

Università degli studi di MILANO  
Facoltà di AGRARIA

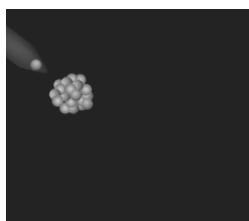
El. di Chimica e Chimica Fisica

Mod. 1 CHIMICA

Lezione 2

Docente: Dimitrios Fessas

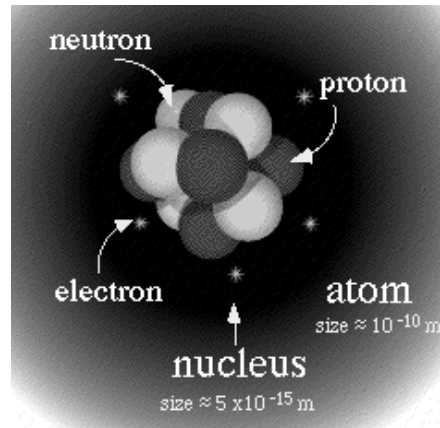
Anno Accademico 2010-2011



# **LA STRUTTURA DELL'ATOMO**

IL NUCLEO

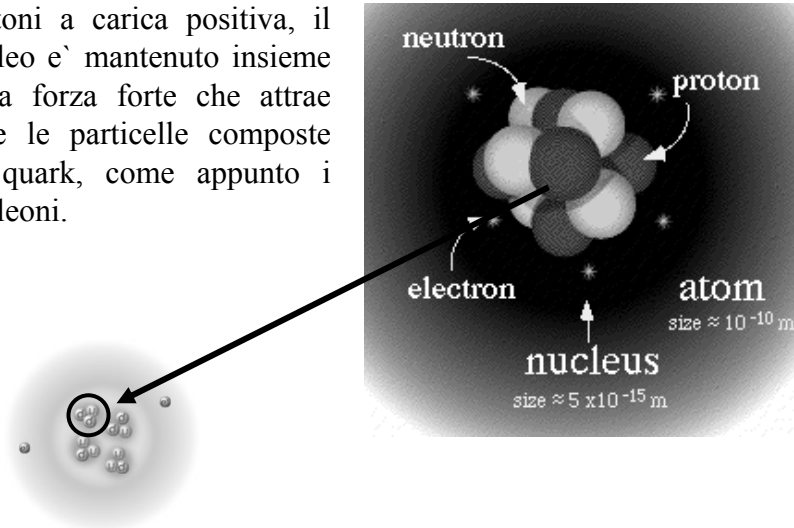
In fisica col termine **nucleo** generalmente si intende la parte centrale, densa, di un **atomo**, costituita da **protoni** che possiedono carica positiva e **neutroni**, detti collettivamente **nucleoni** a causa delle molteplici caratteristiche comuni che hanno come ad esempio la massa e lo spin.



## Particelle Elementari

	Carica		Massa
	SI (C)	Atom.	SI (kg)
<b>Protone</b>	$1.602 \times 10^{-19}$	+1	$1.673 \times 10^{-27}$
<b>Neutrone</b>	0	0	$1.675 \times 10^{-27}$
<b>Elettrone</b>	$1.602 \times 10^{-19}$	-1	$9.109 \times 10^{-31}$

Malgrado la presenza di protoni a carica positiva, il nucleo è mantenuto insieme dalla forza forte che attrae tutte le particelle composte da quark, come appunto i nucleoni.



*Circular configuration of the LEP  
28 km (17-mile) underground tunnel  
near Geneva, Switzerland.*

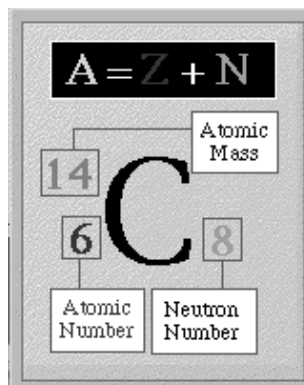


*Inside the  
LEP Tunnel*

## Numero Atomico e di Massa

- **Numero atomico:** Numero dei protoni contenuti nel nucleo atomico: è il parametro che identifica un elemento. Si indica con la lettera  $Z$ .
- **Numero di massa:** Numero totale dei nucleoni (protoni più neutroni) presenti nel nucleo di un dato atomo: è il parametro che identifica i vari isotopi di uno stesso elemento. Si indica con la lettera  $A$ .

