

[Начало](#) → [Общество](#) → [Наука](#)

Дутый термояд



Сообщения о сенсационных научных достижениях могут подолгу будоражить воображение широкой публики, однако они принимаются научным сообществом только в том случае, если обосновываются в соответствии с методологическими принципами науки и интегрируются в ее концептуальную структуру. Если претендентам на открытие не удастся преодолеть эту планку, их работа лишается шансов на признание.

Эта история началась три года назад. 8 марта 2002 г. в американском журнале Science появилась статья, которая еще до публикации вызвала ожесточенные споры в научной среде. Ее авторы утверждали, что им удалось осуществить реакцию термоядерного синтеза на несложной установке, построенной в Ок-Риджской

национальной лаборатории.

Давно известно, что под воздействием ультразвука в жидкости образуются мельчайшие пузырьки, которые мгновенно схлопываются, сильно разогреваются и испускают очень короткие световые вспышки. Этот физический эффект называется [сонолюминесценцией](#). Инженер-ядерщик Рузи Талейрхан и его коллеги решили использовать его для запуска термоядерной реакции. Они пропускали ультразвук через цилиндрический сосуд с охлажденным жидким ацетоном, в молекулах которого водород был заменен на его тяжелый изотоп - дейтерий. Формула обычного ацетона - C_3H_6O , а его "тяжелый" аналог - это C_3D_6O (С - углерод, Н - водород, О - кислород, D - дейтерий). Новизна постановки эксперимента заключалась в том, что контейнер с ацетоном обрабатывали потоками быстрых нейтронов. В статье говорилось, что в облученной жидкости возникло вторичное нейтронное излучение, а также некоторое количество ядер трития, сверхтяжелого нестабильного изотопа водорода. Такой результат в принципе можно было объяснить тем, что пары внутри пузырьков нагрелись примерно до десяти миллионов градусов. При подобной температуре возможен термоядерный синтез трития из ядер дейтерия, причем этот процесс как раз и должен сопровождаться испусканием нейтронов. Физики из Ок-Риджа именно так и интерпретировали свои результаты.

Легко себе представить, что появление работы с такими анонсами было сопряжено с немалым шумом. Многие специалисты решительно возражали против появления ее в печати еще до выхода журнала из типографии. Когда редакция Science все же дала добро на публикацию, а журналисты заговорили о том, что человечество вскоре получит неисчерпаемый источник чистой и дешевой энергии, эти протесты только усилились. Статья Талейрхана со товарищи (а среди них был и российский физик Роберт Нигматулин) сразу заставила вспомнить о быстро лопнувшей сенсации тринадцатилетней давности. В 1989 г. физик из Британии Мартин Флейшманн и его американский ученик и коллега Стенли Понс якобы обнаружили термоядерные реакции, сопровождающие самый обычный электролиз воды. Правда, электролитом все же служила не обычная вода, а тяжелая, D_2O , электроды же изготавливались из драгоценных металлов, платины и палладия. Сообщения о столь необычном физическом явлении, которое окрестили холодным термоядом, тут же попали на первые страницы газет и в прайм-тайм теленовостей. Однако "великое открытие" оказалось мыльным пузырем, и вскоре о нем забыли.

Надо сказать, что выводы ок-риджских физиков все же звучали правдоподобней. И теоретические расчеты, и экспериментальные данные показывают, что легкие ядра могут

сливаться в более тяжелые (это и есть термоядерный синтез) лишь при температурах в миллионы градусов. О том же самом говорят и данные астрофизики, ведь термоядерные реакции служат основным источником энергии звезд. Так что утверждения о возможности термоядерных реакций при комнатных температурах воспринимались специалистами примерно так же, как и сообщения о том, что Земля покоится на четырех слонах. У Талейярхана и соавторов ни о каком холодном термояде речь не шла, они считали, что осуществили "стандартный" высокотемпературный термояд, только нестандартным способом - не в токамаке или ином плазменном реакторе, а в банке с тяжелым ацетоном. Однако другие ученые вскоре повторили эти опыты и не обнаружили ни трития, ни нейтронов. В профессиональной среде быстро восторжествовало мнение, что ок-ридждские экспериментаторы работали неграмотно и их выводы не стоят и выеденного яйца. К тому же в то время американский Конгресс как раз обсуждал финансирование строительства международного термоядерного реактора (проект ITER). И физики, и большие шишки из Министерства энергетики опасались, что шумиха вокруг дешевого "пузырькового" термояда побудит законодателей урезать средства на эту дорогостоящую программу. В общем, сенсационная статья в Science уже через год после публикации воспринималась абсолютным большинством специалистов как досадный курьез.

