

В чем суть теории всего

Супергравитация. Единая теория поля. Окончательная теория. Теория всего. Физики придумывают много названий своим попыткам объединить наше понимание природы под одним знаменем.

Для некоторых это священный грааль их дисциплины. И существует лишь немного скачков веры, которые они не сделают для достижения подобного результата, а именно: материя состоит из крохотных вибрирующих струн; дополнительные измерения пространства существуют за пределами трех уже известных; и пространство и время при более близком рассмотрении оказываются не гладкими и непрерывными, а шероховатыми и пикселизированными.

Для других поиск объединенной физики подобен охоте на огромного белого кита и представляет собой ускользающее, возможно, даже несуществующее преследование. «Сегодня поиск объединения всего, на мой взгляд, может оказаться весьма непродуктивным», - подчеркивает физик-теоретик Карло Ровелли (Carlo Rovelli) из Центра теоретической физики (Centre for Theoretical Physics) в Марселе, Франция. Хельге Краг (Helge Kragh), историк физики из Орхусского университета (Aarhus University), Дания, обозначает более фундаментальную проблему: даже если мы на самом деле сможем найти перспективного кандидата и наши мозги будут подготовлены для полного понимания подобной теории, кто сможет сказать, что это и есть конец пути. «У нас нет возможности понять, будет ли это окончательной теорией», - подчеркивает он. Тем временем существующие теории природы, хотя они и далеки от совершенства, проделывают отличную работу в области поддержки технологических инноваций, улучшающих нашу жизнь. Настало время задать вопрос: какой смысл в теории всего?

Унификация является движущей силой в физике, по крайней мере со времен Ньютона. Для случайных наблюдателей неба 1660-х годов движение небесных тел представляло собой большую загадку. Почему некоторые звезды остаются на одном месте днем и ночью, тогда как другие перемещаются в темноте. У Ньютона, изучавшего данную проблему в своем доме в удаленной части Линкольншира во время Великой чумы, была на этот счет своя идея. Та сила, которая заставляет планеты и звезды перемещаться в пространстве, является той же самой силой, которая заставляет предметы на Земле падать вниз. Это универсальная сила, существующая между двумя телами, которая зависит только от их массы и от расстояния между ними. Если понять это, то становится ясно, каким образом планеты, находящиеся недалеко от Земли, по-разному перемещаются по небесному своду в зависимости от гравитации Солнца, тогда как удаленные звезды остаются неподвижными относительно друг друга.

Догадка Ньютона позволила объединить небесную и земную сферы, которые ранее считались несовместимыми. Его четкий набор универсально действующих уравнений позволил создать шаблон для будущих поколений физиков, а также предоставил возможность инженерам рассчитать все известные силы и вращающие моменты, что способствовало созданию машин в ходе индустриальной революции.

Перенесемся на 200 лет вперед, когда Джеймс Максвелл (James Clerk Maxwell) совершил подобный революционный акт унификации. В 1860-х годах он доказал, что электричество и магнетизм являются двумя гранями одной и той же силы - электромагнетизма. Таким образом, объединяющий набор уравнений Максвелла показал, что свет представляет собой форму электромагнитного излучения, и это открытие послужило началом века электричества, в котором мы сейчас живем и в котором мы имеем возможность пользоваться всем - от радиоприемника до смартфона.

Единство – сила

Сегодняшние теории всего намерены продолжать движение по этому пути. В настоящее время мы считаем, что все физические явления можно объяснить действием четырех фундаментальных сил. Существует гравитация, сила притяжения между объектами, обладающими массой, которую описал Ньютон, и электромагнетизм Максвелла, взаимодействие между телами с электрическими зарядами. Электромагнетизм отвечает за «контактные» силы. Это объясняет, например, почему, несмотря на гравитацию, вы не проваливаетесь сквозь стул, на котором вы сидите. Две другие силы регулируют процессы, происходящие на

субатомарном уровне: сильные ядерные силы удерживают вместе протоны и нейтроны в ядре атома, тогда как слабые ядерные силы управляют такими вещами, как радиоактивный распад. Теория всего показала бы, что все эти четыре силы на самом деле представляют собой одно и то же, но в скрытом виде.

В 1967 году, спустя столетие после Максвелла, теоретики Стивен Вейнберг (Steven Weinberg), Абдус Салам (Abdus Salam) и Шелдон Глэшоу (Sheldon Glashow) сделали первый шаг в этом направлении. Они показали, что при очень высоких энергиях, которые в последний раз проявили себя в первую триллионную долю секунды образования вселенной, электромагнитные силы и слабые ядерные силы соединились вместе и образовали слабые электрические силы. Хотя пока еще никто не смог убедительно соединить сильную ядерную силу со слабой электрической, эти две силы прекрасно работают вместе в форме стандартной модели, объясняющей, каким образом элементарные частицы из кварков взаимодействуют с бозонами Хиггса.

