

**ZANICHELLI**

Valitutti, Falasca, Tifi, Gentile

# Chimica

## concetti e modelli.blu

**ZANICHELLI**

## Capitolo 7

# Le particelle dell'atomo

**ZANICHELLI**

# Sommario (I)

1. La natura elettrica della materia
2. La scoperta delle proprietà elettriche
3. Le particelle fondamentali dell'atomo
4. La scoperta dell'elettrone
5. L'esperimento di Rutherford
6. Il numero atomico identifica gli elementi

# Sommario (II)

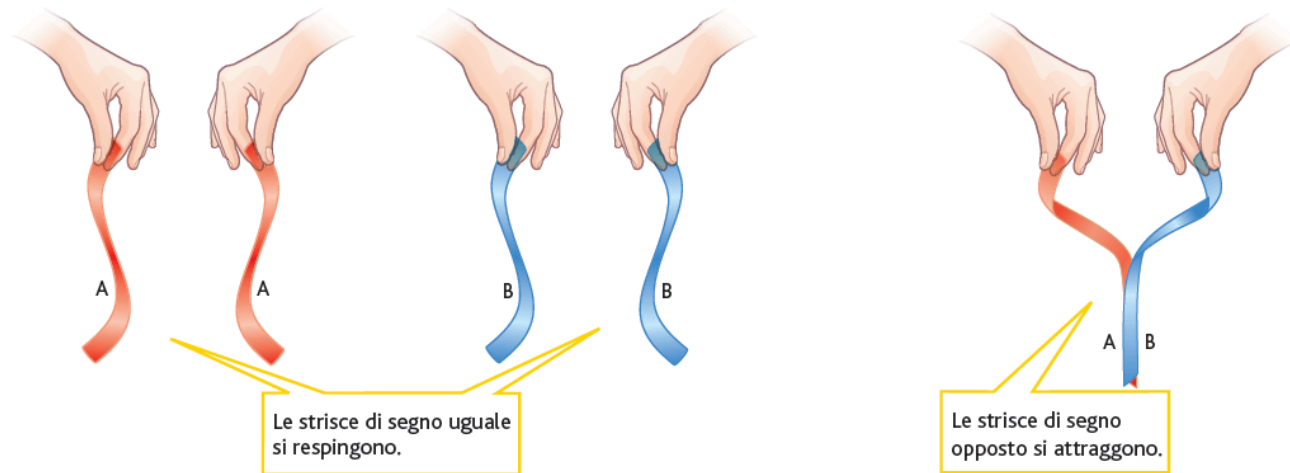
7. Le trasformazioni del nucleo
8. I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento
9. Misura, effetti e applicazioni delle radiazioni
10. L'energia nucleare
11. Fissione e fusione nucleare

# La natura elettrica della materia (I)

1. Lo strofinio di qualsiasi materiale provoca la comparsa su di esso di una carica elettrica capace di attrarre piccoli oggetti;
2. la carica elettrica può essere di due tipi: per convenzione si distingue in positiva (+) e negativa (-);
3. le cariche dello stesso segno si respingono mentre cariche di segno opposto si attraggono;
4. un corpo è elettricamente neutro quando possiede lo stesso numero di cariche elettriche positive e negative;

# La natura elettrica della materia (II)

5. Lo strofinio provoca la migrazione da un corpo all'altro di cariche elettriche negative, chiamate elettroni;
6. un oggetto elettricamente carico è capace di caricare per «induzione» un oggetto neutro.



# La scoperta delle proprietà elettriche (I)

Il termine «elettricità» deriva dalla parola *elektron* che gli antichi Greci utilizzavano per spiegare il fenomeno dell'elettrizzazione dell'ambra per strofinio con un panno di lana.





# La scoperta delle proprietà elettriche (II)

Fino alla fine del 1700 l'elettricità era conosciuta solo la forma di elettricità detta **statica**.

Fu Benjamin Franklin il primo a parlare di **fluido elettrico**, costituito da particelle repulsive, distinguendo l'elettricità positiva e l'elettricità negativa.

Grazie all'invenzione della *pila di Volta*, nel 1800, si comprese che l'elettricità è una **corrente lenta** capace di provocare trasformazioni chimiche.

# La scoperta delle proprietà elettriche (III)

Si deve poi al chimico svedese Berzelius il collegamento tra elettrochimica e teoria atomica: egli suggerì l'idea che ogni atomo possedesse sia la carica positiva che la carica negativa e che atomi diversi combinandosi neutralizzassero le residue cariche elettriche.



# Le particelle fondamentali dell'atomo (I)

Gli atomi sono formati da tre particelle fondamentali:

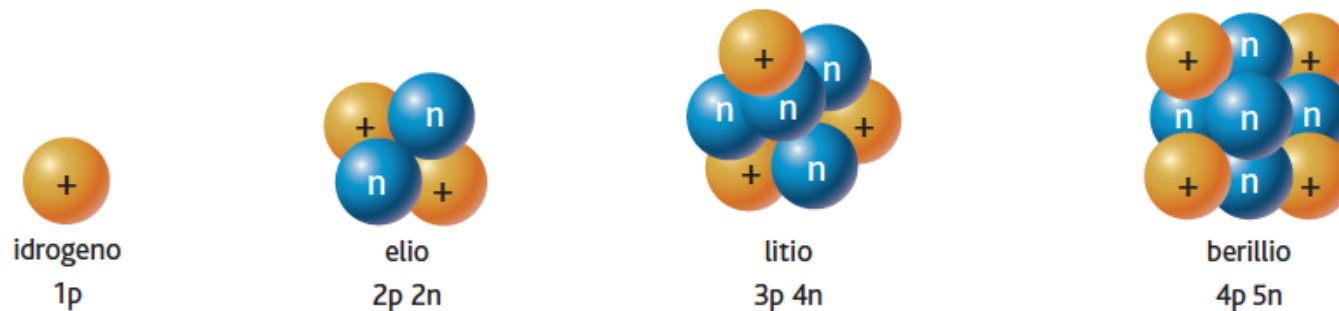
- l'**elettrone** con carica negativa;
- il **protone** con carica positiva;
- il **neutrone** privo di carica.

