

Le reazioni nucleari

Spesso il decadimento di un isotopo non crea subito un isotopo stabile, ma un altro che è ancora instabile e tende a sua volta a decadere. Si crea così una successione di decadimenti che continua fino a che non si forma un isotopo stabile, cioè una serie di reazioni che interessano il nucleo e perciò sono dette **reazioni nucleari**.

Gli studi sul nucleo compiuti nel ventesimo secolo non solo hanno permesso agli scienziati di spiegare molte reazioni nucleari naturali ma anche di progettare e realizzare reazioni nucleari artificiali; con queste sono stati preparati nuovi isotopi di elementi naturali e anche isotopi di nuovi elementi artificiali, ovvero tutti quelli con numero atomico maggiore di 92.

Le reazioni nucleari hanno la caratteristica di produrre quantità enormi di energia e questo fatto trova spiegazione a livello sperimentale. Considerando un nucleo e misurandone la massa si trova che essa è inferiore al valore teorico che si otterrebbe sommando le masse delle singole particelle che compongono il nucleo stesso. Questa differenza viene chiamata **difetto di massa**. Ebbene, la massa mancante si trasforma in energia, proprio l'energia necessaria per tenere vicini i protoni nonostante abbiano la stessa carica elettrica. Questa trasformazione di massa in energia avviene secondo la notissima equazione di Einstein.

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

energia (J) ← massa (kg) ← velocità della luce ($3,0 \cdot 10^8$ m/s)

Nelle reazioni nucleari si ha la formazione di nuovi nuclei e l'energia rilasciata è dovuta proprio alla diminuzione della massa. Anche se la variazione risulta molto piccola, il suo valore moltiplicato per il quadrato della velocità della luce nel vuoto dà sempre un valore molto elevato di energia.

Dobbiamo sottolineare che in queste trasformazioni della materia non valgono più le leggi fondamentali della chimica, innanzi tutto perché gli atomi non si conservano.

Consideriamo per esempio la reazione nucleare per noi più importante: si tratta della *reazione di fusione* che accende le stelle, come il nostro Sole. In generale nelle reazioni di fusione i nuclei di due atomi si uniscono per formare il nucleo di un altro atomo con numero di massa maggiore. Nel Sole avviene la reazione di fusione tra deuterio e trizio che dà origine all'elio, come si evince dalla seguente equazione:

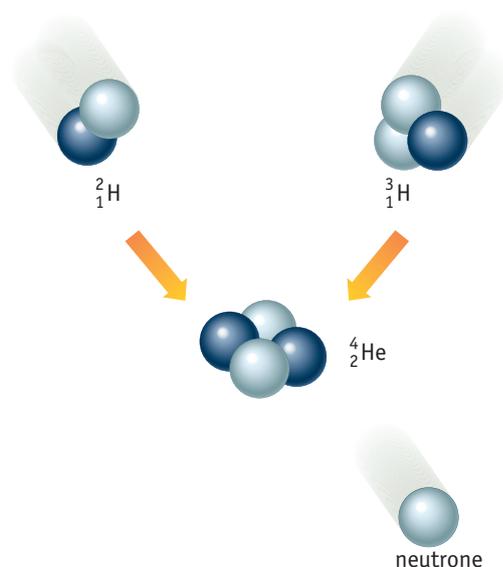


Si può notare che il nuovo elemento prodotto ha un nucleo diverso da quello dei due reagenti, anche se il numero complessivo di protoni e neutroni non cambia in quanto si libera anche un neutrone: $2 + 3 = 4 + 1$ (figura ►1).

Nelle centrali nucleari si realizza invece la *reazione di fissione*. Nelle reazioni di fissione un nucleo molto grande viene spezzato in nuclei più piccoli.

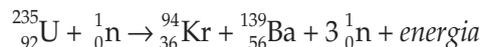
▼ **Figura 1**

Dalla reazione di fusione tra i nuclei di due isotopi dell'idrogeno si ottiene il nucleo un nuovo elemento, l'elio.



Approfondimento

In particolare, nelle centrali nucleari viene realizzata la reazione di fissione dell'isotopo 235 dell'uranio. I prodotti della reazione possono essere diversi, per esempio:



Si può verificare che anche in questa reazione si conserva il numero di particelle subatomiche nucleari:

$$235 + 1 = 94 + 139 + (3 \cdot 1)$$

I protagonisti della scienza

Il fisico e matematico tedesco **Albert Einstein** (1879-1955) è forse lo scienziato più famoso al mondo. Egli diede contributi innovativi nei settori più disparati della fisica, ma il suo studio più profondamente originale è stato la teoria della relatività generale.

Nel 1921 ottenne il Premio Nobel per la Fisica per un suo lavoro del 1905 sulla spiegazione dell'effetto fotoelettrico.

A causa delle persecuzioni razziali da parte dei nazisti (Einstein era di famiglia ebrea) nel 1933 lasciò la Germania rifugiandosi infine negli Stati Uniti, dove ebbe una cattedra di fisica teorica presso l'Institute for Advanced Study di Princeton. Di fronte alla minaccia rappresentata dal regime nazista, nel 1939 scrisse assieme a molti altri fisici una famosa lettera indirizzata al presidente degli Stati Uniti F.D. Roosevelt, in cui si teorizzava l'uso militare dell'energia atomica e ciò segnò l'inizio dei piani per la costruzione della bomba atomica. Dopo la guerra Einstein si impegnò attivamente per la pace e per la messa al bando delle armi nucleari.

