

# FISICA NUCLEARE

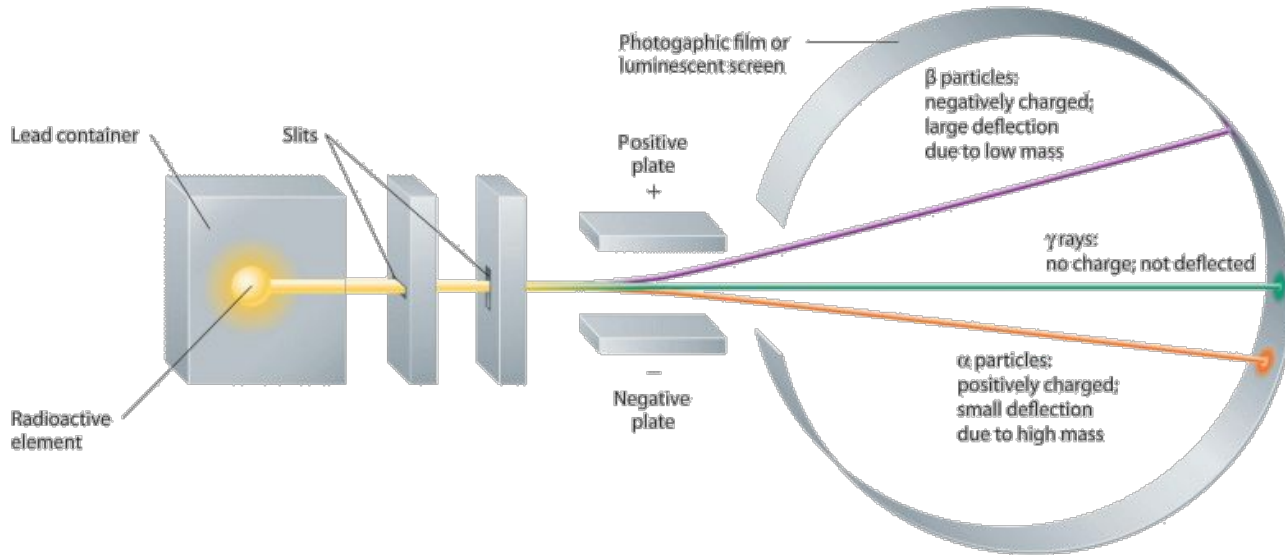
# LA RADIOATTIVITA'

Nel 1896 il fisico francese **Henri Becquerel** scopre la radioattività naturale: l'uranio contenuto all'interno di una scatola emetteva spontaneamente, senza bisogno di nessuna eccitazione (come onde luminose), delle misteriose **radiazioni penetranti** che creavano delle macchie su delle lastre fotografiche.

Molti ricercatori si interessarono al riguardo:

I coniugi **Pierre e Marie Curie** studiarono le radiazioni scoperti da Becquerel: verificarono la radioattività del torio e scoprirono il materiale radioattivo del **radio** e del **polonio**.

## L'esperimento di Rutherford (1899) servì a determinare le specie di radiazioni



Il materiale radioattivo, contenuto in un cilindro, emette una radiazione che passa attraverso un campo magnetico: da qui si osservano le componenti della radiazione, una positiva attratta dalla lastra negativa, quella negativa attratta dalla lastra positiva e una neutra.

# RAGGI ALFA, BETA E GAMMA

Un elemento radioattivo emette due specie di radiazioni differenti per carica e forza penetrante:

- **raggi alfa**  $\alpha$  componente positiva e meno penetrante  
formati da nuclei di elio ( $Z=2$ ;  $A=4$ )
- **raggi beta**  $\beta$  componente negativa e più penetrante  
formati da elettroni

Paul Villard scoprì un terzo tipo di radiazione:

- **raggi gamma**  $\gamma$  più penetranti dei raggi beta e privi di carica elettrica e consistono in radiazioni elettromagnetiche



# DECADIMENTO RADIOATTIVO

La radioattività è un **fenomeno nucleare**: le radiazioni  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  emesse provengono dal nucleo

Quando un nucleo emette radiazioni esso cambia la sua struttura e subisce una trasmutazione nucleare



**DECADIMENTO RADIOATTIVO** e l'elemento chimico si trasforma in un altro.

I processi radioattivi seguono il **principio di conservazione**: il numero di nucleoni, l'energia, la carica elettrica, la quantità di moto e il momento angolare si conservano durante la disintegrazione nucleare.

