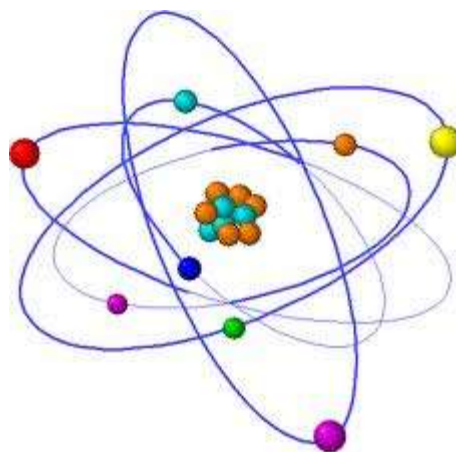
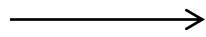


Energia nucleare



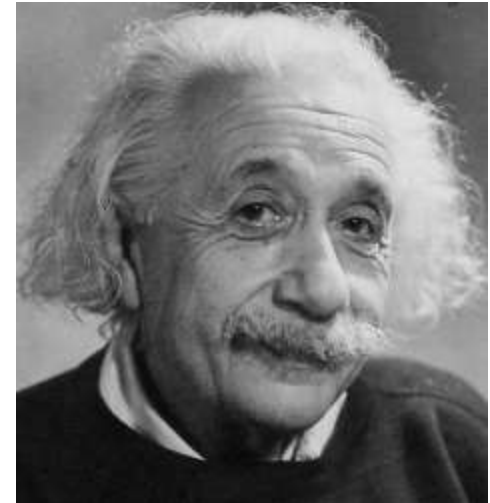
Cos'è?



Con **energia nucleare** si intendono tutti quei fenomeni in cui si ha la produzione di energia in seguito a trasformazioni nei nuclei atomici

L'energia nucleare è data dalla fissione o dalla fusione del nucleo di un atomo. La prima persona che intuì la possibilità di ricavare energia dal nucleo dell'atomo fu lo scienziato Albert Einstein nel 1905.

Egli teorizzò anche la quantità di energia che si può sviluppare secondo la nota formula



$$E = mc^2$$

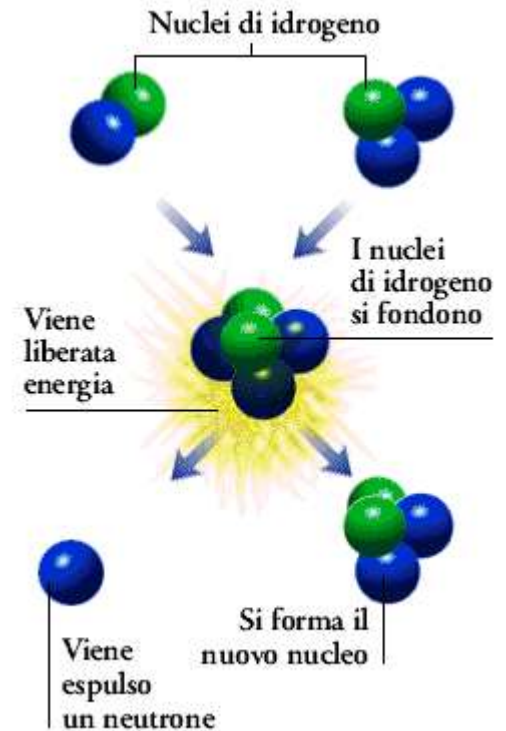
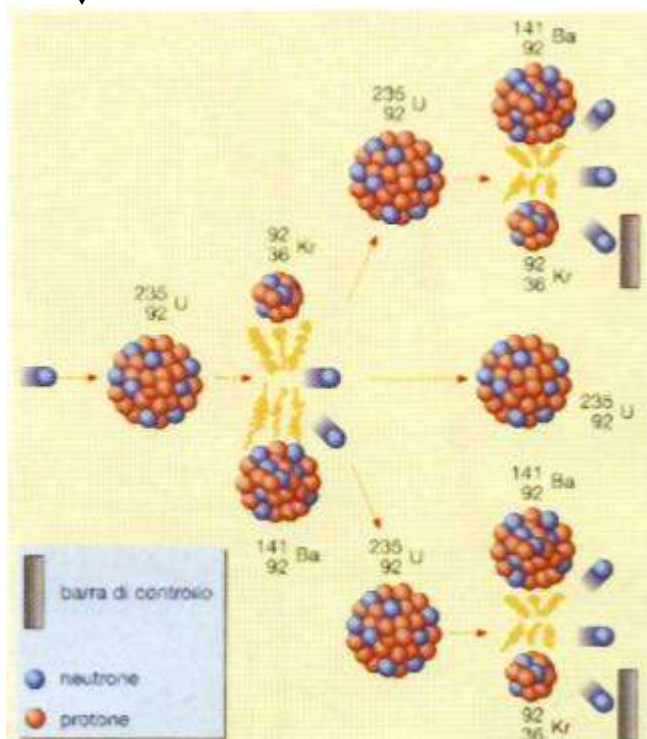
E rappresenta l'energia, espressa in joule ($= \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$);

m rappresenta la massa trasformata, espressa in chilogrammi (kg);

c rappresenta la velocità della luce, espressa in m/s (299 792,458 km/s, generalmente approssimata a 300.000 km/s = 300.000.000 m/s). Pertanto $c^2 = 9 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$.

