

IL CERN DI GINEVRA

Marco Crespi 5^A

14/10/14 CERN di Ginevra

SCOPO:

Visita didattica al CERN di Ginevra



PREMESSA:

L'**Organizzazione Europea per la Ricerca Nucleare** (in inglese *European Organization for Nuclear Research*, in francese *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*), comunemente conosciuta con la sigla **CERN**, è il più grande laboratorio al mondo di fisica delle particelle. Si trova al confine tra Svizzera e Francia alla periferia ovest della città di Ginevra nel comune di Meyrin. La convenzione che istituiva il CERN fu firmata il 29 settembre 1954 da 12 stati membri. Oggi ne fanno parte 21 più alcuni osservatori, compresi stati extraeuropei.

Lo scopo principale del CERN è quello di fornire ai ricercatori gli strumenti necessari per la ricerca in fisica delle alte energie. Questi sono principalmente gli acceleratori di particelle, che portano nuclei atomici e particelle subnucleari ad energie molto elevate, e i rivelatori che permettono di osservare i prodotti delle collisioni tra fasci di queste particelle. Ad energie sufficientemente elevate, i prodotti di queste reazioni possono essere radicalmente differenti dai costituenti originali dei fasci, e a più riprese sono state prodotte e scoperte in questa maniera particelle fino a quel momento ignote.

Dopo la seconda guerra mondiale si sentì il bisogno di fondare un centro europeo all'avanguardia per la ricerca al fine di ridare all'Europa il primato nella fisica dato che in quegli anni i principali centri di ricerca si trovavano tutti negli Stati Uniti. A tale scopo nel 1952 undici Paesi europei riuniscono un consiglio di scienziati con il compito di tradurre in realtà il desiderio dei loro Paesi. Il consiglio viene denominato Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare da cui la sigla CERN. Quando nel 1954 prende vita il progetto del centro di ricerca europeo vagliato dal Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare e nasce l'Organizzazione Europea per la Ricerca Nucleare, essa ne eredita la sigla.

UN LABORATORIO DI PACE:

Al CERN persone da tutte le parti del mondo si incontrano, collaborano, discutono. Riescono a lavorare insieme persone provenienti da paesi in guerra tra loro, ad esempio israeliani e palestinesi. In questo senso il CERN è un *laboratorio di pace*.

« Il CERN è stato fondato meno di 10 anni dopo la costruzione della bomba atomica. Penso che l'esistenza della bomba abbia avuto una grande importanza nel rendere possibile il CERN. L'Europa è stata teatro di violente guerre per più di duecento anni. Adesso, con la fondazione del CERN, abbiamo qualcosa di diverso. Spero che gli scienziati al CERN si ricordino di avere anche altri doveri oltre che proseguire la ricerca nella fisica delle particelle. Essi rappresentano il risultato di secoli di ricerca e di studio per mostrare il potere dello spirito umano, quindi mi appello a loro affinché non si considerino tecnici, ma guardiani di questa fiamma dell'unità europea, così che l'Europa possa salvaguardare la pace nel mondo. »

(Isidor Isaac Rabi, in occasione del trentesimo anniversario del CERN 1984)

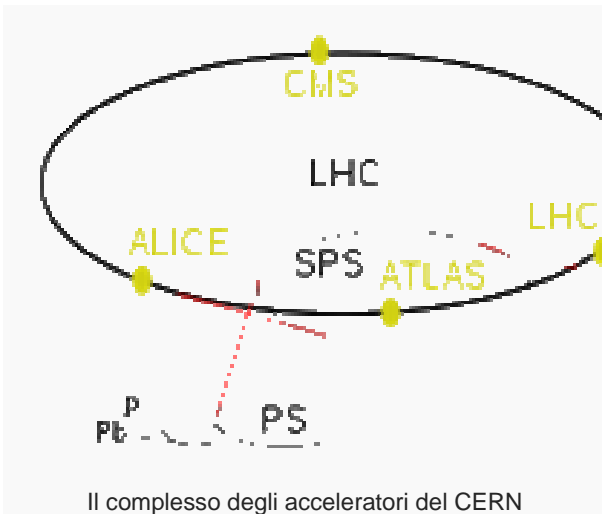


SUCCESSI SCIENTIFICI:

Alcuni importanti successi nel campo della fisica delle particelle sono stati possibili grazie agli esperimenti del CERN. Per esempio:

- La scoperta della corrente debole neutra nel 1974 nella camera a bolle Gargamelle.
- La scoperta dei bosoni W e Z nel 1983 negli esperimenti UA1 e UA2 dell'SPS.
- Nel 1984 il Premio Nobel per la fisica fu assegnato a Carlo Rubbia e Simon van der Meer per quest'ultima scoperta.
- Nel 1992 il Premio Nobel per la fisica fu assegnato a Georges Charpak "per l'invenzione e lo sviluppo dei rivelatori di particelle, in particolare della camera proporzionale a multifili".
- Nel 1995 la prima creazione di atomi di Anti-idrogeno nell'esperimento PS210 al Low Energy Antiproton Ring.
- Nel 2012 la scoperta di un nuovo bosone compatibile con il Bosone di Higgs che ha portato al conferimento del Premio Nobel per la fisica a Peter Higgs e François Englert.

IL COMPLESSO DEGLI ACCELERATORI:



Il Large Hadron Collider con i suoi punti sperimentali e i pre-acceleratori. I fasci di protoni e ioni pesanti di piombo iniziano il percorso agli acceleratori lineari (in figura **p** e **Pb**). Continuano il loro cammino nel Proton Synchrotron (**PS**), nel Super Proton Synchrotron (**SPS**) e giungono nell'anello esterno di 27 km di circonferenza. Durante il percorso si trovano i quattro punti sperimentali in cui i fasci vengono fatti collidere: **ATLAS, CMS, LHCb, ALICE**

Il complesso degli acceleratori del CERN comprende sette acceleratori principali, costruiti in vari periodi a partire dalla fondazione dell'istituto. Fin dal principio, è stato previsto che ogni nuova e più potente macchina avrebbe utilizzato le precedenti come "iniettori", creando una catena di acceleratori che porta gradualmente un fascio di particelle ad energie sempre più elevate. Difatti, ogni tecnologia di accelerazione delle particelle ha dei ben precisi limiti di energia operativa massima e minima, e nessuna macchina del CERN oltre agli acceleratori lineari può accettare particelle "ferme".