Il nucleo è caratterizzato da diversi parametri di cui i più importanti sono il numero di massa  $A$ , che rappresenta il numero totale di nucleoni nel nucleo, il numero atomico  $Z$  che è il numero di protoni ed infine  $N$  che rappresenta il numero di neutroni presenti nel nucleo e si può ricavare sottraendo  $Z$  ad  $A$ .



Il raggio del nucleo

Empiricamente, per un nucleo di numero atomico  $A$ , si ha:

$$R \approx R_0 A^{1/3}$$

dove  $R_0$  è circa 1,2 fermi. 1 fermi =  $10^{-15}$  m

Questa formula ricavata sperimentalmente mostra come la dimensione del nucleo dipenda esclusivamente dal numero di nucleoni: essi infatti si distribuiscono nello spazio in modo all'incirca uniforme, eccezion per la zona piu' esterna dove i nucleoni tendono a rarefarsi leggermente.

### **La massa del nucleo**

La massa contenuta nel nucleo corrisponde alla quasi totalita' della massa atomica.

Ogni nucleone (protone o neutrone) pesa all'incirca 940 MeV

mentre un elettrone pesa 0.5 MeV.

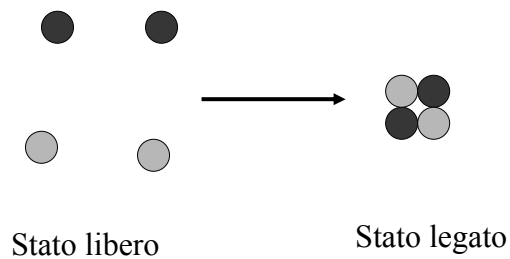
$$E = m_0 \cdot c^2$$

1 eV =  $1.602 \cdot 10^{-19}$  J, Velocità della luce,  $c = 2.9997 \cdot 10^8$  ms<sup>-1</sup>

Massa a riposo del protone =  $1.67 \cdot 10^{-27}$  kg

La massa di un nucleo è data dalla somma della massa di ogni nucleone meno la energia di legame,  $B$ , ovvero l'energia necessaria a riportare i nucleoni che compongono il nucleo al loro stato libero.

$$M_{nucleo} = \sum_p M_{protone} + \sum_n M_{neutrone} - B$$



L'energia di legame dunque gioca un ruolo fondamentale all'interno del nucleo:

essa è generata dalla saturazione dei campi generati dalla forza forte che tende a unire i nucleoni e dalla forza elettromagnetica che respinge i protoni.

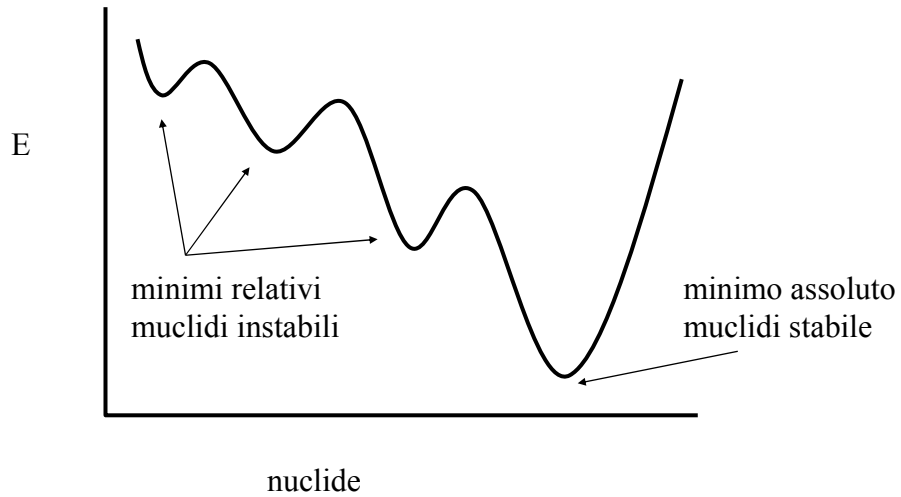
Essa è la responsabile della stabilità dei nuclei, e dunque anche della loro instabilità: un nucleo instabile (con ad esempio troppi neutroni o protoni) tenderà a decadere radioattivamente per raggiungere uno stato stabile.