Per ricavare energia dal nucleo dell'atomo esistono due procedimenti opposti:

- la fissione (rottura) di un nucleo pesante
- la fusione (unione) di nuclei leggeri



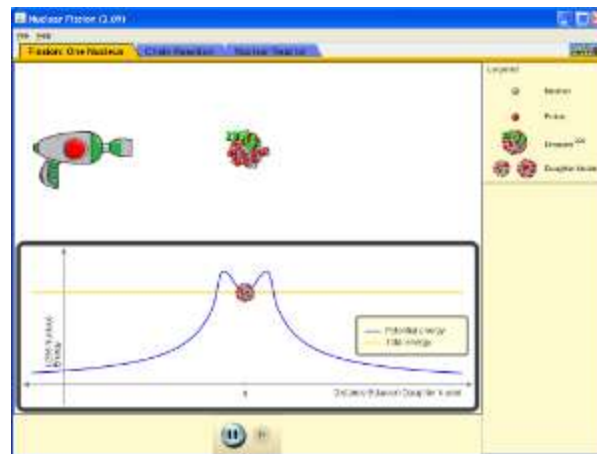
La fissione nucleare

La fissione consiste nel rompere il nucleo dell'atomo per farne scaturire notevoli quantità di energia: quando un neutrone colpisce un nucleo *fissile* (ad esempio di uranio-235), questo si spacca in due frammenti e lascia liberi altri due o tre neutroni (mediamente 2,5).

La somma delle masse dei due frammenti e dei neutroni emessi è leggermente minore di quella del nucleo originario e di quelle del neutrone che lo ha fissionato: la massa mancante (massa trasformata) si è trasformata in energia.

La percentuale di massa trasformata in energia si aggira attorno allo 0.1%, cioè per ogni kg di materiale fissile, 1 g viene trasformato in energia dando luogo a 18,7 milioni di Kwh (1Kg di carbone sviluppa 1,6 Kwh di energia).

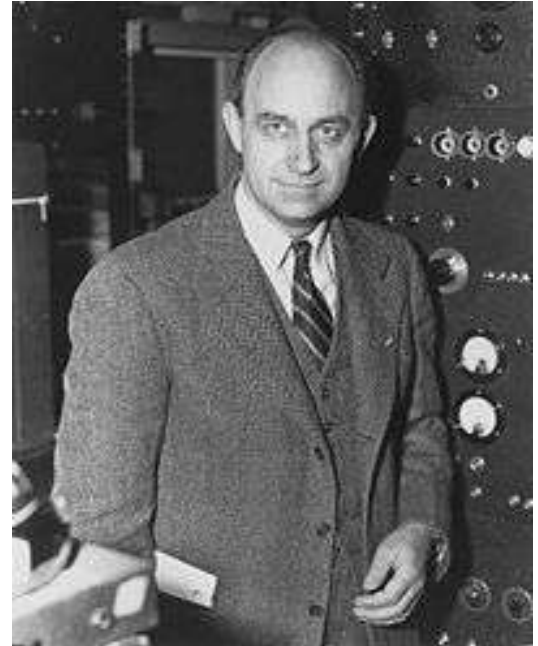
Se accanto al nucleo fissionato se ne trovano altri in quantità sufficiente e in configurazione geometrica adatta (massa critica), si svilupperà una reazione a catena in grado di auto sostenersi per effetto delle successive fissioni dei nuclei causate dai neutroni secondari emessi dalla prima fissione.



La reazione a catena è stata utilizzata dallo scienziato italiano Enrico Fermi per realizzare negli Stati Uniti il primo reattore nucleare.

