

Estudio de la Fusión en Frío

Edmond Storms

Febrero de 2003

Prefacio

Mi interés en la fusión en frío comenzó poco después que los Profesores Pons y Fleischmann anunciaran su descubrimiento en 1989. Entonces, yo era un científico más trabajando en la investigación convencional acostumbrada en el LANL (Laboratorio Nacional Los Álamos). Entre los numerosos intentos por duplicar lo ya anunciado, he sido afortunado en producir triterio, así como energía anómala. No hay nada como trabajar un fenómeno para hacer creer a una persona que es real, sin tener en cuenta lo que otras personas menos observadoras pudieran decir. También vemos actuar livianamente a muchos colegas científicos que adquirieron una educación adicional pero decepcionante. Desde mi jubilación en el LANL, hace 12 años, continué investigando el tema y escribí documentos, incluyendo varias revisiones científicas, presionando por la aceptación del fenómeno. La gran colección de referencias adquiridas en este esfuerzo, que totalizan casi 3.000, se transformó en la BIBLIOTECA disponible en <http://www.LENR-CANR.org>. Con la ayuda esencial de Britz Dieter y Rothwell Jed, esta colección será mantenida hasta la fecha en que crezca el campo.

La documentación sobre la fusión en frío creció más allá del punto en que una lectura casual pueda llevar a un entendimiento útil. A pesar de que existen varios buenos libros entre las ediciones científicas, las diferentes revistas científicas atienden poco este tema. Este documento fue concebido para proporcionar, de la mejor manera posible, un entendimiento total de los experimentos a una persona técnicamente entrenada y aportar evidencias del efecto. Alguien que desee un conocimiento más técnico debe leer “Calor en Exceso: Por qué Prevaleció la Investigación de la Fusión en Frío” (“Excess Heat: Why Cold Fusion Research Prevailed”), por Charles Beaudette [1], en la biblioteca de www.LENR-CANR.org.

Este documento no es en sí una revisión completa, ni una crítica a la información conocida, sino más bien una guía. Elegí sólo una muestra de documentos útiles, con referencias frecuentes a las revistas donde puede encontrarse una lista más completa. Las referencias a la completa BIBLIOTECA de [LENR-CANR.org](http://www.LENR-CANR.org) permiten consultar inmediatamente el texto íntegro de cada documento. Una lista completa de referencias permite que este documento pueda ser impreso y visto como un texto independiente. Las referencias citadas deben ser consultadas para un mejor entendimiento, una vez estudiado el mapa aquí entregado.

Si el lector encontrara que alguna referencia importante de este documento está ausente en la BIBLIOTECA, por favor informarme a Storms2@ix.netcom.com, para poder corregir el descuido. Además, en el sitio web se encontrará una sección destinada a críticas y contribuciones a este documento. Mi intención es promover el debate y avanzar en este campo en todos los niveles de entendimiento.

Al hacer sugerencias, por favor tenga en cuenta que muchos documentos no entregan información suficiente como para permitir una evaluación exacta, ni tampoco una conclusión respecto al significado del experimento. Esto es especialmente verdadero para muchos estudios que consiguieron producir efectos anómalos. Sin embargo, los escépticos frecuentemente invocan los fracasos como una forma de rechazar el proceso. Realmente, un fracaso en un laboratorio raramente acarrea dudas sobre trabajos de otros, a menos que todos usen exactamente los mismos instrumentos y técnicas. El fracaso tiene muchos padres, además de la reivindicación de lo falso. Espero que esta conversación ayude a futuros autores a tener en cuenta estas importantes indicaciones. Si su trabajo fracasa, el autor prospera. Sin tal información, yo frecuentemente soy forzado a declarar sobre lo que fue observado sin la satisfacción de poder entregar detalles a los

lectores.

Algunos nuevos trabajos revelaron varias suposiciones incorrectas que orientaron la investigación en direcciones improductivas. Sugiero que futuras teorías y estudios mantengan en cuenta lo siguiente:

1. El efecto ocurre en la superficie de un cátodo de electrólisis, en el volumen del material.
2. El material activo que causa el efecto de Pons-Fleischmann es el β -PdD de cualquier composición. Se trata de un compuesto complejo, de composición complicada, pero desconocida y de estructura también desconocida.
3. Se piensa que las reacciones nucleares ocurren en muchos materiales tratados en una variedad de medios, y sólo cuando hay presencia de paladio y deuterio.
4. Un ambiente constituido por partículas finamente molidas presenta con frecuencia efectos nucleares.
5. Todo los isótopos de hidrógeno pueden resultar involucrados en el proceso de fusión en frío.

Además, sugiero que todas las explicaciones pasadas basadas en las propiedades ideales de β -PdD deben ser abandonadas como inadecuadas, sin esperanza. Hasta que la teoría no explique la naturaleza del mundo real, en contraste con el mundo ideal imaginario, el campo seguirá estancado. Estas conclusiones, unas propias y otras compartidas con otros, constituyen la base de este documento.

Introducción

El controvertido fenómeno llamado "Fusión en Frío" (CF), "Reacciones Nucleares de Baja Energía" (LENR) o "Reacciones Nucleares Químicamente Asistidas" (CANR), que se acreditan posibles, envuelven la capacidad de una gran variedad de reacciones nucleares en materiales sólidos utilizando energías muy bajas. Antes que usar fuerza bruta para mover núcleos hacia el interior de un campo de reacción, aparentemente existe un mecanismo en una estructura de enrejado que es capaz de eludir cualquiera barrera de Coulomb, permitiendo que ciertos núcleos reaccionen entre sí. Este documento abordará las observaciones más importantes usadas para apoyar el comportamiento anómalo descrito. En el texto son mencionados detalles mínimos, a fin de ayudar al lector a obtener una visión general rápida de las reivindicaciones,. Todos los diversos documentos omitidos están disponibles en la BIBLIOTECA del sitio web, donde los lectores pueden revisar a gusto su contenido.

El Capítulo 1 entrega una visión general de los métodos para iniciar el efecto. La evidencia de calor anómalo es resumida en el Capítulo 2 y los productos nucleares son discutidos en el Capítulo 3. Algunas explicaciones para el mecanismo nuclear son entregadas en el Capítulo 7. Estas reacciones nucleares anómalas exigen un ambiente especial en que operar, llamado Ambiente Nuclear Activo (NAE), descrito en el Capítulo 4. Como a muchas personas les fue difícil duplicar los experimentos, en el Capítulo 6 se entregan algunas introspecciones para ayudar en este esfuerzo. Para que un estudio sea útil, el estudiante necesita entender las propiedades químicas de los materiales usados en la tentativa. Estos son descritos en el Capítulo 5, solamente para el sistema PdD donde son discutidos algunos juicios falsos. Finalmente, en el Capítulo 8 se ofrecen algunas explicaciones prosaicas creíbles y posibles errores.

Esta conversación fue proyectada como una guía, tanto para profesionales como para no profesionales. Los efectos reivindicados son aceptados como reales, aunque no sean bien entendidos ni necesariamente exactos en su magnitud informada. Este documento pretende mostrar patrones importantes de comportamiento, sugerir ideas que pueden haber sido sobrepasadas, y dar algunas

luzes a un estudiante sobre cómo duplicar las experimentaciones. El lector puede hacerse un juicio propio, con posibilidades de una gran colección de observaciones coherentes que pueden ser producidas por error, si se trata de procesos prosaicos.

CAPÍTULO 1: Visión General

Se pensaba que el deuterio de paladio era el único capaz de hospedar tales reacciones. Ahora se descubrió que muchos otros metales y aleaciones metálicas, producen los mismos efectos. Entretanto, todos estos efectos anómalos son sensibles sólo en el ambiente químico en que ellos ocurren. Aparentemente, en este fenómeno la química es tan importante como la física, un dato que frecuentemente es ignorado.

El NAE (Ambiente Nuclear Activo) fue generado en muchos medios diferentes y expuesto a energía aplicada de varias fuentes. El primer método informado [2] usó electrólisis para cargar paladio con deuterio. La electrólisis también produjo éxito usando cátodos de níquel con un H_2O conteniendo un electrolito [3, 4], platina con D_2O [5], y titanio con D_2O [6]. Aumentando la temperatura [7-9], y aplicándose energía de RF [10], y láser [11-13], parecen aumentar los efectos. Usándose tensión eléctrica suficiente para crear plasma [14, 15] en el electrolito se generó una variedad de reacciones nucleares anómalas cuando se usó como cátodo paladio, tungsteno o carbono [16]. El tipo de átomo disuelto en el electrolito y subsecuentemente adherido al cátodo juega un papel dominante en determinar cuál reacción nuclear ocurre en el cátodo. También se tornaron nuclearmente activas finas camadas de vidrio [17] en platina [18] o cobre [19, 20]. Se pueden generar efectos anómalos simplemente exponiendo metales de varias especies, finamente molidos, ante isótopos de hidrógeno. Cuando se exponen al gas de deuterio, las partículas de paladio de tamaño de nano metros se tornan nuclearmente activas. Este polvo de paladio puede estar en estado libre, como “paladio negro” [21], o unido a una superficie de carbono [22], como en un catalizador convencional de hidrógeno. Un flujo de deuterio atravesando una camada de 40 nm de paladio también puede generar una variedad de reacciones nucleares [23], dependiendo del tipo de átomos disueltos en el paladio.

Iones energizados, obtenidos por descarga eléctrica en gas cargado de isótopos de hidrógeno [24, 25] o por [26-35] bombardeo de iones, fueron utilizados para iniciar reacciones nucleares. En todos los casos, la energía del ion está distante de la estimada como necesaria para causar un efecto nuclear significativo.

Ciertos óxidos complejos de metal [36, 37] son capaces de disolver algún deuterio, que puede ser difundido eléctricamente dentro de su estructura por una diferencia de potencial eléctrico. Usando este método se generó energía anómala. La electro-difusión de D^+ en β -PdD también puede producir [38-42] calor anómalo.

Se pueden colapsar burbujas generadas por energía sónica atravesando un líquido y cayendo en una superficie metálica. Cuando esto ocurre, el contenido de las burbujas es inyectado en el metal como plasma. El uso de agua pesada inyecta una mezcla de D^+ y O^- que genera productos nucleares anómalos y calor en una variedad de metales usados como blanco [43-45]. El agua normal puede producir semejantes efectos singulares, a pesar de que su duplicación está por bien ocurrida [46].

Se observaron efectos anómalos durante una variedad de reacciones químicas en presencia de deuterio [47, 48]. El calentamiento repentino de titanio cargado con D_2 [49] o al enfriarse titanio en gas D_2 [50, 51] resulta en emisiones de neutrones. Se anunciaron muchas reacciones químicas involucrando deuterio por generar neutrones, incluso en los establecimientos de cemento Portland.

También se informó de efectos nucleares involucrando sistemas biológicos en presencia de ambos D_2O [52] y H_2O [53, 54]. A pesar de que el número de ocurrencias nucleares ha sido pequeño en estos ambientes, la teoría convencional no contempla a ninguno de los producidos.

Sólo algunos estudios midieron los productos nucleares al mismo tiempo que la energía anómala. Estas medidas muestran una relación directa entre energía y producción de 4He cuando está presente el deuterio, como se describe en el Capítulo 3, y una relación entre productos de transmutación y calor. Por otro lado, triterio o emisiones de neutrones están raramente asociadas al calor captado, aunque ocasionalmente se observan emisiones de rayos-X. Aparentemente, el camino tomado por la reacción de fusión es muy distinto en un enrejado comparado con el camino seguido cuando es usado plasma energético.

El hidrógeno también se encuentra nuclearmente activo en algunos ambientes. Efectos anómalos son producidos por superficies especialmente tratadas con níquel expuesto al gas hidrógeno [55]. Cuando el níquel es repetidamente cargado y descargado de hidrógeno, parece producir triterio [56]. El hidrógeno también puede producir transmutaciones y energía detectable [57-65]. El triterio regular sometido a titanio finamente dividido [66] experimenta un cambio en su índice de decaimiento.

Esto es apenas una muestra breve de la producción de efectos extraños informados, de muchas experimentaciones hechas con suficiente cuidado y duplicación para apoyar las informaciones. Sólo algunas de las muchas duplicaciones están registradas aquí.

Infelizmente, la naturaleza del NAE fue difícil de descubrir porque las reacciones ocurren sólo en regiones muy pequeñas que tienen propiedades muy distintas al material del ambiente. Más detalles se entregarán en los capítulos posteriores.

Están explotándose métodos nuevos, mientras métodos antiguos están siendo duplicados. Los escépticos predijeron que la fusión en frío era un engaño que desaparecería cuando fueran utilizados mejores instrumentos y técnicas, pero esto no ocurrió. Al contrario, los efectos fueron informados en mayor número con mayor relación señal-ruído. Claramente, ese raro mecanismo puede ser iniciado en muchos medios distintos, en muchas estructuras químicas e involucra a todos los isótopos de hidrógeno. El desafío está en determinar qué tienen en común estas estructuras y mecanismos, no rechazarlos porque son inéditos.

CAPÍTULO 2: Producción de Energía

I. Explicación del Método Calorimétrico

La demostración de la producción de energía requiere el uso de un calorímetro. Se han utilizado diversos tipos de calorímetros, incluyendo el isoperbólico, calorímetro de flujo y Seebeck. Como la calorimetría es una ciencia de la naturaleza, sus errores y limitaciones son bien conocidos. Para efectuar estas mediciones o evaluar los fenómenos anunciados, una persona cualquiera necesita aprender lo que es conocido respecto de los métodos usados, como se describen abajo.

El calorímetro isoperbólico utiliza la diferencia de temperatura a través de una barrera termal para determinar la cantidad de potencia térmica que se está generando dentro de esa barrera. La precisión depende del ΔT conocido que permanezca estable sobre el área total de la barrera. Pueden ser introducidos errores cuando la pared de una célula electrolítica es usada como barrera térmica y la temperatura es medida dentro del electrolito. Usualmente están presentes gradientes inesperados de

temperatura, que comprometen la medición. Bajo estas condiciones, la precisión depende del proyecto de la célula, localización de los sensores de temperatura y el grado de excitación. Este método requiere una calibración apropiada, usualmente haciendo electrólisis con un electrodo inerte. No es recomendable utilizar un calentador interno para calibrar, especialmente en ausencia de excitación o aplicación simultánea de corriente electrolítica. Un refinamiento de este método emplea una superficie externa a la célula. Esta forma es mucho menos afectada por gradientes dentro de la célula y puede ser hecha muy sensible al calor generado.

El calorímetro de tipo de flujo captura la potencia térmica que se desprende de un fluido en flujo y mide el cambio de temperatura resultante en el fluido. Si no se pierde energía del calorímetro el montante de potencia calórica puede ser obtenido usando la media del flujo, el cambio de temperatura y el calor específico del fluido, método así llamado absoluto. Sin embargo, la captura de todo el calor es muy difícil. Consecuentemente, el calorímetro necesita ser calibrado usándose un calentador interno o realizando una electrólisis con un electrodo inerte. La ventaja de este método es que le resulta relativamente indiferente el lugar donde es generada la energía dentro de la célula. A pesar de eso, puede ser un desafío aislar el calorímetro del ambiente y mantenerlo constante para conocer el flujo medio.

El calorímetro Seekback genera una tensión termo-eléctrica generada por la diferencia de temperatura en una barrera térmica con termo-pares. Permite la lectura de potencias anómalas de más o menos 50 mW sobre una potencia de electrólisis de 15 W; algunas construcciones permiten la lectura de 1 mW cuando la potencia de electrólisis es aún menor.

II. Energía Anómala

II.1 Método Electrolytíco

El primer anuncio de calentamiento anómalo fue hecho por Pons y Fleischmann [2] usando electrólisis y un calorímetro isoperbólico. Este trabajo estuvo sujeto a un considerable análisis y debate, pero eventualmente fue considerado con suficiente precisión como para soportar el anuncio hecho [70]. Desde que fue publicado este trabajo se conocieron más de 100 anuncios de anomalías energéticas causadas usando electrólisis, encontrándose mucho más que una célula activa.

Desafortunadamente, sólo cerca de 37 de estas publicaciones entregan informaciones suficientes como para permitir un análisis de posibles errores. La mayoría de estos estudios midió diversas muestras de paladio, con algunas activas y otras inactivas. Estos informes fueron listados por Storms [71] que también evaluó las explicaciones prosaicas.

Hasta muy recientemente se asumía que la anomalía energética era generada por la estructura paladio-beta. Observaciones más recientes indican que solamente pequeñas regiones de la superficie son activas y rápidamente se desactivan y vuelven a activarse [72]. Presumiblemente, una región comienza a generar energía, se calienta, expele deuterio y se desactiva. La rápida repetición del proceso produce una aparente producción estable de energía. Ocasionalmente, la densidad de la energía es suficiente para provocar fusión local. Esta región pasa a ser una aleación compleja de muchos elementos, pero con poco paladio. Se comentará más sobre esta situación más adelante.

