



## **SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO**

MATERIA: TECNOLOGIA - A cura del Prof. F. Olati

**Con questa dispensa conoscerai:**

- ❖ **Cosa è la radioattività e le radiazioni;**
- ❖ **Cosa è la fusione e la fissione nucleare;**
- ❖ **Come si produce energia dall'atomo di uranio e come funzionano le centrali nucleari;**
- ❖ **I pericoli dei rifiuti radioattivi;**
- ❖ **Come si smantellano le centrali nucleari**

## 1. La radioattività

Il fenomeno della radioattività fu scoperto dal fisico francese **Becquerel** (dal quale prende il nome l'unità di misura della radioattività) nel 1896 e a partire dal 1898 fu studiato dai [coniugi Curie](#) e poi da Rutherford.

**La radioattività è la proprietà posseduta dai nuclei di alcune sostanze, dette radioattive, di disintegrarsi spontaneamente emettendo radiazioni e trasformandosi in nuclei di elementi sempre più leggeri ma sempre radioattivi. La trasformazione di un nucleo in un nucleo più leggero è detto decadimento radioattivo. L'insieme delle successive trasformazioni è detto "serie radioattiva".**

Dato un atomo di un elemento o **sostanza radioattiva (uranio, torio, radio, attinio, ecc.)** non è possibile stabilire con esattezza quando avverrà la completa disintegrazione di tutti gli atomi; è possibile però stabilire un tempo medio entro il quale si disintegra la metà degli atomi di un elemento. Questo tempo (espresso in pochi giorni fino a miliardi di anni) è detto **tempo di dimezzamento**.

**La radioattività è un fenomeno naturale** alla base dell'esistenza della vita sul pianeta terra. Infatti, il **radon** è un gas emesso dalla crosta terrestre e proveniente dalla viscere della terra, il cui livello aumenta in prossimità delle verificarsi di **scosse telluriche**. Esiste anche la possibilità di generare una **radioattività artificiale** mediante il bombardamento con neutroni di elementi naturalmente non radioattivi.

**La radioattività può anche essere di tipo artificiale**, cioè indotta nel momento in cui un determinato elemento viene bombardato da particelle come i neutroni.



## 2. Le radiazioni

Le radiazioni emesse dalle sostanze radioattive sono di tre tipi: **radiazioni alfa, beta e gamma**. Le radiazioni (o raggi) alfa sono composti da nuclei di elio (aggregati di due protoni e due neutroni), le radiazioni (o raggi) beta sono costituite da elettroni che hanno una velocità prossima a quella della luce, radiazioni (o raggi) gamma sono radiazioni elettromagnetiche caratterizzate da una frequenza estremamente elevata, così come i **raggi X** usati in campo medico.

## 3. Come difendersi dalle radiazioni

**Fermare completamente emissioni di raggi alfa e beta è piuttosto semplice** e richiede pochi millimetri di un qualunque materiale solido o qualche decina di centimetri di spessore di aria. **Più complesso invece schermare i raggi gamma**

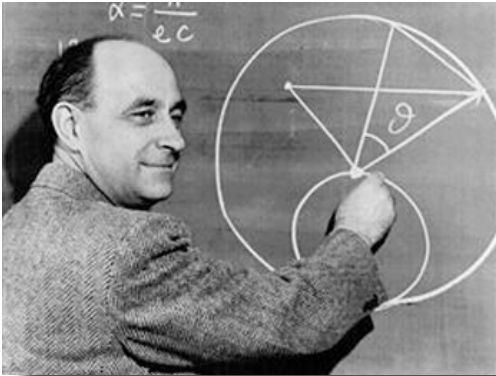
(che sono quindi le radiazioni più pericolose) poiché queste particelle hanno la capacità di penetrare in profondità nei materiali e negli organismi viventi. In questo caso, nei casi di più gravi di contaminazione, si può arrivare ad **effetti di mutazione genetica del DNA di esseri umani ed animali** in grado di danneggiare anche le future generazioni.

#### 4. La produzione di energia nucleare

La produzione di energia nucleare (o atomica) può avvenire per:

- o **Scopi militari** (o bellici)
- o **Scopi civili** (produzione di energia elettrica, applicazioni mediche)

Le prime ricerche nel campo della produzione di energia atomica videro protagonisti scienziati italiani come Enrico Fermi, **Emilio Segrè** che, insieme a molti altri fisici, tra la Prima e la Seconda Guerra Mondiale, si riunirono in vari gruppi, tra i quali spiccano quello denominato **"I ragazzi di via Panisperna"** dal nome delle via di Roma nella quel si riunivano, e **"I fisici di Los Alamos"**, dal nome della località americana dove conducevano esperimenti finanziati dagli Stati Uniti.