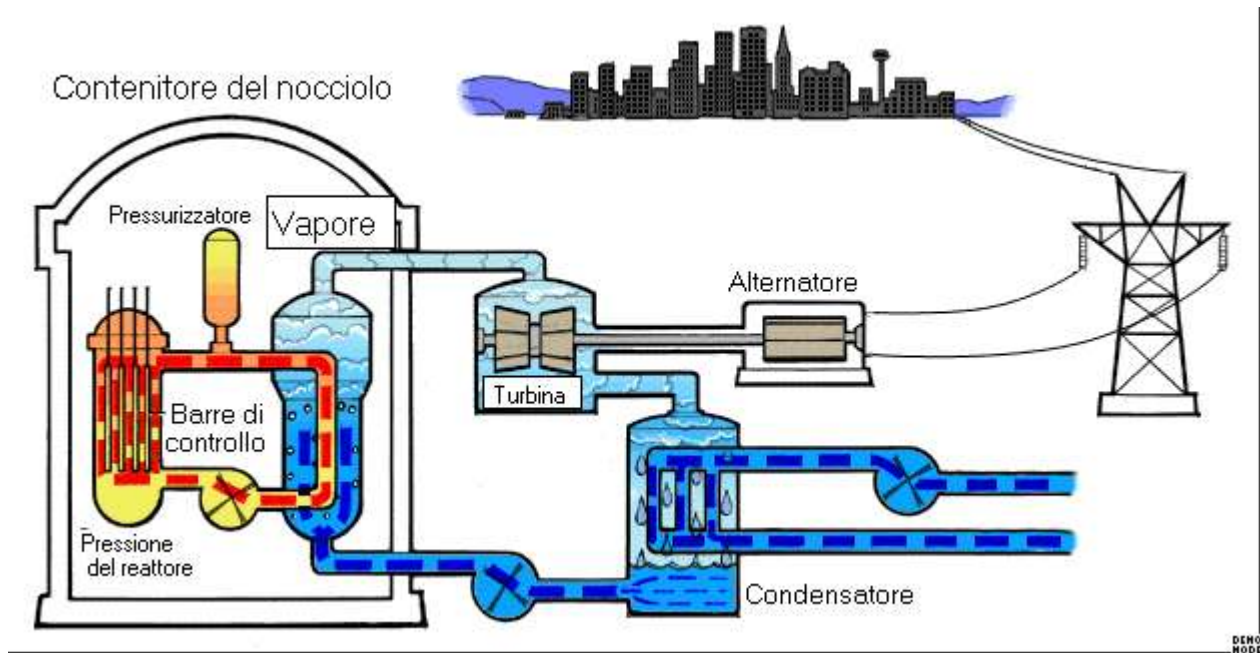
Utilizzando questo tipo di reazione nucleare si sono costruite le centrali nucleari che trasformano l'energia dell'uranio in energia elettrica.

[Video esplicativo](#)

