RISORSE

Iter = "La Via" ovvero "Il fuoco della fusione": una speranza per il genere umano

L'ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) è il progetto internazionale che verrà realizzato a Cadarache (vicino a Aix-en-Provence, in Francia) che rappresenta il punto di congiunzione tra gli attuali studi sulla fisica del plasma e la possibilità di produrre energia elettrica attraverso impianti di generazione che sfruttano la fusione, ovvero lo stesso processo nucleare che ha luogo nel sole. Questi processi sono stati studiati sin dagli anni settanta, particolarmente con le macchine del tipo Tokamak (termine russo per "macchine a corrente"). Negli anni novanta si è giunti a macchine di concezione più avanzata come la FTU (Frascati Tokamak Upgrade) del Centro Ricerche di Frascati, il JET (Joint European Torus) in Inghilterra, la TFTR (Tokamak Fusion Test Reactor) di Princeton negli USA, la JT-60U in Giappone, la T-15 russa e la più recente americana DIII-D, praticamente approssimando o superando (in taluni casi) il cosiddetto punto di breakeven (punto di pareggio) in cui la potenza prodotta dalla fusione supera quella necessaria per produrre plasma.

PAESI PARTECIPANTI AL PROGETTO

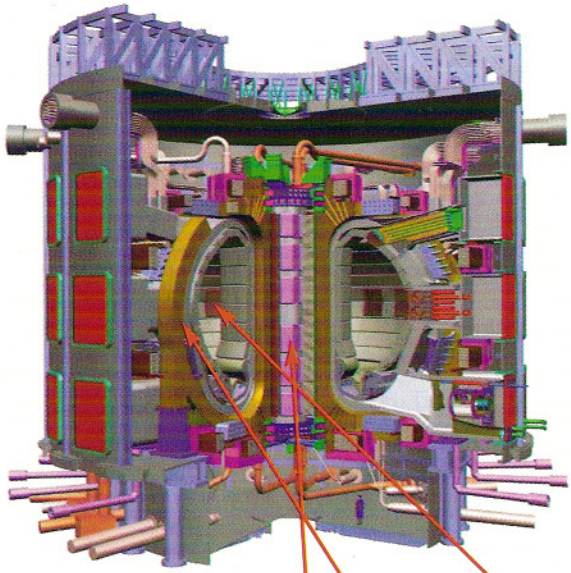
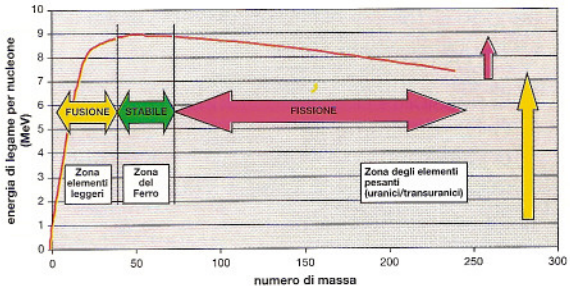


Figura 1 - Spaccato del reattore ove è visibile la ***camera toroidale*** *- trasversalmente all'****asse verticale*** *del reattore - entro la quale verrà prodotto il plasma che sarà ivi confinato grazie all'azione di campi magnetici prodotti da* ***bobine*** *(magneti superconduttori) disposte lungo la camera toroidale e perpendicolarmente al suo asse; asse lungo il quale si orienta il campo. Altri avvolgimenti, creando un campo magnetico verticale con l'ausilio di una sorta di trasformatore del cui nucleo l'asse verticale reattore fa parte, servono a tenere in posizione il plasma entro la camera. Il reattore, per funzionare agli scopi cui è destinato, deve superare il punto di break-even ovvero il punto in cui la potenza di fusione prodotta supera la potenza necessaria al riscaldamento per produrre il plasma*

Figura 2 - Andamento del rapporto energia di legame/nucleone in funzione del numero dei nucleoni