La produzione di energia nucleare è finalizzata alla produzione di energia elettrica per scopi civili ed avviene mediante due principi fisici:

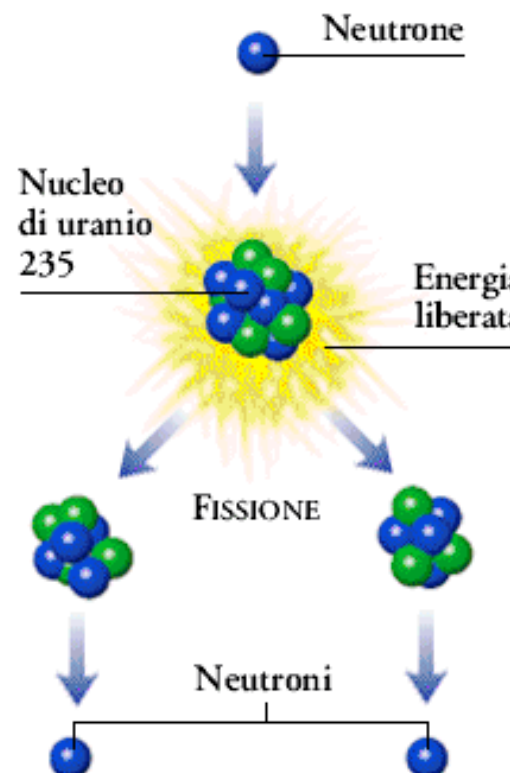
- o **fissione**
- o **fusione**

#### 5. Fissione

Con la fissione, il nucleo della sostanza radioattiva (l'**uranio**, o meglio il suo **isotopo**, detto **Uranio 235**) viene "bombardato" da un **neutrone**. Nell'impatto, il nucleo dell'isotopo dell'uranio si **scinde** in due nuclei più leggeri, con conseguente liberazione di una grandissima quantità di energia. Dall'impatto che determina la scissione, si liberano altri neutroni che colpiscono altri nuclei dell'isotopo dell'uranio, generando una **reazione a catena**.

**Nel caso in cui la generazione di energia è controllata**, quindi di tipo non esplosivo, **abbiamo ottenuto il principio di funzionamento dei reattori nucleari che vedremo più avanti**.

Nel caso in cui la generazione di energia **non è controllata**, quindi di tipo esplosivo, abbiamo ottenuto il principio di funzionamento di un ordigno atomico.



**Abbiamo parlato di isotopo dell'uranio: cosa è un isotopo?** Si tratta del nucleo di una sostanza caratterizzata da proprietà fisiche che ne rendono più facile la sua scissione.

L'uranio naturale (estratto dalle miniere) non potrebbe essere utilizzato per produrre energia, in quanto ci vorrebbe una grandissima quantità di energia di partenza per scinderne il nucleo. Nei laboratori di ricerche atomiche, l'uranio naturale viene sottoposto all'**arricchimento**, per divenire così, **Uranio 235**.

**La produzione di energia è, di per sé pulita, nel senso che la reazione nucleare non produce sostanze inquinanti**, come può avvenire nel caso di utilizzo del petrolio e del carbone. **Le sostanze inquinanti sono le scorie radioattive** delle quali parleremo più avanti.

## 5. Fusione

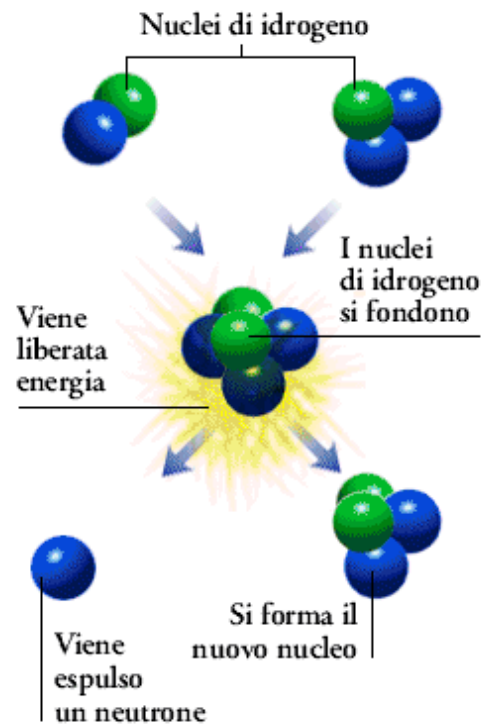
**Con la fusione, due nuclei di idrogeno si fondono per ottenerne uno più pesante.** Questo è il principio di funzionamento delle stelle ed anche del nostro Sole.

