

Принципы холодного нуклеосинтеза.

Сергей Шавырин¹

¹Email: serge.shavirin@phystech.edu

АННОТАЦИЯ Современная наука отрицает возможность нуклеосинтеза при комнатных температурах, рассматривая этот процесс в рамках физики высоких температур и физики плазмы. Однако, если посмотреть на проблему с другой стороны, в терминах физики низких температур и квантовой механики, ситуация серьёзно меняется. Эта статья представляет гипотезу простого и естественного механизма благодаря которому холодный нуклеосинтез является, возможно, самым распространённым ядерным процессом на Земле.

В ночь перед бурей на мачте
Горят святого Эльма свечки

Булат Окуджава. "Пиратская лирическая".

СОДЕРЖАНИЕ

Постановка задачи.	1
Некоторые необъяснимые явления.	2
Немного из квантовой механики.	3
Теория шаровой молнии.	3
Холодный нуклеосинтез.	4

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.

Отвечая на вопрос о том, как возникло многообразие химических элементов Земли современная наука описывает экзотические процессы вселенских масштабов. Вначале, в результате Большого Взрыва, появился водород, предполагающийся сегодня самым распространённым веществом Вселенной. Потом водород перегорает в гелий. Считается, что термоядерная реакция является источником света всех звёзд, включая и наше Солнце. А как же может быть иначе? После гелия, однако, ситуация становится более сложной. Для следующего этапа требуется тройная гелиевая реакция, идущая при температуре выше $1,5 \cdot 10^8 K$ и плотностью порядка $6 \cdot 10^7 \text{ кг/м}^3$. Такие условия могут существовать только внутри ядер красных гигантов и во время взрыва сверхновых звёзд, опять же как понимает эти экзотические объекты современная наука. О том, как возникли более тяжёлые элементы, наука скромно умалчивает. После этого, каким-то таинственным образом все эти элементы, попутешествовав по Вселенной, должны были образовать Землю. Все планеты Солнечной Системы по большей части состоят из железа, как считается, веществом возникшем на конечной стадии эволюции звёзд.

Существуют, однако, наблюдения, которые никак не хотят вписываться в такую картину. Общий вид Солнечной Системы говорит о том, что она возникла как единое

целое, в результате одного центрального процесса. Все планеты вращаются в одной плоскости и в одну сторону, а радиусы их орбит подчиняются правилу Тициуса-Боде. Почему же тогда состав центрального тела, Солнца, и планет настолько различен?

Известно, что Земля нагревается изнутри. Это сегодня объясняется радиоактивным распадом нестабильных изотопов: ${}_{19}K$, ${}_{92}^{238}U$, ${}_{92}^{235}U$ и ${}_{90}^{232}Th$. Интересно, что эти нестабильные изотопы должны были как-то сохраниться после взрыва сверхновой звезды, поблуждать по Вселенной, составить Землю и после этого успешно её нагревать где-то в глубине железного ядра или мантии. А что сказать по поводу наличия в Земле радиоактивных элементов с коротким периодом полураспада?

Если допустить, что масса Земли постоянно увеличивается, то можно объяснить современную форму материков. Этот эффект можно наглядно продемонстрировать, если нарисовать границы суши, какими они были давно, на резиновом шарике и надуть его. Материки разойдутся именно так, как они расположены сегодня. Эта гипотеза не считается научной, поскольку никакая фантазия не может даже в общих чертах представить, как это вообще может быть, и где на Земле может создаваться столько свежей массы?

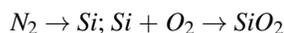
Радиоуглеродный метод датировки древних событий основывается на том, что любой живой организм содержит изотоп углерода 1_6C . Только после смерти организма, содержание этого радиоактивного элемента начинает уменьшаться. Считается, что 1_6C появляется в организме в результате дыхания. Когда организм умирает и перестаёт дышать, то 1_6C не восполняется. Наличие 1_6C в атмосфере объясняется бомбардировкой верхних слоёв атмосферы космическими лучами, откуда радиоактивный углерод равномерно распространяется по всей биосфере, включая океан и почву. Если избежать вовлечения взвешенных сил, типа космических лучей, придётся допустить, что 1_6C есть результат жизнедеятельности самих живых организмов и атмосферный радиоактивный

углерод строго органического происхождения. Откуда в клетке могут быть условия характерные только для ядер красных гигантов и взрывов сверхновых звёзд?

