



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2010-Jul-09 02:25:58.839811 GMT(04:25:58 CEST)

Run / Event: 139779 / 4994190

4 – 5 OTTOBRE 2010

**IL LICEO G.BRUNO IN
VISITA AL C.E.R.N.**

<http://cern.ch>

La città di Ginevra

Ginevra, la piccola Parigi Svizzera è una città piena di storia e cultura. Una piccola gemma situata tra le Alpi e il Giura, all'estremità sud-occidentale della Svizzera e del lago Lemano. Il Rodano e l'Arve sono i due principali corsi d'acqua che la attraversano. L'altitudine di Ginevra è di 373 m. Oggi Ginevra ospita circa 190 organizzazioni internazionali, governative e non governative: Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU), Conferenza delle Nazioni Unite sul Commercio e lo Sviluppo (CNUCED), Organizzazione Internazionale del Lavoro (OIL), Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), Alto Commissariato per i Rifugiati (HCR), ecc.





Le 10 attrazioni di Ginevra da non perdere

- **Il Lago**

È il capolavoro naturale della città: relax sulle sue passeggiate e nei parchi per assaporarne l'atmosfera, una crociera da due ore per una prospettiva unica di Ginevra e un romantico intermezzo.

- **Il centro storico ("città vecchia")**

Con l'imponente cattedrale di S. Pietro e le caratteristiche vie lastricate, il centro di Ginevra si presenta come uno scrigno ricco di segreti. La casa più vecchia è la Maison Tavel, sede del Museo d'Arte e Storia. I numerosi negozi d'antiquariato faranno felici collezionisti e curiosi.

- **L'edificio delle Nazioni Unite e il Museo della Croce Rossa**

Disponibile un tour guidato al quartier generale delle Nazioni Unite

- **Carouge**

Il borgo dal sapore bohemien sul fiume L'Arve, costruito su modello di Nizza, con le sue botteghe d'artigiani e i caffè d'artisti. Meta ideale per il dopo cena degli amanti della musica Jazz.

- **Parco dei Bastioni e Piazza Nuova**

Relax nel verde, una visita omaggio al Muro della Riforma, una partita a scacchi con la scacchiera a grandezza naturale o un drink nei suoi café prima di visitare Piazza Nuova, sulla quale si affacciano musei e gallerie.

- **Shopping**

Rue de Rive e Rue du Rhone rappresentano due delle vie più trendy di Ginevra e più stravaganti per quel che riguarda moda e gioielli. Per un drink in caffè di classe consigliamo Place du Molard e Place de la Fusterie.

- **Paquis e Les Grottes**

Ecco il quartiere più etnico della città situato a nord est di Gare Cornavin: ristoranti di tutti i tipi e altrettanti negozi. Shopping e gusto estetico si confondono nell'edificio "Schtrumpfs" in Rue Louis-Favre 23-29 (in Les Grottes), una delle icone architettoniche di Ginevra.

- **Mercatino di Plainpalais**

Famoso mercatino delle pulci che si svolge ogni Martedì, Venerdì e Domenica dalle 08:00 alle 17:00: antichità, vecchi vinili, libri, abbigliamento vintage e curiosità.

- **Il monte Saleve**

Una gita in funivia sul monte Saleve, che fa da sfondo alla città. Panorami da brivido e numerosi sentieri guidati per gli appassionati di trekking.

- **I dintorni**

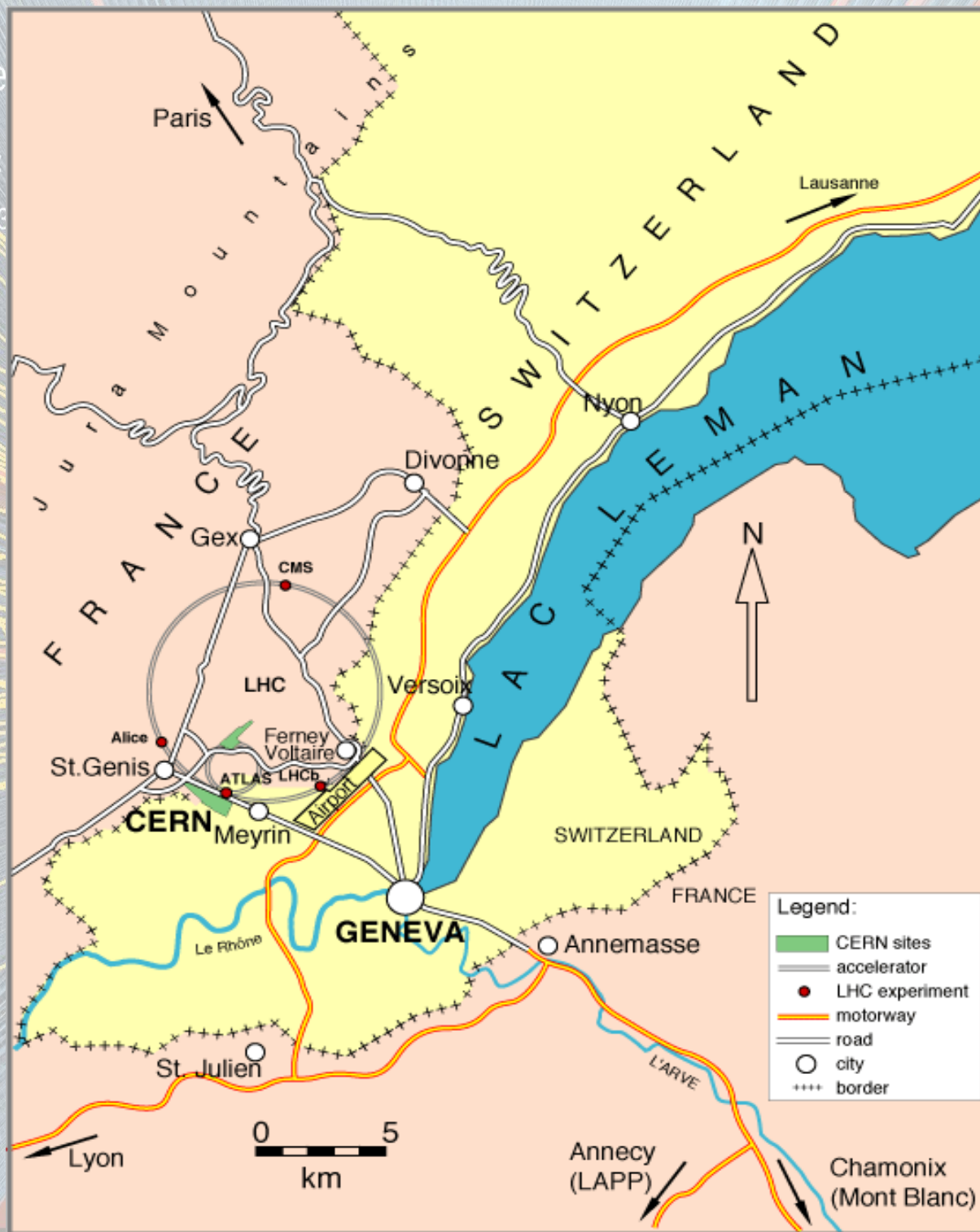
Si possono anche effettuare interessanti escursioni in bicicletta o in barca per visitare le altre meraviglie che si affacciano sul lago di Ginevra.

