

## Le parole della fisica

**Difetto di massa:** differenza tra la somma delle masse dei protoni e dei neutroni che costituiscono il nucleo e la massa del nucleo stesso.

**Difetto di massa** = massa nucleoni – massa nucleo = massa che si trasforma nell'energia  $E = mc^2$  necessaria per costituire il nucleo = energia che il nucleo libera quando si disgrega nei suoi componenti

**Elementi transuranici:** gruppo di elementi chimici con **numero atomico** maggiore di 92 corrispondente a quello dell'**Uranio**, il più pesante degli elementi naturali. Non si trovano in natura ma sono stati preparati artificialmente a mezzo di appropriate reazioni nucleari. Attualmente se ne conoscono 22 dei quali i primi 13 sono: **nettunio, plutonio, americio, curio, berkelio, californio, einstenio, fermio, mendelevio, nobelio, laurenzio**. Sono elementi instabili e decadono in elementi con numero atomico più basso. Solo il plutonio viene preparato in grande quantità perché viene utilizzato come materiale fissile. Tutti gli altri elementi transuranici hanno interesse puramente teorico. I **transuranici**, cioè gli elementi sintetici costruiti dall'uomo, hanno visto la loro nascita nel 1940 con la sintesi dell'elemento chiamato **nettunio**. Il nome deriva dal fatto che nel sistema planetario solare Nettuno segue Urano.

**Elettrone** ( $e$ ): Particella elementare avente carica elettrica negativa pari a  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$ , una massa a riposo pari a  $m = 9,1083 \cdot 10^{-31} kg$  ed una carica specifica  $\frac{e}{m} = 1,7 \cdot 10^{11} \frac{C}{kg}$ . La sua massa è

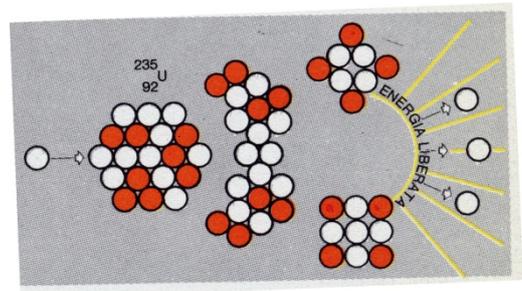
circa  $\frac{1}{1836}$  la massa del protone. L'elettrone fu scoperto nel 1895 dal fisico Thomson come costituente i raggi catodici. E' stata la prima particella elementare identificata e studiata. Oggi è la meglio conosciuta. Il termine fu coniato nel 1891 dal fisico irlandese Stoney prima ancora che la particella fosse identificata. Tutte le cariche elettriche osservate risultano essere multipli interi dell'elettrone che, per questo motivo, è detto quanto di elettricità. Gli elettroni fanno parte della famiglia dei leptoni, e ruotano attorno ad un nucleo carico di elettricità positiva formando con esso l'atomo. Ogni elettrone possiede un momento angolare intrinseco, detto **spin**, interpretabile come una rotazione continua intorno al proprio asse ed un momento magnetico intrinseco che lo fa comportare come un aghetto magnetico. Elettroni vengono emessi dai nuclei di alcuni atomi durante il fenomeno del decadimento beta.

In questa circostanza un neutrone si trasforma in un protone più un elettrone ed un antineutrino. Elettroni di conduzione sono gli elettroni dell'ultima orbita dei metalli. Questi elettroni sono liberi

di muoversi all'interno del reticolo cristallino formato dagli ioni del metallo considerato. Con questo semplice modello sono spiegate diverse proprietà fisiche dei metalli, quali la conducibilità elettrica e l'emissione termoionica. Gli elettroni di valenza sono gli elettroni dello strato più esterno dell'atomo e sono responsabili di alcune proprietà chimiche come, ad esempio, la valenza dell'atomo.

