

# Fusione Fredda: nuovo paradigma e nuove inquisizioni.

(Una storia anche italiana)

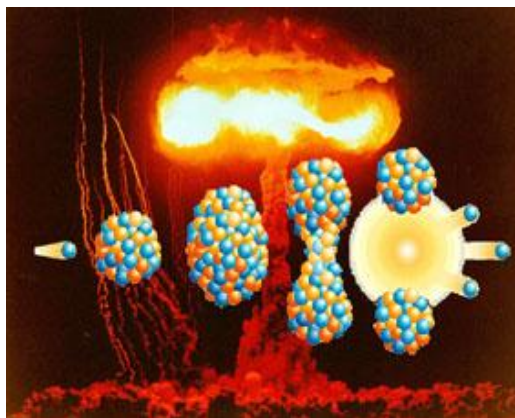
= **Prima parte** =

*di Ennio Vocirzio*

Tutte le sostanze che ci circondano sono costituite da molecole che sono a loro volta costituite da atomi. L'atomo possiede al suo interno un nucleo che si trova localizzato esattamente al centro, quest'ultimo risulta, a sua volta, costituito da particelle più piccole chiamate protoni e neutroni. Il nucleo, edificio alquanto esotico e non ancora bene esplorato, è sede di interessanti fenomeni che in questi ultimi tempi producono contrasti fra fisici ed interrogano l'opinione pubblica sul possibile sfruttamento dell'energia che risiede al suo interno. Cerchiamo di capire meglio quello che oggi è stato scoperto e ben consolidato nella fisica, ma nello stesso tempo anche di far luce su altri aspetti della ricerca. Parleremo quindi di fenomeni che interessano il nucleo dell'atomo e di reazioni che lo coinvolgono, le quali sono ampiamente conosciute dalla stragrande maggioranza degli studiosi.

Per quanto riguarda i processi nucleari, un atomo può subire due tipi di evoluzione ben distinti: una fissione oppure una fusione.

Normalmente, nel primo caso, sono nuclei molto grossi che possono fissionare. Questo processo si traduce in pratica come una vera e propria rottura del nucleo ed una contemporanea fuoriuscita di una certa quantità di energia. Il nucleo dell'atomo di uranio e di quello di plutonio e gli effetti delle due bombe atomiche lanciate rispettivamente a Hiroshima e a Nagasaki, sono un esempio molto conosciuto. Quando il nucleo di un atomo si frantuma normalmente si formano nuclei più piccoli di quello originario.



**Fig.1- Fissione del nucleo di Uranio**

Nel secondo caso, e cioè nel processo di fusione, abbiamo normalmente una reazione tra nuclei molto più piccoli, i quali, unendosi fra loro, originano a loro volta nuclei con dimensioni più elevate. Questa reazione chiamata fusione, appunto, comporta, identicamente al caso precedente, una fuoriuscita di una certa quantità di energia. Le

bombe termonucleari o lo stesso funzionamento della nostra stella “il Sole”, sono un valido esempio.

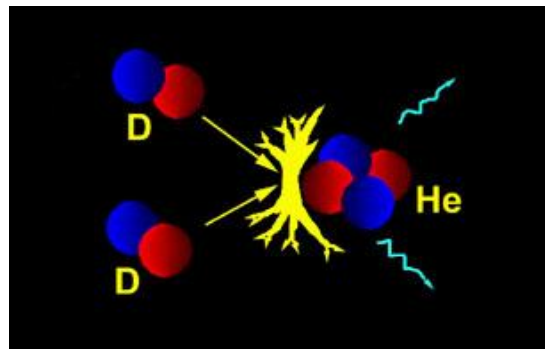


Fig.2 – Esempio di fusione del Deuterio

Se il lettore mi lascia passare un esempio molto banale, potremo considerare il nucleo di un atomo come una famiglia costituita da più individui, madre, padre e un certo numero di figli. La fissione è in pratica una separazione del nucleo familiare, mentre il matrimonio può essere considerato appunto una fusione. Non a caso il matrimonio avviene normalmente fra nuclei piccoli (individui giovani) e la separazione invece fra nuclei grandi (famiglie già consolidate). Quest'ultimo passaggio è più che altro una battuta, ma, può servire per comprendere meglio a un non esperto la differenza fra fusione e fissione.