Cuando es usado el método electrolítico con un cátodo de paladio, haciéndose mediciones apropiadas se verificarán seis comportamientos característicos. Estos son:

1. La razón D/Pd en todo el cátodo necesita exceder un valor crítico. Este valor difiere un poco entre los diferentes estudios porque solamente puede ser determinada la composición media, que depende del método usado y de la forma del cátodo. Típicamente, el valor crítico medio está entre $D/Pd = 0,85$ a $0,90$. Raramente, por razones desconocidas, son inactivas por encima de esta marca. Parecería que la composición de una superficie activa está por arriba de $D/Pd = 1,5$ y talvez tan elevada como $D/Pd = 2,0$ [73, 74], como muestra la figura 1. La falta de una

composición suficientemente alta en la superficie, sin considerar la composición media, puede explicar la inactividad de muestras altamente cargadas.

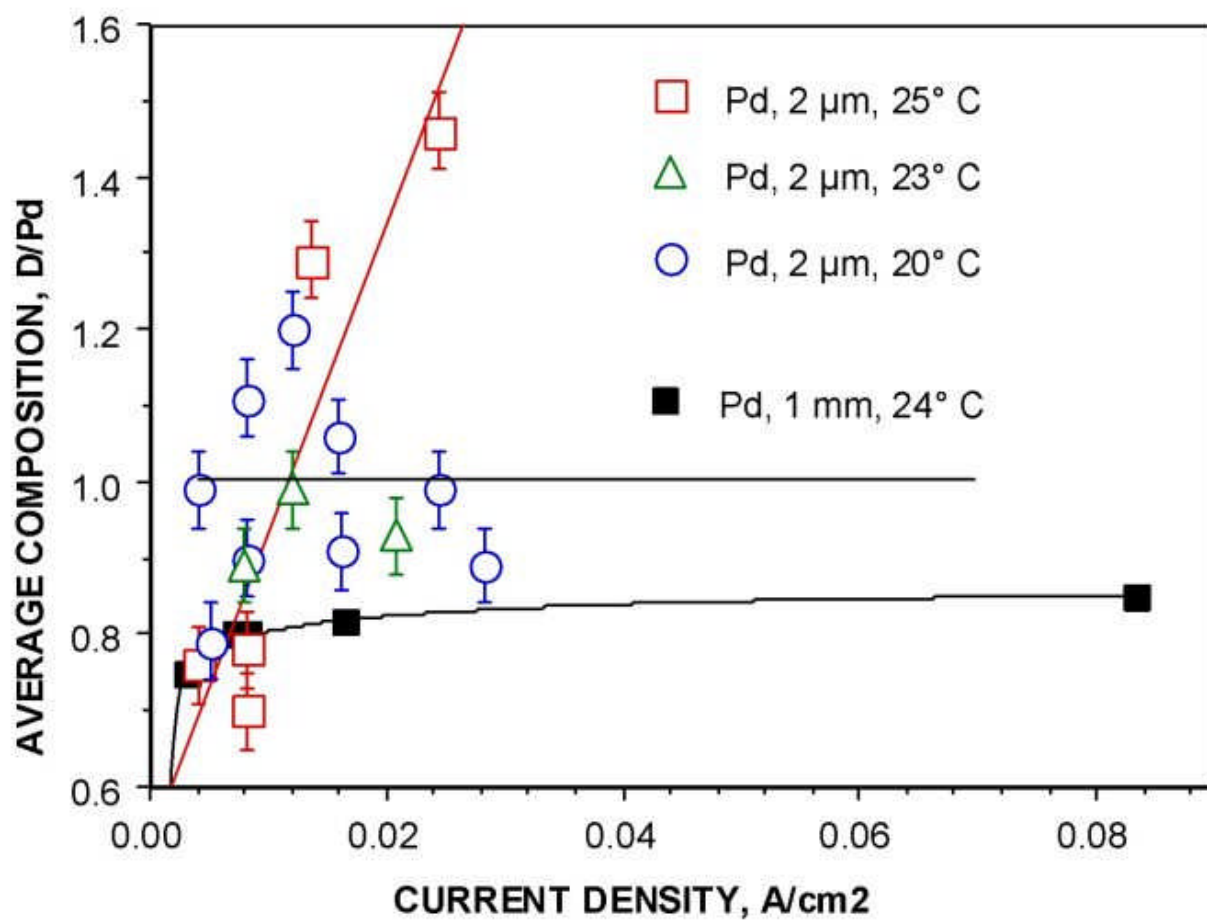


FIGURA 1. Mediciones de la composición de una fina película como representativa de la verdadera composición de la superficie.

2. La corriente debe ser mantenida por un tiempo crítico. Este tiempo es variable y presumiblemente depende de la rapidez que adquiere la superficie de la estructura activa y/o la composición. Este tiempo es corto para capas muy finas de paladio y puede ser tan largo como meses para el paladio sólido. La falta del tiempo necesario es una razón para la no aparición del efecto.

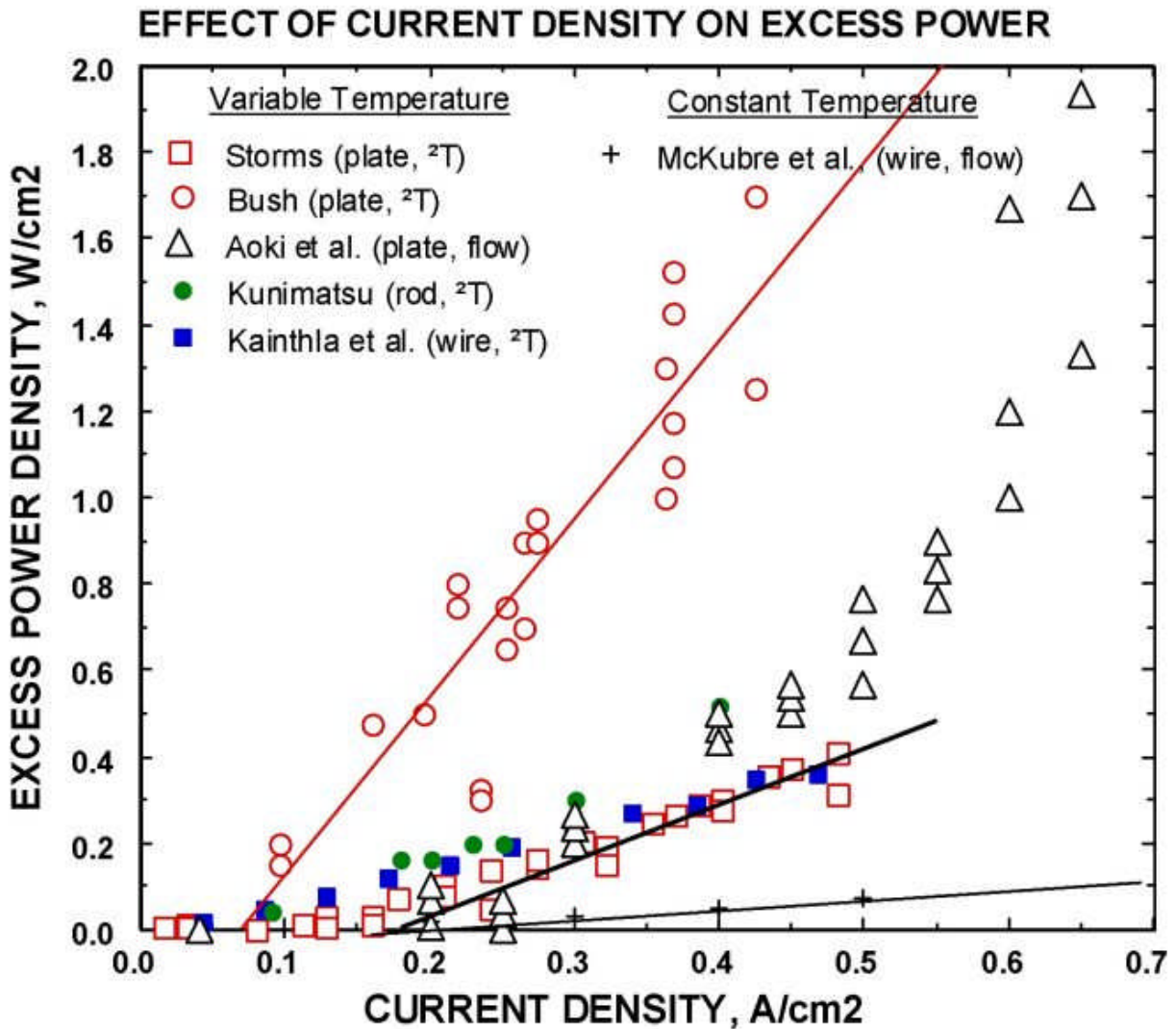


FIGURA 2. Ejemplos del efecto de la densidad de la corriente.

3. La densidad de la corriente necesita estar por arriba de un cierto valor crítico, como muestran algunos ejemplos en la figura 2. La corriente aplicada determina la composición de la superficie, por lo tanto, la naturaleza de la estructura activa. Usualmente, se encuentra un valor superior a 150 mA/cm^2 para el paladio sólido. Presumiblemente, se requieren corrientes por encima de este valor para compensar la pérdida de deuterio por el lado de atrás de la superficie activa. Finas capas de paladio depositadas sobre platina (2 micrones) no requieren corrientes críticas tan altas porque las pérdidas por el lado de atrás son despreciables, dando a la capa un buen vínculo. Estas muestras exhiben anomalías energéticas con corrientes cercanas a cero.

El paladio inerte puede ser activado a veces con la adición de ciertas impurezas al electrolito. Esas impurezas tienen como propósito ayudar a la superficie a adquirir un contenido de deuterio mayor y/o una estructura apropiada.

4. El efecto ocurre solamente en una pequeña fracción de la muestra, pero más frecuentemente más en ciertas partes que en otras [75]. Esto es consistente con el hecho de que todas las propiedades físicas del paladio son específicas a ciertas porciones del material, haciendo este metal altamente variable en su comportamiento general, aún en aplicaciones convencionales. El paladio depositado eléctricamente tiene un alto índice de buen resultado, pero puede ser altamente variable dependiendo de las condiciones usadas en la deposición.
5. La presencia de mucha agua leve en D_2O del electrolito acaba con la reacción [76]. El agua pesada es altamente higroscópica, así, su exposición a la atmósfera del laboratorio rápidamente deja el material inerte. Este hecho explica muchos fracasos anteriores.

En algunos pocos casos la misma porción de paladio activo fue estudiada en distintos laboratorios [76]. En una ocasión el mismo paladio activo fue estudiado en varios laboratorios [77]. La producción de energía anómala fue encontrada en cada uno de ellos. De hecho, el autor encontró que una vez que el cátodo es activado, puede ser usado donde sea, reproduciendo totalmente la producción de anomalía energética.

El método electrolítico corresponde a todos los criterios científicos para que se pueda dar crédito al anuncio de producción de energía anómala. La producción de calentamiento anómalo fue replicado independientemente, muchas veces, y frecuentemente. Con valores muy superiores al del error esperado, los resultados muestran los mismos patrones de comportamiento, sin llevar en cuenta los aparatos usados y las razones de la dificultad de su duplicación. Sin embargo, la fuente de la energía anómala no fue revelada por esos estudios ni es conocida su fuente para la aceptación de las observaciones. Los capítulos subsecuentes exploran evidencias de fuentes nucleares.

II.2 Método de Carga por Gas

Arata y Zhang [78] en la Universidad de Osaka, en Japón, fueron los primeros en generar anomalías energéticas usando paladio finamente molido. Este polvo es puesto en una cápsula que se presuriza con deuterio de alta pureza generado por electrólisis. La experimentación fue replicada en SRI [79, 80] con la ayuda del prof. Arata.

Después que fue publicado este trabajo, Case calentó paladio comercial en una atmósfera de deuterio y anunció la generación de energía anómala y helio. Este experimento también fue duplicado en SRI [79] con la ayuda de Case.

Estos dos experimentos son difíciles de reproducir porque las características de los materiales son críticos, particularmente el tamaño y la pureza de las partículas.

Recientemente, Iwamura et al. [23] en la Industria Pesada Mitsubishi, en Japón, depositó una fina camada de paladio (40 nm) sobre un soporte de CaO y sobre el paladio depositaron una nueva capa de CaO. A través de ese sandwich hicieron pasar deuterio y observaron diversas reacciones nucleares, inclusive exceso de energía [81].

II.3. Método por Electrodifusión

Electrodifusión es el método a través del cual iones, disueltos en algún material, son obligados a moverse bajo la influencia de una tensión eléctrica. La tasa de difusión es directamente proporcional a la tensión aplicada al ion. Por lo tanto, permite determinar la carga efectiva de los iones disueltos. La carga efectiva del hidrógeno en $PdH_{0,67}$ es $0,3 \pm 0,05$ [83], con aparente aumento en carga positiva a una razón superior a H/Pd [84, 85].

CAPÍTULO 3: Productos Nucleares anómalos

Productos Nucleares

I. Introducción

Una vez aceptado el anuncio de anomalías energéticas, el problema siguiente es la identificación de su fuente. Debido a su gran magnitud y a la ausencia de fuente química obvia, Pons y Fleischmann sugirieron que la energía viene de la fusión en frío de dos deuterios. Esta sugestión los puso inmediatamente en dificultades con la comunidad de físicos.

La reacción de fusión tiene tres caminos descritos abajo. Cada camino contribuye con una fracción en la fusión con alta energía, como en el plasma –en otras palabras– en la fusión en “caliente”. La razón de la rama entre las ramas de los caminos de neutrones y triterio es independiente de la energía superior a 20 keV, pero puede ser sensible a niveles de energía más bajos [94] y también al ambiente químico [95].

reacciones nucleares resultantes de la fusión de deuterios

<i>Energía de la reacción</i>	<i>MeV</i>	<i>Fracción</i>
d + d = Helio-4 + Gama	23,9	<0,01
d + d = Triterio + Proton	4,03	0,5
D + d = Helio-3 + Neutron	3,27	0,5

Estas ramas, inicialmente se suponía podían ocurrir en la misma proporción al darse anomalía energética en la célula P-F. Consecuentemente, el rechazo anterior del proceso fue basado en muchos estudios que fallaron al detectar una emisión significativa de neutrones y producción de triterio.

Se puede obtener éxito al buscar por un producto nuclear y enfocando ^4He . Esto también es rechazado porque la emisión gama necesaria está ausente. El helio-4 no puede ser producido a menos que el momento de los dos núcleos reagentes pueda ser compartidos entre las dos partículas emitidas, en este caso un fotón y un núcleo de helio. Las sugerencias de que esta energía talvez fuera compartida por átomos o electrones del ambiente también fue rechazada porque el tiempo necesario para esta transferencia es muy largo, comparado con la liberación extremadamente rápida de la reacción de fusión. A pesar de todo, siguen acumulándose las evidencias de la producción de helio.

La cantidad de tritio detectado nunca resulta suficiente para la cantidad de energía observada y raramente es detectado, aún cuando sea producido calentamiento anómalo. Sin embargo, varias veces fue observado, aún cuando su cantidad es pequeña; esto es claramente anómalo.

La detección de tritio es un conocimiento maduro capaz de medir concentraciones muy abajo de aquellas encontradas en células de fusión en frío, un hecho que elimina errores de medición como explicación. Inicialmente, se eliminó la posibilidad de contaminación del tritio por el medio ambiente. Usando células selladas se elimina esta posibilidad. A la insinuación de que el paladio

podría contener tritio dejado por su supuesta utilización en la producción de armas se respondió con un análisis minucioso del paladio comercial y el uso de material virgen que eliminó esta posibilidad [96]. El contenido normal de tritio en D_2O se puede concentrar a través de la electrólisis cuando no se usa un recombinador. Este efecto puede explicar algunas pocas observaciones, no puede explicarlas todas, porque la mayoría de los estudios bien aceptados ahora usan recombinador. Hasta fue sugerido fraude [97], en un intento inútil por desacreditar el trabajo en la Universidad Texas A & M [98]. Actualmente, ningún proceso vulgar plausible explica el aumento ocasional de tritio en células selladas conteniendo recombinador. A pesar de que fueron explorados muchos ambientes químicos, ningún NAE fue identificado como productor de triterio.

Usualmente se detectan neutrones en explosiones de producción de energía, pero la razón sugiere que este camino de la fusión es el último a ser usado por el proceso de FF (fusión en frío). Sin duda en la fusión en frío no deberían aparecer electrones. Fue sugerido un proceso llamado fractofusión, a través del cual, produciendo rupturas en un material, se puede generar en la ruptura un gradiente de tensión eléctrica y/o térmica suficiente para iniciar una reacción de fusión en “caliente” local [99 – 101].

Para ser más exacto, la mayor parte de la energía nuclear desaparece como calor, aunque algo es retenido como emisión de partículas energéticas y emisión electromagnética. Con todo, la cantidad de radiación y su energía es bien menor de lo esperado, basándose en el comportamiento de las reacciones nucleares “normales”.

Recién, y con gran dificultad, se están acumulando evidencias de otras reacciones nucleares además de la fusión. Estas son llamadas reacciones de transmutación y envuelven elementos mucho más pesados que el hidrógeno. Fueron descubiertos en muchos ambientes, incluyendo células vivas, usándose una variedad de métodos. Sin duda, en la mayoría de estas reacciones, los elementos más corrientes fueron encontrados en cantidades inesperadas y/o con proporciones de isótopos anormales.

