

- La **fissione nucleare** è la scissione del nucleo di un atomo pesante (**Uranio**, **Plutonio**) in due nuclei più leggeri, con emissione di una enorme quantità di energia (cinetica-associata alla velocità dei nuclei leggeri, e termica associata al notevole aumento di temperatura).
- Quando un **neutrone** colpisce un atomo di **Uranio**, questi si scinde in due atomi di elementi più leggeri (**Bromo**, **Lantanio**). Contemporaneamente si ha una emissione di neutroni che, a loro volta, possono determinare la scissione di altri atomi di uranio (**Reazione a catena**). In media ogni protone determina la emissione di altri 2,5 neutroni.
- Durante il processo di **fissione** viene liberata una grande quantità di energia, dovuta alla differenza delle masse presenti prima e dopo il fenomeno (**difetto di massa**).

$$E = m \cdot c^2$$

- La **fissione** nucleare aumenta se usiamo neutroni lenti.
- La **fissione nucleare** di un nucleo di uranio ${}^{235}_{92}\text{U}$ libera una energia di $200\text{ MeV} = 2 \cdot 10^8 \text{ eV}$.

1eV = **un elettronvolt** = energia cinetica acquistata da un elettrone quando è sottoposto alla d.d.p di 1 volt.

- ${}^A_Z\text{N}$ = **nucleone** avente numero atomico **Z** e numero di massa **A**

Z = **numero atomico** = numero di protoni presenti nel nucleo

A = **numero di massa** = **numero di nucleoni** = numero di protoni e neutroni presenti nel nucleo

Bomba atomica

La **bomba A** (o bomba all' **Uranio** o bomba al **Plutonio**) sfrutta il fenomeno della **fissione nucleare**.

La **bomba A** è prodotta dalla fissione nucleare di un isotopo dell' **Uranio** o del **Plutonio**.

La **bomba H** sfrutta il fenomeno della **fusione nucleare**.

L'energia esplosiva deriva dalla fusione di due isotopi dell'idrogeno (il deuterio ${}^2_1\text{H}$ ed il trizio ${}^3_1\text{H}$) che si fondono per **creare un atomo di elio** ${}^4_2\text{He}$.

Poiché per potere innescare il processo di fusione nucleare è necessaria una temperatura elevatissima, la **bomba H** viene innescata da una **bomba A** la cui esplosione fornisce il calore necessario.

La **fusione nucleare** è la reazione fra nuclei leggeri (ad esempio deuterio e trizio) che, fondendosi in seguito ad un urto, formano un nucleo più pesante liberando una enorme quantità di energia.

Perché il processo possa realizzarsi **è necessario portare il deuterio ed il trizio ad una temperatura elevatissima.**

Da diversi decenni si sperimenta utilizzando particolari reattori (detti **Tokamak**) nella speranza di ottenere la fusione del deuterio e del trizio in modo da utilizzare su vasta scala l'energia ricavata. Allo stato attuale i risultati sono deludenti.

ALCUNE INFORMAZIONI SUL TOKAMAK

La civiltà moderna è caratterizzata da un alto consumo di energia, che viene usata per buona parte sotto forma di energia elettrica.

Le centrali di produzione di energia elettrica vengono alimentate in massima parte a petrolio. Ci sono poi le centrali nucleari, quelle alimentate dalle cascate di acqua, dai soffioni boraciferi ecc.

Le fonti di energia più importanti per il prossimo futuro sono il petrolio, il carbone e l'uranio, che però corrono il rischio di andare ad un rapido esaurimento.

Per questo motivo oggi si rivolge molta attenzione al problema di nuove forme di energia.

Prima di andare avanti col discorso, sarà utile richiamare alcune nozioni sugli atomi, che sono le particelle di cui è costituita la materia.

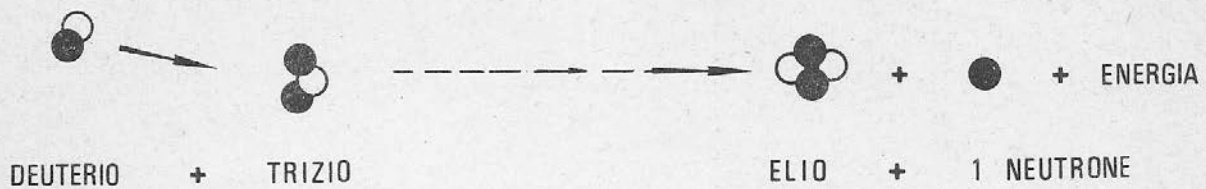
Gli atomi sono caratterizzati da un nucleo centrale, composto di particelle, che possono essere di due tipi e che noi simboleggeremo con delle palline:

-  *PROTONE*, dotato di carica elettrica positiva
-  *NEUTRONE*, senza carica elettrica e quindi neutro

I nuclei che interessano ai fini del nostro discorso sono i seguenti:

-  *DEUTERIO*; costituito da un protone e da un neutrone, che è parente prossimo dell'idrogeno e che si trova in abbondanza nell'acqua
-  *TRIZIO*; costituito da un protone e da due neutroni, anch'esso un parente prossimo dell'idrogeno
-  *ELIO*; costituito da due protoni e da due neutroni

Sappiamo che è possibile la seguente REAZIONE NUCLEARE



Questa reazione è detta di FUSIONE perchè porta due elementi a fondersi assieme per darne uno solo (l'elio).

