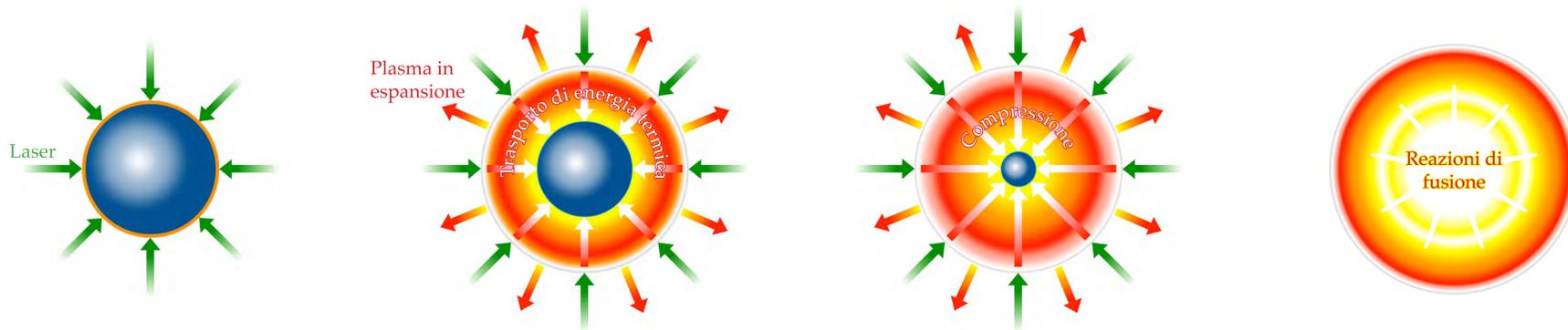


La fusione inerziale è, insieme alla fusione magnetica, uno dei due approcci proposti per realizzare la fusione termonucleare controllata. Si basa sull'impiego di laser di alta potenza che, grazie al processo di ablazione del plasma dalla superficie di una capsula di combustibile, innesca la fusione nucleare.

Lo schema di base



Il laser scalda rapidamente la superficie della capsula costituita da Deuterio e Trizio criogenici, creando intorno ad essa un guscio di plasma in espansione

Il plasma creato dal laser si espande verso l'esterno ad alta velocità. In questo modo, per reazione, il materiale combustibile viene compresso verso il centro della capsula

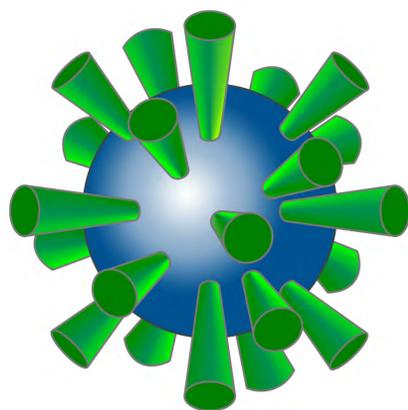
Durante la parte finale della compressione, il combustibile nel centro della capsula raggiunge una densità massima di oltre 30 volte quella del piombo ed una temperatura di 100.000.000 °C

La densità e la temperatura raggiunta dal combustibile nel centro della capsula sono tali da innescare le reazioni termonucleari, che si propagano dal centro verso l'esterno della sfera

Come irraggiare il bersaglio?

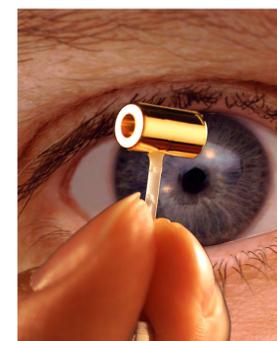
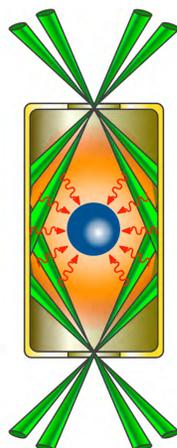
Irraggiamento diretto

- Lo schema ad irraggiamento diretto prevede che il bersaglio sia illuminato direttamente dal laser
- Questo è lo schema più immediato
- Minime disomogeneità nell'illuminazione superficiale del bersaglio possono innescare instabilità idrodinamiche che riducono l'efficienza di compressione della capsula