Particella	Carica elettrica	Carica relativa al protone	Massa (kg)	Massa (u)	Massa relativa al protone
elettrone (e)	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	-1	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$5,486 \cdot 10^{-4} \text{ u}$	1/1836
protone (p)	$+1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	+1	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	1,007 u	1
neutrone (n)	0	0	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	1,009 u	$\cong 1$

# Le particelle fondamentali dell'atomo (II)

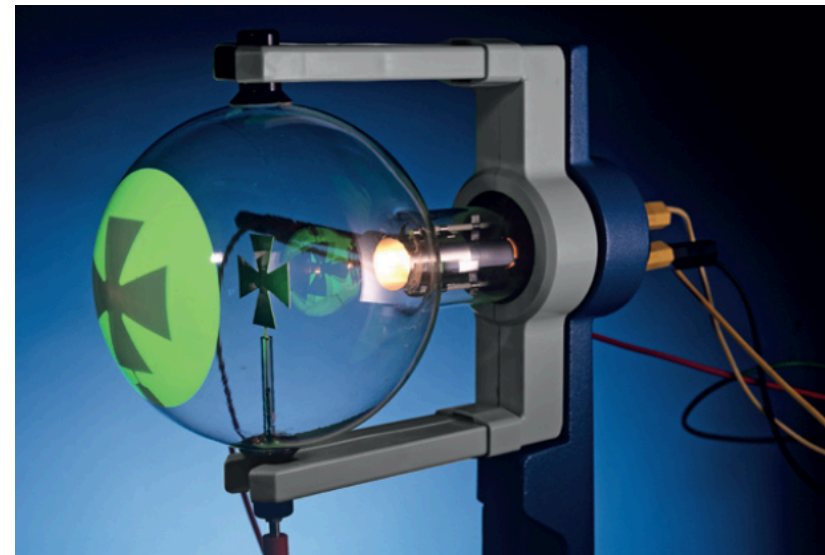
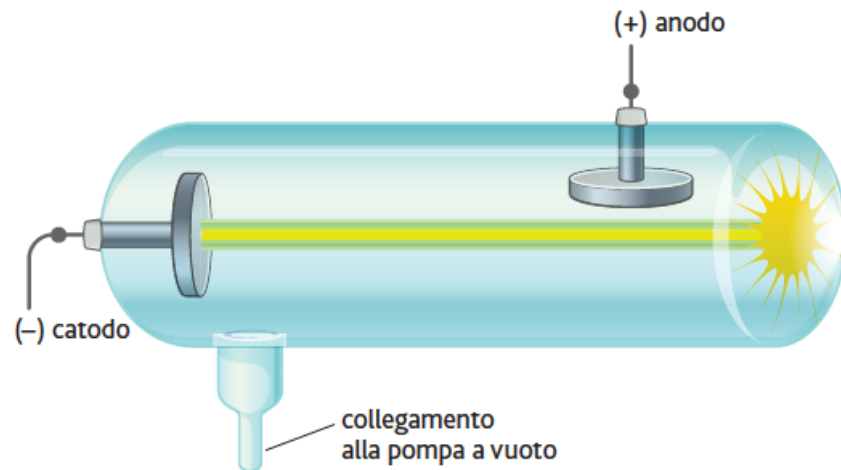
Neutroni e protoni non sono particelle elementari, ma sono composte da altre particelle: i **quark**.

Nel Novecento si è scoperto che l'atomo contiene una zona piccola e densa, il **nucleo**, in cui si trovano neutroni e protoni (i **nucleoni**).



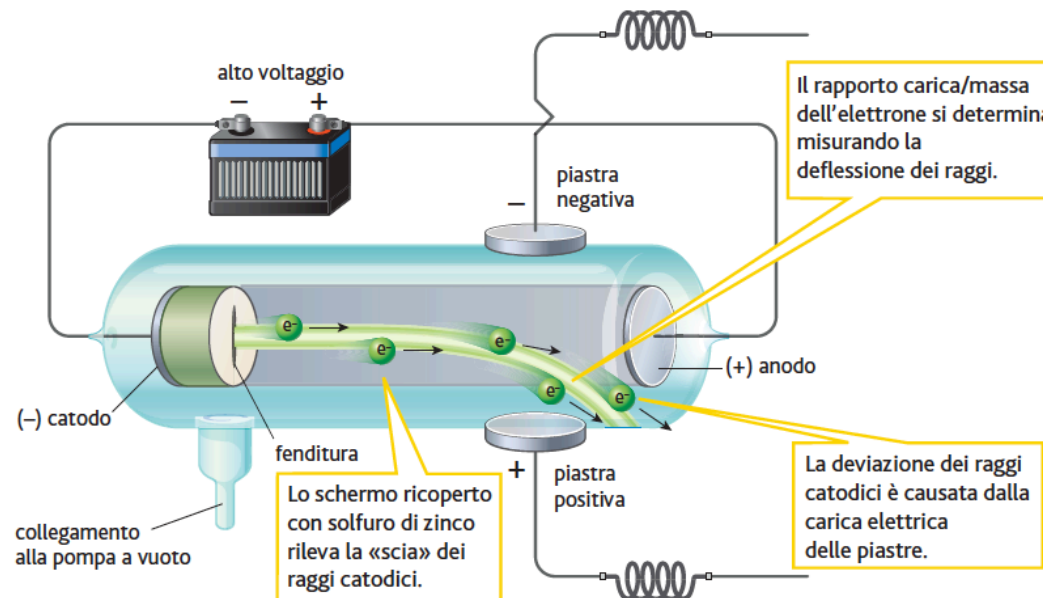
# La scoperta dell'elettrone (I)

L'*esperimento di Thomson* con i tubi di Crookes ha portato alla scoperta degli elettroni, particelle cariche negativamente che costituiscono le radiazioni definite **raggi catodici**.