II.1. Producción de Helio

El helio es medido usándose espectrómetro de masa de alta resolución. El mayor error involucra al aire, que posee 5,6 ppm de 4He , al mezclarse al gas analizado. Esta contaminación es revelada por la presencia de argonio en el gas, ya que su ocurrencia en el aire es de 0,94%. Un efecto de memoria en el espectrómetro de masa puede distorsionar la medición si no se toma el cuidado de expulsar el helio anteriormente admitido. Como el deuterio tiene su masa muy próxima a la del helio, es necesario renovarlo químicamente antes de someter el gas al espectrómetro.

Se espera encontrar helio en el entorno gaseoso o en la estructura metálica. Cuando el helio es generado con una estructura metálica, solo podrá ser removido calentándose el metal prójimo a su punto de fusión [102]. Como se creía que el paladio macizo era activo en todo su volumen, el helio era extraído de todo el cátodo de paladio y analizado por el espectrómetro de masa. Este trabajo es relatado en una revista [103]. El helio observado, a pesar de anómalo, ha sido atribuido a contaminación del aire durante el análisis o de ser helio omnipresente disuelto. Posteriormente se hicieron mediciones del helio en los gases que envuelven las células electrolíticas. Por fin, cinco mediciones independientes [104 – 108] mostraron la relación entre la cantidad de energía y el helio producido. Recientemente, también se detectó helio después de la producción de energía en células cargadas con gas conteniendo paladio finamente molido [79 – 109]. Ya que la mayor parte del helio surge en el gas en vez de surgir en el metal, es seguro asumir que el helio es producido muy cerca de la superficie del metal que en su interior.

II.2. Producción de Triterio

El triterio es radioactivo, decayendo con la emisión beta a 3H con vida mediana de 12,3 años [110].

El tritio normalmente es detectado poniéndose en un fluido orgánico que produce luz al pasar por él una partícula beta. Esta luz es detectada por un tubo fotomultiplicador y presentada como un espectro de energía y un número total de eventos. Quimioluminiscencia, esto es, luz producida por una reacción química, es una fuente potencial de error que puede ser eliminada esperando un tiempo conveniente o destilando la muestra en el vacío. El triterio acumulado también puede ser detectado al usarse un espectrómetro de masa o la corriente beta puede ser medida usándose una célula de ionización y un electrómetro sensible. Como las partículas beta mal emitidas pueden atravesar una hoja de papel, su detección directa puede ser difícil. Con todo, como el triterio está presente en el ambiente normal, residuos de experimentos con bombas atómicas, la cantidad es bien inferior a la encontrada en las células de fusión en frío.

El triterio ha sido producido empleándose muchas técnicas diferentes, incluida la electrólisis, carga de gas y bombardeo de iones. En cada caso, el éxito depende mucho del material usado. Entre estos, se da la mayor atención a la electrólisis. La electrólisis concentra triterio que siempre está presente en el agua pesada comercial. Así, debe ser usada una célula hermética con catalizador recombinador o el gas expelido debe ser recogido y analizado separadamente para determinar su contenido de triterio. En muchos estudios se calculó el aumento de triterio esperado del factor de separación conocido [111, 112] y fue sustraída esta cantidad de la medición. Este es el método menos preciso de los tres, pero satisfactorio cuando se encuentra grandes cantidades de tritio. Tres estudios merecen atención especial debido a la comprensión única que dan. Un resumen de otras mediciones es entregado en una revisión hecha por Storms [103].

II.2.1 Método Electrofítico

Will et al [113] usó células herméticas con recombinador, imposibilitando la contaminación con el ambiente. Para evaluar esta posibilidad, fue usada al mismo tiempo una célula conteniendo H_2O y empleando material del mismo pedazo de paladio. Estas células nunca mostraron un aumento de triterio. El análisis de triterio mostró más triterio en el electrodo que en el electrolito. Esto sólo puede ocurrir cuando el triterio se forma en el electrodo, porque el deuterio remueve el triterio del paladio durante la electrólisis [114]. Fueron analizados pedazos semejantes de paladio y se demostró que no contenían triterio [96]. Ninguna fuente plausible de triterio fue sugerida para explicar la observación. La cantidad de triterio anómalo estuvo muy por encima de la sensibilidad y error del detector. Matsunoto [115] también encontró triterio cuando usó D_2SO_4 como electrolito y paladio como cátodo.

Storms [114, 116] mostró como el tritio se comporta en una célula electrofítica. El triterio contenido inicialmente en el cátodo de paladio como contaminación es liberado rápidamente por la electrólisis y aparece en el gas envolvente D_2 . Por otro lado, el triterio resultante del proceso de fusión en frío aparece en la electrólisis mucho menos que en el gas. Este comportamiento elimina el triterio disuelto en el electrodo, siendo anómala la fuente de triterio en el electrolito, cuando la célula no posee un recombinador y es consistente con el triterio producido en la superficie del cátodo durante el proceso de fusión en frío. Claro que cuando se usa un recombinador, el gas envolvente es convertido en $D(T)_2O$ y se mezcla al electrolito; por eso, hacer una distinción de ambas fuentes es imposible.

Bockris y sus estudiantes [117] encontraron triterio en una célula sin recombinador usando cátodo de paladio y D_2O . Agitando la célula pudo parar la producción de triterio y aumentando la corriente, incrementar esa producción. Después de la experimentación, fue encontrado cobre, de un alambre expuesto en el cátodo. Aparecieron dendritos que, agitándose la célula, se renovarían e impedirían la producción.

También fue reportada la presencia de triterio anómalo en células con agua liviana y cátodo de níquel [118].

II.2.2 Método por Bombardeo de Iones

Claytor et al. [24], en un estudio muy bien documentado y completo hecho para la LANL durante muchos años, demostró la generación de triterio sometiendo ciertas aleaciones a descargas eléctricas pulsadas de modesta tensión (<7.000 V) en atmósfera de D_2 . La cantidad de triterio generado depende del material usado como cátodo. Con aleaciones complejas es mayor que con paladio puro.

II.2.3 Método con Carga de Gas

Clarke [80] detectó triterio en células tipo Arata descritas por McKubre [79], que puede ser explicado pero declinó del triterio producido durante el experimento inicial. Durante estos estudios, la célula de paladio conteniendo paladio negro fue cargada con D_2 muy puro generado por electrólisis. Nada más fue hecho en la célula y la cantidad de 3H no fue consistente con la cantidad de triterio existente antes del experimento. Itoh et al. [119] empleó paladio cargado con deuterio y recubierto de cobre y entonces descargado por calentamiento en el vacío. La emisión de triterio aumentó sustancialmente cuando la media inicial de la composición estaba por encima de $D/Pd = 0,85$.

Fue encontrado triterio en alambres de níquel después de calentado y enfriado muchas veces en el hidrógeno [118]. La camada de hidruro resultante, donde fue encontrado el triterio, era de una espesura de 20 a 30 nm.

II.3 Producción de Neutrones

Fueron detectados neutrones usándose diversos tipos de contadores, incluyendo los que registran 3He o el gas BF_3 . Los neutrones, reaccionando ante esos gases, producen ráfagas de energía que son detectadas como pulsos de tensión eléctrica. Un espectro de energía pudo ser obtenido usándose NE213 [120] o detectores de cintilaciones del vidrio-Li (Li-glass) [121], que detecta radiación gama emitida cuando un neutrón reaccionado con el litio del detector. Debido al pequeño número de neutrones emitidos por la célula de fusión en frío, es necesario mucho cuidado en la eliminación de contages falsos producidos por descargas eléctricas, rayos cósmicos o fuentes normales del ambiente [122 – 124]. Ocasionalmente, se aprecian largas ráfagas por un breve tiempo. Estas explosiones raramente pueden ser asociadas al calentamiento medido o a la producción de triterio. Cuando su razón n/t es tan pequeña como 10^{-9} .

Falló la mayoría de los intentos por detectar neutrones, aumentando así el escepticismo. Con todo, algunos estudios son interesantes aquí, pues ponen atención en el mecanismo interno de su generación. Un resumen más completo puede ser encontrado en la revisión hecha por Storms [125].

Takahashi et al. [32, 126, 127] ha medido la energía de la emisión de neutrones de una célula electrolítica conteniendo un cátodo de paladio sometido alternadamente a alta y a baja corriente. Encontró 2,54 MeV y entre 3-7 MeV, sugiriendo que su producción se debe a un proceso multicorporal. Esta idea fue posteriormente explotada usando bombardeo de iones.

Scaramuzzi y sus cooperantes [128] reportaron emisión de neutrones cuando el titanio era sometido a un ciclo térmico en una atmósfera de D_2 . Esta observación despertó mucha atención [129] y fue replicada, y muchas réplicas ocurrieron bien, pero hubo muchas sin éxito. El análisis después de ese experimento mostró la presencia de triterio anómalo [130]. La emisión parece ocurrir más frecuentemente cuando el titanio pasa por una temperatura asociada a un cambio de fase. Se dio una considerable quiebra del hidruro, pero la simple quiebra no parece estar asociada a la emisión. Jones et al. detectó, recientemente, emisión de neutrones en electrólisis con titanio, a semejanza del ocurrido en el pasado con estos científicos [131].

II.4. Radiación Energética

Ocasionalmente, se instalan detectores de baja energía en superficies activas, o próximos a ellas, durante o después de los experimentos. A veces, se obtienen evidencias de emisión de rayos X de diferentes frecuencias [132-144]. Cuando se mide la energía, a veces ésta puede ser atribuida a características de la emisión K-alfa de átomos conocidamente presentes. Ocasionalmente, la emisión parece provenir de decaimiento radioactivo. Se reportó evidencia de rayos estrechamente focalizados de energía [106] a partir de células de electrólisis durante el bombardeo de iones [28]. Este comportamiento es importante porque indica que la radiación de energía puede ser sensible a la orientación de la fuente, muy parecido a lo que ocurre con la radiación láser de un sólido. Detectores de partículas, tales como el plástico CR-39 [28, 145-155], colocados cerca de una superficie activa muestran evidencia de radiación alfa y emisión de protón, así como de electrones energéticos, pero no todos de la misma fuente.

Fue generada energía y expelida en forma de radiaciones electromagnéticas y partículas, como era esperado, pero esa energía resultó muy débil para salir del aparato. Esto, por un lado es bueno, porque se pueden realizar los experimentos sin peligro de contaminarse con radiaciones, pero por otro es malo, porque dificulta su detección. También muestra que toda la energía nuclear no es inmediatamente comunicada a la estructura, sino que retenida por algunos productos nucleares.

II.5 Productos de Transmutación

Productos de transmutación son elementos mucho más pesados que el hidrógeno. Estos son detectados usándose varios métodos incluyendo activación de neutrones, XPS, EDX y SIMS. Ocasionalmente, es producido material suficiente para ser detectado por análisis químico.

Las mayores evidencias son obtenidas usándose electrólisis, descargas en gas o una combinación de ambos. Elementos inesperados parecen resultar de diferentes tipos de reacciones, inclusive fusión, entre isótopos de hidrógeno y un elemento pesado. Frecuentemente se encuentran isótopos anormales. Aquí está descrito solamente uno de los distintos informes.

Miley et al. [59, 156] estudió este proceso con algún detalle, usando electrólisis y algún electrolito en H_2O . Un espectro de productos nucleares fue encontrado en gran concentración, cayendo en cuatro ámbitos de masa 20-30, 50-80, 110-130 y 190-210 [157]. Mizuno et al. [158, 159] también exploró el objeto en detalle usando electrolitos y D_2O . Encontró isótopos anormales de Hg, Fe y Si. Pero algún elemento menor puede haber sido resultado de contaminación. Es muy difícil entender cómo esta fuente llegó a producir concentraciones tan altas, especialmente de aquellos isótopos anormales.

Compuestos disueltos en un electrolito pueden depositar su constituyente positivo en un cátodo de níquel, donde fue convertido en otro elemento. Por ejemplo, cuando se usa compuestos de potasio se forma calcio en presencia de H_2O [63, 160, 161]. Otros elementos similares sufren las mismas consecuencias en H_2O [162, 163]. Los cátodos de otro metal producen resultados más complejos [164].

Un experimento particularmente interesante fue reportado por Iwamura et al. [23]. 40 nm de paladio fueron depositado en un sustrato de CaO , que fue depositado en paladio sólido. Pequeñas cantidades de Cs y Sr fueron depositados en la superficie por electrólisis. Cuando se difundió D_2 a través de ese sándwich, se observó una reducción de los elementos iniciales y el apareamiento de Pr y Mo, observados por XPS. El Mo tenía una concentración de isótopos con el mismo peso del Sr, no el del isótopo normal. Este trabajo muestra que las reacciones de transmutación pueden ocurrir por la adicción de 4 deuterios al núcleo objeto, tanto como de uno solo. Necesita ser explicado por qué el paladio no transmutó.

También fueron reportadas evidencias de producción de Fe en un arco voltaico de carbono en H_2O

[16, 165, 167]. Este método parece ser fácilmente reproducible. Cátodos de paladio y oro también muestran excesivo hierro después de la electrólisis en agua liviana [168, 169].

A veces, también son reportados isótopos radioactivos, además del triterio. La presencia de estos difícilmente puede ser rechazada, especialmente cuando la vida mediana de éstos es corta. Bush y Eagleton [170] produjeron una mezcla de isótopos radioactivos con una vida mediana de 3,8 días en una célula electrolítica. Mizuno et al. [159] encontraron lo que aparenta ser ^{197}Pt después de electromigración de D_2 en un óxido sólido. Notoya [62] encontró evidencias de ^{24}Na en una célula electrolítica conteniendo Na_2CO_3 y H_2O usando un cátodo de níquel. También fueron encontrados emisores gama después del bombardeo de iones [171]. Wolf [172] obtuvo un espectro complejo de radiaciones gama después de la electrólisis en una célula conteniendo D_2O , con algo de Al, Ni y B presentes. Es válido concluir que también en otros experimentos pueden haberse producido elementos radioactivos, pero no detectados por falta de datos anteriores.

Una de las observaciones más sorprendentes y difícil de explicar envuelve transmutaciones en células vivas. Ese anuncio fue hecho hace décadas atrás [173], pero solo recientemente fueron hechas mediciones con el cuidado necesario como para darles crédito. Vysotskii et al. [174] mostraron que ^{55}Mn es convertido en ^{57}Fe cuando una bacteria crece en un ambiente de D_2O conteniendo MnSO_4 . Otras reacciones nucleares anómalas fueron descubiertas en un trabajo posterior [175]. Komaki [53] demostró que diversos tipos de fermentos y bacterias que crecen en agua normal, transmutan elementos del ambiente para sus necesidades cuando dichos elementos faltan. Esto tiene en cuenta un aspecto inusual que es necesario ser explicado por la teoría, otra observación más que chequea la capacidad del lector de mantener su mente abierta.

CAPÍTULO 4: Descripción del Ambiente Nuclear Activo (NAE)

Numerosas observaciones ponen el NAE en la región superficial del cátodo Pons-Fleischmann. Estas son:

1. Pérdida casi completa de helio para el gas.
2. Aparecimiento de triterio en el electrolito antes que en el gas envolvente.
3. Observación de calentamiento generado en la superficie.
4. Transmutación de productos localizados solamente en la región superficial.
5. Presencia de regiones derretidas en la superficie.
6. Habilidad de generar grandes efectos usando deposiciones muy finas sobre un sustrato inerte.

Una análisis muy minucioso de esta superficie revela una aleación compleja conteniendo litio, platina, elementos provenientes del pirex de la recipiente e impurezas del electrolito, con mucho menos o nada de paladio. Pero mediciones de la composición de la superficie muestran más de $\text{D}/\text{Pd} = 1,5$, como puede ser visto en la Figura 1, y talvez llegando a $\text{D}/\text{Pd} = 2$. Como argumentó Storms [72] en el NAE no es puro $\beta\text{-PdD}$ que se encuentra en una célula electrolítica ni esta fase puede ser envuelta completamente. Por último el material contiene un alto tenor de deuterio, como ya fue dicho, lo que permite la formación de pares de deuterio.

Otros materiales, incluido titanio y aluminio, pueden soportar un NAE. Cargando el aluminio de

deuterio seguido de un bombardeo de electrones se observaron radiaciones nucleares anómalas [147]. Aún la producción de aluminio por electrólisis con criolita (fluoruro de aluminio y sodio) parece crear triterio. El titanio, cuando en electrólisis o cargado de D_2 produce evidencias de eventos nucleares en presencia de nanocristales [177]. Storms [18] colocó un fino polvo de varios materiales, incluyendo TiO_2 y Cs_2O , en películas de paladio y observó un calentamiento anómalo. Aparentemente, una gran cantidad de compuestos y estructuras pueden producir un NAE, con poca evidencia de la presencia de β -PdD.