## NUCLIDE

E' ciascuna specie atomica caratterizzata da un definito numero di protoni e neutroni.

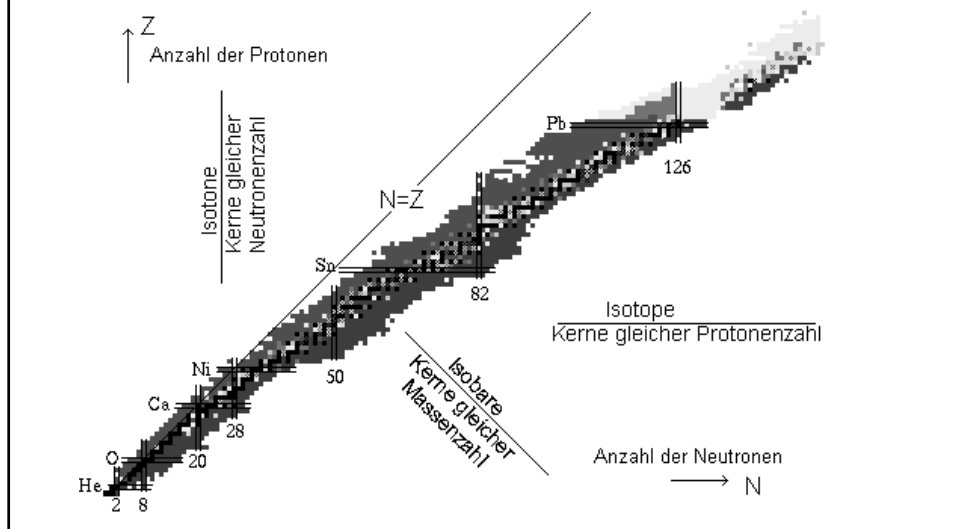
Nuclidi noti: circa 2800

Nuclidi stabili: meno di 300



Nuclidi noti: circa 2800

## TABELLA DEI NUCLIDI

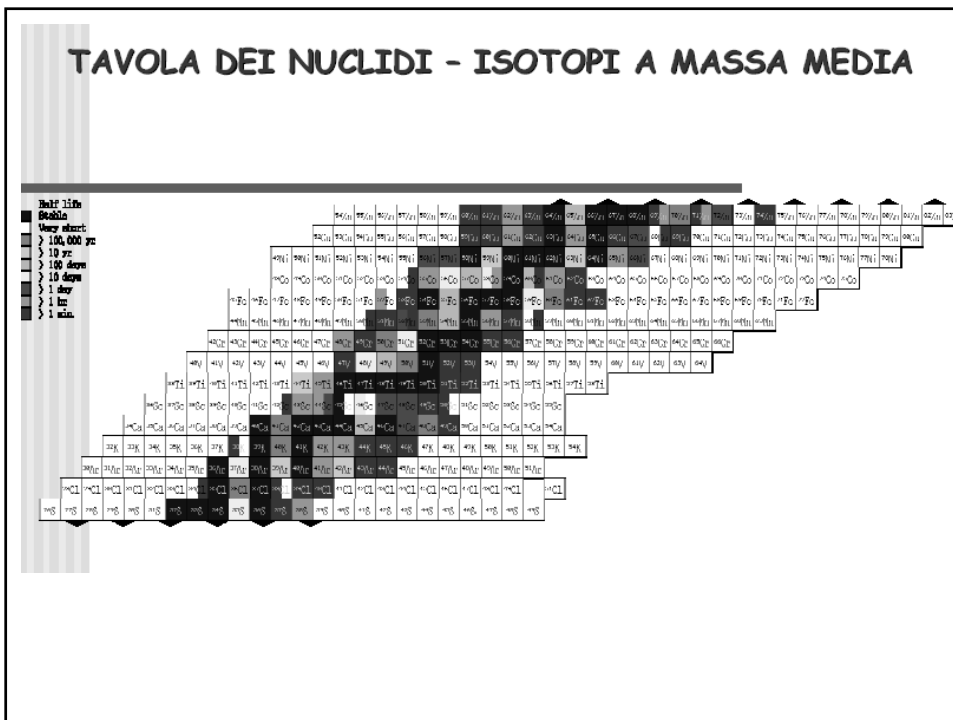
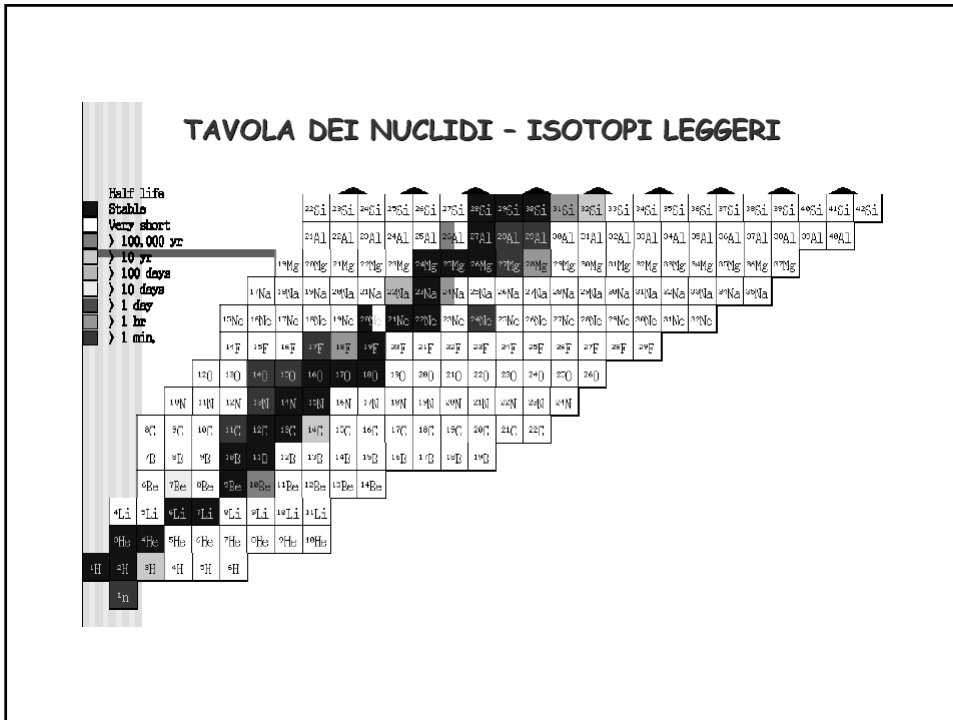


ISOTOPI	STESSO	Z