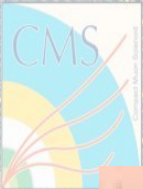


CMS Expe

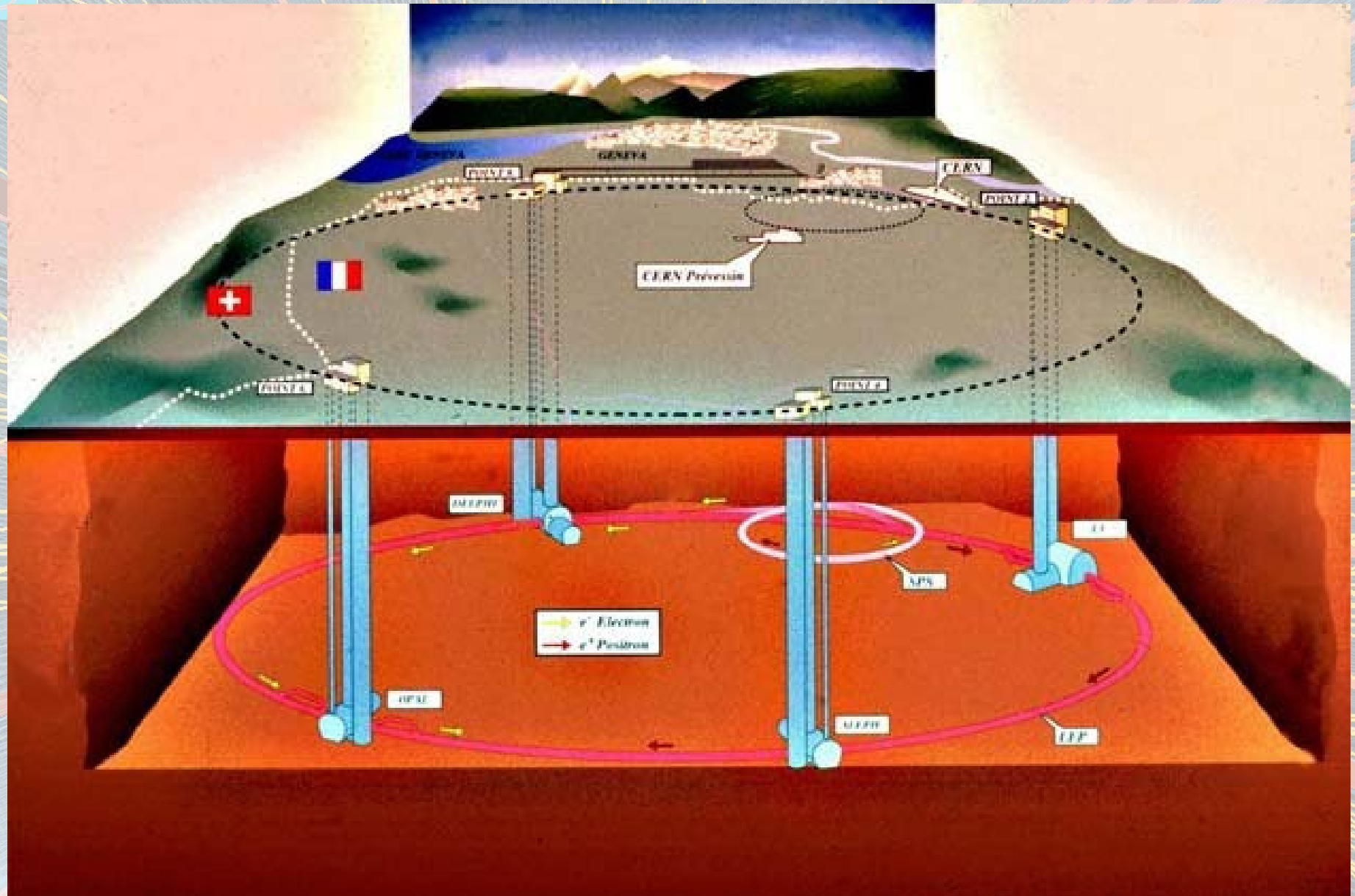
Data recorded:

Run / Event: 13



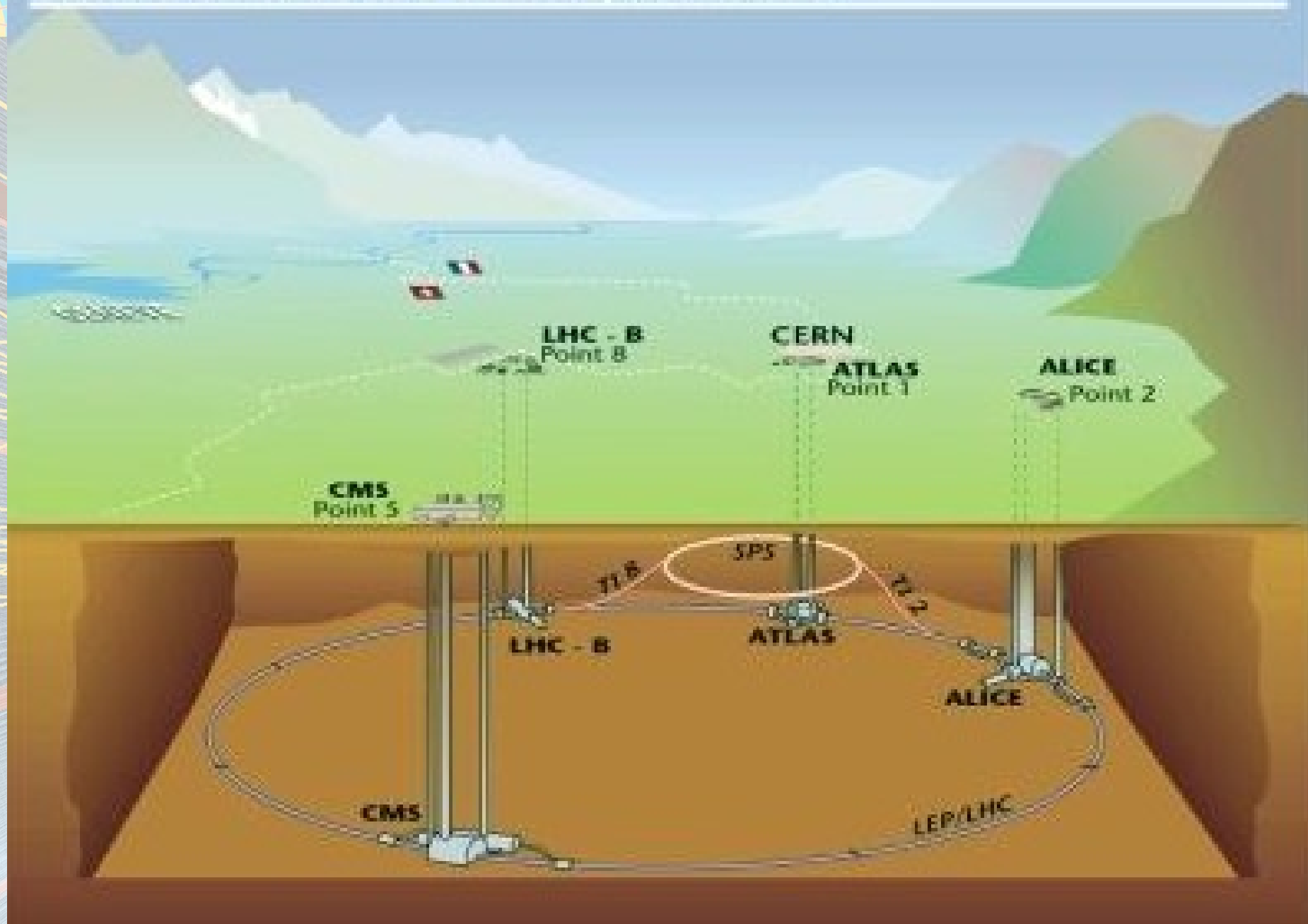


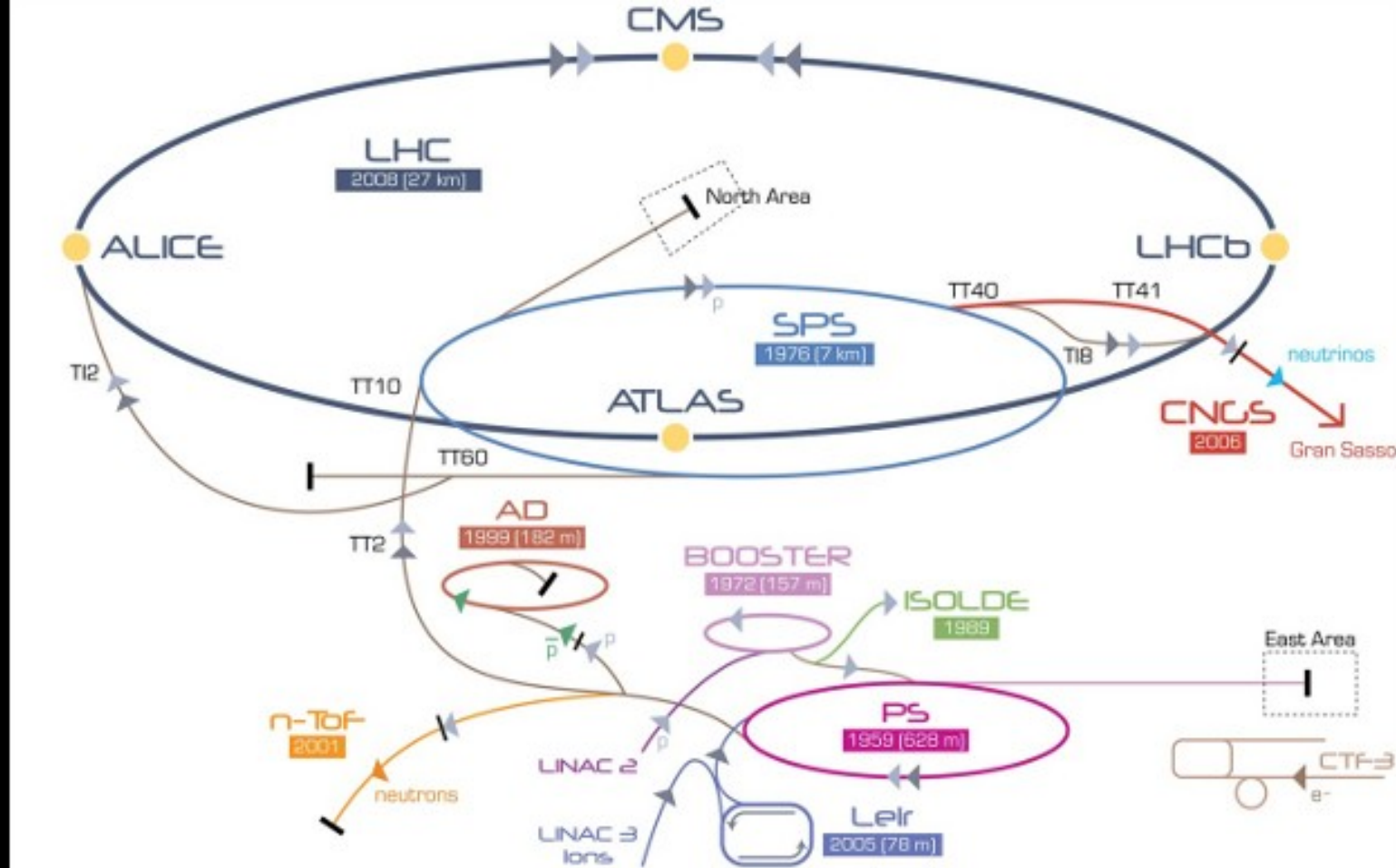
CMS Experiment at the LHC, CERN





Overall view of the LHC experiments.





▶ p (proton) ▶ ion ▶ neutrons ▶ $\bar{p}$ (antiproton)

LHC Large Hadron Collider

AD Antiproton Decelerator CTF-3 Clic Test Facility

LEIR Low Energy Ion Ring

Arrows:

Grey = p (proton)

Orange = neutrons

Green = $\bar{p}$ (antiproton) [with line above letter p]

Grey | green = proton/antiproton conversion

Light blue = neutrinos

Brown = electron

Abbreviations:

LH Large Hadron Collider

SPS Super Proton Synchrotron

PS Proton Synchrotron

AD Antiproton Decelerator

CTF3 Clic Test Facility

CNGS Cern Neutrinos to Gran Sasso

ISOLDE Isotope Separator OnLine Device

LEIR Low Energy Ion Ring

LINAC LINear ACcelerator

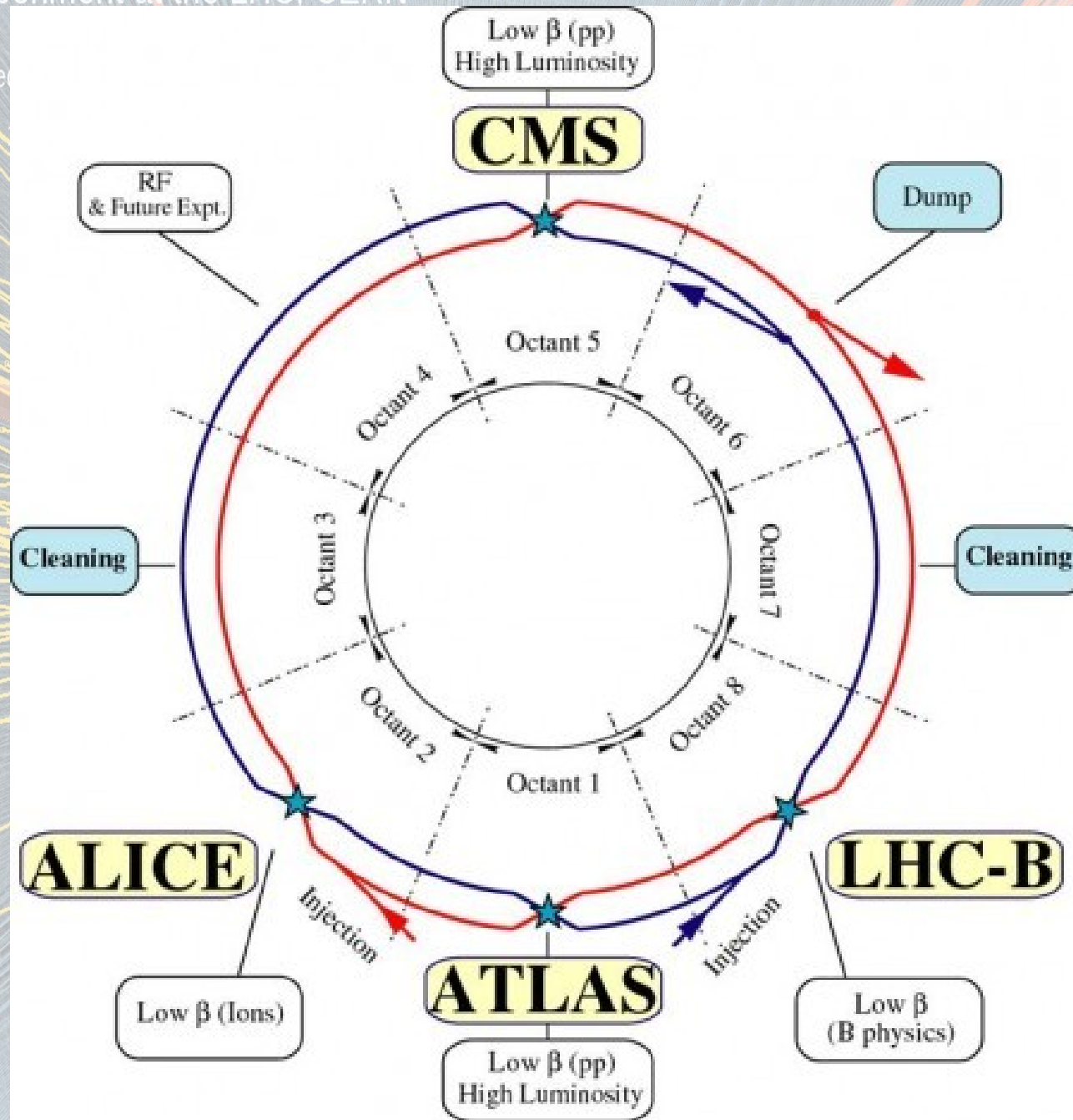
n-ToF Neutrons Time Of Flight



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded

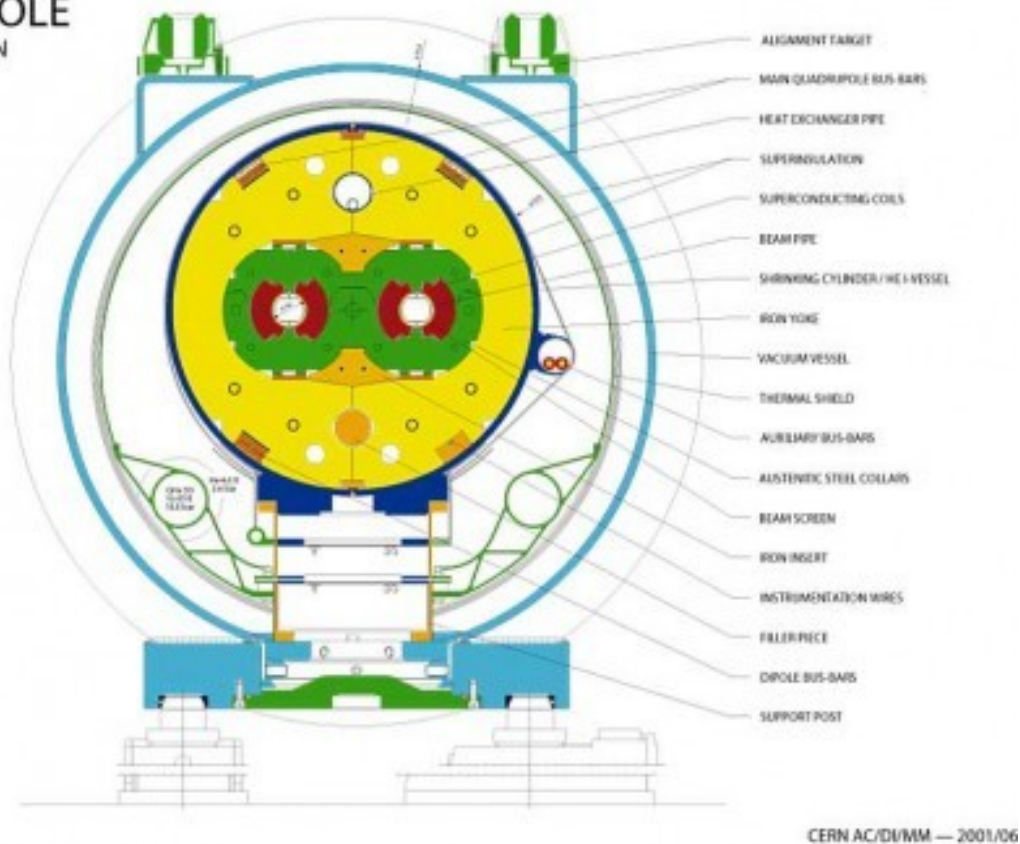
Run / Event



Qualche numero.

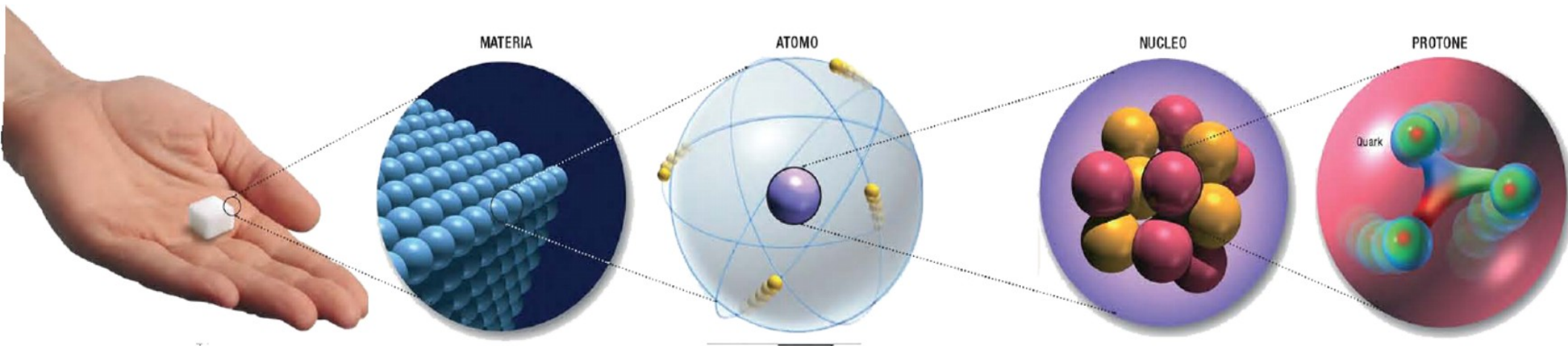
LHC è progettato per far circolare 2808 *bunch* in ognuno dei due fasci, con una distanza minima di circa 7 metri tra due *bunch* consecutivi che formano un “treno”. La frequenza degli incontri tra *bunch* è di 40 MHz, ovvero ogni 25 ns (il che porta a un sacco di collisioni per secondo, ma una stima di questo numero non è semplice). La quantità nominale di protoni per *bunch* all’inizio di un run è di circa 10^{11} protoni; all’inizio perché a forza di girare e collidere, i *bunch* si consumano e deperiscono. Quando un fascio, dopo qualche ora di collisioni, è diventato troppo magro lo si ferma, e si prepara a riempire l’acceleratore con un fascio fresco di *bunch*.

LHC DIPOLE
CROSS SECTION



La materia prima

Guardando in profondità dentro una porzione di materia si osserva che è costituita solo da pochi tipi di particelle elementari prese da un insieme di numerosi sapori. Il modello standard tratta le particelle come punti geometrici; le dimensioni riportate riflettono la massa.



PARTICELLE DI MATERIA

QUARK

Queste particelle formano i protoni, i neutroni e un vero e proprio zoo di altre particelle meno note. Non sono mai stati osservati isolatamente.

UP



u

Carica elettrica: $+2/3$

Massa: 2 MeV

Costituente della materia ordinaria; un protone è composto da due quark up e uno down.

CHARM



c

Carica elettrica: $+2/3$

Massa: 1,25 GeV

Cugino instabile e più pesante del quark up, scoperto come costituente della particella J/Ψ .

TOP



t

Carica elettrica: $+2/3$

Massa: 171 GeV

È la particella più pesante, ha massa paragonabile a un atomo di osmio e una vita media molto breve.

DOWN



d

Carica elettrica: $-1/3$

Massa: 5 MeV

Costituente della materia ordinaria; un neutrone è composto da due quark down e uno up.

STRANGE



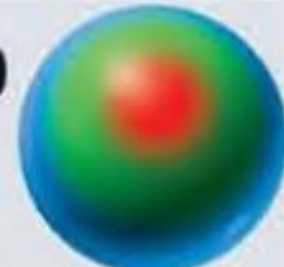
s

Carica elettrica: $-1/3$

Massa: 95 MeV

Cugino instabile e più pesante del quark down, è il costituente del più studiato kaone, altra particella.

BOTTOM



b

Carica elettrica: $-1/3$

Massa: 4,2 GeV

Altra copia instabile e ancora più pesante del quark down, è un costituente del mesone B.



LEPTONI

Queste particelle sono immuni all'interazione forte e si osservano isolatamente. Ogni neutrino mostrato qui in realtà è una combinazione di neutrini diversi, ciascuno con massa non più grande di pochi eV.

NEUTRINO ELETTRONICO ν_e



Carica elettrica: 0

Immune sia all'elettromagnetismo che all'interazione forte, non prende parte a quasi nessuna interazione, ma è essenziale nei decadimenti radioattivi.

NEUTRINO MU ν_μ



Carica elettrica: 0

Compare nelle reazioni deboli che coinvolgono i muoni.

NEUTRINO TAU ν_τ



Carica elettrica: 0

Compare nelle reazioni deboli che coinvolgono i leptoni tau.

ELETTRONE e



Carica elettrica: -1

Massa: 0,511 MeV

La particella più leggera dotata di carica. Trasporta la corrente elettrica e orbita intorno ai nuclei atomici.

MUONE μ



Carica elettrica: -1

Massa: 106 MeV

Versione più pesante dell'elettrone, vita media di 2,2 microsecondi, scoperto come componente dei raggi X cosmici.

TAU τ



Carica elettrica: -1

Massa: 1,78 GeV

Un'altra versione instabile e ancora più pesante dell'elettrone con una vita media di 0,3 picosecondi.



PARTICELLE DI FORZA

BOSONI

A livello quantistico, ognuna delle forze fondamentali è mediata da una specifica particella o insieme di particelle.

FOTONE

Carica elettrica: 0

Massa: 0

Mediatore dell'elettromagnetismo, il quanto di luce agisce sulle particelle cariche elettricamente. Il suo raggio d'azione è illimitato.



γ

BOSONE Z

Carica elettrica: 0

Massa: 91 GeV

Il mediatore delle reazioni deboli che non modificano l'identità delle particelle. Il suo raggio d'azione è di appena 10^{-18} metri circa.

Z



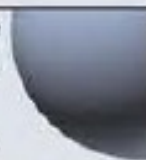
BOSONI W^+/W^-

Carica elettrica: $+1$ o -1

Massa: 80,4 GeV

Sono i mediatori dell'interazione debole, che modifica il sapore e la carica delle particelle. Il raggio d'azione di queste interazioni è di appena 10^{-18} metri circa.

W



GLUONI

Carica elettrica: 0

Massa: 0

Otto specie di gluoni mediano l'interazione forte, interagendo con i quark e con altri gluoni. Queste particelle non risentono delle interazioni elettromagnetiche e delle interazioni deboli.



g

CERN

L GMT(04:25:58 CEST)

?

HIGGS H
Non ancora osservato.

Carica elettrica: 0
Massa: presumibilmente inferiore
al TeV, probabilmente tra 114 e 192 GeV

Si ritiene che il bosone di Higgs
conferisca
la proprietà della massa ai quark, ai
leptoni
e ai bosoni W e Z .