Nel caso della fissione, cioè quella che si genera per la rottura del nucleo, essa può essere provocata dall'uso di neutroni impiegati opportunamente. In pratica questo processo è relativamente semplice. Basta avere una massa opportuna di materiale fissionabile, come uranio o plutonio, per avere spontaneamente la fissione grazie alle reazioni spontanee prodotte dalla radioattività.

Il lettore consideri che il mio ragionamento molto semplificato non vuole assolutamente far intendere che la fissione sia un processo così semplice da ottenere. Anche un orologio da polso non funzionerebbe, per quanto banale è il suo principio di funzionamento, se non vengono studiati degli accorgimenti tecnologici opportuni. Il funzionamento di una bomba Atomica o quello di un reattore nucleare, per quanto basati su principi naturali molto semplici, richiedono una tecnologia di impiego molto raffinata. Il mio obiettivo è convincere il lettore che per innescare un processo di fissione nucleare occorre in effetti, molta poca energia. Se per assurda ipotesi supponessimo di disporre di un certo quantitativo di polvere di uranio (isotopo 235) divisa in due quantità, diciamo di 30 kg ciascuna e le unissimo in un unico contenitore, otterremmo certamente una reazione di fissione spontanea ed esplosiva.

Tornando al caso della fusione invece, per promuovere il processo che abbiamo descritto precedentemente, e cioè la formazione di nuclei più pesanti utilizzando nuclei più piccoli, occorre somministrare una certa quantità di energia. Questo è in pratica uno dei primi punti che differenzia in modo sostanziale il processo di fusione da quello di fissione. Normalmente per avere una reazione di fusione da due nuclei leggeri, per esempio due nuclei di idrogeno, occorre un sistema che produca una temperatura di

diversi milioni di gradi Celsius. Il termine che più si adatta a descrivere questo processo o molto più precisamente l'ambiente che risulta necessario creare per ottenerlo, risulta calzante con l'aggettivo "Caldo". Quello che stiamo cercando di far capire all'attento lettore è che mentre la fissione può avvenire, in un certo senso, anche spontaneamente, la fusione avviene solo se innescata da una notevole quantità di energia. L'energia che dobbiamo spendere per avvicinare e quindi far fondere due nuclei leggeri, deve essere sufficiente per vincere la repulsione elettrica coulombiana normalmente presente fra nuclei che come sappiamo hanno ciascuno una carica elettrica positiva. Infatti, le bombe termonucleari hanno al loro interno un involucro contenente degli isotopi di idrogeno e di litio, e in prossimità, oppure all'interno di questo involucro, è presente un settore che contiene una bomba atomica a fissione. Non appena quest'ultima esplose, vengono raggiunte nell'involucro contenente il deuterio (isotopo dell'idrogeno) e il litio, le temperature indispensabili per la fusione di questi due nuclei molto leggeri. Normalmente la massa interna della bomba può raggiungere 10 o 15 milioni di gradi, i quali sono sufficienti per permettere la reazione nucleare di fusione.

Per essere più chiari, ricordiamo al lettore interessato che l'idrogeno ha due tipi di isotopi. Uno di essi è il deuterio e l'altro è il trizio. Ricordiamo anche che l'acqua normale ha una concentrazione di deuterio di circa 0,015%. L'acqua pesante è invece il risultato di una concentrazione di deuterio di circa il 100%. L'acqua pesante è costituita da molecole d'acqua il cui idrogeno è sostituito interamente dal deuterio, suo isotopo di massa più elevata.

Ciò che abbiamo detto fino ad ora è cosa acquisita, e rappresenta ancora oggi, il paradigma riconosciuto ufficialmente dalla scienza contemporanea.

### *Ma qualcosa accadde ....*

Il 14 marzo del 1989, due scienziati, il professor Martin Fleischmann e Stanley Pons, dichiararono di aver ottenuto fusione nucleare, tramite nuclei di deuterio, all'interno di una cella elettrolitica contenente acqua pesante e utilizzando l'elemento palladio come elettrodo catodico. I fisici spiegavano questa reazione nucleare ipotizzando che il reticolo cristallino del palladio produceva un particolare tipo di fenomeno catalitico che si generava quando la densità di deuterio al suo interno superava una soglia caratteristica. In ogni caso, per l'esotico fenomeno, fu subito coniato un termine che racchiuse tutte queste reazioni nella categoria di reazioni nucleari dette di "fusione fredda".