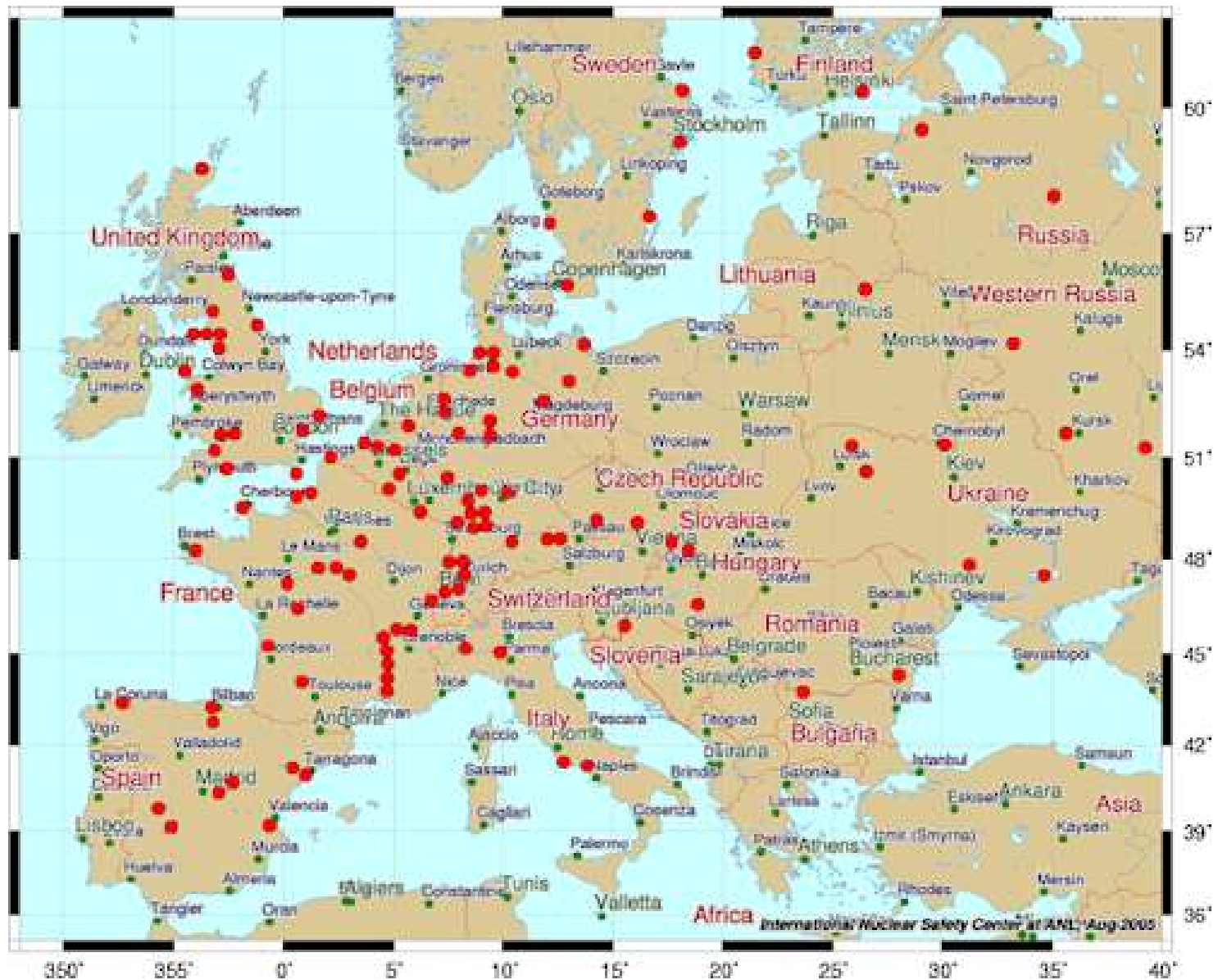


Funzionamento di una centrale nucleare

In una centrale nucleare a fissione, refrigerata ad acqua, come in ogni centrale termoelettrica basata su un ciclo al vapore, avviene una reazione che libera calore utilizzato per la vaporizzazione dell'acqua e quindi per la generazione di lavoro meccanico che fa girare una turbina collegata ad un alternatore. **Il principio fisico alla base della generazione del calore in una centrale nucleare è la *fissione nucleare controllata*, ovvero la scissione del nucleo di atomi pesanti quali uranio e plutonio.**



Le centrali nucleari in Europa

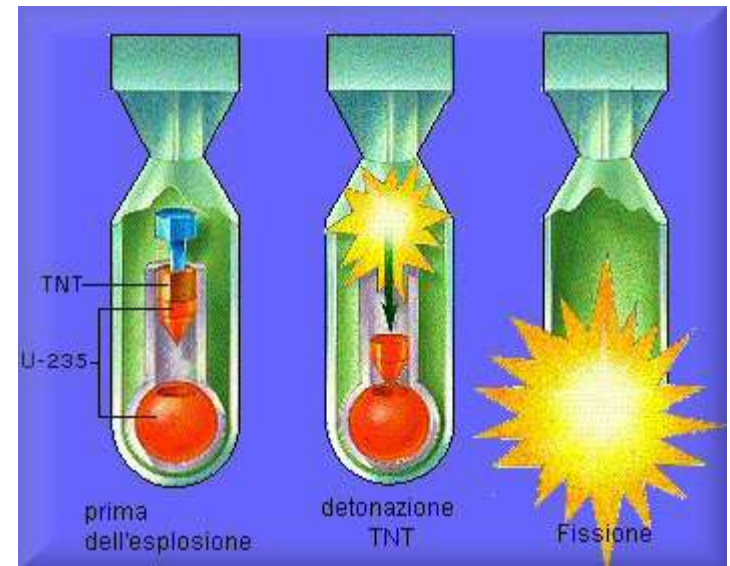
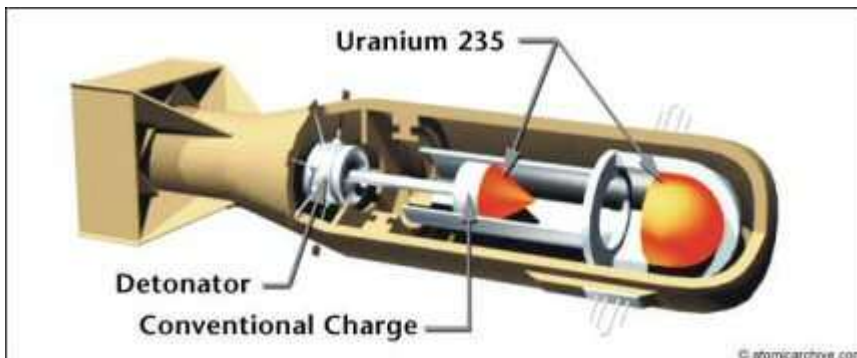


