

Термоядерный синтез — Lurkmore



В эту статью нужно добавить как можно больше фотографий и схем порнухи для нердов.

Также сюда можно добавить интересные факты, картинки и прочие кошерные вещи.

Термоядерный синтез (*термояд, управляемый термоядерный синтез, UTC*) — старый, но всё ещё действующий метод [распила](#) бюджетного [бабла](#) в глобальных масштабах, способный дать в качестве побочного результата источник сотен энергии, звездолёты и прочие [кошерные](#) вещи.

Работающий прототип чудо-машины наглядно представлен в виде ~~вращающегося над поверхностью~~ [земного диска](#) Солнца. Правда запилить именно такую же мы не можем: чтобы водород смог в термоядерную реакцию сам, без обвеса, его нужно много. Нет, МНОГО. 80 масс Юпитера или больше. Но [мы работаем над этим](#).

Суть™

Непросвещённым — [сюда](#).

Коротко о главном. Давным-давно [Эйнштейн](#) распространил ныне известное даже [детям](#) $E=mc^2$ на все объекты (в том числе движущиеся с околосветовой скоростью, безо всяких эфиров и электродинамик). В то же время учёные поняли, что два ядра атома дейтерия ^2H (это тяжелый изотоп водорода) неспроста весят чуть более, чем одно ядро гелия-4 ^4He . Более того, при синтезе этого самого гелия из водорода энергия связи $\Delta m \times c^2$, где Δm — дефект массы, с радостью улетает в виде кинетической энергии продуктов синтеза.



Термоядерная плазма.

В принципе, вариантов синтеза [на самом деле](#) чуть более, чем дохрена. Можно использовать и дейтерий, и литий, и тритий — да хоть что! Вот только:

1. для синтеза более тяжёлых элементов нужна бóльшая температура;
2. при синтезе элементов тяжелее железа энергии выделяется [меньше](#), чем при синтезе железа.

Поэтому выбор, [тащемта](#), невелик: либо использовать дейтерий из воды (которой очень много, [пока ещё](#)) и нагревать его до ста миллионов градусов, либо синтезировать сверхтяжёлый изотоп водорода из лёгкого изотопа лития (тут градус будет на порядок ниже, но и нейтронное излучение сильнее). Как нетрудно догадаться, люди в белых халатах и очках выбрали второй способ.

Не будем вдаваться в технические, матановые и проектировочные подробности. Достаточно подсчитать, что один грамм дейтерий-литиевого «топлива» (0,25 г дейтерия + 0,75 г лития-6) позволяют получить немногим больше энергии, чем [трит с половиной тонны бензина](#). Этого уже достаточно, чтобы финансировать работу сумрачных гениев по реализации данной затеи [IRL](#). Но жопа в том, что термоядерной/водородной пока удаётся сделать только бомбу. Взорвав сначала обыкновенную атомную и добившись тем самым нужной для ТЯС температуры. А вот сделать этот синтез управляемым — проблема. Плазма в токамаках не держится, «рвётся», а другие способы пока ещё сырые.

<https://www.youtube.com/watch?v=svrMsZQuZrs>

А так выглядит изнутри.

[Живое солнце](#)

И снаружи.

[KStar Ufo Power Plant Magnetic Plasma Fusion Reactor](#)

Це не шум, а отдельные реагирующие частицы: ибо хвост нормального распределения (смотреть в полный экран).

При чём здесь бабло?

Получать из реакции $\text{D}+^6\text{Li}$ много энергии [научились](#) ещё более полувека назад. И уже тогда начали вести полномасштабные исследования возможности мирного применения этой энергии. Причём полагали, что первые экспериментальные термоядерные электростанции начнут строить чуть ли не сразу после появления первых промышленных атомных электростанций. Но даже несмотря на то, что [дедлайн](#) установил лично товарищ [Сталин](#), [они не появились до сих пор](#).