# La scoperta dell'elettrone (II)

Thomson riuscì a determinare anche il rapporto carica/massa dell'elettrone, misurando la deviazione che i raggi catodici subivano al variare dell'intensità del campo magnetico.



# La scoperta dell'elettrone (III)

Gli **elettroni** sono contenuti negli atomi di tutti gli elementi.

Quando vengono separati dagli atomi, gli elettroni sono tutti uguali tra loro, perciò il vero costituente della materia è l'atomo.

# L'esperimento di Rutherford (I)

Fu presto chiaro che all'interno dell'atomo doveva esistere una carica elettrica positiva corrispondente a quella negativa degli elettroni.

Thomson propose come modello una sfera carica positivamente con gli elettroni sparsi al suo interno.

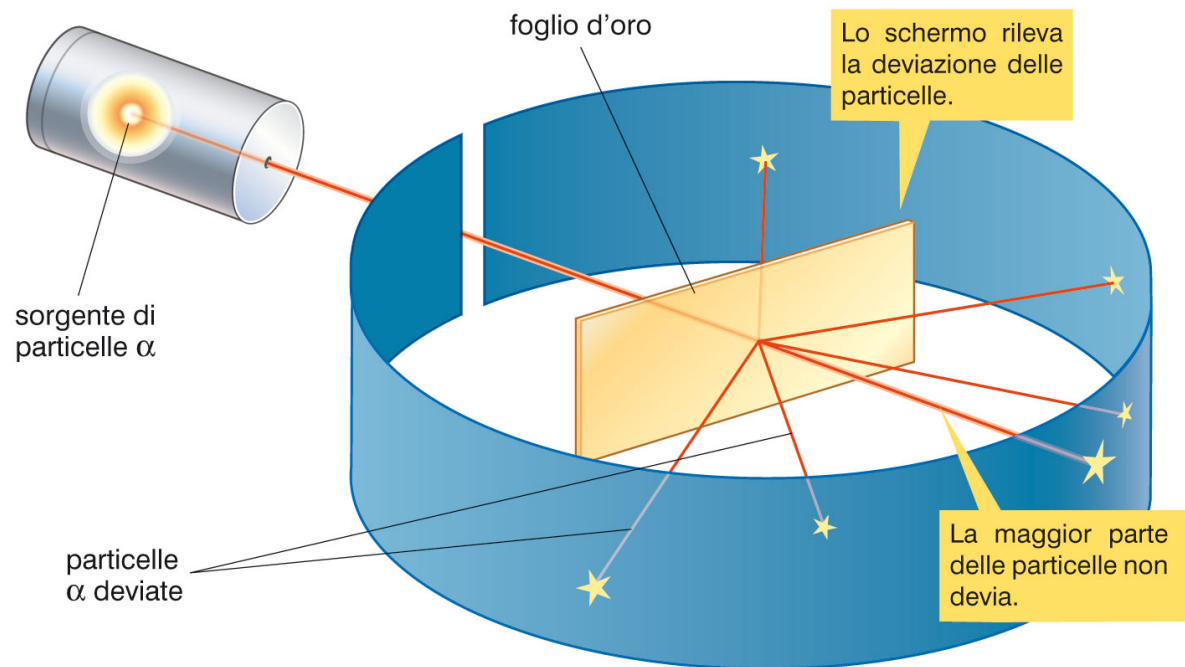
Per comprendere la natura degli atomi, si incominciò a bombardarli con particelle radioattive.



# L'esperimento di Rutherford (II)

**Rutherford** determinò la natura delle particelle  $\alpha$  (atomi di elio privi di due elettroni) con le quali poi bombardò una sottilissima lamina d'oro:

le particelle  $\alpha$  dopo l'urto con gli atomi d'oro venivano raccolte ed evidenziate su un apposito schermo.



# L'esperimento di Rutherford (III)

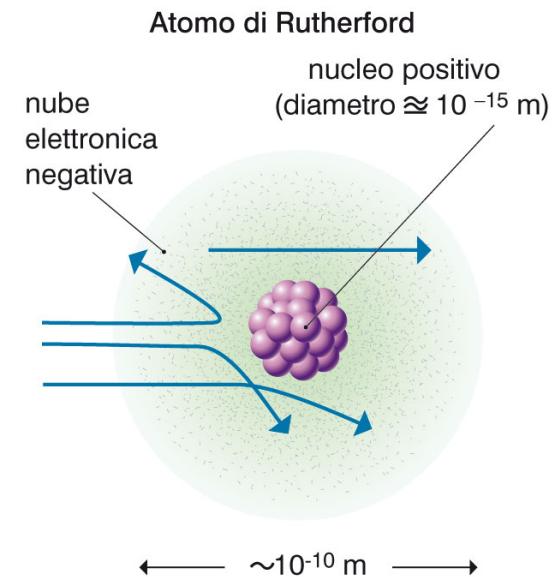
Studiando il comportamento delle particelle  $\alpha$ , Rutherford poté stabilire che:

- gran parte di esse non subiva deviazioni e attraversava la lamina;
- alcune particelle subivano una deviazione con angolature diverse rispetto alla direzione iniziale;
- un numero molto esiguo rimbalzava, ma violentemente.