Uso scorretto del nucleare

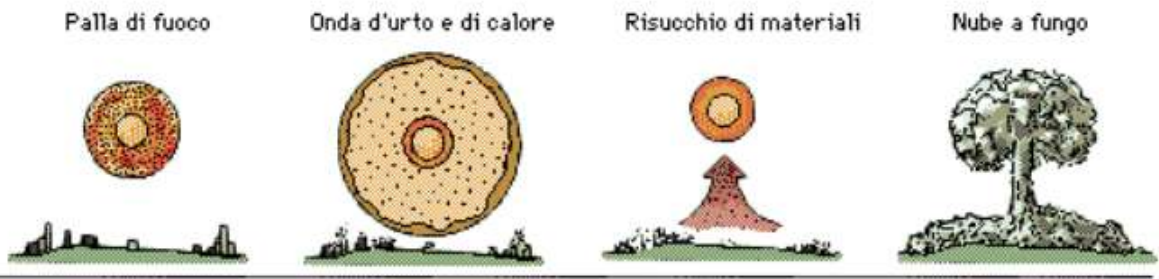
Purtroppo la fissione nucleare non viene solo usata per far funzionare le centrali, ma anche per la costruzione delle bombe atomiche

Per l'innesco della reazione a catena da parte di neutroni è necessario che la massa che subisce la fissione sia resa critica solo all'istante dell'esplosione. Quest'ultima condizione si può realizzare con 2 sistemi:

Il primo sistema, usato anche nella bomba utilizzata su Hiroshima fu quello di dividere la massa critica in due o più parti subcritiche all'interno di un cilindro, e al momento voluto unite mediante una carica di esplosivo convenzionale (normalmente c4). Quando il c4 esplode le due parti vengono unite a grande velocità formando una massa critica o ipercritica che istantaneamente dà origine alla reazione a catena e quindi all' esplosione. Questo sistema di innesco può essere utilizzato solo con l'uranio235.



Il secondo sistema di innesco è un po' più complicato ma permette di usare come materiale l'uranio 238 o il plutonio, questo sistema è stato usato per la bomba su Nagasaki. Il secondo metodo si basa sul fatto che una massa subcritica, se fortemente compressa, può trasformarsi in una massa critica o ipercritica. Questo tipo di bomba è di forma sferica, nel centro di essa c'è il materiale fissile, tutto intorno si trova un esplosivo di tipo chimico che una volta innescato comprime con una grandissima forza la massa subcritica, trasformandola in ipercritica e quindi facendola esplodere. Per ottenere il massimo della capacità distruttiva la bomba deve esplodere ad una certa distanza dal suolo

