren 18 февраля 2016 в 23:47 # h t -1 ↑ ↓

На досуге читал про вакуум Казимира и виртуальные частицы, получается что для гравитонов тоже существуют виртуальные частицы. взаимодействие с которыми не даём им распространяться быстрее скорости света.

 Shkaff 18 февраля 2016 в 23:54 (комментарий был изменён) # h t +1 ↑ ↓

Не совсем так. Во-первых, гравитация до сих пор не квантована, и даже существование гравитонов не доказано.

Во-вторых, скорость света как константа не связана с наличием виртуальных частиц. Другое дело, что при движении сквозь вакуум, заполненный виртуальными частицами, **скорость света может снижаться** из-за переизлучений.

 Foolleren 19 февраля 2016 в 00:10 # h t 0 ↑ ↓

Вот примерно отсюда и растут некоторые интересные вопросы, а какова настоящая скорость света, и не получается ли что есть частицы(волны взаимодействия и тд и тп) которые могут двигаться(распространяться) быстрее чем свет в вакууме только за счёт того что не переизлучаются виртуальными частицами, в таком случае некоторые нестыковки ОТО и квантовой теории уже не выглядят так уж плохо.

 Shkaff 19 февраля 2016 в 09:52 # h t +2 ↑ ↓

Ну, там по ссылке указан порядок расхождения с "настоящей" скоростью света — 10^{-36} . Мы даже обычную скорость света с такой точностью не знаем. Так что можно точно не переживать об этом. Не говоря уж о том, что это все еще гипотезы... Плюс, за фундаментальную константу принята именно скорость распространения в пустом пространстве, а уж ее численное значение — это вопрос десятый. И если численное значение изменится (мы измеряли в квантовом вакууме), это не изменит никаких результатов фундаментально.

 AntonSor 19 февраля 2016 в 11:35 # 0 ↑ ↓

А вот тут некоторые блоггеры спрашивают любопытную вещь: почему мы регистрируем гравитационные волны из других галактик, а, казалось бы, гравитационные волны от близко расположенных Солнца и Луны (хотя их притяжение достаточно сильное, чтобы вызвать приливы), нет? Не можем?

 Foolleren 19 февраля 2016 в 11:57 # h t +1 ↑ ↓

Потому что мощность этой волны 3 солнечных массы*скорости света в квадрате/0,2 секунды плюс линейное затухание, а мощность гравитационных волн от юпитера оценивается в эквивалент лампочки Ильича .

 wbnet 19 февраля 2016 в 17:09 # h t 0 ↑ ↓

Тут возможно непонимание того, что сила тяжести/гравитация ощущается/используется всеми можно сказать повседневно и обыденно, а волны задетектить смогли с большим трудом. Честно говоря, я сам не

похвастаюсь, что понимаю это)



Mad_Max 19 февраля 2016 в 23:52 *(комментарий был изменён)* # h t

+1 ↑ ↓

Линейное затухание это у амплитуды колебаний. Мощность вроде как должна так же квадратично затухать, как и любых других волн распространяющихся по 3х мерному пространству.

Так что эти 3 солнечных массы улетевшие в виде волн за 0.2 секунды (порядка 3х10⁴⁸ Вт мощности) пройдя расстояние минимум в миллиард световых лет(не меньше 10²⁵ метров), превращаются в миллиВаты энергии грав. волн в районе Земли.

Так что "лампочка Ильича"(десятки Вт?) это еще очень мощный источник на этом фоне (правда не знаю как правильно расстояние до источника в этом случае оценивать — т.к. мы фактически прямо внутри него находимся).

Тут проблема больше другая — у такого источника крайне низкая частота излучения ~1/(12х365х24х60х60) ~ 0.0000000026 Гц. А у современных детекторов максимум чувствительности приходится на зону 10-1000 Гц.



SunX 19 февраля 2016 в 16:16 # h t

0 ↑ ↓

Плюс, как я понимаю, волны от Солнца, Юпитера, Луны, дяди Васи и пролетающих мимо инопланетян имеют очень низкую частоту и как следствие таким детектором их очень сложно (или невозможно) измерить.



Mad_Max 19 февраля 2016 в 23:32 # h t

+1 ↑ ↓

Да, они очень низкочастотные. Желательны совсем другие детекторы, а если даже в результатах текущих искать(можно, хотя чувствительность на несколько порядков ниже), то нужны другие подходы к обработке данных и очень большие объемы вычислений.

