

Fusione nucleare

Il successo del «Jet» entusiasma la comunità scientifica, ma la strada da percorrere per produrre la nuova energia è ancora lunga e difficile. In questi giorni in Urss la trattativa conclusiva per «programma Iter» un progetto di collaborazione tra l'Europa, gli Usa e il Giappone

Il sole artificiale? Calma e pazienza

E a Mosca nasce il super-reattore a presidenza italiana

«Adesso viene il difficile. E se finora ogni passo verso un nuovo traguardo è stato penoso e duro, ora lo sarà ancora di più». Paolo Loizzi, esperto di reattori nucleari dell'Enea, è contento dei risultati del «Jet». Ma anche molto prudente. Il passaggio dall'esperimento riuscito a Culham alla pratica non è semplice. Gli esperti dicono che ci vorranno anni. A Mosca trattativa per il programma Iter.

di Culham non è né semplice, né tranquillo né risolutivo. La strada per la fusione termonucleare controllata è ancora molto, molto lunga. Ragionevolmente: decenni.

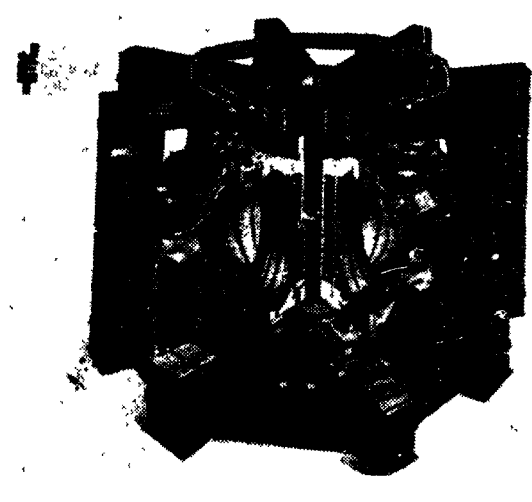
Del resto, chi ha seguito anche marginalmente la storia della fusione, sa che questa speranza si insegue da almeno sessant'anni. Agli inizi degli anni '70, con la costruzione dei primi reattori sperimentali, i tokamak (nome di origine russa scovato da Sakharov, che fu un pioniere di questa disciplina), sembrava che l'obiettivo fosse a portata di mano. Nei principali laboratori sovietici, americani e europei (in Italia a Frascati, la città della fisica nostrana, dove l'Enea ha inaugurato da poco un

nuovissimo tokamak) iniziarono a sorgere costruzioni basse che ospitavano grandi ciambelloni di varie dimensioni. La scommessa era di riuscire a scaldare del gas fino a temperature tali da costringere i nuclei degli atomi che li costituiscono a fondersi. Ma vincere questa scommessa voleva dire fare «qualcosa» per impedire che una sostanza a 300 milioni di gradi entrasse in contatto con le pareti metalliche dei «ciambelloni»: le avrebbe volatilizzate. Così attorno a quegli anelli si costruirono dei magneti. Il loro compito era di creare dei campi magnetici che funzionassero come «bottiglie termiche» e tenessero lontano il gas incandescente (ridotto allo stato di plasma)

dalle pareti. Già riuscire a costruire macchine così complicate era un problema enorme. Quando poi si scoprì che altri mille ostacoli si frapponevano al momento in cui sarebbe bastato avviare la reazione di fusione perché questa si mantenesse da sola, ci fu un po' di delusione. Ma sicuramente i passi avanti seppure «duri e penosi», ci sono stati e come. E il risultato di Culham è il dimostrarlo. Certo, il trizio «è una brutta bestia», come dicono i fisici. Perché aggiungere al gas carburante originale - il deuterio - del gas radioattivo e dotato di una perversa capacità di diffusione nell'ambiente, non è cosa semplice. Ma se si riuscirà ad affinare tecnologie

e pratica, non ci sono limiti teorici alla possibilità di utilizzare gas inerti e non radioattivi. Col trizio, per ora, è più facile, perché «aiuta» la reazione di fusione e quindi richiede che si impieghi meno energia di quanta ne serva per scaldare solo il deuterio. Ora, però, i problemi immediati da risolvere sono altri, «il più importante» dice il professor Bruno Brunelli, uno dei più qualificati esperti europei di fisica dei plasmi - è quello di capire se le «ceneri» di questa fusione nucleare, rappresentate dall'elio, soffocano la «fiammella nucleare», spegnendola. Interrompono cioè il processo di fusione. L'altro problema, sempre secondo il professor Brunelli, è

quello di rendere molto più lunga nel tempo la terrificante scarica elettrica necessaria per arrivare alla fusione. «ci serviranno magneti ben più potenti, realizzati con materiali superconduttivi». Proprio in questi giorni a Mosca si terrà la trattativa risolutiva per lanciare il programma Iter (che sarà diretto dall'italiano Romano Toschi), un progetto di collaborazione mondiale che vedrà europei, americani, sovietici e giapponesi impegnati a costruire un reattore che assomigli a quello definitivo. Lì, i magneti superconduttori ci saranno e i passi avanti potrebbero essere più spediti. Comunque sia, rassegniamoci, quello della fusione sarà un problema dei nostri figli.



