

# Fusione fredda Favola o realtà?

Iper testo con **link di approfondimenti** riguardante la fusione nucleare fredda, scritto per tutti gli interessati a conoscere cosa e quanto sappiamo di questo argomento **oggi**

by Elisa Bidoglio e Sofia Ferretto

## Introduzione all'argomento: cos'è la **FUSIONE NUCLEARE**?

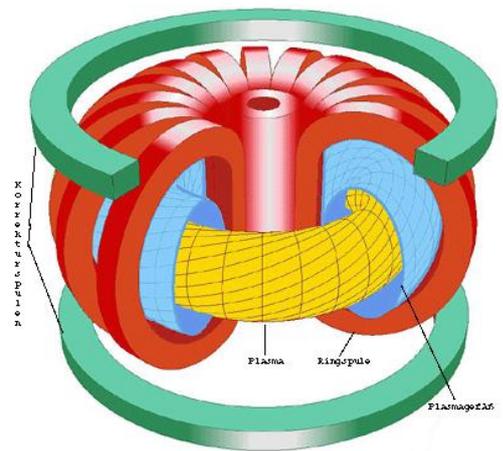
Tra le forme di energia sfruttabili dall'uomo vi è anche **l'energia nucleare**, che si ottiene dalla divisione (fissione) o unione (fusione) dei nuclei di particolari elementi. La fusione nucleare avviene spontaneamente nelle stelle e, da qualche decennio a questa parte, gli scienziati hanno variamente tentato di riprodurla anche sulla Terra.

Essa consiste nell'unione (appunto *fusione = fondere, unire*) di nuclei leggeri per formare nuclei più pesanti. Se pressano l'uno contro l'altro due nuclei leggeri (come deuterio e trizio, isotopi dell'idrogeno) essi si saldano e formano un solo nucleo (il

nucleo dell'elio), rilasciano un neutrone, ma non solo: la rottura del legame nucleare che ha permesso il rilascio del neutrone ha provocato l'emissione di energia. Questo metodo per la produzione di energia nucleare ha molti vantaggi da diversi punti di vista: il deuterio e il trizio, le materie prime per il processo di fusione, sono disponibili in natura in grande quantità (le risorse sono praticamente illimitate) e a basso costo (il deuterio si ricava dall'acqua del mare; il trizio si ricava dal litio) e, a differenza della scissione nucleare, la fusione nucleare non provoca danni ambientali: non rilascia nessun tipo di scorie radioattive.

### Si può fare oppure no?

Si pensa che nel 2050 (circa) la fusione nucleare potrà essere utilizzata dall'umanità come fonte di sostentamento energetico. Sì, perché "in teoria" è un progetto attuabile, "in pratica" ... non ancora. Il problema sta nel fatto che per fondere dei nuclei di atomi leggeri servono temperature superiori al milione di gradi, e nessun elemento solido esistente può sopportare quella temperatura. Questo limite è stato superato (in forma teorica, si intende) dagli studiosi creando una macchina (il *Tokamak*) che utilizza un potente campo magnetico in grado di separare gli atomi (il plasma, al cui interno si faranno muovere gli elettroni) dalle pareti 'solide' e creare delle pareti 'immateriali'. Così la reazione, chiamata "a confinamento magnetico", avviene senza essere contenuta da un materiale solido.



*“Vorrei che la fusione nucleare diventasse una realtà. Sarebbe una fonte inesauribile di energia, senza inquinamento e riscaldamento globale”*

*Stephen Hawking, 2010*



# Fusione fredda

Data l'ardua sfida rappresentata dalle condizioni necessarie al verificarsi della fusione nucleare "a caldo", si ipotizza di poter eseguire in futuro la fusione "a freddo", ossia a **condizioni standard** (temperatura ambiente e pressione atmosferica: senza plasma).

## Idee rivoluzionarie per la fusione

Quale sfida più intrigante e motivante può esistere per gli scienziati se non “No, non si può fare”? Ecco alcune idee innovative per poter realizzare sulla Terra la fusione nucleare con un minore dispendio di costi ed energie.

- ▶ Fusione catalizzata da muoni (ex fusione fredda)
- ▶ Fusione fredda

## La fusione catalizzata da muoni

A differenza della fusione confinata magneticamente, richiedente complessi apparati e condizioni estreme, negli anni '50 Andrei Sakharov partorì un'idea che permetteva di far avvenire il tutto a temperatura ambiente. Egli sosteneva l'idea di sfruttare i [muoni](#) (più pesanti degli elettroni di circa 200 volte) come catalizzatori della reazione di fusione.

Quando si sostituiscono gli [elettroni di legame](#) delle molecole di idrogeno con dei muoni molto più massivi, i nuclei atomici si avvicinano e dunque si aumenta la probabilità di reazione nucleare. Per instaurare il processo di fusione nucleare, infatti, bisogna avvicinare i nuclei atomici, cosa non facile a causa della repulsione elettrostatica.

