

Il mondo della Fisica delle Alte Energie

Acceleratori che passione!

di Tiziana Lanza

Un decimo di millesimo di miliardesimo di centimetro. E' questa la misura del diametro di una particella: il protone. L'elettrone è almeno migliaia di volte più piccolo. Stiamo parlando infatti di una particella elementare e "puntiforme". Così è il positrone (o antielettrone), l'antiparticella dell'elettrone, in tutto e per tutto ad esso identica tranne che per la carica elettrica.

Seimilacinquecento tonnellate di acciaio. Quattordici metri di lunghezza. Sedici metri di altezza. Questi numeri descrivono le misure di un rivelatore di particelle (L3) di uno degli esperimenti del Centro Europeo di Ricerche Nucleari (CERN) di Ginevra: il LEP. Di tutti e quattro i rivelatori possiamo sicuramente dire che ognuno di essi è grande come un caseggiato di quattro piani. Delphi, Aleph, Opal, L3 sono stati installati in quattro punti cruciali di un tunnel della lunghezza di 27 chilometri, e si trovano a una profondità che varia dai 50 ai 100 metri in una zona di territorio al confine tra Francia e



Nella foto: visione aerea del tunnel sotterraneo del Cern fra Francia e Svizzera

Svizzera. Il tunnel principale del LEP, le gallerie sotterranee, i diciannove pozzi di accesso, le costruzioni in superficie, gli impianti ausiliari occupano ben 80 chilometri quadrati.

Per mettere su una struttura così gigantesca (sessantamila tonnellate di apparecchiature varie), per assicurarne il buon funzionamento, per analizzare i dati provenienti dagli esperimenti, il CERN impiega migliaia di persone tra ingegneri, fisici, tecnici, computer scientists.

Cosa è il LEP? Perché per studiare delle entità così microscopiche, impercettibili, quali sono le particelle, c'è bisogno di costruire quasi una città sotterranea? Il LEP è un acceleratore di particelle: un anello a collisioni elettroni-positroni (*Large Electron - Positron Collider*). Gli acceleratori - come suggerisce la parete del corridoio di accesso a Microcosmo, la mostra permanente sulla fisica e le attività del CERN - "sono microscopi giganti per penetrare il cuore della materia". Per "vedere" l'infinitamente piccolo c'è quindi bisogno di strutture

complesse e gigantesche.

Un fenomeno di indiscusso fascino al quale però si può dare una spiegazione. Einstein formulò, con la sua famosa equazione, un principio basilare e fondamentale: massa ed energia possono trasformarsi l'un l'altra. Accelerando le particelle in prossimità della velocità della luce si ottengono grandi concentrazioni di energia. Quando le particelle si scontrano l'energia viene liberata trasformandosi in materia. Dallo scontro si producono infatti nuove particelle che vengono "catturate" e analizzate ad opera dei rivelatori e del sistema acquisizione dati. Sparare un fascio di particelle contro un bersaglio fisso (come succede per gli acceleratori lineari) comporta un grande dispendio di energia. Se invece i due fasci di particelle si scontrano in senso contrario la quantità di energia disponibile per creare nuova materia è maggiore.

Come si fa a curvare la traiettoria di una particella? Questo è il compito dei magneti che però hanno una forza magnetica limitata. Più piccolo è il cerchio è maggiore sarà la forza richiesta. Questo spiega le enormi dimensioni degli acceleratori. Ernst Rutherford, nel 1911, scoprì che l'atomo era composto da un nucleo carico positivamente attorniato da una nuvola di elettroni carichi negativamente. In seguito si scoprì che anche il nucleo era composto da qualcos'altro: i protoni, carichi positivamente, e i neutroni elettricamente neutri. Gli acceleratori hanno permesso di

allungare considerevolmente la lista delle particelle. Da quando sono entrati in scena, la Fisica della Particelle ha fatto enormi passi in avanti non soltanto nello studio del mondo che ci circonda ma anche del Cosmo. Basti pensare che nei laboratori del CERN vengono riprodotte artificialmente, per piccolissime frazioni di secondo, le condizioni dei primi istanti di vita del nostro Universo, quando esisteva un enorme concentrazione di energia.

