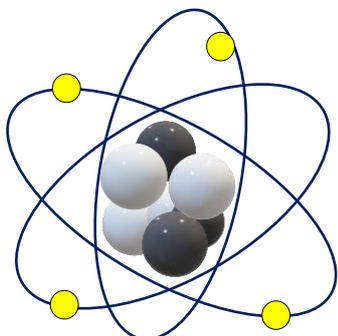


Nuclei atomici e isotopi



protone, carica positiva, massa $1,6725 \times 10^{-24}$ g



neutrone, elettricamente neutro, massa $1,674 \times 10^{-24}$ g



elettrone, carica negativa, massa $9,11 \times 10^{-28}$ g

- **numero atomico Z** di un elemento rappresenta il numero di protoni presenti nel suo nucleo
- **numero di massa A** di un elemento rappresenta il numero di nucleoni, neutroni e protoni, presenti nel suo nucleo.
- Il numero di neutroni **n** presenti in un nucleo è dato dalla differenza **A - Z** tra numero di massa e numero atomico
- Un atomo è elettricamente neutro, pertanto il numero di protoni è uguale a quello degli elettroni

L' **isotopo** è un elemento con lo *stesso numero atomico Z ma diverso numero di massa A*. Gli isotopi di un elemento hanno tutti le stesse proprietà chimiche ma possono avere un diverso comportamento nucleare.

L'idrogeno possiede tre isotopi, di cui H e D stabili, mentre il Trizio T è radioattivo.

Idrogeno (H)



Z=1 A=1

Deuterio (D)



Z=1 A=2

Trizio (T)



Z=1 A=3

Anche l'Uranio naturale possiede tre isotopi: **U-234**, **U-235** e **U-238**, tutti radioattivi.

isotopo	massa (%)	massa isotopica (uma*)
U-234	0,0058	234,1140
U-235	0,711	235,1175
U-238	99,283	238,1252

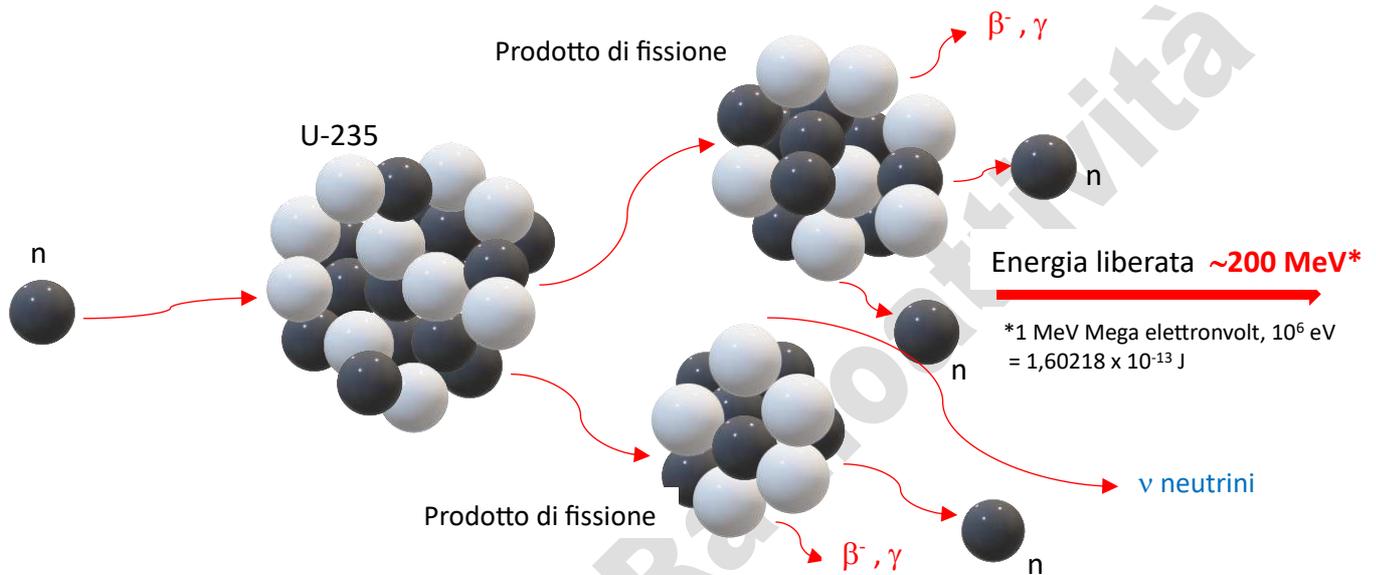
*una unità di massa atomica corrisponde alla dodicesima parte di un nucleo di Carbonio-12 ed equivale a $1,66054 \times 10^{-24}$ g

