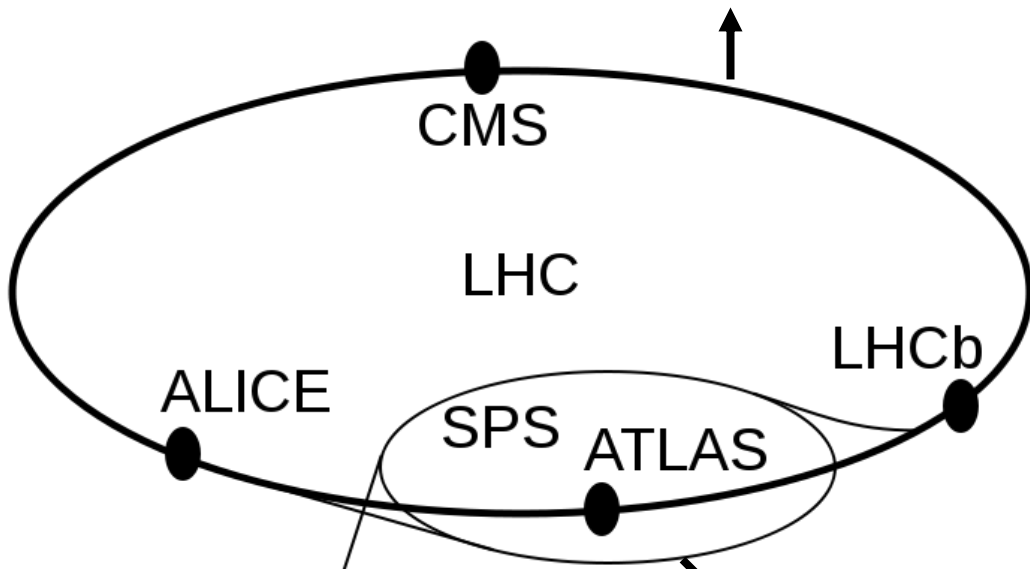


LHC

a 100 m sotto la superficie

5 LHC, costituito da due tubi che corrono vicini, con una circonferenza di 27 km. I tubi sono mantenuti a -271°C . Nei due tubi i pacchetti di protoni girano in senso inverso (orario e antiorario): possono girare sino a 2808 pacchetti di 100 mld di protoni ciascuno. Sono perfettamente sincronizzati da enormi magneti (9000) che circondano i tubi. Percorrono i 27 km 11000 volte in un secondo. Quando le loro masse sono diventate di 7000 GeV (7 TeV), i pacchetti di protoni vengono fatti scontrare nei rivelatori posti lungo il cammino (si fanno incrociare le loro traiettorie). I rivelatori registrano le tracce delle particelle che si sono formate nello scontro.



1 LINAC2: acceleratore di particelle lineare. I protoni qui raggiungono una velocità pari a $1/3$ di c

2 Acceleratore circolare di 157 m di circonferenza: il fascio di protoni è diviso in 4, raggiunge una v pari a $91,6\%$ di c . Inietta i protoni, ricomposti in un solo fascio, nel PS

3 Protosincrotrone di 628 m di circonferenza. I protoni girano a $99,9\%$ di c . La loro v non può più crescere e l'energia in surplus che i protoni accumulano a ogni giro si traduce in un aumento della loro massa (fino a 25 volte più del normale: 25GeV).

4 Superprotosincrotrone di 7 km di circonferenza. I protoni qui raggiungono una massa che è di 450 GeV, viaggiando sempre a $v=99,9\%$ di c . Di qui i pacchetti di protoni sono lanciati nei due tubi di LHC

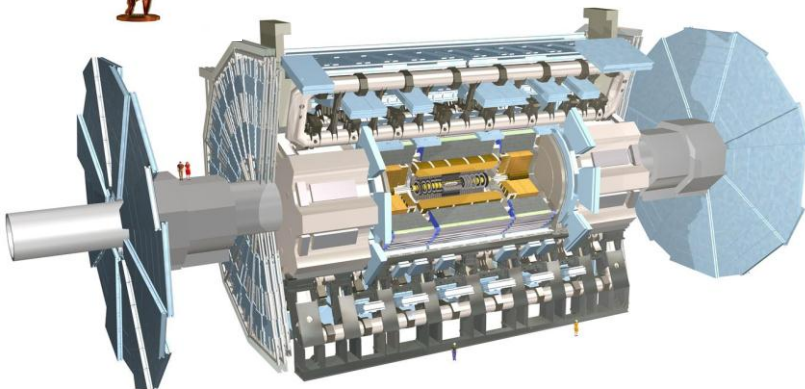
LE DOMANDE E

1. Sappiamo che la materia visibile nel nostro Universo è solo il 4% di quella totale (calcolabile dalle leggi). Di cosa è composta la materia mancante, la **materia oscura**? Una nostra teoria (**teoria supersimmetrica**) prova a darne una spiegazione, ma ha bisogno di una prova sperimentale.

