



# Попытки объяснений феномена LENR

*Гипотеза должна объяснить не только какую-то одну сторону явления, но и не противоречить другим особенностям LENR*

Многочисленные гипотезы можно разделить на несколько групп:

- 1) Атомы дейтерия внедряются в кристаллическую решётку. Достигается высокая плотность ядер дейтерия, что позволяет протекать реакциям синтеза  $D + D = T + p$ ,  $D + D = {}^3\text{He} + n$
- 2) Протон (дейтрон) преодолевает «кулоновский барьер» и сливается с ядром
- 3) Протон превращается в нейтрон, для которого «кулоновского барьера» нет. Этот нейтрон порождает цепочку ядерных трансформаций
- 4) Атом переходит в компактное состояние с выделением энергии. Малые размеры такого атома сильно повышают вероятность преодоления кулоновский барьер.
- 5) В процессах LENR участвует катализатор
- 6) Ядерные трансформации связаны не с сильными, а со слабыми взаимодействиями с участием нейтрино

Атомы дейтерия внедряются в кристаллическую решётку. Достигается высокая плотность ядер дейтерия, что позволяет протекать реакциям синтеза

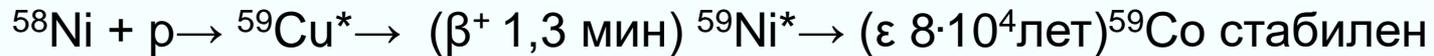
$$\mathbf{D + D = T + p , D + D = {}^3\text{He} + n}$$

Эта гипотеза противоречит экспериментальным результатам:

- 1) Не обнаружено интенсивное выделение нейтронов
- 2) Должны образовываться только протоны, тритий и гелий. Образуется много других разнообразных элементов
- 3) LENR происходит не только в твёрдых кристаллических веществах, но и в жидкости и плотной плазме

# Протон преодолевает «кулоновский барьер» и сливается с ядром

При поглощении ядрами никеля протона протекают ядерные реакции:



Каждый акт взаимодействия сопровождается образованием жесткого гамма кванта. Кроме того, возникают позитроны, которые при аннигиляции дают гамма кванты с энергией 511 кэВ.

**Столь мощное гамма излучение не могло бы остаться незамеченным**

**Кроме того, обнаружены LENR-процессы, в которых водород или дейтерий вообще не участвует**

## Трансмутации без водорода

### ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Балакирев В.Ф и др. Екатеринбург, 2003

Akella, Kennedy. *Anorthite + Diopside / Americ. Mineral. Vol.53. Nov. Dec. 1968*

Химический состава силикатов при температуре 1200°C при высоком давлении.

Давление, МПа	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Fe <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
195	35	18	47
220	38	20	42
255	50	14	38
275	62	10	28
292	65	8	27

Эти результаты можно трактовать как переходы  
Mg → Ca  
Fe → Ca.

Вид окисла	До сжатия, %	После сжатия, %
SiO <sub>2</sub>	41,9	42,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,5	22,48
MgO	18,4	18,28
CaO	5,6	5,6
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,4	2,14 (+0,74)
MnO	1,7	0,37 (-1,33)
Fe <sup>++</sup>	9,0	7,94 (-1,06)
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,08
Всего	99,6	99,31

Kervran L. *Preuves en Geologie et Physique de Transmutations a faible Energie. Paris: Librairie Maloine S.A., 1973.*

Темпеатура 900°C, давление 500 МПа

Эти результаты можно трактовать как переходы  
Fe → Cr  
Mn → Cr.

М.И. Солин обнаружил преобразование элементов при электронно-лучевой выплавке циркония и ряда других металлов и выделение избыточной энергии в виде тепла и электричества.

## Трансмутации без водорода

ЖУРНАЛ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ, 2016, том 90, № 10, с. 1578–1580

