

GLOSSARIO

ADS

(*Accelerator Driven System*). Sistemi costituiti dalla combinazione di un acceleratore di particelle con un reattore nucleare a fissione sottocritico.

AGR

(*Advanced Gas-cooled Reactor*, reattore avanzato a gas). Reattore che impiega anidride carbonica in pressione come fluido refrigerante. Il moderatore è costituito principalmente da grafite. Il combustibile è costituito da uranio leggermente arricchito in forma ceramica e guaine di acciaio inossidabile.

ALARA

(*As Low As Reasonably Achievable*)

Atomi

Costituenti degli elementi esistenti in natura.

Attinidi

Elementi con numero atomico superiore ad 89 (Attinio). Tra essi, alcuni sono caratterizzati da lunga vita media ed alto livello di tossicità come per: il Curio-247 (Cm_{96}^{247}), l'Americio-243 (Am_{95}^{243}), il Plutonio-239 (Pu_{94}^{239}), il Nettunio-237 (Np_{93}^{237}).

Attività

Il numero di disintegrazioni che si producono nell'unità di tempo in un campione di una sostanza radioattiva. Fornisce un'indicazione sulla frequenza media con la quale essa emette radiazioni. Si misura in Becquerel (Bq): 1 Bq = 1 disintegrazione/secondo.

Barre di controllo

Elementi per il controllo della potenza del reattore. Una loro repentina inserzione provoca lo spegnimento rapido del reattore (*scram*). L'avvio del reattore è ottenuto inserendo inizialmente nel nocciolo sorgenti di neutroni, cioè radioisotopi che emettono spontaneamente neutroni. Durante l'esercizio, consentono di mantenere la reazione a catena compensando la diminuzione dei nuclei fissili scomparsi e la produzione di elementi a forte assorbimento.

BHWR

(*Boiling Heavy Water Reactor*, reattore ad acqua pesante bollente) v. HWR.

Biossido di uranio UO_2

Materiale ceramico che costituisce il combustibile più utilizzato nei reattori, per le sue buone proprietà fino a temperature superiori a 2000 °C. La temperatura di fusione è intorno ai 2800 °C mentre la temperatura di funzionamento è intorno ai 1300 °C. L'uranio metallico, invece, non presenta un buon comportamento alle alte temperature.

BWR

(*Boiling Water Reactor*, reattore ad acqua bollente). È un reattore termico in cui l'acqua bifase (liquida e vapore) ha la funzione di refrigerante e moderatore. Il combustibile è costituito da uranio leggermente arricchito.

Cattura radioattiva

Radioattività provocata tramite un processo di cattura del neutrone seguita da emissione di quanti gamma.

CNF

(*Cold Nuclear Fusion*). Fusione nucleare fredda, ovvero che rinuncia all'uso di altissime temperature (10^6 più elevate). Si realizza caricando di Deuterio una lastrina o una barretta metallica con tecniche elettrolitiche o con gas sotto pressione. La ripetibilità del fenomeno non è stata raggiunta completamente e manca una spiegazione teorica completa degli esperimenti.

Decadimento alfa (α)

Processo di decadimento di nuclidi instabili che tendono a trasformarsi spontaneamente emettendo particelle elementari α . I raggi α sono costituiti da nuclei di atomi di elio, composti da due protoni e due neutroni e quindi dotati ciascuno di due cariche positive. È caratteristica dei radionuclidi con $Z > 82$ e $A > 200$. Le particelle α al momento dell'emissione hanno un'energia cinetica molto alta, ma una velocità relativamente bassa. A causa della loro elevata massa sono poco penetranti e vengono fermati anche da un

modesto spessore di carta o da pochi centimetri d'aria. Nell'interazione con la materia esse perdono rapidamente la loro energia negli urti con atomi o molecole che incontrano e che vengono ionizzate in gran quantità: sono perciò fortemente ionizzanti.

