

## FUSIONE FREDDA

Sulla cosiddetta “fusione fredda” spesso si parla superficialmente sui giornali, per indicare reazioni nucleari a bassa energia o chimicamente assistite. Qui di seguito i chiarimenti da parte degli esperti ENEA

## Effetto Fleischmann e Pons: il punto della situazione

■ Vittorio Violante, Emanuele Castagna, Stefano Lecci, Mirko Sansovini, Francesca Sarto

*Gli studi di scienza dei materiali sui sistemi metallo-idrogeno, condotti in buona parte, presso il centro ENEA di Frascati, hanno consentito di raggiungere un significativo livello di “riproducibilità trasferita” dell’Effetto Fleischmann e Pons (generazione di eccesso di potenza in palladio deuterato). Con catodi di palladio prodotti in ENEA e con catodi realizzati in maniera tale da presentare comunque caratteristiche all’incirca identiche a quelle del materiale ENEA altri prestigiosi istituti hanno osservato produzione di potenza in eccesso con palladio deuterato mediante procedimento elettrochimico. È stato inoltre possibile verificare che i lotti di materiale in grado di produrre eccesso di potenza presso uno degli istituti coinvolti nel programma di ricerca fornivano risultati simili, e con segnali confrontabili, anche presso gli altri istituti. I risultati raggiunti eliminano i dubbi circa l’esistenza del fenomeno e aprono interessanti prospettive per la sua definizione.*

Sono trascorsi molti anni, più di venti, dall’annuncio da parte dei due elettrochimici dell’Università dell’Utah, Martin Fleischmann e Stanley Pons, riguardante la produzione di eccesso di potenza mediante proce-

dimento elettrochimico, con il sistema palladio-deuterio. Inizialmente il fenomeno fu considerato un processo di fusione nucleare a bassa energia tra nuclei di deuterio, nel reticolo del palladio, senza emissione di radiazioni (fusione fredda). Nel seguito, il campo di ricerca è stato rinominato “studio dei fenomeni nucleari a bassa energia nella materia condensata” ed il fenomeno della produzione di eccesso di potenza nel sistema palladio deuterio è stato definito Effetto Fleischmann e Pons (EFP).

Il lavoro di studio e di ricerca condotto fino ad ora in questo settore, ha consentito da un lato di identificare le linee di attività che hanno prodotto i risultati più consistenti e più interessanti dal punto di vista scientifico, dall’altro di scartare quelle linee di ricerca che hanno fornito risultati non affidabili dal punto di vista statistico e/o non validati da attendibili processi di revisione scientifica da parte di accreditati istituti di ricerca internazionali. Gli studi, sia teorici che sperimentali, condotti nel campo della scienza dei materiali hanno consentito di accrescere il controllo sul fenomeno e di creare le premesse per una sua completa comprensione.

Su questo specifico tema cresce l’attenzione a livello di Istituzioni: finanziamenti specifici sono stati stanziati in Italia dal Ministero per lo Sviluppo Economico (2006-2007). Anche negli Stati Uniti d’America vengono svolte attività di ricerca con fondi di Agenzie governative e con ampio spazio dedicato alla scienza

■ Vittorio Violante, Emanuele Castagna,  
Stefano Lecci, Mirko Sansovini, Francesca Sarto

ENEA, Unità Tecnica Fusione

dei materiali. Gli incoraggianti risultati fino ad ora ottenuti in questo ambito creano una premessa solida affinché il percorso intrapreso secondo questo indirizzo di ricerca continui nel futuro, in un contesto costituito dai più prestigiosi Istituti di ricerca del mondo, con tutto il necessario supporto. È uno scenario nuovo, ben diverso da quello iniziale.

Tutto inizia con gran clamore nel 1989 quando, in seguito ad alcuni esperimenti dei chimici Stanley Pons e Martin Fleischmann, l'EFP fu prospettato come una fonte di energia semplice, economica, abbondante e sostenibile.

Purtroppo la maggior parte di coloro che provarono a replicare l'esperimento non vi riuscì ed in breve tempo si concluse che era stato preso un grossolano abbaglio, singolare esempio di una scienza spettacolo senza fondamento.