Por otro lado, el paladio-negro y paladio catalítico es hospeda un NAE cuando sometido a modestas presiones de deuterio. Con todo no se conoce el contenido de impurezas, la razón D/Pd, y la estructura de estas nanopartículas. Hasta el momento el papel desarrollado por el β -PdD es desconocido, aún poseyendo esta estructura.

La única característica común a la mayoría, si no a todos los estudios, es la presencia de nanopartículas cuando son observados los efectos anómalos. Estas estructuras inicialmente son insertas o son generadas localmente en la superficie del cátodo por la acción de la electrólisis. Las puede generar el desparramo provocado por el bombardeo de iones. La repetida carga y descarga del paladio [178] o níquel genera tales estructuras, ya que produce rupturas en el material. Las emisiones energéticas son generadas por este proceso [143]. Jiang et al [179] sugieren que las reacciones nucleares ocurren en la extremidad de estas estructuras. Hasta que la estructura exacta del NAE sea determinada, la reproducción de los efectos será ampliamente controlada por el acaso y las explicaciones tendrán poca relación con la realidad.

CAPÍTULO 5: Entendiendo cómo se comporta el Pd

I. Introducción

La mayoría de los metales reaccionan con los isótopos de hidrógeno formando compuestos. Esos compuestos son iónicos (como LiH), metálicos (como PdH) o covalentes (como CH_4). los hidridos iónicos desprenden hidrógeno en contacto con el agua, mientras los hidridos metálicos son inertes. Los hidridos iónicos contienen hidrógeno como ion negativo, mientras el hidrógeno está parcialmente ionizado hay un ion positivo nos hidridos metálicos. Algunos elementos como la plata, oro y la platina forman hidridos solamente a presiones muy altas. El níquel difícilmente forma hidridos debido a una barrera de difusión que se forma en la superficie. Pero, repitiéndose el ciclo, eventualmente la estructura se romperá y permitirá la conversión. El paladio no es único en su propensión a formar hidrido ni en la cantidad de hidrógeno que puede contener, comparado con muchas otras aleaciones.

Cuando se forma β -PdD, la estructura se rompe debido a su larga expansión [180], resultando en muchas dislocaciones [181]. Como resultado es esperado el preannealing del paladio ejercer poco efecto sobre el PdD resultante. Estas rupturas son difíciles de observar pero críticas en la determinación del límite de carga. La mayoría de los elementos, como el uranio y titanio, se pulverizan en el proceso, el que los torna difíciles de estudiar en el contexto.

Las propiedades del hidrido de paladio pueden ser alteradas por la formación de aleaciones. La adición de plata evita las roturas pero reduce la estabilidad del hidrido. Como resultado, bajo la misma presión de D_2 la razón $D/(Pd + Ag)$ es menor. La aleación con litio aumenta la estabilidad del hidrido. los dos elementos, sustitutos para el paladio, causan una reducción en el tamaño de la estructura. La adición de platina tiene un efecto similar a la de la plata. El boro, como sustituto del deuterio, hace más estable el hidrido, pero puede resultar en un material quebradizo si el boro, muy estable, forma granos en las fronteras.

II. Propiedades

II.1. Diagrama de fase del sistema Pd-D

Como el sistema paladio hidrógeno [185 – 188], el sistema paladio deuterio, como es sabido, contiene dos fases estables, una alfa creada por el deuterio colocado de manera aleatoria entre los átomos de paladio (una solución típica) y otra fase beta creada por el deuterio colocado de modo aleatorio en una estructura cúbica de facetas centradas (un compuesto defectuoso) [189]. La frontera inferior de esta fase depende de la presión y temperatura aplicadas, como muestra la Fig. 3 [190], pero a $\text{PdD}_{0,7}$ bajo 1 atm. y temperatura normal. Sobre los 275°C las fases alfa y beta caen en una región de fase única cuando es aplicada con más de 35 atm. de presión. El deuterio ocupa lugares aleatorios en la sub-estructura equivalente en el $\beta\text{-PdD}$ arriba de cerca de 50 K. Abajo de 50 K ocurre una ocupación ordenada entre los lugares ocupados y los desocupados [191, 192]. la estructura superior es difícil de acceder debido que son necesarias presiones muy altas. Presumiblemente la fase β no puede existir arriba de $\text{PdD}_{1,0}$. Pero la acción electrolítica es capaz de generar suficiente acción química para llevar la composición de la superficie bien arriba de 1,0. También la aplicación de modestas presiones con paladio fraccionado en partículas menores que 5 nm resulta en composiciones cerca de $\text{D/Pd} = 2,0$ [250, 251] solo se puede especular respecto de la fase resultante. Con todo, metales que forman hidridos más estables que $\beta\text{-Pd}$, y así estable a presiones accesibles, forman compuestos con composiciones en el límite de MH_2 y MH_3 , algunos de los cuales contienen hidrógenos dímeros. Los cálculos indican que no se forman dímeros en la estructura del $\beta\text{-PdH}$ [193]. En otras palabras, los lugares de la estructura tetraédica no están ocupados. No hay evidencias del supuesto $\beta\text{-PdH}$ [194].

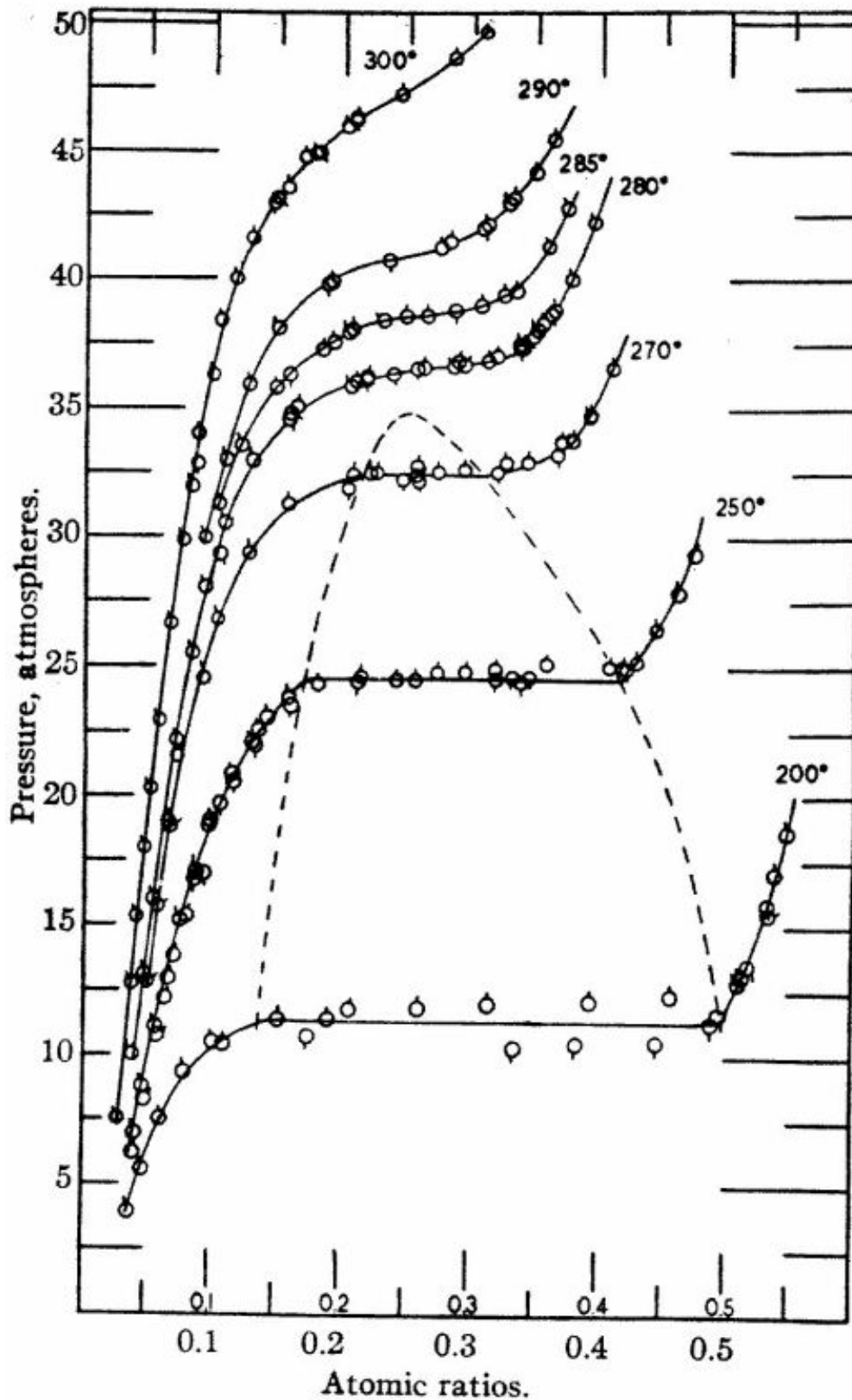


Figura 3. La relación entre la presión y la composición del sistema Pd-D a varias temperaturas. La fase α está a la izquierda y la β , a la derecha. Ellas aparecen juntas arriba de 275°C y 35 atm.

II.2 Estructura y dimensiones del enrejado

Ambos α -PdD y β -PdD poseen estructura de cristalización cúbica de faceta centrada. Siendo que la estructura del último es del tipo del NaCl se asume que la posición de los átomos D en la fase α es la misma que en la fase β pero con mucho menos átomos en esas posiciones. Con todo, aún no se obtuvo la posición de los átomos D a una concentración posible y temperatura normal. Consecuentemente, las mediciones fueron hechas a temperaturas mayores, donde la solubilidad es mayor. Se presupone que el deuterio ocupe las mismas posiciones a temperaturas más bajas.

La conversión de la estructura α -PdD en β -PdD aumenta el volumen en cerca de 10%, siendo esta la causa de provocar rupturas. La cantidad de rupturas puede ser determinada comparando con el volumen esperado de la estructura, basándose en la composición, para la medición del volumen [114]. Al se forma la fase β , los átomos de Pd se dislocan para permitir que los átomos de D tomen sus posiciones propias, como se muestra en la figura 4. El hidrógeno se aloja en el plano, forzando los átomos de Pd a un lado y ocupando las posiciones dichas de un octaedro. Estas posiciones pueden o no estar ocupadas de manera aleatoria hasta el completo relleno de la estructura PdH_{1,0}.

Como la difracción de los rayos X es más intensa en la posición del hidrógeno, los padrones de los rayos X parecen ser idénticos para ambas estructuras, con solamente un corrimiento en línea causado por el espaciamiento diferente del Pd. Solamente la difracción de neutrones del PdD puede determinar la posición del hidrógeno. Es posible una posición octaedral, pero los estudios de difracción de neutrones muestra en las composiciones disponibles en los experimentos no están ocupadas [195-197]. El comportamiento de la resistividad de los electrodos sigue el mismo patrón [198]. Un experimento usando la difracción de rayos X que inciden con un pequeño ángulo en una superficie de un electrodo no muestra evidencias de gran semejanza con átomos de deuterio [199] y no fueron detectadas nuevas fases hasta PdD_{0,9} [200]. No existe evidencias de ocupación tetraedral, que normalmente es tenida como viable.

Se obtuvo una estructura metaestable a partir de 600° C y alta presión [201] y bombardeándose finas películas de Pd con protones a 600° C seguido de enfriamiento con H₂ [202,203]. Como esas fases son metaestables a temperatura normal y se forman en condiciones ausentes en las células de fusión en frío, se admite que no desarrollan ningún papel en el proceso de fusión en frío.

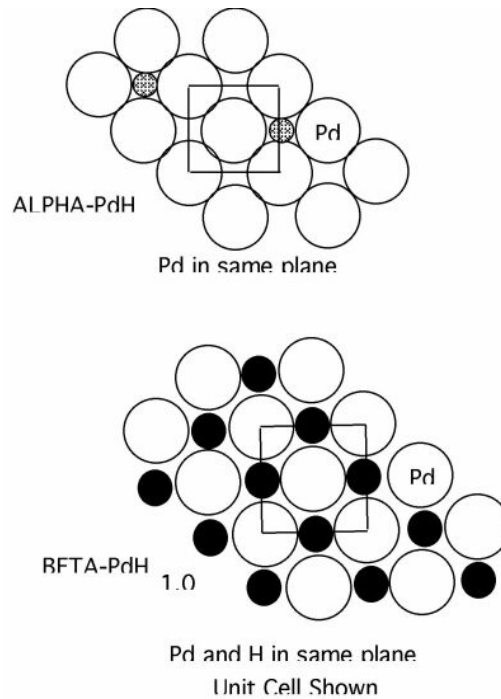


FIGURA 4. Las figuras muestran las 100 facetas del α -PdD y $\beta\beta$ -PdD. La capa siguiente de átomos es aplicada a ambos las fases alfa y beta con un desplazamiento de 1/2 célula.

El parámetro de la estructura β -PdD aumenta según una estructura adicional de lugares ocupados por el deuterio. un valor de 4.025 nm fue publicado para $D/Pd = 0,61$, que es el valor de equilibrio entre β -PdD y α -PdD en los límites inferiores de la fase β . Se midió un valor de 0,405 nm para β -PdD_{0,77} [204].

Como apuntan muchos autores, la distancia entre los átomos de deuterio, mismo en β -PdD_{1,0}, es muy grande para permitir la fusión en frío por un proceso “normal” [205, 206]. No existe conocimiento sobre el tamaño de estructuras de fases encima de β -PdD_{1,0} o de micro partículas. Tampoco existe conocimiento sobre las fases de aleaciones complejas que se examinan actualmente y por lo tanto no se puede evaluar el efecto de procesos “normales”.

II.3. Propiedades termodinámicas

Las propiedades termodinámicas del β -PdD son muy similares a las del α -PdH, por eso están disponibles más datos [186, 207 – 209]. La etapa parcial en la formación del deuterio se torna menos negativa con el aumento de la razón D/Pd, tomándose positiva alrededor de 0,85 [210, 211]. Este comportamiento no significa que se puede conseguir composiciones más elevadas simplemente elevándose la temperatura una vez superado β -PdD_{0,85} [7]. Esto no puede ocurrir ya que la entropía también cambia. Como resultado, la energía de formación Gibbs, que determina la estabilidad en relación a la fase gaseosa, continúa mostrando la estabilidad en disminución con el aumento de la temperatura y composición. Por lo tanto, se perderá deuterio en un gas mantenido a presión constante con aumento de la temperatura, independientemente de la razón D/Pd. La ecuación a seguir da la presión de D₂ sobre β -PdD como función de la temperatura y composición, donde $r = D/Pd$ y $T = ^\circ K$ [189].

$$\ln P [D_2, \text{atm}] = 12,8 + 2 \ln [r/(1-r)] - [11490 - 10830r] / T$$

la presión en la región a-b entre las dos fases es dada por:

$$\ln P [D_2, \text{atm}] = -4469/T + 11,78$$

Por otro lado, se existe una fase nuclearmente activa con una composición superior a β -PdD_{1,0}, se podría tornar más estable con el aumento de la temperatura, debido a la mayor entropía. Esta concentración aumentada puede generar más lugares donde pueden ocurrir reacciones nucleares y explica el efecto positivo de la temperatura. Es claro que esta situación ideal no existe en la región superficial, si es que existe en general, donde se cree que el NAE se da, porque la fase Pd-D en esta región, si existiera, está altamente contaminada por otros elementos. No obstante los efectos nucleares muestran un efecto térmico positivo.

II.4. Medición de la razón D/Pd

El contenido de deuterio ha sido medido usándose los cambios de resistividad, de peso y producción de oxígeno huérfano. La reflexión de rayos X por la superficie permite medir los parámetros de la estructura, que pueden ser usados para determinar la composición. Todos estos métodos, excluyéndose tal vez el último, mide el nivel mediano de la composición de la muestra, no la composición del NAE. Todavía más, este nivel mediano depende de la forma y tamaño de la muestra y de la magnitud del gradiente de la concentración. Infelizmente, los valores reportados tienen solamente una relación general con la composición de la NAE.

II.4.1. Resistividad

Muchos experimentos usan la resistividad del cátodo de paladio para determinar la razón D/Pd. Este método da una media de la composición de la muestra y es influido por muchas variables [212, 213]. La composición es calculada usándose la razón de la resistividad muestra/pura Pd (R/Ro). El valor varía entre 1,0, del paladio puro, y cerca de 2,0 en el límite inferior de la frontera de la fase β , con una relación lineal entre estos dos puntos. R/Ro disminuye en la región de fase única a cerca de 1,0 en el límite superior, donde un cambio en declive es observado [214]. El comportamiento de la resistividad es distinto para finas películas [215, 216], dependiendo del espesor abajo de 100 nm. Esto es especialmente válido para películas depositadas por electrólisis, porque la región superficial altamente sobrecargada será una gran fracción de la muestra. Siendo así, la resistividad resultante representará mejor las propiedades de la superficie que del interior. Por lo tanto, los valores obtenidos en finas películas no pueden ser comparados al de electrodos macizos donde el valor es determinado mucho más por la composición interior.