Термоядерные исследования — это в значительной степени экспериментальная наука. Тут вам не [Перельман](#), с тремя копейками

денег ничего толкового не сделаешь. Необходимо сложное дорогостоящее оборудование и куча ~~негров~~ нердов, которые будут это оборудование обслуживать. На всё это нужно выделять большие деньги. И, как ни странно, они таки выделяются. А когда любое правительство выделяет на что-то деньги, они неизбежно идут не только на те аспекты, которые реально важны, но и на те, что лучше прорекламированы^[1]. Даже те научные организации, которые действительно хотят сделать что-то полезное, нередко вынуждены заниматься чем-то скорее «модным», чем реально важным, так как иначе денег не получают.

Справедливости ради стоит отметить, что расходы на термояд выглядят огромными только до тех пор, пока не сравнишь их со всякими [нанотехнологиями](#) и [другими радостями распильщиков](#).

Зачем это вообще нужно?

Как известно, нефти, угля и газа хватит не так уж и надолго. Да ещё и [экологи](#) недовольны. Урана и тория вроде хватает, но народ [чего-то](#) боится. Да и неясно, куда столько радиоактивных отходов девать^[2].

Термояд же позволяет в перспективе получать энергию буквально из воды, причём отходами его работы будут являться только обычные безвредные водород и гелий. Внутри реактора будет радиоактивный тритий, но его будет сотни грамм, в противовес сотне тонн полуотработанного топлива в обычных ядерных реакторах, так что ничего подобного [Чернобылю](#) не может произойти даже если термоядерный реактор взорвётся. Но его взрыв возможен разве что в случае [теракта](#), так как реакция там в принципе самопроизвольно развиваться не умеет.

Алсо, в теории, ракетные двигатели, основанные на сабже, способны выдавать импульс больший нежели плазменные, электрические и всякие там ядерные. Что позволяет получить [трактор](#) пригодный для использования в планетарных и даже в межзвёздных масштабах со скоростью в 10% от световой. Во втором случае, правда, полёты будут [беспилотными](#). Но лет эдак за 50 до [ближайшей](#) звезды дошкандыбать можно.

Почему не получается?

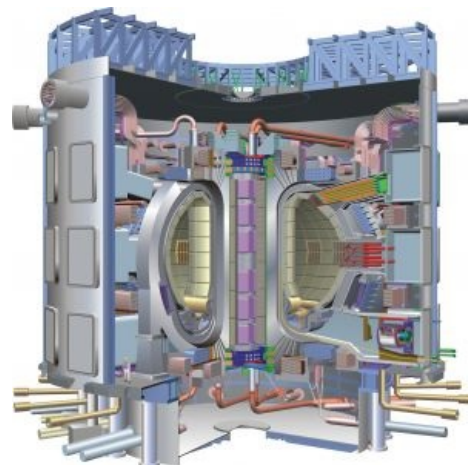
Чтобы произошла реакция синтеза, два ядра должны сблизиться на очень близкое расстояние. Но ядра имеют положительный заряд, а потому отталкиваются друг от друга. Чтобы их сблизить друг с другом, их нужно разогнать до огромных скоростей. Одним из основных вариантов такого разгона является нагрев до высокой температуры. Расчет показывает, что нужна температура порядка 10^9 Кельвин. Но за счет так называемого «максвелловского хвоста» синтез загорается уже при 10^7 . Популярно это можно объяснить следующим образом, при заданной температуре частицы газа движутся с *различными* скоростями, определяемыми (в дорелятивистской области) распределением Максвелла. Поэтому уже при температуре 10^7 К найдутся такие частицы, скоростей которых достаточно для преодоления кулоновского отталкивания и слияния двух ядер в одно. Но при таких температурах вещество становится плазмой и очень интенсивно излучает энергию, то есть быстро остывает.

[ВНЕЗАПНО](#) оказалось, что реальные потери энергии куда больше, чем показывали первые [теоретические расчёты](#), и вообще плазма ведёт себя крайне [невоспитанно](#), не слушается учёных, так что достаточное количество топлива прореагировать не успевает. Уменьшить же потери или увеличить скорость реакции оказалось не так-то просто. Причём зачастую требования друг другу [противоречат](#): чтобы за то же время прореагировало больше топлива его концентрацию нужно повышать, но при повышении концентрации возрастают потери энергии, а оттого время уменьшается.

