



# Introduzione alla Fisica delle Particelle ed al CERN

Andrea Massironi (INFN Milano Bicocca)  
Pietro Govoni (Università degli Studi di Milano Bicocca)

- Università degli Studi di Milano Bicocca
- INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) - Sezione di Milano Bicocca





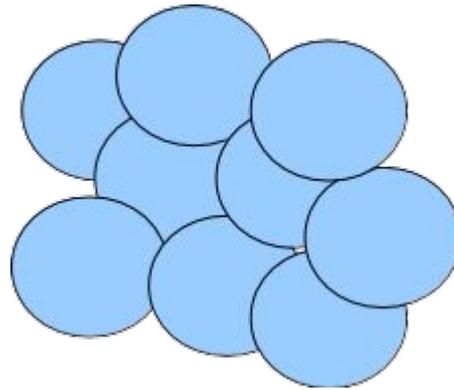
- **9:00 - 10:00** → Benvenuto e Introduzione
- **10:00 - 12:00** → Visita virtuale a CMS e al CERN
- **12:00 - 13:00** → pausa pranzo
- **13:00 - 17:00:**
  - **@ U9 lab 907/908** Masterclass
  - **@ U2** incontro con studenti, ricercatori, professori, e visita al dipartimento
- **17:00 - 18:00** → **@ U9 lab 907/908** conclusione e discussione

Ora	Gruppo 1	Gruppo 2
9:00	Introduzione alla fisica delle particelle ed al CERN	
10:00	Visita virtuale dell'esperimento CMS e al CERN (11:30) visita virtuale Computing Center CERN	
11:00		
12:00	Pausa pranzo	
13:00	Esercizio	Visita dipartimento
14:00	Esercizio	Visita dipartimento
15:00	Visita dipartimento	Esercizio
16:00	Visita dipartimento	Esercizio
17:00	Discussione congiunta dei risultati	

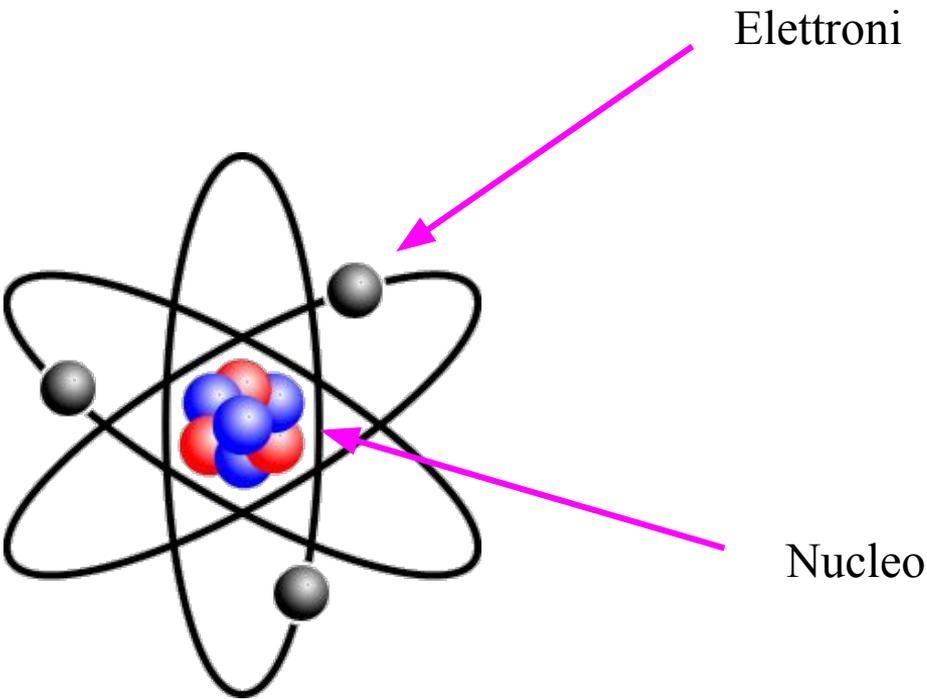
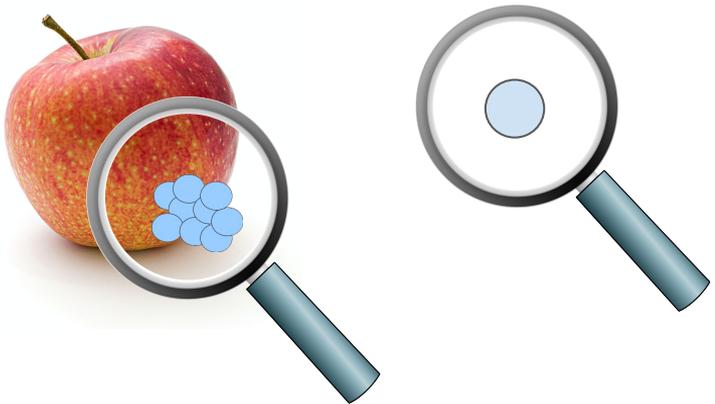