MODELLO STANDARD

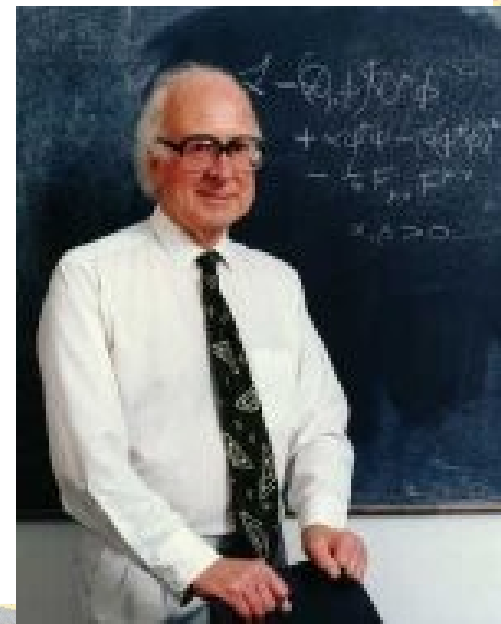
La teoria che descrive i componenti fondamentali di tutte le cose. Funziona veramente molto bene, ma ha un piccolo difetto: sostiene che le particelle non dovrebbero avere massa. Il problema è che se aggiungiamo “a mano” nella teoria la massa delle particelle, le equazioni vengono distrutte e non funzionano più (i fisici teorici parlano di *invarianza di gauge* della teoria non rispettata).

CAMPO DI HIGGS

Supponiamo che le particelle in effetti non abbiano massa di per sé, ma che nell'universo esista però un campo che pervade tutto, una sorta di melassa cosmica che le particelle devono attraversare quando si muovono. Questa melassa frenerebbe in modo diverso ogni particella e ogni composto di particelle rendendola più o meno pesante. Tradotta in equazioni l'idea funzionava: le particelle acquisivano massa e le equazioni della teoria rimanevano valide senza spappolarsi. Eureka!

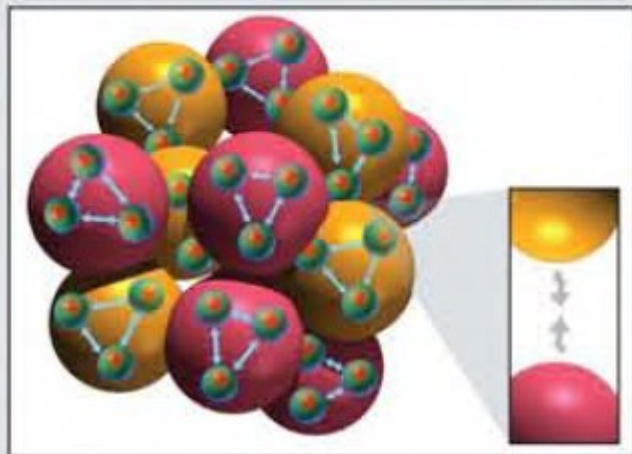
Ma come fare a provarlo? Higgs nei suoi calcoli notò che se la sua ipotesi era vera, allora questa sorta di melassa cosmica, oltre a dare massa alle particelle, ogni tanto doveva anche raggrumarsi su se stessa, dando vita a una nuova particella che venne battezzata bosone di Higgs.

Il bosone di Higgs, se esiste, è il condensato di questo campo.



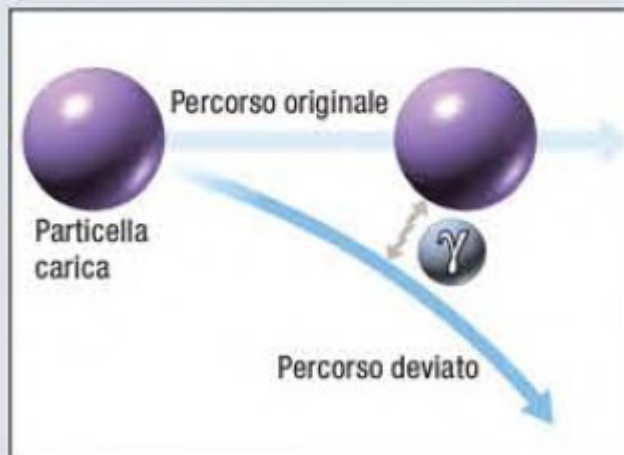
INTERAZIONE FORTE

L'interazione forte agisce sui quark e sui gluoni legandoli per formare protoni, neutroni e altro. Indirettamente questa interazione lega anche protoni e neutroni in modo da formare i nuclei atomici.



INTERAZIONE ELETTROMAGNETICA

L'interazione elettromagnetica agisce sulle particelle dotate di carica e non modifica né il loro sapore né il loro colore. Fa sì che particelle con la stessa carica si respingano.

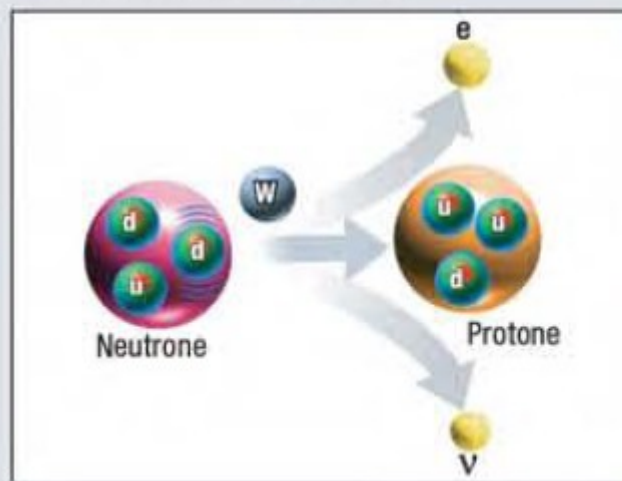


COME AGISCONO LE FORZE

Un'interazione tra varie particelle in collisione può cambiare la loro energia, la loro quantità di moto o il loro tipo. Un'interazione può addirittura far sì che una singola particella isolata decada.

INTERAZIONE DEBOLE

L'interazione debole agisce sui quark e sui leptoni. Il suo effetto più noto è la trasformazione di un quark down in un quark up, evento che a sua volta trasforma un neutrone in un protone producendo anche un elettrone e un neutrino.



INTERAZIONE DI HIGGS

Secondo la teoria, il campo di Higgs (*sfondo grigio*) riempie lo spazio come un fluido, ostacolando i bosoni *W* e *Z* e limitando il raggio d'azione delle interazioni deboli. Il bosone di Higgs interagisce anche con i quark e i leptoni, dotandoli di massa.