Decadimento beta (β)

Processo di decadimento di nuclidi instabili che tendono a trasformarsi spontaneamente emettendo particelle elementari β . I raggi β sono costituiti da un flusso di elettroni ad alta energia espulsi dal nucleo; si suppone si formino in esso in seguito alla trasformazione di un neutrone in un protone. Le particelle β hanno una massa piuttosto piccola e perciò, a parità di energia cinetica, sono caratterizzate da una velocità molto maggiore. Il loro potere di penetrazione è elevato e vengono arrestati da sottili spessori di metallo. L'energia posseduta dalle particelle β viene dissipata nei successivi urti con gli atomi della materia attraversata. Tale interazione produce l'emissione di raggi X di piccolissima lunghezza d'onda. Anch'essi producono ioni, ma in quantità inferiori rispetto alle α .

Decadimento gamma (γ)

Processo di decadimento di nuclidi instabili che tendono a trasformarsi spontaneamente emettendo radiazioni. I raggi γ sono radiazioni elettromagnetiche che accompagnano in alcuni casi l'emissione α o β da parte dei radionuclidi. Ha quindi la stessa natura della radiazione luminosa e dei raggi X , ma con altissima frequenza e quindi con una lunghezza d'onda molto più piccola e dell'ordine dei 10^{-11} cm. Le radiazioni γ sono talvolta fisicamente indistinguibili dai raggi X , dai quali differiscono per la loro origine nucleare e non atomica. I raggi γ sono assai penetranti e richiedono, per essere fermati, grandi spessori di metallo o di calcestruzzo. Sono anch'essi ionizzanti, ma il loro potere ionizzante specifico è più basso di quello delle particelle α e β .

I raggi γ sono assorbiti dalla materia in base all'energia iniziale del fotone γ incidente secondo i processi di effetto fotoelettrico, Compton, di creazione di coppie.

Decadimento radioattivo

Processo di emissione radioattiva da parte di un atomo. Gli atomi che subiscono il processo della disintegrazione radioattiva perdono generalmente le caratteristiche iniziali, trasformandosi in atomi di altri elementi, che possono essere ancora instabili e decadere a loro volta. Si generano in tal modo vere e proprie catene di elementi radioattivi generati l'uno dall'altro, che danno luogo alle cosiddette serie o famiglie radioattive.

Decommissioning

Insieme di tutte le attività necessarie per porre un impianto nucleare fuori

esercizio in condizioni tali da non costituire un pericolo né per la popolazione né per l'ambiente circostante e per rilasciare il sito senza vincoli di tipo radiologico.

Decommissioning immediato

Inizia subito dopo la fermata dell'impianto e prosegue senza soluzione di continuità fino al rilascio del sito entro alcuni anni. I rifiuti radioattivi residui sono trattati, imballati e trasportati in un sito idoneo allo stoccaggio temporaneo o allo smaltimento definitivo.

Decommissioning differito

Dopo la fermata l'impianto è posto in condizioni di sicurezza passiva ed è mantenuto in questo stato fino a quando sia possibile la rimozione dei controlli normativi in seguito alla decontaminazione e allo smantellamento. Si pospone l'attività di smantellamento vera e propria dell'isola nucleare e del rilascio del sito per 40 - 60 anni. Nel corso del periodo di custodia l'impianto resta intatto, ma viene allontanato il combustibile e i liquidi contaminati sono estratti dai vari sistemi e componenti e sono trattati in modo idoneo. Nel corso del periodo di custodia il decadimento naturale riduce la quantità di materiali contaminati e radioattivi da trattare e smaltire nel corso delle successive attività di decommissioning.

Decommissioning con incapsulamento

Le strutture, i sistemi e i componenti radioattivi sono racchiusi in una struttura resistente e durevole nel lungo periodo, come ad esempio il calcestruzzo. La struttura risultante è poi sottoposta a un programma di manutenzione e sorvegliata permanentemente, finché il decadimento delle sostanze radioattive non consente l'eliminazione dei controlli normativi.

DEMO

Progetto per un reattore a fusione magnetica che seguirà e integrerà il reattore ITER con tutte le infrastrutture necessarie alla produzione di energia elettrica. Dopo lo sviluppo del progetto DEMO si potranno progettare delle centrali nucleari a fusione per la produzione commerciale di energia elettrica da immettere nella rete qualora ciò risultasse competitivo anche dal punto di vista economico rispetto ad altre fonti disponibili.