# I MODELLI NUCLEARI

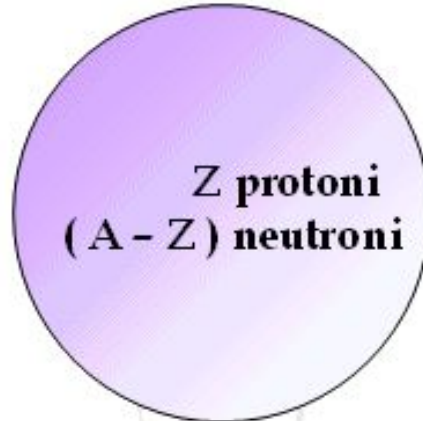
Sorse il problema di sistemare nella Tavola Periodica le nuove sostanze radioattive scoperte.



A=numero di massa  
Z=numero atomico



Rutherford & Soddy



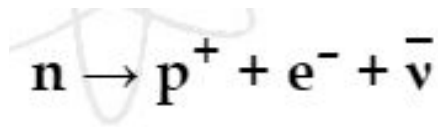
Chadwick

Il primo modello nucleare venne formulato da Rutherford e Soddy, ma questo resse fino a quando venne scoperto un secondo nucleone: il neutrone. Da qui Chadwick propose un nuovo modello nucleare.

# DECADIMENTI RADIOATTIVI

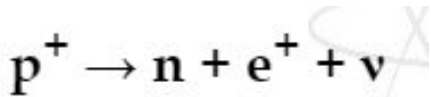
Come spiegare il decadimento beta con il nuovo modello?

Enrico Fermi propose la teoria del decadimento beta: un neutrone può decadere in un protone più un elettrone. Ma per conservare la quantità di moto viene introdotta la particella del neutrino di massa e carica a riposo nulle.



**Decadimento beta meno**

un neutrone decade in un protone (Z+1), un elettrone e un antineutrino

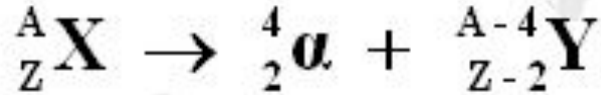


**Decadimento beta più**

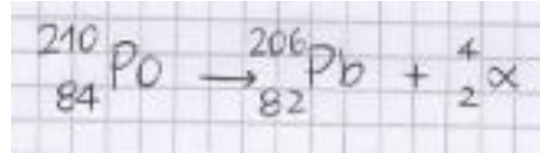
un protone decade in un neutrone (Z-1), un positrone e un neutrino

# DECADIMENTI RADIOATTIVI

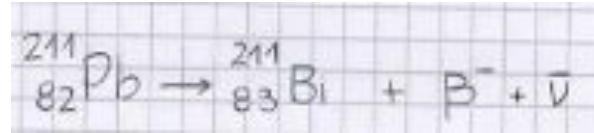
## DECADIMENTO ALFA



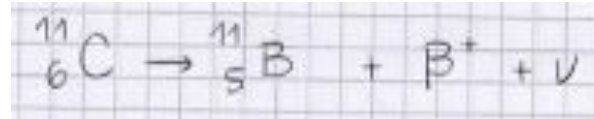
es 73 pag 1037



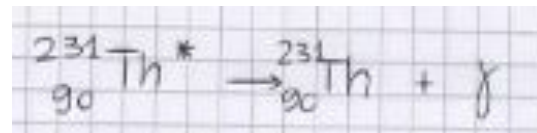
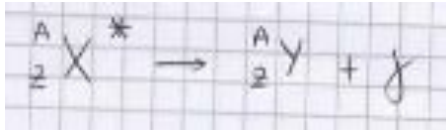
## DECADIMENTO BETA MENO