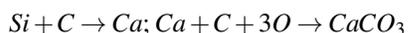
Современная наука не допускает возможности превращения элементов при комнатных температурах. Действительно, для осуществления любой ядерной реакции в современном понимании требуется вначале нагреть вещество до состояния плазмы настолько, чтобы ядра могли преодолеть кулоновское отталкивание, а потом сблизить их так, чтобы было задействовано сильное взаимодействие. Нужно вспомнить, что ядра имеют размеры порядка 10^{-14} м, что на четыре порядка меньше размера атома 10^{-10} м, а плотность вещества в ядре около $2.3 \cdot 10^{17}$ кг/м³. Электрон считается точечной частицей или точнее его размер не превышает 10^{-18} м. Тем не менее, его волновая функция в атоме сравнима с размером самого атома. В этом смысле можно говорить не о “размере частицы”, а о характерной длине на которой она способна взаимодействовать. Точечные электроны могут эффективно взаимодействовать с жёстким ультрафиолетом или мягким рентгеном с длиной волны порядка ангстрема, 10^{-10} м, а ядра только с гамма-излучением, имеющим длину волны порядка десятка Ферми 10^{-14} м и энергией МэВ. Очевидно, что живая клетка не способна создать излучение такого класса, а следовательно трансмутация в ней по этому пути совершенно исключена. Но если в природе всё же существует какой-то другой механизм нуклеосинтеза при комнатных температурах, ничто не запрещает клетке задействовать этот механизм для своей жизнедеятельности.

Нужно сделать одно важное наблюдение. Положение древних морей обыкновенно идентифицируется по наличию залежей кальцита и просто морского песка, а само наличие жизни определяется по анализу осадочных пород. Самые древние горные породы, в которых были обнаружены следы жизни, то есть углерод органического происхождения, расположены в формации Исуа на юго-западе Гренландии. Возраст этих горных пород от 3,7 до 3,8 млрд лет. Возраст морей на Земле оценивается в 4 миллиарда лет, а следовательно жизнь возникла немедленно после их появления, без особых эволюционных реверансов. Соотношение изотопов $^{12}_6\text{C}$ и $^{13}_6\text{C}$ в углероде живых организмов и углероде неорганического происхождения отличается, что сегодня объясняется процессами фотосинтеза.

Однако, если бы холодный нуклеосинтез был возможен, то образование песка можно было бы объяснить реакцией



Карбонат кальция, из которого состоят ракушки древних моллюсков, должен был бы образовываться в результате реакции



При этом углеродный изотопический сдвиг $^{12}_6\text{C} \rightarrow ^{13}_6\text{C}$ в осадочных породах, как и наличие радиоактивного $^{14}_6\text{C}$

в живых клетках объяснялись бы побочными эффектами ядерных реакций.

Данная статья представляет гипотезу существования простого и естественного механизма холодного нуклеосинтеза, благодаря которому нуклеосинтез может быть самой распространённой ядерной реакцией на Земле. Живая клетка благодаря этому механизму вполне способна автономно синтезировать химические элементы, необходимые ей для жизнедеятельности.

НЕКОТОРЫЕ НЕОБЪЯСНИМЫЕ ЯВЛЕНИЯ.

Вспомним некоторые, до сих пор необъяснённые явления, которые могли бы иметь отношение к механизмам холодного нуклеосинтеза.

Высокотемпературная сверхпроводимость не может быть объяснена традиционной теорией БКШ. Альтернативы БКШ сегодня не существует, а объяснения ВТСП так и не найдено.