Attualmente, l'esperimento LEP del CERN conferma quanto è contenuto in un modello teorico che descrive il nostro Universo: il cosiddetto "Modello Standard". In esso compaiono non soltanto le particelle di materia di cui siamo fatti noi e il mondo che ci circonda ma anche tutte le particelle che dovevano esserci negli stadi immediatamente successivi (si parte da minuscole frazioni di secondo) al Big-Bang. Questo modello descrive anche le interazioni fra particelle e le forze che ne governano il comportamento.

Il "Modello Standard" è ancora lungi dall'essere completo ed esauriente. Esso infatti non fornisce risposte adeguate a molti interrogativi, fra i quali l'origine della massa. Studiare i meccanismi per cui una particella risulta più pesante di un'altra è ancora per certi versi un rebus.

Molti dei quesiti che sono ancora senza risposta hanno bisogno di energie superiori a quelle attualmente utilizzate. Il LEP, per esempio, raggiunge un'energia di circa 100 GeV, dove GeV sta per "Giga elettron Volt"

ossia 100 miliardi di elettron-volt. L'elettron-volt è l'energia acquisita da un elettrone quando viene accelerato da un potenziale di un volt. Cento miliardi di elettron-volt sono una grossa quantità di energia? No. Basti pensare che una matita quando cade per terra possiede un'energia di parecchie centinaia di milioni di miliardi di elettron-volt. Tuttavia se consideriamo il punto di riferimento, le particelle, la risposta è sì, perchè questa energia viene concentrata su entità piccolissime.

Ben presto al CERN partirà il LEP II che raggiungerà energie dell'ordine di 200 GeV. Ma sarà un esperimento che per adesso è in fase di progettazione a raggiungere energie molto più elevate: fino a 8 TeV dove TeV sta per "Tera elettron-volt", ovvero 1000 GeV (mille miliardi di elettron-volt). Energie così elevate daranno la possibilità di sondare la Natura in condizioni in cui il "Modello Standard" potrebbe entrare in crisi.

Sfruttando il tunnel già esistente del LEP, verrà costruito un acceleratore ad adroni "LHC" (Large Hadron Collider) dove interagiranno fasci di protoni. Gli adroni, tra cui figurano i protoni e i neutroni, sono particelle più pesanti dell'elettrone che è una particella elementare mentre gli adroni sono composti da quark.

Quanto costa andare a caccia di particelle? Il LEP è costato 500 milioni di franchi svizzeri. LHC avrà costi contenuti perchè sfrutterà le già esistenti strutture del CERN. Per dare un' idea,

diremo che gli esperimenti di Fisica delle Alte Energie si aggirano intorno alle centinaia di miliardi di lire italiane. Nasce spontaneo il quesito se ne valga la pena. Al CERN come negli altri laboratori di Fisica delle Particelle si fa ricerca pura. Questi esperimenti, in primo luogo soddisfano una curiosità che è nata con l'uomo: quella di capire come è fatto l'Universo. Che la ricerca pura in tempi lunghi possa migliorare la qualità di vita dei nostri posteri così come le scoperte della fine del secolo scorso e degli inizi del secolo hanno rivoluzionato completamente il nostro modo di vivere è una domanda alla quale ognuno di noi può rispondere. Basta guardarsi intorno: computer, radio, televisione, telefoni portatili e così via.

Ma se volessimo trovare un'immediata utilità di un laboratorio di Fisica delle Alte Energie, potremmo dire intanto che il CERN è un esempio di collaborazione internazionale che va avanti da quasi quarant'anni. Come a dire che sul fronte scientifico l'Europa unita esiste già da un bel pezzo. C'è da aggiungere che anche l'industria ne è stata stimolata e che sono comparsi nella nostra vita quotidiana strumenti e tecniche di utilità immediata quali gli scanners per le diagnosi mediche.

Sembra inoltre che gli acceleratori a protoni possano essere utilizzati per irradiare le masse cancerose creando nuove possibilità di terapia. Un'idea questa che è ancora in fase di

sperimentazione nei Laboratori di
Lawrence a Berkeley e nel Centro
Medico Universitario di Loma Linda
in California.