**Fig.3 - Stanley Pons (a sinistra) e Martin Fleischmann (a destra)**  
**Congressional hearing about their cold fusion research (1989)**  
*(Photograph by Cliff Owen. © Bettmann/Corbis. Reproduced by permission.)*

Sarebbe piuttosto superfluo ricordare al lettore le ragioni che sono state alla base della denominazione di questo fenomeno. L'epiteto di "Fusione Fredda" fu adoperato proprio per le ragioni che caratterizzavano la differenza dei valori energetici che stavano alla base dell'ambiente di reazione. La temperatura della cella di Fleischmann e Pons non supera nel migliore dei casi i 100 gradi celsius e quindi, se queste reazioni avvengono realmente, esse debbano essere considerate prodotte in ambiente piuttosto "freddo" rispetto ai casi conosciuti che avvengono a temperature di svariati milioni di gradi celsius. Sotto l'epiteto inadeguato (come sostenuto da alcuni) di "Fusione Fredda" restò confinato questo fenomeno a tratti sconcertanti.

Ma il problema che si generò, già dai primi anni successivi a quelli della scoperta, fu un evidente e costante scetticismo scientifico internazionale.

La fusione fredda e tutti i suoi più convinti sostenitori furono bollati dal marchio di incompetenti visionari.

Non è questa la sede per enumerare i complotti e i boicottaggi che si sono diffusi duramente nel 1989 contro i ricercatori della fusione fredda. Il lettore, nel caso, faccia riferimento all'articolo dell'"Infinite Energy Magazine" riportato in bibliografia.

Ancora oggi numerose riviste come l'americana "Science", la francese "European Journal of Physics" oppure "Nature", rifiutano in un certo senso la pubblicazione di articoli su questo scottante argomento. Sappiamo per certo che i referees che hanno analizzato gli articoli si sono comportati in modo veramente scorretto. Verso la fine del 1999, uno di questi dell' European Journal of Physics leggendo l'articolo del compianto Giuliano Preparata e di Emilio Del Giudice (due importanti pionieri di questa branca della fisica) aveva replicato ritenendo impossibile che in acqua potessero esserci temperature di 1500 gradi (di fatto temperature di questo tipo sono state raggiunte poiché in alcuni esperimenti il palladio si fonde letteralmente). Probabilmente non conosceva i vulcani sottomarini e le saldature effettuate in immersione. Altri referees addirittura trovavano curioso come si potesse misurare la resistenza elettrica di un conduttore ai cui capi vi fosse una differenza di potenziale. Sono certo che il lettore esperto, anche se non di parte, sta ridacchiando per queste eccessive manifestazioni di stupidità.

È veramente molto difficile spiegare in quest'articolo, tutte le ragioni per le quali sarebbe naturale, in un certo senso, questo tipo di reazione da parte della comunità scientifica internazionale. La fusione fredda e le reazioni nucleari che sarebbero originate non potrebbero assolutamente essere spiegate dalla teoria della Meccanica Quantistica, la quale potrebbe essere considerata come un'approssimazione semiclassica della Teoria Quantistica dei Campi.

Per spiegare le ragioni per le quali ioni di deuterio si fondono insieme in un reticolo cristallino di palladio occorre servirsi di un modello teorico diversamente concepito.

Ebbene, non c'è ad oggi una teoria convincente che spieghi questi curiosi comportamenti della materia a parte la convinzione (non solo dell'autore) che qualcosa di inspiegabile accade veramente.