Кротовая нора - пространственно-временные туннели

Гравитация, однако, продолжает оставаться проблемным ребенком. На сегодняшний день лучшее объяснение этой силы было дано в общей теории относительности Эйнштейна. Она заменяет теорию Ньютона и объясняет, каким образом масса искривляет пространство и время для производства гравитации. Однако общая теория относительности требует гладкого пространства-времени, конфликтующего с вероятностной шероховатостью, необходимой для таких квантовых сил, как слабые электрические силы и сильные ядерные силы. Результатом является набор уравнений для очень малых феноменов, таких как взаимодействие между частицами, а также еще один набор для очень больших вещей - таких, как звезды и галактики.

Так что же происходит, когда большое встречается с малым? «Существует только одна природа, и поэтому, предположительно, она формирует единое целое, - подчеркивает Мэтт Страсслер (Matt Strassler) из Гарвардского университета. - Конечно, будут возникать ситуации, когда нужно будет применять два набора уравнений одновременно, и тогда вы столкнетесь с противоречиями».

Возьмем, к примеру, черные дыры, которые в своем центре имеют массу звезды, сжатую в небольшом пространстве. Или условия, существовавшие в самом начале, когда вся масса вселенной и вся энергия были сконцентрированы в бесконечно малой точке. Какая теория, большая или малая, управляет их поведением?

И еще - почему нас должно это беспокоить? В отличие от ньютоновских объединяющих законов движения или электромагнетизма Максвелла, дальнейшие попытки унификации, как представляется, вряд ли революционизируют в ближайшее время наши технологии. Теории Ньютона и Максвелла действуют в обычных условиях, однако эти четыре силы могут быть объединены только при выделении энергии примерно в квадриллион раз больше той, которая возникает при столкновении частиц внутри Большого андронного коллайдера в Женеве, отмечает Митио Каку (Michio Kaku), физик и футурист Сити-колледжа Нью-Йорка (City College of New York). Вероятно, потребуется еще 100 тысяч лет, прежде чем мы сможем создать ускорители частиц, достаточно большие для того, чтобы достичь таких энергий, и нам для этого понадобится инфраструктура масштабов всей солнечной системы, считает Каку.

Если в будущем люди когда-нибудь смогут производить и контролировать энергию в таких масштабах, то они, несомненно, создадут изобилие новых технологических возможностей. «Они тогда смогут начать играть со временем и пространством», - полагает Каку. Мы сможем, например, открыть пространственно-временные туннели, которые позволят нам перемещаться между отдаленными точками пространства-времени. Подобные гипотетические объекты, как считают, начинаются как небольшие квантовые флуктуации в ткани пространства-времени, и они склонны так же неожиданно и резко исчезать, как они и появляются. Понимание того, как держать их открытыми в необходимых размерах, требует создания теории, которая будет охватывать пузырчатую квантовую физику очень малых предметов с гладкой, масштабной областью общей теории относительности. «Для этого нам необходима теория всего», - подчеркивает Каку.

Путешествием во времени через 100 тысяч лет, судя по всему, сложно оправдать усилия, которые стоят денег в настоящем. Однако неверно оценивать поиски теории всего только лишь с точки зрения достижения обычных технологических преимуществ, считает Питер Войт (Peter Woit), физик математик из Колумбийского университета в Нью-Йорке. Если историю вообще можно воспринимать как советчика, то существуют неплохие шансы того, что дальнейшая унификация приведет нас к новым местам, и они не обязательно будут такими, какими мы их ожидаем увидеть. «Когда мы находили подобные вещи в прошлом, и они оказывались верными, в интеллектуальном плане они действительно представляются весьма интересными. Возникало в определенной мере неожиданное прозрение или новая идея, при взгляде на которую внезапно может возникнуть объяснение многого из того, чего мы раньше не понимали», - отмечает Войт.

Несмотря на свойственный ему скептицизм, Краг с этим согласен. «Окончательная теория всего является пустой этикеткой, - утверждает он. - Тем не менее поиск теории подобного рода может привести к новым научным открытиям».