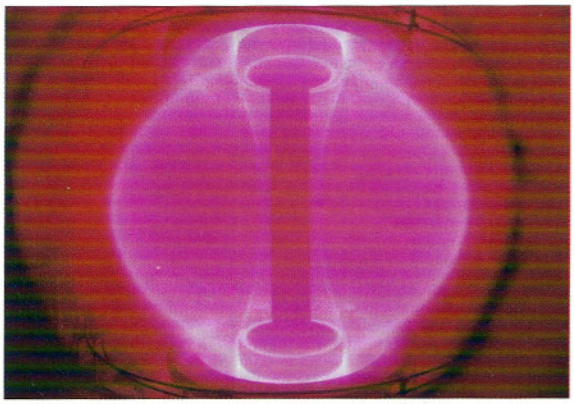


L'impianto sperimentale ITER (fig. 1), con inizio costruzione nel 2006 e primo avviamento nel 2016, dovrà essere in grado di produrre un plasma all'idrogeno di forma toroidale a 100 milioni di °C e produrre una potenza di 500 MW. Si tratta di un progetto prototipo svolto in comune (sotto gli auspici della IAEA - International Atomic Energy Agency) da Europa, USA, Giappone, Federazione Russa, Cina e Repubblica Coreana, cui partecipa, attraverso l'Euratom, anche la Svizzera.

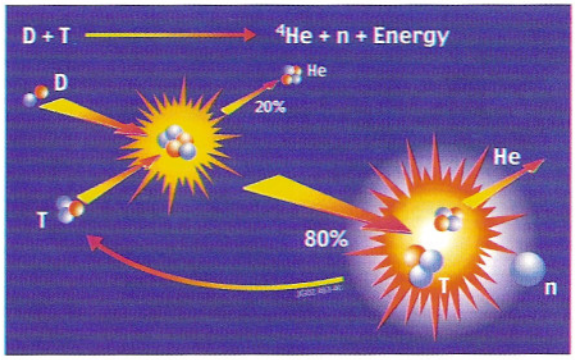
Qualcuno fa notare che in Latino ITER significa "la via", quasi a sottolineare che se l'impianto sperimentale darà i frutti sperati l'umanità avrà accesso a sconfinate riserve di energia; così c'è già chi, con autorevolezza, prevede che nel 2050 si potrà avere accesso a energia da fusione a costi competitivi. La voglia di realizzare la fusione, ovvero di "mettere il sole in scatola" al servizio dei bisogni energetici della umanità, non riveste quindi soltanto aspetti di natura scientifica e tecnologica, ma investe aspetti politico-sociali ed ambientali di dimensione globale, poiché implica la pianificazione e lo sfruttamento futuro delle risorse energetiche del pianeta.

Vale la pena ricordare che:

- la fissione è una reazione nucleare in cui un nucleo pesante si spezza per dare origine a due nuclei più leggeri, in modo tale che la somma delle masse del nucleo di partenza è superiore alla somma delle masse dei nuclei che si ottengono dopo il processo di fissione; la differenza di massa si ritrova nel processo sotto forma di energia secondo la famosa Legge di Einstein ($\Delta E = \Delta m \times c^2$);
- la fusione è una reazione nucleare in cui due nuclei leggeri si uniscono per dare origine a un nucleo più pesante, in modo tale che la somma delle masse dei nuclei di partenza è superiore alla massa del nucleo che si ottiene dopo il processo di fusione; la differenza di massa si ritrova nel processo sotto for-



Innesco di un plasma (gas ionizzato ad alta temperatura, ovvero un "brodo" di ioni - nuclei ed elettroni)



La reazione di fusione nell'ITER è basata su deuterio (D) e trizio (T) che mostrano un'elevata "sezione d'urto" (probabilità di accadimento della fusione); essa produce particelle alfa - ovvero nuclei di elio (He) - e neutroni (n) liberando energia; ha il massimo di probabilità di accadere a 1000 milioni di °C, e, comunque, perché possa aver luogo, non si può scendere sotto i 100 milioni °C e determinati valori di densità

