

## Strumenti personali



Contiene il **Contenuto** della **Fotografia Scientifica 2017**

Visite **partecipa** ⊗

- Voce
- Discussione

ora!

- Leggi
- Modifica
- Modifica wikitesto
- Cronologia

# Reattore nucleare a fusione

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

Altro

Ricerca

In **ingegneria energetica** e **nucleare** un **reattore nucleare a fusione** è un tipo di **reattore nucleare** in grado di gestire una reazione di **fusione nucleare** in modo controllato.<sup>[1]</sup> Allo stato attuale non esistono reattori nucleari a fusione operativi per produrre **energia elettrica** a scopi civili: gli unici impianti operativi esistenti sono piccoli impianti sperimentali di ricerca in grado di sostenere la reazione di fusione nucleare per un tempo molto ridotto.

Si stanno effettuando ingenti **investimenti** in questo tipo di reattori anche se si ritiene che i primi impianti potranno essere operativi solo intorno al 2050.<sup>[2]</sup>

**Contatti**

**Indice** [nascondi]

Strumenti

- Opzioni per il confinamento del plasma di fusione
- 1 Sviluppo attuali e futuri
- 2 Vantaggi
- 2.2 Svantaggi
- 3 Ricerca sulla fusione nucleare boro-protone a confinamento laser
- 4 Note
- 5 Collegamenti esterni
- 6 Altri progetti

Elemento Wikidata

## Opzioni per il confinamento del plasma di fusione [modifica | modifica wikitesto]

Diverse opzioni per il confinamento del **plasma** di fusione sono attualmente considerate:

- **Confinamento magnetico**: è la strategia principale per **Europa**, **Giappone**, **Corea**. Le prestazioni migliori sono state raggiunte in configurazione **tokamak**, negli esperimenti **JET** ed **JT60-U**;<sup>[3]</sup> il futuro esperimento **ITER**, ancora lontano dall'essere un reattore per la produzione di energia elettrica, dovrà fornire risposte definitive sulle prestazioni raggiungibili da un tokamak. Una opzione alternativa è la configurazione **stellarator**, studiata negli esperimenti **WX-7** in Europa, ed **LHD** in Giappone. La configurazione **RFP** non è più considerata per un reattore, ma rimane di interesse per studi di turbolenza e confinamento di plasma. Un reattore a confinamento magnetico può funzionare in maniera continua sostenendo la scarica di plasma tramite riscaldamenti addizionali come gli **NBI** o riscaldamenti ad onde (e.g. **ECRH**).
- **Confinamento inerziale**: tramite l'impiego di laser, o metodi alternativi, è una strategia perseguita principalmente dagli USA. La *proof of principle* per il confinamento laser è stata data dall'esperimento **NIF**, che ha prodotto una reazione di fusione con generazione di energia pari a quella consumata per ottenerla. L'esperimento **Z** presso **SNL** sfrutta la forza di Lorentz generata dal passaggio di correnti elevatissime per il confinamento (Z-pinch) e detiene il record per la temperatura più alta mai ottenuta in laboratorio. Ambedue questi sistemi permetterebbero solo un funzionamento pulsato, con sostituzione della capsula di combustibile decine di volte per secondo.

Attualmente, solamente l'Europa si è data una roadmap<sup>[4]</sup> verso l'energia elettrica da fusione. Tramite EUROfusion,<sup>[5]</sup> fondato nel 2013, è iniziata la progettazione di un reattore a confinamento magnetico in

grado di produrre energia elettrica (DEMO), di cui si inizierà la costruzione nel caso in cui ITER dimostri la produzione di energia termica con un netto guadagno sul consumo di energia.