Per consentire il funzionamento di questa catena, tutte le funzioni degli acceleratori sono coordinate da un unico segnale di riferimento, generato da un sistema di **orologi atomici** (la base del tempo è determinata dalla frequenza di risonanza di un atomo) e distribuito per tutta l'installazione, **con una precisione dell'ordine del nanosecondo**.

Gli acceleratori principali a disposizione del CERN sono:

- Due **LINAC**, o *acceleratori lineari*, che generano particelle a basse energie, che successivamente vengono immesse nel *PS Booster*. Uno fornisce protoni a 50 MeV, l'altro ioni pesanti. Sono noti come *Linac2* e *Linac3*, rispettivamente. Tutta la catena di acceleratori successiva dipende da queste sorgenti.
- Il **PS BOOSTER**, che aumenta l'energia delle particelle generate dai LINAC prima di iniettarle nel PS. (fino a 1,5 GeV per i protoni). Viene inoltre utilizzato per esperimenti separati, come ad esempio ISOLDE (*Isotope Separator On-line*), che studia nuclei instabili di isotopi molto pesanti ed è dotato di un suo piccolo LINAC dedicato chiamato REX-ISOLDE.
- Il **PROTON SYNCHROTRON** da 28 GeV (PS), costruito nel 1959.
- Il **SUPER PROTON SYNCHROTRON** (SPS), un acceleratore circolare di 2 km di diametro, costruito in un tunnel, che iniziò a funzionare nel 1976. Originariamente aveva un'energia di 300 GeV, ma è stato potenziato più volte fino agli attuali 450 GeV per il protone. Oltre ad avere una propria linea di fascio rettilinea per esperimenti a bersaglio fisso, ha

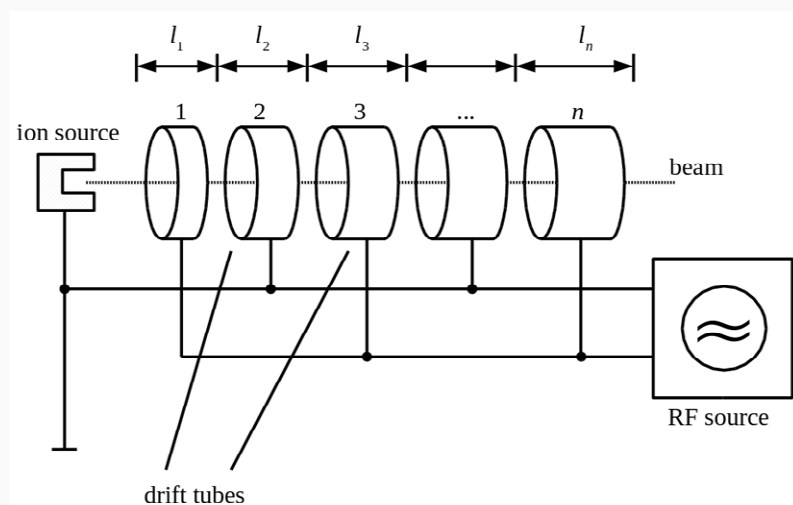
funzionato come collisore protone-antiprotone e come booster finale per gli elettroni e i positroni da iniettare nel *Large Electron Positron Collider* (LEP). Ha ripreso questo ruolo per i protoni e gli ioni piombo richiesti dall' LHC.

- Il **LARGE HADRON COLLIDER** (LHC), entrato in funzione il 10 settembre 2008, che ha rimpiazzato il LEP. Si estende su una circonferenza di 27 chilometri ed è stato progettato per 7 TeV di energia massima per fasci di protoni, con la previsione di innalzarla successivamente a 14 TeV; è la più alta della storia e dovrebbe permettere condizioni sperimentali paragonabili a quelle dei primi momenti di vita dell'Universo, subito dopo il Big Bang.

LINAC:



Un acceleratore lineare

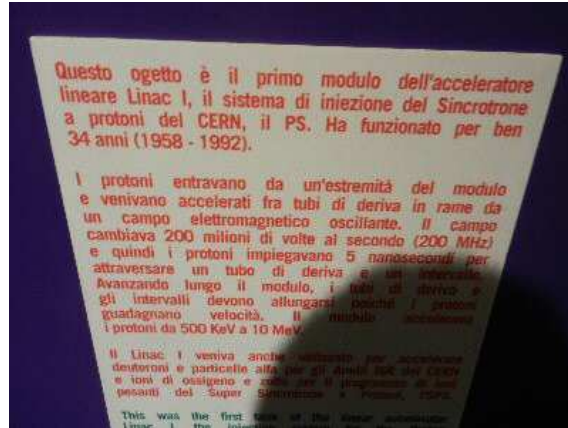
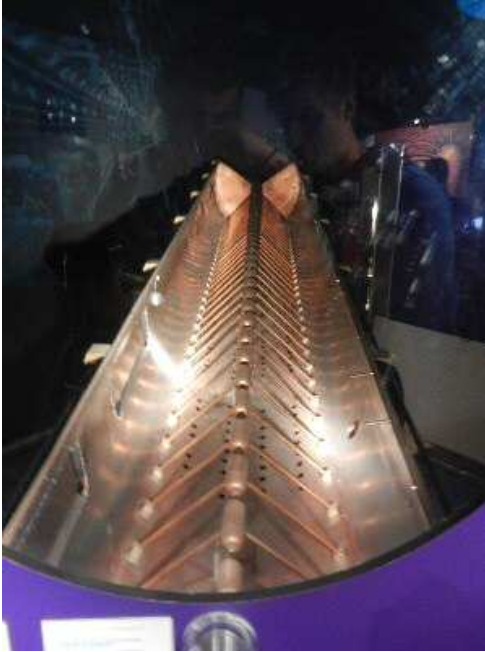