Это хорошо бы знать, но всем, как всегда, похуй:

Чисто теоретически, сколь бы мала ни была доля прореагировавшего топлива, это всё равно положительный выход энергии. Пусть мы тратим на нагрев топлива 1 МДж электричества и в результате реакции получаем 10 кДж термоядерной энергии. Всё потраченное электричество в конечном счёте переходит в нагрев установки. Вся термоядерная энергия — туда же. Таким образом установка получает 1,01 МДж тепла. Умей мы 100 % тепла превращать в электричество, термоядерные электростанции уже строили бы пачками. Но, увы, реалистично рассчитывать лишь на 25-35 % КПД. Значит нам нужно чтобы на каждый МДж электричества, потраченного на нагрев, получалось хотя бы 2-3 МДж термоядерной энергии чтобы реактор просто мог обеспечить энергией свой же нагрев. Учитывая, что энергия уходит не только на нагрев, а так же то, что нам нужна электростанция, а не просто самоподдерживающийся реактор, нужно уже 5-10 МДж термоядерной энергии на 1 МДж нагрева.

Каким параметром можно оценить скорость потери энергии топливом? Этот параметр называется «временем удержания». Это время, в течение которого плазма снизит свою



Международный экспериментальный проект по распилу бабла.

температуру в e ($\sim 2,71$) раз. Оно получается как отношение тепловой энергии, содержащейся в плазме, к мощности нагрева, необходимого для поддержания данной температуры.

Как уже было сказано выше, количество выделяемой в результате реакции энергии зависит от концентрации топлива. Причём зависимость линейная. Значит, отношение мощности термоядерной реакции к мощности, затрачиваемой на нагрев, при данной температуре определяется произведением концентрации^[3] на время удержания. Расчёты показали, что при температуре в 10 кэВ (примерно 116 миллионов К) реактор можно будет использовать для электростанции только когда это произведение превысит $10^{14} \text{ см}^{-3} \cdot \text{с}$ (то есть время удержания более одной секунды и концентрация плазмы более 10^{14} частиц в см^3). Этот критерий называется критерием Лоусона. Именно за его достижение (при одновременном получении температуры более 10 кэВ) и ведут сейчас борьбу физики по всему миру. Пока лучшие реакторы не дотягивают в разы. Ну, а истинная мечта физиков — это так называемое зажигание плазмы. Это когда та доля термоядерной энергии, которая остаётся в плазме, будет достаточной для поддержания её температуры, то есть нагрев можно будет вовсе отключить. Для этого нужно, чтобы произведение концентрации на время удержания было примерно в пять раз выше, чем нужно по критерию Лоусона.

Справедливости ради стоит отметить, что бабло эти полвека тратилось не только впустую. Современные реакторы лишь в разы хуже того, что нам нужно, а ещё несколько десятков лет назад отставание было на порядки. Так что, если финансирование не прекратится, термоядерные электростанции всё-таки построены будут. Лет через пятьдесят.

Пути получения энергии

На данный момент самыми перспективными признаны два подхода к получению термоядерной энергии: долгое время удерживать магнитным полем разреженную плазму и сжать плазму до такой огромной плотности, что реакция успеет пойти несмотря на то, что от разлёта плазму удерживает лишь инерция.