ISOTONI	STESSO	N
ISOBARI	STESSO	A

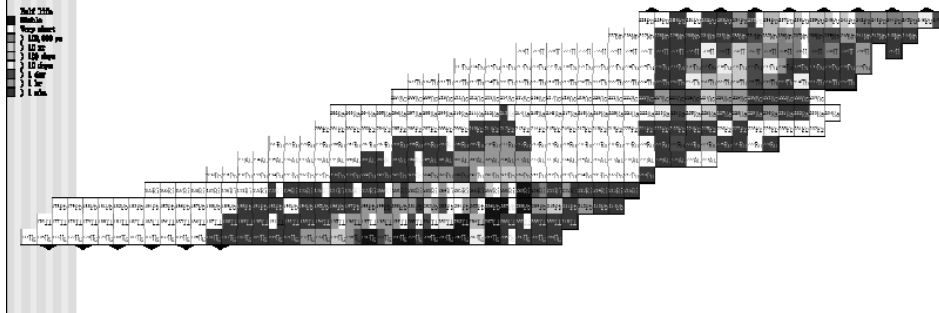
Nuclidi stabili o quasi

<i>Nuclidi</i>	<i>Z</i>	<i>N</i>	<i>A</i>
<b>166</b>	<b>pari</b>	<b>pari</b>	<b>pari</b>
<b>57</b>	<b>pari</b>	<b>dispari</b>	<b>dispari</b>
<b>53</b>	<b>dispari</b>	<b>pari</b>	<b>dispari</b>
<b>7</b>	<b>dispari</b>	<b>dispari</b>	<b>pari</b>