La materia fu messa sotto osservazione, anche da parte del Department of Energy (DOE) degli Stati Uniti, attraverso esperimenti di verifica; tuttavia, alcuni laboratori di vari paesi che provarono a ripetere l'esperimento, come detto poc'anzi, non riuscirono a replicare quello che i due chimici dichiaravano di aver ottenuto. Poiché la riproducibilità è un fattore essenziale per la definizione di un fenomeno scientifico, l'EFP fu in qualche modo considerato "cattiva scienza", venendo di fatto abbandonato dalla maggior parte di ricercatori e laboratori. Pochissimi continuarono ad effettuare ricerche, consapevoli di mettere a rischio la propria reputazione scientifica.

L'Istituto californiano SRI International e la IMRA Japan osservarono che si trattava di un fenomeno "a soglia", vale a dire che l'eccesso di potenza si innesca solo se si raggiunge un livello di concentrazione di deuterio (ovvero di quantità di atomi di deuterio) all'interno del reticolo di palladio non inferiore ad un certo valore (circa 0.9 in frazione atomica).

Partendo da questa osservazione, buona parte dell'attività scientifica svolta in ENEA è stata rivolta a cercare di comprendere come mai, a parità di condizioni di lavoro, un materiale come il palladio, apparentemente sempre uguale, talvolta assorbe più idrogeno e a volte ne assorbe di meno. Questo studio è durato diversi anni e alla fine, identificati alcuni aspetti termodinamici e di cinetica diffusionale, l'ENEA ha brevettato

una tipologia di questo metallo, in grado di garantire un elevato assorbimento di deuterio e un processo per realizzarlo. Tale materiale consente di raggiungere in modo affidabile la soglia di concentrazione necessaria all'innescarsi del fenomeno.

In questo modo, in ENEA, si è riusciti a creare, in sistemi elettrolitici del tipo deuterio-palladio, una affidabile riproducibilità per quanto concerne il raggiungimento della soglia critica di caricamento. Il materiale prodotto in ENEA è stato fornito anche ad altri gruppi ricerca, in modo da mettere altri laboratori in condizioni tali da poter osservare il fenomeno di eccesso di potenza con una maggiore probabilità di successo. Certo, non è ancora una vera e propria riproducibilità controllata: ad esempio si lavora ancora sul controllo dello start-up del fenomeno, che a tutt'oggi non si è in grado di far partire a comando. Sono stati però creati i presupposti affinché, entro un determinato tempo, il fenomeno si manifesti con una certa probabilità. Si tratta insomma di un'importante situazione di miglioramento e "trasferimento" della riproducibilità, totalmente assente all'inizio della ricerca nel 1989.

A cambiare le carte in tavola è stato l'evento scientifico dell'agosto 2003, la Conferenza internazionale sulla *Condensed Matter Nuclear Science* tenutasi a Boston. Durante il convegno alcuni Istituti, tra cui l'ENEA, presentarono risultati positivi ottenuti proprio con il materiale messo a punto presso il Centro ENEA di Frascati. Questa evidente condizione di "riproducibilità trasferita" indusse alcuni accademici americani a sottoporre nuovamente la questione al DOE, affinché svolgesse nuove verifiche. Di fatto fu effettuata un'ampia analisi dei dati disponibili in letteratura, in seguito alla quale fu proposto un confronto dal vivo con alcuni esperti. Confronto che si è tenuto nell'agosto 2004 a Washington, dove 5 scienziati americani e uno degli autori (Vittorio Violante) presentarono ad una commissione di qualificati *referee* le ricerche effettuate e i risultati ottenuti. Dopo alcuni mesi di valutazione, il DOE emise il verdetto: circa la metà dei *referee* riteneva che il fenomeno era da considerarsi un effetto reale, non frutto di fantasia o di cattive misure, e che la materia meritava di essere studiata ne più ne

meno come altre materie scientifiche. Inoltre nel documento conclusivo del DOE si sostiene che uno dei campi nei quali occorre concentrare gli studi è proprio la scienza dei materiali.

