

## Tecnologia

Limitati ma già decisivi i dati sulle prospettive della fusione fredda

# Quel «sole in bottiglia» scalda poco ma illuminerà

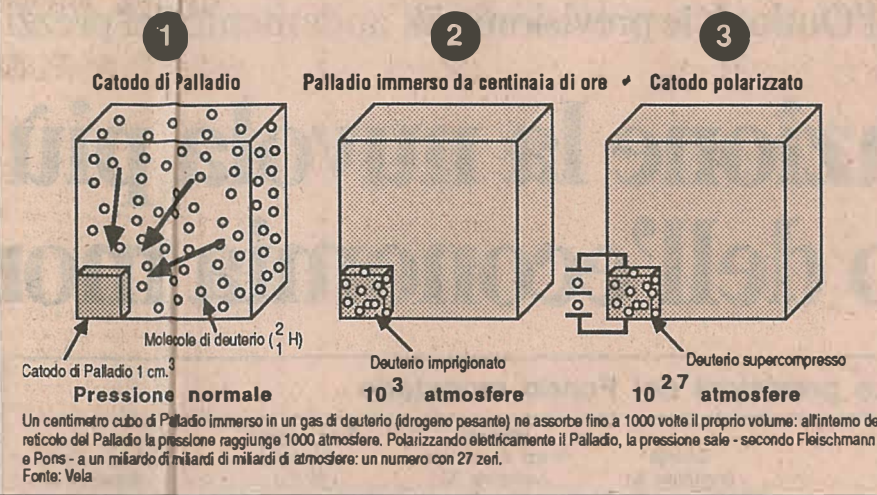
Forse la diagnosi più onesta è quella di Steven Jones, lo scienziato dell'università mormone dello Utah, autore del secondo esperimento di "fusione fredda". «Credo che, in sostanza, abbiamo messo in luce un nuovo approccio alla ricerca sulla fusione, al di là di ogni prematuro entusiasmo sulle applicazioni pratiche. E ancora presto per vendere i pozzi di petrolio». Ed è ancora troppo presto, secondo Jones, per scommettere se questa "quarta strada" (dopo i confinamenti magnetico, inerziale, muonico) sarà davvero quella che consentirà la produzione di energia "pulita" su vasta scala e a costi irrisori. I risultati dei due esperimenti dello Utah sono

ancora troppo incerti e diversi, e andranno confermati da altri test. Anche nel caso migliore, di una conferma netta dei primi riscontri positivi — prevede Jones — ci vorranno molti anni prima di un ingresso della «fusione piezonucleare» (definizione di Jones) sulla scena energetica. Del resto qui il tempo si misura in decenni. I due esperimenti dello Utah hanno infatti fornito, almeno a prima vista, risultati piuttosto diversi tra loro: il primo, quello di Pons e Fleischmann, avrebbe raggiunto guadagni energetici — secondo anticipazioni riportate dal "Times" — anche di 12 volte sull'energia immessa all'inizio della reazione.

In un esperimento, in particolare, sarebbe stato ottenuto nella piccola cella elettrolitica calore sufficiente a scaldare al rosso una resistenza elettrica. Nel complesso alla data del primo annuncio (il 24 marzo scorso) Pons e Fleischmann riportavano un guadagno medio di 4 watt di energia per ogni watt immesso. Purtroppo i due chimici sono stati finora piuttosto vaghi in termini di misure e cifre precise. Soprattutto sul punto più controverso per i fisici: l'apparente mancanza di emissione di neutroni, segno inconfondibile di una fusione nucleare in atto. L'esperimento di Jones è invece più ricco di dati affidabili, e in gran parte fuga

questo dubbio. Jones, innanzitutto, è uno scienziato che si occupa di fusione "fredda" fin dal 1979, con finanziamenti del Dipartimento dell'Energia Usa prima all'Idaho National Engineering Laboratory e poi alla Brigham Young University di Provo (Utah). Si tratta quindi di un maturo e riconosciuto esperto di ricerca energetica, costretto forse da Pons e Fleischmann (con il loro annuncio a sensazione) ad anticipare risultati che comunque verranno pubblicati sul numero di "Nature" del prossimo 27 aprile (per ambedue gli esperimenti). Secondo Jones nella cella elettrolitica ad acqua pesante (ricca di deuterio) e con elettrodi in titanio o palladio si