Магнитное удержание

«Коту токамак от уток. »

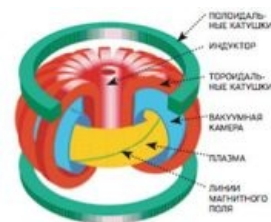
— Палиндром

Первый вариант осуществляется с помощью двух типов установок: **токамаки** и **стеллараторы**. На данный момент отличия между ними сводятся к тому, что первые чуть дешевле при тех же размерах, а вторые — чуть лучше. Для неискущённого наблюдателя и то и другое — бублик с каким-то хитроумным магнитным полем внутри (впрочем, последние разработки в области стеллараторов предполагают настолько хитрую форму магнитных катушек и вакуумной камеры, что даже **школьник** это с токамаком не спутает). Так как чем больше размер реактора — тем лучше (и Фрейд тут ни при чём) в нём удерживается плазма, вопрос строить ли на эти деньги токамак, но побольше, или стелларатор, но поменьше, остаётся открытым. Но чаще выбирают первый вариант (не исключено, что это уже связано с Фрейдом напрямую: чем больше то, что ты обещаешь построить на эти деньги, тем вероятнее, что их тебе выделят).

Сперва в мире строили только стеллараторы; на то что совки возьмётся с какими то там бубликами особо внимания не обращали. Тут в 1968 советские ученые ВНЕЗАПНО объявили на весь мир что в своем агрегате получили целых 10 миллионов градусов и притом аж на десять миллисекунд. Все остальные просто охренели от такой наглости (цифры примерно на порядок превышали результаты любого другого агрегата), и, разумеется, потребовали доказательств. Поскольку оные были очень кстати ЧСВ всего Советского Союза, правительство разрешило приехать группе **британских ученых**. Те произвели замеры (как объяснили одному сэру в Палате Лордов — очень длинным термометром) и подтвердили цифры. Все дружно ринулись ломать и перестраивать свои стеллараторы.

Термоядерный реактор Lockheed Martin

Вариации на тему магнитного удержания. Получатели грантов обещают через пять лет сделать реактор, который можно возить в



Токамак.

Токамак.



Внутри.

Внутри.



Сферический токамак с вакуумом в естественной среде обитания.

Сферический токамак с вакуумом в естественной среде обитания.

прицепе [Газели](#). За счет хитрых магнитных зеркал обещают уменьшить размеры, потребные для удержания горячей плазмы.

Инерциальное удержание

Единственный [работающий на практике](#) вариант. Осталась одна «мелочь»: сделать масштабы достаточно малыми для применения в мирной энергетике. А тут, как и в случае магнитного удержания, чем больше, тем проще получить реакцию.

Первоначальная идея заключалась в том, чтобы со всех сторон жакнуть по маленькому шарикку дейтерий-тритиевого льда кучей лучей лазеров, пучков электронов или ионов. Но идея [провалилась](#): сжатие происходило неравномерно, а оттого никакой нормальной реакции не получалось. Позже разработали несколько изменённый метод: шарик льда помещают внутрь небольшой металлической сферы с несколькими дырочками для прохода лучей/пучков, лучи/пучки нагревают внутреннюю поверхность сферы до большой температуры и она начинает светить мягким уютным рентгеном, это рентгеновское излучение очень равномерно нагревает поверхность ледяного шарика, та испаряется и реактивной силой равномерно сжимает оставшийся лёд (кстати, это куда ближе к термоядерной бомбе, чем исходная идея). Сейчас к этому ещё добавилась идея использовать не один импульс, а два (fast ignition/ быстрое зажигание): один относительно медленно сжимает количество топлива, а второй быстро разогревает малую часть от уже сжатого, потом термоядерная реакция сама распространяется на остальное топливо. Дополнительно можно посмотреть [Википедию](#).

Фузор Фарнswortha

Если уж приспичило осуществить термоядерный синтез, и при этом не нужна энергия, то строить мега-реактор совсем не обязательно. Достаточно сабжа — небольшого устройства, позволяющего невозбранно запилить термоядерную реакцию у себя на столе. Единственный минус — энергию фузор Фарнswortha не вырабатывает а, напротив, жрет и нехило. В 2000-х в США пытались запилить улучшенную версию фузора на основе идей [расового совкового хохла](#) из Харькова под названием «[Поливелл](#)» в надежде, что он хоть что-нибудь, да выработает. Не получилось, не фартануло — он всего лишь стал чуть меньше потреблять. Впрочем, в этом направлении пытаются копать дальше.

