

LENR als eine Erscheinungsform der schwachen nuklearen Wechselwirkung

LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий



International Journal of Unconventional Science
Volume 7, No. 23-24, 6-8, 2019
A. G. Parkhomov
alexparh@mail.ru
Zum Originaldokument

Zusammenfassung

Die geringe **Masse** der Neutrinos (wie auch der Antineutrinos) ermöglicht es, sie in verstärktem Maße durch Kollisionen von **Materieteilchen** während ihrer **thermischen Bewegung** zu erzeugen. Die dabei entstehenden Neutrinos (bzw. Antineutrinos) besitzen eine **Energie** von etwa 0,1 eV. Bei einer solchen Energie beträgt die De-Broglie-Wellenlänge etwa 5 Mikrometer. Das bedeutet, dass eine ungeheure Anzahl von **Atomen** an der schwachen nuklearen Wechselwirkung beteiligt ist, sodass die Auswirkungen der **nuklearen Transformationen** unter Beteiligung von Neutrinos (bzw. Antineutrinos) tatsächlich beobachtbar werden. Betrachtet man die thermische Erzeugung von Neutrinos nun als die Grundlage für Kerntransformationen im LENR-Prozess, dann lassen sich daraus eine Reihe von Eigenschaften dieses Phänomens erklären.

I. Einführung

Eine sehr umfangreiche Klasse von Phänomenen, die als „Niederenergetische Kernreaktionen“ (LENR), als „Kalte Kerntransmutation“ (CNT) oder auch als „Kalte Fusion“ bezeichnet werden, sind weder niederenergetisch (denn es wird eine riesige Menge an Energie freigesetzt) noch kalt (kann man einen Prozess als kalt bezeichnen, der bei einer Temperatur von eintausend Grad abläuft?). Allen Forschern an diesem Phänomen ist klar, dass es sich hierbei um unzureichende Begriffe handelt. Doch solange der physikalische Mechanismus, der diesem Phänomen zugrunde liegt, nicht geklärt ist, ist nur eine bedingte Terminologie möglich. Im weiteren Verlauf wird der im In- und Ausland gebräuchlichste Begriff, „LENR“, verwendet.

LENR ist sehr vielfältig. Es gibt Prozesse in **Metallen** mit darin aufgelöstem **Wasserstoff**. Es gibt Prozesse in **Plasmen**, in einer **Gasentladung** und sogar in **biologischen Systemen**. Auf den ersten Blick haben diese Prozesse nichts miteinander zu tun. Doch bei näherer Betrachtung lassen sich vier Merkmale erkennen, die all diesen Prozessen gemein sind.

Оригинальное исследование

LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий

А.Г. Пархомов

Аннотация. Малая масса нейтрино (антинейтрино) делает возможным их интенсивную генерацию в результате упругих столкновений при тепловой движности. Возникающие нейтрино (антинейтрино) имеют энергию порядка 0,1 эВ. При такой энергии длина волны де-Бройля около 5 мкм. Это означает, что в ядерном слабом взаимодействии участвует огромное число атомов, что делает эффекты от ядерных трансформаций с участием нейтрино (антинейтрино) реально наблюдаемыми. Рассмотрены термической генерации нейтрино как основы ядерных трансформаций в процессах LENR позволяют объяснить целый ряд особенностей этого явления.

1. Введение

Обширный класс явлений, которые называют «низкоэнергетические ядерные реакции» (НЭЯР, LENR) или «холодные трансмутации ядер» (ХТЯ) или «холодные «спонтанные синтезы», на самом деле не являются ни спонтанными, ни ядерными (выделяется очень много), ни холодными (можно ли назвать холодным процесс, протекающий при тысячградусных температурах?). Недоказательность, архаичность термина очевидна, если использовать этот термин. Но пока физический механизм этого явления не известен, возможна лишь условная терминология. В дальнейшем мы будем использовать наиболее популярный у нас и за рубежом биологический термин «LENR».

