

GLOSSARIO PROGETTO EEE (EXTREME ENERGY EVENTS)

A.G.N.

Le AGN (*Active Galactic Nucleus*, nuclei galattici attivi) sono galassie attive, ossia dove una frazione dell'energia viene emessa da oggetti differenti dai normali componenti di una galassia (stelle, polveri e gas). I riferimenti al nucleo sono motivati dal fatto che le galassie di questo tipo sembrano essere alimentate da una regione compatta posta appunto al loro centro.

Acceleratore di particelle:

L'acceleratore di particelle è una macchina il cui scopo è quello di produrre fasci di ioni o di particelle subatomiche con elevata energia cinetica. Vengono utilizzati principalmente per scopi industriali (sterilizzazione), medici (produzione di isotopi radioattivi), per studiare la struttura dei materiali o per scopi di ricerca nella fisica delle particelle (un fascio di particelle che possiedono elevate energie cinetiche permette di sondare oggetti di dimensioni molto piccole). I metodi per accelerare le particelle sono basati sull'utilizzo di campi elettro-magnetici; il campo elettrico fornisce energia alle particelle, accelerandole, mentre il campo magnetico permette di curvarne la traiettoria (negli acceleratori circolari) o di correggere dispersioni spaziali e di impulso dei fasci accelerati.

Antimateria

Speculare alla materia ma costituita da antiparticelle, ossia da particelle elementari che, per certi aspetti, possono essere considerate le immagini speculari delle particelle che formano la materia ordinaria. Le antiparticelle sono in generale uguali alle corrispondenti particelle in tutto, tranne che per determinate proprietà fisiche, che risultano opposte (la più comune di queste è la carica elettrica).

Ad esempio, la particella di antimateria corrispondente all'elettrone è il positrone, che differisce dall'elettrone solo perché possiede carica elettrica positiva. Viceversa l'antiparticella del neutrone (antineutrone), privo di carica, si distingue dalla particella ordinaria per il segno del momento magnetico (una proprietà che determina il comportamento elettromagnetico della particella). In generale, tutti i parametri che descrivono le proprietà dinamiche delle particelle elementari, come la massa e il tempo di decadimento, sono identici per particella e antiparticella.

Big Bang

Modello cosmologico che descrive l'origine dell'universo come una gigantesca esplosione a partire da una singolarità, un punto infinitamente denso e caldo dello spazio-tempo. Il modello descrive tutto ciò che si ritiene possa essere accaduto a partire da 0,0001 s dall'istante iniziale: come da una massa informe di energia possano aver preso forma a poco a poco tutte le particelle costituenti la materia - e l'antimateria - e come lo spazio-tempo possa essersi espanso in un processo di dilatazione che continua tuttora.

Il modello del Big Bang fu formulato a partire dagli anni Venti del Novecento, quando dalle equazioni della relatività generale di Albert Einstein apparve evidente che l'universo non è un sistema statico, ma dinamico. Il primo a fornire una teoria di universo in espansione fu l'astronomo belga Georges Lemaître; seguirono i contributi di Aleksandr Fridman, Edwin Hubble, George Gamow e Stephen Hawking, che portarono alla costruzione del modello attuale. Fu Fred Hoyle, tuttavia, principale oppositore dell'idea di universo dinamico, a coniare il nome di Big Bang (in inglese "grande colpo") con intenzioni denigratorie.

La teoria del Big Bang trova importanti conferme sperimentali nel fenomeno dello spostamento verso il rosso della luce proveniente da galassie lontane e in quello della radiazione cosmica di fondo, il residuo dell'energia presente negli istanti iniziali della grande "esplosione"; lascia tuttavia importanti questioni aperte inerenti l'origine delle galassie e le sorti ultime del processo di espansione. Riguardo a queste ultime, le ipotesi sono tre: potrebbe essere che lo spazio-tempo sia destinato a dilatarsi indefinitamente (ipotesi di universo aperto); oppure che debba esaurire un giorno la sua espansione per raggiungere uno stato di equilibrio (universo piatto); oppure, infine, che debba un giorno invertire il processo di espansione per intraprendere una gigantesca contrazione, oggi definita Big Crunch (universo chiuso).

Density Sampling:

Letteralmente "campionatura della densità", è la distribuzione della densità di particelle secondarie osservate in una griglia, detta "array", di rivelatori. È un metodo utilizzato per l'individuazione del cuore di uno sciame e per risalire al numero di particelle e quindi ricavare l'energia del raggio primario.