La resistividad en la región de dos fases, α -PdD y β -PdD, debe ser una combinación lineal de los dos miembros. Pero, debido al efecto histeresis que ocurre en esta región en la ausencia de equilibrio, la relación observada puede no ser lineal o reproducible. El valor máximo para la razón R/Ro en el límite inferior de la fase β es determinado por la composición alcanzada por β -PdD. Esta composición es afectada por la temperatura, presión y contenido de impurezas, por eso no tiene un único valor. Por conveniencia se usa un complejo polinomial para determinar el comportamiento entre Pd puro y β -PdD_{1,0}, método que puede introducir un error significativo en la región de baja composición de la fase β . Todavía más, una vez que se excedió β -PdD_{1,0}, la resistividad asume un comportamiento diferente, determinado por otra región de dos fases. Consecuentemente, el resultado no puede ser extrapolado más allá de β -PdD_{1,0}.

II.4.2. Cambio de Peso

Un gramo de Pd cargado con PdD_{1,0} adquiere un peso aumentado en 0,0185 g. Como resultado se puede determinar la composición usándose una balanza con 4 dígitos decimales. Como el paladio se

descarga rápidamente, las mediciones devén hacerse en función del tiempo y extrapoladas para atrás al instante en que la electrólisis paró usando la raíz cuadrada del tiempo.

II.4.3. Oxígeno Huérfano

Cuando D_2O es descompuesto por electrólisis y D_2 reacciona con el paladio, el oxígeno huérfano sobra como gas. La cantidad de este gas puede ser usada para determinar la cantidad de deuterio adicionado al cátodo, cuando está presente en la célula un recombinador catalítico. Esto puede hacerse midiéndose el aumento de presión en el sistema sellado u observándose la cantidad de fluido dislocado para un reservorio externo. El método, una vez calibrado después del experimento, midiéndose el cambio de peso del cátodo, tiene la habilidad de medir la razón D/Pd con $\pm 0,005$ durante la carga.

II.4.4. Parámetro del Enrejado por Rayos X

Este método es difícil de ser aplicado a células convencionales, pero puede ser efectivo en la medición de la composición próxima a la superficie cuando es posible reflejar rayos X en la superficie del cátodo.

CAPÍTULO 6: Cómo Reproducir el Efecto Pons-Fleischmann

Como tantos métodos reprodujeron los efectos anómalos, un investigador que quiera replicar el efecto de fusión en frío se enfrenta a una acuciante elección y necesita comenzar optando por un método. Es necesario también escoger el objetivo –calentamiento, triterio, helio o transmutación– que buscará como suceso. Infelizmente, los métodos para realizar la fusión en frío y medir el suceso requieren habilidad y la medición de los efectos con seguridad requiere aparatos carísimos. A pesar de que el método Pons-Fleischmann parece simple, es un experimento complejo y difícil, indeseable para el aficionado.

A pesar de todo, entre los métodos usados el efecto Pons-Fleischmann es el menos dispendioso, pero su reproducción es considerablemente difícil. La detección de calentamiento anómalo tiene la mayor relación costo-beneficio de los comportamientos anómalos. Pero, disponiéndose de herramientas apropiadas, la medición de transmutación de productos en la superficie del cátodo frecuentemente produce menos resultados ambiguos. Se consiguen mejores resultados cuando ponemos energía adicional al cátodo en forma de plasma generado por una fuente de alta tensión pulsada o calentamiento con láser.

Los esfuerzos pasados para replicar el efecto P-F se concentraron en las propiedades más groseras del cátodo de paladio [217, 218]. Se encontraron maneras de disminuir la ruptura y conseguir altos valores de la razón D/Pd. Mientras estos métodos son a veces bien desarrollados, se consiguen mejores resultados concentrándose en la naturaleza de la superficie depositada, no importando cuál sea el substrato. El paladio puede ser depositado en platina limpia [18] o en la pared exterior plateada de la célula o puede ser aplicada una cobertura de paladio a un substrato inerte en el lugar, usándose electrólisis con $PdCl_2 + LiCl$ [219]. Este método ha sido bien sucedido. Celani et al. [253] produjo altas composiciones en películas finas y alambres finos de paladio usando un electrolito muy diluido de $SrCl_2 + HCl + CO_2$ y una pequeña cantidad de $HgCl_2$.

Se debe aplicar esfuerzos para asegurar que el electrolito contenga las impurezas correctas y no contenga “más” impurezas. la naturaleza de “más” impurezas no es bien claro, que hacen algunas

células que usan agua pesada no funcionen por razones desconocidas. Una célula nueva será limpia mejor usándose un cátodo simulado como preparador que será removido después de varios días de electrólisis y sustituido por un nuevo cátodo. Si una camada de impurezas apropiadas no se aplica a la superficie del cátodo, se debe formar una capa de micro-cristales lentamente en la superficie del cátodo durante el experimento. Cuando se aplica dicha camada en una célula convencional P-F, está constituida fundamentalmente de litio del electrolito, silicio del Pirex y platina del ánodo. Este proceso de deposición es muy lento porque la platina se torna disponible solamente después que se forme óxido negro en el ánodo y se disuelva en el electrolito. Este proceso es acelerado con la presencia de Cl⁻ en el electrolito. El Pirex se disuelve lentamente en el electrolito y este proceso se acelera cuando en la solución se aumenta el contenido de litio. Como conclusión, pasa un largo período antes que se obtenga suceso con una célula nueva. De hecho, las esperanzas de duplicar el efecto usándose materiales muy puros en un contenedor de teflón terminaron mal hasta que se añadió Pirex a la solución. Pueden adicionarse otros productos químicos, tales como aluminio [220], tiureia (tiucarbamida) [221, 222], que, a veces, produce más rápidamente una cobertura activa y/o una composición mayor. Con esta nueva visión, el desafío tiene que centrarse en colocar los materiales deseables en el electrolito concentraciones en bajas, haciendo así crecer pequeños cristales en la superficie. No funcionarán concentraciones muy altas de impurezas en el electrolito porque los cristales van a crecer muy rápido y resultarán muy grandes para ser útiles.

CAPÍTULO 7: Teoría

I. Introducción

Centenares de intentos ya fueron hechos para intentar explicar el efecto F en F. Una larga gama de posibilidades fueron explotadas pero con poco éxito. Ninguna teoría fue tuvo éxito en demostrar como el efecto puede ser amplificado y tornarse más reproductible, a pesar de las muchas sugerencias. Esta falta de resultados resulta del énfasis en el mecanismo nuclear antes del ambiente donde ocurran las reacciones. Los científicos tienen control solamente sobre el ambiente, y sobre el mecanismo sólo después que esté creado el ambiente.

Una teoría requiere satisfacer varios desafíos básicos para resultar exitosa. Primero, debe encontrarse un mecanismo preciso para superar la barrera de Coulomb del hidrógeno, así como de elementos con barrera mucho mayor. Segundo, cuando es liberada la energía nuclear, es necesario encontrar un mecanismo que rápidamente degrade la energía, para prevenir la emisión de cantidades significantes de energía radiante, que no es detectable. Tercero, se necesita identificar un ambiente único y mostrar cómo éste influye en el mecanismo nuclear, especialmente para determinar cuál de las muchas reacciones nucleares posibles será priorizada. Cuarto, se precisa explicar la formación de helio sin radiación gama. La mayoría de las teorías abordan uno o cuando mucho dos de esos desafíos. Hasta que una teoría pueda mostrar como es creado el NAE y describa su naturaleza única, haremos pocos progreso, especialmente porque la mayoría de las teorías están basadas en las propiedades ideales del β -PdD. Como está explicado en el capítulo 4, el NAE no involucra este compuesto en muchas condiciones, sino en todas.

II. Discusión General

II.1. El Papel de los Neutrones

Obviamente si los neutrones están involucrados en el mecanismo nuclear, la barrera de Coulomb no sería una salida. Así, muchos han propuesto una fuente de neutrones potencialmente reactivos. Algunas de estas teorías están descritas aquí.

Kosima [223] escribió un gran número de documentos basados en la idea de que los neutrones en los materiales normales están en forma estabilizada. Cuando son creadas condiciones apropiadas, esto es en la NAE, estas estructuras se tornan inestables y reaccionan con los núcleos del medio. Él calculó la concentración de esos “grupos” y usó la consistencia del resultado como soporte de la idea.

Fsher [224] propone que grupos de neutrones estén débilmente vinculados en algunos núcleos. Bajo condiciones apropiadas, estos grupos se desvinculan y reaccionan con otros núcleos del medio ambiente. Oriani [225] reportó evidencias de carbono súper-pesado, presumiblemente causado por la anexión de un grupo de neutrones.

Muchos observaron que si el electrón asociado al hidrógeno o al deuterio pudiera aproximarse suficientemente al núcleo, podría resultar un neutrón o dineutrón virtual. Así, el electrón podría proporcionar suficiente blindaje al protón o deuterón (núcleo de un deuterio) para entrar en el núcleo. Presumiblemente el electrón no tendría que crear realmente un neutrón, un proceso que requiere energía y un neutrino. Mills [226] desarrolló una base teórica que permite a un electrón aproximarse bastante al núcleo, con la formación del así llamado hidrino. Dufour [227] hizo una sugerencia similar. Ambos proporcionaron evidencia del concepto de encogimiento del hidrógeno.

Todas las teorías basadas en neutrones reales deben explicar como el NAE desprende neutrones o causa su creación y por qué tan pocos neutrones escapan de la región activa, aún porque esta región es muy chica para ofrecer absorción. También debe ser explicada la formación de ${}^4\text{He}$ sin ${}^3\text{He}$ o o blindaje del triterio.

II.2. El Papel de los Fonons

El fonon es una partícula mítica usada para describir la energía contenida en la vibración de los átomos y electrones de un material. Se supone que estas vibraciones causan que algunos átomos se aproximen unos a otros a una distancia de reacción nuclear [228, 229] o acumular energía en los núcleos, tornándolos inestables. Una vez que una reacción nuclear desprende energía, los fonons comunicarían esta energía a la estructura [231]. Además del considerable desafío de demostrar que los fonons poseen las propiedades necesarias para realizar las tareas propuestas, es necesario demostrar porque esto ocurre únicamente en el NAE.

II.3. El Papel de las Partículas-Onda Conversión

Los Chobbs [232] propusieron que el núcleo del deuterio puede, bajo determinadas condiciones, convertir una onda. Así, puede interactuar con otra onda deuterio sin una barrera de Coulomb presente. Esta interacción forma brevemente una onda helio, que lentamente se convierte en una partícula helio, perdiendo un pequeño quanta de energía para la estructura del medio. Este modelo resuelve algunos problemas, pero no contempla como se producen las transmutaciones y que propiedad única de la estructura circundante potencia esta conversión. El simple hecho de tenerse un conjunto de átomos no es suficiente porque esta condición siempre existe en el material, mientras que las reacciones nucleares se localizan en regiones especiales.

II.4. El Papel de Partículas “Raras”

Fueron propuestas explicaciones basadas en partículas raras. Estas incluyen el Erzion [233], el NTTOH [234], partículas parcialmente cargadas [235], partícula masiva negativa [236], y núcleos súper-pesados [237]. No está claro cómo estas partículas son activadas o impactan en el NAE.

II.5. El Papel del Efecto de Túnel o Acentuación de la Sección Transversal

Varios autores explotaron la posibilidad de que procesos con PdD puedan reducir la barrera efectiva de Coulomb. Solamente dos de las sugerencias están citadas aquí. Los procesos descritos intentan

demostrar el mecanismo que permiten a los átomos de deuterio aproximarse más de lo normal, usando efectos de resonancia [238], o procesos que introducen blindaje electrónico entre los átomos de deuterio [239]. Ambos modelos fallaron en demostrar lo que hace del PdD único en el soporte de reacciones de fusión y no se refieren a otros tipos de reacciones nucleares. En general, los modelos propuestos no fueron capaces de explicar la tasa de fusión requerida para producir calentamiento anómalo o transmutación de elementos pesados.

Recientemente, se sugirió que pudiera existir una fuente de blindaje electrónico entre dos materiales, teniendo dos funciones diferentes, la así llamada teoría de los electrones deslizantes [240 – 242]. Con las condiciones existentes en el NAE, este modelo contempla la formación de elementos pesados.

II.6. El Papel de la Fusión Multi-Cuerpos

La fusión multi-cuerpos fue sugerida por Takahashi et al. [243] que llegó a este modelo usando el espectro de energía de los neutrones emitidos por una célula electrolítica. Estudios posteriores usando bombardeo de iones se muestran consistentes con el modelo [244]. Recientemente, Iwamura et al. [23] descubrió evidencias de 4 deuterios entrando simultáneamente en un núcleo, reforzando el modelo multi-cuerpos. La formación de tales aglomerados [245] seguido de la fusión del aglomerado resuelve varios problemas, no siendo el menor de los cuales ser un método de liberación de una cantidad de movimiento sin el desprendimiento de rayos gama. En este caso, la energía es depositada en el enrejado por partículas alfa energizadas y deuterios expulsados del aglomerado. El desafío para este modelo es demostrar cómo pueden formarse tales aglomerados en el enrejado y la naturaleza del enrejado.

CAPÍTULO 8: Errores Sugeridos y Explicaciones Vulgares

Los escépticos sugieren que todos los resultados de la fusión en frío son errores experimentales o artificios de instrumentos. Para probar esta hipótesis, tendrían que examinar cada uno de los documentos bien escritos y detallados sobre la fusión en frío y hallar un grupo de errores que pueda explicar bien todas las observaciones. Si es difícil explicar las reacciones nucleares, más difícil es hallar un grupo tan coherente de errores. Además, pondría en duda la validez del propio método experimental. Para reducir el desafío, la mayoría de esescépticos propuso un error que puede ocurrir en cualquier experimento y entonces, suponen que se aplica a todos los otros experimentos. Ellos no examinan cada experimento y no consiguen comprender cada tipo diferente de instrumento y técnica que son utilizados sin la posibilidad del error propuesto de ocurrencia en otra parte. Por ejemplo, los escépticos sugieren frecuentemente que la recombinación puede explicar el calor marginal en exceso en un experimento en célula abierta, y entonces aplican esta crítica a células cerradas donde un error de recombinación es imposible [246]. O suponen un proceso vulgar que pueden imaginar que ocurra pero sin ofrecer prueba alguna de que el proceso realmente ocurra en la naturaleza. Desde el punto de vista del escéptico, las reglas de evidencia se aplican sólo a la persona que hace una denuncia de error, a quien no se exige ninguna justificación. Este comportamiento no es muy constructivo; errores serios pueden ocurrir en cualquier experimento y necesitan ser identificados.

Fue identificado un número de errores reales que seran examinados en detalle abajo. Muchos más fueron discutidos por Storms [71].

El Gradiente de Temperatura en un Calorímetro Isoperbólico

La primera crítica de la medida del calor de Pons-Fleischmann fue basada en un problema presumiblemente causado por gradientes de temperatura dentro de su célula isoperbólica [247].

Pons y Fleischmann mostraron que ésta estaba fuera de cuestión moviendo su termistor a niveles diferentes dentro de la célula [248]. No obstante, éste es un error potencial válido [67]. El movimiento electrolítico raramente es suficiente para remover completamente el gradiente de temperatura. Aún el movimiento mecánico regular debe ser mantenido muy constante para alcanzar una medida estable. Por causa de este error potencial, en los trabajos más recientes se usa calorímetro de flujo o calorímetro de Seebeck, pues ambos no sufren este problema. El calorímetro isoperbólico de pared doble también fue usado con éxito.

Alteraciones de la Constante de Calibración

Todo calorímetro precisa ser calibrado. la constante de calibración resultante no siempre permanece constante. Cada vez que se haga una medición se obtiene valores ligeramente diferentes. Si la producción de energía anómala está en el rango definido por diferentes calibraciones, su resultado puede ser cuestionado. Shanahan [249] argumenta que todos los anuncios de energía anómala son causados por un cambio inesperado de la constante de calibración debido a algún proceso indefinido en la célula, pero no debido a reacciones nucleares. la respuesta a este desafío reposa sobre tres hechos:

1. Muchos valores reportados están bastante arriba de este rango.
2. El calentamiento anómalo frecuentemente aparece asociado a patrones universales de comportamiento, como está dicho en el Capítulo 2.
3. El calentamiento anómalo, a veces, es asociado a la producción de helio o de transmutaciones, que es una clara indicación de reacciones nucleares.

Además de eso, un proceso que puede producir tales cambios en todos los calorímetros no fue demostrado, solamente sugerido. Ahora, si una persona quiere refutar el calentamiento anómalo, el referido proceso vulgar deberá denostarlo, usando rigor en los experimentos, no simplemente sugerirlo.

Contaminación con Triterio

Cuando fue anunciada por primera vez la presencia anómala de triterio, ésta fue rechazada alegándose la presencia de triterio en la atmósfera, en los materiales de la célula o en el paladio. Todas estas fuentes fueron bien analizadas y suficientemente comprobadas de la ausencia de triterio. Al presente no se encuentra una fuente plausible de triterio que explique todas las observaciones, además da su creación a través de reacciones nucleares.