Schema funzionale

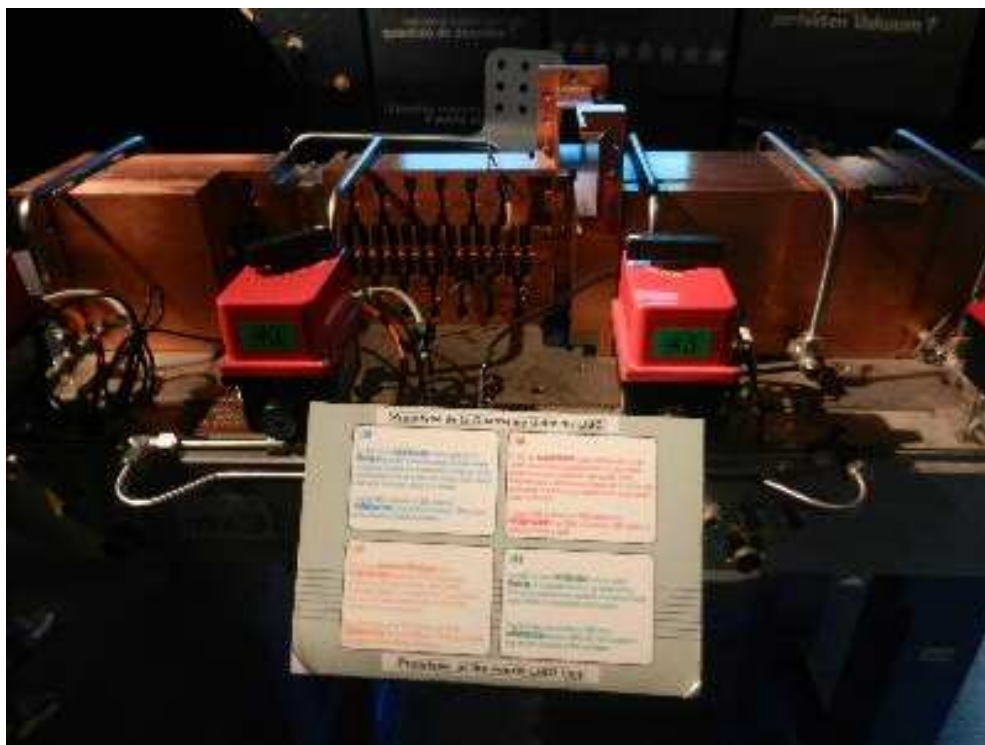
Gli **acceleratori lineari** di particelle (o **linac**, da *lin(ear) ac(celerator)*) sono strutture in grado di accelerare particelle cariche (protoni, elettroni, positroni, ioni pesanti, etc.), generate per mezzo di un cannone termoionico, un fotoiniettore o altri mezzi.

Un *linac* standard (così come un acceleratore circolare) viene assemblato come successione di diversi elementi in cascata.

Qualora la sorgente generi particelle in maniera continua, la prima parte dell'acceleratore sarà impiegata per la creazione di pacchetti (cioè piccoli gruppi) di particelle, mentre quella successiva sarà impiegata per l'accelerazione vera e propria delle particelle.



Incredibile ma anche noi abbiamo in casa un acceleratore di particelle, il televisore. All'interno del televisore, elettroni di carica negativa vengono prodotti da un filamento surriscaldato, simile a quello di una lampadina. Essi vengono accelerati verso un elettrodo carico positivamente. Grazie agli elettromagneti, è possibile focalizzare gli elettroni in un fascio e spostarli sullo schermo, in modo da costruire un'immagine.



Nella foto il LIBO, acceleratore lineare utilizzato nella cura dei tumori. In esso vengono accelerati protoni prodotti a bassa energia dai ciclotroni già esistenti negli ospedali. Alla fine dell'accelerazione, i protoni hanno un'energia pari a circa tre volte quella iniziale. In questo modo si possono curare anche i tumori situati in profondità.

PROTON SYNCHROTRON BOOSTER:

Il **Proton Synchrotron Booster** (PS Booster), è il più piccolo sincrotrone del complesso di acceleratori del Large Hadron Collider (LHC).

Il PS Booster è costituito da 4 sincrotroni sovrapposti con un raggio di 25 m.

Riceve protoni dall'acceleratore lineare *Linac2* a un'energia di 50 MeV, li accelera fino a 1.4 GeV e li invia al Proton Synchrotron (PS).

Prima dell'attivazione del PS Booster (avvenuta il 26 maggio 1972), i protoni venivano inviati direttamente dal Linac al PS, dove venivano accelerati fino a 26 GeV. La bassa energia dei protoni provenienti dal Linac (50 MeV) limitava il numero di protoni che il PS poteva ricevere.

L'inserimento del PS Booster nella catena di acceleratori ha permesso di aumentare di circa 100 volte il numero di protoni inviati al PS, ciò ha aumentato considerevolmente le possibilità di utilizzo del fascio da parte degli esperimenti.



La superficie esterna del PS Booster, l'acceleratore è visibile come un edificio dalla forma circolare che emerge dal suolo.

PROTON SYNCHROTRON:

Il **Proton Synchrotron** (PS) fu il primo acceleratore di particelle del CERN, costruito alla fine degli anni '50 per accelerare protoni fino a 28 GeV, ed entrato in funzione nel 1959. Attualmente fa parte della catena di pre-accelerazione di Large Hadron Collider (LHC), riceve protoni dal Proton Synchrotron Booster a 1.4 GeV e ioni di piombo dal Low Energy Ion Ring (LEIR) a un'energia di 72 MeV per nucleone e, dopo averli accelerati, li invia al Super Proton Synchrotron (SPS).