Effetto Est – Ovest

l'intensità della radiazione è distribuita in modo asimmetrico rispetto al meridiano magnetico in dipendenza del segno della carica elettrica. •I risultati ottenuti mostrarono che la radiazione cosmica in alta quota era composta essenzialmente di particelle cariche positivamente.

ElettronVolt:

Un elettronvolt è l'energia acquistata da un elettrone libero quando passa attraverso una differenza di potenziale elettrico di 1 volt. Un elettronvolt equivale a $1,602\ 176\ 46 \times 10^{-19}$ Joule.

Emulsioni Nucleari

All'interno delle emulsioni, costituite da particolari sostanze gelatinose, viene impiantato il bromuro di argento in camere oscure e in strette condizioni di temperatura e umidità fino ad ottenere delle lastre;

per ottenere un tracciamento completo varie lastre possono essere assemblate in configurazioni a sandwich. Dopo il periodo di esposizione le pile vengono aperte e le varie lastre sono trattate e sviluppate chimicamente.

Lo sviluppo fotografico trasforma i cristalli eccitati dal passaggio della particella in sfere di argento metallico, con un diametro minore del micron, e rimuove il bromuro di argento non ionizzato.

I grani di argento, non visibili ad occhio nudo, sono pienamente riflettenti e appaiono come minuscoli punti neri sullo sfondo bianco della luce trasmessa.

Fermioni:

I fermioni, che prendono il nome da Enrico Fermi, sono particelle elementari che costituiscono la materia. I fermioni sono suddivisi in tre categorie; la prima, costituita dai quark up e down, dagli elettroni e dai neutrini, è la base della materia ordinaria. Le altre due categorie hanno invece massa superiore e possono decadere in particelle appartenenti alla prima famiglia. Quark e Leptoni fanno parte dei fermioni.

Fotone:

Il fotone è un quanto del campo elettromagnetico ed è considerato una delle particelle elementari del modello standard. I fotoni sono le particelle della luce, per comodità la luce viene associata al concetto di particella in virtù dei suoi comportamenti.

Galassia

Agglomerato di centinaia di miliardi di stelle, gas e polveri, legati tra loro da forze di natura gravitazionale e orbitanti intorno a un centro comune. Tutti gli astri visibili a occhio nudo dalla superficie terrestre, come il Sole, appartengono alla nostra galassia: la Via Lattea.

Le galassie sono sorgenti di vari tipi di radiazione elettromagnetica: oltre alla radiazione visibile, anche radiazione X, gamma, radio, infrarossa. Dallo studio della radiazione proveniente da una galassia è possibile risalire a diverse sue caratteristiche fisiche. La forma delle galassie, in genere, viene determinata sulla base di osservazioni ottiche, così come per lo studio della composizione e del moto delle singole stelle si ricorre ad analisi spettroscopiche nella regione del visibile. Molti dettagli sulla struttura galattica, inoltre, possono essere dedotti da ricerche di radioastronomia, poiché l'idrogeno gassoso presente nei bracci a spirale emette radiazioni elettromagnetiche nella banda delle onde radio dello spettro. Invece, la polvere fredda nel nucleo delle galassie a spirale emette nel range di frequenze caratteristico dell'infrarosso.

G. P. S.

GPS è l'acronimo di *Global Position System* (Sistema di Localizzazione Globale). È un sistema di posizionamento che si basa sull'utilizzo dei satelliti ed è gestito dal dipartimento della difesa statunitense.

Attualmente, esiste un sistema di posizionamento russo e l'Europa ne sta progettando uno suo.

Il sistema GPS ha lo scopo di fornire con una precisione anche inferiore al mezzo metro la posizione di un corpo sulla superficie terrestre.

Attorno alla terra vi sono 27 satelliti non stazionari (in un giorno compiono due orbite complete). Di questi 27 satelliti, 24 sono attivi mentre 3 sono di riserva. I satelliti attivi sono raggruppati in sei gruppi, ognuno per ogni piano orbitale (distanti 55° fra loro); questa disposizione permette ad ogni punto del globo terrestre di essere coperto, in ogni istante, da almeno 3 satelliti.

Ogni satellite invia segnali accompagnati dall'istante specifico di emissione, per permettere di risalire quindi al tempo impiegato dal segnale per compiere un determinato tratto e quindi per ricavare lo spazio percorso, oltre che per conoscere l'esatta posizione del satellite. Una stazione di controllo segue la "vita" dei satelliti, li controlla ed apporta eventuali correzioni agli orologi (chiaramente atomici per l'alta precisione). Il principio di funzionamento si basa su un metodo di posizionamento sferico; conoscendo la posizione di almeno tre satelliti e il tempo impiegato dai vari segnali radio per raggiungere il ricevitore GPS, si risale alla posizione di quest'ultimo grazie all'intersezione fra i luoghi dei punti equidistanti da ogni satellite (fra ogni circonferenza ossia i cui punti sono equidistanti da ogni satellite).

