

# Fonti di energia primaria: L'energia nucleare

**Francesco Gnesotto**

**Collegio Universitario Gregorianum**

**7 Aprile 2008**

# Sommario

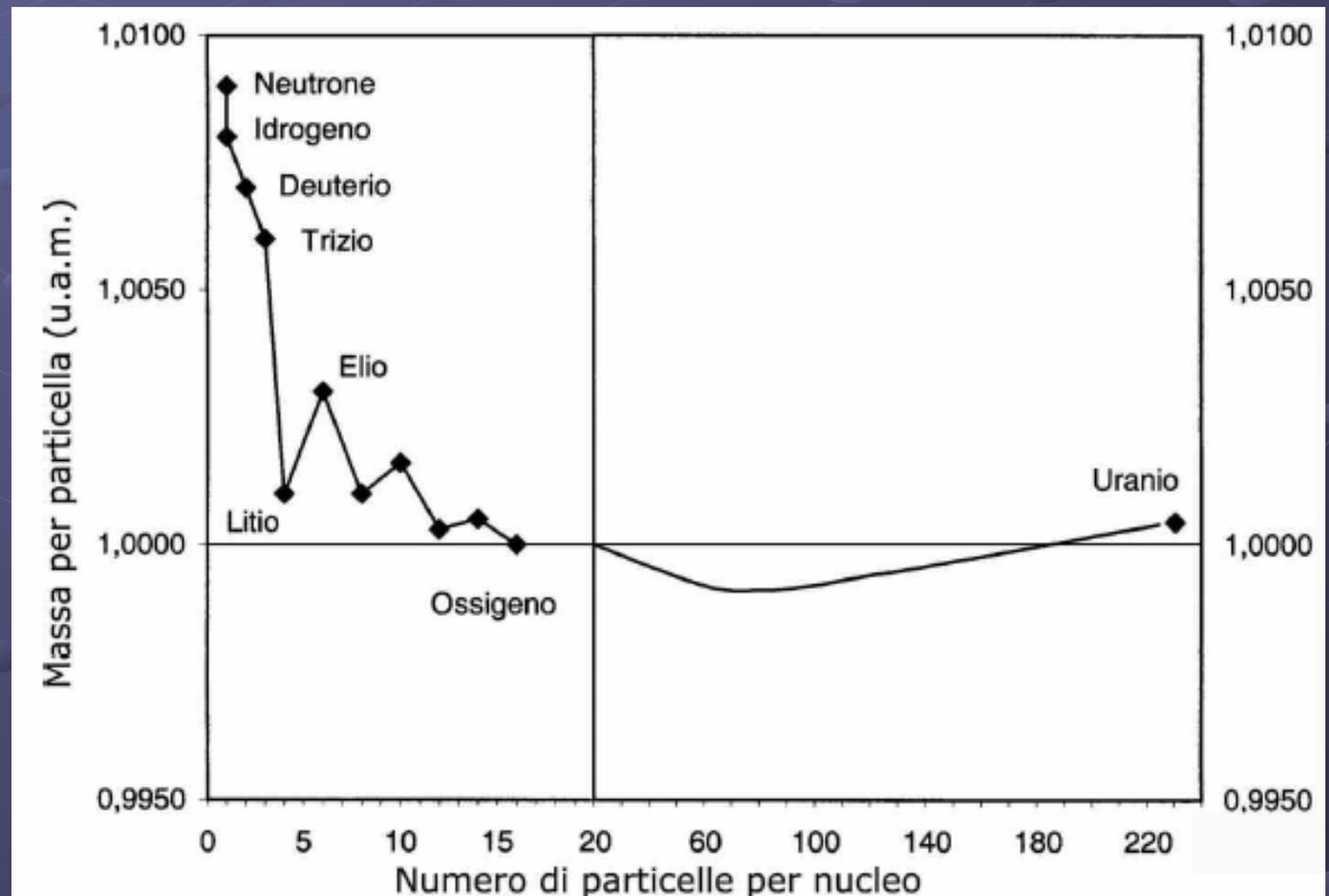
- 1-Introduzione: l'energia nucleare**
- 2-Le centrali a fissione**
- 3-Le prospettive della fusione**