Например в распределенной вычислительной сети [Einstein@Home](#) на [BOINC платформе](#) подобными поисками занимаются: данные с тех же детекторов (LIGO, VIRGO, GEO 600), но ищут не разовые сверхмощные явления типа слияния черных дыр или нейтронных звезд друг с другом с частотами порядка 10 — 1000 Герц. А непрерывные низкочастотные волны от стабильных систем типа 2 нейтронных звезды, ЧД + нейтронная звезда, нейтронная звезда + белый карлик и т.д. с типовыми орбитальными периодами от минут до часов, т.е. с частотами от сотых до десятитысячных долей Герца. Сам сигнал в этом случае на много порядков слабее, но зато таких источников много, они намного ближе (в нашей собственной галактике таких с избытком хватает) и существуют/излучают в течении длительных периодов времени непрерывно.

От них не будет такого явного и красивого сигнала, а лишь очень слабая едва заметная модуляция шума. Которую на фоне этого шума можно вычлениить если только просуммировать большое количество циклов — у шума мат. ожидание = 0, а реальный сигнал складывается/накапливается.

У тел солнечной системы частоты будут еще намного ниже, так что они прежде всего как раз по частоте не пройдут — чтобы отследить модуляцию шума от такого медленно меняющегося сигнала, надо обработать данные хотя бы за десятки-сотни циклов. А например для системы Солнце-Юпитер (вроде бы это максимально мощный источник в нашей системе) хотя бы 10 циклов = 120 лет. В течении которых нужно собирать данные (желательно непрерывно), а потом весь этот накопленный объем данных перелопатить на предмет слабых медленных модуляций.

P.S.

Благодаря Einstein@Home в поиске непрерывных гравитационных волн (которые пока еще не открыты), можно принять участие лично — своим компьютером. А если очень сильно повезет(примерно как в лотерею выиграть) — то даже попасть в итоговую научную работу наряду с учеными-соавторами.

Только зарегистрированные пользователи могут оставлять комментарии. [Войдите](#), пожалуйста.

Интересные публикации



H Юбилейный дайджест интересных материалов из мира веб-разработки и IT за последнюю неделю №200 (22 — 28 февраля 2016) 0

GT Надёжность SSD в реальном мире: опыт Google 14

GT Как получить статус книги-бестселлера на Amazon за 3 доллара 7

GT Windows 98 — теперь и в браузере 22

H Интегрируем Webpack в Visual Studio 2015 0

GT Дискуссия в Википедии: иллюстрировать ли статью о порнофильме самим фильмом? 36

GT 2 суток на создание жилого дома: 3D принтеры помогают строить дома 13

GT Протез на 4-летие мальчика Феди, стилизованный под любимого персонажа 9

GT Автозапуск стратостатов Loop за 30 минут: фото 10

GT Студенты из Огайо пытаются разогнать электромобиль VBB-3 до 643,75 км/ч 15

Вакансии

Мой круг

Web Developer

Санкт-Петербург · Полный рабочий день

Web-разработчик (PHP, Javascript, HTML)

Санкт-Петербург · Полный рабочий день

Web-дизайнер лендингов

Санкт-Петербург · Полный рабочий день

Веб-разработчик (JavaScript)

Санкт-Петербург · Полный рабочий день

Разработчик Ruby on Rails

Санкт-Петербург · Полный рабочий день · **До 150 000 руб.**

[Создать резюме](#)

[Разместить вакансию](#)

Заказы

Фрилансим

Опытный тестировщик с мобильными девайсами на проверку портала

26.02.2016 · 1 отклик · **Цена договорная**

Адаптация приложения LG Smart TV под SamsungTV

28.02.2016 · 0 откликов · **Цена договорная**

Нужен Java разработчик, с опытом написания серверной части REST

28.02.2016 · 0 откликов · **Цена договорная**

Ищем копирайтера для написания обзоров детских игр

28.02.2016 · 1 отклик · **Цена договорная**

Разработка сайта на CMS NetCat

28.02.2016 · 1 отклик · **Цена договорная**

[Зарегистрироваться](#)

[Разместить заказ](#)

[Войти](#)

[Регистрация](#)

[Разделы](#)

[Публикации](#)

[Хабы](#)

[Компании](#)

[Пользователи](#)

[Q&A](#)

[Песочница](#)

[Инфо](#)

[О сайте](#)

[Правила](#)

[Помощь](#)

[Соглашение](#)

[Услуги](#)

[Реклама](#)

[Спецпроекты](#)

[Тарифы](#)

[Контент](#)

[Вебинары](#)

[Разное](#)

[Приложения Хабра](#)

[Тест-драйв](#)

[Помощь стартапам](#)

[Работа в IT](#)

© TM

[Служба поддержки](#)

[Мобильная версия](#)