Для формализации своей теории относительно гравитации и движения Ньютон, например, придумал математический аппарат для обращения с такими плавно изменяющимися величинами, как скорость. В дальнейшем эта система подсчета революционизировала почти все области знаний - от биологии до экономики. Передача видеоизображения симпатичного кота на ваш компьютер была бы немыслима без преобразования Фурье, при котором используется вычисление для разложения любого сигнала на простые синусоидные волны, что позволяет аудио- и видео-файлам сжиматься до передаваемых размеров.

Затем есть еще и то, что Эйнштейн смог извлечь из уравнений Максвелла. Для математической согласованности эти уравнения нуждаются в постоянной величине скорости света, которая не зависит от движения того, кто его измеряет. Это привело Эйнштейна к более глубокой истине о том, что вселенная именно такой и является и что время должно искривляться для приспособления к почти постоянной скорости света. «Максвелл обнаружил этот организующий принцип, тогда как Эйнштейн показал еще более глубокое понимание того, как пространство и время связаны между собой», - отмечает Лео Штейн (Leo Stein), астрофизик из Корнельского университета (Cornell University) в Итаке, штат Нью-Йорк.

Так продолжалось и дальше. Ближе к концу 1920-х годов Поль Дирак (Paul Dirac) пытался примирить специальную теорию относительности Эйнштейна со все еще молодой теорией квартовой механики. Его уравнения давали основания полагать, что электрон должен иметь свой аналог с такой же массой, но с обратным электрическим зарядом - позитрон. Дирак считал, что это ошибка, однако вскоре проведенные эксперименты показали, что такого рода частицы антиматерии действительно существуют. Этот удивительный фундаментальный аспект реальности сегодня имеет практическое применение, в том числе в сканнерах позитронно-эмиссионной томографии (PET), которые сегодня можно найти во многих больницах. «Вы выбираете себе в качестве цели одну вещь, а это заставляет других людей заниматься другими вещами в качестве следствия, а затем вместо ожидаемого результата происходят всякого рода неожиданные вещи», - подчеркивает Страсслер.

Что можно сказать о поисках теории всего в наши дни? Большинство надежд связаны с одним претендентом. «Я считаю теорию струн единственным серьезным кандидатом для того, чтобы стать основой для теории всего», - подчеркивает Джон Эллис (John Ellis), физик теоретик лондонского Королевского колледжа (King's College).

Сама по себе теория струн начала свое существование как нечто непривычное. В конце 1960-х годов физики, пытаясь объяснить сильные ядерные силы, предположили, что участвующие в этих процессах частицы можно будет лучше понять не как бесконечно малые точки в пространстве, а как струны, вибрирующие различным образом. В конечном счете другие подходы оказались более продуктивными для описания сильных ядерных сил, однако полученные математические модели казались слишком элегантными для того, чтобы от них отказаться. В течение 1970-х и 1980-х годов была сформулирована идея о том, что теория струн, возможно, будет работать вместо этого как теория квантовой гравитации и таким образом поможет навести мосты между физикой очень малого и очень большого.

Голографические струны

Но на самом деле этого не произошло. «Нас, несомненно, отделяет большое расстояние от получения определенных экспериментальных данных, которые дадут нам возможность ответить «да» или «нет» на вопрос о том, имеет ли теория струн какое-либо отношение к природе», - отмечает Эллис.

Так в чем тогда ее смысл? Возможно, история говорит нам: не в том, что мы думали. В конце 1990-х годов теоретик Хуан Малдасена (Juan Maldacena), работавший в то время в Гарвардском университете, пытался найти квантовое описание черных дыр с помощью изучения протяженных D-объектов (D-branes), массивных и многомерных родственников струн. Он понимал, что поведение D-объектов может быть описано двумя отдельными, но эквивалентными способами. В одном из них использовался вариант теории струн, который включает в себя гравитацию и требует десяти измерений для работы. Другой состоял в более привычной четырехмерной квантовой теории без гравитации похожей на теории, поддерживающие стандартную модель. Вся прелесть заключалась в том, что в случае возникновения сложности в подсчетах с помощью теории квантового поля, математический трюк Масадены, получивший название соответствие AdS/CFT, позволяло конвертировать их в другое, относительно более простое вычисление в альтернативной версии пространства.

В течение последних нескольких лет Шон Хартнолл (Sean Hartnoll), физик из Стэнфордского университета, и его коллеги показали, что странным образом наше понимание высокотемпературных сверхпроводников может получить пользу от подобного подхода. Сверхпроводники проводят электричество без электрического сопротивления, но обычно им требуется для этого очень низкие температуры - такие, которые обеспечиваются жидким гелием или жидким азотом, - и это делает их полезными лишь в ограниченном количестве случаев, в том числе в магнитно-резонансной томографии (MRI), а также для поездов на магнитной подвеске. Новый «высокотемпературный» суперпроводник работает при более умеренных температурах, однако детали того, как он функционирует, остаются загадкой, осложняющей разработку улучшенных вариантов.