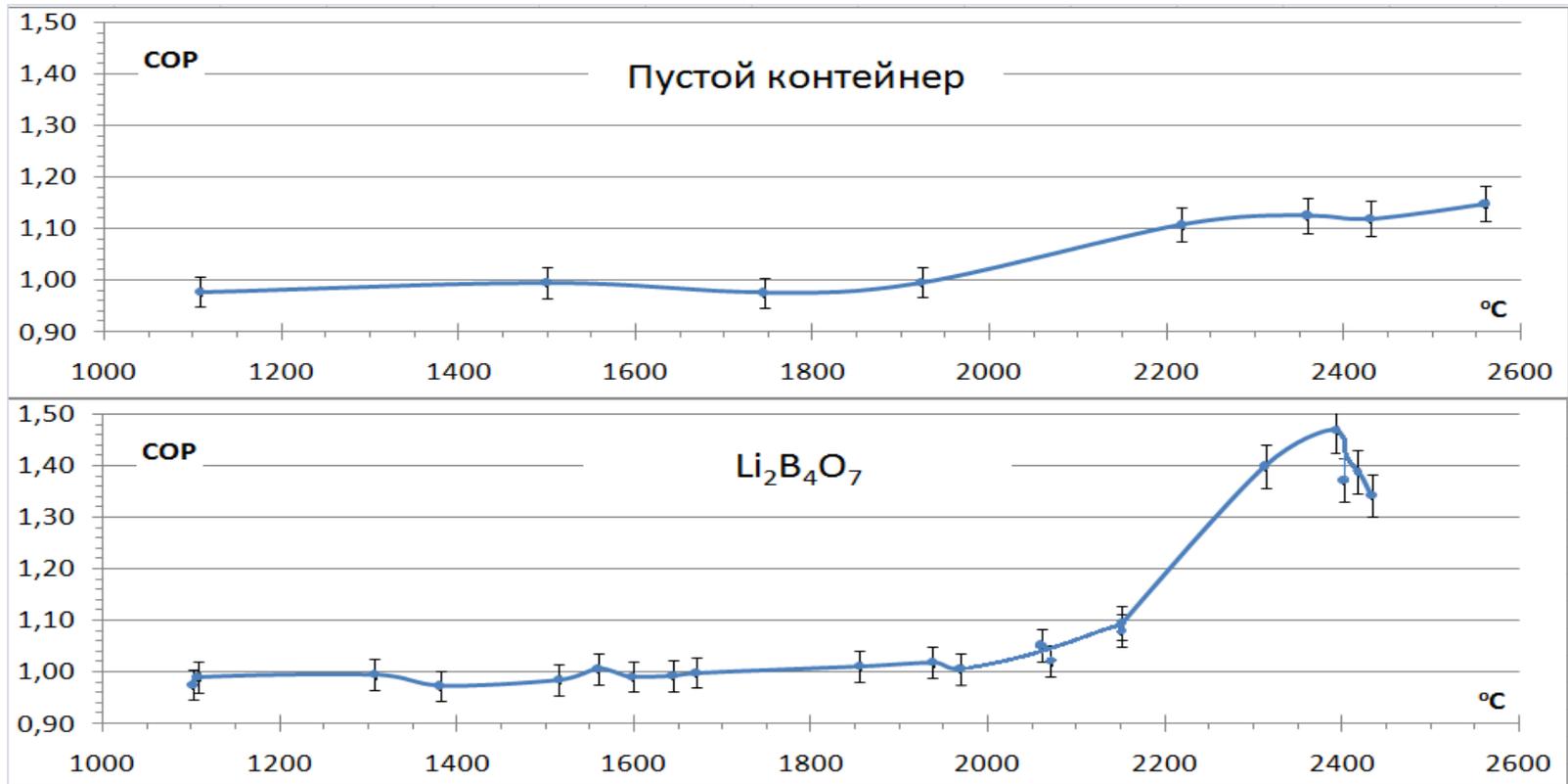
### ОБ ОБРАЗОВАНИИ КАЛЬЦИЯ В ПРОДУКТАХ ГОРЕНИЯ ЖЕЛЕЗОАЛЮМИНИЕВЫХ ТЕРМИТОВ В ВОЗДУХЕ

А. А. Громов и др.

Образец	Содержание металла , (мас. % $\pm$ 0.01 мас. %)						
	Fe	Al	Si	Na	K	Ca	Pb, Mn, Zn, Mg, Ni (суммарно)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70.04	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Al	0.12	99.71	0.15	<0.01	0.02	<0.01	<0.01
Al / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 3/2	59.56	33.72	<0.01	0.02	0.07	0.39	<0.01
Al / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 1/1	46.04	49.03	<0.01	0.02	0.08	0.55	<0.01
Al / Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 2/3	26.14	62.82	<0.01	0.02	0.09	0.32	<0.01

Исследован состав конденсированных продуктов сгорания термитных смесей (Al + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в воздухе. Показано, что в процессе горения образуется в количестве до 0.55 мас. % кальций, изначально отсутствующий в реагентах

## Трансмутации без водорода



Избыточное тепловыделение при температуре выше 2200°C наблюдается даже в случае пустого контейнера, но контейнер, заполненный тетраборатом лития, дает намного более сильный эффект (до 50%)

## Протон превращается в нейтрон, для которого «кулоновского барьера» нет



### Захватное излучение

Водород:  $p + n \rightarrow d + \gamma$  (2,23 МэВ)

Никель при захвате 100 тепловых нейтронов даёт 267 гамма квантов с энергией до 10 МэВ

Алюминий при захвате 100 тепловых нейтронов даёт 600 гамма квантов с энергией до 9 МэВ