# L'Energia Nucleare



- I nuclei sono costituiti da due soli tipi di particelle: protoni e neutroni, di massa quasi uguale (massa a riposo di un protone e di un neutrone,  $m_p \approx m_n = 1.67 \cdot 10^{-27}$  Kg). I primi sono dotati di carica elettrica (positiva), i secondi ne sono privi.

- Misurando la massa dei diversi nuclei si osserva che essa è sempre minore della somma delle masse delle particelle che li compongono, ma che la differenza varia da nucleo a nucleo, come in figura



# Il difetto di massa

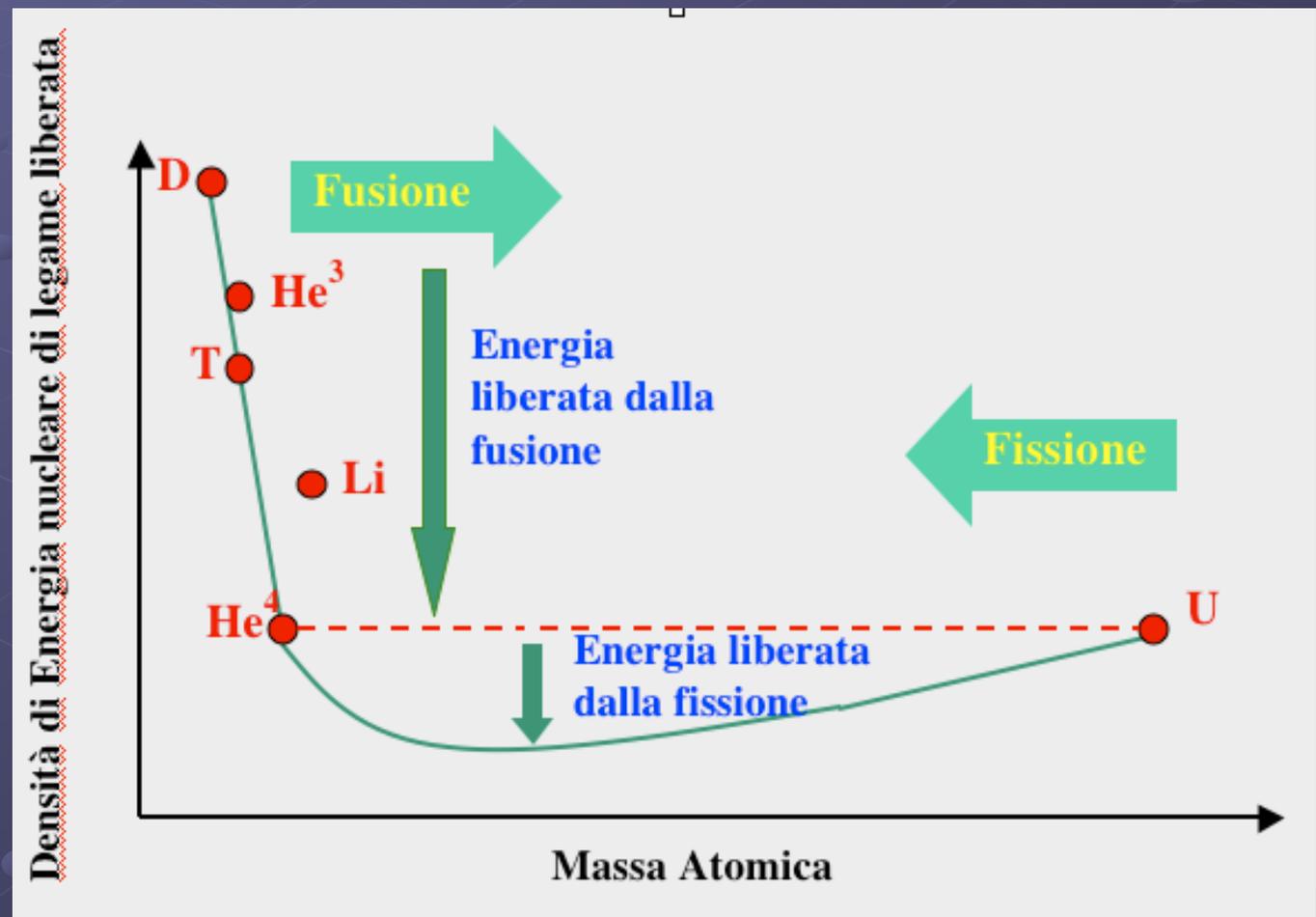


- La differenza tra la massa del nucleo e la somma delle masse dei suoi elementi costitutivi (nuclidi) prende il nome di *difetto di massa*. In base alla relazione di Einstein

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

si può calcolare l'energia liberata in fase di formazione di un nucleo

Reazioni che portano a combinare due nuclei leggeri (**fusione**) o spezzare un nucleo pesante (**fissione**) possono dar luogo ad una riduzione di massa e ad una corrispondente liberazione di energia.





- L'energia corrispondente alla massa di 1 grammo è pari a  $9 \cdot 10^{13} \text{ J} \sim 2140 \text{ Tep}$ .
- In pratica è più agevole la fissione di alcuni tra i nuclei più pesanti, in particolare l'Uranio e la fusione dei nuclei più leggeri, in particolare gli isotopi dell'idrogeno Deuterio (D) e Trizio (T).
  - La fissione dell'Uranio comporta una riduzione di massa dello 0.1% circa. Pertanto, dalla **fissione di un grammo di Uranio** si ottiene una energia di circa **2 Tep**. A partire dagli anni cinquanta è stata messa a punto la tecnologia dei reattori a Fissione.