### Il palladio: uno straordinario assorbitore-compressore di deuterio



sono misurate, nel corso dell'esperimento, circa due fusioni di nuclei di deuterio (compressi entro la struttura molecolare dell'elettrodo metallico) ogni cinque secondi. Il che equivarrebbe a circa 1.400 fusioni all'ora, pari ad un dieci-trilionesimo di watt, contro circa un watt di corrente immessa per creare il flusso di spinta del deuterio nel catodo. Per inciso il titanio sembra aver funzio-

nato meglio, nelle varie prove, rispetto al palladio. L'evidenza della fusione — secondo Jones — sta però nel fatto che l'apparato emetteva neutroni, anche se ad un tasso ridottissimo se correlato a quello delle fusioni. Il risultato finale, oltre alla minima energia, è stata la produzione di piccole quantità di elio 3, atomo risultante dalla fusione di due nuclei di deuterio. Morale: sulla base di que-

sti riscontri Jones conferma il suo ottimismo, ma solo a lungo termine. I livelli energetici prodotti sono ancora troppo bassi per un utilizzo pratico «ma — afferma Jones — quello che si può fare una volta, dopo si farà meglio». La strada è aperta, anche se appare più come una promettente frontiera di ricerca che un immediato "toccasana energetico". Giuseppe Caravita

## I segreti di un cubetto di palladio

Quando i nuclei di due atomi leggeri si fondono in uno più pesante, la massa del nucleo prodotto è leggermente inferiore alla somma delle masse dei nuclei di partenza. Questa differenza di massa viene liberata come energia nell'ambiente circostante. Il suo valore è calcolabile mediante la relazione di Einstein  $E = m \cdot c^2$  dove  $E$  è l'energia liberata,  $m$  è la differenza fra la massa del nucleo prodotto e la somma delle masse dei nuclei reagenti e  $c$  è la velocità della luce (pari a circa 300mila km/sec).

L'energia che si libera in un singolo evento di fusione nucleare (e anche di fissione) è milioni di volte superiore a quella di un singolo evento di reazione chimica (a esempio la fiamma). L'unità di misura dell'energia per tali tipi di reazioni è l'elettronvolt (eV): per le reazioni chimiche sono coinvolte energie dell'ordine dell'elettronvolt; per quelle nucleari energie dell'ordine dei milioni di elettronvolt (megaelettronvolt o MeV).

Una reazione nucleare è dunque energeticamente molto più conveniente di una chimica; inoltre nel processo di reazione nucleare non viene bruciato ossigeno né vengono prodotti inquinanti chimici (tipo anidride carbonica CO ossidi di zolfo SO, ossidi di azoto NO e altri inquinanti).

Si generano però sostanze radioattive che creano gravosi problemi di sicurezza anche se in condizioni normali tali prodotti non inquinano l'ambiente esterno (cosa che invece accade per i prodotti chimici di cui sopra).

Fleischmann e Pons pare che abbiano

trovato il modo di produrre energia con reazioni nucleari di fusione «pulite». Esaminiamo fatti, dubbi e speranze conseguenti a questa scoperta.

Fino a ora per ottenere la fusione di nuclei leggeri, e conseguente liberazione di energia, era necessario ricorrere o ad altissime temperature (dell'ordine dei 100 milioni di gradi) utilizzando le tecniche di confinamento magnetico, o ad altissime pressioni (1.000 miliardi di atmosfere) mediante la fusione inerziale.

Poiché in un gas (o in un plasma) la velocità con cui si muovono le singole particelle è proporzionale alla temperatura, operando a elevate temperature è possibile far scontrare i nuclei a una velocità tale da far loro vincere le forze repulsive. Altro modo per provocare la fusione è disporre di elevatissime pressioni in modo che la vicinanza dei nuclei diventi così ridotta che la probabilità di fondersi aumenti drasticamente.