Ioni di deuterio riescono effettivamente a fondere nel palladio a temperature relativamente basse così come sembra dimostrato dal "Rapporto 41" pubblicato da un gruppo di fisici italiani nel 2002. Antonella De Ninno, Antonio Frattolillo e Antonietta Rizzo dimostrano senz'ombra di dubbio che dal loro calorimetro si produce elio 4, un elemento la cui evidenza viene dimostrata dallo spettrografo di massa presente nei laboratori di Frascati. Anche Vittorio Violante (altro fisico di Frascati) annuncia la stessa incontrovertibile evidenza con esperienze sufficientemente simili al gruppo precedente. Se viene misurato elio, che come sappiamo è un elemento il cui nucleo è composto da due deuteri, è evidente che il deuterio ha raggiunto le condizioni di fusione e queste condizioni sono state raggiunte nel reticolo cristallino del metallo catodico usato nell'esperimento di Frascati, cioè il palladio.

Verso la fine di aprile '89, all'ENEA F. Scaramuzzi e la sua equipe danno un'elegante conferma. Insufflando Deuterio gassoso in trucioli di Titanio con metodi puramente meccanici termodinamici, utilizzando alte pressioni (fino a 10 atm) e bassissime temperature (-200 gradi rispetto all'ambiente), vengono rilevate anomalie energetiche. Segno che anche nel titanio possono avvenire reazioni di fusione fra deuteri.

Anche Francesco Celani dell'INFN di Frascati lavora sulla linea di ricerca della Fusione fredda. In particolare egli ripete l'esperimento di Yoshiaki Arata del 1955 che mostra anomalie a carico del deuterio in un catodo cavo di palladio. Altre anomale reazioni, studiate da Iwamura con la collaborazione attiva di Celani, mostrano che su catodi realizzati da Sandwich di palladio e ossido di calcio avvengono curiose trasmutazioni.

***Cosa sta succedendo? Perché la materia ha questo strano comportamento? oppure, forse non è così tanto strano.***

Già, Giuliano Preparata ed Emilio del Giudice, con la teoria dei domini di coerenza, avevano fatto notare come poteva essere ulteriormente ampliato il concetto delle

interazioni fra gruppi di atomi o particelle. Può questa teoria spiegare le esotiche reazioni che si producono nella materia, che oggi vengono definite con l'acronimo LENR (*Low Energy Nuclear Reaction*)? Che cosa è allora la teoria dei domini di Coerenza?

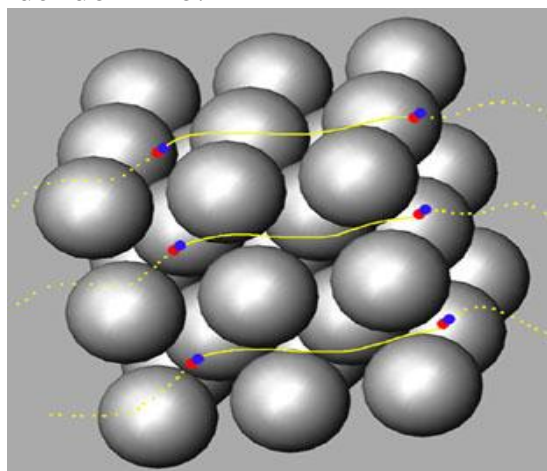
Vediamo quindi in termini generali e assolutamente semplificati in cosa consiste la teoria dei domini di coerenza. Diciamo subito che in natura esistono numerosi casi di coerenza che possono instaurarsi sia fra entità macroscopiche che microscopiche e possono riguardare aspetti animati o inanimati della natura. Un esempio che spesso ci lascia a bocca aperta sono gli stormi di uccelli migratori. Questi meravigliosi volatili in gruppi di diverse centinaia solcano i nostri cieli mantenendosi rigorosamente in equilibrio, come se l'intera massa di piumati ubbidisse ad un ordine esterno. In realtà, come sappiamo ogni uccello segue sincronicamente i movimenti e le manovre effettuate dal suo vicino e questo comportamento del singolo realizza appunto la coerenza del gruppo. Anche le api possono dare forma a sciame ordinati e coerenti, per non parlare delle formiche che spesso sorprendono per la loro capacità di unirsi in gruppi numerosi e realizzare un ponte vivente su un rigagnolo d'acqua oppure realizzare altre combinazioni efficaci di tipo coerente che forniscono un indubbio vantaggio alla loro società. Altri esempi di coerenza li troviamo, se proviamo a ricordare il comportamento in battaglia dei plotoni dei legionari romani impiegati durante le tante guerre del vecchio Impero, oppure basta osservare una squadriglia di acrobazia aerea moderna. In tutti questi casi osserviamo unità indipendenti che si muovono secondo un certo ordine ed una certa sincronicità all'interno di una massa enorme di elementi. Questi casi sono semplici esempi macroscopici di comportamenti coerenti, ma averli trattati ci ha aperto la strada per poter esaminare meglio anche altri comportamenti della materia inanimata.