## DECADIMENTO BETA PIU'

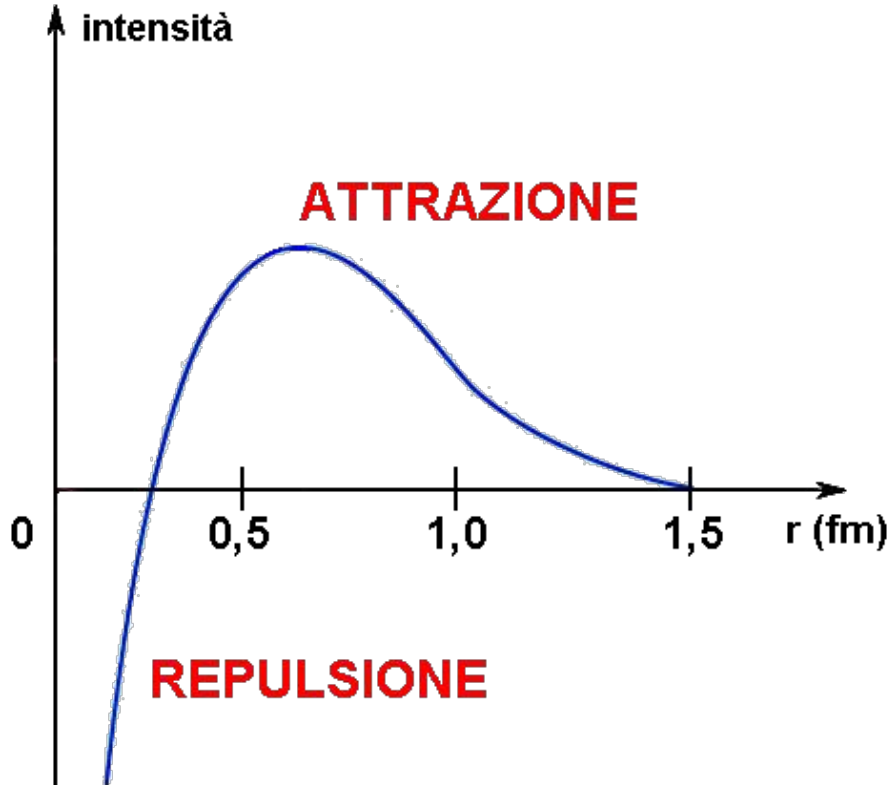


## DECADIMENTO GAMMA ( diseccitazione nucleare con rilascio di un fotone gamma )





# FORZA NUCLEARE FORTE



I protoni del nucleo sono tenuti insieme da una forza detta **FORZA NUCLEARE FORTE** che vince la forza elettrostatica.

Caratteristiche:

- ha un raggio d'azione breve (un Fermi)
- si esercita tra i nucleoni (protoni e neutroni)
- ha sede nelle cariche barioniche

Ma con  $Z > 82$  la forza nucleare forte non riesce a vincere la repulsione tra protoni.

La forza nucleare debole invece rende possibile il decadimento beta.