# L'esperimento di Rutherford (IV)

Sulla base dei risultati sperimentali Rutherford propose un **nuovo modello di atomo**:

- l'atomo è composto da un nucleo in cui sono concentrate carica positiva e massa;
- gli elettroni occupano lo spazio vuoto intorno al nucleo e vi ruotano intorno come pianeti;
- il numero di elettroni è tale da bilanciare la carica positiva del nucleo.

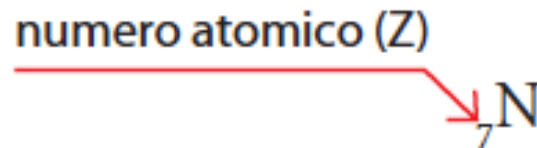


**ZANICHELLI**

# Il numero atomico identifica gli elementi (I)

I nuclei di atomi diversi presentano diversa carica positiva, quindi contengono un diverso numero di protoni.

Il numero di protoni presenti nel nucleo di un atomo è detto **numero atomico (Z)**.



Se l'atomo è neutro il numero dei protoni è uguale al numero degli elettroni.

# Il numero atomico identifica gli elementi (II)

Il numero atomico è caratteristico di ogni elemento ed è la grandezza fondamentale che lo identifica.

Moseley dimostrò sperimentalmente che la posizione degli elementi nella tavola periodica dipende dal numero di cariche positive presenti nel nucleo, ovvero dal numero di protoni.

# Il numero atomico identifica gli elementi (III)

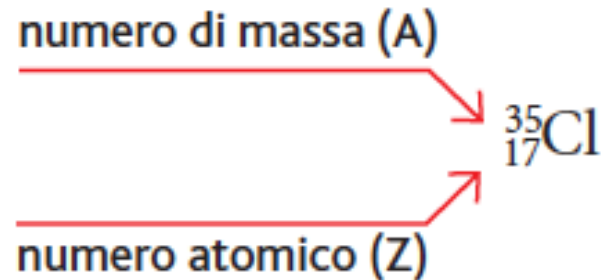
Le masse atomiche relative degli elementi sono circa il doppio del valore del loro numero atomico.

Oltre ai protoni, nel nucleo ci sono altre particelle: i **neutroni**.

neutroni + protoni = nucleoni

Numero di nucleoni = **numero di massa**

# Il numero atomico identifica gli elementi (IV)

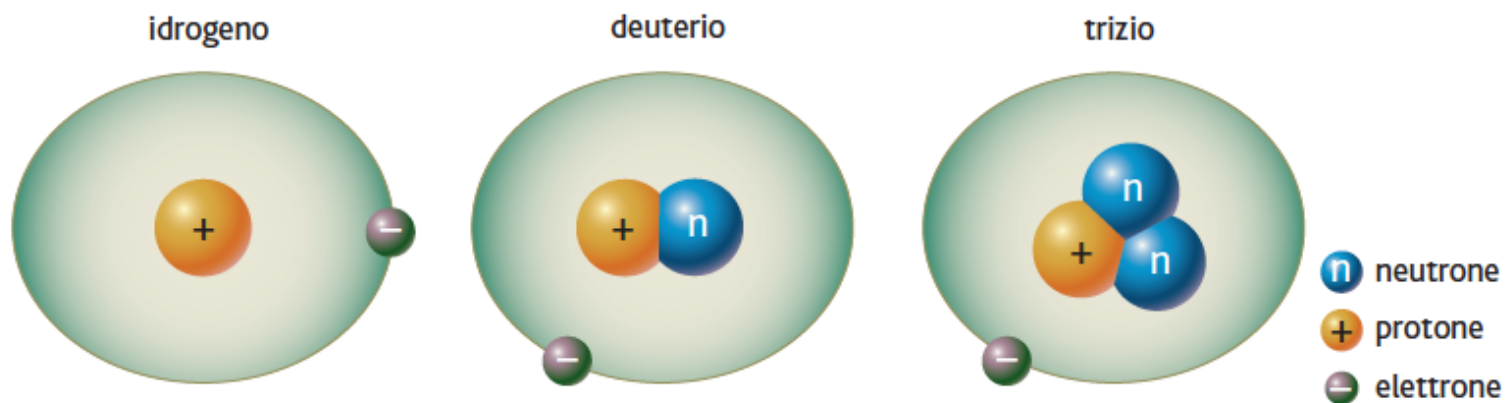


Conoscendo il numero atomico e il numero di massa di un elemento si può calcolare il **numero di neutroni** contenuti nel suo nucleo:

$$n^{\circ} = A - Z$$

# Il numero atomico identifica gli elementi (V)

Gli **isotopi** sono atomi dello stesso elemento aventi le stesse proprietà chimiche ma masse diverse, perché contengono un diverso numero di neutroni.