Come si può notare, l'uranio naturale è costituito principalmente dall'isotopo U-238.

L'U-235 è l'unico *isotopo fissile naturale*. L'U-238 è invece un isotopo cosiddetto *fertile*, ossia si può trasformare in isotopo fissile, il Plutonio-239, a seguito della cattura di un neutrone da parte del nucleo. Altri *isotopi fissili artificiali* sono U-233 e Pu-241.

Le reazioni nucleari: FISSIONE e FUSIONE

Nella **fissione** un nucleo pesante, generalmente U-235, opportunamente bombardato da neutroni, si scinde in due o più frammenti detti prodotti di fissione, 2-3 neutroni ed energia sotto forma di raggi gamma. I neutroni a loro volta possono indurre altre fissioni innescando una reazione a catena.



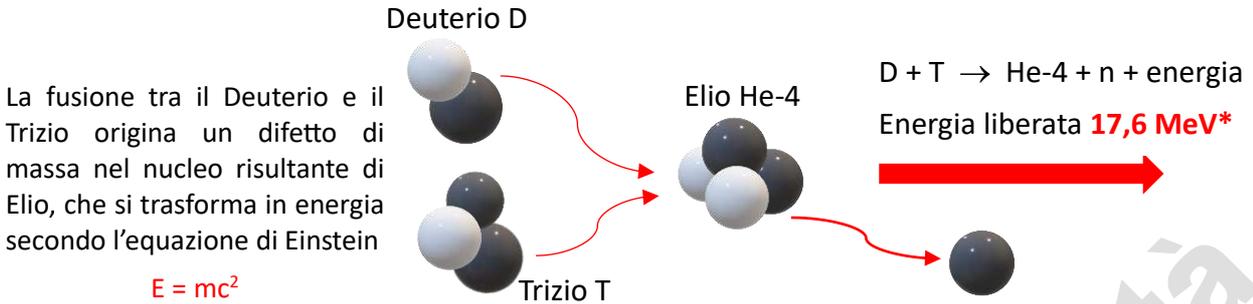
FISSIONE NUCLEARE

- rilascio di un'enorme quantità di energia per unità di massa di combustibile nucleare
- innescata da neutroni, è sempre accompagnata dall'emissione di altri neutroni → reazione a catena controllata in un reattore nucleare → produzione continua di energia

I neutroni emessi a seguito della fissione di un nucleo fissile possono essere

- Neutroni Pronti** ~ 99%, sono emessi entro 10^{-14} secondi dall'istante della fissione
- Neutroni Ritardati** ~ 1%, sono emessi dai prodotti di fissione dopo un certo tempo (da alcuni secondi ad alcune ore)

Nella **fusione** , due nuclei leggeri, generalmente isotopi dell'Idrogeno, si fondono in un nucleo più pesante He-4 rilasciando una grande quantità di energia.



FUSIONE

- innescata da condizioni di temperatura di qualche decina di milioni di gradi centigradi, si forma un *plasma* in cui la probabilità di reazione tra D e T è molto alta
- rilascio di una quantità enorme di energia*

L'attuale sfida tecnologica per la realizzazione di un reattore a fusione nucleare consiste nella capacità di tenere in vita il plasma per un tempo necessario affinché l'energia prodotta sia superiore a quella utilizzata per innescare la reazione

$$E_{\text{output}} > E_{\text{input}}$$

di Roberto COVINI