2. Materia e antimateria si generarono in uguale quantità dopo il BB. Ma, ad un certo punto, si creò una **asimmetria**, fondamentale per l'evoluzione del nostro Universo. Perché? Qual è il **meccanismo** con cui materia e antimateria si annichilano?



ESPERIMENTO ATLAS



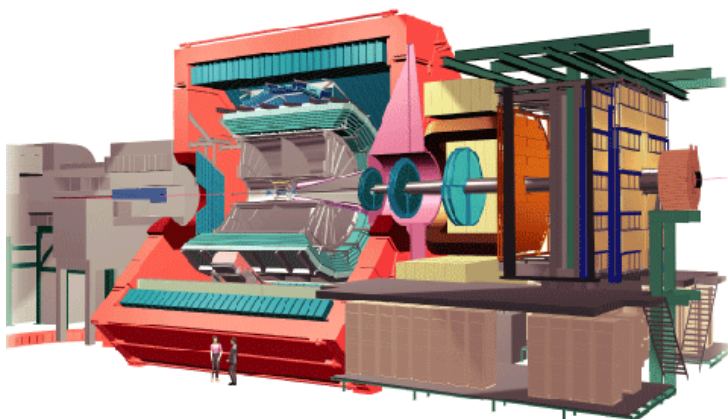
Dimensioni:

L 46 m
H 25 m
7000 tonn

Obiettivi:
1,2,3,4



ESPERIMENTO ALICE



Dimensioni:

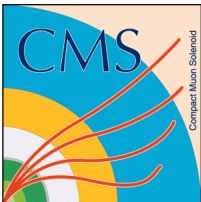
L 26 m
H 16 m
10000 tonn

Obiettivi: 3

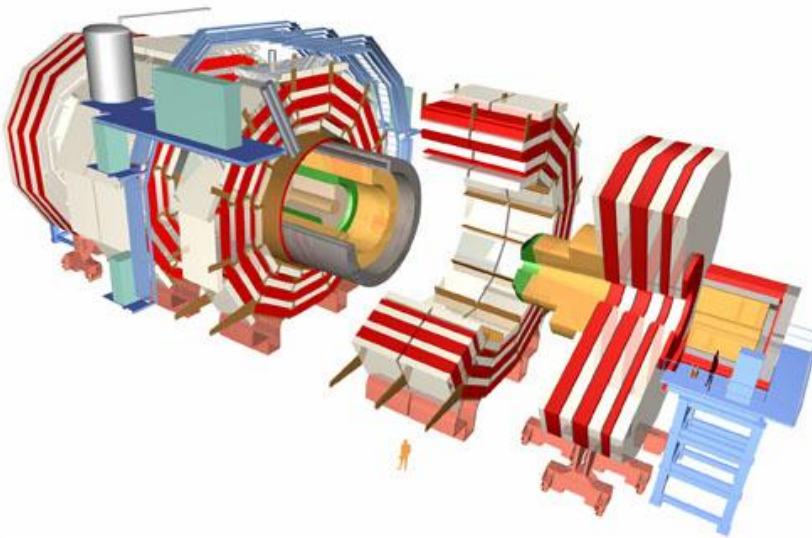
GLI ESPERIMENTI

3. Per comprendere i primi istanti di vita del nostro Universo dovremmo poter studiare la "materia primordiale", il plasma di quark e gluoni (QGP) e le particelle " ormai estinte" nell'Universo attuale. Come poterlo fare? Come riprodurre quei livelli di energia ormai non più esistenti?

4. C'è una particella importantissima, prevista dal modello standard, chiamata **Bosone di Higgs**, che dovrebbe essere responsabile della massa delle altre particelle. Non è stata osservata, ancora, nel nostro universo. Magari potremmo riuscirci ritrovando condizioni simili a quelle immediatamente successive al BB...