CMS

Data

Run /

Quarks

3 MeV
 $\frac{2}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **u**
up

1.24 GeV
 $\frac{2}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **c**
charm

172.5 GeV
 $\frac{2}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **t**
top

0
0
1 **γ**
photon

6 MeV
 $-\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **d**
down

95 MeV
 $-\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **s**
strange

4.2 GeV
 $-\frac{1}{3}$
 $\frac{1}{2}$ **b**
bottom

0
0
1 **g**
gluon

<2 eV
0
 $\frac{1}{2}$ **ν_e**
electron
neutrino

<0.19 MeV
0
 $\frac{1}{2}$ **ν_μ**
muon
neutrino

<18.2 MeV
0
 $\frac{1}{2}$ **ν_τ**
tau
neutrino

90.2 GeV
0
1 **Z^0**
weak
force

Leptons

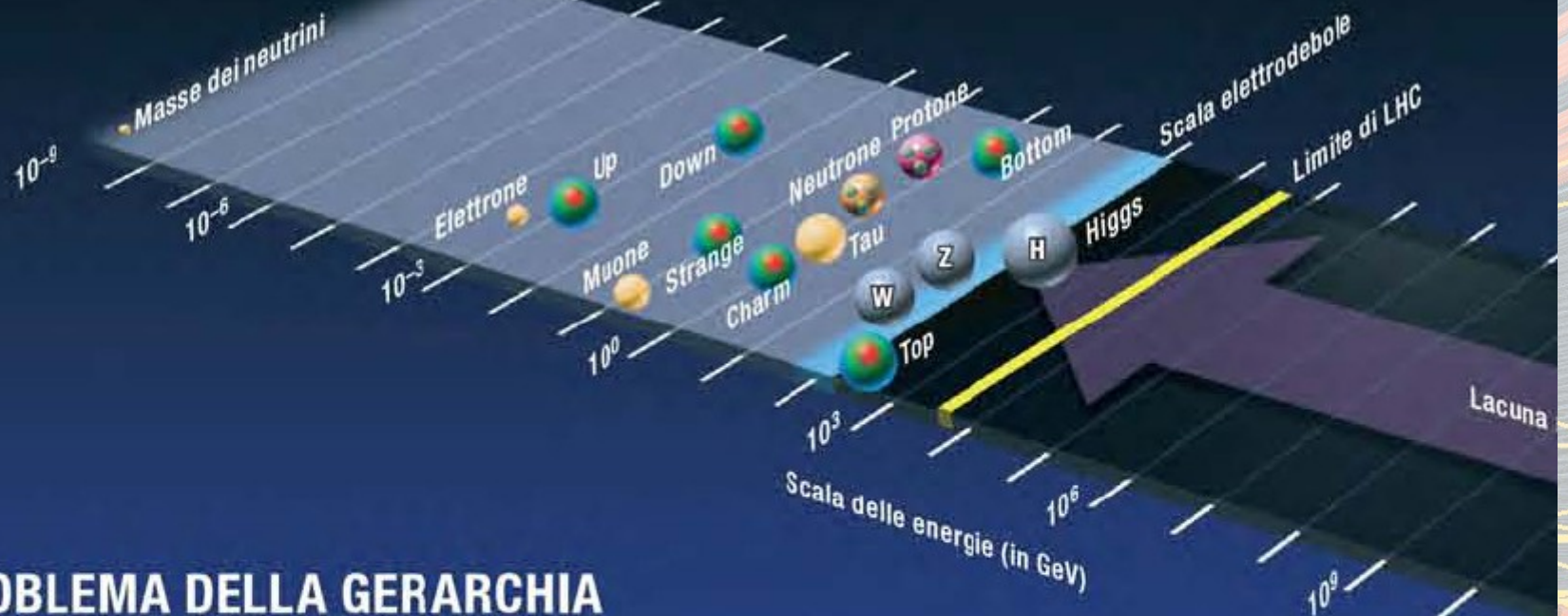
0.511 MeV
-1
 $\frac{1}{2}$ **e**
electron

106 MeV
-1
 $\frac{1}{2}$ **μ**
muon

1.78 GeV
-1
 $\frac{1}{2}$ **τ**
tau

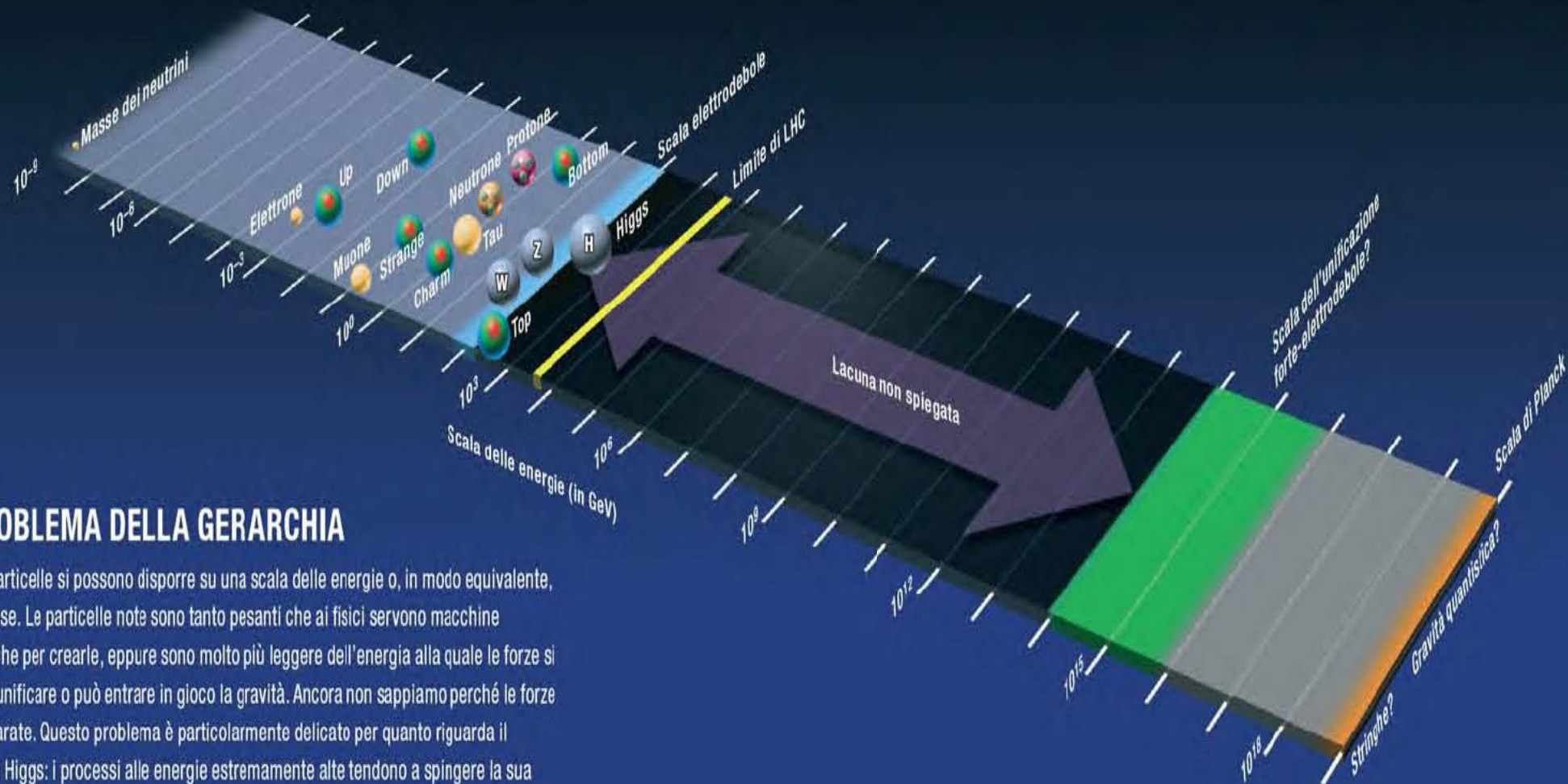
80.4 GeV
 ± 1
1 **$W^\pm$**
weak
force

Bosons (Forces)



IL PROBLEMA DELLA GERARCHIA

Tutte le particelle si possono disporre su una scala delle energie o, in modo equivalente, delle masse. Le particelle note sono tanto pesanti che ai fisici servono macchine gigantesche per crearle, eppure sono molto più leggere dell'energia alla quale le forze si possono unificare o può entrare in gioco la gravità. Ancora non sappiamo perché le forze sono separate. Questo problema è particolarmente delicato per quanto riguarda il bosone di Higgs: i processi alle energie estremamente alte tendono a spingere la sua massa molto al di sopra di 1 TeV, ma allora perché sembra sia al di sotto di questo valore?