*Обнаружены LENR-процессы, в которых водород или дейтерий вообще не участвует*

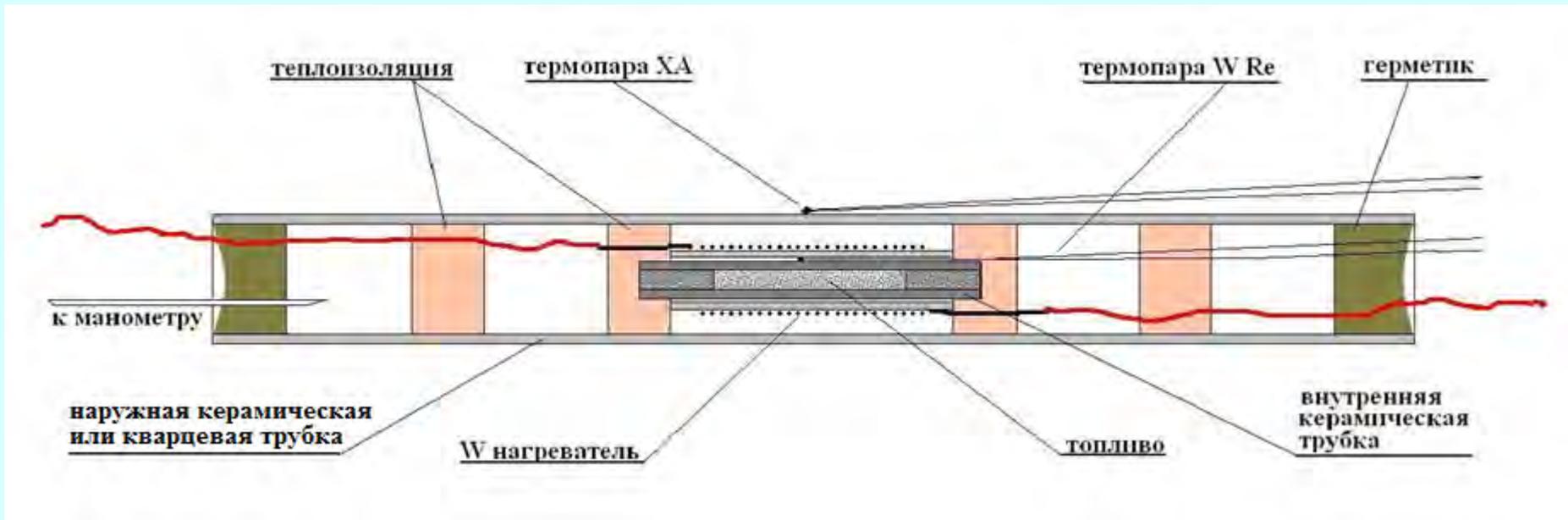
**Учитывая, что процессы с участием нейтронов и протонов, преодолевающих кулоновский барьер, невозможны без излучения жёсткой ядерной радиации, а в процессах LENR её нет, следует признать такие подходы бесперспективными.**

# Попытки объяснений феномена LENR

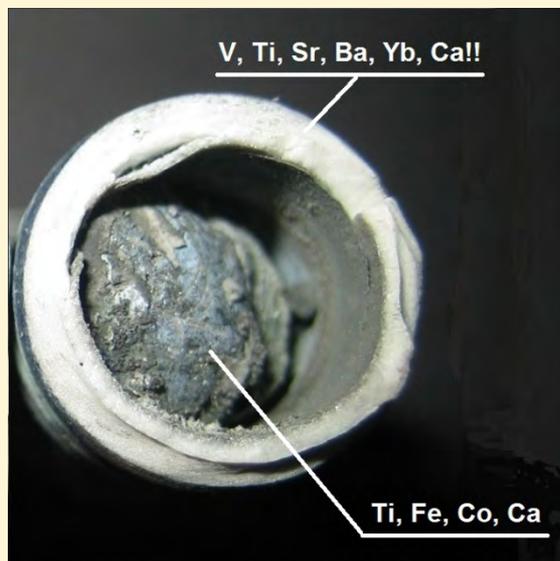
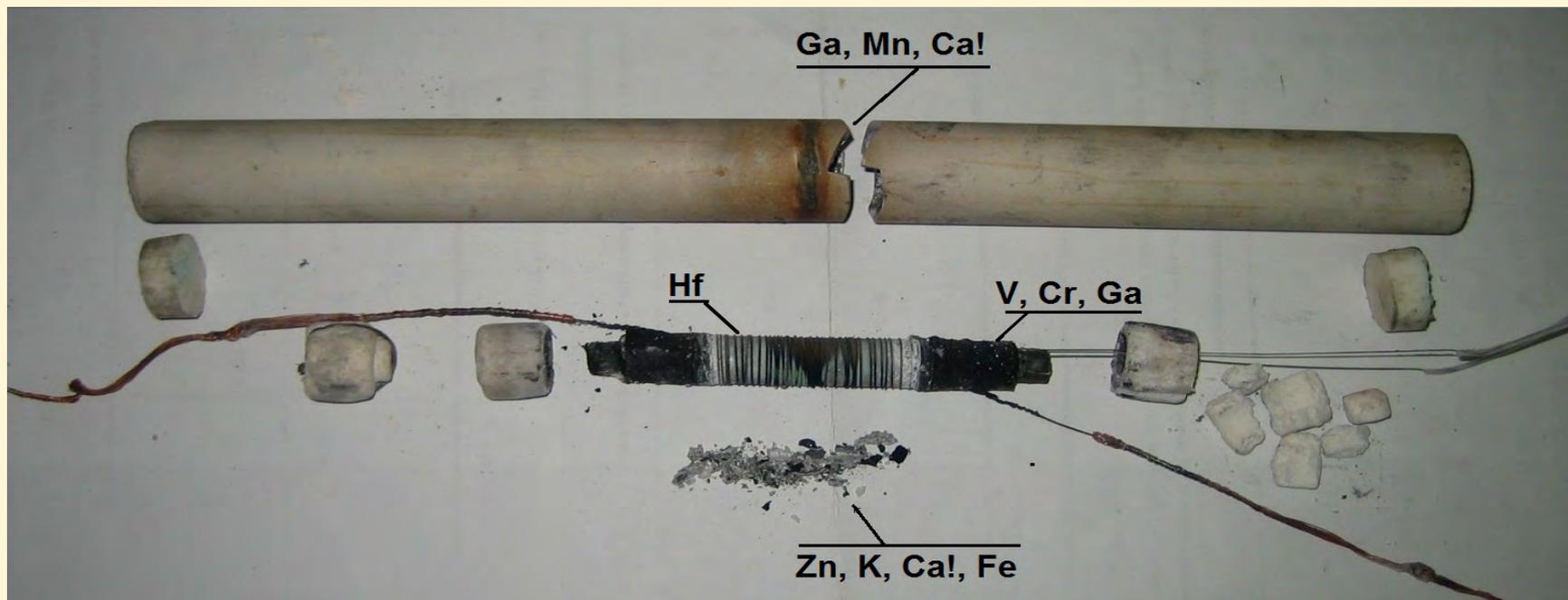
*Гипотеза должна объяснять не только какую-то одну сторону явления, но и не противоречить другим особенностям LENR*