Ввиду множества наблюдений **шаровой молнии** современная наука не сомневается в её существовании, однако набор её экзотических свойств и прежде всего относительная стабильность не позволяют создать адекватной теории.

Многое в поведении **обыкновенной молнии** также не поддаётся простому объяснению. В современном понимании, обыкновенная молния является электрическим искровым разрядом, то есть нечто аналогичное газовому разряду или предметом физики плазмы. Но почему ступенчатый лидер ведёт себя так необычно, передвигаясь скачками? Современное понимание молнии включает взвешенное вмешательство. Самая популярная гипотеза говорит о том, что ионизация для прохождения разряда стимулируется высокоэнергетическим космическим излучением — частицами с энергиями $10^{12} - 10^{15}$ эВ, формирующими широкий атмосферный ливень с понижением пробивного напряжения воздуха на порядок от такового при нормальных условиях. Существует мнение, что шаровая молния возникает, когда канал обыкновенной молнии рвётся в двух местах. В этом случае оба вида молний должны быть идентичны по природе. Но ни стабильного шара, ни ступенчатого лидера в экспериментальных условиях до сего дня создать не удалось.

Известно, что на **клеточной мембране**, имеющей толщину порядка 10-и нанометров (10^{-8} метров) существует напряжение в 0.1 вольт. Напряжённость поля при этом составляет астрономическую величину — десять миллионов вольт на метр. (10^7 вольт на метр) Это близко к напряжённости электрического пробоя мембраны, которая равна 20 – 40 миллионов вольт на метр. Объяснение, которое принимает современная физика было высказано ещё в начале прошлого века и заключается в том, что это напряжение возникает из-за избирательной пропускаемости различных ионов — например Na^+ и K^+ . Но если это было бы так просто, то наверное на этом принципе можно было бы создать эффективные *батарейки самозаряжающиеся от обычного тепла*, чего до сих пор не произошло.

Для увеличения чувствительности лазерной спектроскопии, объект изучения помещают внутрь резонатора. Это называется **внутрирезонаторная лазерная спектроскопия**. При этом чувствительность спектроскопии возрастает в 10^5 раз. Чем взаимодействие лазерного излучения с веществом принципиально отличается внутри резонатора и вне его?

Особенностью **торфяных пожаров** является то, что они разгораются и распространяются очень медленно, но могут продолжаться очень долго — в течение многих месяцев, а иногда нескольких лет. Самовозгорание торфа считается мифом, однако торф горит под землёй без доступа кислорода иногда даже в зимнее время под снегом. Торф может гореть под слоем песка, часто находясь ниже уровня воды. На сегодня не существует реального способа погасить **горящий лигнин**. Если могильник для укрытия горящего лигнина разрушается, то дым появляется снова. Могильник не гасит тление, а лишь блокирует выделение дыма в атмосферу и его сравнивают с Чернобыльским саркофагом.

НЕМНОГО ИЗ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ.

Корпускулярно-волновой дуализм это свойство природы, состоящее в том, что любые объекты могут одновременно проявлять свойства как классических волн, так и классических частиц. Электромагнитное излучение проявляет волновые свойства в эффектах дифракции и интерференции и корпускулярные свойства при фотоэффекте или эффекте Комптона. Электрон это частица, но существуют эксперименты по дифракции электронов и в атоме он может быть рассмотрен только с помощью волновой функции. Частица, вращающаяся вокруг ядра должна была бы излучать, потерять свою энергию и упасть на ядро.

Чему равна “длина фотона” квантовая электродинамика скромно умалчивает, а квантовая механика заменяет не определяемое свойство “длины” на более практический термин “длина когерентности”, когда волны теряют взаимную когерентность при прохождении некоторого расстояния. Никакая волна не может быть абсолютно монохроматической, при этом она бы имела бесконечную длину. Строго локализованный объект, представляющий дельта функцией на оси координат, должен иметь бесконечный спектр или полную неопределённость “частоты”. Если волна имеет конечный размер, то она не монохроматична и представляет собой что-то вроде цуга. Длина когерентности волн может быть оценена с помощью соотношения неопределённостей. Самый короткий цуг наблюдается в режиме модулированной добротности лазеров, генерирующих сверх короткие импульсы лазерного излучения с малым числом колебаний оптического поля. В таких импульсах “длина фотона” сравнима с длиной волны электромагнитного излучения.