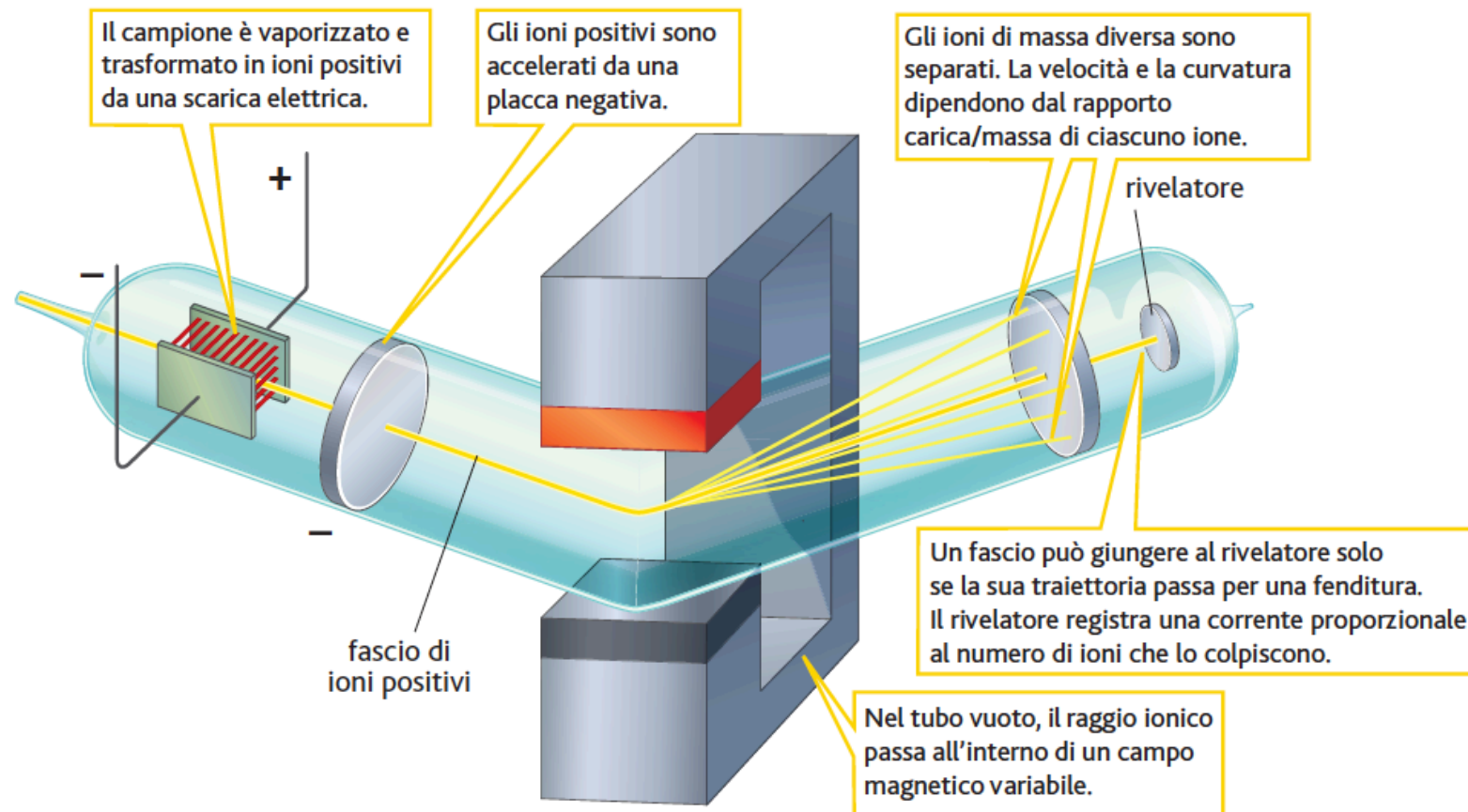


# Il numero atomico identifica gli elementi (VI)

La **massa atomica relativa** di un elemento che si legge sulla tavola periodica è la media ponderata delle masse dei suoi isotopi, calcolati secondo la loro abbondanza percentuale.

Oggi le masse atomiche si determinano attraverso lo spettrometro di massa.

# Il numero atomico identifica gli elementi (VII)



# Le trasformazioni del nucleo (I)

Alcuni isotopi sono instabili ed emettono spontaneamente una particella, trasformandosi nel nucleo di un altro elemento.

Il **decadimento radioattivo** è un processo che trasforma il nucleo di un elemento nel nucleo di un elemento diverso.