Холодный синтез и прочее

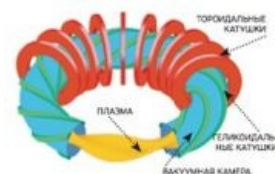
Основная статья: [ХУЯС](#)

Эпическое сборище шарлатанов. Причём если [одни из них](#) только предлагают свои перспективные «пути решения», то другие и вовсе предлагают [готовые решения](#), реализованные «в железе».

Среди всего этого многочисленного бреда изредка, но таки встречаются нормальные разработки. В частности [мюонный катализ](#), использование [встречных пучков быстрых ионов](#) дейтерия и трития и т. д. Но все они пока крайне далеки от получения полезной энергии и на практике могут использоваться (и используются) только в качестве источников быстрых нейтронов.

Управляемый ядерный синтез на основе сонолюминесценции

Какое-то время пытались реализовать ядерные реакции синтеза путем схлопывания кавитационных пузырьков, образующихся в жидкостях в зоне сильных акустических полей. Расчеты показывают, что это вполне возможно. Но на практике из-за ошибок в подготовке экспериментов получаются неоднозначные результаты. Наиболее яркая работа в этой области: <http://nuclearfusion.narod.ru/rrrrr.htm> Следует сказать, что после публикации в Интернете данной информации никто из исследователей ничего по ядерной сонолюминесценции лучше не



Стелларатор.

Стелларатор.



Катушки стелларатора, а вовсе не [Зион](#).

Катушки стелларатора, а вовсе не [Зион](#).



Процесс сборки.

Процесс сборки.

предложил.

Гибридный термоядерный реактор

Известно, что в термоядерных бомбах часто используют оболочку из обеднённого урана для существенного повышения мощности взрыва: нейтроны D-T реакции обладают столь высокой энергией, что вызывают деление даже «неделящихся» тяжёлых изотопов. Разумеется, быстро возникла идея применить этот же принцип и в мирных реакторах.

Чем это [хорошо](#)

- К созданию гибридной электростанции можно приступить хоть завтра, так как применение обеднённого урана в 5—10 раз повысит энерговыделение;
- Тысячи тонн обеднённого урана наконец-то найдут себе полезное применение (пока что их тупо пуляют из танковых пушек в виде обычных болванок, в танковую же броню);
- В интенсивных потоках быстрых нейтронов многие долгоживущие изотопы превращаются в короткоживущие, что позволяет перерабатывать отходы обычных атомных реакторов;
- В таких реакторах можно производить много чистого и дешёвого урана-238 и плутония-239 для [атомных бомб](#) (стоит отметить, что то же самое происходит и в ядерных реакторах на быстрых нейтронах. А ещё тот самый ^{239}Pu скорее всего будут использовать как топливо в реакторах, поскольку реакторы БН умеют делать его из бесполезного урана-238 в огромных количествах (а точнее, с коэффициентом выхода 1,4—1,5)).

Чем это [плохо](#)

- В таком реакторе сотни тонн радиоактивных веществ, а значит можно ожидать [море лулзов](#). Хотя здесь, в отличие от реакторов деления, их можно получить только при мощном внешнем воздействии, неконтролируемое развитие реакции тут невозможно;
- В таком реакторе не только перерабатываются, но и производятся радиоактивные отходы, которые куда-то нужно девать (впрочем, в основном короткоживущие, в отличие от реакторов деления).

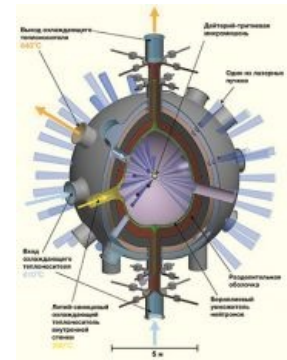
ИТЭР

Самый крупный на данный момент агрегат. Тип — токамак. Строится на юге Франции. Название первоначально значило «International Thermonuclear Experimental Reactor» («Международный Термоядерный Экспериментальный Реактор»), но сейчас предпочитают не расшифровывать вообще — дескать, на слово «термояд» у некоторых [ассоциации](#) плохие. Справку о безопасности, правда, уже получили, даже вроде не одну. В начале 2014-го один фонат начал собирать голоса на производство [LEGO модели](#). На относительно небольшой кусок требуется под пятьсот кирпичиков.