IL PROBLEMA DELLA GERARCHIA

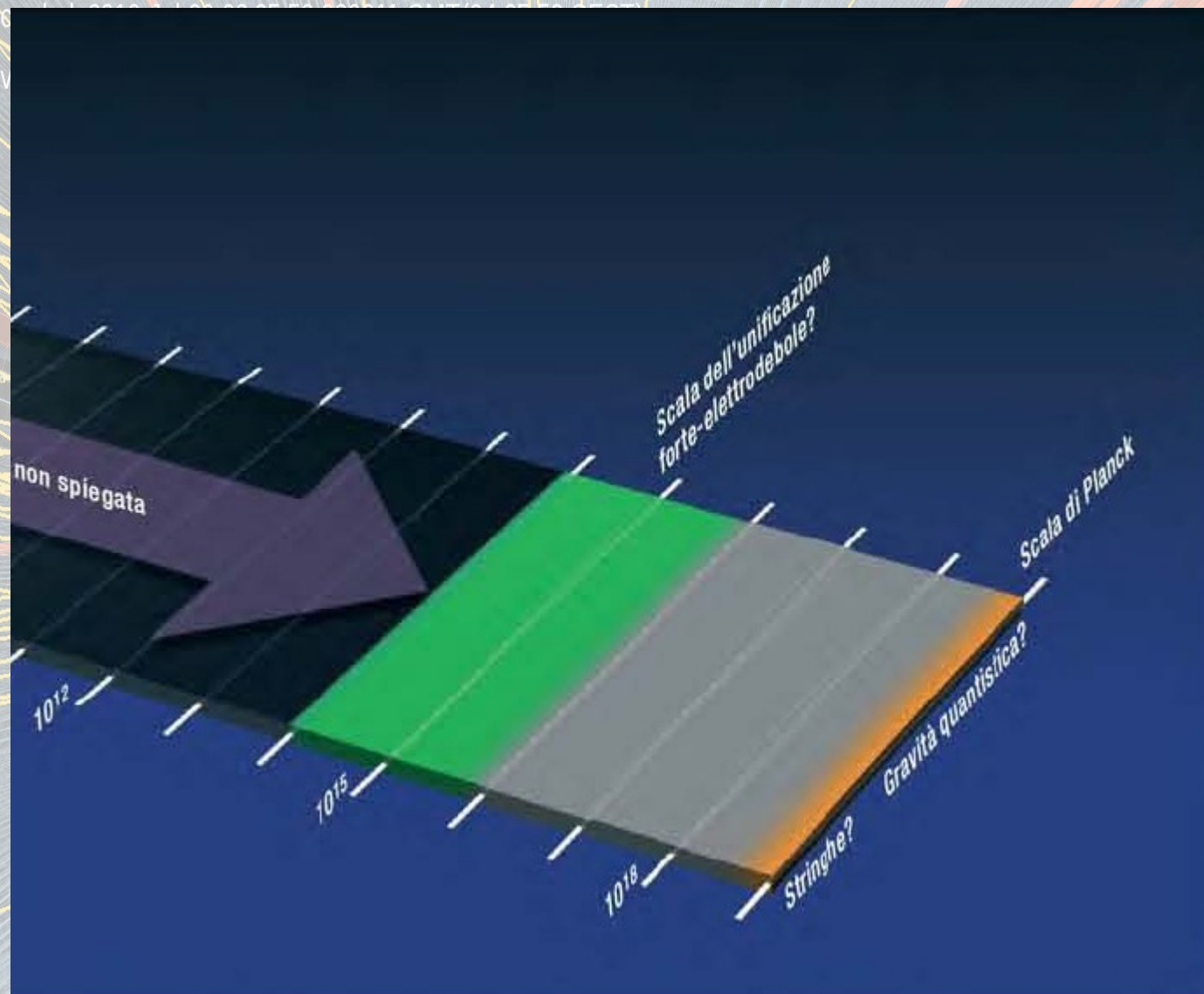
Tutte le particelle si possono disporre su una scala delle energie o, in modo equivalente, delle masse. Le particelle note sono tanto pesanti che ai fisici servono macchine gigantesche per crearle, eppure sono molto più leggere dell'energia alla quale le forze si possono unificare o può entrare in gioco la gravità. Ancora non sappiamo perché le forze sono separate. Questo problema è particolarmente delicato per quanto riguarda il bosone di Higgs: i processi alle energie estremamente alte tendono a spingere la sua massa molto al di sopra di 1 TeV, ma allora perché sembra sia al di sotto di questo valore?



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data rec

Run / Ev





Dieci anni di scoperte

Molti pensano che gli ultimi dieci anni della fisica delle particelle siano stati privi di interesse, mentre in realtà è stato un periodo stimolante, che ha posto le basi per la rivoluzione ormai alle porte.

UNA NUOVA LEGGE DELLA NATURA

Una serie di esperimenti ha verificato la teoria elettrodebole, un elemento chiave del modello standard, su distanze che vanno da quelle subnucleari a quelle galattiche.

LA MASSA DEL NEUTRINO

I rivelatori di particelle hanno appurato che i neutrini possono oscillare da un tipo all'altro. Affinché sia possibile, queste sfuggenti particelle devono essere dotate di massa, una proprietà non spiegata dal modello standard.

IL QUARK TOP

Esperimenti del Fermilab hanno scoperto il quark top nelle collisioni tra i protoni e le loro controparti di antimateria, gli antiprotoni. Il top è peculiare perché la sua massa è circa 40 volte quella del suo partner, il quark bottom.

UNO SPECCHIO IMPERFETTO

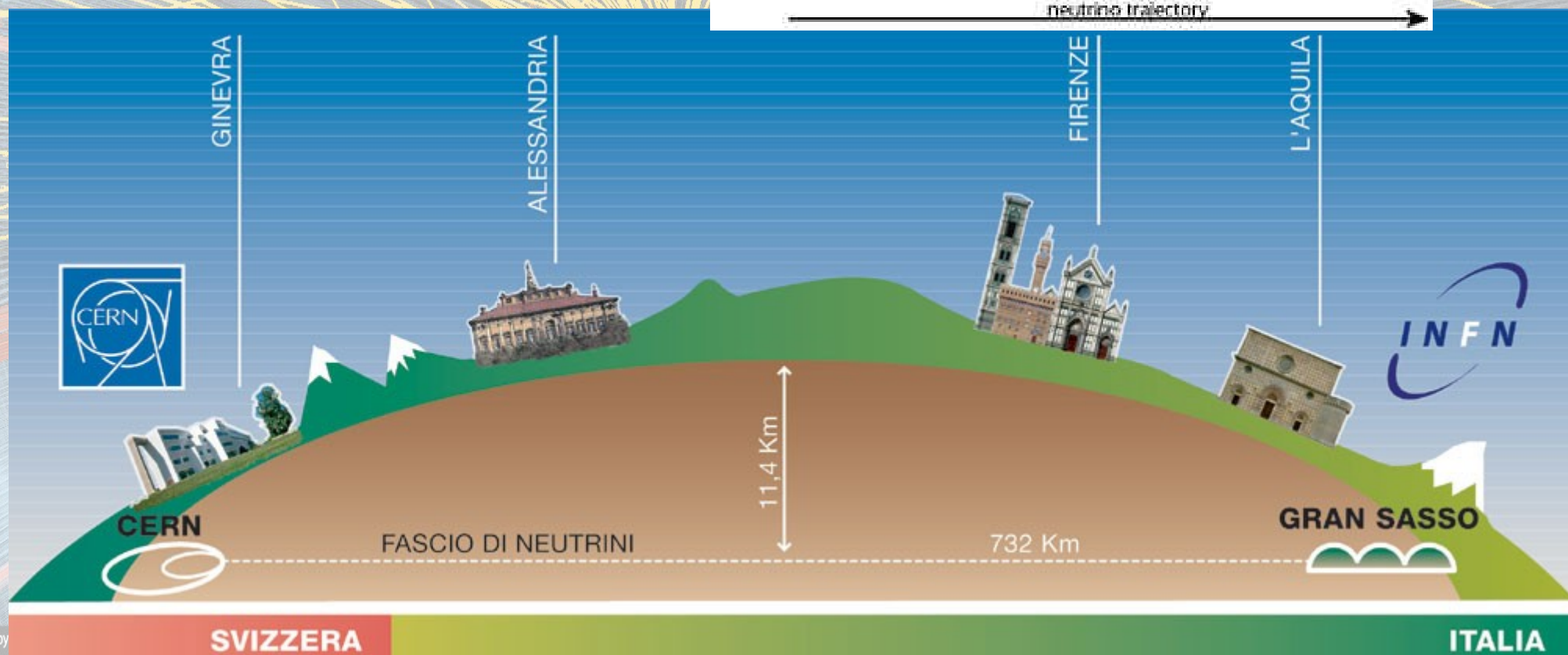
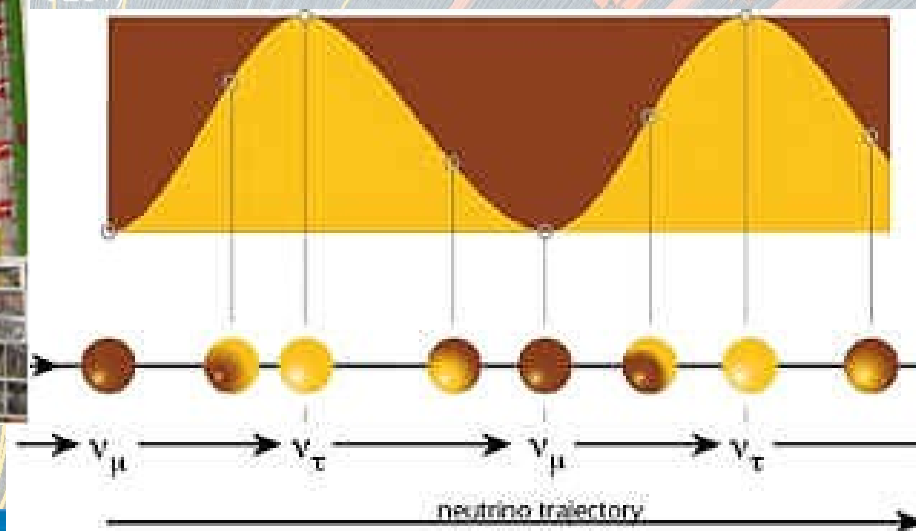
I giapponesi del KEK e il Linear Accelerator Center di Stanford hanno rilevato differenze tra il decadimento dei mesoni B e quello delle loro antiparticelle. Un'asimmetria che ha che fare con la ragione per cui l'universo contiene così poca antimateria.