Оказывается, что некоторые аспекты поведения этих суперпроводников значительно легче понять, если использовать для этого математический аппарат теории струн. Так, например, при правильных условиях высокотемпературные сверхпроводники проводят электричество в одном направлении, но блокируют его на прямых углах. Хартнолл и его коллеги использовали соответствие Малдасены для разработки модели «голографически странного металла», которая способна добиться успеха там, где другие, более конвенциональные теории, оказались бессильными. «Голографически странный металл способен схватывать этот аспект высокотемпературных сверхпроводников, который иным способом схватить сложно», - отмечает Хартнолл.

Тем временем метод Малдасены используется для подтверждения того, что, по сути, каждое состояние материи соответствует гравитационному сценарию, который может быть описан с использованием математического аппарата теории струн. Сверхпроводники могут быть поняты как звезды, состоящие из заряженных частиц и недавно открытых Хиггсом бозонов. Классические жидкости могут быть смоделированы с использованием математического аппарата черных дыр, которые не вращаются и не имеют электрического заряда. Подобные открытия «поставили теорию струн ближе к центру исследований в теоретической физике, - подчеркивает Шираз Минвалла (Shiraz Minwalla), научный работник Института фундаментальных исследований Тата в Мумбае, Индия.

Существует длинный список нерешенных вопросов в физике. Почему масса бозонов Хиггса так мала? Почему нейтрино вообще имеют массу? Что такое темная материя? Окончательная теория, возможно, даст ответы на все эти вопросы, или ни на один из них. Однако столь же вероятно, что в первую очередь будут получены ответы на вопросы, которые мы никогда не задавали.

Это достаточная причина для того, чтобы продолжать преследовать окончательную цель, считает Натан Сейберг (Nathan Seiberg) из Института перспективных исследований (Institute for Advanced Study) в Принстоне, штат Нью-Джерси. «Я думаю, что мы просто продолжаем работу в том же направлении и пытаемся лучше понять исследуемые нами процессы, и, может быть, в конечном итоге мы сможем прийти к полному пониманию основополагающих принципов природы, - подчеркивает он. - Мы совершили заметный прогресс за последние несколько веков, и я не вижу никаких причин для того, чтобы сегодня этот прогресс остановился».

Источник: "New Scientist", Великобритания

Автор: Макгрегор Кэмпбелл © inoСМИ.Ru НАУКА И ТЕХНИКА, МИР 👁 3364 28.10.2013, 00:55 👍 726

URL: <https://babr24.com/?ADE=120102> Bytes: 17119 / 17085 [Версия для печати](#)

 [Порекомендовать текст](#)

Поделиться в соцсетях:

Также читайте эксклюзивную информацию в соцсетях:

- [Телеграм](#)

- [ВКонтакте](#)

Связаться с редакцией Бабра:

newsbabr@gmail.com

Автор текста: **Макгрегор
Кэмпбелл.**

НАПИСАТЬ ГЛАВРЕДУ:

Телеграм: @babr24_link_bot
Эл.почта: newsbabr@gmail.com

ЗАКАЗАТЬ РАССЛЕДОВАНИЕ:

эл.почта: bratska.net.net@gmail.com

КОНТАКТЫ

Бурятия и Монголия: Станислав Цырь
Телеграм: @bur24_link_bot
эл.почта: bur.babr@gmail.com

Иркутск: Анастасия Суворова
Телеграм: @irk24_link_bot
эл.почта: irkbabr24@gmail.com

Красноярск: Ирина Манская
Телеграм: @kras24_link_bot
эл.почта: krasyar.babr@gmail.com

Новосибирск: Алина Обская
Телеграм: @nsk24_link_bot
эл.почта: nsk.babr@gmail.com

Томск: Николай Ушайкин
Телеграм: @tomsk24_link_bot
эл.почта: tomsk.babr@gmail.com

[Прислать свою новость](#)

ЗАКАЗАТЬ РАЗМЕЩЕНИЕ:

Рекламная группа "Экватор"
Телеграм: @babrobot_bot
эл.почта: equatoria@gmail.com

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО:

эл.почта: babrmarket@gmail.com

[Подробнее о размещении](#)

[Отказ от ответственности](#)

[Правила перепечаток](#)

[Соглашение о франчайзинге](#)

[Что такое Бабр24](#)

[Вакансии](#)

[Статистика сайта](#)

[Архив](#)

[Календарь](#)

[Зеркала сайта](#)