Un terzo modo è la fusione nucleare catalizzata muonica ove il muone «forza» a distanza molto ravvicinata un nucleo di idrogeno pesante (deuterio formato da un protone e da un neutrone) ed un nucleo di idrogeno pesantissimo (il tritio formato da un protone e da due neutroni) consentendo la fusione cosiddetta fredda (perché non è necessario ricorrere ad elevatissime temperature e pressioni). Il muone — particella non esistente in natura ma che deve essere pro-

dotta a bella posta — vive però troppo poco (circa due milionesimi di secondo) ed in questo tempuscolo non è in grado di provocare un numero di fusioni sufficiente per riprodurre se stesso. La fusione nucleare catalizzata muonica non ha pertanto interesse pratico.

I due scienziati americani hanno adottato una tecnica completamente nuova per far avvenire la fusione. Vediamo come. Il Palladio (metallo scoperto nel 1806 ed attualmente largamente utilizzato come catalizzatore) si comporta come un potentissimo «aspiratore-compressore» nei confronti dell'idrogeno e dei suoi isotopi (deuterio e tritio). Se in un recipiente immettiamo un centimetro cubo di palladio e 1000 centimetri cubi di idrogeno (o di suoi isotopi) a temperatura e pressione ambiente (1 atmosfera) nel volgere di un certo tempo (moltissimi ore) il palladio assorbe tutto l'idrogeno (o i suoi isotopi senza alcuna distinzione) comprimendoli all'interno del proprio reticolo cristallino ad una pressione di 1000 atmosfere (Fase B nel grafico).

1000 atmosfere sono però una pressione troppo «piccola» perché la probabilità che avvengano fusioni sia elevata; il palladio viene allora polarizzato elettricamente affinché al suo interno si sviluppino pressioni di un miliardo di miliardi di miliardi di atmosfere: un numero con 27 zeri! Così almeno sostengono Fleischmann e Pons (Fase C nel grafico).

A tali pressioni la fusione può avvenire. Ma la scoperta di Fleischmann e Pons va oltre: la fisica nucleare insegna che facendo fondere due atomi di deuterio si ottengono o elio 3 più un neutrone più energia (3,2 MeV) oppure tritio più un protone più energia (4,2 MeV).

Le due reazioni sono abbastanza equiprobabili. Poiché Fleischmann e Pons hanno sostenuto di aver ottenuto in cento ore circa 4 milioni di joule (circa 11 watt termici), si dovrebbe assistere infatti ad una emissione di neutroni di circa 10.000 miliardi di neutroni al secondo e, per 100 ore di 3,6 miliardi di miliardi di neutroni. Fleischmann e Pons ne hanno rilevato invece solo 6 in cento ore; in più hanno trovato pochissimo tritio e pochissimo elio.

Ciò che accade all'interno del palladio è dunque ancora un mistero. Il palladio potrebbe anche comportarsi — oltre che come «pompa aspirante e compressore» per l'idrogeno ed i suoi isotopi — anche come catalizzatore per far avvenire una reazione nucleare di fusione non nota. Ma non è impossibile. Il reticolo cristallino di alcuni materiali ha proprietà complessissime molte delle quali tutt'oggi ancora poco conosciute.

E veniamo all'ultimo punto: la resa energetica della reazione. Fleischmann e Pons hanno affermato che nella cella elettrolitica ad elettrodi concentrici di palladio e platino vengono prodotti 4 watt termici e ne viene impiegato 1 elet-

trico. L'energia elettrica è impiegata per rompere la molecola di acqua pesante (D<sub>2</sub>) in deuterio ed ossigeno e consentire al deuterio di essere assorbito, come gas, dal catodo in palladio come gas.

Le leggi della termodinamica insegnano che per produrre energia elettrica a partire da quella termica si paga uno scotto elevato dovuto al fatto che il rendimento per convertire energia termica (sempre che la temperatura sia conveniente) in elettrica è al massimo del 30-40% con metodi tradizionali. L'energia termica è quindi molto meno pregiata di quella elettrica. Ritrasformando quindi i 4 watt termici in elettrici se ne potrebbero ottenere da 1,2 a 1,6 elettrici guadagnando così da 0,2 a 0,6 watt.

Fleischmann e Pons sostengono che la loro cella è in grado di sviluppare (immettendo sempre 1 watt elettrico) fino a 10 watt termici che, opportunamente ritrasformati, darebbero 3-4 watt elettrici con un guadagno in energia elettrica prodotta, del 200-300%! (Durante un esperimento sembra addirittura che per eccesso di potenza termica generata si sia fuso l'elettrodo in palladio).