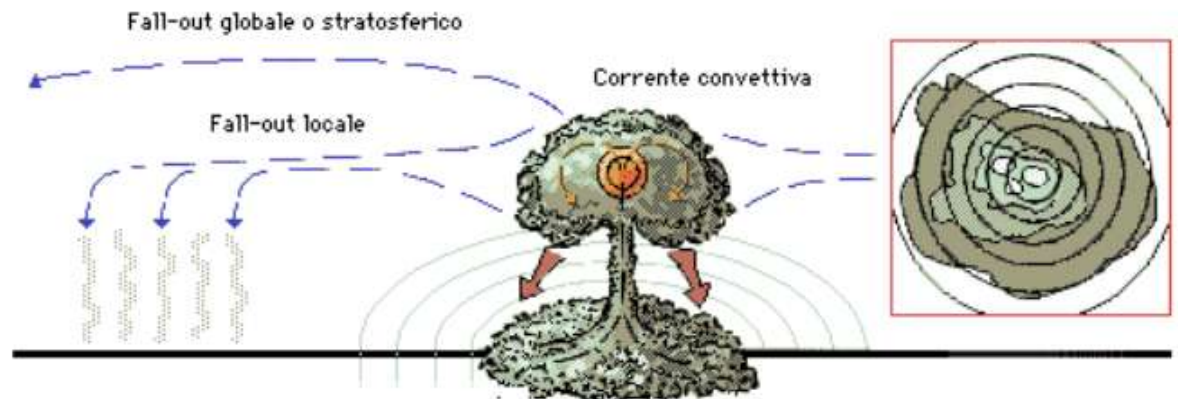


Bomba su Hiroshima

Bomba atomica parte 1

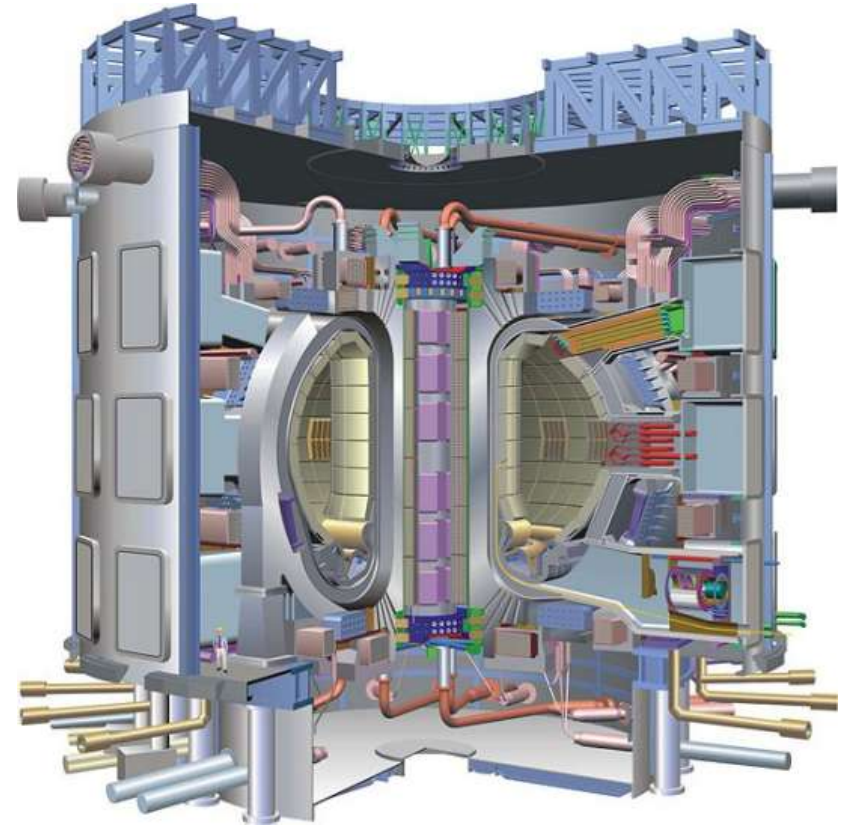
Bomba atomica parte 2

Dal programma "Ulisse" per non dimenticare



La fusione nucleare

Il processo di fusione consiste nell'unire tra loro due o più nuclei leggeri per ottenerne uno più pesante che è però più leggero della somma dei due di partenza; esso è quindi l'inverso della fissione. Per far avvenire il fenomeno è necessario portare la materia allo stato di plasma mediante temperature all'ordine di dieci milioni di gradi. Una volta innestato il processo di fusione le enormi quantità di energia liberate danno luogo a fusioni su vasta scala. I processi di fusione nucleare danno una quantità di energia in genere dieci volte superiore a quella liberata nei processi di fissione. Il sole funziona secondo questo principio. In un gas costituito dagli isotopi pesanti dell'idrogeno, deuterio e trizio, ogni evento di fusione rilascia un'energia pari a 17,6 MeV, che si trasforma in energia termica, determinando un rapido riscaldamento del gas circostante. **Perché il processo sia vantaggioso è necessario confinare il plasma entro uno spazio ridotto**, così da aumentare il più possibile il numero degli eventi di fusione.



Nuovi passi verso l'uso pacifico della fusione

- Gli scienziati della fusione nucleare si pongono un ambizioso traguardo: dimostrare entro il 2026 che i processi energetici del Sole e delle stelle potranno essere utilizzati sulla Terra per alimentare i crescenti bisogni di energia delle nostre società. Le tappe per raggiungerlo sono coordinate dal prof. Francesco Romanelli, direttore dell'European Fusion Development Agreement (EFDA), il programma comunitario che coordina i laboratori europei impegnati in studi teorici e sperimentali sulla fusione nucleare.
- **Gli scienziati vogliono consegnare al mondo entro una decina di anni ITER, il reattore che dovrà dimostrare la fattibilità scientifica della fusione nucleare.** ITER, la cui costruzione è già iniziata a Cadarache, in Francia, è un progetto internazionale sottoscritto da Europa, Stati Uniti, Cina, Russia, India, Giappone e Corea del Sud.



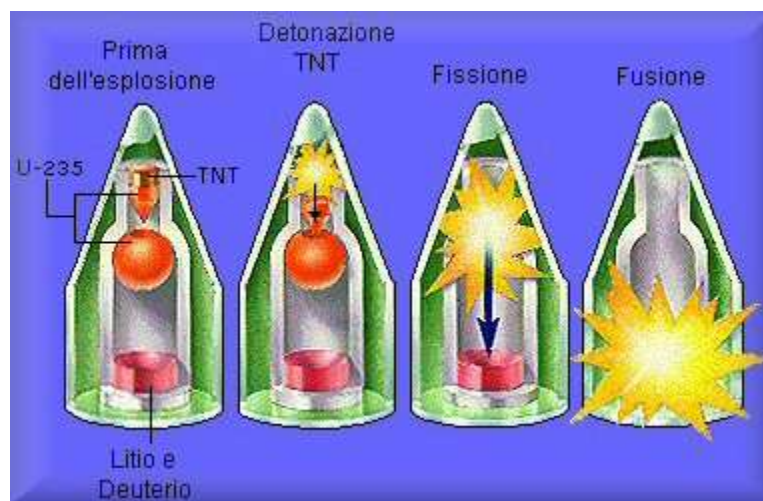
[filmato](#)

Uso militare della fusione

Purtroppo gli studi per l'uso civile della fusione hanno bisogno ancora di alcuni anni per dare dei risultati. Meno difficoltoso è stato trovare il metodo di produrre fusioni nucleari a scopo militare.