Многочисленные гипотезы можно разделить на несколько групп:

- 1) Атомы дейтерия внедряются в кристаллическую решётку. Достигается высокая плотность ядер дейтерия, что позволяет протекать реакциям синтеза  $D + D = T + p$ ,  $D + D = {}^3\text{He} + n$
- 2) Протон (дейтрон) преодолевает «кулоновский барьер» и сливается с ядром
- 3) Протон превращается в нейтрон, для которого «кулоновского барьера» нет. Этот нейтрон порождает цепочку ядерных трансформаций
- 4) Атом переходит в компактное состояние с выделением энергии. Становится возможным преодоление кулоновского барьера
- 5) В процессах LENR участвует катализатор
- 6) Ядерные трансформации связаны не с сильными, а со слабыми взаимодействиями с участием нейтрино



Типичная конструкция никель-водородных реакторов созданных в ОКЛ КИТ



Поперечный разрез внутренней трубки

Реактор М7 после завершения работы.

*Обнаружено множество элементов, изначально в топливе и конструкционных материалах практически отсутствующих.*

*Особенно много появилось кальция. Во внутренней керамической трубке содержание кальция достигло 23% при исходном содержании около 1%.*

**Существенных изменений в изотопном составе никеля не обнаружено**

# Реактор с лампой накаливания в циркулирующей воде



Галогенная лампа накаливания (220В, 300Вт) находится в кварцевой трубе, через которую прокачивается дистиллированная вода. Вода охлаждается, проходя через теплообменник.

Для достижения достаточно высокой температуры нити накаливания (около 2500°C) лампа питается повышенным напряжением 320 В.

Кварцевая труба обёрнута снаружи алюминиевой фольгой.