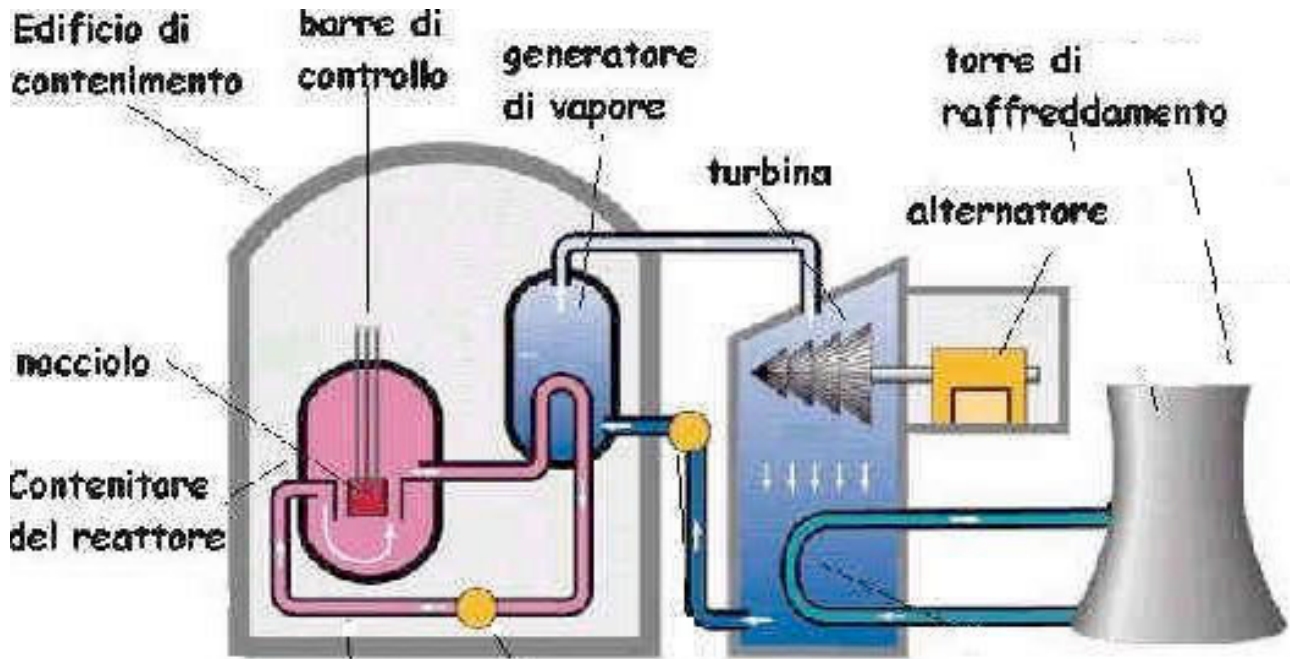
Affinché si verifichi la fusione nucleare sono necessarie temperature elevatissime. I nuclei di idrogeno della figura a destra, sono isotopi dell'idrogeno, ovvero il **deuterio** ed il **trizio**. Il nuovo nucleo che si forma è l'**elio** (per questo il nome latino del Sole è Helios) che può essere considerato il "rifiuto" della reazione, che però è una sostanza innocua contenuta nell'aria che respiriamo.

**Riuscire a produrre energia dalla fusione sarebbe un grande traguardo per l'umanità in quanto riuscirebbero ad ottenere grandissime quantità di energia pulita, partendo da una massa infinitamente piccola.**

## **6. Le centrali nucleari: funzionamento**

Le centrali nucleari (o atomiche) producono energia elettrica servendosi della reazione nucleare che si verifica nei **materiali fissili**. Lo schema complessivo di funzionamento è quindi simile, ad esempio, alle centrali normali centrali termoelettriche; ciò che cambia è il combustibile usato (vedi immagine all'inizio di pagina 5).