PS è un sincrotrone con una circonferenza di 628.3 m. È una macchina potente e versatile, nella sua storia ha accelerato diversi tipi di fasci di particelle. Negli anni ha subito molteplici aggiornamenti per migliorare le sue prestazioni, le uniche componenti originali rimaste sono i magneti e l'edificio.



La superficie esterna dell'acceleratore PS, è visibile la collina verde di forma circolare che lo copre.

LARGE HADRON COLLIDER:

Il **Large Hadron Collider** (LHC) è l'acceleratore di particelle più grande e potente finora realizzato. Si tratta di un acceleratore di tipo circolare che può accelerare adroni (protoni e ioni pesanti) fino al 99,9999991% della velocità della luce e farli successivamente scontrare, raggiungendo attualmente un'energia, nel centro di massa, di 8 TeV (si prevede che agli inizi del 2015 tale energia possa avvicinarsi a 14 TeV, che è il limite teorico della macchina). Simili livelli di energia non erano mai stati raggiunti in laboratorio. È costruito all'interno di un tunnel sotterraneo lungo 27 km, a 100 m di profondità in media, situato al confine tra la Francia e la Svizzera, in una regione compresa tra l'aeroporto di Ginevra e i monti Giura, originariamente scavato per realizzare il Large Electron-Positron Collider (LEP).

I componenti più importanti dell'LHC sono gli oltre 1600 magneti superconduttori in lega di niobio e titanio raffreddati alla temperatura di 1,9 K (-271,25 °C) da elio liquido superfluido che realizzano un campo magnetico di circa 8 tesla, necessario a mantenere in orbita i protoni all'energia prevista. Il sistema criogenico dell'LHC è il più grande che esista al mondo.

La macchina accelera due fasci di particelle che circolano in direzioni opposte, ciascuno contenuto in un tubo a vuoto. Questi collidono in quattro punti lungo l'orbita, in corrispondenza di caverne nelle quali il tunnel si allarga per lasciare spazio a grandi sale sperimentali. In queste stazioni vi sono i quattro principali esperimenti di fisica delle particelle: ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS), CMS (Compact Muon Solenoid), LHCb (LHC-beauty) ed ALICE (A Large Ion Collider Experiment). Si tratta di enormi apparati costituiti da numerosi rivelatori che utilizzano tecnologie diverse e operano intorno al punto in cui i fasci collidono. Nelle collisioni vengono prodotte, grazie alla trasformazione di una parte dell'altissima energia in massa, numerosissime particelle le cui proprietà vengono misurate dai rivelatori.

L'entrata in funzione del complesso, originariamente prevista per la fine del 2007, è avvenuta il 10 settembre 2008 alle ore 9:45 locali, inizialmente ad un'energia inferiore a 1 TeV.

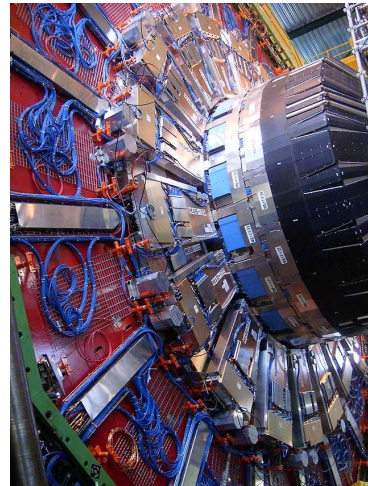
Il 10 settembre 2008 i protoni hanno percorso per la prima volta con successo l'intero anello dell'LHC. Tra gli scopi principali degli studi vi è la ricerca di tracce dell'esistenza di nuove particelle. Il programma scientifico di LHC prevede anche la collisione tra ioni pesanti, nel mese di novembre 2010 sono avvenute le prime collisioni fra nuclei di piombo.

È stato inoltre avviato un progetto di miglioramento delle prestazioni, tramite un complesso di interventi tale da permettere un fascio di particelle più nutrito e concentrato, che si prevede possa incrementare di un fattore dieci la luminosità della macchina, parametro legato al numero di collisioni per unità di tempo (High Luminosity LHC Project).

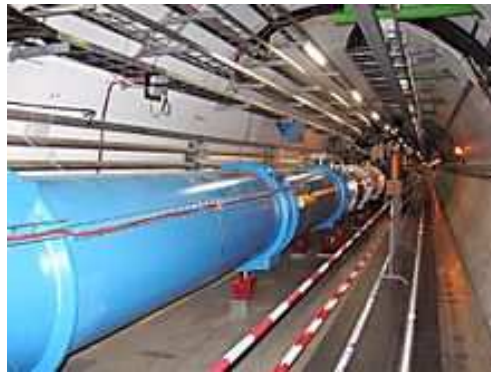
Le particelle percorrono i 27 Km dell'anello LHC circa 11000 volte al secondo.



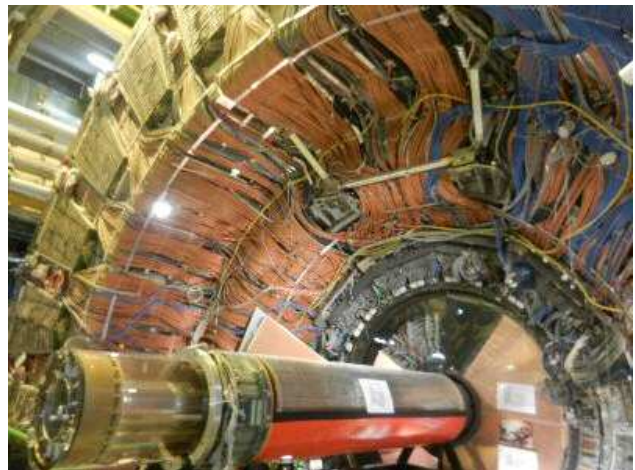
Sezione di un magnete superconduttore di LHC.



