

## L'energia nucleare La radioattività

La radioattività fu scoperta nel 1896 da Henri Becquerel, un fisico francese che per primo osservò l'emissione spontanea di radiazioni da un pezzo di un minerale di uranio, chiamato **pechblenda**.

Il fenomeno osservato da Becquerel fu chiamato **radioattività** e l'uranio fu definito un **elemento radioattivo**.

Ma perché i Sali di uranio emettono radiazioni?

La maggior parte degli elementi naturali ha atomi stabili, che restano inalterati con il passare del tempo, ma esistono anche alcune specie atomiche instabili, che si "disintegrano", cioè si trasformano emettendo radiazioni. Gli atomi che hanno lo stesso numero di protoni, ma un diverso numero di neutroni del nucleo, si definiscono isotopi.

Per nuclide si intende il nucleo di un isotopo che ha un diverso numero di massa (protoni più neutroni) e un numero atomico (numero protoni) ben definito.

Nel nucleo dell'uranio ci sono sempre 92 protoni mentre i neutroni possono essere 143, 144 o 146. L'uranio quindi è costituito da tre isotopi radioattivi aventi come numero di massa 235, 236 e 238, che vengono indicati come U 234, U 235 e U 238.

L'uranio fa parte degli elementi radioattivi naturali ovvero che hanno un numero atomico elevato e sono instabili e quindi emettono radiazioni già in natura. È possibile inoltre trasformare elementi radioattivi naturali in altri elementi instabili, detti elementi radioattivi artificiali, che si ottengono in laboratorio, tramite reazioni nucleari.

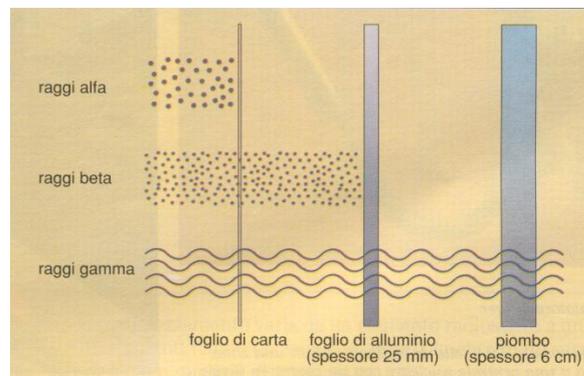
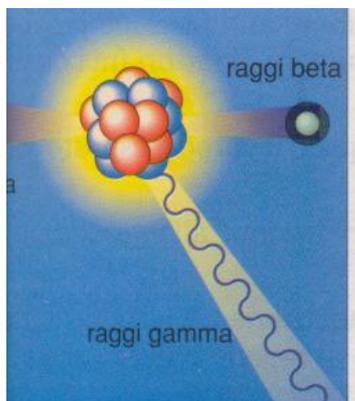
### Le radiazioni nucleari

In base alla deviazione che le radiazioni subiscono quando vengono sottoposte all'azione di campi magnetici e elettrici, è stato possibile capire che esse sono costituite da tre tipi fondamentali di raggi alfa, beta e gamma.

I raggi alfa sono costituiti da nuclei di elio, formati da due neutroni e due protoni e quindi carichi positivamente.

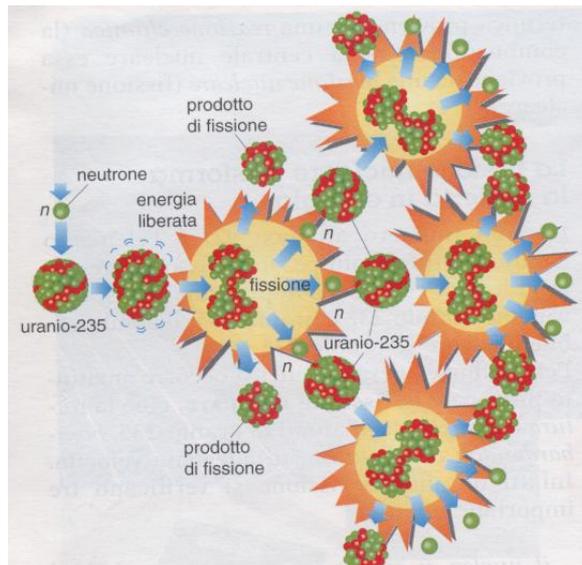
I raggi beta sono costituiti da elettroni e quindi sono carichi negativamente.