А вот сейчас кое-что изменилось. Упрямый Талейярхан не бросил своих экспериментов (с ним продолжает сотрудничать и Нигматулин). В прошлом году его группа опубликовала в престижнейшем Physical Review статью с изложением новых результатов, полученных на той же установке, но на основе модифицированной методики. С тех пор прошло около года, однако специалисты вроде бы пока не нашли в ней никаких ошибок. Более того, эти исследования субсидирует очень и очень серьезная организация, Управление перспективных оборонных исследовательских проектов Министерства обороны США, The Defense Advanced Research Projects Agency. Это подразделение Пентагона (в аббревиатуре DARPA) нередко выделяет средства на полуфантастические проекты, но все же денег на ветер не бросает.

О том, какой DARPA имеет интерес в работе Талейярхана (кстати, тот сейчас перешел из Ок-Риджа в университет Пардю в штате Индиана), мы поговорим позже. А сейчас займемся физикой. Итак, сонолюминесценция - это генерация световых квантов внутри кавитационных пузырьков, возникающих в жидкости под воздействием ультразвуковых волн. Ее открыли еще в тридцатые годы двадцатого столетия, однако физический механизм этого явления удалось понять только спустя шесть десятилетий. Это стало возможным в первую очередь благодаря работам американского физика Фелипе Гаитана, который научился "запирать" пузырьки в стоячих звуковых волнах и тем самым до какой-то степени управлять их расширением и сжатием. Сейчас считается доказанным, что в заключительной фазе схлопывания пузырьки сжимаются со скоростью от одного до полутора километров в секунду, что в три-четыре раза превышает скорость звука в жидкости. Это приводит к возникновению ударных волн, которые очень сильно нагревают газы внутри пузырька - как минимум, до десяти тысяч кельвинов. Расчеты показывают, что в зоне фронта ударной волны температура среды может достигнуть до нескольких сотен тысяч градусов, не исключено, что даже и до миллиона. Этого еще недостаточно для поджога термоядерной реакции, однако дистанция не столь уж и велика.

Теперь перейдем к экспериментам группы Талейярхана, в ходе которых насыщенная кавитационными пузырьками жидкость облучалась потоком быстрых нейтронов. Делалось это для того, чтобы уменьшить размеры пузырьков. Аппаратура для исследования сонолюминесценции формирует пузырьки диаметром порядка 20 микрон. Как это бывает при кавитации, сначала пузырьки расширяются, а затем стягиваются и коллапсируют. В силу некоторых причин облучение нейтронами приводит к возникновению пузырьков поперечником не более нескольких нанометров. Такие нанопузырьки растут гораздо интенсивнее обычных, "безнейтронных" - не в десять раз, как те, а примерно в десять тысяч. Затем, в фазе сжатия, они и схлопываются более резко, а, следовательно, сильнее нагреваются. Талейярхан и его коллеги рассчитывали, что подобный суперколлапс как раз и может нагреть внутренность пузырьков до термоядерных температур. В этом случае два ядра дейтерия могли бы при столкновении образовать ядро трития плюс ядро обычного водорода (иначе говоря, протон). В другом канале термоядерной реакции рождаются ядра гелия плюс свободные нейтроны. Поскольку ок-ридждские физики считали,

что уже в первых опытах им удалось зарегистрировать и тритий, и вторичные нейтроны, они и утверждали, что внутри нанопузырьков зажигались термоядерные реакции.

Как уже говорилось, специалисты не сочли эти выводы убедительными и не смогли подтвердить их в контрольных экспериментах. При этом восторжествовало мнение, что нейтронное излучение, которое наблюдала группа Талейярхана, не было термоядерным - это были всего лишь первичные нейтроны, отраженные от стенок пузырьков. Однако Талейярхан и его единомышленники не собирались отступать. Для новых опытов они использовали следящую аппаратуру, которая позволяла непрерывно измерять количество нейтронов, покидающих контейнер с ацетоном. В результате выяснилось, что отражение первичных нейтронов действительно имеет место, однако оно быстро затухает. А выходящий из контейнера нейтронный поток внезапно усиливается и дает два пика. По мнению экспериментаторов, именно эти нейтроны и рождаются в ходе термоядерных реакций, возникающих при коллапсе нанопузырьков. Если же опыт ставился таким образом, что первичный нейтронный импульс не запускал рождение нанопузырьков, этих пиков вообще не возникало, хотя отраженные нейтроны по-прежнему регистрировались. Талейярхан и его коллеги считают, что теперь наличие пузырькового термояда доказано вполне надежно.