Da Frascati Torus a Ignitor

Anche l'Italia partecipa al Programma Fusione Comunitario, un progetto di cooperazione europea per le attività nel campo della fusione nucleare. Al programma, nato nel 1972, aderiscono tutti i paesi della Cee, Svezia e Svizzera.

In campo internazionale, scienziati e tecnici italiani lavorano al Jet Joint European Torus, il reattore con cui si è ottenuta la fusione nucleare in Gran Bretagna. L'industria italiana Ansaldo, inoltre, ha partecipato alla realizzazione dell'impianto Jet La partecipazione italiana è notevole «anche per quanto riguarda il progetto Net (Next European Torus)», in Germania. Il direttore di questo progetto è il professor Romano Toschi. Il Net è la macchina che sostituirà il Jet. I suoi obiettivi sono: raggiungere stabilmente la fusione nucleare e controllare l'energia prodotta.

Ma anche sul terreno nazionale si contano numerosi programmi di ricerca. Le attività in Italia si svolgono nei laboratori Enea, (in particolare nel Dipartimento Fusione di Frascati) negli istituti del Cnr di Padova e Milano, in alcune università, al Cnr Euratom di Ispra.

Ecco tutte le macchine disponibili nel nostro paese: Ft (Frascati Torus) - In esercizio dal 1978 al laboratorio di Frascati dell'Enea. L'Ft partecipa a tutti i programmi europei e internazionali nel campo della fusione a confinamento magnetico.

Ftu (Frascati Tokamak Upgrade) - Tokamak compatto ad alto campo magnetico prodotto da una cooperazione Euratom-Enea. Si trova al laboratorio di Frascati dell'Enea. La macchina è utilizzata per le operazioni a caldo. Si tratta di una delle poche macchine in esercizio in Europa. Tra le altre, oltre al Jet, ricordiamo l'Asdex Upgrade che si trova a Garching (Germania) e il Tore Supra a Cadarache (Francia). Quest'ultima, il 6 aprile 1988, ha prodotto il primo plasma.

Rfx - Rientra nel programma comunitario di sperimentazione di linee alternative al Tokamak. Gli esperimenti condotti con l'Rfx mirano soprattutto ad estendere le conoscenze su questo tipo di macchine (dette Rfp) ad un livello confrontabile con quello dei Tokamak. L'Rfx è realizzato a Padova presso l'Istituto Gas Ionizzati del Cnr (responsabile della direzione scientifica e tecnica dell'impresa). La sua realizzazione è il frutto di una collaborazione Enea-Cnr.

Ignitor - Esperimento di macchina compatta ad alto campo magnetico che si propone di studiare entro tempi relativamente brevi e costi contenuti il comportamento di un plasma in regime di ignizione.

ROMEO BASSOLI

ROMA. «Adesso viene il difficile. E se finora ogni passo verso un nuovo traguardo è stato penoso e duro, ora lo sarà ancora di più». Paolo Loizzi, esperto di reattori nucleari dell'Enea, è contento e prudente. Anche perché, spiega, «il gas trizio che è stato aggiunto nel reattore Jet in Inghilterra

per poter realizzare la fusione nucleare usando il minimo di energia necessaria, è un gas volatile e radioattivo, difficile da produrre e da trattare, pericoloso».

Insomma, il passaggio dalla teoria della fusione nucleare alla pratica di un obiettivo raggiunto al laboratorio europeo



Soddisfazione di Rubbia, Cabibbo Colombo, Ricci e Pandolfi

Scienziati e manager «È una bella vittoria europea»

MIRELLA ACCONCIAMESA

ROMA. C'è chi parla di 15, ma anche chi allunga ancora di più l'attesa fino a 30-40 e anche 70 anni per avere risultati concreti dalla fusione nucleare realizzata dagli scienziati del Jet nell'Oxfordshire. Ma tutti, scienziati e manager, sono d'accordo nel valutare la fusione nucleare ottenuta come «la tappa fondamentale» tale da rendere concreto l'avvio del processo che dovrà permettere all'uomo di ottenere questa forma illimitata di energia in maniera economicamente vantaggiosa. Ma siamo solo all'inizio e ci vuole tempo, molto tempo.