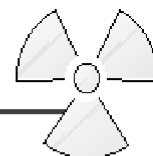




## TAVOLA DEI NUCLIDI - ISOTOPI PESANTI

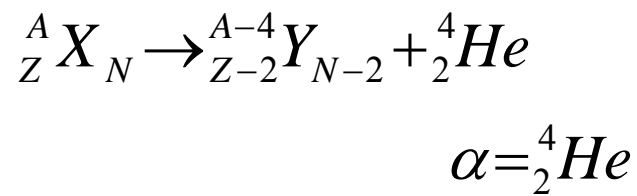
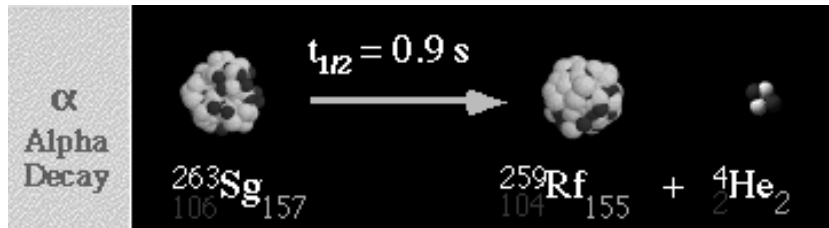


## Radiation and Radioactivity

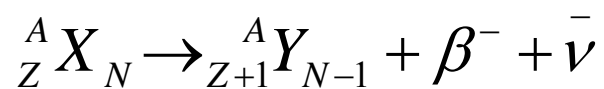
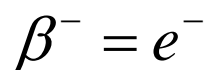
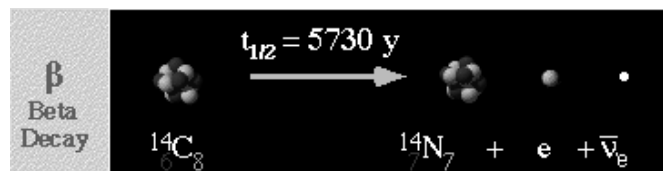
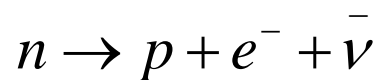


- ◆ **Radiation:** Energy in transit, either as particles or electromagnetic waves
- ◆ **Radioactivity:** The characteristic of various materials to emit ionizing radiation
- ◆ **Ionization:** The removal of electrons from an atom. The essential characteristic of high energy radiations when interacting with matter.

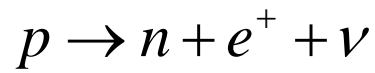
## Il decadimento $\alpha$



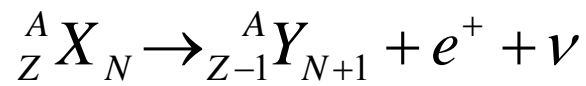
## Il decadimento $\beta^-$



## Il decadimento $\beta^+$



$$\beta^+ = e^+$$



## Il decadimento $\gamma$

Raggi gamma, raggi X, luce visibile e radiazione ultravioletta sono tutte forme di radiazione elettromagnetica.

L'unica differenza è la frequenza e quindi l'energia dei fotoni.

I raggi gamma sono i più energetici (10keV -10MeV).