Il rivelatore CMS di



L'interno del tunnel del LHC, dove sono stati installati i magneti superconduttori.



LARGE ELECTRON-POSITRON (sostituito da LHC):

Il **Large Electron-Positron** (LEP) collider è stato il progetto principale al Cern dal 1989 al 2000. Questa macchina è stata in grado di accelerare elettroni e positroni fino a 100 GeV, un'energia cinetica che corrisponde a velocità prossime a quelle della luce. L'acceleratore è stato costruito in un tunnel sotterraneo di 27 km, a circa 100 metri di profondità, ed era composto in gran parte da magneti collegati l'uno all'altro lungo tutto il tunnel, che curvano la traiettoria delle particelle accelerate mantenendole in "orbita" nel tubo a vuoto che li attraversava al centro. A intervalli regolari, tra questi magneti noti come dipoli erano interposte le camere di accelerazione che effettivamente fornivano energia alle particelle, e magneti più complessi necessari per guidare il fascio (quadrupoli, sestupoli, etc.) Questa è la tecnologia del sincrotrone, utilizzata in tutte le macchine del CERN dal PS Booster in poi. Lo scopo di questo progetto è stato osservare cosa succede quando si scontrano elettroni e positroni. Fino alla fine del 1995, l'obiettivo del LEP è stato studiare la particella Z^0 (LEP1): dal 1995 in poi l'energia è stata gradualmente aumentata per studiare la produzione di coppie di bosoni W^+ / W^- e per portare avanti la ricerca della particella di Higgs e di nuovi fenomeni al di là del Modello standard. Ci sono infatti forti ragioni teoriche per aspettarsi che tutta una nuova fisica si debba aprire ad energie non troppo più alte della massa dell'Higgs. Il bosone Higgs, se esiste, è la causa dell'esistenza della materia.



LE STAZIONI DI COLLISIONE DELLE PARTICELLE:

ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus) è uno dei sei rivelatori di particelle (ALICE, ATLAS, CMS, TOTEM, LHCf e LHCb) costruiti per LHC. ATLAS è lungo 46 metri con un diametro di 25 metri e pesa circa 7 000 tonnellate. Al progetto partecipano approssimativamente 2000 scienziati ed ingegneri, divisi tra 165 istituti e in 35 nazioni. L'esperimento è progettato per osservare fenomeni che riguardano particelle pesanti che non sono mai state osservate usando gli attuali acceleratori a più bassa energia e per far luce su nuove teorie di fisica delle particelle oltre il Modello Standard. ATLAS è concepito come un rivelatore di indirizzo generale. Quando i due fasci di protoni accelerati dal Large Hadron Collider interagiscono al centro del rivelatore, può essere prodotta una grande varietà di diverse particelle, in un grosso intervallo di energia. Più che focalizzarsi su un particolare processo fisico, ATLAS è concepito per misurare il più ampio intervallo possibile di segnali. Questo per assicurare che, qualunque caratteristica un nuovo processo fisico o una nuova particella possa avere, ATLAS sia in grado di rivelarli e misurare le loro proprietà. La sfida rappresentata dal Large Hadron Collider (la sua energia senza precedenti e l'alto numero di eventi) ricade su ATLAS, rendendo necessarie le sue dimensioni e la sua complessità, maggiori rispetto a qualunque rivelatore mai costruito. Il rivelatore ATLAS consiste di una serie di cilindri concentrici attorno al punto di interazione, cioè dove si scontrano i fasci di protoni dell'LHC. Può essere diviso in quattro parti principali: il rivelatore interno, i calorimetri, gli spettrometri muonici ed il sistema di magneti. Ciascun componente è formato da vari strati. I rivelatori sono complementari, il rivelatore interno traccia precisamente le particelle, i calorimetri misurano l'energia delle particelle più facili da arrestare e lo spettrometro muonico genera ulteriori misure sui muoni più penetranti. Il sistema di magneti deflette le particelle cariche nel rivelatore interno e nello spettrometro muonico, permettendo così la misurazione delle loro quantità di moto. Le sole particelle stabili a non poter essere rilevate direttamente dall'ATLAS sono i neutrini, la loro presenza è dedotta da apparenti violazioni della conservazione della quantità di moto durante una collisione. Per svolgere questo compito, il rivelatore deve essere "ermetico", deve cioè permettere la misura di tutte le altre particelle, senza punti ciechi. Mantenere l'efficienza dei rivelatori in un'area soggetta ad intense radiazioni come quella che circonda il punto di interazione è una sfida ingegneristica non indifferente.

ALICE (A Large Ion Collider Experiment at CERN LHC) è un progetto portato avanti da una collaborazione di un migliaio di ricercatori appartenenti a 86 istituti di 29 paesi che ha come fine la costruzione di un rivelatore di ioni pesanti che consenta di esaminare gli effetti delle interazioni fra nuclei pesanti alle energie ottenibili con il Large Hadron Collider (LHC).

CMS (Compact Muon Solenoid) L'apparato sperimentale ha dimensioni notevoli: 21,6 metri di lunghezza per 14,6 metri di diametro per un peso totale di circa 12500 tonnellate. È costituito da diversi rivelatori di particelle disposti secondo gusci concentrici intorno al punto di incrocio dei fasci. CMS è un rivelatore ermetico, il che vuol dire che i rivelatori sono disposti in modo da coprire (quasi) tutto l'angolo solido intorno al punto di interazione. I rivelatori che costituiscono CMS sono: il tracciatore (tracker) che misura con precisione le tracce lasciate dalle particelle cariche, il calorimetro elettromagnetico (ECAL) che ha lo scopo di rivelare elettroni e fotoni, il sistema di

calorimetri adronici (HCAL e HF), per la misura di jets di adroni, il sistema di camere per muoni (MUON), per la misura dei muoni. Tracciatore, ECAL e HCAL sono racchiusi all'interno di un magnete solenoide superconduttore che crea un campo magnetico di 4 tesla parallelo all'asse dei fasci. Il campo magnetico permette di curvare le particelle cariche, consentendo la misura del loro impulso e del segno della loro carica. Dopo il collaudo (Magnet Test Cosmic Challenge) per la verifica del magnete e per poter effettuare dei test per non avere problemi nel rilevamento delle particelle dell'esperimento finale. L'avvio dell'acquisizione delle prime collisioni da parte di CMS è stato eseguito con successo; i dati sperimentali, simulati al computer, sono stati confermati sperimentalmente con estrema precisione.