Che dire a conclusione di tutto questo? Se veramente Fleischmann e Pons avessero aperto la via a tale fonte di energia ci si troverebbe di fronte alla più grande rivoluzione tecnologica di tutti i tempi che avrebbe effetti difficilmente quantificabili per tutti noi. Per ora è doveroso usare cautela ed attendere ulteriori conferme.

Claudio Zarotti

L'impegno sottoscritto all'Aja

## Sulla super-agenzia per l'atmosfera la firma di 24 Paesi

I governi di 24 Paesi, tra cui l'Italia, si impegnano a creare in seno alle Nazioni Unite un nuovo organismo per la protezione dell'atmosfera terrestre. La costituenda autorità avrà in particolare il compito di combattere con armi tecnologiche e legislative l'innalzamento della temperatura.

È questo il contenuto della dichiarazione adottata e sottoscritta dai partecipanti alla Conferenza sulla politica ambientale internazionale tenuta l'11 marzo scorso all'Aja su iniziativa dei governi di Olanda, Francia e Norvegia e diffusa oggi in contemporanea nei Paesi firmatari.

Già nel 1988 l'Assemblea Generale delle Nazioni Unite aveva preso in considerazione il tema delle alterazioni climatiche e dei relativi effetti sull'equilibrio dei sistemi ecologici e quindi sulla sopravvivenza stessa del pianeta con la risoluzione 43/53 sulla protezione del clima terrestre. Del surriscaldamento dell'atmosfera si sta anche occupando il Gicc (Gruppo Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici) istituito dal Programma dell'Onu per l'Ambiente e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. A che serve allora un nuovo ente? Nella valutazione dei firmatari, cercare di formulare una soluzione unitaria a livello mondiale al problema dell'innalzamento della temperatura è stato il passo iniziale. Oggi l'urgenza e l'importanza vitale del fenomeno richiedono anche una impostazione nuova basata sullo sviluppo di principi del diritto internazionale che prevedano meccanismi decisionali e di applicazione diversi e più efficaci. Tutti dovranno farsene carico — dice la dichiarazione dell'Aja — a seconda dei diversi livelli di sviluppo, a cominciare naturalmente dai Paesi industrializzati nei quali hanno origine la maggior parte delle emissioni che danneggiano l'atmosfera e dove, d'altra parte, sono maggiori i margini che consentono l'introduzione di cambiamenti e le risorse economiche. Al contrario, a subire il contraccolpo più forte dato dalle alterazioni dell'atmosfera saranno le nazioni in via di sviluppo che hanno in alcuni casi una responsabilità ancora marginale del fenomeno e che la comunità internazionale ha l'obbligo di assistere.

Questo il quadro nel quale il nuovo organismo promosso all'Aja si troverà a muoversi. Concretamente, i firmatari si sono impegnati a dare vita nell'ambito delle Nazioni Unite a una istituzione inedita che, adottando le procedure di decisione che riterrà più adatte e non soggette comunque per l'approvazione al raggiungimento dell'unanimità, salvaguarderà il livello della temperatura dell'atmosfera terrestre frenando il degrado atmosferico con tutti i mezzi a disposizione. Come? Commissionando ricerche, promuovendo la diffusione e lo scambio di informazioni scientifiche e tecniche, agevolando l'accesso alle tecnologie necessarie. Compito della nuova autorità sarà anche quello di stabilire i parametri e gli strumenti per la salvaguardia dell'atmosfera e di verificare che vengano rispettati. Tra i principi sottoscritti è compreso anche quello dell'assistenza ai paesi che, per le loro condizioni economiche e di sviluppo, trovassero troppo onerose le decisioni adottate per la protezione dell'atmosfera. Tutto ciò dovrà avere un fondamento giuridico e finanziario sotto forma di una convenzione quadro che dovrà essere concordata dai firmatari.

L'organismo nascente opererà naturalmente in collaborazione con le istituzioni e le agenzie che già agiscono nell'ambito dell'Onu sui temi delle alterazioni dell'atmosfera e del degrado ambientale. L'adesione alla dichiarazione è aperta a tutti gli altri Stati e alle organizzazioni internazionali competenti.

R.Sa.