Per quanto riguarda il progetto EEE, il sistema GPS è utilizzato come sincronizzatore: un ricevitore fisso infatti può utilizzare questo sistema come sincronizzatore temporale; ogni secondo avviene una sincronizzazione entro pochi nanosecondi, con il tempo UTC (ossia il Tempo Coordinato Universale, che si basa su misurazioni condotte con orologi atomici).

Ionizzazione:

È il processo per il quale uno o più elettroni vengono rimossi da atomi o molecole a causa di collisioni fra particelle o per assorbimento di radiazione. Gli atomi o molecole che hanno ceduto uno o più elettroni rimangono carichi positivamente e prendono il nome di ioni.

Leptoni:

Un leptone è una particella subatomica fondamentale e rientrano nella categoria dei fermioni.

Sono suddivisi in elettroni, in muoni e nelle particelle tau (ed i rispettivi neutrini). Hanno carica negativa e neutra (neutra per i neutrini, come si può intuire dal nome).

Materia ed energia oscura:

Il 4% dell'Universo è costituita dalla materia a noi nota. Il restante 96% invece è costituito da materia ed energia oscura, ossia da un qualcosa che non conosciamo ma che intuiamo esista per via del fatto che si manifesta indirettamente, ossia per via degli effetti gravitazionali della sua massa. Inoltre, la loro esistenza completerebbe il vuoto di massa presente nella teoria del Big Bang. Altra caratteristica della materia oscura è che non emette radiazioni

Modello standard:

È la principale teoria di riferimento per la spiegazione della realtà fisica, in particolare la riduzione di tutte le interazioni a cui è soggetta la materia e l'energia. Il modello standard è costituito da fermioni (quark e leptoni), suddivisi in tre diverse famiglie, per valori crescenti di massa delle particelle componenti. Quasi tutta la materia è costituita dalle seguenti particelle: UP e DOWN per i Quark e neutrini e elettroni per i leptoni.

Le forze si possono sintetizzare in quattro tipi: debole, forte, gravitazionale ed elettromagnetica

Positrone:

Detto anche antielettrone, è l'equivalente dell'elettrone nell'ambito dell'antimateria. Ha carica elettrica pari a +1 e la stessa massa dell'elettrone. I positroni possono essere generati dal decadimento radioattivo con emissione di positroni appunto, o dall'interazione con la materia di fonti con energia superiore al mega Elettronvolt; ciò provoca un processo detto "produzione di coppie", poiché genera sia un positrone che un elettrone per l'energia di ogni fotone.

Quark:

I quark sono una famiglia dei fermioni; i quark fondamentali sono quelli Up e Down; combinandosi fra loro, danno luogo ai neutroni, ai protoni, ai mesoni. Costituiscono la base della materia.

Radiazione Fossile

La più importante prova sperimentale a favore della teoria del Big Bang è la cosiddetta radiazione fossile, residuo in forma di energia radiante della grande esplosione da cui ebbe origine l'universo primordiale. Prevista alla fine degli anni Quaranta dal fisico George Gamow, essa venne individuata casualmente nel 1968 da due ricercatori dei Bell Laboratories, che in tal modo confermarono l'ipotesi dell'origine 'calda' dell'universo.

Consideriamo il forno della nostra cucina, ermeticamente chiuso, alla temperatura, per esempio, di 200 gradi centigradi. Dopo un certo tempo la temperatura dell'aria dentro il forno e quella delle pareti si troveranno in equilibrio alla stessa temperatura. Se apriamo il forno saremo investiti da una vampata di calore, ed un misuratore di radiazione ci direbbe che il forno irraggia onde elettromagnetiche con un massimo nell'infrarosso, tipiche di quella temperatura. Così, una fornace per la fusione di materiali ferrosi avrà una temperatura di qualche migliaio di gradi, e anche la radiazione che emette, e che sarà sotto forma sia di radiazioni infrarosse che visibili, sarà tipica di quella temperatura. In altre parole, sia il forno che la fornace sono riempiti di radiazione alla stessa temperatura del rispettivo contenitore.

L'universo è un'enorme fornace le cui dimensioni vanno crescendo nel tempo per effetto dell'espansione. Ma pensiamo, come fece Gamow cinquant'anni fa, cosa succederebbe facendo fare il cammino a ritroso all'evoluzione del nostro universo.