Difesa in profondità

Vari livelli di difesa indipendenti l'uno dall'altro contro l'inizio e la degenerazione degli incidenti. I livelli includono barriere fisiche, quali l'incamiciatura del combustibile, il sistema primario, il contenitore. I livelli individuati sono cinque: il buon progetto dell'impianto, i sistemi di regolazione e controllo, i sistemi di emergenza, la gestione degli incidenti ed i piani di emergenza.

Dose assorbita

Quantifica l'energia depositata dalle radiazioni nell'unità di massa del materiale irradiato. Si misura in gray (simbolo Gy).

Dose collettiva

Dose efficace assunta dalla popolazione nel suo complesso. Si ottiene sommando le dosi assunte dai singoli individui ed è utilizzata a fini statistici ed epidemiologici per valutare, accanto all'esposizione del singolo individuo, l'esposizione della popolazione nel suo complesso. Si misura in sievert-uomo.

Dose efficace

Quantifica il rischio complessivo per l'individuo irradiato, combinando gli effetti di diverse dosi in diversi organi o tessuti. Questa grandezza tiene conto della diversa radiosensibilità dei diversi organi o tessuti e del corpo umano nel suo complesso e si ottiene sommando i contributi dovuti a ciascun organo irradiato. Il contributo di un particolare organo è pari alla dose equivalente all'organo moltiplicato per il fattore di peso indicato nella tabella 2.2. Si misura in sievert (simbolo Sv).

Dose equivalente

Quantifica il rischio associato all'irradiazione di un singolo organo o tessuto tenendo conto del tipo di radiazione. Il suo valore si ottiene moltiplicando la dose assorbita dal tessuto biologico per un fattore correttivo che dipende dal tipo di radiazione, detto *fattore di peso della radiazione* (vedi tabella 2.1). Si misura in sievert (simbolo Sv).

Dose esterna

Dose efficace dovuta ad irradiazione esterna. Si misura in sievert (simbolo Sv).

Dose individuale

Dose efficace assunta da singoli individui della popolazione. Si misura in sievert (simbolo Sv).

Dose interna

Dose efficace dovuta ad irradiazione interna. Si misura in sievert (simbolo Sv).

Edificio di contenimento

Edificio costituito da una o più strutture di contenimento esterno che racchiudono il vessel, i circuiti idraulici e tutti gli apparati che in caso di rottura potrebbero rilasciare all'ambiente esterno del materiale radioattivo. Generalmente il contenitore primario è in calcestruzzo precompresso rivestito internamente da una parete in acciaio, per assicurare la tenuta stagna. Tale contenitore è progettato

tato per resistere a eventi catastrofici esterni come terremoti, cadute di aereo oltre alle esplosioni interne. Negli impianti più recenti, viene utilizzato per l'edificio reattore un doppio contenimento, con una parete interna in calcestruzzo armato precompresso, per resistere ad ogni possibile sovrappressione, ed una parete esterna, in calcestruzzo armato, per fronteggiare ogni concepibile attacco esterno di origine sia naturale che antropica.

Elementi di combustibile

Lunghe scatole metalliche a sezione quadrata o esagonale, contenenti centinaia di barrette cilindriche di materiale combustibile incamiciato in una sottile guaina metallica. Le barrette sono assemblate in reticoli regolari mediante griglie distanziatrici e piastre terminali forate; tutte le barrette sono lambite dal fluido refrigerante.

Elettroni

Particelle dotate dell'unità di carica negativa pari a $1,6 \cdot 10^{-19}$ C e con una massa trascurabile rispetto al nucleo. Si muovono attorno al nucleo su traiettorie di differente diametro, a ciascuno dei quali la natura ha assegnato un numero finito di elettroni.

Emivita

V. Tempo di dimezzamento.

Energia di legame

Energia necessaria per rimuovere un nucleone dal nucleo. È una funzione del numero di massa A . La massa del nucleo è inferiore alla somma delle masse delle particelle componenti, perché una parte della loro massa si è trasformata in energia di legame.