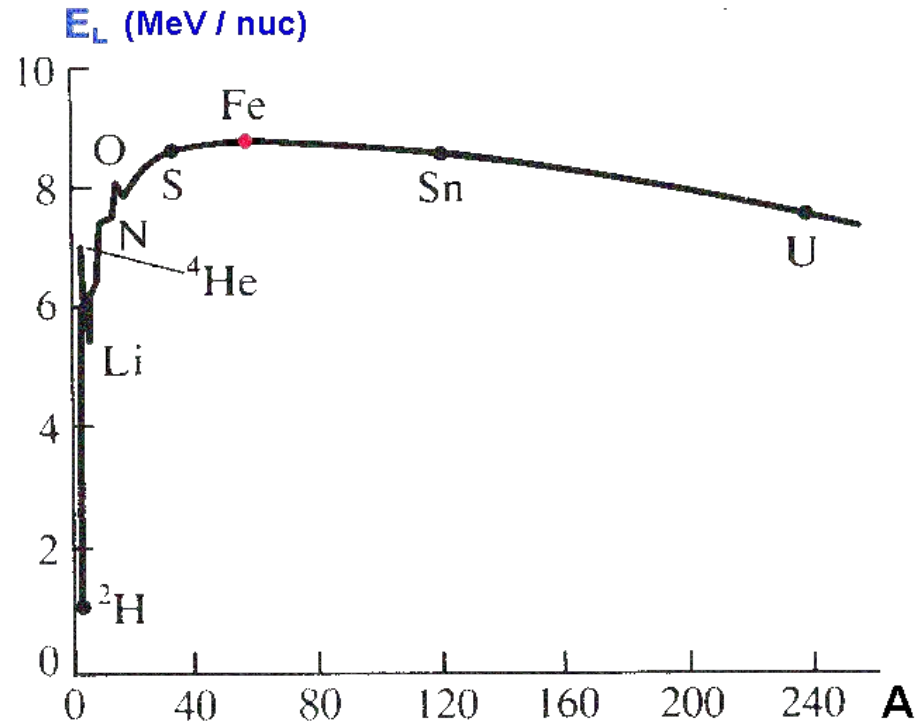
# ENERGIA DI LEGAME



La massa del nucleo è minore della somma dei nucleoni. Questo difetto di massa corrisponde all'energia di legame, cioè l'energia necessaria per rompere il nucleo.