**Fissione:** è una reazione nucleare nel corso della quale un nucleo pesante, in seguito all'urto di una particella leggera, si scinde in 2 frammenti approssimativamente uguali e in 2 o 3 neutroni, con notevole liberazione di energia. Il fenomeno, scoperto da **Hahn** e quasi contemporaneamente da **Joliot e Frisch**; fu studiato da **Fermi** mediante il bombardamento di nuclei di uranio con neutroni rallentati attraverso la paraffina. L'ipotesi avanzata da Fermi è la seguente: il nucleo di uranio che cattura il neutrone lento si spacca in due nuclei più leggeri quasi uguali liberando due o tre neutroni ed una notevole quantità di energia. L'energia liberata per ogni nucleo di uranio scisso è di circa 200 MeV.

**Fissione nucleare:** scissione di un atomo di uranio in due elementi di massa atomica minore, con emissione di energia e di neutroni. La fissione controllata dell'uranio  $^{235}_{92}\text{U}$  o del plutonio  $^{239}_{94}\text{Pu}$  viene sfruttata nei reattori nucleari.



**Neutrino:** particella elementare indicata col simbolo  $\nu$  la cui esistenza è stata dapprima ipotizzata per spiegare il decadimento  $\beta$  e poi verificata sperimentalmente. Ha massa a riposo nulla, carica elettrica nulla e viaggia alla velocità della luce ed attraversa senza interagire anche le sostanze più dense. Gli elettroni emessi nella radioattività  $\beta$  non esistono all'interno dei nuclei: essi vengono <<creati>> all'atto della loro emissione quando un neutrone nucleare si trasforma in un protone ed assieme a ciascuno di essi viene sempre emessa un'altra particella priva di carica elettrica e di massa a riposo nulla, un **neutrino** che porta con sé una parte dell'energia disponibile.

**Neutrone ( $n$ ):** Particella elementare pesante, elettricamente neutra, elemento costitutivo del nucleo assieme al protone. Il neutrone ha spin  $\frac{1}{2}$ , massa a riposo  $m_n = 1,674 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Risulta:  $\frac{m_p}{m_e} = 1836$ . Fu scoperto da **Chadwick** nel 1932. Allo stato libero decade in breve tempo in un protone, in un neutrone e in un antineutrino. I neutroni possono essere prodotti mediante il bombardamento dei nuclei con i protoni oppure nei processi di fissione nucleare. I neutroni possono essere classificati in base all'energia posseduta. Si parla di neutroni lenti se la loro

energia è inferiore a  $1000\text{eV}$ , neutroni intermedi se la loro energia è compresa tra  $1000$  e  $500\cdot 10^6\text{eV}$ , neutroni veloci se la loro energia è superiore a  $0,5\text{MeV}$ .

**Nucleone**: indica una qualsiasi particella elementare (protoni, neutroni) presente nel nucleo dell'atomo considerato.

**Nuclide**: indica una <<specie>> di atomo allo stato neutro caratterizzato dal suo nucleo che possiede  $A$  nucleoni dei quali  $Z$  sono protoni ed  $N$  sono neutroni.

**Numero di massa** ( $A$ ): indica il numero di protoni e neutroni che costituiscono il nucleo dell'atomo considerato.

**Numero Atomico** ( $Z$ ): Indica il numero di protoni presenti nel nucleo dell'atomo considerato.

**Isotopi**: sono atomi appartenenti ad un unico elemento ma con diverso **numero di massa**  $A$ . Gli **isotopi** hanno lo stesso numero di protoni ma diverso numero di neutroni, presentano le stesse proprietà chimiche ma differiscono per le proprietà fisiche. Ogni elemento chimico può essere formato da atomi tutti identici o da più isotopi. Il **numero di massa**  $A$  che si attribuisce all'elemento è quello dell'isotopo più abbondante. Gli **isotopi** possono essere **stabili** o **instabili** (**radioattivi**) e gli instabili possono essere naturali o artificiali.