И эти аргументы уже убедили многих. В частности, Ларри Крам, один из основных критиков первой статьи в Science, не только согласился с теперешними выводами былых противников, но даже придумал теоретическую модель, объясняющую появление большого числа термоядерных нейтронов - примерно десять тысяч на каждый сколлапсировавший нанопузырек. Вот как она выглядит в модифицированном виде. В результате облучения первичными нейтронами нанопузырьки рождаются не поодиночке, а скоплениями, и испускают нейтроны практически одновременно. Каждое скопление насчитывает порядка тысячи пузырьков, каждый пузырек рождает около десяти нейтронов - в сумме и получается десять тысяч.

Так что же, выходит, проблема осуществления управляемой термоядерной реакции уже решена и проект ITER можно аннулировать? Не будем торопиться. Во-первых, существование пузырькового термояда все же не доказано, хотя и выглядит куда правдоподобней, чем три года назад. Недавно руководитель отделения ядерных технологий университета Пардью Лефтери Цукалос и его коллеги повторили эксперименты группы Талейярхана и, по просочившимся в печать сведениям, подтвердили рождение трития. Эти результаты еще не опубликованы, однако профессор Цукалос намерен их доложить на конференции во Франции в октябре. Но даже если пузырьковый термояд не фикция, а реальность, миниатюрная установка Талейярхана - это еще далеко не реактор. Пока никто не может сказать, можно ли воспроизвести этот эффект в таких масштабах, которые позволят его использовать для получения энергии. Более реальна перспектива использовать подобные аппараты в качестве недорогих нейтронных генераторов, потребность в которых достаточно велика.

А почему эти опыты получили поддержку Пентагона? Конечно, надежда на создание термоядерной энергетики сама по себе достаточный стимул, но ведь пока она довольно эфемерна. Однако с помощью пузырькового термояда можно получать радиоактивный тритий, а это опасное оружие в руках террористов. Так что не исключено, что DARPA платит, чтобы убедиться в реальности или нереальности этого эффекта, военные ведь обязаны иметь заготовки на все случаи жизни.

Источники:

R.P. Taleyarkhan, J.S. Cho, S.D. West, R.T. Lahey, Jr., R.I. Nigmatulin, and R.C. Block
Additional evidence of nuclear emissions during acoustic cavitation
Physical Review E, 69, 036109 (2004)

Justin Mullins
Harnessing bubbles to trigger nuclear fusion
New Scientist, 22 January 2005
06.02.2005 15:48

Алексей Левин (Вашингтон)

[Полная версия](#)

Статья по теме

Раз в 10 000 лет Земля купается в темной материи

Солнечная система в своем движении через космическое пространство может регулярно сталкиваться с чрезвычайно разреженными скоплениями экзотических элементарных частиц, сохранившимися со времен раннего детства Вселенной. Об этом свидетельствуют вычисления швейцарских физиков.

<http://grani.ru/Society/Science/m.83691.html>

Алексей Левин (Вашингтон)

29.01.2005

Статья по теме

4 миллиарда лет назад Солнце участвовало в абордаже

Периферия нашей планетной системы сформировалась под влиянием молодой звезды, прошедшей неподалеку от Солнца более четырех миллиардов лет тому назад. Компьютерная модель подтверждает, что в ходе подобного сближения наше светило вполне могло захватить и удержать своим тяготением множество твердых тел из окружения этой звезды.

<http://grani.ru/Society/Science/m.80733.html>

Алексей Левин

03.12.2004

Статья по теме

Найдено направление "космического ливня", устроившего потоп в Солнечной системе

Едва ли не самая интригующая проблема, с которой в свое время столкнулись исследователи космических лучей, - это необходимость объяснения так называемого "колена" в спектре первичного космического излучения - избытка высокоэнергичных частиц. До сих пор однозначного объяснения этот феномен не получил, но последние исследования все увереннее связывают эту аномалию не с особенностью "работы" галактических магнитных полей или физикой межзвездного пространства, а с тем, что нас, землян, просто угораздило родиться в относительной близости от мощного "ускорителя" частиц определенной энергии, изрядно "попортившего" астрофизикам картину мира.

<http://grani.ru/Society/Science/m.50877.html>

[Максим Борисов](#)

17.11.2003

Статья по теме

Датчик гравитационных волн уходит под землю

Гравитационные волны - это своего рода "рябь" в пространственно-временном континууме, которая возникает тогда, когда массивные космические тела испытывают ускорение (точнее говоря, гравитационные волны излучаются массами, движущимися с переменным ускорением). Альберт Эйнштейн предположил их существование в рамках своей Общей теории относительности еще в 1915 году. Двигаться гравитационные волны должны были со скоростью света. Однако эти волны очень слабы и их регистрация до сих пор находится на грани технических возможностей.