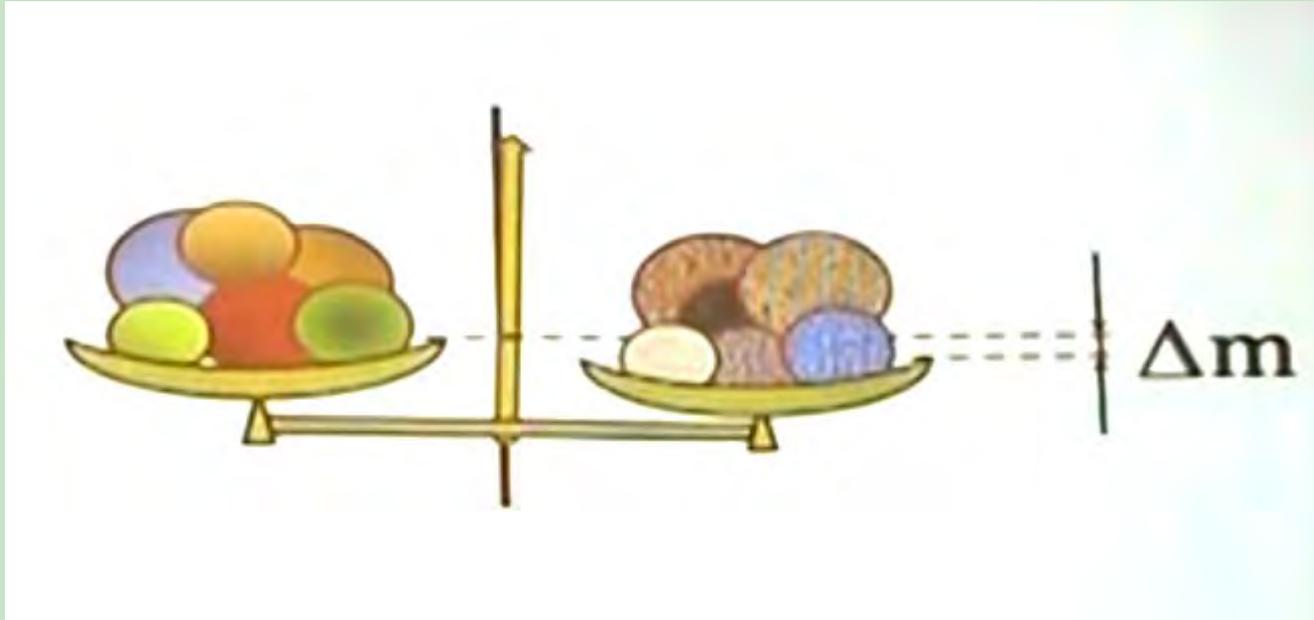
*Реактор может работать непрерывно на протяжении многих суток, причём температура около реактора остаётся близкой к комнатной.*

Этот реактор используется в качестве источника «странного излучения» и для исследования эффектов в близко расположенных объектах

# Многочисленные разнообразные эксперименты позволяют выделить ряд важных особенностей LENR:

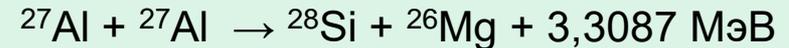
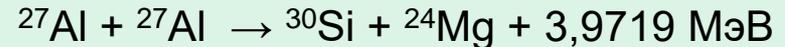
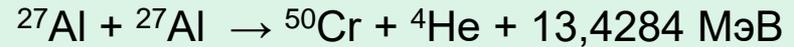
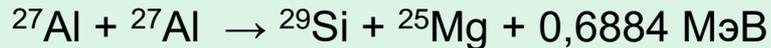
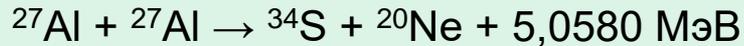
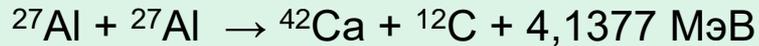
- выделение энергии намного превосходящей возможности химических реакций
- возникновение огромного разнообразия нуклидов не только в «топливе», но и в окружающем веществе, причём преимущественно образуются нуклиды, не обладающие радиоактивностью
- в процессе LENR излучаются нейтроны и гамма излучение. Однако интенсивность излучаемой радиации на много порядков ниже, чем при «обычных» ядерных реакциях
- необходим нагрев до температуры от нескольких сотен до нескольких тысяч °C
- необходима достаточно плотная среда
- Наличие водорода не обязательно

**Огромное многообразие нуклидов, возникающих в результате холодных ядерных трансмутаций, возможно только в результате энергетически выгодных перегруппировок в коллективе нуклонов**

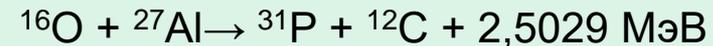
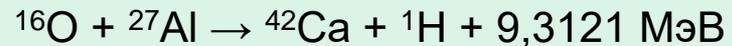
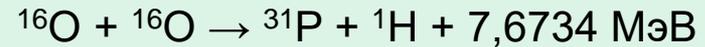
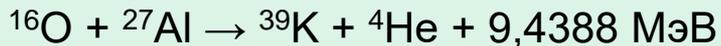
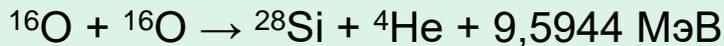
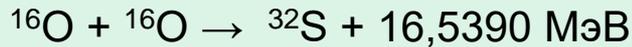


**Совокупность атомов подвергается некоторому воздействию, в результате чего выделяется энергия и образуется совокупность других более устойчивых атомов**

## Трансмутации, возможные в корундовых трубках ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )



Кроме того, возможны трансмутации с участием ядер кислорода, а также кислорода и алюминия:



*В корунде могут появляться железо, хром, кальций, сера, кремний, магний, фосфор, калий. Анализы показывают значительное возрастание концентрации именно этих элементов после пребывания корунда в работающем реакторе*