**Protone** ( $p$ ) Particella elementare stabile avente massa a riposo  $m_p = 1,672\cdot 10^{-27}\text{kg}$ , carica elettrica positiva uguale, in valore assoluto, a quello dell'elettrone, spin  $\frac{1}{2}$  e momento magnetico pari a  $2,79276$  magnetoni nucleari. Il nucleo dell'idrogeno è costituito da un protone e questi, pertanto, si identifica con lo ione idrogeno, cioè con l'atomo di idrogeno privato dell'elettrone periferico. Fu scoperto nel 1920 dal fisico inglese Rutherford.

Il numero di protoni e neutroni presenti all'interno del nucleo di un atomo prende il nome di numero di massa e viene indicato col simbolo  $A$ , il numero dei protoni presenti all'interno del nucleo prende il nome di numero atomico e viene indicato col simbolo  $Z$ .  $N = A - Z$ , differenza tra il numero di massa ed il numero atomico, rappresenta il numero di neutroni presenti nel nucleo. Gli isotopi di uno stesso elemento hanno lo stesso numero atomico  $Z$ , ma differiscono per il numero  $N$  di neutroni presenti nel nucleo.

**Radioattività**: fenomeno per cui un nucleo atomico si trasforma spontaneamente (**radioattività naturale**) o mediante il suo bombardamento con neutroni (**radioattività artificiale**) in un nucleo di un elemento più leggero. Il decadimento si svolge generalmente attraverso una catena di altri nuclei instabili, la **famiglia radioattiva**, fino all'isotopo finale stabile. La **radioattività naturale** avviene con emissione di radiazioni di tre tipi  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . I raggi  $\alpha$  sono composti da due protoni e da due neutroni; sono quindi nuclei di elio, i raggi  $\beta$  sono costituiti da elettroni dotati di grande velocità, i

raggi  $\gamma$  sono costituiti da **fotoni** ad alta energia e sono quindi radiazioni aventi la stessa natura della luce visibile , ma con lunghezza d'onda molto più piccola e perciò di frequenza molto più elevata .**I raggi  $\gamma$  sono onde elettromagnetiche di elevata frequenza.**

Per emissione di una particella  $\alpha$  il nucleo di un elemento radioattivo si trasforma in quello di un elemento con numero atomico inferiore di 2 unità e massa atomica inferiore di 4 unità. Per emissione di una particella  $\beta$  si ha una trasformazione del nucleo originale in quello dell'elemento di numero atomico immediatamente inferiore , mentre la sua massa atomica rimane praticamente invariata. Nel **decadimento  $\beta$**  il nucleo perde una carica negativa con emissione di elettroni oppure una carica positiva con emissione di **positroni ed un neutrino**.

Le sostanze radioattive naturali si dividono in tre famiglie dette dell'**uranio 238** ( $U^{238}$ ) dell'**attinio 235** ( $At^{235}$ ) e del **torio 232** ( $Th^{232}$ ). Tutte e tre le famiglie terminano con un isotopo del piombo.

**Reazione a catena:** Si ha quando i neutroni prodotti dalla prima fissione diventano proiettili capaci di generare una nuova fissione e così di seguito. Infatti la **fissione** del nucleo di uranio è seguita dalla contemporanea emissione di 2 neutroni i quali, a loro volta, possono colpire altri 2 nuclei di uranio vicini e spezzarli, producendo altri 4 neutroni che possono spezzare altri 4 nuclei di uranio e così di seguito. Si innesca una **reazione a catena** che si propaga rapidamente in tutto il blocco di uranio , provocando la liberazione di una enorme quantità di energia. Perché una **reazione a catena** possa essere **controllata** occorre che il numero di scissioni al secondo non cresca oltre un certo limite. Si realizza questo disponendo nella massa dell'uranio degli opportuni **assorbitori**.

**Serie radioattive:** I nuclei radioattivi pesanti, dopo la disintegrazione, danno luogo ad altri nuclei radioattivi. Si forma così una catena che termina in un nucleo stabile. Le **serie radioattive** sono **quattro**, dette del torio, dell'uranio, dell'attinio e del nettunio, i cui capostipiti sono rispettivamente  $Th^{232}$  ,  $U^{238}$  ,  $U^{235}$  ,  $Np^{237}$  .