## Sviluppi attuali e futuri [[modifica](#) | [modifica wikitesto](#)]

Tra i vari progetti di ricerca il più ambizioso attualmente è il progetto internazionale **ITER**. Il progetto ITER punta a sviluppare un reattore sperimentale in grado di sostenere una reazione di fusione nucleare per diversi minuti. Il progetto ITER ha un budget di 16 miliardi di Euro<sup>[6]</sup> e va sottolineato che non mira a produrre direttamente energia elettrica ma punta a dimostrare la capacità dell'impianto di sostenere una reazione nucleare controllata basata sulla fusione nucleare che produca più energia di quanta ne consumi.<sup>[7]</sup>

Oggi è in corso la costruzione in scala 1:1 del primo reattore per la fusione del progetto ITER nel sito scelto di **Cadarache** in Francia è prevista la produzione del primo plasma entro il 2020.<sup>[8][9]</sup>

La produzione di energia elettrica verrà demandata al progetto successivo chiamato **DEMO**. DEMO si avvantaggerà dell'esperienza derivata dal progetto ITER e integrerà il reattore con tutte le infrastrutture necessarie alla produzione di energia elettrica in modo efficiente. Per ottenere una buona resa energetica il reattore del progetto DEMO dovrà essere necessariamente più grande del reattore ITER anche se le dimensioni definitive sono ancora oggetto di studio.

Dopo lo sviluppo del progetto DEMO si potranno progettare delle centrali nucleari a fusione per uso industriali che quindi tengano in debita considerazione anche gli aspetti economici legati alla realizzazione delle suddette centrali e che quindi siano convenienti anche dal punto di vista economico. La denominazione provvisoria in ambito europeo del progetto successivo a DEMO è *PROTO*.

## Vantaggi [[modifica](#) | [modifica wikitesto](#)]

La reazione di fusione nucleare produce, come unico tipo di scoria, <sup>4</sup>He che è un gas inerte e assolutamente non radioattivo (secondo la fisica nucleare è il nuclide più stabile possibile), inoltre le centrali a fusione nucleare non produrrebbero energia tramite combustione di combustibili fossili e quindi non inquinerebbero l'atmosfera e, soprattutto, non incentiverebbero l'**effetto serra** (di fatto non avrebbero emissioni di pericolosità rilevante). Inoltre dovrebbero essere in grado di ottenere grandi quantità di energia (la taglia prevista per DEMO è di 1000 MWe, per le centrali successive l'orientamento attuale è di non superare tale taglia unicamente per motivi infrastrutturali). Il peggior isotopo che potrebbe essere disperso nell'ambiente è il **trizio** che ha un **tempo di dimezzamento** di 12,3 anni, un periodo molto ridotto rispetto ad alcuni isotopi prodotti dalle **centrali a fissione** che possono dimezzarsi in migliaia di anni.

Dal punto di vista della sicurezza le centrali a fusione con confinamento magnetico, come ITER e DEMO, non hanno nessuna possibilità di avere un comportamento per cui la reazione possa continuare in assenza del contenimento del plasma. Questo garantisce molto nei confronti delle centrali a fissione, che comunque si basano su reazioni nucleari in cui è possibile avere una **reazione a catena**.

## Svantaggi [[modifica](#) | [modifica wikitesto](#)]

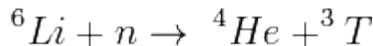
La fusione richiede temperature di lavoro elevatissime, tanto elevate da non poter essere contenuta in nessun materiale esistente. Il **plasma** di fusione viene quindi confinato grazie all'ausilio di campi magnetici di intensità elevatissima. D'altra parte, per raggiungere le alte temperature necessarie a innescare e sostenere la reazione, vi sono varie tecniche possibili. Una delle più promettenti consiste nel concentrare sul plasma in cui deve avvenire la reazione di fusione fasci di onde elettromagnetiche ad elevata frequenza, comunque inferiore alla frequenza della luce visibile. Uno dei problemi attualmente (2007) più studiati è la costruzione delle antenne necessarie a generare questi fasci in ITER. Il tutto rende il processo difficile, tecnologicamente complesso e dispendioso.

I materiali che entrano nella reazione sono il **deuterio**, facilmente reperibile in natura, ed il **trizio**, che invece, a causa del suo breve periodo di decadimento, non è presente in natura. Questo comporta che sia la centrale a dover generare la quantità di trizio richiesta per le reazioni nucleari che dovranno produrre energia (per ITER è prevista una richiesta di trizio di circa 250 g/d, mentre per DEMO, che dovrà funzionare in continuo, la richiesta sarà sensibilmente più elevata). Il trizio è comunque facilmente ottenibile facendo

reagire il litio con un neutrone. Pertanto uno dei componenti chiave della futura centrale energetica a fusione sarà il **blanket**, che è la parte di centrale in cui i neutroni di reazione



reagiscono con <sup>6</sup>Li per formare trizio



il problema di quale sia il miglior sistema per usare il Li nel blanket è completamente aperto ed oggetto degli studi in corso (2007) per DEMO. Dato che deve utilizzare i neutroni generati dal plasma, il blanket deve essere più vicino possibile al plasma stesso, quindi entro il volume in cui è generato il vuoto per conservare la purezza del plasma.