Даже инфракрасное излучение может проявлять корпускулярные свойства. Импульс мощного ИК лазера свободно пробивает сквозь медную монету. При этом проявляется эффект “светового давления” или наличие у

поля “импульса”. Для кванта электромагнитного поля импульс $P = \frac{E}{c}$, где $E = \hbar\omega$. Однако, в связи с вышесказанным, частота фотона величина неопределённая и “цуг кванта” может иметь разные размеры, а следовательно для одной и той же энергии, “плотность энергии кванта” может быть различной. Максимальная плотность энергии достигается, очевидно, в случае моноцикла Гаусса.

Если импульс кванта обратно пропорционален скорости света, можно задаться вопросом, а каков будет этот импульс если “скорость света” уменьшится? Свет может двигаться только со скоростью света и поэтому в теоретических выкладках поле внутри резонатора представляется суперпозицией двух волн, двигающихся в противоположные стороны со скоростью света. Но, с геометрической точки зрения, в резонаторе лазера при этом возникает “стоячая волна”. Такая волна не совсем стоит на месте, поскольку молекулы составляющие лазерное активное вещество движутся со скоростями, определёнными молекулярно-кинетической теорией, то есть порядка скорости звука.

И тут нужно сделать *очень важное допущение*. Увеличение чувствительности лазерной спектроскопии, когда вещество помещено внутрь резонатора, связано как раз с тем, что “эффективный размер фотона” внутри резонатора уменьшается на величину с которой скорость света превышает скорость звука, то есть в те самые 10^5 раз. При этом такой фотон не превращается в рентген по энергии, у него просто значительно увеличивается сечение взаимодействия, буквально так, как если бы он имел характерные размеры рентгеновского фотона. Такой фотон по-прежнему взаимодействует на своей резонансной длине волны, с учётом того, что его *длина когерентности с атомом* в 10^5 раз меньше. Очевидно, в этом случае становится возможным и квазиклассическое взаимодействие, аналогичное эффекту Комптона с чем связан известный эффект “концентрации излучения” наблюдаемый в некоторых экспериментах внутрирезонаторной лазерной спектроскопии.

ТЕОРИЯ ШАРОВОЙ МОЛНИИ.

При рассмотрении любых молний современная наука исходит прежде всего из концепций физики плазмы. Ионизация атомов при этом возможна только после удара электрона по атому с последующей лавиной разряда и цепной реакцией. Такое примитивное видение процесса очевидно не может объяснить поведение лидера молнии и другие сопутствующие наблюдения не говоря уже о свойствах шаровой молнии. С помощью физики высоких энергий и физики плазмы объяснить стабильность нельзя. Даже в действующих ядерных электростанциях удержать плазму не всегда удаётся и может произойти катастрофа как в Чернобыле и на Фукусиме. Именно поэтому невозможно создать управляемую термоядерную реакцию и не существует ясного объяснения стабильности Солнца.

Если при определённых условиях в атмосфере может существовать электромагнитное излучение в виде стоя-

чей волны, то как предполагается выше, такое излучение должно эффективно взаимодействовать с электронами воздуха квазиклассическим способом. При этом электроны будут нагреваться медленно и выходить из ядра с минимальным импульсом, а следовательно, в соответствии с принципом неопределённости, очень большими линейными размерами или “длинами когерентности”. Необходимое излучение, по-видимому, возникает в результате конденсации водяных паров. В ближней зоне излучения всегда существует стоячая волна и когерентность фотонов в общем случае не требуется, хотя не исключено, что вынужденное излучение там также присутствует.