Tutta la materia in esso contenuta verrebbe compressa in volumi sempre più piccoli a densità sempre più alte. Ora è esperienza comune che, quando si comprime un gas, questo si riscalda. L'universo primordiale doveva dunque essere riempito di materia e radiazione a temperature molto alte. Radiazioni

Il termine radiazioni viene utilizzato per descrivere fenomeni fisici apparentemente diversi fra loro, quali la luce e il calore perfettamente percettibili dai sensi umani, la radiazione elettromagnetica, la radiazione cosmica, la radiazione artificiale, del tutto invisibile e impercettibile. Caratteristica comune a tutti i tipi di radiazione è la cessione di energia alla materia attraversata. L'assorbimento di energia si manifesta in genere in un aumento locale di temperatura; è questo il caso tipico del riscaldamento dei pannelli solari da parte della luce del sole, ovvero, nell'impressionare una lastra fotografica è questo il caso della fotografia e della

diagnostica per immagini, ovvero può interferire con i processi biologici. Tali effetti sono diretta conseguenza dei processi fisici di eccitazione e ionizzazione dovute agli urti della radiazione ionizzante con la materia.

Le radiazioni si dicono ionizzanti quando hanno energia sufficiente per produrre il fenomeno fisico della ionizzazione che consiste nel far diventare un atomo elettricamente carico (ione). Nei tessuti biologici gli ioni generati dalle radiazioni ionizzanti possono avere influenza sui normali processi biologici.

Radioattività

La radioattività è un fenomeno naturale dovuto alla proprietà di alcuni nuclei atomici di trasformarsi spontaneamente in altri nuclei emettendo radiazioni energetiche. •I decadimenti radioattivi principali sono di 3 tipi:

- alfa : quando viene emesso un nucleo di elio (costituito da due protoni e due neutroni),
- beta : quando vengono emessi un elettrone e un neutrino,
- gamma: quando viene emesso un fotone.

Il decadimento radioattivo di un nucleo avviene in modo casuale con una certa probabilità caratteristica.

Raggi cosmici:

Sono una radiazione energetica proveniente dallo spazio che investe la Terra e qualunque altro corpo celeste. La natura è molto varia e l'energia cinetica delle particelle che la costituiscono è distribuita su 14 differenti ordini di grandezza. Inoltre, è varia anche l'origine di questa radiazione: il sole, le stelle, fenomeni come supernovae e oggetti remoti come i quasar (tipo più diffuso di AGN). La maggior parte dei raggi cosmici vengono fermati dall'atmosfera con interazioni che producono sciame di particelle secondarie. Tali particelle possono arrivare fino alla superficie terrestre ed essere osservate con speciali apparecchiature (il caso del rivelatore MRPC). Le particelle che derivano dall'interazione fra essi e l'atmosfera vengono suddivise in componente molle (ossia poco massiva) e componente dura, più massiva e che ha più probabilità di raggiungere la superficie terrestre.

La componente molle è costituita da elettroni, fotoni, protoni e nuclei. La componente dura è invece principalmente costituita da muoni, particelle fondamentali con carica elettrica negativa, appartenenti alla famiglia dei leptoni.

I raggi cosmici che interessano il nostro esperimento sono quelli con energie sull'ordine del 10^{20} eV (elettronvolt), ad alta energia appunto, così alta da venir definita estrema.

Raggi gamma:

Sono una forma di radiazione elettromagnetica prodotta dalla radioattività o da processi nucleari o subatomici. Sono più penetranti rispetto ai raggi alpha e beta, ma sono meno ionizzanti. Sono prodotti durante le trasformazioni che avvengono all'interno dei nuclei atomici.

Red Shift

Fenomeno fisico che consiste in uno spostamento delle righe dello spettro di un oggetto celeste verso la regione delle lunghezze d'onda maggiori (verso il rosso). Nel 1929 l'astronomo statunitense Edwin Powell Hubble attribuì lo spostamento verso il rosso (in inglese red-shift) osservato nello spettro delle galassie lontane all'effetto Doppler e sulla base di questa considerazione ipotizzò il processo di espansione dell'universo.