Famiglie radioattive

v. Serie radioattive.

Fattore di amplificazione Q

Parametro chiave dal punto di vista energetico per lo sfruttamento delle reazioni di fusione nucleare; è il rapporto fra potenza prodotta e potenza immessa nel plasma.

$Q = 1$ indica condizioni cosiddette di *breakeven* o *pareggio* mentre è auspicabile che sia $Q > 1$ producendo più potenza di quella richiesta per alimentare la reazione di fusione.

FBR

(*Fast Breeder Reactor*, reattore veloce autofertilizzante). Reattore che, uti-

lizzando materiale fertile, produce più fissile di quanto ne consumi. Il combustibile è costituito da uranio con arricchimento elevato (circa il 35%). Il refrigerante è costituito da sodio liquido mentre si evitano accuratamente materiali che possono avere funzione di moderatore.

Filiere

Concezioni tecnologiche o classi di reattori nucleari. Ciascuna filiera fa riferimento ad un modello di reattore alle cui caratteristiche principali possono ricondursi più impianti.

Fissione

Processo per cui nuclei pesanti, come quelli di uranio, vengono fissionati o spezzati, rilasciando l'energia interna che li univa. Il processo della fissione viene attualmente utilizzato per la produzione commerciale di energia elettrica.

FTU

(*Frascati Tokamak Upgrade*). Macchina per la fusione magnetica del tipo tokamak ad alto campo magnetico (8 Tesla); attualmente operante in Italia a Frascati.

Fusione

Processo per cui nuclei di elementi leggeri, come possono essere quelli degli isotopi dell'idrogeno deuterio (*D*) e trizio (*T*), vengono fusi o uniti tra loro. La comunità scientifica di tutto il mondo è impegnata attivamente in lavori di ricerca che possano portare al progetto e realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica basato sul concetto di fusione.

Garanzia della Qualità nel campo dell'ingegneria nucleare

La qualità di un prodotto viene garantita mediante il controllo dei processi produttivi, più che mediante il controllo del prodotto stesso. Permette di ottenere prodotti più conformi alle specifiche di progetto. Ciò richiede uno sforzo notevole nel campo della pianificazione delle attività e della gestione della documentazione, con un ulteriore, corrispondente, aggravio di costo.

GCR

(*Gas-Cooled Reactor*, reattore a gas). Reattore che impiega anidride carbonica in pressione come fluido refrigerante. Il moderatore è costituito principalmente da grafite. Il combustibile è costituito da uranio naturale in forma metallica, mentre la guaina è in leghe di magnesio (da cui il nome di Magnox data a questo tipo di reattore).

HTGR

(*High-Temperature Gas-cooled Reactor*, reattore a gas ad alta temperatura).

Reattore che impiega elio come fluido refrigerante. Il moderatore è costituito principalmente da grafite. Il combustibile è costituito da uranio leggermente arricchito in forma di microsferi di ossidi o carburi di uranio e torio inguainati in strati concentrici di carbonio pirolitico e carburo di silicio.

HWR

(*Heavy Water Reactor*, reattore ad acqua pesante). È un reattore termico che impiega come moderatore l'acqua pesante. Il refrigerante può essere acqua pesante in pressione, come nel caso del canadese CANDU che appartiene alla filiera dei PHWR (*Pressurized Heavy Water Reactor*, reattore ad acqua pesante in pressione), o acqua leggera in ebollizione, come nel caso del progetto Italiano CIRENE che appartiene alla filiera dei BHW (Boiling Heavy Water Reactor, reattore ad acqua pesante bollente). Il combustibile è costituito da uranio naturale per via dell'ottima economia neutronica, raggiunta grazie all'acqua pesante.

ICF

(*Inertial Confinement Fusion*). Fusione a confinamento inerziale realizzata mediante microimplosioni di capsule fatte di deuterio e trizio.

IGNITOR

Progetto di macchina per la fusione magnetica del tipo Tokamak ad alto campo, ideato dal Prof. B. Coppi del MIT di Cambridge, MA - USA.