In un *recipiente* dove avvengano moltissime reazioni di questo tipo, si può sviluppare una notevole quantità di calore, che può essere utilizzata per far muovere delle turbine a vapore e quindi dei generatori di energia elettrica.

Però, il deuterio ed il trizio reagiscono bene solo se sono soddisfatte alcune condizioni:

- 1) La miscela di deuterio e di trizio sia portata allo stato di plasma ad elevatissima temperatura (per fare un esempio a noi noto, il sole è allo stato di plasma)
- 2) Il plasma sia sufficientemente denso e rimanga confinato per un tempo anch'esso sufficiente.

Nel nostro laboratorio si cerca di realizzare queste condizioni con vari sistemi, cioè con la fusione mediante laser oppure con le due macchine dette PLASMA FOCUS e TOKAMAK.

Per brevità ci limitiamo a parlare del TOKAMAK, in cui il plasma è confinato e riscaldato all'interno di un *recipiente* a forma di ciambella.

La corrente elettrica che circola attorno alla ciambella serve appunto a scaldare il plasma e a tenerlo confinato nella zona più interna della ciambella e ben lontano dalle pareti della stessa.

Infatti ogni qual volta il plasma viene a contatto con la parete esterna, esso si raffredda e quindi non può più dare luogo a sufficienti reazioni di fusione.

Nel mondo sono stati costruiti e sono in costruzione diversi tipi di TOKAMAK, proprio per stabilire quali sono le caratteristiche, che possono risultare più promettenti.

Le difficoltà maggiori sono due:

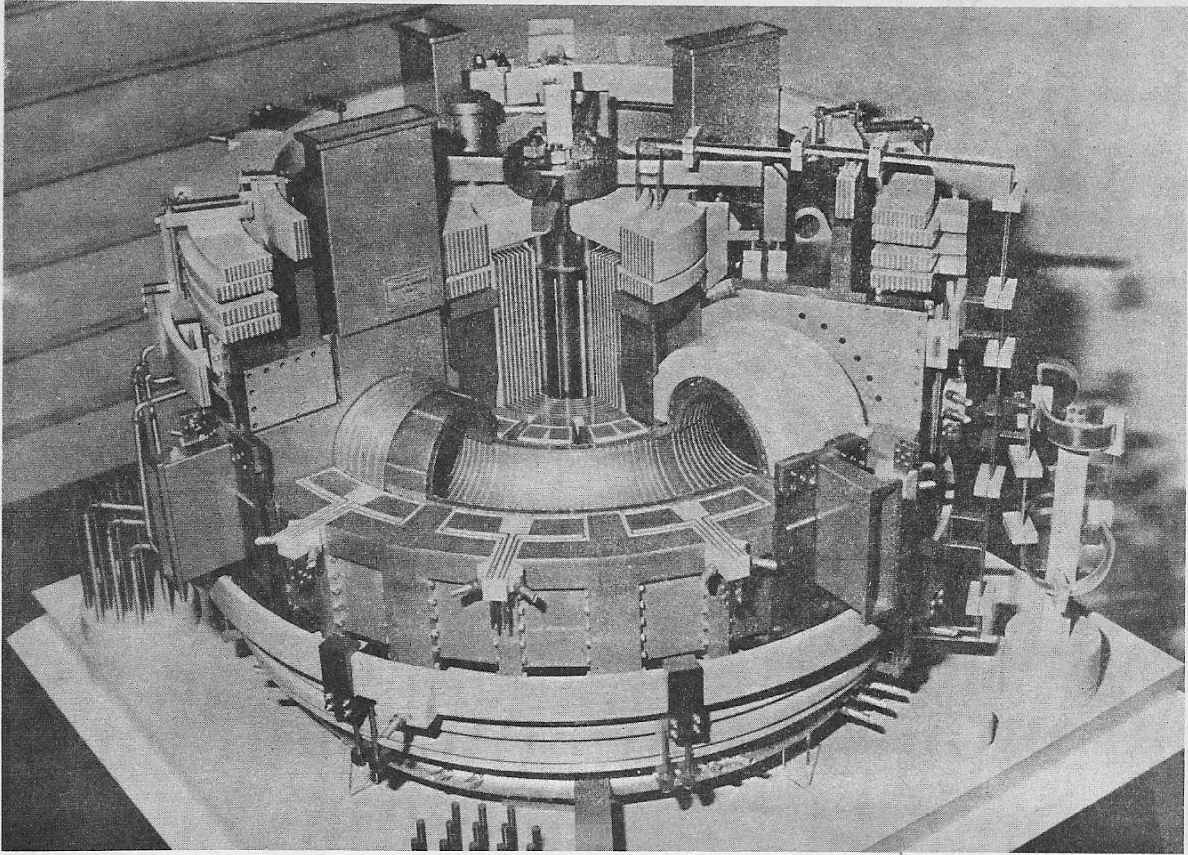
- 1) INSTABILITA' . Il plasma tende a frammentarsi, restando così confinato per tempo troppo breve.
- 2) RISCALDAMENTO. Per riscaldare il plasma ad una sufficiente temperatura non basta l'uso della corrente elettrica esterna. Sono necessari altri mezzi, che sono ancora allo studio.