Il cuore di una centrale nucleare è il reattore, che contiene il **nòcciolo**, luogo deputato per l'innesco di una **reazione nucleare non esplosiva**, in grado di trasformare l'energia chimica del materiale fissile un enormi quantità di energia termica che, successivamente, al di fuori del reattore, viene trasformata in energia elettrica.

Il **nòcciolo** è composto dalle **barre di combustibile** e dalle **barre degli elementi moderatori**.

All'interno del reattore è necessario tenere costantemente sotto controllo la quantità di raggi gamma attraverso **elementi moderatori** (si usano, ad esempio, **barre di grafite**). Il **compito degli elementi moderatori è quello di rallentare i neutroni che bombardano gli atomi dell'elemento fissile** (generalmente l'uranio). Gli elementi moderatori (dette anche **barre di controllo**) vengono immersi più o meno profondamente nel nòcciolo, accanto alle barre di combustibile, tramite un sistema meccanico di azionamento, ed hanno, in caso di necessità, il compito di **arrestare la reazione nucleare** in caso di criticità. Sono quindi il primo dei tanti sistemi di sicurezza dei quali è dotata una centrale atomica.

I sistemi di sicurezza di una centrale atomica sono detti **ridondanti** in quanto ne esistono molti che entrano in funzione qualora quello precedente abbia fallito.

Il reattore deve avere una struttura in grado di **non lasciare fuoriuscire le sostanze radioattive che si sprigionano durante il processo di fissione**. Il reattore è inserito in un cilindro d'acciaio inossidabile posto all'interno di un contenitore in cemento armato dello spessore di almeno un metro. Anche l'edificio che contiene il reattore é fatto di una solida struttura in cemento armato. L'intera costruzione deve essere perciò **schermata** ovvero **in grado di non far fuoriuscire quantità di radiazioni significative**.

Nel corso dei decenni sono stati messi a punto numerosi tipi di reattori nucleari. Le centrali nucleari in corso di costruzione sono di **III generazione** mentre quelli di **IV**

**generazione** sono attualmente in fase di studio (la loro entrata in funzione potrebbe avvenire tra il 2020 ed il 2040).

Le dinamiche che avvengono in un reattore sono talmente complesse che esiste una branca a sé stante della fisica denominata **fisica del reattore nucleare**.

Quando un reattore nucleare viene acceso, si dice che è **critico**.

## 7. Le scorie radioattive

Sono **scorie radioattive tutti i residui della produzione di energia atomica e tutti i materiali contenuti all'interno di una centrale nucleare** (dai materiali prodotti per la costruzione della centrale fino alle tute, ai guanti, agli oggetti utilizzati al suo interno). Sono scorie radioattive anche quelle provenienti da **laboratori di ricerca nucleare** e gli ospedali dove si effettuano cure dette di **medicina nucleare**.

Le **scorie radioattive** possono essere **liquide** e **solide**. Le scorie devono essere immesse all'interno di speciali contenitori che ne impediscano la fuoriuscita. I sistemi di stoccaggio delle scorie richiedono investimenti in denaro particolarmente **onerosi** e devono garantire che le radiazioni non fuoriescano anche per **un milione di anni**, senza provocare danni alla salute delle persone.

## 8. Smantellamento degli impianti nucleari

Il problema principale dello smantellamento di una centrale nucleare è dato dalla presenza di materiale radioattivo. E' quindi necessaria la decontaminazione del personale e delle attrezzature, con procedure di trasporto e stoccaggio molto costose (ad esempio la polvere del cemento risultato delle demolizioni è radioattiva). Esistono vari modi per smantellare una centrale nucleare:

- o **lo smantellamento immediato;**
- o **la custodia protettiva passiva;**
- o **il tombamento.**

Per **smantellamento immediato** si intende che la centrale e tutte le sue pertinenze vengono abbattute ed il sito viene restituito ad altri usi.

Per **custodia protettiva passiva** (ad esempio, la centrale nucleare di Borgo Sabotino vicino Latina) si intende che viene tolto il combustibile e l'edificio viene portandolo in condizioni di sicurezza fino al momento dello smantellamento finale e della decontaminazione definitiva (trascorrono così circa 60 anni dallo spegnimento del reattore).

Per **tombamento** si intende la soluzione scelta per Chernobyl (Ucraina): in questo caso l'intero reattore con il combustibile al suo interno vengono chiusi all'interno di un "sarcofago" vista la pericolosità di poter intervenire in altri modi.