Образование железа из воды



**Важно отметить, что ядерные реакции с участием электронов - это реакции слабого взаимодействия в участием нейтрино**

# Гипотетические пути реализации многоядерных трансформаций

- Магнитные монополи (Л.И. Уруцкоев, Н.Г. Ивойлов, К. Fredericks, A. Kovacs)
- «Капсулы» с трансатомами (Г.В. Мышинский)
- Магнито-торо-электрические кластеры (В.М. Дубовик)
- Нейтрино ультранизких энергий (А.Г. Пархомов)

**Проблемы холодной трансмутации ядер химических элементов и шаровой молнии:** Материалы 26 Российской конференции. Сб. материалов. Москва, 2020, 368 с. <https://www.ozon.ru/product/kosmos-zemlya-chelovek-180975844>

Пархомов А.Г. LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий. ЖФНН, 23-24(7), с. 6-8, 2019  
<http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov1.pdf>

Parkhomov A.G. Weak Interactions as Essence of LENR. *International Journal of Unconventional Science*, 2019, E4:3-5 <http://www.unconv-science.org/pdf/23/parkhomov1-en.pdf>

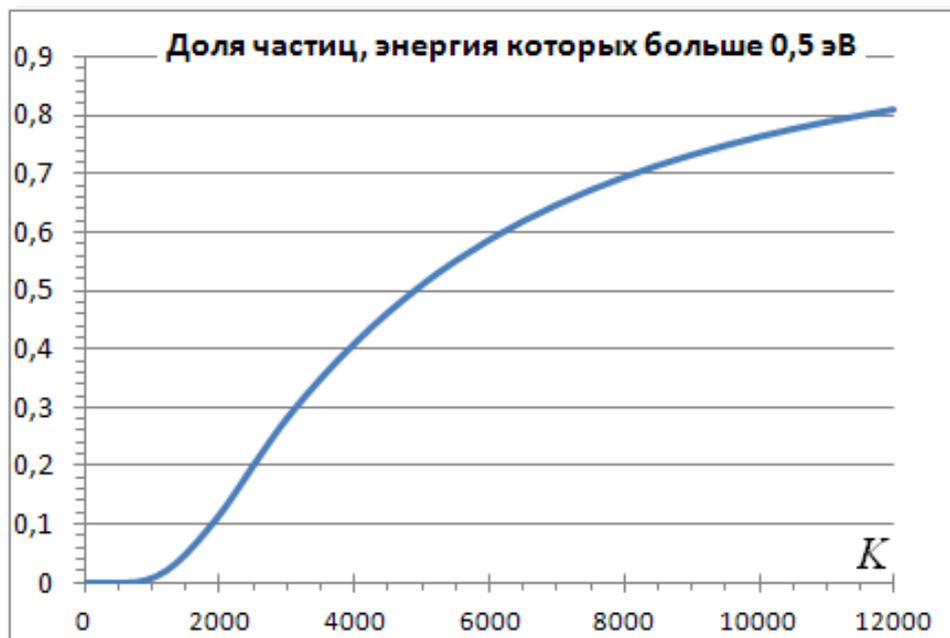
Пархомов А.Г., Карабанов Р.В. LENR как проявление слабых ядерных взаимодействий. Новый подход к созданию LENR-реакторов. *РЭНСИТ*, 2021, 13(1):45-58 [http://rensit.ru/vypuski/article/372/13\(1\)45-58.pdf](http://rensit.ru/vypuski/article/372/13(1)45-58.pdf)

Parkhomov A.G., Karabanov R.V. LENR as a manifestation of weak nuclear interactions. New approach to creating LENR reactors. *RENSIT*, 13(1) (2021) 45-58. [http://en.rensit.ru/vypuski/article/372/13\(1\)45-58e.pdf](http://en.rensit.ru/vypuski/article/372/13(1)45-58e.pdf)

*Parkhomov A.G., Belousova E.O. Huge Variety of Nuclides that Arise in the LENR Processes. Attempt at Explanation. Journal of Modern Physics*, Vol.13, No.3, March 2022  
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=115710>

## Гипотеза об участии нейтрино в ядерных трансформациях

*Если верно, что масса электронного нейтрино и антинейтрино  $< 0,28$  эВ, они могут образовываться в результате неупругих столкновений частиц вещества (электронов, ионов, нейтральных атомов) при их тепловом движении. Энергия сталкивающихся частиц должна быть порядка  $0,5$  эВ и выше*



Особенно часто сталкиваются электроны с атомами в металлах: в  $1 \text{ см}^3$  происходит порядка  $10^{36}$  столкновений в секунду. Столь высокая частота столкновений приводит к появлению огромного числа нейтрино и антинейтрино даже при очень малой вероятности их образования. Возникшие нейтрино и антинейтрино могут взаимодействовать с ядрами окружающего вещества.