I raggi gamma infine sono radiazioni di natura elettromagnetica, sono privi di massa e di carica elettrica, sono molto penetranti e ricchi di energia.

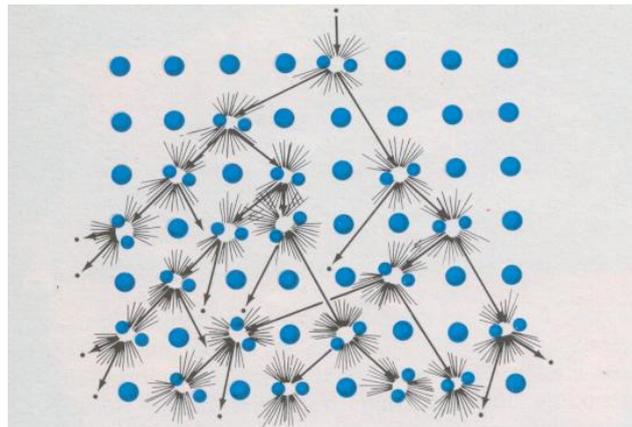


## La fissione nucleare

Alcuni isotopi, come l'uranio 235 e il plutonio 239, per la loro elevata instabilità sono particolarmente adatti ad essere sottoposti alla **fissione**. La fissione si ottiene bombardando il nucleo di questi elementi instabili con neutroni. Per attivare il processo di fissione occorrono almeno 7,5 kg di uranio (massa critica) che prima di essere introdotto nel reattore deve essere polverizzato o ridotto in pastiglie. Nel processo di fissione si ottengono atomi aventi un numero atomico più basso, due o tre neutroni liberi e un'enorme quantità di energia.



I neutroni che si liberano durante la fissione dell'uranio, possono a loro volta colpire altri atomi di uranio innescando un processo che prende il nome di **reazione a catena**.



*Esempio di reazione a catena*

Una reazione a catena incontrollata è il principio sul quale si basa la bomba atomica. La grande quantità di energia prodotta è calcolabile con la formula di Einstein:

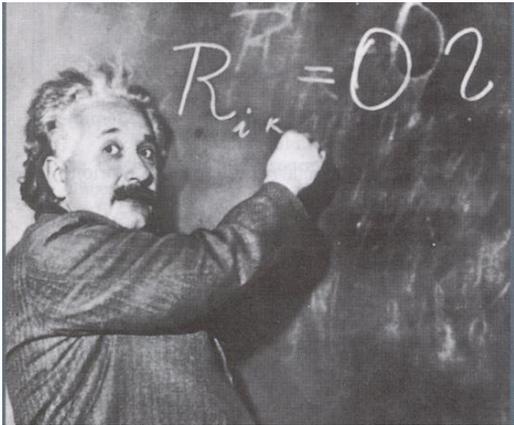
$$E = mc^2$$

Nella quale:

**E** è l'energia prodotta

**m** è la massa trasformata

**c** è la velocità della luce elevata al quadrato.



Poiché la velocità della luce è di 300.000 km/s, il risultato che si ottiene anche solo con un grammo di uranio è pari a 25 milioni di kilowattora di energia.