Плюсы

- Должен ненадолго выдавать десятикратную прибыль в энергии. Примерно столько и нужно реальной электростанции — только, конечно, постоянно.
- Имеет свой [сайт](#). Обновляется регулярно, так что каждый может так же регулярно порадоваться успехам человечества.
- На сайте имеется ссылка на стоящую рядом со стройкой [вебкамеру](#), так что каждый может убедиться (за исключением тех случаев когда ее переносят на взгляд с другой стороны) что там именно работают, а не распиливают. А может и начали пилить — уже довольно долго почему-то ограничиваются относительно регулярными фотками.

Минусы



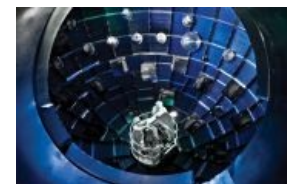
Инерциальное удержание. [Физики](#) умеют зажигать.

Инерциальное удержание. [Физики](#) умеют зажигать.



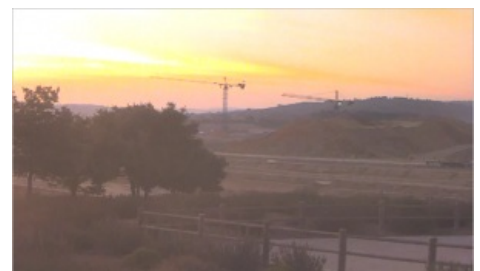
Вот он лазер на [500 ТВт](#). Ну или около того.

Вот он лазер на [500 ТВт](#). Ну или около того.



[Коробочка](#) для звезды.

[Коробочка](#) для звезды.



Заря над великой стройкой термоядеризма.

- Цена. Первоначально оценивался в €5 миллиардов, но ввиду всякой там инфляции и подорожания материала, сейчас уже стоит втрое больше. Примерно половину вносит ЕС, но Россия с Японией (и ещё кое-кем) тоже приложились. Также, цена не окончательная. Недавно был срач по поводу того что понадобились добавочно полтора миллиарда, и их, оказывается, надо еще было откуда-то брать. Сторонники, правда, утверждают что это не так-то много: все разработки по термояду стоят примерно €2 миллиарда в год, из них примерно один на ИТЭР. Всего, на альтернативную энергию, ежегодно тратится около двухсот^[4].
- На камере видно как стройка портит прекрасный пейзаж. Правда, это вполне может измениться, когда достроят.

<https://www.youtube.com/watch?v=wKrcws5lY78>
 Реактор - пазл.
 ITER Side Radial Plate Prototype takes to the sea
 Погрузка образца крупной детали на корабль. Капитан корабля - русский. Флаг, как водится, Либерии.
 Производство 760 м тороидального проводника
 Русские скручивают кабель.

Лулз

Физики-теоретики до сих пор [срут кирпичами](#), а [Мёрфи собирает шаблон](#) от Н-моды установок с магнитным удержанием. Так, при достижении определённой мощности дополнительного нагрева плазмы в токамаках (а впоследствии этого добились и в стеллараторах) резко замедляется перенос, а значит и потери энергии в плазме. Сами представьте: вы долго всё разрабатывали, рассчитывали, построили токамак, а он внезапно работает вдвое лучше, чем предполагалось!

Теоретики напридумывали кучу гипотез, как объяснить появление Н-моды и полное несоответствие экспериментальных формул классическим теоретическим даже по знаку производной, но единой чёткой модели так и нету. Экспериментаторы же просто разобрались как оно работает и стали напоминать [шаманов](#) не меньше, чем админы: точно так же не могут объяснить, как оно работает, но оно таки работает.

Любители поискать [глубинный смысл](#) и [религиозные люди](#) могут считать, что это знак от [Б-га](#), что мы двигаемся в нужном направлении или современная манна небесная от него же.