Contaminación de Helio por el Aire

Los primeros anuncios de producción de helio fueron rechazados debido a un supuesto ingreso de aire en el contenedor. Aún entonces fue demostrada la ausencia de aire midiéndose el contenido de aire al mismo tiempo que era medido el helio. Esto eliminó esta posibilidad. Ya que esta es una medición difícil, requiriendo un aparato complejo, el número creciente de mediciones mostró una relación entre el helio y la energía, haciendo, así, cada vez más improbable este rechazo.

Contaminación con Elementos Pesados

La detección de elementos estables es difícil cuando las concentraciones presentes son bajas, pero, estas mediciones raramente son cuestionadas cuando son aplicadas en investigaciones convencionales. Además, casi todo contiene pequeñas cantidades de la mayoría de los otros elementos estables. Por lo tanto, es difícil probar que un elemento particular, después de haber sido concentrado en un cátodo por electrólisis, tenga un origen nuclear. Una reivindicación normalmente plausible está basada en una concentración grande inexplicable o una relación anormal de isótopos. Algunos trabajos muestran aumentos anormales de isótopos con el tiempo. Elementos claramente

bien estables hallados en un cátodo no son anormales. Entretanto un número suficiente de observaciones de la presencia de elementos anómalos fueron informadas para hacer la reacción de transmutación digna de estudio.

Sumario

A continuación se proponen nuevas introspecciones entregadas por observaciones recientes descritas en este documento:

1. β -PdD puro, sin tener en cuenta su contenido de deuterio, no es el ambiente en que LENR ocurre durante el efecto de Pons-Fleischmann. La aleación compleja en que el efecto ocurre aparentemente exige un muy alto contenido de deuterio.
2. β -PdD casi puro parece estar activo en un contenido relativamente bajo de deuterio.
3. LENR exige partículas microscópicas de varios materiales complejos, incluyendo células vivas.
4. Todos los isótopos de hidrógeno pueden estar involucrados en la LENR.
5. Grupos de isótopos de hidrógeno se forman e interactúan unos con los otros y los núcleos circundantes para causar LENR.
6. Muchos elementos pueden entrar en LENR con hidrógeno o con átomos de sí mismo.

Estas conclusiones son significativamente diferentes del pensamiento convencional en el campo y bien distante del que la física convencional puede explicar. Esperanzadamente, antes de ser rechazados, estos aspectos del fenómeno serán considerados cuando fueren propuestos nuevos experimentos y explicaciones. Hasta ahora, los experimentos y teorías no fueron muy afortunados, entonces una persona tiene poco que perder por considerar estas posibilidades.

Comentarios

La ciencia fue afortunada porque siglos atrás se adoptaron ciertas reglas de evidencia, el Método Científico así llamado. Estas reglas exigen que usando diferentes artificios, las personas puedan duplicar las observaciones inéditas. Tales replicaciones reducen la tendencia humana a equivocarse y a ser engañado. Además, el comportamiento observado en estos variados estudios debe mostrar patrones semejantes, i.e. variables importantes deben tener el mismo efecto en todos los estudios, sin tener en cuenta el equipamiento usado. Partir con una explicación para un comportamiento extraño NO es inicialmente necesario, a pesar de que la consecuencia de una explicación es importante. Éste es un buen método y ha servido bien a la humanidad cuando es fielmente aplicado. La ciencia fracasa cuando estas reglas son ignoradas. Estas reglas pueden ser ignoradas de varias maneras diferentes, la mas obvia es la aceptación prematura. Algunos científicos piensan en esta regla tan importante cuando basan sus carreras en proteger a la ciencia de tal infracción. Un problema menos obvio ocurre cuando son ignoradas replicaciones repetidas porque un científico no QUIERE creer en un resultado que discrepa con su teoría favorita. La fusión en frío inicialmente fue rechazada por la razón anterior. Ahora el rechazo está basado en la regla menos obvia. El primer rechazo era válido y coherente con el Método Científico. El rechazo presente no lo es.

El escepticismo, cuando es llevado al extremo, es como un error de aceptación ingenua. Muchas personas actualmente respetan al escéptico para preservar los altos ideales de la ciencia. Además, los escépticos frecuentemente detienen un progreso importante, se asfixia originalmente, y ponen a las personas creativas muy lejos de la ciencia. A pesar de que muchos ejemplos de esta herida pueden ser citados del pasado y especialmente del tiempo presente, este rechazo de la fusión en frío

es particularmente egregia por causa de su naturaleza vehemente y la importancia del descubrimiento. Pido al lector usar un buen juicio y una actitud responsable al evaluar las reivindicaciones increíbles descritas en esta Guía. Encuérdese que reivindicaciones nuevas y extrañas no tienen que ser aceptadas ciegamente, ni ciegamente tienen que ser rechazadas, solamente deben ser exploradas con una mente abierta. Nuevas ideas importantes, casi siempre, discrepan del conocimiento convencional; entonces tal conflicto no debe ser usado como una base para el rechazo total, antes que las posibilidades sean cuidadosamente examinadas.

Adjunto:

Crítica de este documento por Kurt Shanahan y refutaciones a esa crítica por Edmund Storms y Michael Staker.

Referências:

1. Beaudette, C.G., [Excess Heat. Why Cold Fusion Research Prevailed.](#) 2000, Concord, NH: Oak Grove Press (Infinite Energy, Distributor).
2. Fleischmann, M., S. Pons, and M. Hawkins, *Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium*. J. Electroanal. Chem., 1989. **261**: p. 301 and errata in Vol. 263.
3. Bush, R.T. and R.D. Eagleton. *Calorimetric Studies for Several Light Water Electrolytic Cells With Nickel Fibrex Cathodes and Electrolytes with Alkali Salts of Potassium, Rubidium, and Cesium*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
4. Mills, R.L. and P. Kneizys, *Excess heat production by the electrolysis of an aqueous potassium carbonate electrolyte and the implications for cold fusion*. Fusion Technol., 1991. **20**: p. 65.
5. Storms, y. [Excess Power Production from Platinum Cathodes Using the Pons-Fleischmann Effect.](#) in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
6. Warner, J., J. Dash, and S. Frantz. [Electrolysis of D2O With Titanium Cathodes: Enhancement of Excess Heat and Further Evidence of Possible Transmutation.](#) in *The Ninth International Conference on Cold Fusion*. 2002. Beijing, China: Tsinghua University: unpublished.
7. Fleischmann, M. *More About Positive Feedback; More About Boiling*. in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
8. Lonchamp, G., L. Bonnetain, and P. Hieter. [Reproduction of Fleischmann and Pons Experiments.](#) in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
9. Mengoli, G., et al., *Calorimetry close to the boiling temperature of the D2O/Pd electrolytic system*. J. Electroanal. Chem., 1998. **444**: p. 155.
10. Bockris, J., et al. [Triggering of Heat and Sub-Surface Changes in Pd-D Systems.](#) in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1994. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
11. Castellano, et al. [Nuclear Transmutation in Deuterated Pd Films Irradiated by an UV Laser.](#) in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
12. Di Giulio, M., et al., *Analysis of Nuclear Transmutations Observed in D- and H-Loaded Films*. J. Hydrogen Eng., 2002. **27**: p. 527.
13. Nassisi, V., *Transmutation of elements in saturated palladium hydrides by an XeCl excimer laser*. Fusion Technol., 1998. **33**: p. 468.
14. Mizuno, T., et al., [Production of Heat During Plasma Electrolysis.](#) Jpn. J. Appl. Phys. 1a, 2000.

39: p. 6055.

15. Ohmori, T., *Recent development in solid state nuclear transmutation occurring by the electrolysis*. Curr. Topics Electrochem., 2000. **7**: p. 101.

16. Sundaresan, R. and J. Bockris, *Anomalous Reactions During Arcing Between Carbon Rods in Water*. Fusion Technol., 1994. **26**: p. 261.

17. Miley, G.H., et al. *Advances in Thin-Film Electrode Experiments*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.

18. Storms, y., [Ways to Initiate la Nuclear Reaction in Solid Environments](#). Infinite Energy, 2002. **8**(45): p. 45.

19. Miles, M., et al. [Thermal Behavior of Polarized Pd/D Electrodes Prepared by Co-deposition](#). in *The Ninth International Conference on Cold Fusion*. 2002. Beijing, China: Tsinghua University: unpublished.

20. Szpak, S., P.la. Mosier-Boss, and J.J. Smith, [On the behavior of Pd deposited in the presence of evolving deuterium](#). J. Electroanal. Chem., 1991. **302**: p. 255.

21. Arata, Y. and Y.C. Zhang. *Definite Difference among [DS-D2O], [DS-H2O] and [Bulk-D2O] Cells in the Deuterization and Deuterium-reaction*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.

22. Case, L.C. [Catalytic Fusion of Deuterium into Helium-4](#). in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.

23. Iwamura, Y., M. Sakano, and T. Itoh, [Elemental Analysis of Pd Complexes: Effects of D2 Gas Permeation](#). Jpn. J. Appl. Phys. 1a, 2002. **41**: p. 4642.

24. Claytor, T.N., et al. [Tritium Production from Palladium Alloys](#). in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.

25. Dufour, J., et al., *Interaction of palladium/hydrogen and palladium/deuterium to measure the excess energy per atom for each isotope*. Fusion Technol., 1997. **31**: p. 198.

26. Bae, Y.K., D.D. Lorents, and S.y. Young, *Experimental confirmation of cluster-impact fusion*. Phys. Rev. 1a: At. Mol. Opt. Phys., 1991. **44**: p. R4091.

27. Cecil, F.y. and G.M. Hale. [Measurement of D-D and D-Li6 Nuclear Reactions at Very Low Energies](#). in *Second Annual Conference on Cold Fusion, "The Science of Cold Fusion"*. 1991. Como, Italy: Societa Italiana di Fisica, Bologna, Italy.

28. Karabut, la. B. [Analysis of Experimental Results on Excess Heat Power Production, Impurity Nuclides Yield in the Cathode Material and Penetrating Radiation in Experiments with High-Current Glow Discharge](#). in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.

29. Kasagi, J., et al. *Observation of High Energy Protons Emitted in the TiDx+D Reaction at Ed=150 keV and Anomalous Concentration of 3He*. in *Third International Conference on Cold Fusion, "Frontiers of Cold Fusion"*. 1992. Nagoya Japan: Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan.

30. Kosyakhkov, la.la., et al., *Neutron yield in the deuterium ion implantation into titanium*. Fiz. Tverd. Tela, 1990. **32**: p. 3672 (in Russian).

31. Savvatimova, I. [Reproducibility of Experiments in Glow Discharge and Processes Accompanying Deuterium ions Bombardment](#). in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.

32. Takahashi, la., et al., *Detection of three-body deuteron fusion in titanium deuteride under the stimulation by la deuteron beam*. Phys. Lett. 1a, 1999. **255**: p. 89.

33. Wang, T., et al., *Investigating the Unknown Nuclear Reaction in la Low-Energy ($\gamma < 300$ keV) p + T2Hx Experiment*. Fusion Technol., 2000. **37**: p. 146.

34. Yuki, H., et al., *Measurement of the D(d,p) reaction in Ti for $2.5 < E_d < 6.5$ keV and electron screening in metal*. J. Phys. Soc. Japan, 1997. **66**: p. 73.

35. Beuhler, R.J., et al., *Deuteron-Deuteron Fusion by Impact of Heavy-Water Clusters on Deuterated Surfaces*. J. Phys. Chem., 1991. **94**: p. 7665.

36. Mizuno, T., et al., *Anomalous heat evolution from la solid-state electrolyte under alternating*

- current in high-temperature D2 gas. *Fusion Technol.*, 1996. **29**: p. 385.
37. Oriani, R.la., *An investigation of anomalous thermal power generation from la proton-conducting oxide.* *Fusion Technol.*, 1996. **30**: p. 281.
38. Botta, y., et al. *Search for 4He Production from Pd/D2 Systems in Gas Phase.* in 5th International Conference on Cold Fusion. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
39. Iazzi, F., et al. *Correlated Measurements of D2 Loading and 4He Production in Pd Lattice.* in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
40. Celani, F., et al. *The Effect of Gamma-Beta Phase on H(D)/Pd Overloading.* in *ICCF7, Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
41. Manduchi, C., et al., *Electric-field effects on the neutron enission from Pd deuteride samples.* *Nuovo Cimento Soc. Ital. Fis. Ia*, 1995. **108**: p. 1187.
42. Rajan, K.G., et al., *Electromigration approach to verify cold fusion effects.* *Fusion Technol.*, 1991. **20**: p. 100.
43. Jorne, J., *Ultrasonic irradiation of deuterium-loaded palladium particles suspended in heavy water.* *Fusion Technol.*, 1996. **29**: p. 83.
44. Stringham, R., et al. *Predictable and Reproducible Heat.* in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
45. Lipson, la.G., et al., *Initiation of nuclear fusion by cavitation action on deuterium-containing media.* *Zh. Tekh. Fiz.*, 1992. **62**(12): p. 121 (in Russian).
46. Griggs, J.L. *la Brief Introduction to the Hydrosonic Pump and the Associated "Excess Energy" Phenomenon.* in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
47. Karpov, S.Y., et al., *On the possibility of la mechanism of cold nuclear fusion.* *Pis'ma Zh. Tekh. Fiz.*, 1990. **16**(5): p. 91 (in Russian).
48. Arzhannikov, la.V. and G.Y. Kezerashvili, *First observation of neutron enission from chemical reactions.* *Phys. Lett.*, 1991. **A156**: p. 514.
49. Beltyukov, I.L., et al., *Laser-induced cold nuclear fusion in Ti-H2-D2-T2 compositions.* *Fusion Technol.*, 1991. **20**: p. 234.
50. De Ninno, la., et al., *Enission of neutrons las la consequence of titanium-deuterium interaction.* *Nuovo Cimento Soc. Ital. Fis. Ia*, 1989. **101**: p. 841.
51. Menlove, H.el., et al., *The measurement of neutron enission from Ti plus D2 gas.* *J. Fusion Energy*, 1990. **9**: p. 215.
52. Vysotskii, V., et al. *Experimental Observation and Study of Controlled Transmutation of Intermediate Mass Isotopes in Growing Biological Cultures.* in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
53. Komaki, H. *Observations on the Biological Cold Fusion or the Biological Transformation of Elenents.* in *Third International Conference on Cold Fusion, "Frontiers of Cold Fusion"*. 1992. Nagoya Japan: Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan.
54. Kervran, C.L., *Biological Transmutation.* 1980: Beekman Publishers, Inc.
55. Campari, y.G., et al. *Ni-H Systems.* in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
56. Sankaranarayanan, T.K., et al. *Evidence for Tritium Generation in Self-Heated Nickel Wires Subjected to Hydrogen Gas Absorption/Desorption Cycles.* in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
57. Bush, R.T. and R.D. Eagleton, *Evidence for Electrolytically Induced Transmutation and Radioactivity Correlated with Excess Heat in Electrolytic Cells with Light Water Rubidium Salt Electrolytes.* *Trans. Fusion Technol.*, 1994. **26**(4T): p. 334.
58. Lonchamp, G., et al. *Excess Heat Measurement with Patterson Type Cells.* in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City,

UT.