LHCb (acronimo di "Large Hadron Collider beauty") è uno dei sei esperimenti di fisica delle particelle dell'acceleratore LHC al CERN. LHCb è un esperimento specializzato nella fisica del quark b, con lo scopo di misurare i parametri della violazione CP e decadimenti e fenomeni rari nella fisica degli adroni dotati di b.



L'ESPERIMENTO OPERA:

Traveling faster than light

Scientists say they have fired subatomic particles below-ground, faster than the speed of light from a laboratory in Geneva, to a laboratory 454 miles away in Italy.



La notizia: il famoso limite invalicabile della velocità della luce sarebbe stato superato. Questo dato scaturisce da misurazioni effettuate durante l'esperimento O.P.E.R.A. (Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus). OPERA è un progetto internazionale guidato dai ricercatori italiani dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). Lo scopo dell'esperimento OPERA è quello di studiare un particolare comportamento di una particella elementare chiamata neutrino.

A scuola ci hanno insegnato che tutta la materia è fatta da atomi e che questo è il componente alla base di tutta la materia, ma le cose non stanno proprio così! L'atomo ha una sua struttura interna, è composto da particelle più semplici dette particelle subatomiche. La fisica delle particelle e la meccanica quantistica sono elementi fondamentali per lo studio della struttura della materia.

Ma cosa è un neutrino? Il neutrino è una particella che reagisce poco con la materia (ci passa attraverso), ha massa quasi nulla e non ha carica elettrica, in pratica una particella praticamente inafferrabile. Il vostro corpo è attraversato da miliardi di queste particelle che provengono dall'Universo, in particolare sono fonte di neutrini il collasso delle supernove (la morte delle stelle) ma esistono anche neutrini che vengono generati dal sole o neutrini che provengono dalla radioattività della terra.

La sua esistenza, prima fu solo supposta e poi come molte volte succede nella ricerca scientifica avvenne la verifica e la scoperta della sua esistenza. L'affascinante storia dei Neutrini inizia tanti anni fa intorno al 1930

Esistono 3 famiglie di neutrini: elettronico, muonico, tauonico (e tre corrispettivi antineutrini). Un neutrino durante la sua esistenza può cambiare e passare da una famiglia all'altra trasformandosi, in particolare questo comportamento viene descritto attraverso la meccanica quantistica e prende il nome di "oscillazione".

Per studiare l'effetto "oscillazione" diversi anni fa si è ideato un grandioso progetto di nome CNGS (Cern Neutrinos to Gran Sasso). Tutto nasce da un acceleratore di particelle che si trova al CERN di Ginevra, questo è composto da un tunnel in cui vengono accelerati e fatte collidere particelle ad una velocità vicina a quella della luce il risultato dello scontro sono particelle a massa/energia superiore che decadono in altre particelle figlie.

- l'acceleratore di particelle crea un fascio composto da neutrini muonici, il fascio viene puntato in direzione del Laboratorio Nazionale del Gran Sasso in Italia.
- i neutrini impiegano circa 3 millisecondi a percorrere i 730 km di distanza ed arrivare in Italia dove vengono catturati dal rilevatore OPERA creato per rilevare neutrini della terza famiglia, quelli tauonici.

Il via al grandioso esperimento è stato dato nel 2008 e finalmente il 31 maggio del 2010 il neutrino tau è stato. Durante questi anni sono stati registrati moltissimi dati e alcuni contrastanti hanno generato la notizia, ovvero che sarebbe stata registrata per i neutrini catturati da OPERA una velocità superiore anche se di poco a quella della luce. Quella che è stata registrata da OPERA è in realtà una velocità media e statistica dei fasci che sono stati inviati dal CERN e che sono stati catturati dal 2008 ad oggi.

Questa informazione già ridimensiona la cosa, bisogna essere sicuri che le condizioni siano sempre state le stesse durante i vari anni! Ovviamente il sistema di misurazione è molto complesso ma la sintesi è questa ovvero che è stato verificato un tempo di percorrenza dei neutrini che partono dall'acceleratore del CERN e arrivano ai laboratori del Gran Sasso di circa 61 nanosecondi più veloce di quello che ci metterebbe la luce nel vuoto a percorrere la stessa distanza.

Come si sa la velocità? La velocità si calcola distanza percorsa diviso il tempo impiegato. La distanza è di 730 km ovvero i chilometri che dividono precisamente l'invio del fascio di neutroni e l'arrivo al Gran Sasso è calcolata con un margine di errore di 20 centimetri, il tempo viene calcolato facendo anche uso di orologi atomici. Senza contare altre possibili variabili che ci possono essere a questi livelli di precisione se ne deduce che ci possono essere troppi possibili errori su curve di distribuzione probabilistiche e possibili errori dovuti alla strumentazione.

Prima di gridare alla rivoluzione della Teoria della Relatività bisognerà aspettare molto, e utilizzare il buon vecchio metodo scientifico ovvero un fenomeno è reale se è possibile riprodurlo. Se fosse verificato che in effetti i neutrini sono in grado di andare più veloce della luce, bisognerà apportare delle modifiche alla teoria della relatività ma ricordiamo che fino ad ora tutti i riscontri scientifici fatti su questa teoria non hanno fallito. Siamo quindi solo all'inizio di un dibattito che durerà anni, tra conferme e smentite.