Come abbiamo detto, oltre ai TOKAMAK esistono altri metodi per studiare la possibilità di realizzazione della fusione controllata e della sua applicazione alla produzione di energia.

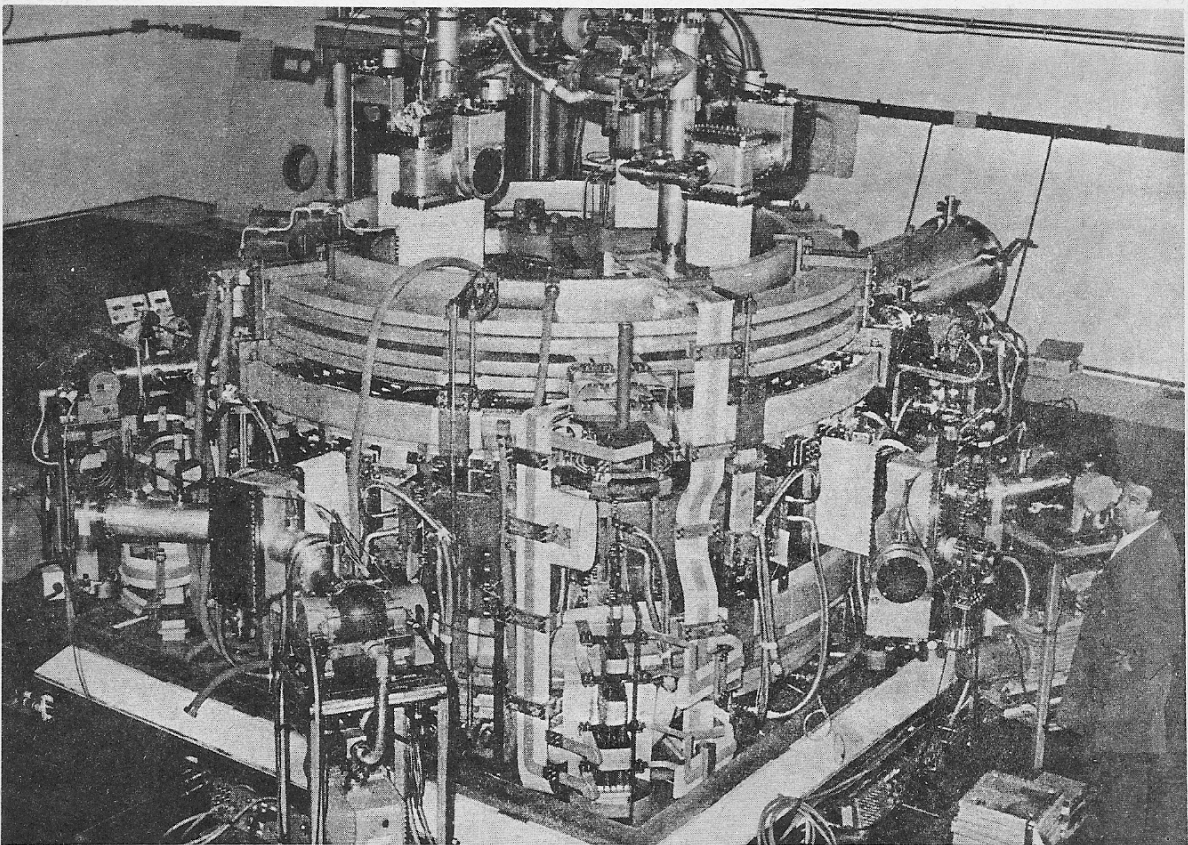
Tutti questi studi, che sono portati avanti in molti laboratori nel mondo, dovrebbero dirci nei prossimi venti anni se sia possibile oppure no realizzare sulla terra questa fusione controllata.

Frascati, 15/3/1978

Associazione EURATOM-CNEN sulla Fusione
Centro di Frascati
C.P. 65
00044 Frascati, Roma



MODELLINO DEL TOKAMAK DI FRASCATI



IL TOKAMAK DI FRASCATI IN FASE DI MONTAGGIO. PER DARE UN'IDEA DELLE DIMENSIONI, IL DIAMETRO ESTERNO E' DI CIRCA 3 METRI.