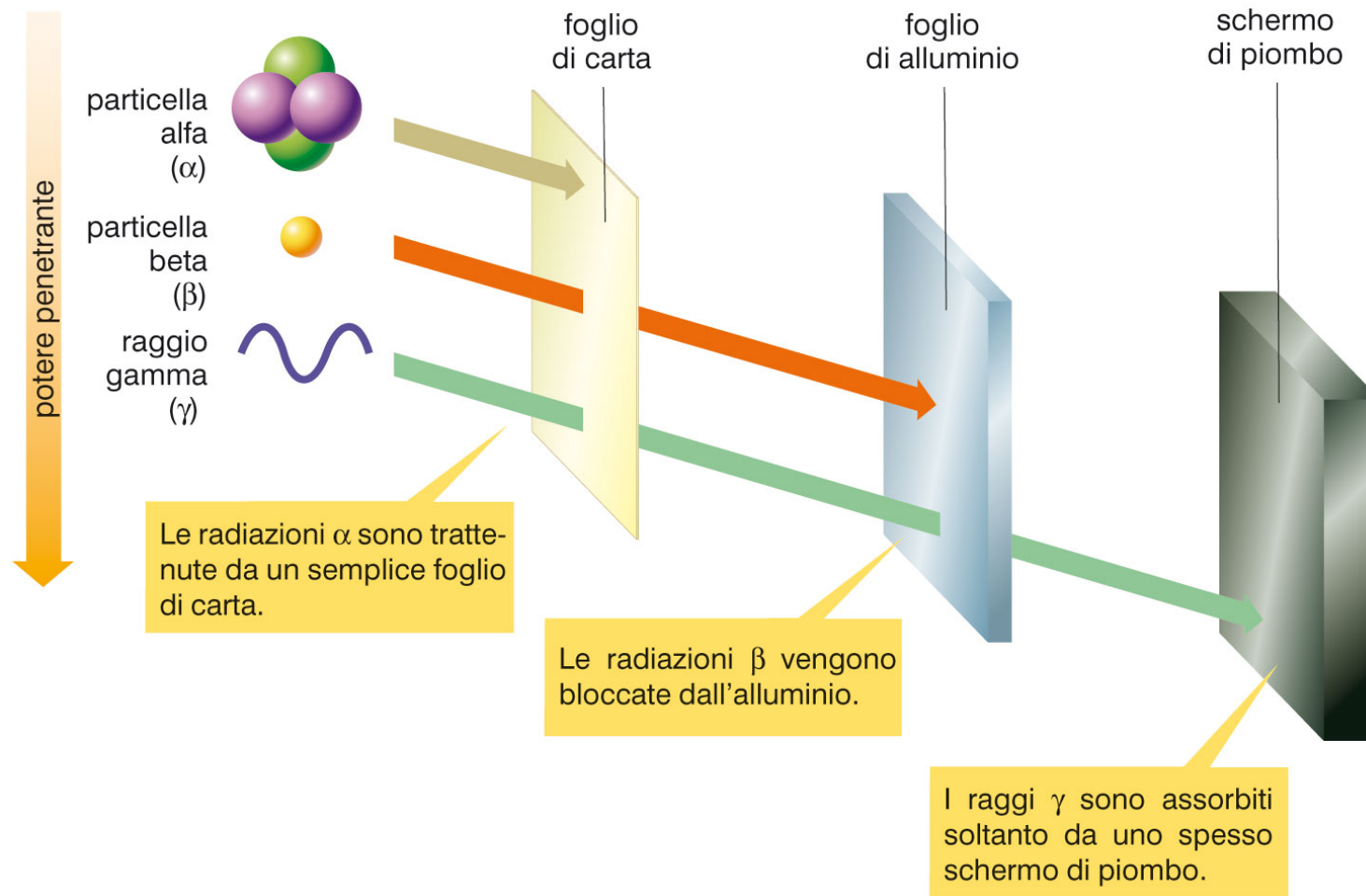
La **radioattività** è il processo di emissione di una particella o di una radiazione dal nucleo.

# Le trasformazioni del nucleo (II)

La radioattività è stata scoperta alla fine dell'Ottocento da Becquerel, ma è grazie a Rutherford che si è arrivati a definire i diversi tipi di radiazioni:

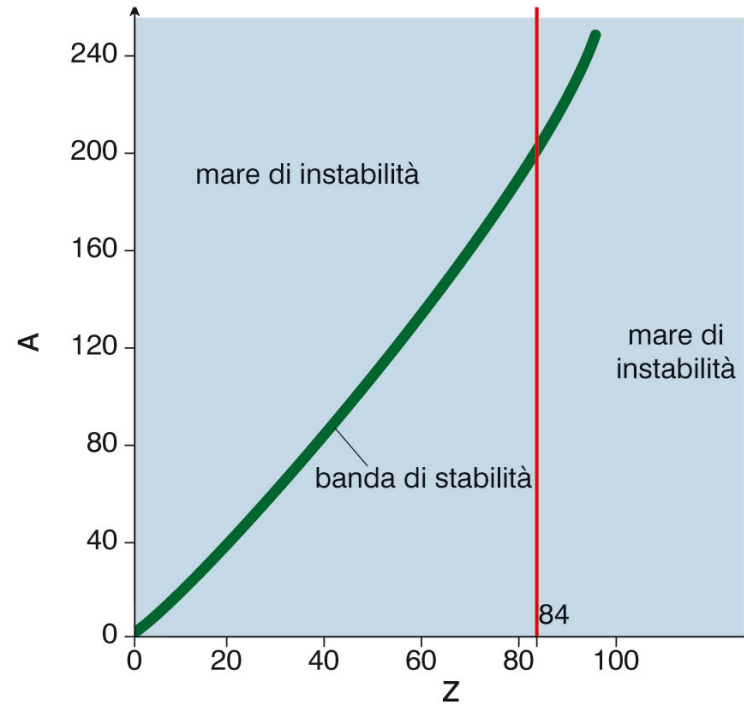
- **raggi  $\alpha$** , corrispondenti a nuclei di elio (carica  $2+$ , massa 4);
- **raggi  $\beta$** , fasci di elettroni veloci (carica  $-1$ , massa 0);
- **raggi  $\gamma$** , radiazioni elettromagnetiche a grande energia.

# Le trasformazioni del nucleo (III)



# Le trasformazioni del nucleo (IV)

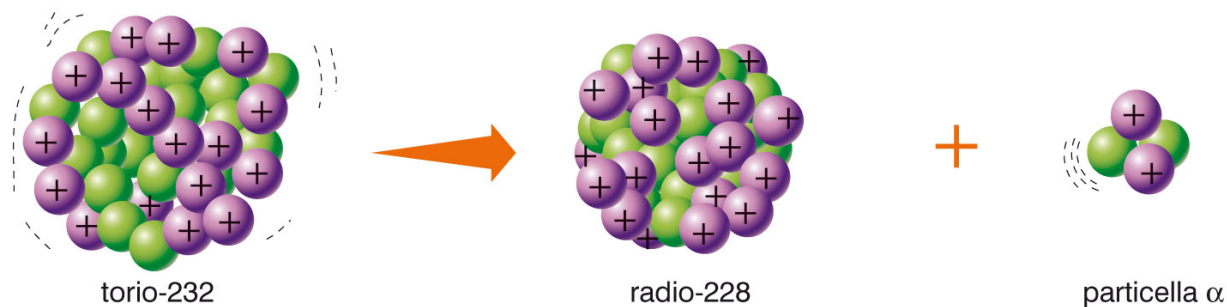
Tutti i nuclei con  $Z \geq 84$  sono instabili, cioè radioattivi.