LENR очень разнообразны. Это и процессы в металлах с растворенным в них водородом. Это и процессы в плазме, в газовом режиме и даже в биологических системах. На первый взгляд, эти процессы не имеют общего. Но при внимательном рассмотрении можно заметить четыре объединяющих их особенности.

Первая особенность состоит в том, что они имеют крайне скудный энергетический ресурс. Особенно отчетливо это видно на примере индустриальных реакторов, интенсивное избыточное теплоизлучение в которых происходит только при температурах выше 1000°C [1], [2], т.е. когда средняя энергия частиц вещества при тепловом движении превышает 0,1 эВ. В астрофизических реакторах [3], [4] температуры достигают нескольких тысяч градусов (десятки млн эВ). В установках с плазмой элементного плазменного разряда [5], [6] средняя энергия порядка 1 эВ. На первом взгляде

процессы, в которых признаки LENR обнаружены при комнатной температуре (экстремно [7], близкая [8], [9]), являются исключением из этого правила. Но на самом деле, для акта взаимодействия как в электрических, так и в процессах клеточного метаболизма характерны энергии порядка 1 эВ.

Второй особенностью является то, что процессы LENR происходят в дозвонной плотной среде (металле, жидком состоянии или плотной плазме).

Третьей особенностью является большое разнообразие процессов, происходящих в процессах LENR.

Четвертой особенностью является отсутствие (или очень малая интенсивность) жестких ядерных излучений (нейтроны, гамма-кванты), которое, казалось бы, неизбежно должно возникать при ядерных трансформациях.

Эти особенности могут указать путь поиска физического механизма LENR. Надо искать механизм, проявляющийся при энергиях больше 0,1 эВ, длиной волны де-Бройля порядка 5 мкм, а также как ядерный процесс не выделяющий жестких ядерных излучений.

В ряде работ было высказано предположение, что для решения проблемы объяснения LENR необходимо привлечь слабые ядерные взаимодействия [10], [11], [12], [13]. И исследователи показали, что на этом пути можно объяснить все указанные особенности LENR. Однако, что в слабых взаимодействиях (бета-процессах) проблемы кулоновского барьера не существует.

II. Поиск LENR

Большое нейтрино (антинейтрино) является необходимым условием для того, чтобы происходили ядерные преобразования, связанные со слабыми взаимодействиями. Так как нейтрино имеет очень малую массу (в настоящее время считается, что масса электронного нейтрино в антинейтрино не превышает 0,28 эВ [14]), они могут, хотя и с малой вероятностью, образовываться в результате неупругих столкновений частиц вещества (электронов, ионов, нейтральных атомов) при их тепловом движении. В основном же, при неупругих столкновениях частиц рождается не нейтрино, а фотон. Рассчитывая фотон, если они обладают до-

©2019 IJUS, Москва, alexparh@mail.ru

Das erste Merkmal besteht darin, dass sie eine recht greifbare Energieschwelle aufweisen. Besonders deutlich wird dies am Beispiel von [Nickel-Wasserstoff](#)-Reaktoren, bei denen es erst bei Temperaturen von über 1200 °C zu einer massiven Erzeugung von Überschusswärme kommt^{[1][2]}, also wenn die mittlere Energie der Teilchen einer Substanz in ihrer [thermischen Bewegung](#) den Wert von 0,1 eV überschreitet. In Reaktoren mit Elektroplasma^{[3][4]} erreicht die Temperatur mehrere Tausend Grad (mehrere Zehntel eines eV). In Anlagen mit Plasma aus einer [Glimmentladung](#)^{[5][6]} liegt die Elektronenenergie in der Größenordnung von 1 eV. Auf den ersten Blick bilden Prozesse, bei denen LENR-Symptome schon bei Raumtemperatur nachweisbar sind ([Elektrolyse](#)^[7], [Biologie](#)^{[8][9]}), eine Ausnahme von dieser Regel. Doch in Wirklichkeit liegen die Energien, die für die Energieaustauschvorgänge sowohl in der [Elektrochemie](#) als auch in den Prozessen des [zellulären Stoffwechsels](#) charakteristisch sind, in der Größenordnung von 1 eV.