  - La **fusione di una miscela di D-T al 50%** comporta una riduzione di massa dello 0.4% circa. Pertanto dalla fusione di **un grammo di miscela D-T** si ricava una energia di circa **8 Tep**. La tecnologia dei reattori a Fusione non è ancora disponibile, neppure in forma di prototipo.

Reazione	→	→ Energia liberata per unità di massa
combustione carbone	→	$\sim 2.93 \cdot 10^4 \text{ J/g}$
fissione uranio	→	$\sim 8.21 \cdot 10^{10} \text{ J/g}$ (rapporto $\sim 2.8 \cdot 10^6$ )
reaz. fusione D-T	→	$\sim 3.36 \cdot 10^{11} \text{ J/g}$ (rapporto $\sim 10^7$ )

# Potenzialità dell'energia nucleare (stima delle risorse disponibili)



- Per la **Fissione**, l'Uranio è relativamente abbondante nella crosta terrestre, ma a bassa concentrazione.
  - Si stima che le riserve utilizzabili economicamente siano dell'ordine di 2-4 milioni di ton, da cui si può estrarre un'energia equivalente a quella prodotta da circa  $150 \cdot 10^9$  Tep, con gli attuali reattori che usano praticamente solo l'isotopo  $^{235}\text{U}$ , presente in piccola percentuale nell'Uranio naturale ( $\sim 0.7\%$ ).
- Per la **Fusione**, la reazione più *facile* è la reazione D-T.
  - Il D si trova nel mare nella proporzione di 30 g/ton di acqua: si stimano perciò circa  $4 \cdot 10^{13}$  ton di deuterio.
  - Il T deve essere prodotto nel reattore a fusione a partire da Litio (Li). Il Li è anche presente nel mare in proporzione di circa 0,2 g/ton. Si stima quindi una disponibilità di circa  $3 \cdot 10^{11}$  ton di Li, che costituisce quindi la risorsa limite, sufficiente a coprire il fabbisogno energetico dell'umanità per milioni di anni.