L'industria, dunque, può attendere. Lo dice Mario Silvestri, del Politecnico di Milano. «È un risultato importante, ma più gli esperimenti proseguono e più la complessità tecnologica dei reattori aumenta, tanto da rendere pessimisti che possano essere realizzati in tempi brevi». Per Silvestri i tempi di utilizzazione pratica sono «almeno di una settimana di anni», ma naturalmente «ciò non significa che la ricerca non debba proseguire».

«Oggi è come se avessimo un fiamifero in grado di produrre del fuoco per brevissimo tempo. Per ottenere una fusione nucleare in grado di produrre energia in maniera continua bisogna trovare il modo di tenere il fuoco sempre acceso sotto la pentola». Così Renato Angelo Ricci, presidente della Società italiana di fisica, giudica il risultato del Jet e aggiunge: «È un passo che permette di realizzare il prossimo reattore, l'Iter, in cui si dovrà ottenere una fusione nucleare in grado di autosostenersi, cioè di produrre energia in maniera continua e senza più «iniezioni» di energia dall'esterno». I due aspetti principali su cui dovranno ora essere ri-

volte le ricerche sono appunto, per Ricci, l'autosostentamento della reazione e un saldo attivo nel bilancio dell'energia consumata e prodotta dal reattore. Se, come ci si augura, il reattore Iter creato da Europa, Usa, Giappone e Urss è destinato ad essere il successore del Jet manterrà le sue promesse, «il passo ancora successivo - ha concluso Ricci - sarà quello del Demo, il reattore industriale dimostrativo che si stima possa essere realizzato alla fine del primo decennio del Duemila». Se anche il Demo dimostrerà la fattibilità tecnologica ed industriale dell'impresa, sarà seguito dai primi reattori commerciali.

Ma dal Nobel Rubbia a Cabibbo, presidente dell'Istituto nazionale di fisica nucleare, tutti sono d'accordo nel giudicare il risultato raggiunto un successo europeo. Per Cabibbo questo non arriva a caso. «Era previsto - dichiara - dalla teoria e dagli obiettivi di questa macchina, la più importante al mondo, che oggi corona trent'anni di ricerca europea e soprattutto italiana».

Infine la parola ai manager. Se per Umberto Colombo, presidente dell'Enea, l'ente che rappresenta l'Italia in questa ricerca europea, è pienamente soddisfatto perché «si è dimostrato che oggi corona trent'anni di ricerca europea e soprattutto italiana». Ma da Nobel Rubbia a Cabibbo, presidente dell'Istituto nazionale di fisica nucleare, tutti sono d'accordo nel giudicare il risultato raggiunto un successo europeo. Per Cabibbo questo non arriva a caso. «Era previsto - dichiara - dalla teoria e dagli obiettivi di questa macchina, la più importante al mondo, che oggi corona trent'anni di ricerca europea e soprattutto italiana».



Nel grafico: le emissioni di anidride carbonica - misurate in milioni di tonnellate - dovute al consumo di energia da parte dell'uomo. In alto a sinistra: l'Ftu, il Tokamak in funzione a Frascati. Qui sopra: un operaio all'interno del reattore Jet, usato per ottenere la fusione nucleare a Culham in Inghilterra. In alto a destra: un disegno del Jet.

Pericolo ambiente sempre più acuto: la popolazione raddoppierà. La questione risparmio. La Terra ha urgenza di nuove energie. La cella solare di «Nature» è l'altra sorpresa?

«Automobile piccola, guadagno piccolo. Automobile grande, guadagno grande». La frase è di Henry Ford, ma la filosofia è quella che ha dominato in tutti i Paesi industrializzati nel secondo dopoguerra: fondare lo sviluppo economico sullo spreco energetico. Oggi l'una e l'altra ci sembrano un'imperdonabile peccato ambientale ed un marchio errore di teoria economica. Ma può esistere un'energia pulita?

PIETRO GRECO

ROMA. Nulla di strano. Il rapporto culturale, oltre che tecnologico, con l'energia e con le sue fonti ha subito numerosi cambiamenti di paradigma nel corso della storia dell'economia. Basta ricordare che dall'avvio dello sviluppo industriale fino al primo 900 in Europa la fonte energetica dominante, il carbone, ha forgiato il passaggio industriale dell'Europa e degli Stati Uniti. Le attività industriali si sono addensate intorno alle miniere fino a creare vere e proprie città carbonifere. Città nere, per la fu-

gigine e lo smog. Città nere, per le condizioni di vita dei suoi abitanti. Negli anni '30, dopo la grande depressione, può iniziare un nuovo ciclo economico. È un nuovo rapporto con l'energia. Grazie alla diffusione capillare di una fonte energetica secondaria, l'energia elettrica, e all'impetuosa affermazione di una nuova fonte primaria, il petrolio, nasce l'economia dei consumi di massa. Negli anni '60 e '70 appare all'orizzonte la meteora nu-

cleare da fissione. Con la sua promessa di energia facile e pulita si scontra subito con problemi di maturità tecnologica. Ed è costretta a fermarsi davanti ai conti di bilancio. Ma soprattutto davanti alle (impreviste) conseguenze ambientali. Crisi politiche regionali e congiunture economiche (1973, 1980) portano al pettine il nodo della dipendenza globale dal petrolio. Nel contempo nasce una nuova sensibilità ambientale di massa. Ed emerge in modo netto l'asimmetria del rapporto tra Nord e Sud del mondo. Il problema energetico ha oggi un nuovo paradigma.