Incidenti base di progetto

Incidenti sulla base dei quali vengono progettati i sistemi di sicurezza dei reattori nucleari in modo che il nocciolo non superi i limiti di danneggiamento irreversibile del combustibile e in modo che i rilasci esterni non superino quelli massimi tollerabili dai criteri nazionali vigenti. Sono indicati con la sigla *DBA* (*Design Basis Accidents*). Esempi di DBA sono la rottura istantanea e completa della massima tubazione del circuito primario, la espulsione repentina di una barra di controllo dal nocciolo, il massimo evento sismico potenziale al sito dell'impianto.

Incidenti severi

Incidenti più gravi rispetto a quelli considerati credibili nel progetto degli impianti nucleari e dei loro sistemi di sicurezza. Solitamente si considera, nell'aggravarsi progressivo di un incidente, che il limite per cui esso diventa 'severo' è il raggiungimento dei 1200 °C dell'incamicatura. Sono indicati con la sigla *SA* (*Severe Accidents*).

Intensità di dose assorbita

Rapidità con cui in un determinato materiale si accumula la dose assorbita. Si misura in gray/ora (simbolo Gy/h).

Ionizzazione

Rottura o radiolisi di legami chimici fra atomi e molecole della materia dovuta all'allontanamento di uno o più elettroni dall'atomo o dalla molecola di appartenenza.

Irradiazione esterna

Esposizione del corpo umano ad un campo di radiazione.

Irradiazione interna

Accumulo di radioisotopi all'interno degli organi e dei tessuti, ad esempio, per inalazione o per ingestione.

Isola convenzionale

La parte di un impianto nucleare costituita dalle apparecchiature per l'utilizzazione del vapore. Consiste principalmente nelle turbine e negli alternatori, installati in speciali edifici completamente separati da quello in cui si trova l'isola nucleare. Altri componenti importanti sono le tubazioni di adduzione e scarico, il condensatore e la sottostazione elettrica dell'impianto.

Isola nucleare

La parte di un impianto nucleare costituita dal sistema nucleare di generazione del vapore e dall'insieme completo dei sistemi e delle apparecchiature ausiliari.

Isotopi

Due nuclei aventi lo stesso numero di protoni ma un numero diverso di neutroni nel nucleo.

ITER

(*International Thermonuclear Experimental Reactor*). Progetto di ricerca internazionale per un reattore a fusione magnetica in grado dimostrarne la fattibilità tecnologica. È gestito da un consorzio di Unione Europea, Russia, Cina, Giappone, Stati Uniti d'America, India e Corea del Sud. È stato stabilito il sito di questa macchina presso Cadarache, nel Sud della Francia.

JET

(*Joint European Torus*). Macchina per la fusione magnetica del tipo Tokamak; attualmente operante in Inghilterra a Culham.

LWR

(*Light Water Reactor*, reattore ad acqua leggera). Sono reattori del tipo PWR e BWR che impiegano l'acqua leggera con la funzione di refrigerante e di moderatore. Il combustibile è costituito da uranio leggermente arricchito.

Materiale strutturale

Materiale utilizzato per il contenimento, il posizionamento, la stabilità meccanica e la funzionalità del reattore.

MCF

(*Magnetic Confinement Fusion*). Fusione a confinamento magnetico del plasma, realizzata mediante grossi campi magnetici.

Metodo deterministico per la sicurezza nucleare

Metodo per individuare gli incidenti da considerare nel progetto di un impianto basato su ipotesi di eventi incidentali iniziatori a cui si aggiungevano ipotesi prudenziali di eventi concomitanti relativi al malfunzionamento dei sistemi di sicurezza fino ad arrivare a stimare i peggiori eventi “credibili”.

Metodo probabilistico per la sicurezza nucleare

Metodo per individuare gli incidenti da considerare nel progetto di un impianto basato sulla esplicita valutazione delle probabilità dei vari eventi incidentali.