Относительную стабильность канала линейной молнии, а также шаровой молнии можно объяснить тем, что эти объекты составлены из “сверхпроводящих электронов”. Слово “сверхпроводящий” здесь не вполне применимо, поскольку эффект не имеет отношения к какой бы то ни было “проводимости”, а к чему-то вроде “склеивания” электронов вместе в единый объект. Главное условие стабильности объекта определяется работой выхода элемента из объекта. Если взаимодействие с внешним миром слабее работы выхода, то объект остаётся стабильным. Бозе частицы имеют тенденцию склеиваться, как в эффекте сверхтекучести, а два электрона с противоположными спинами составляют одну бозе частицу. А как же кулоновское отталкивание... ? Простите, а чему равен “линейный размер” электрона или его волновая функция, если его энергия стремится к нулю? Ну уж наверное больше, чем размер акустических фононов на которых построена теория БКШ. Шаровая молния не имеет заряда и может двигаться не ощущая сопротивления воздуха вместе с самолётом, поскольку для любого взаимодействия этот квантовый объект или любая его часть должны изменить своё состояние, но это невозможно, поскольку энергия такого взаимодействия превышает энергию выхода из системы любого включённого объекта. Электрон с волновой функцией или “длиной взаимодействия” порядка размеров шаровой молнии полностью теряет способность к электромагнитному взаимодействию.

Почему низкоэнергетические электроны способны “склеиваться” в один объект? Попробуем ответить на этот вопрос исходя из примера высокотемпературной сверхпроводимости. Для создания вещества с ВТСП необходимо смешать между собой в жидкой фазе несколько веществ с разной кристаллической решёткой. После затвердевания в получившемся веществе будут сосуществовать несколько разных и совершенно независимых кристаллических решёток вставленных одна в другую. Волновая функция свободного электрона в кристаллической решетке в общем повторяет её свойства — период и проч. Если существуют две или больше сосуществующих немного отличающихся кристаллических решёток, то в результате интерференции волновых функций электронов должны возникнуть волны с периодом намного превышающим период кристаллической решётки. В эксперименте по эффекту Доплера когда одно из зеркал в лазере движется с постоянной скоростью накладываются

две световые волны с немного отличающимися частотами и спектроанализатор показывает частоты излучения соответствующие *радиоволнам*. Анализируя когерентное излучение, отражённое от вращающегося объекта, можно определить угловую скорость его вращения.

Волна эффективно взаимодействует с веществом только если её длина волны сравнима с характерными размерами в веществе — например периодом кристаллической решётки. Поэтому интерференционные волны с очень большой длиной волны взаимодействовать с кристаллом почти не будут. Очевидно, что для таких длинных волн понятие кулоновского отталкивания неприменимо. Более того, если рассмотреть пары электронов с противоположным спином, составляющих одну бозе-частицу, то такие квазичастицы будут стремиться к когерентности — как фотоны в лазере. Когда работа выхода из бозе конденсата будет превышать взаимодействие с веществом, наступит высокотемпературная сверхпроводимость.

Высокую напряжённость поля на клеточной мембране можно объяснить ионизацией атомов мембраны. Если электрон вылетает из клетки, то теряется. Если оказывается внутри, то оседает на внутренней поверхности, представляющей собой диэлектрик. В случае механизма, описанного выше, для ионизации атомов не требуется жёсткий ультрафиолет или рентген — достаточно широких инфракрасных фотонов в ближней зоне излучения. Вещество мембраны клетки состоит из смеси липидов и полимеров, содержащей множество относительно долгоживущих инфракрасных уровней, способных создать необходимое излучение.

ХОЛОДНЫЙ НУКЛЕОСИНТЕЗ.