Il 20% della popolazione mondiale consuma l'80% dell'energia. I cittadini del mondo crescono al ritmo dell'1,74% annuo. Oggi per soddisfare (male) le esigenze di 5,1 miliardi di persone il mondo consuma 8,2 miliardi di Tep (tonnellate equivalenti di petrolio). Tra 100 anni per soddisfa-

re (si spera in modo meno ineguale) le esigenze di una popolazione che raddoppierà (12,5 miliardi di persone) il mondo consumerà, si prevede, circa 40 miliardi di Tep. Intanto l'atmosfera, afferma la maggioranza dei climatologi, sta raggiungendo la «caring capacity», la saturazione antropica. Intorno a questi dati ruota la politica economica, la politica energetica e la politica ambientale dell'intero pianeta. Un cittadino degli Stati Uniti brucia la stessa energia di 50 cittadini della Nigeria. E poiché per il 90% si tratta di energia da combustibili carboniosi (carbone, gas, petrolio) il cittadino Usa inquina l'atmosfera come 50 cittadini nigeriani. Un nuovo e più equilibrato ordine mondiale esige dunque una nuova politica energetica. Efficienza, mix, energie rinnovabili e pulite sono le parole d'ordine di questo nuovo e complesso paradigma.

Si scrive efficienza. E si pronuncia risparmio. Gli economisti ecologici di tutti i Paesi e di tutte le scuole ormai concordano. È questa parola la chiave di volta per la soluzione del problema energetico-ecologico-politico globale. Una parola che va ulteriormente declinata. Modulando tutti gli strumenti legali, fiscali e di mercato adatti per migliorare l'intensità energetica e l'intensità materiale dello sviluppo economico. Vale a dire produrre risparmiando. Qualche esempio per capirci. L'intensità materiale, spiega Mario Silvestri sulla rivista «L'impresa e l'ambiente», non è altro che la quantità di materia necessaria a produrre un oggetto. Bene, l'intensità materiale nei Paesi industrializzati è notevolmente diminuita. Per costruire la Torre Eiffel sul finire dell'800 è stata utilizzata materia per un totale di 7000 tonnellate. Per costruire una torre analoga, con le medesime dimensioni e funzioni, sul finire del '900 occorrebbe materia per appena

2000 tonnellate. In cento anni lo sviluppo tecnologico del settore ha fatto abbassare l'intensità materiale di oltre il 70%. Analogo il discorso dell'intensità energetica. Cioè della quantità di energia necessaria per produrre 1000 lire di reddito nazionale. Nei Paesi occidentali continua a diminuire al ritmo del 2% annuo (malgrado che i consumi assoluti di energia siano aumentati nel 1990 dell'1%). Ma il guaio è che l'intensità energetica dell'Urss e dei Paesi dell'Est è elevatissima e costante. Mentre quella nei Paesi in via di sviluppo, piuttosto bassa, è in fase di rapida crescita. Se si considera che sia la popolazione che i consumi pro-capite di energia nel Sud del mondo stanno aumentando, si comprende come la domanda di energia sia in una fase esplosiva. Se non si agirà su qualcuno dei tre parametri, nel giro di 30 anni da sola la Cina potrebbe far raddoppiare le emissioni mondiali antropiche di anidride carbonica.

E l'unico parametro su cui si può agire in modo efficace è, appunto, quello dell'intensità energetica (o materiale). In futuro, c'è da giurarlo, il paradigma energetico muterà di nuovo. La fusione nucleare e l'energia solare cambieranno il paesaggio produttivo del villaggio globale. Ma mentre la fusione nucleare, una fonte ad alta intensità di capitali e di tecnologia, potrà avere una rapida penetrazione in Occidente, ben difficilmente potrà risolvere i problemi energetici dei Paesi in via di sviluppo. Dove occorreranno fonti con caratteristiche opposte, impianti piccoli, flessibili. A bassa intensità sia di capitali che di tecnologia. Ed allora ecco che l'articolo pubblicato il 24 ottobre su «Nature» con cui l'americano O'Regan e lo svizzero Gratzel annunciano di aver messo a punto una cella solare ad alta efficienza e a basso costo potrebbe essere una notizia non meno importante di quella giunta ieri da Culham, Inghilterra.