In sostanza si prese atto del fatto che la situazione era diversa da quella iniziale del 1989 e che il lavoro fatto dai vari laboratori di ricerca impegnati nel campo, come quello dell'ENEA, aveva cambiato i termini della questione.

L'ENEA, grazie al lavoro svolto nel campo della scienza dei materiali, ha avuto un ruolo fondamentale in quanto non solo ha ottenuto risultati ragionevolmente riproducibili e con segnali inoppugnabili, ma ha contribuito utilmente affinché anche altri Istituti ottenessero risultati simili.

Sulla base della scienza nota e in base alle misurazioni calorimetriche è difficile spiegare i fenomeni osservati come effetti chimici. Una misura calorimetrica consiste nel bilancio tra la potenza che viene immessa dall'esterno nel sistema e quella che il sistema emette. Quando negli esperimenti si manifesta l'eccesso di potenza (potenza in uscita maggiore di quella in ingresso), il guadagno di energia che ne deriva è tale che se fosse redistribuito su tutte le particelle presenti nel sistema dell'elettrodo (atomi di metallo più atomi di deuterio) darebbe luogo ad una quantità di energia per atomo da 10 a 100 volte maggiore della massima energia associabile ad un legame chimico. Se si accetta l'idea che la natura del fenomeno è chimica dovremmo sostenere che negli elettrodi hanno luogo reazioni ottenute con elementi che hanno legami chimici da decine o centinaia di elettronvolt al momento non noti; si tratta quindi di fenomeni di altra natura che, sulla base delle nostre conoscenze, possono solo essere di natura nucleare. Occorre inoltre sottolineare che, con riferimento al palladio, gli eccessi di potenza si ottengono solo con il deuterio e non con l'idrogeno; altro indizio, questo, che identifica il fenomeno di natura nucleare associabile ad un processo di fusione che, nella materia condensata, procede con modalità diverse rispetto a quanto avviene nei plasmi.

Nel documento finale del DOE viene esplicitamente detto che un altro settore in cui è opportuno concentrare l'attività di ricerca è proprio quello della ricerca

delle ceneri nucleari. Si pensa così che il processo possa essere riconducibile ad una fusione tra nuclei di deuterio con produzione di calore ed elio, senza emissione di radiazioni.

Dopo l'incontro con il DOE, negli USA, ha avuto inizio un processo di revisione articolato in due fasi. La prima, conclusasi con successo, si basava sulla replica della produzione di eccesso di potenza, con eccessi non inferiori al 100% utilizzando elettrodi prodotti in ENEA. Il Laboratorio americano che è stato incaricato di effettuare la prima fase di revisione è stato l'istituto californiano SRI. La seconda fase, in via di completamento, è stata articolata coinvolgendo anche altre prestigiose Istituzioni scientifiche statunitensi e l'ENEA.

Un progetto, anch'esso, rivolto a verificare l'esistenza del fenomeno mediante l'ottenimento di risultati con un elevato rapporto segnale/rumore e non ascrivibili ad incertezze di misura fu svolto, dall'ENEA, con il supporto del Ministero della Sviluppo Economico, contemporaneamente alla prima fase del programma USA.

Il Progetto, denominato "Generazione di Eccesso di Potenza in Metalli Deuterati" si concluse nel biennio 2006-2007 con il conseguimento di tutti gli obiettivi previsti e con il raggiungimento di una produzione di potenza in eccesso fino al 500%.

Il laboratorio ENEA che svolge studi sul tema, presso il centro di Frascati, è considerato, in questo campo, un centro di eccellenza a livello internazionale.

Nel 2009 l'ENEA organizzò la quindicesima edizione dell'*International Conference on Condensed Matter Nuclear Science*.

Occorre sottolineare che, allo stato, si tratta comunque di ricerca fondamentale e non c'è davvero la possibilità di esprimersi né su ipotetiche applicazioni né sulla possibilità di studi di natura tecnologica senza aver prima definito la fisica del sistema. Non sappiamo ancora se potranno esserci applicazioni di qualche genere, ma è già una cosa molto importante avere la certezza dell'esistenza di un fenomeno e poter dire che si lavora per definirlo.