

Il documento è protetto da copyright. E' vietato qualsiasi ulteriore atto di utilizzazione (re-immissione in rete, diffusione, riproduzione in copia), senza la dovuta autorizzazione o citazione della fonte di provenienza.
www.ibeans.it di Pippo Panasci

La fisica nucleare

LA maggior parte delle persone è molto sospettosa nei confronti della fisica nucleare. Se sei come gli altri, forse ti vengono subito in mente immagini fantapolitiche di macchine mute di distruzione in attesa negli abissi dei grandi oceani della Terra. Sai che i sottomarini a propulsione atomica, armati con decine di armi nucleari, sono pronti a scatenare la fine del mondo.

È vero senza dubbio che i sottomarini atomici controllano una tremenda energia potenziale. Alcuni chilogrammi di combustibile nucleare forniscono a un sottomarino abbastanza energia per fare varie volte il giro del mondo e per soddisfare per mesi il fabbisogno di energia di un equipaggio senza mai emergere in superficie. Testate nucleari non più grandi di un sacchetto per la spesa in un supermercato hanno una potenza capace di distruggere intere città. Ma l'energia nucleare è molto più di un'arma. In ogni ospedale importante, particelle emesse dai nuclei sono usate per distruggere cellule cancerose. Altri nuclei, iniettati nel corpo, permettono ai medici di seguire il movimento di atomi e di fare diagnosi. Nel mondo naturale, la luce del Sole che nutre il nostro pianeta proviene da reazioni nucleari all'interno del Sole.

Ma quale che sia l'uso a cui l'energia nucleare è adibita, essa può sempre essere intesa nei termini di un principio di base semplice:

L'energia nucleare proviene dalla conversione della massa

Oggi ci rendiamo conto che la massa è una forma di energia molto concentrata. Il nucleo, che è responsabile dell'energia nucleare e della radioattività, concentra in sé la quasi totalità della massa dell'atomo, occupando al tempo stesso solo una parte infinitesima del suo volume. Esso si comporta in modo indipendente dagli elettroni, molto lontani, che controllano il legame chimico. I nuclei degli atomi più familiari sono stabili e non cambiano, mentre quelli di altri si disintegrano ed emettono particelle di grande energia, che chiamiamo radiazione. In queste reazioni una parte della massa originaria si converte in energia. L'energia può essere prodotta anche da reazioni nucleari come la fissione (la scissione del nucleo) e la fusione (l'unione di nuclei a formare atomi di numero atomico superiore). In entrambi i casi l'energia ottenuta da un nucleo proviene dalla conversione di massa in energia

Il nucleo

L'atomo è formato quasi per intero da spazio vuoto. Se il nucleo di un atomo di uranio fosse una palla da bowling ferma davanti a noi, gli elettroni in orbita attorno a esso sarebbero come 92 granelli di sabbia disseminati in un'area paragonabile a quella di una città piuttosto estesa. Eppure, nonostante le sue piccole dimensioni, il nucleo contiene virtualmente tutta la massa di un atomo. Esprimendoci in modo non rigoroso, possiamo dire che gli elettroni determinano la grandezza di un atomo, mentre il nucleo ne determina il peso. Avendo una massa così grande concentrata in un volume così piccolo, il nucleo racchiude in sé un'energia immensa. Ecco perché una bomba atomica, che opera attraverso una riorganizzazione dei contenuti del nucleo, è tanto più distruttiva dei comuni esplosivi chimici, che operano al livello delle posizioni degli elettroni nelle loro orbite.

La differenza di grandezza fra il nucleo e l'atomo, e la grande distanza fra il nucleo e gli elettroni, contribuisce a spiegare una caratteristica importante della materia: ciò che accade nel nucleo è in gran parte indipendente da ciò che accade agli elettroni e viceversa. L'elettrone, in periferia, non si interessa di ciò che sta facendo il nucleo in centro, e viceversa. Poiché la chimica implica gli elettroni esterni, le reazioni chimiche sono in grande misura indipendenti da ciò che accade nel nucleo. Questi fatti hanno conseguenze pratiche straordinarie

L'energia nucleare

I due tipi principali di particelle nucleari - protoni e neutroni - sono saldamente racchiusi nella struttura del nucleo. Per modificare questa struttura occorrono quantità grandissime di energia. Nelle regioni esterne di un atomo gli elettroni, quando passano da un'orbita a un'altra, emettono luce visibile. All'interno del nucleo, un protone o un neutrone che eseguano un mutamento simile emettono raggi x con un'energia un milione di volte maggiore di quella contenuta nella luce visibile. L'energia presente nel nucleo è molto più grande di quella disponibile nella parte restante dell'atomo.

Quasi tutta l'energia nucleare proviene dalla conversione della massa. La massa di un nucleo è normalmente un po' minore della somma delle masse dei protoni e neutroni che dovrebbero essere uniti per crearlo. Il nucleo del carbonio-12, per esempio, ha una massa dell'1 per cento circa minore della massa di sei protoni e sei neutroni. Quando si forma un nucleo di carbonio-12, la massa in eccesso viene convertita in energia attraverso la formula $E = mc^2$, e quest'energia assicura la coesione del nucleo.

Ci sono due modi per attingere energia dal nucleo: la fissione e la fusione. In entrambi i casi l'energia ottenuta proviene dalla conversione di massa in energia, e in entrambi i casi l'energia è disponibile perché la massa dello stato finale del sistema nucleare è minore di quella dello stato iniziale.