NUOVE FORME DI MATERIA ED ENERGIA

Anche le osservazioni astronomiche indicano che l'universo è quasi piatto, dominato dalla materia oscura e da una forma sconosciuta di energia che guida l'accelerazione cosmica.

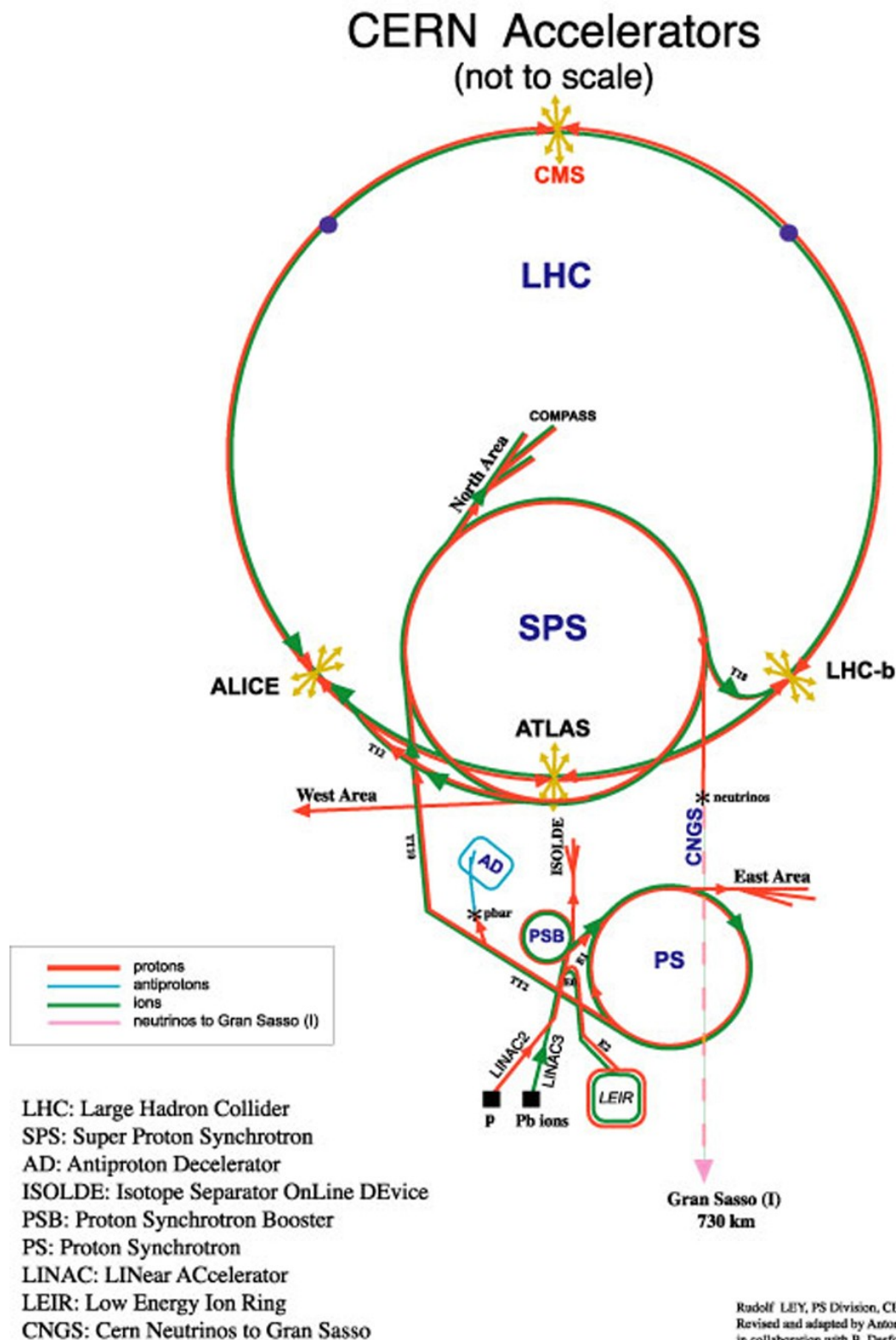


(CEST)



Per portare all'ingresso di LHC i protoni a 450 GeV il CERN usa praticamente **tutti gli acceleratori che hanno caratterizzato la sua storia.**

- **LINAC2** (classe 1978, 36 m di lunghezza). Dalla bottiglia di idrogeno fino a 50 MeV
- **PSB** (*Proton Synchrotron Booster*, 1972, 157 m di circonferenza). Dall'uscita del LINAC2 (50 MeV) fino a 1.4 GeV.
- **PS** (*Proton Synchrotron*, 1959, 628 m di circonferenza). Da 1.4 a 25 GeV
- **SPS** (*Super Proton Synchrotron*, 1976, 7 km di circonferenza; quello con cui sono stati scoperti i bosoni W e Z). Da 25 a 450 GeV, fino alle porte di LHC.
- **LHC** (*Large Hadron Collider*, 2008, 27 km). Da 450 GeV fino a 7 (Oppure solo 3.5) TeV.

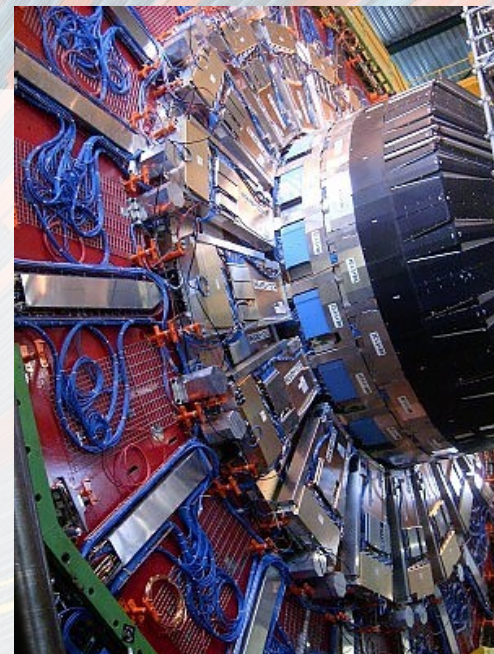




21 settembre 2010

Nuovo fenomeno al Cern "Forse è materia Big Bang"

Il plasma primordiale comparso subito dopo la nascita dell'universo potrebbe essere stato ricreato e osservato nell'acceleratore di particelle di Ginevra. L'esperimento coordinato da un italiano, Guido Tonelli



GINEVRA - Un fenomeno "mai visto finora" è stato osservato da uno dei quattro esperimenti dell'acceleratore di particelle più grande del mondo, il Large Hadron Collider (Lhc) del Cern di Ginevra. Tra le ipotesi considerate c'è quella secondo cui potrebbe trattarsi della materia primordiale, comparsa subito dopo il Big Bang.

L'annuncio, dato oggi in un seminario al Cern, arriva a nemmeno sei mesi dalle prime collisioni ed è stato osservato nell'esperimento Cms (Compact Muon Solenoid), coordinato dall'italiano Guido Tonelli dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Secondo Tonelli "è molto presto per capire esattamente di che cosa si tratta. Ci sono cinque o sei diverse ipotesi e in questo momento sarebbe assolutamente prematuro trarre delle conclusioni. Quello che osserviamo è un fenomeno nuovo, che intendiamo studiare in dettaglio".

L'ipotesi più suggestiva è che possa trattarsi di qualcosa di simile alla "miscela primordiale", ossia il plasma di quark e gluoni prodotto nei primi 20-30 microsecondi dopo il Big Bang.

Un simile stato della materia è stato finora prodotto solo con ioni pesanti nell'acceleratore Rhic (Relativistic Heavy Ion Collider), dei Laboratori statunitensi di Brookhaven.



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2010-Jul-09 02:25:58.839811 GMT(04:25:58 CEST)

Run / Event: 139779 / 4994190

<http://cern.ch>

<http://www.infn.it/lhcitalia>

<http://www.pi.infn.it/microscopi/lhcgame>