## Ricerche sulla fusione nucleare boro-protone a confinamento laser

[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]

Nel 2004 scienziati russi, diretti da **Vladimir Krainov**, riuscirono a produrre una reazione di fusione nucleare controllata innescata dal confinamento laser, tra **protoni** (atomi d'idrogeno privi dell'elettrone) e atomi di **boro**, alla temperatura di 1 **miliardo** di **kelvin**, senza emissione di **neutroni** o qualsiasi altra particella radioattiva. Purtroppo l'energia richiesta dal laser supera di molto quella prodotta dalla reazione.<sup>[10][11][12]</sup> Gli scienziati del Lawrence Livermore Laboratory in California hanno compiuto un passo avanti interessante anche se limitato: come hanno spiegato sulla rivista scientifica **Nature**, sono riusciti ad ottenere l'1 % di energia in più di quella bruciata per accendere la fusione; sono arrivati, cioè, all'ignizione.

## Note

[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]

- ↑ (**EN**) IUPAC Gold Book, "nuclear reactor"
- ↑ L'insieme delle decisioni strategiche per l'utilizzo della fusione come fonte di energia è noto come *fast track*: si veda per es. il sito di ITER, http://www.iter.org/fast\_track.htm
- ↑ *record achieved for the Q value, the ion temperature and the fusion triple product* .
- ↑ Romanelli, F., P. Barabaschi, D. Borba, G. Federici, L. Horton, R. Neu, et al., *A roadmap to the realisation of fusion energy*. , 2012.
- ↑ *EUROfusion* .
- ↑ (**EN**) Matt McGrath, *Deal finalised on fusion reactor* , www.bbc.co.uk, (29 July 2010).
- ↑ M. Shimada, D.J. Campbell, V. Mukhovatov, M. Fujiwara, N. Kirneva, K. Lackner, M. Nagami, V.D. Pustovitov, N. Uckan and J. Wesley, editors, *Progress in the ITER Physics Basis* , Nuclear Fusion **47** (IAEA, Vienna,2007), S1-S414.
- ↑ (**EN**) *Time schedule di ITER*  (URL consultato il 30/4/2013)
- ↑ (**EN**) *Will the ITER project schedule be affected by the natural disaster in Japan in any way?*
- ↑ LE SCIENZE :Scienziati russi riescono a produrre una reazione di fusione fra protoni e atomi di boro senza emissione di neutroni e particelle radioattive
- ↑ V.P. Krainov *Laser induced fusion in a boron-hydrogen mixture*
- ↑ H. Horaa, G.H. Mileyb, M. Ghorannevissc, B. Malekyniac and N. Azizib *Laser-optical path to nuclear energy without radioactivity: Fusion of hydrogen–boron by nonlinear force driven plasma blocks*

## Collegamenti esterni

[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]

- (**EN**) IAEA - Nuclear Power Reactors in the World, 2012 edition
- (**EN**) Sito ufficiale ITER

## Altri progetti

[[modifica](#) | [modifica wikitestò](#)]

- Wikizionario** contiene il lemma di dizionario «**reattore**»



V · D · M

## Energia da fusione

[mostra]



[Portale Energia nucleare](#)



[Portale Fisica](#)



[Portale Ingegneria](#)

Categorie: [Produzione di energia elettrica](#) | [Ingegneria nucleare](#) | [Fusione nucleare](#)

Questa pagina è stata modificata per l'ultima volta il 7 ago 2015 alle 17:43.

Il testo è disponibile secondo la [licenza Creative Commons Attribuzione-Condividi allo stesso modo](#); possono applicarsi condizioni ulteriori. Vedi le [Condizioni d'uso](#) per i dettagli. Wikipedia® è un marchio registrato della [Wikimedia Foundation, Inc.](#)

[Politica sulla privacy](#) [Informazioni su Wikipedia](#) [Avvertenze](#) [Sviluppatori](#) [Versione mobile](#)