*Важно: длина волны де-Бройля возникающих частиц порядка  $1 \text{ мкм}$ . Это означает, что область взаимодействия охватывает огромное число атомов, что делает возможными трансформации, охватывающие множество атомов и ядер, в результате чего даже маловероятные процессы становятся значительными.*

## Гипотеза об участии нейтрино в ядерных трансформациях позволяет объяснить многие особенности LENR:

- необходимость нагрева до температуры порядка  $1000^{\circ}\text{C}$  и выше (сообщения частицам вещества энергии не меньше десятых долей эВ)
- необходимость достаточно плотной среды
- возникновение большого разнообразия нуклидов не только в «топливе», но и в окружающем веществе
- отсутствие или очень маленькую интенсивность жёстких ядерных излучений (принцип Циглера - максимальное производство энтропии в неравновесных системах при стремлении к равновесию)
- В ядерных преобразованиях с участием нейтрино нет проблемы «кулоновского барьера». В процессе слабых ядерных взаимодействий происходит преобразование протонов в нейтроны и нейтронов в протоны.



*Источник нейтрино-antineйтрино (горячий металл или плотная плазма) можно отделить от "топлива" - вещества, где происходят ядерные трансформации. Это открывает возможность для осознанного конструирования высокоэффективных LENR-реакторов*

Металлический сердечник располагается внутри теплоизоляции, что позволяет нагревать его с небольшими затратами энергии.

Топливо находится на периферии, что позволяет осуществлять интенсивный отвод тепла.

# Тепловыделение в некоторых элементах и химических соединениях

Вещество	Дж/г	/АІ	Вещество	Дж/г	/АІ
Al	0,032	1,00	Mn	0,020	0,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,045	0,90	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> *10H <sub>2</sub> O	0,054	1,46
В аморфный	0,073	1,51	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,051	1,05
B <sub>4</sub> C	0,036	0,96	NaBiO <sub>3</sub>	0,025	0,50
Be	0,147	3,05	NaCl	0,045	0,62
Bi	0,008	0,15	NaF	0,034	1,06
BN	0,045	0,94	NaHCO <sub>3</sub>	0,049	1,01
С (графит)	0,040	1,25	NH <sub>4</sub> Cl	0,079	1,10
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (сахароза)	0,078	1,50	(NH <sub>4</sub> ) <sub>10</sub> [W <sub>12</sub> O <sub>41</sub> ]*10H <sub>2</sub> O	0,036	0,74
CH <sub>2</sub> (полиэтилен)	0,042	1,20	Ni	0,024	0,46
Ca(OH) <sub>2</sub>	0,068	1,10	Ni микропорошок	0,026	0,49
CaH <sub>2</sub>	0,099	2,04	NiSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	0,074	1,36
Cd	0,008	0,21	P	0,035	0,56
CeO <sub>2</sub>	0,032	0,58	Pb	0,009	0,18
Cu	0,014	0,22	Pb	0,005	0,13
H <sub>2</sub> O	0,169	3,07	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	0,035	0,69
D <sub>2</sub> O	0,159	2,89	PbO	0,013	0,25
Fe	0,029	0,47	S	0,043	0,69
Fe микропорошок	0,027	0,44	Sb	0,011	0,18
FeSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	0,091	1,80	Se	0,021	0,35
HgI <sub>2</sub>	0,013	0,27	Si	0,031	0,79
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,037	0,59	SiC	0,044	0,85
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,050	0,90	SiO <sub>2</sub>	0,042	0,82
KNO <sub>3</sub>	0,058	1,08	Sn	0,016	0,27
L <sub>2</sub> iCO <sub>3</sub>	0,077	2,39	Ti	0,0204	0,53
L <sup>6</sup> <sub>2</sub> iCO <sub>3</sub>	0,084	2,61	Ti микропорошок	0,024	0,50
Li	0,110	3,42	TiD <sub>2</sub>	0,049	0,68
Li <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	0,089	1,83	TiH <sub>2</sub>	0,054	0,75
LiCOOH	0,058	1,81	UO <sub>2</sub>	0,011	0,29
LiF	0,075	2,36	W	0,008	0,17
Mg	0,078	1,60	WO <sub>3</sub>	0,022	0,45
MgO	0,085	1,54	ZnO	0,036	0,66
MgSO <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O	0,092	1,78	ZnS	0,035	0,64

1. Элементы с маленьким атомным номером (H, L, B, V), а также химические соединения их содержащие, имеют наиболее высокое тепловыделение на единицу массы (на один нуклон).