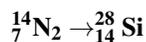
Если интенсивность внешнего поля, взаимодействующего с атомом, достаточна, чтобы его ионизировать, то возникает линейная или шаровая молния. Если интенсивность слабее, то, может возникнуть эффект “холодного огня” или огня Святого Эльма. Электроны в атомах будут излучать в непрерывном спектре, оставляя атомы холодными. Упоминание о “холодном огне” есть даже в библии. Если Солнце светит в непрерывном спектре со световой температурой 5778 °С, то это совсем не означает, что вещество поверхности Солнца разогрето до такой температуры. Не исключено, что реальная температура поверхности Солнца, отражающая его молекулярно-кинетические свойства, равна температуре реликтового излучения, то есть 2.7 °К. И это тепловая температура Вселенной сегодня, а не история деталей Большого Взрыва.

Если электрон в атоме способен поглощать низкоэнергетические фотоны, благодаря их малому волновому размеру, исходя из геометрических свойств стоячих волн, то он также способен излучать фотоны вне своего обычного спектра. Об этом говорит теория возмущений квантовой механики. Характерное время такого излучения должно быть минимальным, исходя из нулевого времени жизни электрона на нестационарном уровне.

В ближней зоне излучения должна существовать стоячая волна. Электрон в атоме двигаться не может, иначе он бы начал излучать. Следовательно, скорость электрона относительно ядра атома равна нулю с точностью до теплового, “броуновского” движения нуклонов в ядре. Для нуклонов атомного ядра, излучённый электроном фотон с энергией от инфракрасного до ультрафиолетового, должен иметь “длину когерентности с ядром” соответствующую гамма кванту и поэтому легко поглощаться квазиклассическим способом. При медленном возбуждении нуклонов по мере ослабления взаимного поля в ядре волновые функции нуклонов, должны увеличиваться в геометрических размерах. Заметим, что “характерная длина” сильного взаимодействия значительно меньше, чем электромагнитного — сильное взаимодействие имеет совершенно другие свойства.

Ядро вполне может поглощать электромагнитное излучение вне своего основного спектра ядерных уровней. Это, например, происходит во время ядерного магнитного резонанса. Для того чтобы холодный синтез стал возможен, ядро должно нагреваться достаточно медленно до тех пор, пока сильное притяжение не станет слабее кулоновского отталкивания. Это касается слабо разработанной теории возмущения сильного взаимодействия. Получившийся объект становится электрически нейтральным по объёму, поэтому ничто не мешает двум атомам в молекуле азота слиться в один атом кремния. Охлаждение будет происходить тоже постепенно — с излучением низко энергетических инфракрасных фотонов с температурой окружающего пространства. Никаких *гамма квантов* и *радиации* не возникнет.

Теперь, можно объяснить самовозгорание торфа и незатухающее горение лигнина. Лигнин, составляющий значительный процент вещества торфа, обладает геометрической структурой, содержащей относительно долгоживущие инфракрасные энергетические уровни. Наличие инфракрасных уровней позволяет спонтанное излучение аналогичное лазерному. Как и в лазере, это очень короткий и широкополосный импульс, обладающий свойствами стоячей волны. Квант такого излучения способен квазиклассически взаимодействовать с атомами молекул азота, содержащегося в почве, возбуждая электроны. Электроны передают энергию излучения в ядра нуклонам до тех пор, пока не произойдёт слияние двух атомов азота в атом кремния. При этом возникнет избыточная энергия, внешне проявляющаяся, как “горение торфа” или “горение лигнина”. Слово “горение” обыкновенно определяется как “окисление кислородом”, но в данном случае нет никакого кислорода и “окисления” — происходит строго ядерное тление вещества в результате простой реакции синтеза:



Энергетический выход этой ядерной реакции равен

$$255.62 - (104.8 + 104.8) = 46.02 \text{ MeV}$$

Для сравнения, распад одного ядра ${}_{92}^{235}\text{U}$ освобождает внутри ядерного реактора 202.5 MeV ($3.24 \cdot 10^{-11} \text{ J}$). Это соответствует 19.54 ТДж/моль, от 83.14 ТДж/кг.

Получение дешёвой и абсолютно экологически чистой энергии прямо из воздуха, на 78% состоящего из азота, очевидно не требует сжигания углеводородов, загрязняющего атмосферу, а также создания чрезвычайно опасных урановых реакторов.