Moderatore

Materiale utilizzato per rallentare i neutroni generati dalle fissioni per ottenere elevate sezioni d’urto di fissione. È costituito da un materiale a bassa massa molare, come idrogeno, berillio, carbonio, per ridurre la velocità dei neutroni mediante un piccolo numero di collisioni. I requisiti fondamentali sono l’elevata sezione d’urto di scattering e la bassa sezione d’urto di cattura. Generalmente si ricorre a grafite o acqua.

Neutroni

Particelle elettricamente neutre presenti all’interno del nucleo.

NIF

(*National Ignition Facility*). Struttura di ricerca per la fusione a confinamento inerziale; utilizza potenti laser per portare all’ignizione una piccola massa di combustibile fusionistico.

Nuclei fertili

Nuclei che subiscono fissione solo per opera di neutroni veloci. I principali isotopi fertili sono U_{92}^{238} , Th_{90}^{232} .

Nuclei fissili

Nuclei che possono dare origine al processo di fissione. I principali isotopi

fissili sono U_{92}^{233} , U_{92}^{235} , Pu_{94}^{239} , Pu_{94}^{241} che sono fissionabili ad opera di neutroni a bassa o alta energia.

Nucleo

Parte centrale dell'atomo che ne contiene praticamente tutta la massa. È costituito da neutroni e protoni che hanno massa pressoché identica e vengono anche indicati con il termine *nucleoni*.

Nuclide

Specie atomica caratterizzata da una ben determinata composizione del nucleo. Ogni nuclide è rappresentato dal simbolo dell'elemento accompagnato da due indici, posti generalmente a destra, uno in alto che indica il numero di massa ed uno in basso, che indica il numero atomico.

Numero atomico Z

Indica il numero totale di protoni nel nucleo e quindi di elettroni nel caso di atomi neutri.

Numero di massa A

Indica il numero totale di nucleoni nel nucleo per cui risulta dalla somma del numero dei protoni Z e dei neutroni N , quindi $A = Z + N$.

PHWR

(*Pressurized Heavy Water Reactor*, reattore ad acqua pesante in pressione).
v. HWR.

Plasma

Gas ionizzato con almeno un elettrone estratto da una frazione significativa degli atomi o delle molecole costituenti il gas. Visto che gli elettroni sono in difetto o in eccesso rispetto ai protoni del nucleo, le cariche elettriche non sono più equilibrate e l'atomo viene chiamato *ione*.

Pressurizzatore

Contenitore che vincola ad un valore costante la pressione del circuito idraulico primario. Nel pressurizzatore l'acqua liquida è mantenuta in equilibrio con il suo vapore alla temperatura corrispondente alla pressione di funzionamento; riscaldatori elettrici ed un sistema di getti di acqua sottoraffreddata consentono la regolazione del pressurizzatore.

Prodotti di fissione

Elementi che derivano dal processo di fissione. Tra essi il Cesio-137 (Cs_{55}^{137}), lo Iodio-127 (I_{53}^{127}), il Tecnezio-98 (Tc_{43}^{98}), il Selenio-79 (Se_{34}^{79}).

Protoni

Particelle cariche di elettricità positiva presenti all'interno del nucleo.

PWR

(*Pressurized Water Reactor*, reattore ad acqua). Reattore termico in cui l'acqua monofase (liquida) ha la funzione di refrigerante e moderatore. Il combustibile è costituito da uranio leggermente arricchito.

Radionuclidi

Nuclidi radioattivi che tendono a disintegrarsi spontaneamente emettendo radiazioni.

Radioprotezione

Branca della dosimetria che misura la dose assorbita nei tessuti viventi tenendo conto del tipo di radiazione e del tessuto esposto, valutando gli effetti biologici e sanitari delle radiazioni.

Recipiente in pressione

Recipiente in acciaio contenente il nocciolo.

Refrigerante

Fluido con elevate capacità di trasferimento di calore per asportare la potenza generata nel nocciolo ed impedire che i materiali raggiungano temperature troppo elevate.

RFX

Macchina per la fusione magnetica del tipo *Reversed Field Pinch*, che differisce da quella Tokamak per il livello più basso del campo magnetico tale da non richiedere magneti superconduttori; attualmente operante in Italia a Padova.