<http://grani.ru/Society/Science/m.66866.html>

[Максим Борисов](#)

12.04.2004

Статья по теме

Немецкие математики установили, что Вселенная по форме напоминает дудку

Вселенная может иметь форму не какого-нибудь там шара или додекаэдра, а... рожка или горна. Точнее говоря весь наш космос вытянут в этакую длинную трубку, с узким концом с одной стороны и "раструбом" с другой. Такая "конструкция" нашей Вселенной кроме всего прочего подразумевает, что она конечна, а в каких-то ее местах встречаются области, где можно увидеть собственный затылок.

<http://grani.ru/Society/Science/m.67469.html>

[Максим Борисов](#)

19.04.2004

Статья по теме

Физики доказали, что рукописи не горят

Известный популяризатор науки и специалист по черным дырам Стивен Хокинг на пару с Кипом Торном, по всей видимости, проспорил Джону Прескиллу полное собрание томов Британской энциклопедии. В 1997 году эти три космолога заключили между собой ставшее вскоре широко известным пари относительно того, исчезает или нет информация, поглощаемая черными дырами вместе с материальными носителями, то есть меняется ли вообще внутреннее состояние черной дыры в зависимости от конкретных характеристик частиц, которые ею поглощены.

<http://grani.ru/Society/Science/m.62251.html>

[Максим Борисов](#)

03.03.2004

Статья по теме

Сколько годков Галактике

Получена важная информация о возрасте Млечного пути. Новая оценка основана на измерении уровня бериллия-9 в древнейших звездах шаровых скоплений - спутников нашей Галактики. Таким образом выяснилось, что она существует уже около 13,6 миллиарда лет (плюс-минус 800 миллионов).

<http://grani.ru/Society/Science/m.75507.html>

Алексей Левин (Вашингтон)

18.08.2004

Статья по теме

Черные дыры разрушили теорию призрачных частиц

Недавно появилась интересная теория, которая претендует ни много ни мало, как на раскрытие всех основных тайн современной космологической науки. Эта теория "призрачного конденсата" появилась в прошлом году. Предполагается, что межзвездный вакуум заполнен своеобразной "жидкостью" или "флюидом" из призрачных частиц. Однако согласно последним вычислениям, черные дыры, населяющие нашу Вселенную, могли бы очень быстро "выхлебать" любую подобную "жидкость".

<http://grani.ru/Society/Science/m.78051.html>

Максим Борисов

11.10.2004

Статья по теме

Мюоны указывают путь к невидимой вселенной

Международная группа физиков из Брукхэвенской лаборатории сообщила о том, что в экспериментах с элементарными частицами удалось обнаружить серьезные отклонения от теоретических предсказаний, даваемых Стандартной моделью. Измерялось колебание мюонов в магнитном поле. Нарушение Стандартной модели - это уже вполне ожидаемое событие, многие ученые полагают, что благодаря этому откроются горизонты новой физики элементарных частиц.

<http://grani.ru/Society/Science/m.56302.html>

Максим Борисов

11.01.2004

Статья по теме

Капсула с солнечным веществом врезалась в землю

NASA сообщило о неудачном завершении уникального, пока что единственного в своем роде эксперимента, направленного на сбор образцов солнечного вещества, рассеянного в космическом пространстве. Они находились в спускаемой капсуле автоматического зонда Genesis, которая 8 сентября упала на территории военного полигона в американском штате Юта.

<http://grani.ru/Society/Science/m.76488.html>

Алексей Левин (Вашингтон)

08.09.2004

Статья по теме

Вселенная может оказаться старше

Вселенная может оказаться примерно на миллиард лет старше своего официального возраста. К такому выводу пришли физики из Италии и ФРГ. Их выводы основаны на измерении скорости цепочки термоядерных реакций, которые обеспечивают светимость горячих и ярких звезд, масса которых как минимум в два-три раза превышает массу нашего Солнца.

<http://grani.ru/Society/Science/m.70782.html>

Алексей Левин (Вашингтон)

21.05.2004

Статья по теме

Водородная бомба – дитя нескольких отцов

12 августа исполняется полвека со дня первого в нашей стране испытания водородной бомбы. Ее создание курировал грозный Лаврентий Берия, который к моменту взрыва "изделия" уже был полтора месяца как арестован товарищами по партийному руководству и ждал неминуемой смерти.

<http://grani.ru/Society/Science/m.40231.html>

Борис Соколов

12.08.2003

Copyright © 2005 Grani.ru