## Le centrali elettronucleari

Il funzionamento di una centrale elettronucleare è analogo a quello di una centrale termoelettrica. La particolarità delle centrali nucleari consiste nel fatto che in esse l'acqua viene riscaldata dalla fissione nucleare. Le strutture nelle quali avviene la fissione controllata si chiamano reattori. Questi possono essere di due tipi:

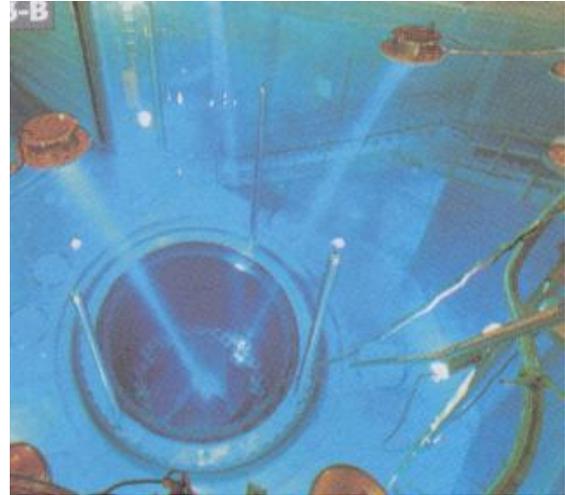
i **reattori lenti** sono quelli tradizionali e vengono chiamati così perché, utilizzando come combustibile basse percentuali di uranio 235, in essi la reazione a catena si sviluppa lentamente, producendo energia con flusso costante. L'energia prodotta viene utilizzata per la produzione di vapore in pressione, che fa girare le pale di una turbina, in modo analogo a quanto avviene in una centrale termoelettrica. Questo tipo di reattori viene impiegato su navi e sottomarini e nelle centrali di prima generazione;

i **reattori veloci** rappresentano l'evoluzione dei primi e sono caratterizzati da una maggiore potenza. Sono definiti anche autofertilizzanti poiché producono contemporaneamente sia energia sia nuovo combustibile nucleare. Essi infatti sono in grado di trasformare anche l'uranio 238 in plutonio 239, un elemento fissile artificiale. In questo modo quel 99% di uranio 238 che nei reattori lenti rimane inutilizzato, viene trasformato in nuovo combustibile nucleare.

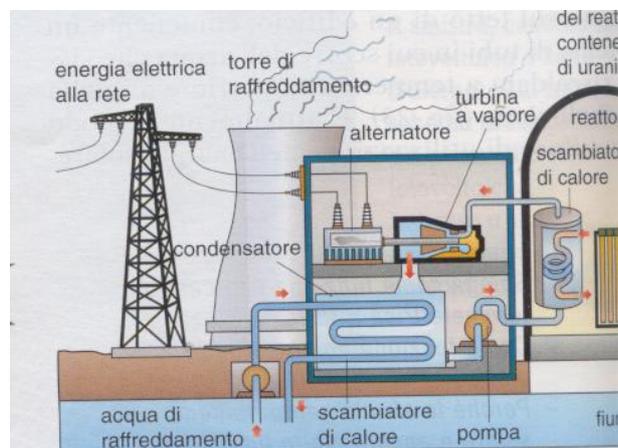
Mentre le riserve di uranio 235 si prevedono esaurite entro una trentina di anni, il plutonio prodotto potrebbe essere sufficiente per altri 1000 anni.



*Un esempio di centrale nucleare*



*Il nocciolo dove avviene la reazione è protetto da un serbatoio d'acqua*



*Schema di centrale termoelettrica*

## **Energia nucleare: sicurezza e inquinamento radioattivo**

L'utilizzazione delle centrali nucleari per la produzione dell'elettricità è sempre stata soggetta di grandi discussioni.

Il disastro più grave è stato quello di Chernobyl, in Ucraina, avvenuto il 26 aprile 1986, quando faceva ancora parte dell'Unione Sovietica. A causa di alcuni difetti strutturali e di una serie di errori

da parte del funzionale della centrale, la reazione nucleare sfuggì al controllo e si giunse alla fusione del nocciolo del reattore.

La conseguenza fu l'esplosione della centrale e lo spargimento nell'atmosfera di una nube di sostanze radioattive, che si sparsero per circa 2000 km raggiungendo gran parte dell'Europa.

In seguito a questi problemi le centrali nucleari in Italia furono chiuse, dopo un referendum popolare.