Rifiuti radioattivi

Sottoprodotti o materiali non più utilizzabili nei quali sono ancora presenti radionuclidi che emettono radiazioni di vari tipo (α , β , γ e neutroni), la cui intensità decresce con il tempo, e si dimezza in un periodo che va da pochi secondi a migliaia di anni, a seconda del tipo di radioisotopo contenuto.

Rifiuti radioattivi di prima categoria

Rifiuti radioattivi la cui radioattività decade in tempi dell'ordine di qualche mese fino ad un massimo di qualche anno. Hanno origine essenzialmente dagli impieghi medici e di ricerca scientifica, dove i radionuclidi utilizzati

sono caratterizzati da tempi di dimezzamento relativamente brevi. Dopo un periodo di immagazzinamento, vengono gestiti come rifiuti convenzionali.

Rifiuti radioattivi di seconda categoria

Rifiuti radioattivi la cui radioattività decade in tempi variabili da qualche decina fino ad alcune centinaia di anni e rifiuti contenenti radionuclidi a vita molto lunga purché in concentrazioni relativamente basse. Hanno origine dalle attività delle centrali nucleari e dei reattori di ricerca, dagli impianti del ciclo del combustibile, dalle attività di ricerca, mediche ed industriali, e dalle operazioni di smantellamento delle installazioni nucleari. Devono essere trattati e condizionati in modo da presentare determinate caratteristiche meccaniche e chimico-fisiche che li rendano idonei per lo smaltimento in impianti superficiali.

Rifiuti radioattivi di terza categoria

Rifiuti radioattivi la cui radioattività decade nel corso di migliaia di anni. Includono i rifiuti vetrificati o cementati provenienti dal riprocessamento del combustibile irraggiato, il combustibile irraggiato stesso, i rifiuti contenenti plutonio derivanti da attività di ricerca o di fabbricazione di combustibile misto e tutti i rifiuti contenenti emettitori alfa e/o neutroni provenienti da laboratori di ricerca e dagli usi medici e industriali. Dopo essere trattati e condizionati, possono essere smaltiti in formazioni geologiche a grande profondità.

Scram

Spegnimento rapido del reattore dovuto alla repentina inserzione delle barre di controllo.

Serie radioattive

Sezione d'urto di fissione: probabilità che avvenga una fissione nella interazione tra neutrone e nucleo. Dipende dalla velocità del neutrone incidente. I neutroni termici (cioè a bassa velocità) hanno energia cinetica intorno a 0,025 eV e consentono di avere le maggiori sezioni d'urto.

Sistemi di controllo e regolazione

Sistemi basati sulla inserzione ed estrazione nel nocciolo di materiale a forte assorbimento neutronico come il boro o il cadmio usati per il controllo e la regolazione della potenza del reattore.

Tempo di dimezzamento

Tempo necessario perché la metà degli atomi di un isotopo radioattivo subisca il processo di disintegrazione. Detto anche *semiperiodo* o *emivita* di quel radioisotopo, fornisce un'indicazione numerica sulla durata nel

tempo della radioattività di una sostanza. Si misura in secondi, minuti, ore, giorni o anni.

Tokamak

Schema di macchina per la fusione magnetica di maggiore successo. È l'acronimo russo delle parole *TO*roidal'naya *KA*mera *MA*gnitnaya *Ka*tushka, ovvero macchina a camera toroidale e avvolgimento magnetico.

Trasmutazione nucleare

Processo che, mediante decadimenti radioattivi, porta alla trasformazione di alcuni radioisotopi in altri. Tale processo potrebbe venire impiegato per la distruzione dei rifiuti nucleari ad alta attività e a lunga vita. Gli attinidi hanno lunga vita ed alto livello di tossicità e possono essere trasmutati in prodotti a breve vita ed a più basso livello di tossicità. La trasmutazione per cattura neutronica in elementi più pesanti, che siano di nuovo fissili, permette di poterli reintrodurre nel reattore, in aggiunta al combustibile standard, per produrre altra energia.