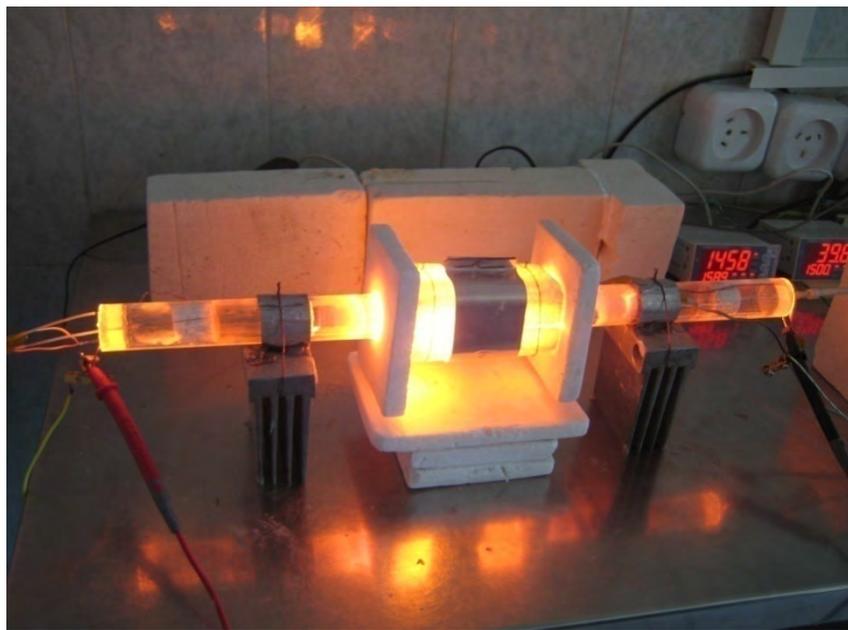
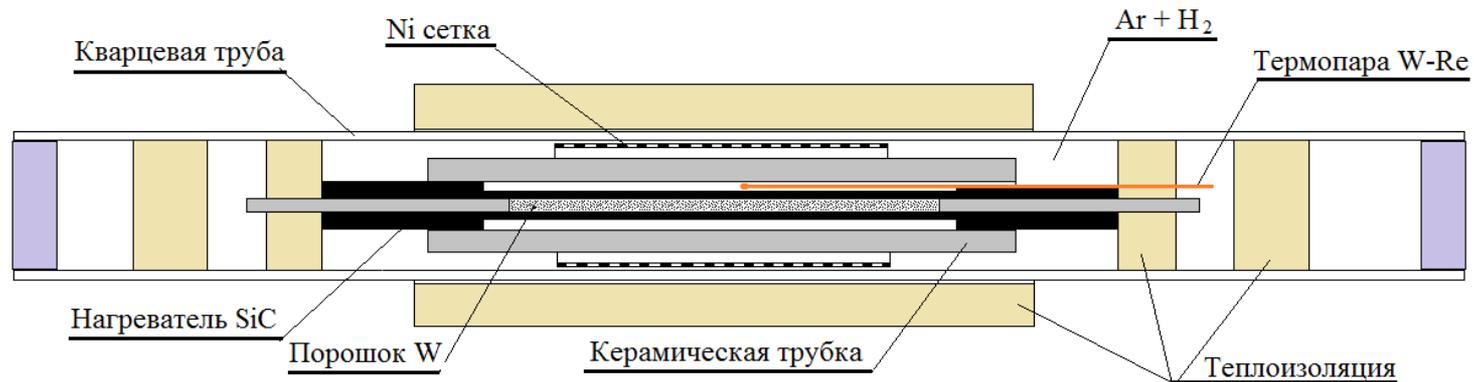
2. Элементы с высоким (P, V), а также химические соединения их содержащие, имеют низкое тепловыделение.

3. Наличие в химических соединениях большим элементов с маленьким значительно повышает тепловыделение (P (C<sub>3</sub>V O O<sub>2</sub>) (NH)<sub>10</sub> 12 O 1 12 O).

. Тепловыделение в веществах, содержащих дейтерий D<sub>2</sub>O, T D мало отличается от тепловыделения в веществах, содержащих водород H T H).

. Тепловыделение в монолитных металлах T, V N ) мало отличается от тепловыделения в микропорошках.

## Реактор W1 с трубчатым карбид-кремниевым нагревателем и вольфрамовым сердечником



Внутри карбид-кремниевого нагревателя находится вольфрамовый порошок массой 3,1 г. Нагреватель окружен теплоизоляцией из пористой керамики. Между теплоизоляцией и наружной кварцевой трубой расположена наводороженная никелевая сетка («топливо»).

*Этот реактор производил до 1000 Вт избыточной мощности (COP = 2,1) при температуре около 1600°C*

# Выводы

- Одной из наиболее характерных особенностей LENR является огромное разнообразие возникающих нуклидов.
- Объяснить это многообразие можно предположив многоядерный характер происходящих трансформаций.
- Многоядерные преобразования, возможно, происходят в результате слабых взаимодействий с участием нейтрино очень низких энергий.
- Нейтрино очень низких энергий могут возникать при столкновениях частиц вещества в процессе теплового движения. Особенно эффективно - при столкновениях электронов с атомами в металлах.
- Эксперименты показывают, что, действительно, раскалённые металлы порождают излучение, вызывающее тепловыделение в окружающем веществе и ядерные трансмутации.
- Наиболее эффективно эти процессы происходят в лёгких элементах: в водороде, литии, боре, углероде.