Также это позволяет оптимистам рассчитывать на открытие в будущем какой-нибудь УН-моды и появление термоядерных электростанций куда быстрее современных прогнозов. Ну или пессимистам — ожидать появления какой-нибудь обратной моды, которая сделает ситуацию ещё хуже, чем было до открытия Н-моды. И теоретикам корм, конечно же — релятивистский случай тесно схлестнулся с квантовым, а что ещё для [теории струн](#) нужно? Чёрные дыры у них есть, бозон Хиггса теперь тоже есть, а тут ещё и Н-mode.

Галерея

[Чистая энергия ядерного синтеза](#)
 Абдула, поджигай пока не разлетелось!

Св. также

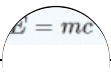
- [Матан](#)
- [ХУЯС](#)

Ссылки

- [Популярная механика. Немного более подробно об основах сабжа.](#)
- [Ещё более подробно. С доставляющей теоремой о причёсывании сферических ежей в вакууме.](#)
- [Научно-популярная статья.](#)

Примечания

- ↑ Например, вполне обыденным является доклад результатов в стиле «мы достигли x до n1, y до n2 и z до n3, что выше, чем у всех остальных», при этом не указав, что это всё получено не одновременно, x = n1 получено при y и z в полной жопе и т. д.
- ↑ Хотя это пока. Пока что их не научились толково использовать. Дело в том, что в осколках деления непрерывно образуется ~~из свинца — золота~~ в стопицот раз дороже элементы типа цезия, рубидия и всяко-разного. Так что, быть может, лет через 30-50 эти «отходы» (только называться они уже будут как-нибудь иначе) будут стоять подороже нефти или урановой руды. Поживем — увидим.
- ↑ Для нас важна концентрация дейтерия и трития, но, если не указано иного, в физике плазмы принято говорить о концентрации электронов. В случае термоядерной плазмы она приблизительно равна сумме концентраций дейтерия и трития.
- ↑ Ежегодные отчёты [здесь](#)



Матан

265 Science freaks Scorch.ru Sherak TeX Xkcd Алекс Лотов Александр Никонов
Андрей Складов Артефакты Петербурга Атомная бомба Березовский Бесплезная наука
Биореактор Блез Паскаль Большой адронный коллайдер Большой взрыв Британские учёные
Бритва Оккама Бронников Вадим Чернобров Вассерман Великая тайна воды
Великая теорема Ферма Миша Вербицкий Вечный двигатель Взлетит или не взлетит?
Виктор Катюшик Виктор Петрик Владимир Жданов Высшая математика Геннадий Малахов
Геометрия Лобачевского Гомеопатия ГСМ Двести двадцать Декарт Деление на ноль
Детерминизм Дети индиго Дигидрогена монооксид Древний Египет/Клюква Евгеника
Задача Льва Толстого Задача Эйнштейна Закон Мерфи Закон Парето Инженер
Информационное поле Вселенной ИТМО Как поймать льва в пустыне Кари Байрон
Карл Саган Квадратно-гнездовой способ мышления Квадратура круга Квантовая механика
Клон Когнитивная психология Коробочка фотонов Корчеватель Кот Шрёдингера
Критерий Поппера Кубик Рубика Лаборатория Лейбниц Леонардо да Винчи Луговский
Лунный заговор Лысенко Льюис Кэрролл Любительская астрономия Мальтузианство
Матан Матан/Элементарные частицы Межконтинентальная баллистическая ракета
Метод научного тыка Мулдашев МФТИ Мэттью Тейлор Нанотехнологии Наука vs религия
Научное фричество Научный креационизм Научный креационизм/Аргументация
Неуместный артефакт Никола Тесла НЛП НМУ Олег Т. Омар Хайям Палата мер и весов
Пентаграмма Григорий Перельман Переслегин Пик нефти Пирамидосрач Плутон
Принцип Арнольда Простые числа Пушной

[en.w:Fusion power w:Управляемый термоядерный синтез](#)