Das zweite Merkmal besteht darin, dass sich die LENR-Prozesse in einem ziemlich dichten Medium (fest, flüssig oder dichtes Plasma) vollziehen.

Das dritte Merkmal besteht in der großen Vielfalt von [Nukliden](#), die bei den LENR-Prozessen entstehen.

Das vierte Merkmal besteht in der Abwesenheit (oder zumindest sehr geringen Intensität) von harter [Kernstrahlung](#) (Neutronen, [Gammaquanten](#)), die, wie es scheint, bei [Kernumwandlungen](#) zwangsläufig auftreten sollte.

Auf der Suche nach dem physikalischen Wirkmechanismus von LENR können diese Merkmale den Pfad vorgeben. Somit besteht die Notwendigkeit, nach einem Wirkmechanismus zu suchen, der bei Energien von mehr als 0,1 eV auftritt, der eine große Vielfalt von [Nukliden](#) liefert und bei dem Umwandlungen auf nuklearer Ebene nicht zur Entstehung von harter Strahlung führen. Darüber hinaus muss der gesuchte Wirkmechanismus das Problem der „Coulombbarriere“ lösen, da Energien einer Größenordnung von 1 eV vollkommen außerstande sind, diese im Prozess der Kernkollisionen zu überwinden.

In einer Reihe von Publikationen wurde darauf hingewiesen, dass es notwendig ist, das Problem der Erklärung von LENR dadurch zu lösen, dass man die [schwache Kernwechselwirkung](#) miteinbezieht^{[10][11][12][13]}. Ich werde versuchen aufzuzeigen, dass auf diesem Weg alle aufgeführten Merkmale von LENR erklärt werden können. Ich möchte anmerken, dass es bei [schwachen Wechselwirkungen](#) (Beta-Prozessen) keine Coulombbarriere gibt.

II. Der LENR-Schwellwert

Die Anwesenheit von [Neutrinos](#) (bzw. [Antineutrinos](#)) ist eine notwendige Bedingung dafür, dass es aufgrund der schwachen Wechselwirkung zu [nuklearen Transformationen](#) kommen kann. Da [Neutrinos](#) nur eine sehr geringe Masse aufweisen (derzeit geht man davon aus, dass die Masse des [Elektron-Neutrinos](#) als auch die des [Antineutrinos](#) den Wert von 0,28 eV nicht übersteigt^[14]), können sie, wenn auch nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit, aus [inelastischen Kollisionen](#) von Teilchen einer Substanz ([Elektronen](#), [Ionen](#), neutrale [Atome](#)) während ihrer [thermischen Bewegung](#) hervorgehen. Im Allgemeinen werden bei inelastischen Kollisionen von Teilchen [Photonen](#) erzeugt, nicht aber [Neutrinos](#). Verfügen die so erzeugten Photonen über genügend Energie, ist es unwahrscheinlich, dass sie in ein Neutrino-Antineutrino-Paar zerfallen. Da keine genauen Daten zur Neutrinomasse vorhanden sind, gehen wir davon aus, dass die Mindestenergie für die Bildung eines Neutrino-Antineutrino-Paares 0,5 eV beträgt. Diese mittlere Energie von 0,5 eV besitzen Teilchen in einem auf bis zu 3200 °C erhitzten Körper. Zur Erinnerung: Die mittlere Energie der thermischen Bewegung beträgt $\bar{\varepsilon} = 1,5 kT$ ($k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ – [Boltzmann-Konstante](#), $T = t \text{ (°C)} + 273,15$ – ist die [absolute Temperatur](#)). Einige Teilchen weisen diese und eine noch höhere Energie auch bei niedrigeren Temperaturen auf. Unter Anwendung der [Energieverteilungsfunktion](#) von Teilchen in ihrer thermischen Bewegung^[15]

$$f(\varepsilon) = \frac{2\sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{\pi}(kT)^{3/2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon}{kT}\right)$$