In pratica le enormi difficoltà dovute alla resistenza delle forze repulsive che si oppongono all'unione degli atomi di deuterio e trizio sono state vinte portando la materia allo stato di plasma mediante temperature all'ordine di dieci milioni di gradi. Questo fatto, che ostacola l'uso civile della fusione, è stato risolto facendo detonare una bomba a fissione (bomba atomica) disposta accanto ad una massa di idrogeno, dentro un cilindro metallico di un materiale speciale. In questo modo si è realizzata la bomba H.

Bomba H



Tsar Bomb

la bomba termonucleare più potente mai sperimentata

RDS-220 è stata la più potente bomba all'idrogeno mai sperimentata dall'uomo.

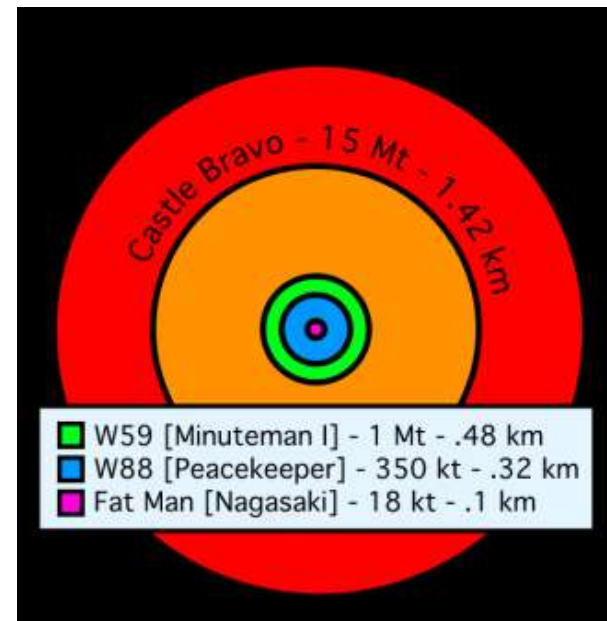
Fu costruita in Unione Sovietica nel 1961 da un gruppo di lavoro capeggiato da Andrej Dmitrievič Sakharov.

Il suo potere esplosivo era di quasi 57 megatoni, ovvero quasi 5 000 volte quello della bomba sganciata su Hiroshima.

La bomba fu sganciata il 30 ottobre 1961 alle ore 8:33 da un Tupolev Tu-95 opportunamente modificato, rivestito da una speciale vernice termoriflettente, nella baia di Mitjušicha, a nord del Circolo Polare Artico, e fu fatta esplodere a 4 000 metri dal suolo con l'ausilio di un gigantesco paracadute.

La sfera di plasma ("*fireball*") si espanse fino a un diametro di 8 chilometri: toccò il suolo e quasi raggiunse l'altitudine del Tu-95 al momento del rilascio dell'ordigno.

Il primo stadio era una bomba a fissione nucleare, utilizzata per comprimere e scaldare del carburante di fusione nucleare (il secondario), per poi passare all'avvio di una molteplicità di "terzi stadi" molto più grandi.



Effetti dell'esplosione della [Tsar Bomb](#)

- nonostante il cielo fosse nuvoloso, il lampo venne visto a 1.000 chilometri di distanza
- uno dei testimoni riferì di aver percepito l'abbagliamento (anche attraverso gli occhiali protettivi) e il surriscaldamento della pelle alla distanza di 270 km
- un'onda d'urto venne registrata nell'insediamento di Dickson, a 700 km
- vennero danneggiate le imposte in legno delle case sino a 900 km dall'ipocentro (Finlandia)
- tutti gli edifici di Severny (realizzati in mattoni e legno), a 55 km di distanza, vennero completamente distrutti
- le comunicazioni radio rimasero interrotte per quasi un'ora
- le perturbazioni atmosferiche generate dall'esplosione fecero tre volte il giro della terra
- il "fungo" causato dallo scoppio raggiunse l'altezza di 64 chilometri
- l'area di "completa distruzione" si estese sino a 25 chilometri dall'ipocentro, mentre si osservarono danni sostanziali alle abitazioni sino a 35 chilometri. In alcuni casi, l'irregolare propagazione dell'onda d'urto in esplosioni atmosferiche di eccezionale potenza può provocare danni sino a 1.000 chilometri di distanza
- Il lago che si è creato in seguito alla formazione del cratere lasciato dall'esplosione, si può osservare dal satellite alle coordinate 73°32'18"N , 54°44'1"E

[Altro filmato](#)

L'incidente di Chernobyl

25 anni dopo

Il disastro di Chernobyl è stato il più grave incidente nucleare della storia, l'unico al livello 7 (il massimo) della scala INES dell'IAEA.