Un altro meccanismo responsabile dello spostamento verso il rosso degli spettri di emissione e di assorbimento di oggetti celesti è detto red-shift gravitazionale ed è una conseguenza della teoria della relatività generale. I campi gravitazionali molto intensi producono infatti uno spostamento verso il rosso delle righe spettrali, particolarmente evidente negli spettri di stelle compatte, come le nane bianche. Se il forte red-shift mostrato dai quasar fosse da ricondurre all'effetto Doppler, come molti scienziati ritengono, si avrebbe una prova del fatto che questi oggetti si stiano allontanando dalla Terra con una velocità pari all'80% della velocità della luce. Esistono comunque teorie che imputano lo spostamento verso il rosso di questi corpi celesti lontanissimi a fenomeni di natura gravitazionale o non ancora noti.

Rivelatore MRPC

(Multigap Resistive Plate Chambers)

Il rivelatore MRPC (camera a piani resistivi multigap) è una evoluzione della tipologia di rivelatori in cui lo strato di gas tra i due elettrodi è suddiviso in più intervalli. Questa caratteristica ne migliora notevolmente le prestazioni; altra caratteristica dei rivelatori MRPC è l'utilizzo di piani di vetro sia come elettrodi sia come elementi di separazione dei vari intervalli di gas. Per effetto del campo elettrico generato tra i 2 vetri più esterni (gli elettrodi) anche i vetri intermedi acquistano un potenziale e si ottengono in questo modo più intervalli in cui può aver luogo la ionizzazione primaria da parte della particella che attraversa il rivelatore.

Spettroscopia:

Lo spettro di una radiazione elettromagnetica è una gamma di colori distribuiti in bande più o meno distinte. Lo studio e la misurazione degli spettri di emissione è chiamato spettroscopia.

Lo spettro si ottiene tramite la scomposizione della luce policromatica in radiazioni di differente colore (lunghezza d'onda).

Tramite l'analisi di uno spettro si possono ottenere innumerevoli informazioni, la massa del corpo di cui si analizza lo spettro, la sua composizione, la sua energia, ecc.

Sciame:

Un raggio cosmico che entra in contatto con l'atmosfera terrestre reagisce e forma una cascata di nuove particelle. Questa cascata di raggi cosmici secondari viene detta "sciame". Gli sciami costituiti dalla componente molla producono continuamente coppie di elettroni e positroni, mentre gli sciami costituiti da particelle dure decadono fino ad arrivare al muone.

Supernovae:

Una supernova è un'esplosione stellare che prevede l'espulsione degli strati esterni di una stella e il riempimento dello spazio confinante di idrogeno ed elio principalmente. La sua luminosità è circa di un miliardo di volte superiore a quella del Sole e qualunque pianeta orbitante attorno alla stella verrebbe prima carbonizzato e poi spazzato via. Inoltre, è l'unico meccanismo naturale in grado di produrre gli elementi più pesanti del ferro.

Universo

L'insieme di tutta la materia e l'energia esistenti e dello spazio che le contiene. L'universo, la sua origine e la sua evoluzione sono oggetto di studio della cosmologia, disciplina scientifica che si avvale delle osservazioni astronomiche e delle teorie fisiche (in particolare, della relatività generale) per elaborare possibili modelli di universo.

Gli studi condotti nel corso del XX secolo hanno portato alla formulazione di tre possibili modelli: quello di universo chiuso, secondo il quale lo spazio e tutto ciò che contiene sarebbero destinati a collassare un giorno in un gigantesco evento implosivo, definito Big Crunch; quello di universo stazionario, che prevede invece un universo statico e immutabile; e quello di universo aperto, secondo cui il cosmo sarebbe destinato a espandersi indefinitamente. Quale dei tre sia il modello che più si avvicina alla realtà è un problema aperto della moderna cosmologia.

La determinazione dell'età dell'universo è uno dei più importanti problemi aperti della cosmologia moderna.

Calcolando l'attuale tasso di espansione dell'universo, deducibile dal valore della costante di Hubble, è possibile determinarne l'età per ciascuno dei modelli fin qui citati. I primi calcoli fornirono un risultato di soli due miliardi di anni, un valore notevolmente minore dell'età della Terra, stimata a 4,65 miliardi di anni sulla base

della quantità di alcuni isotopi radioattivi e dei loro prodotti di decadimento nelle rocce. Le successive correzioni nella scala delle distanze, dovute anche alla scoperta di due differenti tipi di variabili cefeidi, caratterizzati da luminosità intrinseca diversa, hanno rimediato a questa incongruenza.

Al momento, le stime dell'età dell'universo variano tra i dieci e i venti miliardi di anni, e quindi non sono in conflitto con i dati riguardanti l'evoluzione della Terra. Rimane però una contraddizione con l'età presunta di alcuni oggetti astronomici, come gli ammassi globulari, e ciò rende la determinazione dell'età dell'universo uno dei più importanti problemi aperti della cosmologia moderna.