ist es möglich, die Temperaturabhängigkeit für den Anteil der Teilchen zu ermitteln, die eine höhere Energie als eine bestimmte vorgegebene aufweisen. In [Abbildung 1](#) ist diese Abhängigkeit für eine Schwellwertenergie von 0,5 eV dargestellt. Bei Raumtemperatur beträgt der Anteil solcher Teilchen 10^{-8} . Ein erkennbarer Anteil von Teilchen mit einer Energie über 0,5 eV zeigt sich erst ab einer Temperatur

von etwa 1000 °C. Bei einer Temperatur von 1600 °C machen solche Teilchen bereits 10 % aus, und bei einer Temperatur von 4500 °C sogar 50 %. Somit liegt unter den getroffenen Annahmen der Schwellwert für eine thermische Erzeugung von Neutrino-Antineutrino-Paaren bei etwa 1000 °C.

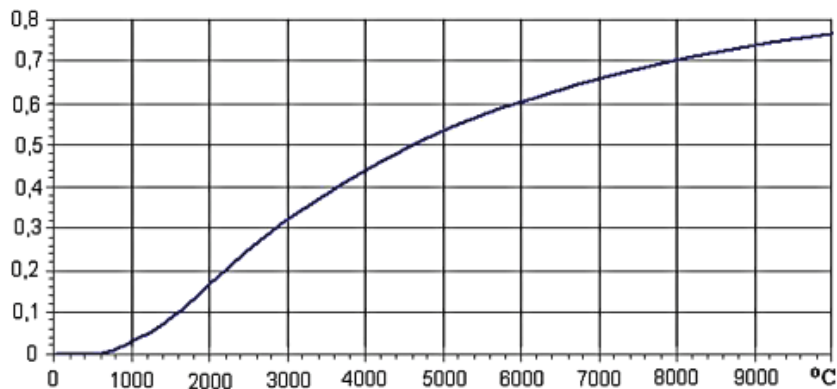


Abbildung 1. Der Anteil der Teilchen mit einer Energie von über 0,5 eV in Abhängigkeit von der Temperatur.

III. Die Notwendigkeit für eine dichte Umgebung

Derzeit reicht der Wissensstand zu den Eigenschaften der Neutrinos nicht aus, um die Wahrscheinlichkeit der Bildung von Neutrinos und Antineutrinos als Folge thermischer Kollisionen von Materieteilchen zuverlässig bestimmen zu können. Klar ist lediglich, dass die Wahrscheinlichkeit dafür eher gering ist. Eine niedrige Wahrscheinlichkeit wird jedoch durch eine große Anzahl von Kollisionen kompensiert. Daher haben wir die Anzahl der Kollisionen pro Sekunde im Zuge der thermischen Bewegung in Metallen abgeschätzt. Am häufigsten kommt es zu Kollisionen von Elektronen mit Atomen in einem Metall. Der räumliche Abstand zwischen den Kollisionen beträgt etwa 10^{-8} m. Die Geschwindigkeit der Elektronen in ihrer Bewegung beträgt bei einer Temperatur von 2000 K etwa $2 \cdot 10^5$ m/s^{[16][S. 117]}. Folglich erfährt ein Elektron in seiner thermischen Bewegung $2 \cdot 10^{13}$ Kollisionen pro Sekunde. Da die Anzahl an freien Elektronen pro 1 cm^3 eines Metalls bei etwa 10^{23} liegt^{[16][S. 115]}, kommt man für die Anzahl der Kollisionen pro Sekunde und Kubikzentimeter Metall auf einen Wert von $2 \cdot 10^{36}$. Bei so vielen Kollisionen liegt die Vermutung nahe, dass die Neutrinos und Antineutrinos in einem ausreichend heißen Metall mit einer Intensität auftreten, die genügt, um Kerntransformationen auszulösen, sodass es selbst bei sehr niedrigen Wahrscheinlichkeiten der mit den Neutrinos einhergehenden Prozesse zu einer erheblichen Freisetzung von Energie kommt. Gehen wir einmal davon aus, dass nur eine von 10^{10} Kollisionen zu einem Neutrino-Antineutrino-Paar führt und dass nur eines von 10^{10} Neutrinos oder Antineutrinos eine Kerntransformation verursacht. Dann kommt es selbst unter solch großen Verlusten in einem Kubikzentimeter heißen Metalls noch immer zu $2 \cdot 10^{16}$ Kerntransformationen pro Sekunde. Bei jeder dieser Transformationen wird Energie in der Größenordnung von 1 MeV freigesetzt. Da 1 J einer Energie von $6,25 \cdot 10^{12}$ MeV entspricht, beträgt die Leistung der freigesetzten Energie etwa 2 kW.