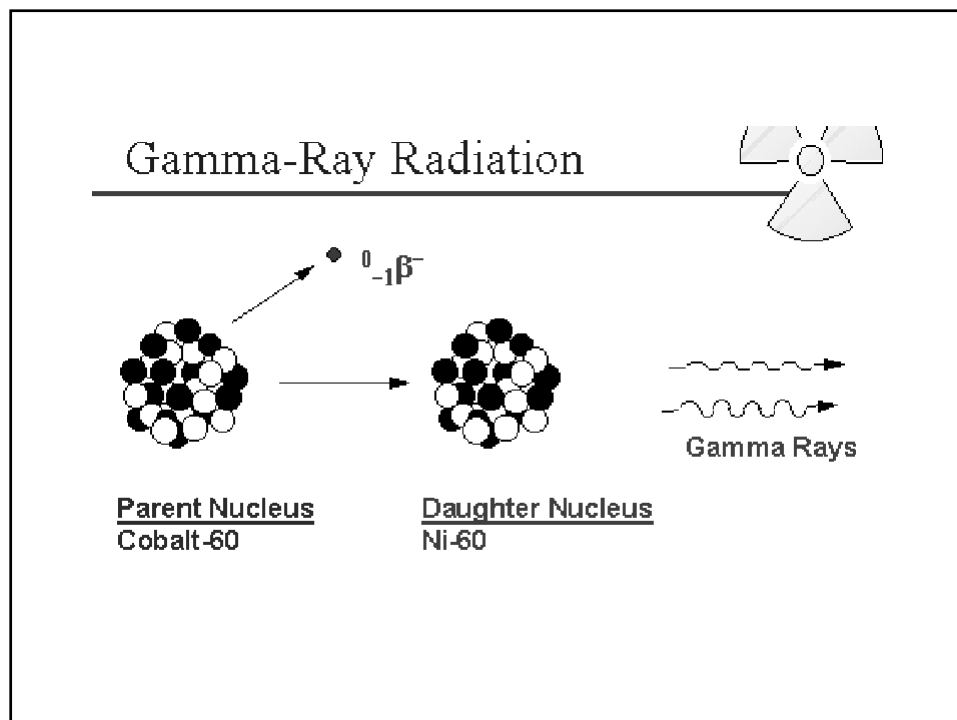
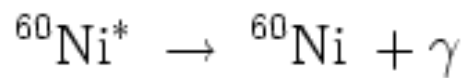
## Il decadimento $\gamma$

Esempio di generazione di raggi gamma:

Prima un nucleo di cobalto-60 decade in un nichel-60 eccitato attraverso il decadimento beta:



poi il nichel-60 passa al suo stato di energia minima emettendo un raggio gamma:



### **Decadimento per cattura elettronica**

Avviene quando un nucleo cattura un elettrone di un livello energetico interno, facendo diminuire di 1 il numero atomico del nucleo stesso con l'emissione di un raggio X, a causa del riassetto degli elettroni rimasti.

### **Decadimento per conversione interna**

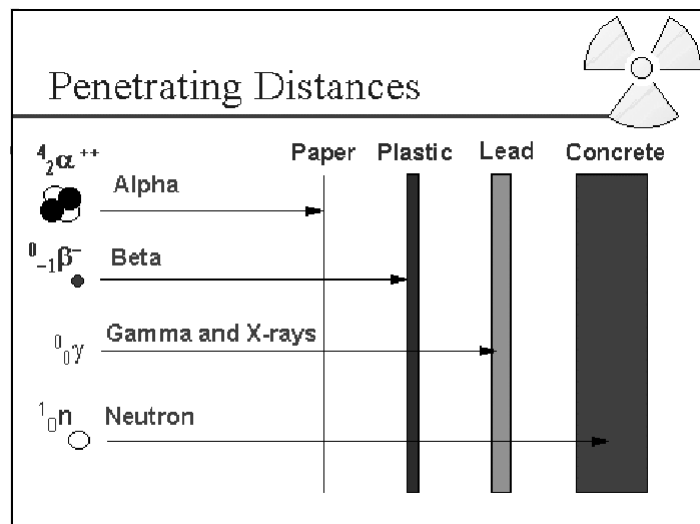
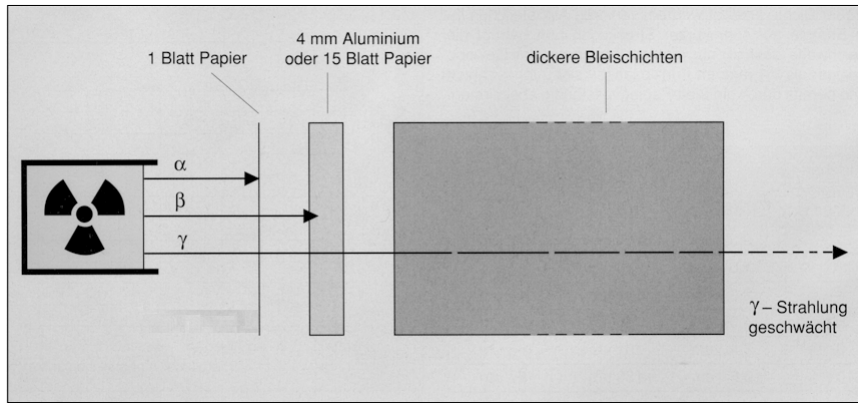
Avviene quando un elettrone assorbe l'energia emessa dal nucleo e sfugge all'atomo; il numero atomico e la massa non cambiano.