L'acqua! ... Provate ad osservare il mare da una spiaggia o da una scogliera, vi accorgete che il moto ondoso per il quale risulta perturbata la superficie è dotato di un movimento dolce e sincronico. Ebbene, pensate ai miliardi di molecole legate fra loro da forze attrattive tipiche dello stato liquido che all'unisono si spostano, sobbalzano e ondeggiando rigorosamente in ordine. Anche questo caso è un esempio di comportamento coerente. Se ci mettiamo un attimino a riflettere senza neanche fare molto sforzo, potremo facilmente concepire lo stato condensato della materia come una particolare condizione di coerenza. Sto parlando rivolgendo l'attenzione del lettore direttamente al concetto di materia solida. Ma esempi più affascinanti della coerenza li possiamo trovare analizzando il comportamento di alcuni fenomeni come il funzionamento del Laser. Questo dispositivo, che come sappiamo può essere costruito in vari e molteplici modi, risulta in pratica un sistema molto efficace per eccitare gli atomi di un mezzo attivo in modo tale che questi ultimi producano un flusso di fotoni (particelle della luce) che si muovono con straordinaria coerenza di fase. Questo pennello luminoso, grazie alla sua peculiarità, è in grado di trasportare notevoli quantità di energia ed è anche capace di generare tutta una serie di fenomeni che oggi permettono a questi dispositivi di essere impiegati in vari settori come la ricerca,

l'industria, la comunicazione e soprattutto in campo militare. Un altro affascinante fenomeno è la superconduzione, che come sappiamo riguarda alcune leghe metalliche o particolari ceramiche che presentano per certi valori della temperatura condizioni di conducibilità straordinariamente elevate in modo da farli assumere resistenza ohmica pari a zero. Una delle teorie per spiegare questo fenomeno, chiamata teoria BCS, allude ad una particolare condizione di coerenza che si instaura fra gli elettroni che fluiscono all'interno di questi materiali. Gli esempi non sono finiti e invito il lettore ad approfondire la super-fluidità, la condensazione di Bose-Einstein e tanti altri processi in cui un enorme numero di particelle è guidato da un'unica funzione d'onda, il cui ruolo è quello di correlare e favorire comportamenti cooperativi.

Non estendiamo ulteriormente il campo degli esempi che come abbiamo detto è molto più vasto di quello che abbiamo appena elencato, e considerando che questi esempi ci hanno permesso di concepire nella nostra mente il significato generale di coerenza. A questo punto, cerchiamo di snocciolare il problema cardine relativo alla teoria dei domini di coerenza, che riguarda in primis la materia condensata e nel nostro specifico caso le curiose reazioni del deuterio nel reticolo metallico del palladio.

In particolare, nel reticolo di palladio, si forma quella che in teoria quantistica si definisce una correlazione non-locale di tipo long-range, la quale è di parecchi ordini di grandezza più elevata delle dimensioni di una tipica cella del reticolo cristallino del palladio. In pratica è come se più deuteroni (nuclei di deuterio), anche posti a distanza maggiore dei limiti di larghezza o lunghezza di una cella del reticolo cristallino, siano correlati fra di loro. I deuteroni si influenzano reciprocamente come se fossero connessi da un mezzo elastico, più o meno identicamente al comportamento degli elettroni delle coppie di Cooper (vedi teoria BCS della superconduzione). Paragonati all'esempio degli uccelli di uno stormo, i deuteroni sobbalzano e ondeggiando all'interno delle buche di potenziale che si trovano nel cristallo di palladio e i loro movimenti sono in correlazione di fase. Dal punto di vista energetico il dominio di coerenza diventa vantaggioso, nello stesso senso in cui lo è un livello energetico per un elettrone in un atomo. Esso rappresenta un canale dove vengono favorite peculiari iterazioni fra gli elementi del dominio.