Eine ähnliche Abschätzung nehmen wir für ein Gas vor, das auf eine für die thermische Erzeugung von Neutrinos ausreichende Temperatur erhitzt wurde (mehrere Tausend °C). In einem Gas sind die Elektronen und Ionen selbst bei derartigen Temperaturen viel kleiner als neutrale Atome (bzw. Moleküle), weshalb die Atome (bzw. Moleküle) überwiegend miteinander kollidieren. Die Geschwindigkeit ihrer Bewegung liegt dabei in der Größenordnung von 10^3 m/s, und die vor der Kollision zurückgelegte Wegstrecke beträgt unter Atmosphärendruck etwa 10^{-7} m^[17]. Daher erfährt ein Atom (bzw. ein Molekül) etwa 10^{10} Kollisionen pro Sekunde. Ein Kubikzentimeter heißen Gases enthält unter atmosphärischem Druck etwa 10^{19} Atome (bzw. Moleküle). Zwischen diesen ereignen sich etwa 10^{29} Kollisionen pro Sekunde – eine Zahl, die um 7 Größenordnungen unter derjenigen in Metallen liegt.

In einem auf mehrere Tausend Grad erhitzten Gas ist die thermische Erzeugung von Neutrinos und Antineutrinos also möglich, erfolgt aber mit einer um viele Größenordnungen geringeren Intensität als in Metallen. Eine intensive Erzeugung erfordert ein heißes und dichtes Medium mit einem hohen Gehalt an

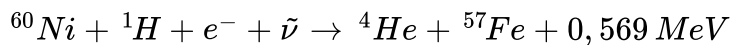
freien Elektronen. Neben den Metallen stellt auch ein hochdichtes Plasma ein derartiges Medium dar, wie es beispielsweise bei Explosionen von metallischen Leitern oder bei einer ausreichend stark gepulsten Energiefreisetzung in Flüssigkeiten für eine kurze Zeit vorliegt.

IV. Wechselwirkungen zwischen mehreren Kernen und die Vielfalt der dabei entstehenden Nuklide

Wie in [11][12][13] bereits aufgezeigt worden ist, kann es im LENR-Prozess zu einer großen Vielfalt von Nukliden kommen, sofern an den Wechselwirkungen mehrere Kerne zugleich beteiligt sind. In [13] wurde über eine Computerberechnung berichtet, mit der mögliche Varianten energieeffizienter [Kerntransformationen](#) aus zwei stabilen Nukliden in zwei andere stabile Nuklide berechnet wurden, und dies unter Einbeziehung von [Elektronen](#) und Neutrinos (bzw. Antineutrinos) sowie unter Befolgung der Erhaltungssätze für elektrische, baryonische und leptonische Ladungen. Betrachtet wurden dabei Umordnungen von Nukleonen unter Elektronen[absorption](#):

$$(A1, Z1) + (A2, Z2) + e^- + \tilde{\nu} \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + Q$$
$$A3 + A4 = A1 + A2, Z3 + Z4 = Z1 + Z2 - 1,$$

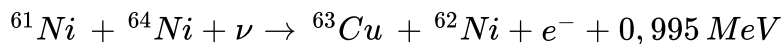
beispielsweise



sowie Umordnungen von Nukleonen unter der [Abgabe von Elektronen](#):

$$(A1, Z1) + (A2, Z2) + \nu \rightarrow (A3, Z3) + (A4, Z4) + e^- + Q$$
$$A3 + A4 = A1 + A2, Z3 + Z4 = Z1 + Z2 + 1,$$

beispielsweise



Dabei konnten 263546 Varianten von Transformationen des ersten Typs und 433536 Varianten des zweiten Typs gefunden werden. Die Anzahl der erkannten Möglichkeiten ist enorm. Doch dies sind bei weitem noch nicht alle Möglichkeiten. So können an Prozessen dieser Art mehr als zwei Kerne beteiligt sein und auch Prozesse mit mehreren Elektronen sind möglich.