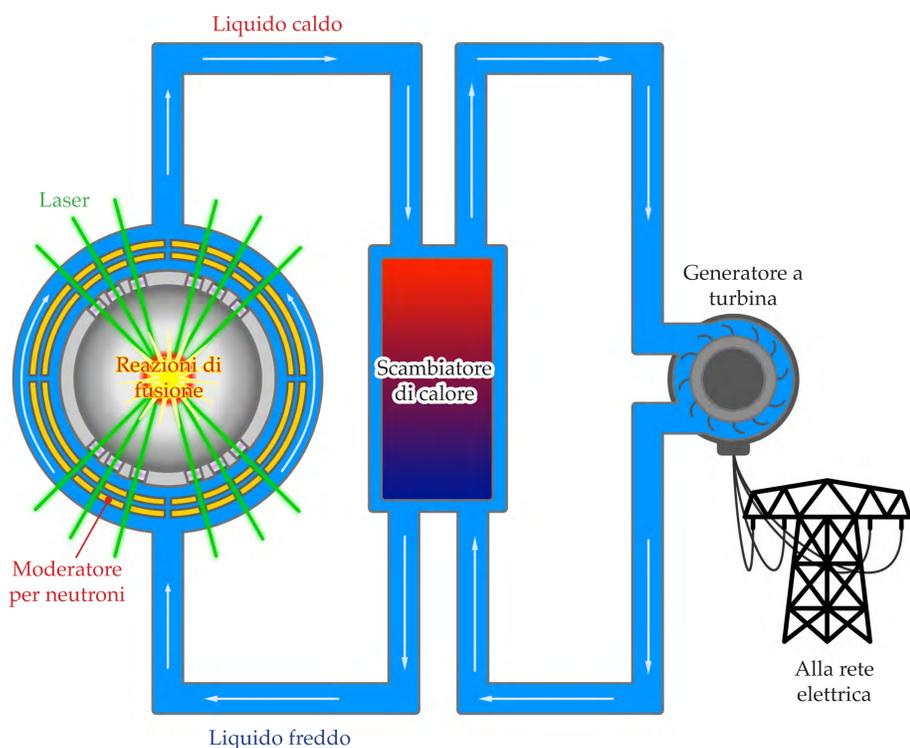
Irraggiamento indiretto

- Nello schema ad irraggiamento indiretto il laser non colpisce direttamente il bersaglio. Si utilizza un cilindretto cavo, detto "hohlraum", le cui pareti interne sono rivestite di oro
- Il laser viene focalizzato sulla superficie interna dell'hohlraum, lo strato di oro si riscalda e genera raggi X, che riempiono la cavità, agendo in modo omogeneo sul bersaglio, innescandone il processo di compressione



La centrale a fusione inerziale

- La reazione di fusione nucleare che è più favorevole per la produzione di energia è $D + T \rightarrow He^4 + n$ ovvero un nucleo di Deuterio, composto da un protone e da un neutrone, si fonde con un nucleo di trizio, costituito da un protone e due neutroni
- Il risultato della reazione è la produzione di un neutrone ed un nucleo di Elio, formato da due protoni e due neutroni
- I neutroni così generati trasportano la maggior parte dell'energia prodotta dalle reazioni di fusione sotto forma di energia cinetica
- In un futuro reattore i bersagli verranno fatti esplodere tramite irraggiamento di laser con una frequenza di qualche esplosione al secondo
- I neutroni veloci sono rallentati all'interno di un materiale detto moderatore
- In questo modo il moderatore si riscalda e viene raffreddato da un circuito di liquido
- Il calore assorbito dal liquido viene ceduto, tramite uno scambiatore, ad un secondo circuito, che mette in movimento una turbina
- L'energia elettrica prodotta dalla turbina viene quindi immessa nella rete elettrica

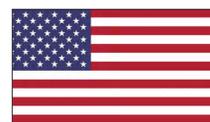


Struttura di un bersaglio



- Il design di un bersaglio per la fusione inerziale è attualmente costituito di tre parti: l'ablato, un guscio di combustibile (Deuterio e Trizio) criogenico ed una parte centrale contenente vapore di Deuterio e Trizio
- L'ablato ha la funzione di ridurre gli effetti delle disomogeneità dell'irraggiamento del laser e di trasferire l'energia del laser stesso al materiale combustibile che si trova subito sotto
- Il guscio di Deuterio e Trizio criogenico si contrae per reazione dinamica verso il centro della capsula, comprimendo a sua volta il vapore

Esperimenti attuali



USA
National Ignition Facility (NIF)
• 192 fasci laser che trasportano ognuno 10 kJ
• Attualmente funzionante



Francia
Laser Mega Joule (LMJ)
• 176 fasci laser, a cui sarà associato il laser PeTAL
• Ha iniziato le operazioni nel 2015



Unione Europea
High Power Energy Research facility (HiPER)
• Attualmente nella fase di design preliminare
• Unico impianto dedicato solo ad usi scientifici



Russia
UFL-2M laser in Sarov
• 192 fasci, per un totale di 2.8 MJ
• Attualmente nella fase di design



Cina
Shenguang 4
• Attualmente nella fase di design
• Energia totale circa 1.5 MJ