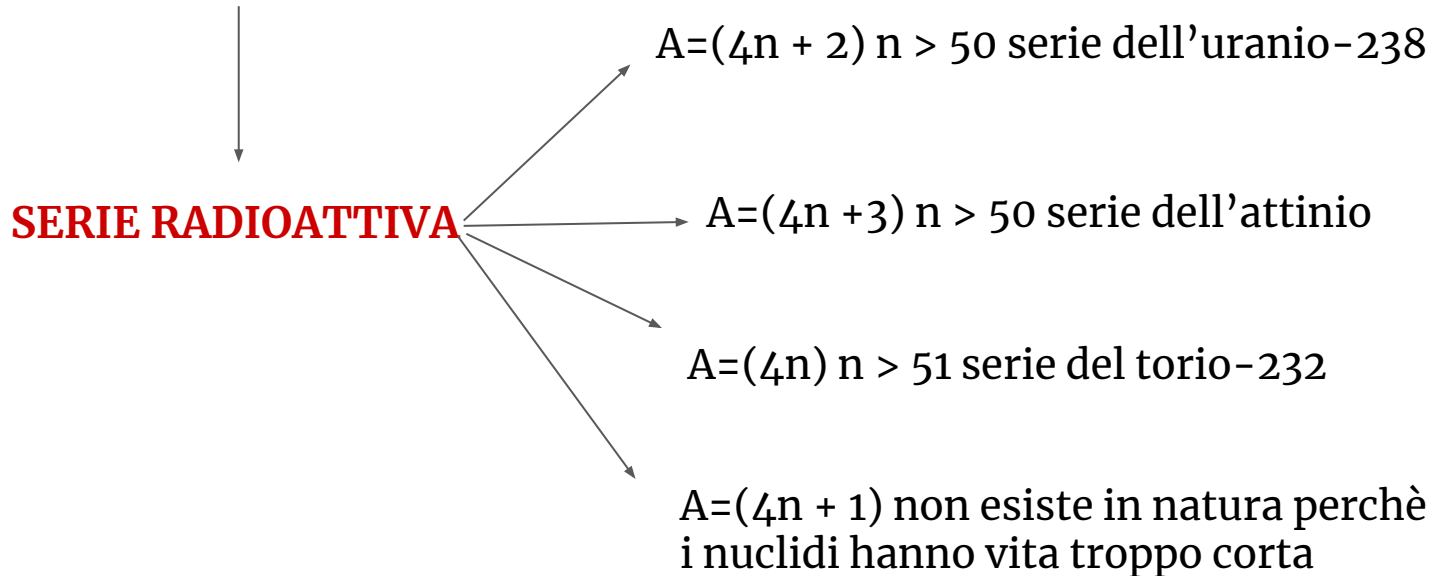
$$E_L = \Delta m \cdot c^2$$

L'augmentare di A l'energia di legame diminuisce perchè aumenta la repulsione elettrostatica tra i protoni e il nucleo è sempre più instabile.

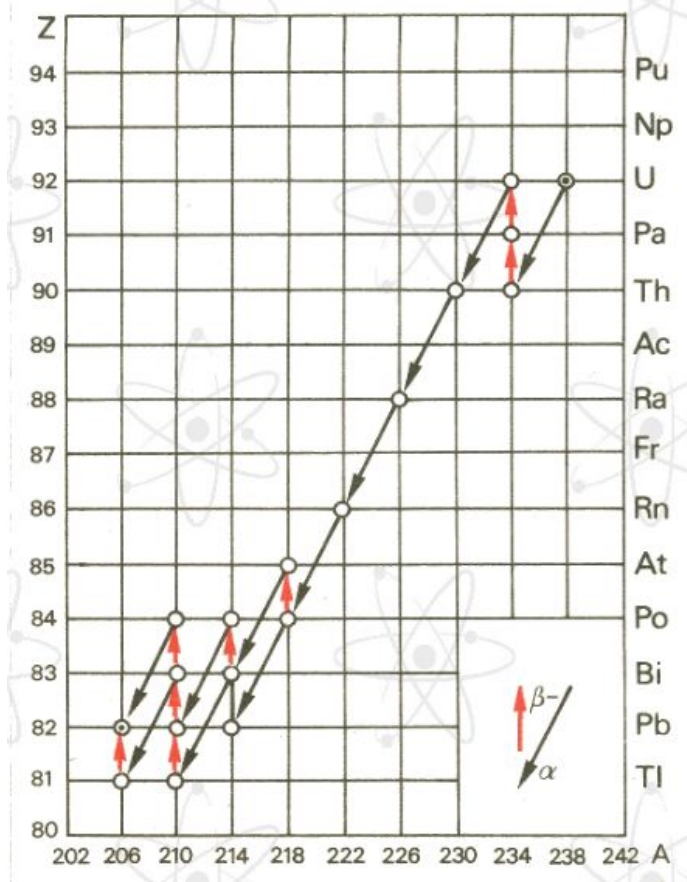


# SERIE RADIOATTIVE

Se un nuclide emette radiazioni alfa o beta questo si trasforma in un altro nuclide, ma se questo è instabile allora subisce un'altra trasformazione, fino a raggiungere un nuclide stabile.



# Serie radioattiva dell'uranio-238



L'isotopo dell'uranio-238, essendo instabile, subisce una serie di decadimenti alfa e beta meno, fino ad arrivare al nuclide stabile del piombo-206.

# ISOTOPI

atomi con lo stesso numero di protoni (atomico  $Z$ ) ma diverso numero di massa  $A$

ISOTOPI STABILI: che non decadono mai come il carbonio-12

ISOTOPI INSTABILI: che si trasformano in altri nuclidi attraverso decadimenti alfa, beta meno o beta più come il carbonio-14



usato nelle **radiodatazioni**

ISOTOPI PRIMORDIALI: si trovano ancora in natura perché sopravvivono ancora dai tempi del Big Bang, quando hanno avuto origine come l'uranio-238,