Questo metodo venne verificato sperimentalmente da Luis Walter Alvarez nel 1956. L'unico problema, purtroppo non trascurabile, è che l'energia necessaria alla produzione di muoni è maggiore dell'energia prodotta, perciò non si può trarre nessun vantaggio economico da questa scoperta, *a meno che non si scopra in futuro un metodo di produzione di muoni meno dispendioso.*

Proprio a causa delle “basse” temperature, in origine, questo fenomeno venne definito ‘fusione fredda’ e poi si convertì in ‘fusione catalizzata da muoni’.

**Si può fare  
oppure no?**



## La “vera” fusione fredda

Quando sentiamo parlare di fusione fredda, però, ci si riferisce all'ipotesi di poter generare un processo di fusione nucleare a temperatura ambiente senza l'uso di muoni.

Il 23 marzo del 1989, il mondo fu colto di sorpresa quando, in una conferenza stampa all'università dello Utah, Martin Fleischmann e Stanley Pons dichiararono di aver ottenuto la fusione nucleare, non in un plasma caldissimo mantenuto a pressioni estreme all'interno di enormi e complessi reattori, ma “in provetta”, a temperatura ambiente. Non solo l'annuncio fece scalpitare gli ambienti accademici: l'attenzione dei media schizzò immediatamente alle stelle, e la fusione fredda conquistò i titoli di giornali e riviste di tutto il mondo. Sembrava una favola: due ricercatori universitari, con un'apparecchiatura relativamente semplice ed economica, scoprivano qualcosa che era sfuggito ad altri gruppi di ricerca più numerosi e che potevano contare su corpose sovvenzioni e strumentazioni sofisticate e costose. Non si trattava di una scoperta qualsiasi: la fusione fredda prometteva di rivoluzionare il modo di produrre energia, per questo la vicenda fece emergere in breve dinamiche poco sane di competizione tra gruppi di ricerca. Nonostante ciò, la fusione fredda è ricordata oggi come uno spettacolare fallimento scientifico, di cui ora ne esporremo le cause.

L'esperimento di Fleischmann e Stanley Pons consisteva nell'impiego di una cella ad acqua pesante, ovvero con acqua formata da deuterio al posto del normale idrogeno. Questa cella, funzionante per [elettrolisi](#), aveva un **catodo** negativo di [palladio](#) e un **anodo** positivo fatto di platino, ed era aperta per evitare il ristagno di alcuni elementi.

Applicando una bassa tensione tra i due elettrodi, l'acqua pesante si scompone e il deuterio così prodotto va ad accumularsi nell'elettrodo di palladio. Se gli atomi di deuterio si fossero concentrati nel palladio a tal punto da risultare estremamente vicini, allora si sarebbe potuta innescare una reazione di fusione fredda dell'isotopo dell'idrogeno, con un notevole aumento di temperatura.

Effettivamente, durante i loro controversi e innumerevoli esperimenti, i due scienziati misurarono saltuari aumenti di temperatura e, dunque, pensarono che fosse il calore generato dall'ipotetica reazione di fusione fredda.

Per poter constatare l'avvenuta fusione nucleare tra due atomi, si devono verificare tre condizioni:

- i due atomi di deuterio devono trovarsi ad una distanza molto piccola per fondere e vincere la forza repulsiva dei loro nuclei e rilasciare energia. È dunque necessario un catalizzatore (come un muone) o un evento esterno (come l'aumento di pressione o temperatura) affinché la reazione possa iniziare;
- si devono formare atomi di elio ( $^3\text{He}$ ) e neutroni ( $n$ );
- si devono generare raggi gamma.

Negli esperimenti di Fleischmann e Pons, nonostante l'altissima temperatura, la quantità di energia liberata dalla loro reazione era estremamente inferiore all'ordine di grandezza atteso da una reazione di fusione nucleare, il numero di neutroni liberati non era coerente, non fu misurata la presenza di raggi gamma. Inoltre, l'acqua nella cella non era stata mescolata, e questo avrebbe potuto portare a un accumulo di calore attorno all'elettrodo di palladio e a misure di temperatura falsate. In ogni caso, risultò impossibile riprodurre i risultati a un anno di distanza, e ciò decretò la fine della favola.



## Favola o realtà?

Per quanto ne sappiamo oggi, la fusione fredda non è possibile. Dopo le prime dichiarazioni di Pons e Fleischmann, molti ricercatori, tra i quali Steven Earl Jones, cercarono di riprodurre l'esperimento e di quantificare il rilascio di calore, di elio, di neutroni e di raggi gamma, per determinare se la fusione fredda fosse realmente possibile. Nessuna evidenza sperimentale confermò l'ipotesi di Fleischmann e Pons e, dunque, l'esistenza della fusione fredda. I due ricercatori, insomma, affermarono una "scoperta" non ancora verificata e modellizzata. Ebbero quindi un atteggiamento poco oggettivo, rifiutandosi perfino di collaborare con la comunità scientifica, per questioni economiche legate a possibili brevetti e grants.