**Fig.4 – Dominio di coerenza fra deuteroni nel reticolo di Palladio.**

In fisica quantistica si parla molto spesso di effetto tunneling. A questo fenomeno si attribuisce la capacità di generare particolari trasposizioni di carica elettrica o di eventi

energetici che la fisica classica considererebbe assolutamente improbabili. Ebbene, all'interno del dominio la probabilità di tunneling risulta molto elevata, una sorta di "zona franca" per le reazioni di fusione che potrebbero avvenire fra i deuteroni. È possibile supporre che in queste condizioni risulta favorito un canale di reazione che ha invece scarsa probabilità di verificarsi nel vuoto. Questo evento sarebbe la famosa reazione supposta dai fusionisti freddi, che prevede la formazione di elio 4 e raggi gamma da due nuclei di deuterio. Reazione che quindi avverrebbe senza la produzione di neutroni. Guarda caso, dall'esperimento di Frascati del 2002 viene misurato proprio elio 4 e risultano assenti i neutroni. Questa reazione potrebbe proprio essere quella che si produce nel cristallo di palladio e che genera le anomalie di calore misurate anni prima da Martin Fleischmann e Stanley Pons. Attualmente questa quantità di energia termica, prodotta dalle reazioni di fusione che avvengono nel reticolo cristallino di un catodo di palladio, si è molto ridimensionata rispetto alle stime effettuate precedentemente.

L'esperimento di Takahashi del 1992 che si avvale di una cella contenente circa 0.7 litri di acqua pesante, che per certi versi è molto simile a quella usata da Martin Fleischmann nel 1989, produce circa 110 watt, un'energia sicuramente non elevata, ma non trascurabile.

Restando nel tema dei domini di coerenza voglio ricordare al lettore che in bibliografia ho citato anche un lavoro estremamente interessante del professor Vittorio Elia, Docente dell'Università Federico II di Napoli.

Ebbene, sembrerebbe che quello che sto per raccontarvi non abbia molta attinenza con l'argomento della Fusione Fredda ma, poiché la teoria dei domini di coerenza trova molta applicazione negli strani fenomeni che avvengono nell'acqua e inoltre come abbiamo già affermato la teoria potrebbe fornirci una qualche spiegazione teorica sulla fusione dei deuteroni nel palladio, sarebbe un peccato non acquisire le novità che sto per raccontarvi.

Il professor Elia, che da circa 40 anni si occupa di calorimetria, ha scoperto che l'acqua distillata che subisce un procedimento di scuotimenti meccanici (succussioni), simile ai trattamenti adoperati per preparare le acque omeopatiche (Sì! Mi avete capito bene...), presenta curiose e documentabili anomalie nell'ambito del calore di mescolamento, nella ph-metria e nella conducibilità. Diciamo subito che queste scoperte possono stravolgere da un momento all'altro il modello che noi conosciamo dell'acqua e delle sue aggregazione molecolari, e potrebbero riscattare studi precedenti come quello del compianto professor Jacques Benveniste che la scienza inquisitoria ha già procacciato come eretico. *Mi lasci il lettore passare questa dura affermazione.* La teoria dei domini di coerenza, studiata ed approfondita da Giuliano Preparata ed Emilio Del Giudice, prevede abbastanza bene questi strani comportamenti scoperti dal professor Elia sull'acqua e proprio nell'acqua, come sta venendo fuori da quello che stiamo raccontando, avvengono le esotiche reazioni nucleari della fusione fredda.



Per concludere questo paragrafo sulla coerenza vorrei riportare all'attenzione del lettore un bellissimo periodo che ho trovato nel libro di M. Fleischmann e E. Del Giudice "La genesi del concetto della fusione fredda" che dice testualmente: *La coerenza è quindi il modo in cui può cooperare un enorme numero di componenti elementari. Seguendo questo percorso diventa possibile comprendere la mobilitazione di energie sempre più grandi verso scopi ben definiti. Si tenga presente che l'accordo di fase di alcuni milioni ragazzini può consentire loro di sopraffare Rambo. Questo è l'arcano della fusione fredda e questa è anche la ragione del perchè la fusione fredda sia un tale incubo per gli ammiratori di Rambo.*

**= Fine prima parte =**