DOV'E' NATO IL WEB:

Il primo computer arrivò al CERN nel 1959. Da allora cominciò la sfida di piegare l'informatica al servizio dei fisici. Uno dei protagonisti di questa storia è stato l'italiano Paolo Zanella, capo della divisione informatica per 13 anni, tra il 1976 e il 1989. Per la fisica cominciò una nuova era di ricerca in cui gli esperimenti producevano una mole di dati tale da rendere impossibile la sola elaborazione umana. I fisici si rassegnarono all'utilizzo di calcolatori e software per filtrare ed elaborare la montagna di dati alla ricerca degli eventi ritenuti significativi per l'esito degli esperimenti. Successivamente si sperimentò il collegamento di più calcolatori fra di loro: fu la volta della prima rete di computer. Piano piano, nacque al CERN uno dei centri di calcolo più potenti in Europa, dedicato alle richieste sempre più esigenti dei nuovi esperimenti e della capacità sempre più spinta di acquisizione dati delle strumentazioni collegati ai nuovi acceleratori.

Il **World Wide Web** è nato al CERN nel 1989, da un'idea di Tim Berners-Lee e Robert Cailliau. Nacque come progetto marginale nel 1980 chiamato ENQUIRE basato sul concetto dell'ipertesto (anche se Berners-Lee ignorava ancora la parola ipertesto). Con lo scopo di scambiare efficientemente dati tra chi lavorava a diversi esperimenti è stato introdotto al CERN nel 1989 con il progetto World Wide Web, il primo browser sviluppato sempre da Berners-Lee. Inoltre Tim Berners-Lee sviluppò le infrastrutture che servono il Web e cioè il primo web server.

Il 30 aprile 1993 il CERN annunciò che il World Wide Web sarebbe stato libero per tutti.

Nel 1993 la NCSA rilasciò il primo browser grafico, Mosaic. Da quel momento lo sviluppo del www fu inarrestabile.

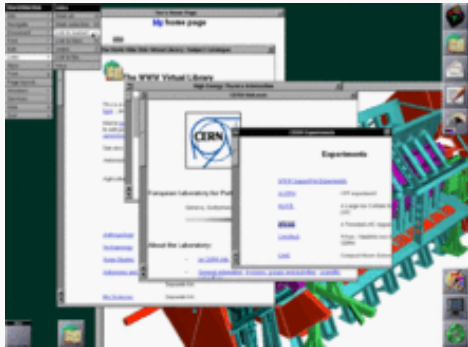


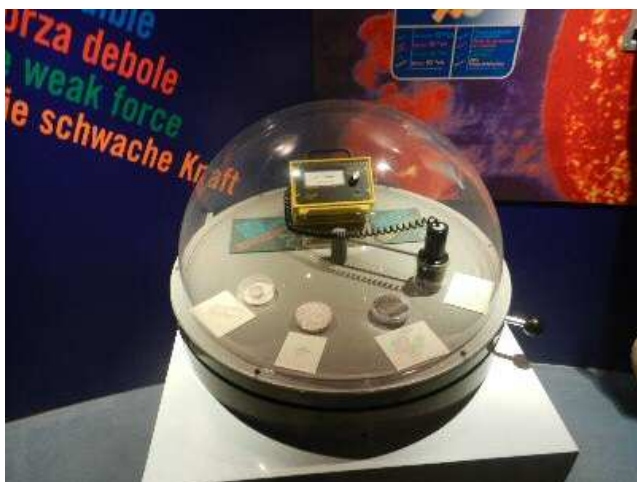
Immagine del primo browser web.

FOTOGRAFATE AL CERN:



Sebbene le particelle siano minuscole, hanno effetti visibili nella vita quotidiana.

Questa sfera ne è un esempio, in essa elettroni “strappati” dai loro atomi si muovono liberamente. Toccate la sfera e osservatela. Collegandone la superficie alla terra, avete provocato nel punto di contatto un afflusso di elettroni attraverso il gas, che provoca i filamenti di luce che potete vedere.



Se non ci fosse la forza debole il sole non potrebbe brillare.

La forza debole è la causa del decadimento beta, una forma di radioattività che provoca la fusione nucleare all'interno del sole. La forza debole è diversa dalle altre, la sua manifestazione più diffusa è la disintegrazione dei nuclei pesanti. Nel decadimento beta, un quark down si trasforma in un quark up con l'emissione di un elettrone. Alcuni materiali risultano essere più radioattivi di altri perché il delicato equilibrio tra la forza forte e la forza debole varia a seconda del numero di particelle presenti nel nucleo atomico. L'ambiente in cui viviamo è dotato di una naturale radioattività di fondo che varia da regione a regione. Per esempio in Umbria dove sono presenti grandi quantità di radon, i livelli della radiazione di fondo sono molto più alti che nella regione intorno a Ginevra.



Se non ci fosse la forza elettromagnetica non potremmo essere solidi.

Gli atomi del nostro corpo sono tenuti insieme dalla forza elettromagnetica, gli elettroni di carica negativa vengono tenuti in movimento intorno al nucleo positivo. Gli atomi mettono in comune i loro elettroni per formare molecole ed in questo modo determinano la struttura della materia. Come suggerisce il suo nome, la forza elettromagnetica ha una doppia natura, una carica elettrica in movimento crea un campo magnetico. Questa profonda connessione tra elettricità e magnetismo fu descritta da James Maxwell nel 1864. La forza elettromagnetica può essere sia attrattiva che repulsiva, cariche opposte si attraggono mentre cariche uguali si respingono. La radiazione elettromagnetica, come le onde radio, le microonde, la luce e i raggi X, viene emessa da cariche in movimento. Per esempio, una corrente variabile che percorre un filo, emette onde radio.



Se non esistesse la forza forte non potrebbe esserci la vita.