Prozesse, die im Zusammenhang mit der schwachen Wechselwirkung der Kerne stehen, erweisen sich dann als höchst unwahrscheinlich, wenn die daran beteiligten Neutrinos (Antineutrinos) über eine Energie in der Größenordnung von 1 MeV und mehr verfügen. Derartige Neutrinos (Antineutrinos) entstammen den Betazerfallsprozessen oder werden von [Beschleunigern](#) produziert. Treten sie jedoch als Folge von thermischen Kollisionen auf, sieht die Situation schon wesentlich besser aus. Solche Neutrinos (Antineutrinos) besitzen eine [kinetische Energie](#) von nicht mehr als einigen Zehnteln eines eV. Im Gegensatz zu den „nuklearen“ Neutrinos weisen sie eine [De-Broglie-Wellenlänge](#) auf, deren Größe die der Abstände zwischen den Atomen deutlich übersteigt. Bei einer Masse von 0,28 eV und einer kinetischen Energie von 0,1 eV beträgt die De-Broglie-Wellenlänge etwa 5 Mikrometer. Das bedeutet, dass der Wechselwirkungsbereich eine ungeheure Anzahl von Atomen umfasst (in der Größenordnung von 10^{13} bei fester oder flüssiger Materie), was Transformationen möglich macht, die viele Atome und Kerne erfasst, wodurch sogar eher unwahrscheinliche Prozesse erkennbar werden^{[18][19]}.

V. Das Fehlen von harter Kernstrahlung

Bei dem eben beschriebenen Vorgang erfolgt die Umordnung der Nukleonen, ohne dass hierfür eine Energie zugeführt wird, die die Anregung von Kernniveaus verursachen und damit zur Emission von [Gammastrahlen](#) führen könnte. Dieser Mangel an zugeführter Energie führt dazu, dass von allen möglichen Umwandlungsvarianten stets diejenige zur Realisierung gelangt, bei der die stabilsten Nuklide entstehen, bei der weder Alpha- noch Beta-Radioaktivität erzeugt wird und bei der es nicht zur [Emission von Neutronen](#) kommt. Die freigesetzte Energie realisiert sich dabei als [kinetische Energie](#) der resultierenden Nuklide. Trotz der Tatsache, dass ihre Energie bis zu mehreren MeV betragen kann, führt

ихре Аббремса не к хартер Страхлунг. Дер Грунд хйерфур лйет дарин, dass massereiche geladene Teilchen ihre Energie auch bei hohen Energiemengen vor allem über die Ionisation und die Anregung von Atomen des Mediums verlieren, in dem sie sich bewegen.^[20] Gleichzeitig wird elektromagnetische Strahlung emittiert, allerdings eine „weiche“ mit einer Energie in Höhe von Quanten bis hin zu mehreren keV. Darüber hinaus führt bei den entstandenen Nukliden die Normalisierung ihrer deformierten Elektronenschalen zur Emission von „weichen“ Quanten.

VI. Schlussfolgerung

Die Neutrinos werden für praktisch kaum fassbar gehalten und nur im Rahmen äußerst aufwendiger Experimente in riesigen Anlagen gelingt ihr Nachweis. Dabei wird aber nicht berücksichtigt, dass sich die Eigenschaften der Neutrinos mit sehr niedriger Energie von denen der „nuklearen“ Neutrinos ebenso unterscheiden, wie sich beispielsweise das Licht von der Gammastrahlung oder auch das Heliumgas von den Alphateilchen unterscheiden. Und die Wechselwirkung einer großen Anzahl von Atomen führt dazu, dass auch die Wechselwirkung von Neutrinos mit der Materie signifikant zunimmt, sodass gleich ganze Gruppen mit zahlreichen Atomen zugleich an den Kerntransformationen beteiligt sind. Auf diese Weise lässt sich eine Reihe von Eigenschaften des LENR-Prozesses aufklären.