59. Miley, G.H. [On the Reaction Product and Heat Correlation for LENRs](#). in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
60. Niedra, J.M. and I.T. Myers, [Replication of the apparent excess heat effect in light water-potassium carbonate-nickel-electrolytic cell](#). *Infinite Energy*, 1996. **2**(7): p. 62.
61. Noninski, V.C., [Excess heat during the electrolysis of a light water solution of K₂CO₃ with a nickel cathode](#). *Fusion Technol.*, 1992. **21**: p. 163.
62. Notoya, R. [Nuclear Products of Cold Fusion Caused by Electrolysis in Alkali Metallic Ions Solutions](#). in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
63. Ohmori, T. and M. Enyo, [Excess heat evolution during electrolysis of H₂O with nickel, gold, silver, and tin cathodes](#). *Fusion Technol.*, 1993. **24**: p. 293.
64. Rothwell, J., [CETI's 1 kilowatt cold fusion device demonstrated](#). *Infinite Energy*, 1996. **1**(5&6): p. 18.
65. Swartz, M.R. [Optimal Operating Point Characteristics of Nickel Light Water Experiments](#). in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
66. Reifenschweiler, el., [Some experiments on the decrease of tritium radioactivity](#). *Fusion Technol.*, 1996. **30**: p. 261.
67. Storms, y., [Description of a dual calorimeter](#). *Infinite Energy*, 2000. **6**(34): p. 22.
68. Miles, M. and K.B. Johnson. [Improved, Open Cell, Heat Conduction, Isoperibolic Calorimetry](#). in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
69. Belzner, la., et al., [Two fast mixed-conductor systems: deuterium and hydrogen in palladium - thermal measurements and experimental considerations](#). *J. Fusion Energy*, 1990. **9**(2): p. 219.
70. Hansen, W.N. and M.y. Melich, [Pd/D Calorimetry- The Key to the F/P Effect and a Challenge to Science](#). *Trans. Fusion Technol.*, 1994. **26**(4T): p. 355.
71. Storms, y., [Cold Fusion: An Objective Assessment](#). 2001.
72. Storms, y., [The Nature of the Nuclear-Active-Environment Required for Low Energy Nuclear Reactions](#). *Infinite Energy*, 2002. **8**(45): p. 32.
73. Oya, Y., et al. [Material Conditions to Replicate the Generation of Excess Energy and the Emission of Excess Neutrons](#). in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
74. Storms, y., [My life with cold fusion as a reluctant mistress](#). *Infinite Energy*, 1999. **4**(24): p. 42.
75. Miles, M., K.B. Johnson, and M.la. Imam. [Heat and Helium Measurements Using Palladium and Palladium Alloys in Heavy Water](#). in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
76. Storms, y., [a critical evaluation of the Pons-Fleischmann effect: Part 1](#). *Infinite Energy*, 2000. **6**(31): p. 10.
77. Miles, M., M. Fleischmann, and M.la. Imam, [Calorimetric Analysis of a Heavy Water Electrolysis Experiment Using a Pd-B Alloy Cathode](#). 2001: Washington. p. 154.
78. Arata, Y. and Y.C. Zhang, [a new energy caused by "Spillover-deuterium"](#). *Proc. Jpn. Acad., Ser. B*, 1994. **70 ser. B**: p. 106.
79. McKubre, M.C.H., et al. [The Emergence of a Coherent Explanation for Anomalies Observed in D/Pd and H/Pd System: Evidence for 4He and 3He Production](#). in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
80. Clarke, B.W., et al., [Search for 3He and 4He in Arata-Style Palladium Cathodes II: Evidence for Tritium Production](#). *Fusion Sci. & Technol.*, 2001. **40**: p. 152.
81. Iwamura, Y., et al. [Detection of Anomalous Elements, X-ray and Excess Heat Induced by Continuous Diffusion of Deuterium Through Multi-layer Cathode \(Pd/CaO/Pd\)](#). in *The Seventh*

- International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
82. Wipf, H. and V. Erckman, *On Permeation Techniques for Electrotransport Studies on Metal-Hydrogen Systems*. *Scr. Metall.*, 1976. **10**: p. 813.
83. Tamaki, M. and K. Tasaka. *Field Formation of the Condensed Matter Fusion by Electro-Transport of Deuterium in Palladium*. in *Third International Conference on Cold Fusion, "Frontiers of Cold Fusion"*. 1992. Nagoya Japan: Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan.
84. Wisniewski, R. and J. Rostocki, *Hall Effect in the Pd-H System*. *Phys. Rev. B: Mater. Phys.*, 1971. **3**(2): p. 251.
85. Tsuchida, T., *Role of hydrogen atoms in palladium*. *J. Phys. Soc. Japan*, 1963. **18**: p. 1016.
86. Bartolomeo, C., et al. *Alfred Coehn and After: The Alpha, Beta and Gamma of the Palladium-Hydrogen System*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
87. Del Giudice, y., et al. *The Fleischmann-Pons Effect in a Novel Electrolytic Configuration*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
88. Celani, F., et al., [Deuterium overloading of palladium wires by means of high power microsecond pulsed electrolysis and electromigration: suggestions of a "phase transition" and related excess heat](#). *Phys. Lett. It.*, 1996. **214**: p. 1.
89. McKubre, M.C.H. [Closing Comments Summarizing the Status and Progress of Experimental Studies](#). in *The Ninth International Conference on Cold Fusion*. 2002. Beijing, China: Tsinghua University: unpublished.
90. Stringham, R. and R. George, *Cavitation induced micro-fusion solid state production of heat, 3He , and 4He* . 1995.
91. Lipson, J.G., et al., *Observation of neutrons from cavitation action on substances containing deuterium*. *Pis'ma Zh. Teor. Fiz.*, 1990. **16**(9): p. 89 (in Russian).
92. Taleyarkhan, R.P., et al., *Evidence for Nuclear Emissions During Acoustic Cavitation*. *Science*, 2002. **295**: p. 1868.
93. Mallove, y., *Excess heat in cavitation devices: World-wide testing reports*. *Infinite Energy*, 1995. **1**(3): p. 16.
94. Kim, Y.y., *Cross section for cold deuterium-deuterium fusion*. *Fusion Technol.*, 1990. **17**: p. 507.
95. Kasagi, J., et al. *Low Energy Nuclear Fusion Reactions in Solids*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
96. Cedzynska, K. and F.G. Will, *Closed-system analysis of tritium in palladium*. *Fusion Technol.*, 1992. **22**: p. 156.
97. Taubes, G., *Cold Fusion Conundrum at Texas A & M*. *Science*, 1990. **248**: p. 1299.
98. Anderson, J., et al., *Letters and Response about Cold Fusion at Texas A&M*. *Science*, 1990. **249**: p. 463-465.
99. Preparata, G., *a new look at solid-state fractures, particle emission and 'cold' nuclear fusion*. *Nuovo Cimento Soc. Ital. Fis. It.*, 1991. **104**: p. 1259.
100. Yasui, K., *Fractofusion mechanism*. *Fusion Technol.*, 1992. **22**: p. 400.
101. Takeda, T. and T. Takizuka, *Fractofusion mechanism*. *J. Phys. Soc. Japan*, 1989. **58**(9): p. 3073.
102. Camp, W.J., *Helium Detrapping and Release from Metal Tritides*. *J. Vac. Sci. Technol. It.*, 1977. **14**: p. 514.
103. Storms, y., *a Review of the Cold Fusion Effect*. *J. Sci. Expl.*, 1996. **10**(2): p. 185.
104. Karabut, J.B., Y.R. Kucherov, and I.B. Savvatimova, *Nuclear product ratio for glow discharge in deuterium*. *Phys. Lett. It.*, 1992. **170**: p. 265.
105. Miles, M., B.F. Bush, and J.J. Lagowski, *Anomalous effects involving excess power, radiation, and helium production during D₂O electrolysis using palladium cathodes*. *Fusion Technol.*, 1994. **25**: p. 478.
106. Gozzi, D., et al., [X-ray, heat excess and \$4\text{He}\$ in the D/Pd system](#). *J. Electroanal. Chem.*, 1998.

452: p. 251.

107. Bush, B.F. and J.J. Lagowski. *Methods of Generating Excess Heat with the Pons and Fleischmann Effect: Rigorous and Cost Effective Calorimetry, Nuclear Products Analysis of the Cathode and Helium Analysis.* in *The Seventh International Conference on Cold Fusion.* 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.

108. Isobe, Y., et al. *Search for Coherent Deuteron Fusion by Beam and Electrolysis Experiments.* in *8th International Conference on Cold Fusion.* 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.

109. Arata, Y. and Y.C. Zhang, *Helium (4He , 3He) within deuterated Pd-black.* Proc. Jpn. Acad., Ser. B, 1997. **73**: p. 1.

110. Jordan, K.C., B.C. Blanke, and W.L. Dudley, *Half-Life of Tritium.* J. Inorg. Nucl. Chem., 1967. **29**: p. 2129.

111. Corrigan, D.L. and Y.W. Schneider, *Tritium separation effects during heavy water electrolysis: implications for reported observations of cold fusion.* J. Electroanal. Chem., 1990. **281**: p. 305.

112. Boucher, G.R., F.Y. Collins, and R.L. Matlock, *Separation factors for hydrogen isotopes on palladium.* Fusion Technol., 1993. **24**: p. 200.

113. Will, F.G., K. Cedzynska, and D.C. Linton, *Reproducible tritium generation in electrochemical cells employing palladium cathodes with high deuterium loading.* J. Electroanal. Chem., 1993. **360**: p. 161.

114. Storms, Y. and C. Talcott-Storms, *The effect of hydriding on the physical structure of palladium and on the release of contained tritium.* Fusion Technol., 1991. **20**: p. 246.

115. Matsunoto, et al., *Tritium Production Rate.* in *Anomalous Nuclear Effects in Deuterium/Solid Systems, "AIP Conference Proceedings 228"*. 1990. Brigham Young Univ., Provo, UT: American Institute of Physics, New York.

116. Storms, Y. and C.L. Talcott, *Electrolytic tritium production.* Fusion Technol., 1990. **17**: p. 680.

117. Chien, C.C., et al., *On an electrode producing massive quantities of tritium and helium.* J. Electroanal. Chem., 1992. **338**: p. 189.

118. Sankaranarayanan, M., et al. *Investigation of Low Level Tritium Generation in Ni-H₂O Electrolytic Cells.* in *Fourth International Conference on Cold Fusion.* 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.

119. Itoh, T., et al. *Observation of Nuclear Products Under Vacuum Conditions from Deuterated Palladium with High Loading Ratio.* in *5th International Conference on Cold Fusion.* 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.

120. Akimoto, T., et al. *Temperature dependency on counting efficiency of NE213 liquid scintillator for low level neutron measurement.* in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy.* 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.

121. Bruschi, M., U. Marconi, and I. Zoccoli. *The neutron spectrometer of the cold fusion experiment under the Gran Sasso Laboratory.* in *Hadronic Phys., Winter Course 8th 1993.* 1994: World Sci., Singapore.

122. Menlove, H.E. and M.C. Miller, *Neutron-burst detectors for cold-fusion experiments.* Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 1990. **299**: p. 10.

123. Aoyama, T., et al., *Highly reliable low-level neutron detection using 3He proportional counters.* Radioisot., 1991. **40**: p. 188.

124. Cisbani, Y., et al., *Neutron Detector for CF Experiments.* Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A, 2001. **459**: p. 247.

125. Storms, Y., *Review of experimental observations about the cold fusion effect.* Fusion Technol., 1991. **20**: p. 433.

126. Takahashi, I., et al., *Multibody fusion model to explain experimental results.* Fusion Technol., 1995. **27**: p. 71.

127. Takahashi, I. *Nuclear Products by D₂O/Pd Electrolysis and Multibody Fusion.* in *Int. Symp. Nonlinear Phenom. in Electromagnetic Fields.* 1992. ISEN-Nagoya,.

128. De Ninno, la., et al., *Evidence of emission of neutrons from la titanium-deuterium system*". Europhys. Lett., 1989. **9**: p. 221.
129. Menlove, H.el., et al. *Reproducible Neutron Emission Measurements From Ti Metal in Pressurized D2 Gas. in Anomalous Nuclear Effects in Deuterium/Solid Systems, "AIP Conference Proceedings 228"*. 1990. Brigham Young Univ., Provo, UT: American Institute of Physics, New York.
130. Kaushik, T.C., et al., *Preliminary report on direct measurement of tritium in liquid nitrogen treated TiDx chips*. Indian J. Technol., 1990. **28**: p. 667.
131. Jones, S.y., et al., *Observation of cold nuclear fusion in condensed matter*. Nature (London), 1989. **338**: p. 737.
132. Bush, R.T. and R.D. Eagleton. *Experimental Studies Supporting the Transmission Resonance Model for Cold Fusion in Light Water: II. Correlation of X-Ray Emission With Excess Power. in Third International Conference on Cold Fusion, "Frontiers of Cold Fusion"*. 1992. Nagoya Japan: Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan.
133. Cellucci, F., et al. *X-Ray, Heat Excess and 4He in the Electrochemical Confinement of Deuterium in Palladium. in Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
134. Chen, S., et al., *X-ray diagnostics in gas discharge*. Trends Nucl. Phys., 1995. **12**((3)): p. 58 (in Chinese).
135. Isagawa, S., Y. Kanda, and T. Suzuki, *Present status of cold fusion experiment at KEK*". Int. J. Soc. Mat. Eng. Resources, 1998. **65**(1): p. 60.
136. Iwamura, Y., et al. *Characteristic X-ray and Neutron Emissions from Electrochemically Deuterated Palladium. in 5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
137. Iyengar, P.K., et al., *Bhabha Atomic Research Centre studies on cold fusion*. Fusion Technol., 1990. **18**: p. 32.
138. McKubre, M.C.H., et al. *Calorimetry and Electrochemistry in the D/Pd System. in The First Annual Conference on Cold Fusion*. 1990. University of Utah Research Park, Salt Lake City, Utah: National Cold Fusion Institute.
139. Szpak, S., P.la. Mosier-Boss, and J.J. Smith, [On the behavior of the cathodically polarized Pd/D system: Search for emanating radiation](#). Phys. Lett. la, 1996. **210**: p. 382.
140. Takahashi, la. *Results of Experimental Studies of Excess Heat vs Nuclear Products Correlation and Conceivable Reaction Model. in The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
141. Wang, D.L., et al. *Experimental Studies on the Anomalous Phenomenon in Pd Metal Loaded with Deuterium. in Third International Conference on Cold Fusion, "Frontiers of Cold Fusion"*. 1992. Nagoya Japan: Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan.
142. Miles, M. and B.F. Bush. [Radiation Measurements at China Lake:Real or Artifacts? in The Seventh International Conference on Cold Fusion](#). 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
143. Rout, R.K., et al., *Copious low energy emissions from palladium loaded with hydrogen or deuterium*. Indian J. Technol., 1991. **29**: p. 571.
144. Savvatimova, I. and la.B. Karabut. *Radioactivity of the Cathode Samples after Glow Discharge. in 5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
145. Dong, S.Y., et al., *Precursors to 'cold fusion' phenomenon and the detection of energetic charged particles in deuterium/solid systems*. Fusion Technol., 1991. **20**: p. 330.
146. Jin, S., et al. *Anomalous Nuclear Events in Deuterium Palladium Systems. in Second Annual Conference on Cold Fusion, "The Science of Cold Fusion"*. 1991. Como, Italy: Societa Italiana di Fisica, Bologna, Italy.
147. Kamada, K., *Electron impact H-H and D-D fusions in molecules embedded in Al. 1.*

- Experimental results.* Jpn. J. Appl. Phys. 1a, 1992. **31**(9): p. L1287.
148. Li, X.Z., et al., *Anomalous nuclear phenomena and solid state nuclear track detector.* Nucl. Tracks Radiat. Meas., 1993. **22**: p. 599.
149. Lipson, la.G., et al. *In-Situ Charged Particles And X-Ray Detection In Pd Thin Film-Cathodes During Electrolysis In Li2SO4/H2O.* in *ICCF9, Ninth International Conference on Cold Fusion.* 2002. Beijing, China: Tsinghua University: unpublished.
150. Oriani, R.la. and J.C. Fisher, *Generation of Nuclear Tracks during Electrolysis.* Jpn. J. Appl. Phys. 1a, 2002. **41**: p. 6180-6183.
151. Qiao, G.S., et al. *Nuclear Products in la Gas-Loading D/Pd and H/Pd System.* in *The Seventh International Conference on Cold Fusion.* 1998. Vancouver, Canada.
152. Roussetski, la.S. *Investigation of Nuclear Emissions in the Process of D(H) Escaping from Deuterized (Hydrogenized) PdO-Pd-PdO and PdO-Ag Samples.* in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy.* 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Debelopment Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
153. Rout, R.K., et al., *Update on observation of low-energy emissions from deuterated and hydrated palladiun.* Indian J. Technol., 1993. **31**: p. 551.
154. Wang, K.L., et al. *Search for Better Material for Cold Fusion Experiment Using CR-39 Detector.* in *Second Annual Conference on Cold Fusion, "The Science of Cold Fusion"*. 1991. Como, Italy: Societa Italiana di Fisica, Bologna, Italy.
155. Wu, B., et al., *The SEN observation of palladiun-deuteriun system after the gas discharge process.* Gaojishu Tongxun, 1991. **1**(9): p. 1 (in Chinese).
156. Miley, G.H., et al. *Quantitative observations of transmutation products occuring in thin-film coated microspheres during electrolysis.* in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy.* 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Debelopment Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
157. Miley, G.H., *Possible Evidence of Anomalous Energy Effects in H/D-Loaded Solids-Low Energy Nuclear Reactions (LENRS).* J. New Energy, 1997. **2**(3/4): p. 6.
158. Mizuno, T. *Experimental Confirmation of the Nuclear Reaction at Low Energy Caused by Electrolysis in the Electrolyte.* in *Proceedings for the Symposium on Advanced Research in Energy Technology 2000.* 2000. Hokkaido University.
159. Mizuno, T., et al., *Formation of 197Pt radioisotopes in solid state electrolyte treated by high temperature electrolysis in D2 gas.* Infinite Energy, 1995. **1**(4): p. 9.
160. Bush, R.T., *la light water excess heat reaction suggests that 'cold fusion' may be 'alkali-hydrogen fusion'.* Fusion Technol., 1992. **22**: p. 301.
161. Notoya, R. and M. Enyo. *Excess Heat Production in Electrolysis of Potassiu Carbonate Solution with Nickel Electrodes.* in *Third International Conference on Cold Fusion, "Frontiers of Cold Fusion"*. 1992. Nagoya Japan: Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan.
162. Bush, R.T. *Evidence for an electrolytically induced shift in the abundance ratio of Sr-88 and Sr-86.* in *International Symposium on Cold Fusion and Advanced Energy Sources.* 1994. Belarusian State University, Minsk, Belarus: Fusion Information Center, Salt Lake City.
163. Notoya, R., *Cold fusion arising from hydrogen evolution reaction on active metals in alkali metallic ions' solutions.* Environ. Res. Forun, 1996. **1-2**: p. 127.
164. Ohmori, T., T. Mizuno, and M. Enyo, *Isotopic distributions of heavy metal elenents produced during the light water electrolysis on gold electrodes.* J. New Energy, 1996. **1**(3): p. 90.
165. Singh, M., et al., *Verification of the George Oshawa Experiment for Anomalous Production of Iron From Carbon Arc in Water.* Fusion Technol., 1994. **26**: p. 266.
166. Jiang, X.L., L.J. Han, and W. Kang. *Anomalous Elenent Production Induced by Carbon Arcing Under Water.* in *The Seventh International Conference on Cold Fusion.* 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
167. Ransford, H.y., *Non-Stellar nucleosynthesis: Transition metal production by DC plasma-discharge electrolysis using carbon electrodes in la non-metallic cell.* Infinite Energy, 1999. **4**(23):

p. 16.