A causa di queste vicende, oggi la percezione della fusione fredda si colloca tra due poli opposti: da una parte le fantasie di complotto, secondo cui questa tecnologia rivoluzionaria sarebbe stata scientemente affossata dallo strapotere della grande industria energetica, dall'altra una diffidenza pressoché totale della comunità degli esperti, la maggior parte dei quali tende ormai a liquidare l'argomento come irrealistico e privo di fondamento, se non direttamente come pseudoscientifico.

Alcuni ricercatori continuano tutt'oggi a studiare questo tipo di reazione nucleare, ora chiamata LENR (Low Energy Nuclear Reaction) o CANR (Chemically Assisted Nuclear Reaction).



## *Bibliografia e sitografia*

- ✚ G. Arduino,  
*Tecnimedia plus.*  
*Settori produttivi,*  
Lattes & C. Editori,  
2015, pp. 350, 352,  
353, 357-361;
- ✚ <https://www.geopop.it/fusione-fredda-cose-differenza-fusione-catalizzata-da-muoni/>
- ✚ <https://www.iltascabile.com/scienze/fusione-fredda/>

# Energia nucleare

Soprattutto negli ultimi decenni l'uomo ha cercato dei modi sostenibili per produrre energia; ciò vuol dire che molti studiosi sono in cerca di metodi per produrre energia senza provocare danni all'ambiente. Uno di questi metodi è proprio l'energia nucleare. Anche se molto contestata (per ovvie ragioni, tra cui la pericolosità delle radiazioni a cui saremmo esposti in caso di esplosione della centrale nucleare), ai suoi "sostenitori" sembra ancora l'unica scelta possibile a sostituzione dei combustibili fossili. L'energia nucleare è una forma di energia che proviene da profondi cambiamenti nella struttura della materia (cambiamenti applicati direttamente al nucleo di atomi di elementi particolari) ed esistono due modi per produrla: la fissione (o scissione) nucleare e la fusione nucleare. Quest'ultima è esattamente lo stesso genere di reazione che avviene nel nostro Sole, e di conseguenza in tutte le stelle. Queste reazioni sono molto pericolose e distruttive, se non controllate; un esempio sono le bombe all'idrogeno e le città di Chernobyl e Fukushima, le cui centrali per la fissione nucleare causarono gravi danni ambientali a causa delle scorie radioattive che dureranno per altre centinaia se non migliaia di anni.

TORNA AL  
TESTO

## Collegamento n. 2

### I muoni

I muoni sono dei fermioni del modello standard. Essi hanno spin uguale a  $\frac{1}{2}$  e sono particelle cariche negativamente simili agli elettroni ma 207 volte più pesanti. Non sono parte della materia che solitamente si può trovare, la loro vita media è di 2,2 microsecondi, poi si scindono in particelle più semplici e stabili. Per la loro affinità con gli elettroni, possono prendere il loro posto in un atomo, così da formare i cosiddetti "atomi muonici", dal raggio più ridotto dei normali atomi con elettroni a causa della loro imponente massa.

TORNA AL  
TESTO

# Elettroni di legame

Quando due atomi formano un legame, condividono, acquistano o cedono nello spazio intorno ai loro nuclei alcuni loro elettroni. Questi sono gli elettroni di legame: essi appartengono agli orbitali del livello più esterno e, "legando" i nuclei, permettono la formazione di una molecola.

TORNA AL  
TESTO

## Collegamento n. 4

### Elettrolisi

L'**elettrolisi** è un processo che consiste nello svolgimento di trasformazioni chimiche grazie all'apporto di energia elettrica

Il processo teorico inverso dell'elettrolisi è la generazione di energia elettrica attraverso una pila; la **pila** infatti produce energia elettrica sfruttando trasformazioni chimiche, mentre l'elettrolisi sfrutta l'energia elettrica per fare avvenire trasformazioni chimiche.

La trasformazione da energia elettrica a energia chimica avviene in apposite **celle elettrolitiche**. Esse sono fornite di due elettrodi collegati a un generatore che fornisce l'energia elettrica all'apparato

I due elettrodi delle celle elettrolitiche prendono il nome di **anodo**, il polo positivo dove avviene sempre la reazione di ossidazione; **catodo**, il polo negativo dove avviene sempre la riduzione

TORNA AL  
TESTO

## Collegamento n. 5

# Palladio

Alcuni studi di Fleischmann risalenti agli anni Sessanta, avevano dimostrato che il palladio è un metallo raro, chimicamente affine al platino, estratto da minerali nei quali si trova sotto forma di lega con altri metalli (oro, rame o nichel) che oggi viene usato soprattutto nelle marmitte catalitiche.

Fleischmann aveva osservato che il palladio può assorbire grandi quantità di idrogeno al suo interno, concentrando il suo volume fino a circa 900 volte, e ci si poteva aspettare che la stessa cosa succedesse col deuterio, utilizzato nella fusione. L'ipotesi degli scienziati era quindi che fosse possibile concentrare gli atomi di deuterio, avvicinandoli abbastanza da innescare la fusione.

TORNA AL  
TESTO