Oltre al rischio di incidenti esiste anche il problema dello smaltimento delle scorie radioattive, ovvero degli elementi formati durante la fissione. Essi rimangono radioattivi per lungo tempo e non esiste ancora un metodo che riesca a renderli innocui.

Attualmente le scorie vengono chiuse in bidoni con una parete interna di piombo (che blocca le radiazioni) e una esterna di acciaio inossidabile. Questi bidoni vengono poi immagazzinati in depositi sotterranei. In alcuni casi questi materiali vengono esportati nei paesi del terzo mondo che accettano scorie radioattive in cambio di denaro.

Ma la forma più pericolosa di inquinamento è quella da radiazioni. Queste possono essere emesse nell'ambiente non solo da esplosioni nucleari, con la successiva ricaduta nel terreno delle particelle radioattive (**fall out**), ma anche dai rifiuti che provengono dalle centrali nucleari, dagli stabilimenti farmaceutici, da ospedali, laboratori, ecc.

Gli elementi radioattivi, una volta immessi nell'aria, vengono trasportati dagli agenti atmosferici anche su lunghe distanze e ricadono al suolo contaminando esso e la vegetazione. In questo modo si insinuano nelle catene alimentari e possono quindi arrivare all'uomo.

Gli elementi più pericolosi e che restano attivi per molto tempo sono:

- lo iodio 131 che resta attivo per otto giorni e si concentra nella tiroide e può provocare tumori anche a distanza di tempo;
- lo stronzio 90 resta attivo per 28 anni e può provocare fenomeni degenerativi a carico delle ossa;
- il cesio 137 resta attivo per 30 anni e può provocare fenomeni degenerativi a carico delle ossa e dei muscoli;
- il plutonio 239 resta attivo per 24.000 anni ed è un pericolo per i polmoni e per le ovaie.

## **Campi di applicazioni delle radiazioni nucleari**

All'utilizzo delle radiazioni nella diagnosi e nella cura delle malattie sono oggi dedicate alcune specialità della medicina:

- la radiodiagnostica,
- la medicina nucleare
- la radioterapia.

In particolare nelle diagnosi di ulcere, fratture, tumori, malattie infiammatorie, l'ausilio di raggi x e degli isotopi radioattivi si è rivelato molto prezioso.

La radiodiagnostica si basa sull'impiego di raggi roentgen o raggi x, per mezzo dei quali è possibile esplorare l'organismo e ottenere rappresentazioni di punti di esso su materiale sensibile (pellicole radiografiche).

La medicina nucleare si fonda sull'uso di radioisotopi che, introdotti in adatte molecole, costituiscono i radiofarmaci. Questi ultimi vengono somministrati in minime quantità per realizzare esami diagnostici molto specifici e in quantità molto superiori per ottenere effetti terapeutici. Introdotto nell'organismo, ogni tipo di radiofarmaco presenta una sua caratteristica distribuzione con concentrazioni elevate in specifici organi o tessuti.

Lo strumento base per l'impiego diagnostico dei radiofarmaci è rappresentato dalla gamma camera. La radioterapia può essere realizzata con l'uso di raggi x prodotti da generatori, di raggi gamma prodotti da radioisotopi e di raggi beta prodotti da betatroni. Con queste tecniche il tumore viene irradiato dall'esterno dell'organismo.

L'effetto delle radiazioni concentrate nel tumore è quello di distruggere le cellule cancerogene, risparmiando il più possibile quelle sane.

## BIBLIOGRAFIA

L. Leopardi, M. Gariboldi "Scienze base" Garzanti Scuola

Botola Gatti Scacchetti "La materia e l'energia- Osservare per conoscere" Ed. scolastiche B. Mondadori

"Le Scienze" volume unico Garzanti

C. Bongarzoni, D. Insolera, W. L. Ramsey "Elementi di Scienze" Zanichelli

A. M. Mancini, G. Pellizzoni "Moduli di Scienze" Ed. La Scuola