168. Ohmori, T. and M. Enyo, *Iron Formation in Gold and Palladium Cathodes*. J. New Energy, 1996. **1**(1): p. 15.
169. Ohmori, T., et al., *Transmutation in the electrolysis of lightwater - excess energy and iron production in the gold electrode*. Fusion Technol., 1997. **31**: p. 210.
170. Bush, R.T. and R.D. Eagleton. *Evidence for Electrolytically Induced Transmutation and Radioactivity Correlated with Excess Heat in Electrolytic Cells With Light Water Rubidium Salt Electrolytes*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
171. Savvatimova, I. and Ia. Karabut. *Nuclear Reaction Products Registration on the Cathode after Glow Discharge*. in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
172. Passell, T.el. *Charting the Way Forward in the EPRI Research Program on Deuterated Metals*. in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
173. Kervran, C.L., *Biological Transmutations*. 1972: Swan House Publishing Co.
174. Vysotskii, V.I., Ia.Ia. Kornilova, and I.I. Samoyloylenko. *Experimental discovery of phenomenon of low-energy nuclear transformation of isotopes ($Mn^{55}=Fe^{57}$) in growing biological cultures*. in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
175. Vysotskii, V., et al., *Observation and mass-spectrometry. Study of controlled transmutation of intermediate mass isotopes in growing biological cultures*. Infinite Energy, 2001. **6**(36): p. 64.
176. Anufriev, G.S. and B.S. Boltenev, *Helium isotopes and hydrogen in aluminium and other metals*. Vopr. At. Nauki Tekh. Ser.: Fiz. Radiats. Povr. Radiats. Materialoved., 1991. **56**(2): p. 73 (in Russian).
177. Wang, T., et al. *Study of the Deuterated Titanium Ti_2H_x Samples by Using Nuclear Reaction Analysis (NRA) and Materials Analysis Methods*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
178. Lynch, J.F., J.D. Clewley, and T.B. Flanagan, *The Formation of Voids in Palladium Metal by the Introduction and Removal of Interstitial Hydrogen*. Philos. Mag. Ia, 1973. **28**: p. 1415.
178. Jiang, X.L., et al. *Tip Effect and Nuclear-Active Sites*. in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
180. Huggins, R.Ia. *Fundamental Considerations Relating to the Electrochemical Insertion of Hydrogen and Palladium into Mixed Conductors*. in *8th World Hydrogen Energy Conf*. 1990. Honolulu, HI: Hawaii Natural Energy Institute, 2540 Dole St., Holmes Hall 246, Honolulu, HI 96822.
181. Jamieson, H.C., G.C. Weathrey, and F.D. Manchester, *The b-Ia Phase Transformation in Palladium-Hydrogen Alloys*. J. Less-Common Met., 1976. **56**: p. 85.
182. Bockris, J., D. Hodko, and Z. Minevski. *Fugacity of hydrogen isotopes in metals: degradation, cracking and cold fusion*. in *Symp. Hydrogen Storage Materials, Batteries, Electrochemistry 1991*. 1991.
183. De Ninno, Ia., Ia. La Barbera, and V. Violant, *Deformations induced by high loading ratios in palladium-deuterium compounds*. J. Alloys and Compounds, 1997. **253-254**: p. 181.
184. Storms, y., *A Study of Those Properties of Palladium That Influence Excess Energy Production by the "Pons-Fleischmann" Effect*. Infinite Energy, 1996. **2**(8): p. 50.
185. Lewis, F.Ia., *The Palladium-Hydrogen System*. Platinun Met. Rev., 1982. **26**: p. 121.
186. Flanagan, T.B. and W.Ia. Oates, *The Palladium-Hydrogen System*. Annu. Rev. Mater. Sci., 1991. **21**: p. 269.
187. Oriani, R.Ia. *The Physical and Metallurgical Aspects of Hydrogen in Metals*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.

188. Huggins, R.I. *Materials Aspects of the Electrochemical Insertion of Hydrogen and Deuterium into Mixed Conductors*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
189. Santandrea, R.P. and R.G. Behrens, *la review of the thermodynamics and phase relationships in the palladium-hydrogen, palladium-deuterium and palladium-tritium systems*. High Temperature Materials and Processes, 1986. **7**: p. 149.
190. Gillespie, L.J. and W.R. Downs, *The Palladium-Deuterium Equilibrium*. J. Am. Chem. Soc., 1937. **61**: p. 2494.
191. Anderson, I.S., D.K. Ross, and C.J. Carlile, *The Structure of the β Phase of Palladium Deuteride*. Phys. Lett. A, 1978. **68**: p. 249.
192. Herrero, C. and F.D. Manchester, *Location of the Low Temperature Resistivity Anomaly in Pd-D*. Phys. Lett. A, 1981. **86**: p. 29.
193. Wei, S.H. and I. Zunger, *Instability of diatomic deuterium in fcc palladium*. J. Fusion Energy, 1990. **9**(4): p. 367.
194. Celani, F., et al. *The Effect of β -Phase on H(D)/Pd Overloading*. in *The Seventh International Conference on Cold Fusion*. 1998. Vancouver, Canada: ENECO, Inc., Salt Lake City, UT.
195. Bennington, S.M., et al., *In-situ measurements of deuterium uptake into the palladium electrode using time-of-flight neutron diffractometry*. J. Electroanal. Chem., 1990. **281**: p. 323.
196. Dillon, C.T., B.J. Kennedy, and M.M. Elcombe, *The electrochemically formed palladium-deuterium system. II. In situ neutron diffraction studies*. Aust. J. Chem., 1993. **46**: p. 681.
197. Worsham Jr., J.Y., M.K. Wilkinson, and C.G. Shull, *Neutron-Diffraction Observations on the Palladium-hydrogen and Palladium-deuterium systems*. J. Phys. Chem. Solids, 1957. **3**: p. 303.
198. Burger, J.P., et al., *Electrical Resistivity of Pd-Hx: Residual Resistivity*. Solid State Commun., 1975. **17**: p. 227.
199. Matsuzaki, I., T. Nishina, and I. Uchida, *In situ low incident angle XRD technique with electrochemical methods. Application to deuterium charging into palladium cathode*. Hyomen Gijutsu, 1994. **45**: p. 106.
200. Asami, N., et al. *Material Behavior of Highly Deuterated Palladium*. in *The Ninth International Conference on Cold Fusion*. 2002. Beijing, China: Tsinghua University: unpublished.
201. Fukai, Y. and N. Okuna, *Formation of superabundant vacancies in Pd hydride under high hydrogen pressures*. Phys. Rev. Lett., 1994. **73**: p. 1640.
202. Seniletov, S.I., et al., *Electron-Diffraction Investigation of Tetragonal PdH*. Kristallografiya, 1980. **25**: p. 665.
203. Baranova, R.V., et al., *Crystal Structure of Pd Hydride with Primitive Cubic Lattice*. Sov. Phys. Crystallogr., 1980. **25**: p. 736.
204. Bertalot, L., et al. *Deuterium Charging in Palladium by Electrolysis of Heavy Water: Measurement of Lattice Parameter*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
205. Richards, P.M., *Molecular-Dynamics Investigation of Deuterium Separation in PdD_{1.1}*. Phys. Rev. B: Mater. Phys., 1989. **40**(11): p. 7966.
206. Louis, Y., et al., *Calculation of hydrogen-hydrogen potential energies and fusion rates in palladium hydride (Pd_xH₂) clusters (x=2,4)*. Phys. Rev. B: Mater. Phys., 1990. **42**: p. 4996.
207. Ludecki, C.M., G. Deublein, and R.I. Huggins, *Thermodynamic Characterization of Metal Hydrogen Systems by Assessment of Phase Diagrams and Electrochemical Measurements*. Int. J. Hydrogen Energy, 1987. **12**: p. 81.
208. Picard, C., O.J. Kleppa, and G. Boureau, *Thermodynamic Study of the Palladium-Hydrogen System at 245-352 C and at Pressures Up To 34 atm*. J. Chem. Phys., 1978. **69**: p. 5549.
209. Sakamoto, Y., et al., *Calorimetric enthalpies for palladium-hydrogen (deuterium) systems at H(D) contents up to about [H]/[D]/[Pd] = 0.86*. J. Phys.: Condens. Mater., 1996. **8**: p. 3229.
210. Flanagan, T.B., W. Luo, and J.D. Clewley, *Calorimetric enthalpies of absorption and desorption of protium and deuterium by palladium*. J. Less-Common Met., 1991. **172-174**: p. 42.

211. Godshall, N.I., et al., *Calorimetric and thermodynamic analysis of palladium-deuterium electrochemical cells*. J. Fusion Energy, 1990. **9**: p. 229.
212. Zhang, W.S., Z.F. Zhang, and Z.L. Zhang, *Some problems on the resistance method in the in situ measurement of hydrogen content in palladium electrode*. J. Electroanal. Chem., 2002. **528**: p. 1.
213. Barton, J.C. and F.I. Lewis, *Interface Impedance and the Apparent Electrical Resistance of Palladium Hydrides in Aqueous Solutions*. Trans. Faraday Soc., 1962. **58**: p. 103.
214. Baranowski, B., *High Pressure Research on Palladium-Hydrogen Systems*. Pt. Met. Rev., 1972. **16-17**: p. 10.
215. Lee, M. and R. Glosser, *Resistivity of Thin Films of the Palladium-Hydrogen System as a Function of Film Thickness*. Zeitschrift für Physik. Chemie, 1986. **147**: p. 27.
216. Frazier, G.I. and R. Glosser, *Characterization of Thin Films of the Pd-H System*. J. Less-Common Met., 1980. **74**: p. 89.
217. Storms, E., [How to produce the Pons-Fleischmann effect](#). Fusion Technol., 1996. **29**: p. 261.
218. Cravens, D. [Factors Affecting Success Rate of Heat Generation in CF Cells](#). in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
219. Szpak, S., P.I. Mosier-Boss, and J.J. Smith. [Reliable Procedure for the Initiation of the Fleischmann-Pons Effect](#). in *Second Annual Conference on Cold Fusion, "The Science of Cold Fusion"*. 1991. Como, Italy: Societa Italiana di Fisica, Bologna, Italy.
220. McKubre, M.C.H., et al. *Concerning Reproducibility of Excess Power Production*. in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
221. Hasegawa, N., et al. *Observation of Excess Heat During Electrolysis of 1M LiOD in a Fuel Cell Type Closed Cell*. in *Fourth International Conference on Cold Fusion*. 1993. Lahaina, Maui: Electric Power Research Institute 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304.
222. Minato, J., et al. *Materials/Surface Aspects of Hydrogen/Deuterium Loading into Pd Cathode*. in *5th International Conference on Cold Fusion*. 1995. Monte-Carlo, Monaco: IMRA Europe, Sophia Antipolis Cedex, France.
223. Kozima, H. and K. Arai, *Local coherence, condensation and nuclear reaction of neutrons at crystal boundary of metal hydrides and deuterides*. Int. J. Hydrogen Energy, 2000. **25**(9): p. 845.
224. Fisher, J.C., *Liquid-drop model for extremely neutron rich nuclei*. Fusion Technol., 1998. **34**: p. 66.
225. Oriani, R.A., [Anomalous heavy atomic masses produced by electrolysis](#). Fusion Technol., 1998. **34**: p. 76.
226. Mills, R.L. and W.R. Good, *Fractional quantum energy levels of hydrogen*. Fusion Technol., 1995. **28**: p. 1697.
227. Dufour, J.J., J.H. Foos, and X.J.C. Dufour, *Formation and properties of hydrex and deutex*. Infinite Energy, 1998. **4**(20): p. 53.
228. Liu, F.S., *The phonon mechanism of the cold fusion*. Mod. Phys. Lett. B, 1996. **10**: p. 1129.
229. Violante, V. and I. De Ninno. *Quantum mechanical description of a lattice ion trap*. in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
230. Kucherov, Y. *Slow Nuclear Excitation Model*. in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
231. Hagelstein, P.L. *A Unified Model for Anomalies in Metal Deuterides*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lercini (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
232. Chubb, S.R. and T.I. Chubb. *Theoretical Framework for Anomalous Heat and 4He in Transition Metal Systems*. in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lercini (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
233. Bazhutov, Y.N. *Erzion Discovery in Cosmic Rays and its Possible Great Role in Nature in*

- Framework of Erzion Model of Cold Nuclear Transmutation.* in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
234. Matsunoto, T., *Mechanisms of cold fusion: Comprehensive explanations by the Nattoh model.* Men. Fac. Eng. Hokkaido Univ., 1995. **19**(2): p. 201.
235. McKibben, J.L., *The missed fractionally-charged particles.* 1995.
236. Rafelski, J., et al., *Nuclear reactions catalyzed by la massive negatively charged particle. How Cold Fusion Can Be Catalyzed.* Fusion Technol., 1990. **18**: p. 136.
237. Fisher, J.C., *Polyneutrons as agents for cold nuclear reactions.* Fusion Technol., 1992. **22**: p. 511.
238. Turner, L., *Thoughts Unbottled by Cold Fusion.* Phys. Today, 1989. **Sept.**: p. 140.
239. Feng, S., *Enhancement of cold fusion rate by electron polarization in palladium deuterium solid.* Solid State Commun., 1989. **72**: p. 205.
240. Hora, H., G.H. Miley, and J. Kelly. *Low Energy Nuclear Reactions of Protons in Host Metals.* in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.
241. Hora, H., et al., *Proton-metal reactions in thin films with Boltzmann distribution similar to nuclear astrophysics.* Fusion Technol., 1999. **36**: p. 331.
242. Hora, H., J.C. Kelly, and G.H. Miley, *Energy gain and nuclear transmutation by low-energy p- or d-reaction in metal lattices.* Infinite Energy, 1997. **2**(12): p. 48.
243. Takahashi, la., et al., *Emission of 2.45 MeV and higher energy neutrons from D2O-Pd cell under biased-pulse electrolysis.* J. Nucl. Sci. Technol., 1990. **27**: p. 663.
244. Isobe, Y., et al., *Search for multibody nuclear reactions in metal deuteride induced with ion beam and electrolysis methods.* Jpn. J. Appl. Phys. la, 2002. **41**(part 1): p. 1546.
245. Takahashi, la. *Tetrahedral And Octahedral Resonance Fusion Under Transient Condensation Of Deuterons At Lattice Focal Points.* in *ICCF9, Ninth International Conference on Cold Fusion*. 2002. Beijing, China: Tsinghua University: Unpublished.
246. Jones, J.E., et al., *Faradaic efficiencies less than 100% during electrolysis of water can account for reports of excess heat in 'cold fusion' cells.* J. Phys. Chem., 1995. **99**: p. 6973.
247. Miskelly, G.M., et al., *Analysis of the published calorimetric evidence for electrochemical fusion of deuterium in palladium.* Science, 1989. **246**: p. 793.
248. Fleischmann, M., et al., *Calorimetry of the palladium-deuterium-heavy water system.* J. Electroanal. Chem., 1990. **287**: p. 293.
249. Shanahan, K., [A Possible Calorimetric Error in Heavy Water Electrolysis on Platinun.](#) Thermochem. Acta, 2002. **387**(2): p. 95-101.
250. Nishimiya, N., et al., *Hyperstoichiometric Hydrogen Occlusion by Palladium Nanoparticles Included in NaY Zeolite.* J. Alloys and Compounds, 2001. **319**: p. 312.
251. Arata, Y. and Y.-C. Zhang, *Formation of condensed metallic deuterium lattice and nuclear fusion.* Proc. Japan. Acad., 2002. **78 ser. B**: p. 57.
252. Tanzella, F.L., et al. *Parameters affecting the loading of hydrogen isotopes into palladium cathodes.* in *Sixth International Conference on Cold Fusion, Progress in New Hydrogen Energy*. 1996. Lake Toya, Hokkaido, Japan: New Energy and Industrial Technology Development Organization, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
253. Celani, F., et al. [High Hydrogen Loading into Thin Palladium Wires through Precipitate of Alkaline-Earth Carbonate on the Surface of Cathode: Evidence of New Phases in the Pd-H System and Unexpected Problems Due to Bacteria Contamination in the Heavy-Water.](#) in *8th International Conference on Cold Fusion*. 2000. Lerici (La Spezia), Italy: Italian Physical Society, Bologna, Italy.