I decadimenti radioattivi sono determinati da instabilità interne dei nuclei.

# I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento (I)

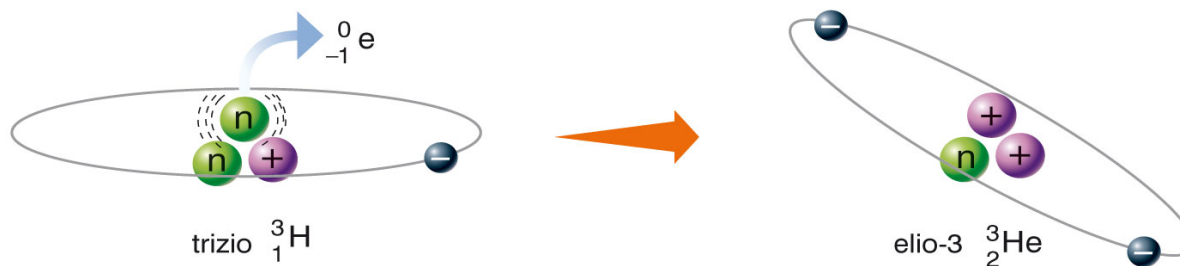
Nel **decadimento  $\alpha$**  il numero atomico del nucleo di partenza diminuisce di due unità e il suo numero di massa di quattro unità.



Il decadimento  $\alpha$  è tipico dei nuclidi con numero elevato sia di protoni che di neutroni.

# I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento (II)

Nel **decadimento  $\beta$**  il numero atomico del nucleo che si forma è superiore di un'unità rispetto al nucleo di partenza, ma rimane inalterato il numero di massa (il nuovo nuclide si trova spostato di una posizione a destra nella tavola periodica).



Il decadimento  $\beta$  è tipico dei nuclei troppo ricchi di neutroni rispetto ai protoni.



# I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento (III)

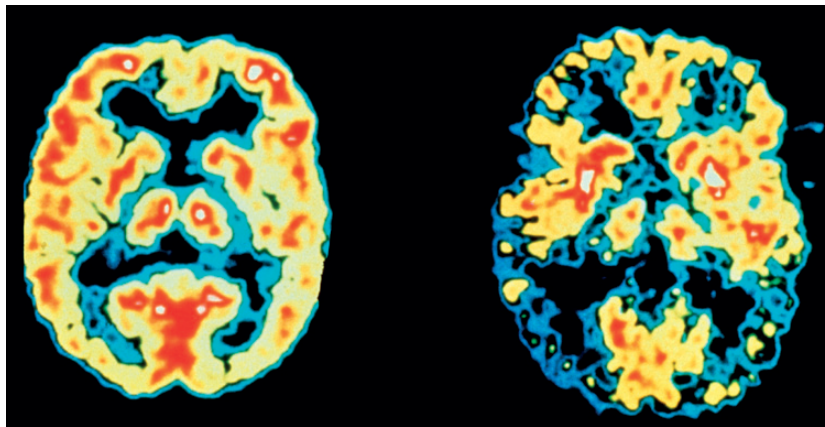
Nell'**emissione  $\beta^+$**  e nella cattura elettronica il numero atomico del nucleo che decade diminuisce di un'unità rispetto al nucleo di partenza, ma rimane inalterato il numero di massa (il nuovo nuclide si trova spostato di una posizione a sinistra nella tavola periodica).



# I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento (IV)

L'emissione  $\beta^+$  e la cattura elettronica si verificano quando il numero di protoni è troppo elevato rispetto a quello dei neutroni.

Queste radiazioni vengono utilizzate in medicina nucleare per la PET (tomografia a emissione di positroni).



# I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento (V)

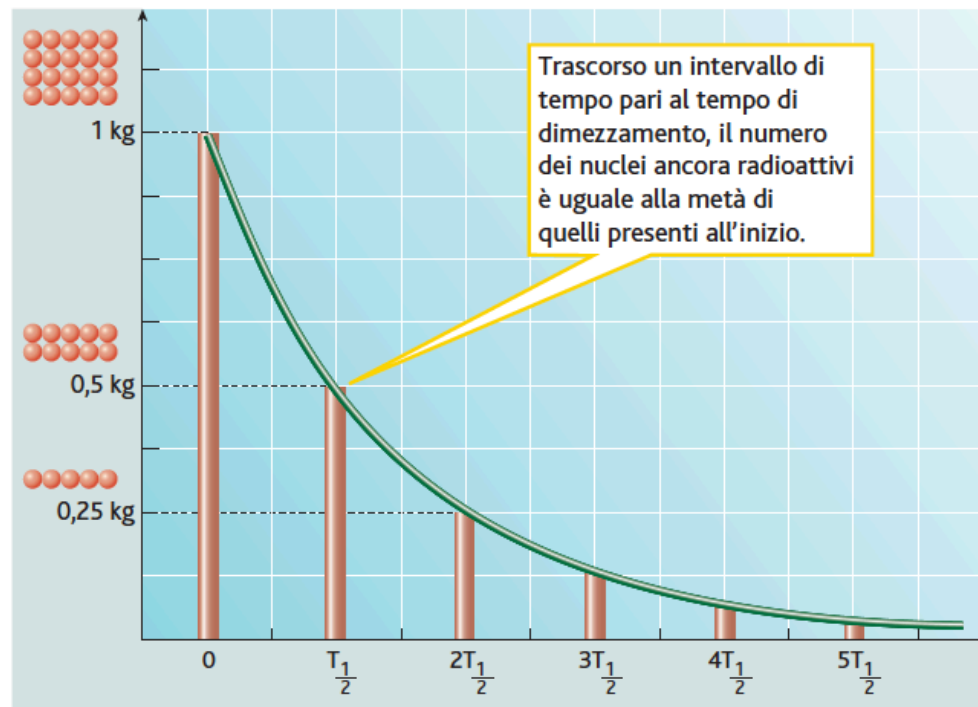
Nell'**emissione  $\gamma$**  rimangono inalterati sia il numero atomico che il numero di massa.