Literaturverzeichnis

1. Levi G., Foschi E., Hoistad B.: Observation of abundant heat production from a reactor device and of isotopic changes in the fuel. – sifferkoll.se/sifferkoll/wp-content/uploads/2014/10/LuganoReportSubmit.pdf.
2. Пархомов А. Г., Алабин К. А., Андреев С. Н. и др.: Никельводородные реакторы: тепловыделение, изотопный и элементный состав топлива. *РЭНСИТ*, 9(1):74-93, 2017.
3. Вачаев А. В., Иванов Н. И., Иванов А. Н., Павлова Г. А.: „Способ получения элементов и устройство для его осуществления“. Патент РФ № 2096846, МКИ G 21 G 1/00, H 05 H 1/24. Заявл. 31.05.94 // Изобретения. 1997. № 32. С. 369.
4. Бажутов Ю. Н., Герасимова А. И., Корецкий В. П., Пархомов А. Г.: Особенности потребления электроэнергии, выделения тепла и излучения в процессе плазменного электролиза. Материалы 21-й РКХТЯ и ШМ, Москва, 2015, с.122.
5. Savvatimova I. B.: Transmutation of Elements in Low-energy Glow Discharge and the Associated Processes. *J. Condensed Matter Nucl. Sci.*, (8): 1-19, 2011.
6. lenr.ru/obosnovaniya-dlya-postrojki-gazorazryadnogo-me-hd-xyas-reaktora.
7. Fleischmann M., Pons S.: Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium. *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry*, (261 (2 A)): 301-308, 1989.
8. Kervran L.: *Biological Transmutations*. Happiness Press, USA, Magalia, California, 1998.
9. Корнилова А. А., Высоцкий В. И.: Синтез и трансмутация стабильных и радиоактивных изотопов в биологических системах. *РЭНСИТ*, 9(1): 52-64, 2017.
10. Ратис Ю. Л.: О возможности существования долгоживущего экзотома ‚нейтроний‘. *ЖФНН*, 1(2): 27-42, 2013.
11. Мышинский Г. В.: Магнитные поля трансатомов. Синови́йну́клинды́й-электронный конденсат. *ЖФНН*, 15-16(5): 6-25, 2017.
12. Filippov D. V., Urutskoev L. I.: On the possibility of nuclear transformation in low-temperature plasma from the viewpoint of conservation laws. *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, 29(3): 1187-1205, 2004.
13. Пархомов А. Г.: Многообразие нуклидов, возникающих в процессе холодных ядерных трансмутаций с участием электронов. *ЖФНН*, 6(21-22): 131-132, 2018.
14. Thomas S. A., Abdalla F. B. and Lahav O.: Upper Bound of 0.28 eV on Neutrino Masses from the Largest Photometric Redshift Survey. *Phys. Rev. Lett.*, 105(3): 031301, 2010.
15. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.: *Статистическая физика*. Наука, М., 1964. с.108.
16. *Физическая энциклопедия. Т. 3. Ред. Прохоров А. М.*: Большая Российская энциклопедия, М., 1992.
17. Каганов И. Л.: *Ионные приборы*. Энергия, М., 1972. 528 с.
18. Parkhomov A. G.: Deviations from beta radioactivity exponential drop. *J. Mod. Phys.*, (2): 1310-1317, 2011.
19. Пархомов А. Г.: Ритмические и спорадические изменения скорости бета распадов. Возможные причины. *ЖФНН*, 6(21-22): 86-96, 2018.

20. Мухин К. Н.: *Введение в ядерную физику*. Атомиздат, М., 1965. с. 203-212.

Abgerufen von „https://lenr.wiki/index.php?title=LENR_als_eine_Erscheinungsform_der_schwachen_nuklearen_Wechselwirkung&oldid=5483“

Diese Seite wurde zuletzt am 1. Oktober 2022 um 17:39 Uhr bearbeitet.