ESPERIMENTO CMS



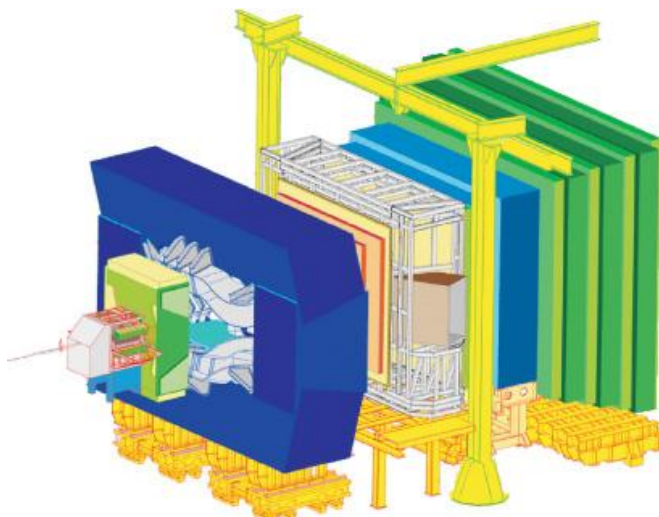
Dimensioni

L 21,6 m
H 15 m
12500 tonn

Obiettivi: 1,4



ESPERIMENTO LHCb



Dimensioni

L 26 m
H 10 m
4500 tonn

Obiettivi: 2

L'inizio della nostra Storia...

L'**inizio** della nostra Storia si pone a circa 15 miliardi di anni fa. Sono passati appena 10^{-43} s dopo il Big Bang : l'Universo è grande 10^{-35} m e la T è di 10^{32} K. Nulla di ciò che esiste in questo istante (materia e forze) è come lo conosciamo noi oggi. E' un Universo quasi inimmaginabile.

A 10^{-32} s dopo il BB, l'Universo si è espanso *terribilmente*: ha ora le dimensioni di un pompelmo. Protoni e neutroni ancora non esistono: la T è ancora troppo alta perché i quark up e down si possano legare per formare le "nostre" familiari particelle subatomiche. E' l'epoca della **Zuppa Cosmica** (QGP: Plasma di Quark e Gluoni): stiamo riproducendo queste condizioni con ALICE.

In questo stesso periodo, tra **materia e antimateria**, si crea una **asimmetria** prima inesistente: la materia comincia a prevalere sulla antimateria (ricordiamoci con gratitudine di questa asimmetria, cui il nostro Universo deve la vita...). Su ciò che è accaduto in questo tempo indaghiamo con LHCb.

A 10^{-4} s dopo il BB la T è sufficientemente bassa (10^{12} K) perché si possano formare i **primi protoni e neutroni**.

4 s dopo il BB **non esiste praticamente più antimateria** nel nostro Universo.

200 s dopo il BB la T è a circa un miliardo di gradi, l'Universo è una sfera di 100000 km di diametro e inizia la formazione dei primi nuclei atomici (**nucleosintesi primordiale**). Si formano nuclei di D,He,Li. (attenzione: si parla di nuclei atomici e non di atomi!).

Per i seguenti 380000 anni l'Universo fa una cosa sola: si espande e arriva a misurare quanto la nostra Galassia. E' un Universo ancora buio, perché le particelle che "portano la luce" (i fotoni) sono intralciate nel loro cammino dagli elettroni, ancora troppo veloci, che sfrecciano nell'Universo. La T scende sino a 4000 K: gli elettroni (negativi) sono catturati dai nuclei (positivi) e i fotoni possono muoversi liberamente nell'**Universo**, che **si illumina**.

Per un miliardo di anni non cambia più nulla nella composizione del nostro Universo, che continua imperterrito la sua espansione. Poi **si "accendono" le prime stelle**, ma questa è un'altra storia...

PUNTI SU CUI RIFLETTERE

- L'importanza fondamentale della diminuzione progressiva della T (conseguenza dell'espansione dell'Universo): è questo fattore che ha permesso la formazione dei protoni, dei neutroni, dei primi nuclei e dei primi atomi
- I tempi: nei primi 3 minuti di vita del nostro Universo si è formata tutta la materia di cui siamo fatti (in termini di protoni, neutroni ed elettroni)
- Il livello al quale la nostra scienza e la nostra tecnologia è giunta, sia per quanto riguarda l'elaborazione di teorie che la capacità di ideare esperimenti per provarle. Niente male per una specie estremamente giovane (noi Sapiens abbiamo poco più di 100000 anni...)
- L'importanza, in campo scientifico, della collaborazione e della condivisione: nessuna nazione al mondo, anche la più potente e la più ricca, sarebbe riuscita da sola a realizzare l'LHC e gli esperimenti che vi si conducono.

Mi piace finire con le parole che abbiamo ascoltato in uno dei filmati. E' un **ricercatore del CERN** a parlare: "E se gli esperimenti che conduciamo ci dessero risposte negative? Se non trovassimo nulla di ciò che stiamo cercando? SAREBBE FANTASTICO, perché proverebbe che non abbiamo capito nulla. E questa è la migliore situazione nella scienza, perché il preludio di grandi rivoluzioni si ha proprio quando ci rendiamo conto di non aver capito nulla! ".