Il nuovo nuclide rimane nella stessa posizione nella tavola periodica.



# I tipi di decadimento radioattivo e la legge del decadimento (VI)

Il **tempo di dimezzamento** è il tempo occorrente per ridurre della metà la quantità di un isotopo radioattivo.



# Misura, effetti e applicazioni delle radiazioni (I)

Il **contatore Geiger** è lo strumento che misura la radioattività.

Nel SI, l'unità di misura di una sostanza radioattiva è il **becquerel (Bq)** che corrisponde a una disintegrazione al secondo.



# Misura, effetti e applicazioni delle radiazioni (II)

Il **carbonio-14** è un isotopo radioattivo del carbonio che decade emettendo particelle  $\beta$  secondo la seguente equazione:  ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$

Misurando l'emissione  $\beta$  del  ${}^{14}\text{C}$  residuo in un reperto archeologico possiamo risalire all'età del reperto.



# L'energia nucleare (I)

L'**energia nucleare** è l'energia che si dovrebbe spendere per separare fra loro i nucleoni.

La stessa quantità di energia viene ceduta nel processo inverso di aggregazione dei nucleoni.

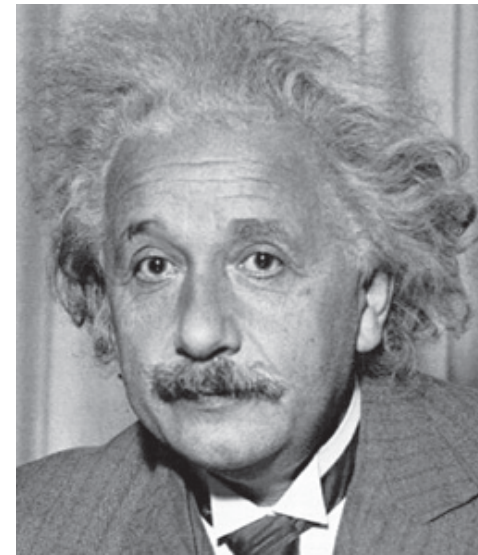
Il **difetto di massa** è la differenza tra la somma delle masse dei nucleoni che si devono aggregare per formare un nucleo e la massa nucleare effettiva.

# L'energia nucleare (II)

La relazione che calcola l'energia nucleare a partire dal valore di difetto di massa del nucleo, deriva dalla **teoria della relatività** di Einstein ed è

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

Ovvero, se un sistema è soggetto a una perdita di massa, deve subire una proporzionale perdita di energia.





# L'energia nucleare (III)

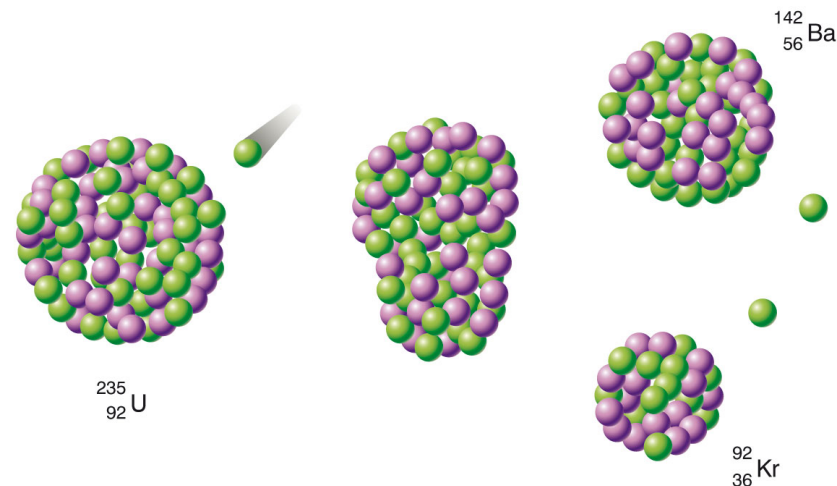
L'energia in gioco in una trasformazione nucleare corrisponde alla differenza tra l'energia dei nuovi nuclei prodotti e quella dei nuclei reagenti.

L'energia nucleare è circa un milione di volte superiore all'energia di legame.

# Fissione e fusione nucleare (I)

La fissione e la fusione nucleare sono le reazioni nucleari di maggior interesse per la produzione di energia.

La **fissione nucleare** è la divisione di un nucleo instabile in due nuclei più piccoli con liberazione di neutroni e di energia.



# Fissione e fusione nucleare (II)

Le reazioni di fissione sono sfruttate nei reattori per produrre energia.



# Fissione e fusione nucleare (III)

Nella reazione di **fusione nucleare** due nuclei leggeri si fondono per dare luogo a uno più pesante.