ma di energia secondo la famosa Legge di Einstein ($\Delta E = \Delta m \times c^2$).
L'attuale tecnologia di sfruttamento dell'energia nucleare per la produzione di energia elettrica è basata esclusivamente sulla fissione di materiali pesanti. La possibilità, anche se di lungo termine, di realizzare la fusione rivoluzionerebbe in senso estremamente positivo ogni prospettiva di sviluppo, di sfruttamento delle risorse energetiche del pianeta e di difesa dell'ambiente.
Dal grafico di figura 2 si vede che l'energia di legame per numero di nucleoni (particelle costituenti il nucleo, ovvero protoni e neutroni) passando dagli elementi leggeri (idrogeno, deuterio, trizio, elio, litio, etc.) prima aumenta fino a raggiungere un massimo (zona del ferro, che è una zona di stabilità) per poi diminuire fino alla zona degli elementi più pesanti (transuranici). Inoltre la differenza di pendenza della curva nella zona degli elementi leggeri e in quella degli elementi pesanti indica che, in teoria, le energie estraibili per reazione attraverso la fusione di opportuni elementi leggeri sono più ampie di quelle estraibili da elementi pesanti.
Si valuta che qualora l'ITER dovesse dare i risultati attesi, si potrà disporre di riserve di combustibile (miscela di deuterio D e trizio T) praticamente inesauribili, a bassissimo costo (qualche milione di dollari l'anno per una centrale da 1000 MW). Il deuterio, ad esempio, è abbondante nell'acqua (30 g/m^3) e può essere estratto per via elettrolitica. Il trizio, invece, è presente in abbondanza nella crosta terrestre e in debole concentrazione negli oceani; può essere recuperato, inizialmente, dai reattori a fissione di tipo CANDU e successivamente "coltivato" nello stesso reattore a fusione trasformando schermi neutronici al Litio (Li) per effetto delle seguenti reazioni:

Neutroni termici:	n + ^{6}Li -> ^{4}He + T + 4.78 MeV
Neutroni sopra 2.5 MeV:	n + ^{7}Li -> ^{4}He + T + n

I vantaggi operativi ed ambientali dell'ITER non sono certo la parte più trascurabile del progetto.
Ad esempio le emissioni serra sono azzerate e la perdita di controllo del reattore è praticamente impossibile poiché l'arresto del combustibile ferma la reazione che è già essa stessa estremamente sensibile (in termini di stabilità, pena lo spegnimento) alle perturbazioni esterne. La temporanea assenza incidentale di raffreddamento può contare su una forte inerzia termica del reattore (si valutano tempi dell'ordine della settimana). A fine vita d'impianto le operazioni di decommissioning (smantellamento) sono molto più agevoli rispetto ad un impianto nucleare convenzionale, perché i tempi di decadimento radioattivo dei materiali attivati e/o contaminati sono dell'ordine di decine di anni (per esempio 50 anni). Il contenimento del reattore è progettato anche per eventi esterni violenti e, comunque, in caso di perdita di contenimento potrebbe essere rilasciato trizio, che però è un gas debolmente radioattivo ed anche in caso di rilascio totale le dosi entro il recinto di centrale sono estremamente contenute rispetto ad un impianto nucleare a fissione.
I costi da parte europea per la realizzazione del progetto e degli esperimenti necessari dovrebbero aggirarsi nell'intorno della decina di miliardi di euro con una ricaduta diretta sull'occupazione di 4000 posti di lavoro (naturalmente essendo il sito francese c'è da presupporre che sarà la Francia per prima a beneficiare delle ricadute economiche ed occupazionali).
Per chi volesse approfondire si suggerisce di visitare i siti http://www.iter.org nonché http://www.efda.org.

FLASH

ITIS Feltrinelli

Sono aperte le pre-iscrizioni all'ITIS Feltrinelli, per perito termotecnico serale per le classi 1, 2, 3, 4, e 5 sia per coloro che ancora non hanno conseguito un diploma, sia per i diplomati che desiderino prenderne un secondo od un terzo. Detto corso è indirizzato anche a coloro che hanno il patentino sui generatori di vapore di primo, di secondo e di terzo grado nonché a chi ha frequentato il corso di frigorista.
Orario iscrizioni: dalle ore 10 alle 12 e dalle ore 18.20 alle 22.45.
Unico ITIS statale per periti termotecnici dell'Italia Settentrionale. Lezioni ed esercitazioni di tutte le materie, pubblicate su internet. Sabato libero dagli impegni scolastici.
Per informazioni: ITIS Feltrinelli - P.zza Tito Lucrezio Caro, 8 - 20136 Milano - Tel. 02.83.76.741 - Fax 02.83.76.744 - Sito: www.itisfeltrinelli.it