## Radiazioni ionizzanti

Il **decadimento radioattivo** può avvenire attraverso vari tipi di processi:

processo	particelle coinvolte	variazione di Z	variazione di A
emissione $\alpha$	nuclei di He	-2	-4
emissione $\beta^-$	elettroni	+1	-
emissione $\beta^+$	positroni	-1	-
emissione $\gamma$	radiazioni	-	-
cattura elettronica	elettroni	-1	-

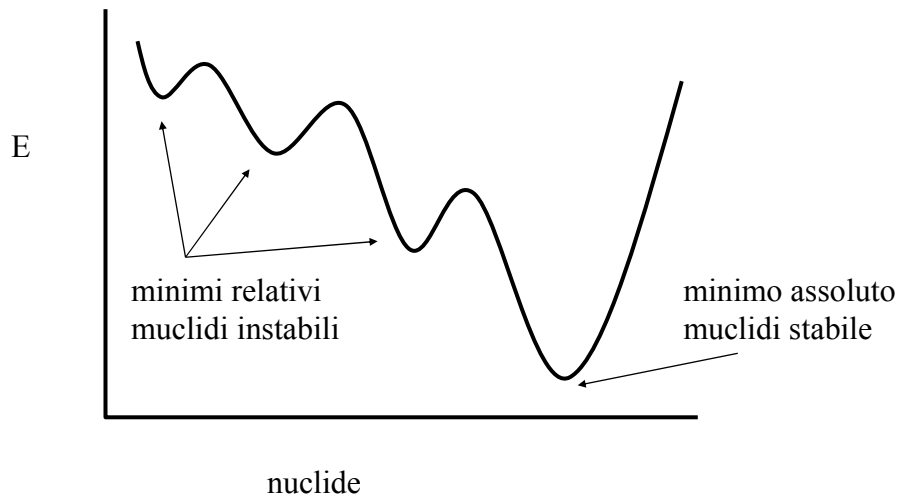
## Il potere di penetrazione, dei raggi $\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$



## NUCLIDE

E' ciascuna specie atomica caratterizzata da un definito numero di protoni e neutroni.

Nuclidi noti: circa 2800



Ogni atomo *vive* per un tempo preciso prima di decadere e la vita media rappresenta appunto la media aritmetica sui tempi di vita di tutti gli atomi della stessa specie.

La vita media viene rappresentata dal simbolo  $\tau$

\_\_\_\_\_

Un altro parametro molto usato per descrivere un decadimento radioattivo è dato dalla emivita o tempo di dimezzamento  $t_{1/2}$

Dato un campione di un particolare radionuclide, il tempo di dimezzamento ci dice dopo quanto tempo saranno decaduti un numero di atomi pari alla metà del totale



**RADIOATTIVITÀ NEL CORPO  
UMANO ADULTO**

<b>Radionuclidi</b>	<b>Attività in [Bq]</b>
K-40	4500
C-14	3800
Rb-87	650
Pb-210, Bi-210, Po-210	60
Figlie del Rn-220	30
H-3	25
Be-7	25
Figlie del Rn-222	15
Altri	7
<b>TOTALE</b>	<b>9112</b>

Bq = 1 decadimento al secondo