Avvenne il 26 aprile 1986 alle ore 1:23:45 presso la centrale nucleare V.I. Lenin di Chernobyl in Ucraina. Nel corso di un test definito "di sicurezza" (già eseguito senza problemi di sorta sul reattore n°3), furono paradossalmente violate tutte le regole di sicurezza e di buon senso portando ad un brusco e incontrollato aumento della potenza (e quindi della temperatura) del nocciolo del reattore numero 4 della centrale: si determinò la scissione dell'acqua di refrigerazione in idrogeno ed ossigeno a così elevate pressioni da provocare la rottura delle tubazioni di raffreddamento. Il contatto dell'idrogeno e della grafite incandescente con l'aria, a sua volta, innescò una fortissima esplosione e lo scoperciamiento del reattore.



Una nube di materiali radioattivi fuoriuscì dal reattore e ricadde su vaste aree intorno alla centrale che furono pesantemente contaminate, rendendo necessaria l'evacuazione di circa 336.000 persone. Nubi radioattive raggiunsero anche l'Europa occidentale, la Finlandia e la Scandinavia con livelli di contaminazione via via minori, raggiungendo anche l'Italia, la Francia, la Germania, la Svizzera, l'Austria e i Balcani, fino anche a porzioni della costa orientale del Nord America.

Il rapporto ufficiale redatto da agenzie dell'ONU stila un bilancio di 65 morti accertati con sicurezza e altri 4.000 presunti (che non sarà possibile associare direttamente al disastro) per tumori e leucemie su un arco di 80 anni.

Il nuovo “sarcofago” di Chernobyl

Vicino alla centrale di Chernobyl si sta costruendo una gigantesca struttura d'acciaio che si affaccia a poche centinaia di metri dall'edificio del reattore numero 4, quello esploso nel 1986 nell'incidente peggiore della storia dell'energia nucleare. **La struttura d'acciaio è il “New Safe Confinement” (NSC), destinato a proteggere il reattore e a evitare fughe di radiazioni per i prossimi 100 anni.** NSC somiglia essenzialmente a un doppio mezzo cilindro d'acciaio alto come un palazzo di trenta piani e lungo come un campo da calcio. La sua costruzione sta proseguendo ad alcune centinaia di metri dal “Sarcofago”, il nome con cui è stata ribattezzata la struttura di cemento costruita rapidamente intorno al reattore numero 4 nelle settimane immediatamente successive al disastro. **L'obiettivo del progetto è quello di mettere in piedi una struttura che “protegga” il Sarcofago, oggi gravemente danneggiato.**



Le radiazioni attorno al Sarcofago sono ancora troppo forti per permettere agli operai di lavorare nelle immediate vicinanze: per proteggere i lavoratori dalle radiazioni gamma è stato così realizzato anche un muro di cemento tra il Sarcofago e il sito della costruzione del NSC. Nel 2017, data prevista per la fine dei lavori, l'enorme NSC sarà spinto tramite alcuni pistoni sopra il Sarcofago (e questo dovrebbe rendere NSC la più grande struttura mobile della storia). **Quando il NSC sarà posizionato sopra il Sarcofago, due muri di cemento sigilleranno completamente le due aperture della struttura creando una nuova copertura per uno dei luoghi più pericolosi della terra.**



Incidente di Fukushima

L'11 marzo 2011, il nord-est del Giappone è stato colpito da un violentissimo terremoto di magnitudo 8,9 con epicentro sul fondo marino del Pacifico a circa 500 chilometri da Tokyo. Il terremoto è stato causato da un forte sollevamento di una parte del fondale. Si è spostata di conseguenza tutta la massa d'acqua sovrastante, creando uno tsunami, ossia un maremoto, con onde alte circa 10 metri che sono penetrate fino a 10 chilometri nell'entroterra. I

I terremoto e il maremoto hanno danneggiato gravemente quattro dei sei reattori della centrale nucleare di Fukushima.

La causa scatenante è stata naturale, ma la scelta di costruire una centrale nucleare in una zona costiera soggetta a tsunami, per di più senza adeguate protezioni, è stata una concausa.

Quando le onde di maremoto alte più di 10 metri hanno investito la costa, i reattori nucleari della centrale sono stati sommersi.

I sistemi di sicurezza si sono rivelati a questo punto insufficienti. Le pompe hanno smesso di funzionare, bloccando il raffreddamento dei reattori, e i dispositivi di riserva non sono entrati in funzione.

In seguito al blocco degli impianti di raffreddamento, si è verificata una serie di esplosioni con fughe di radioattività.

[Video incidente](#)