Il carbonio della materia vivente, è sintetizzato nelle stelle grazie alla forza forte. I nuclei atomici più leggeri si legano a formare nuclei più pesanti secondo un processo chiamato fusione nucleare. Un minimo cambiamento in questo processo renderebbe la vita impossibile. Come suggerito dal suo nome, la forza forte è la più potente delle quattro forze anche se la sua sfera di influenza si limita alle dimensioni del nucleo atomico. Ma è proprio la forza forte che tiene insieme i quark nei protoni di carica positiva. Senza questa "colla" i quark si separerebbero per la presenza della forza elettromagnetica repulsiva. In realtà risulta impossibile separare due quark, ci vuole così tanta energia che nel processo viene prodotta una seconda coppia di quark.

IL BOSONE DI HIGGS – SCOPERTA LA PARTICELLA DI DIO

E' effettivamente il **bosone di Higgs** previsto nel 1964 la particella scoperta nel 2012 al Cern di Ginevra. "E' un Higgs, ma adesso bisogna capire quale", spiega il direttore scientifico del Cern di Ginevra. "Finora potevamo parlare soltanto di una particella simile al bosone di Higgs, ma adesso possiamo dire che è sempre più chiaro che è un Higgs". Particelle di Higgs sono infatti previste da più teorie: la teoria di riferimento della fisica, chiamata Modello Standard, ne prevede uno soltanto, mentre secondo altre teorie esiste più di una particella di Higgs, la teoria della supersimmetria, per esempio, ne prevede almeno cinque. "Ci vorranno anni di dati per riuscire a capire quale sia la particella di Higgs scoperta nel 2012".

Oltre a determinare la massa delle particelle, il bosone di Higgs potrebbe aver dato il primo impulso all'**espansione dell'universo**. E' questa l'indicazione delle ultime analisi dei dati raccolti dagli esperimenti di LHC, ATLAS e CMS. I dati riguardano una proprietà chiamata spin e che può essere visualizzata come il senso di rotazione di una particella e indicano che lo **spin del bosone di Higgs sarebbe uguale a zero**, proprio come prevede la teoria di riferimento della fisica, chiamata Modello Standard. I dati presentati sono sufficienti a dire che la particella scoperta al Cern sia proprio il bosone di Higgs e adesso la sfida è di capire il ruolo che il bosone di Higgs possa aver giocato nei **primi istanti di vista dell'universo**, ad esempio dando il via al processo di espansione ancora in atto. "Abbiamo un primo identikit della particella con dati importanti che nell'identikit di una persona potrebbero corrispondere ad altezza, colore degli occhi e perfino qualche segno particolare. Non è ancora un identikit definitivo in quanto i dati completi saranno presentati in futuro, ma sufficiente per dire che sia lui". "Abbiamo capito il meccanismo con il quale le particelle acquistano la massa e adesso il nuovo passo è studiare il ruolo che il bosone di Higgs potrebbe aver avuto nei primi istanti dell'universo".

MA IL CERN PUO' DISTRUGGERE LA TERRA ?

Il Large Hadron Collider è stato sviluppato per ricreare le condizioni verificatesi durante il Big Bang, considerato da molti scienziati come il momento da cui ha avuto origine il nostro universo.

Secondo alcuni scienziati, però, i test che saranno effettuati rischiano di provocare danni irreversibili al pianeta, anzi, nello specifico, si teme la creazione di un mini buco nero che nel giro di quattro anni potrebbe inghiottire la Terra e col tempo l'intero universo.

L'esperimento per dimostrare l'esistenza di una particella, finora dimostrata solo matematicamente, detta bosone di Higgs, che, secondo gli scienziati, avrebbe dato peso e massa a ogni altra particella esistente. Durante il test, alcuni atomi passano nei 26 chilometri dell'LHC per 11.245 volte al secondo, sino appunto a ricreare le condizioni che esistevano nell'universo una frazione di secondo dopo il Big Bang.

Un gruppo di scienziati, capitanati da Otto Rossler, fisico della Eberhard Karls University, ha presentato ricorso alla Corte Europea dei Diritti Umani, con la richiesta di interrompere l'esperimento, che, secondo i calcoli di Rossler, potrebbe generare un mini buco nero destinato ad espandersi e a distruggere il pianeta. Rossler non è l'unico a manifestare preoccupazione.

Anche Walter L. Wagner e Luis Sancho, rispettivamente ricercatore sui raggi cosmici all'Università di Berkeley e autore e ricercatore sulla teoria del tempo, hanno chiesto alla corte federale delle Hawaii un rinvio dell'accensione dell'LHC per verificare l'assenza di rischi.

Decisamente seccata la replica di James Gillies, portavoce del CERN di Ginevra, che contesta la validità dei calcoli effettuati da Rossler e che ritiene paradossale che una corte distrettuale alle Hawaii possa avere il potere di bloccare un'organizzazione intergovernativa europea. Secondo Gillies l'LHC è sicuro e non c'è alcun rischio per l'uomo e per la Terra.

CONCLUSIONI:

Andiamo a visitare il CERN! Non avrei mai pensato prima di poterlo fare. Ma cosa è esattamente? Mi faranno vedere tutte le cose straordinarie di cui ho sentito parlare? O sarà un posto accessibile solo molto parzialmente?

Queste erano le domande che mi sono poste prima di partire per Ginevra.

Abbiamo visitato uno di quei posti che di solito si vedono solo in televisione, tipo a Superquark, e che per questo motivo sembrano lontani ed irreali. Popolati di personaggi con superpoteri che fanno calcoli strabilianti ed un po' fantascientifici.

Devo dire che le risposte sono state molto soddisfacenti, abbiamo visto "in diretta" cosa sia questo laboratorio, un concentrato di apparecchiature straordinarie che fanno cose ancora più straordinarie, pensate e realizzate da uomini normali (nella foto con noi Carlo Rubbia, premio Nobel per la fisica nel 1984) che raggiungono questi risultati grazie ad impegno, studio e, perché no, anche una certa dose di fantasia (scientifica).

Sicuramente molte cose che abbiamo visto sono difficili da capire al nostro livello, ma entrare in una fabbrica di idee, è stata un'esperienza tra le più coinvolgenti.