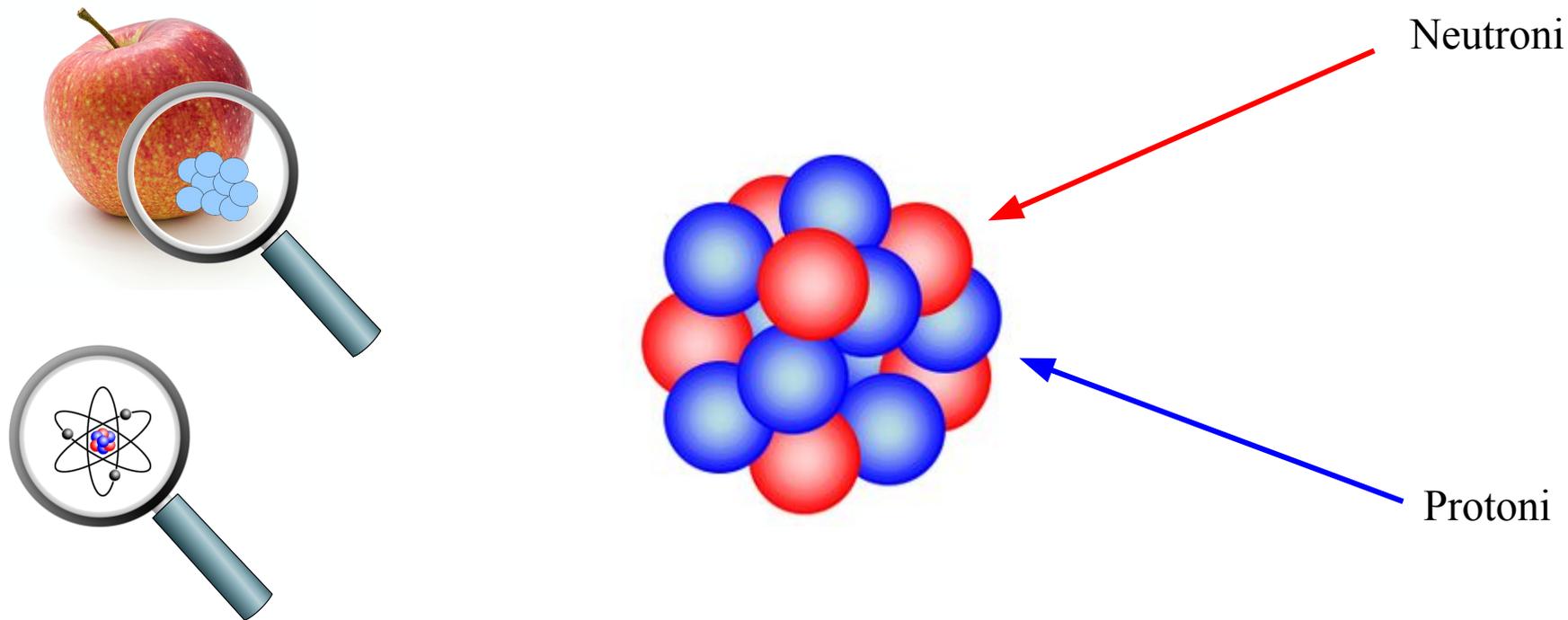


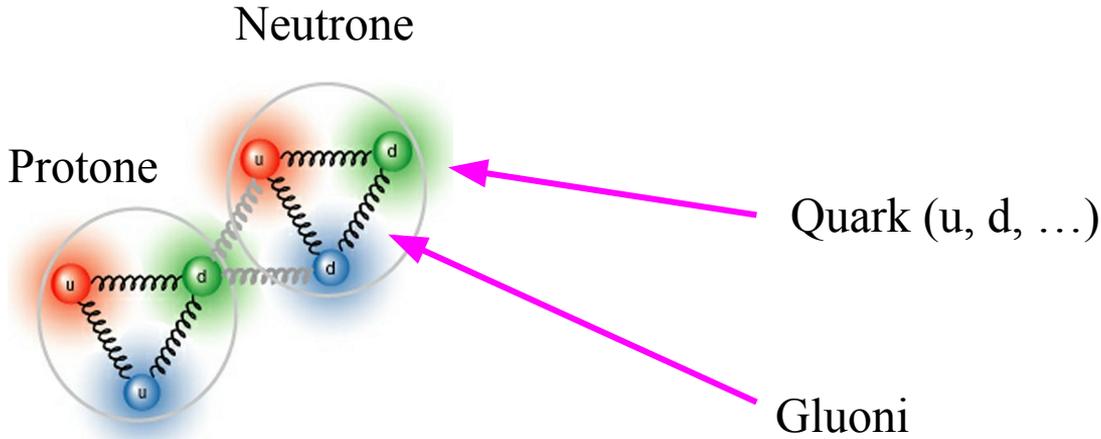
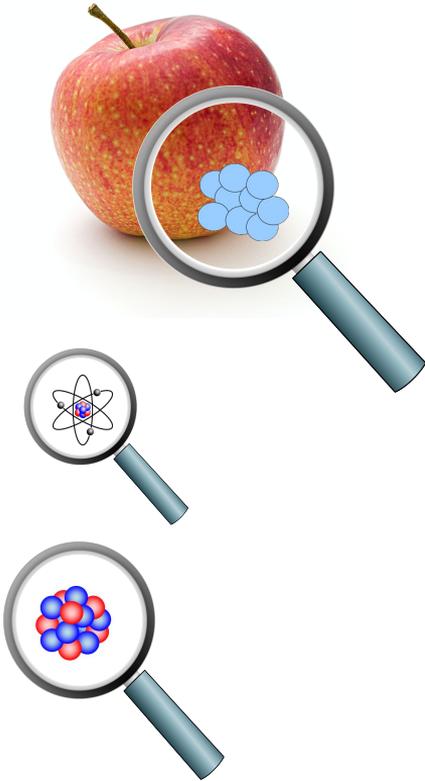
La materia



Atomi

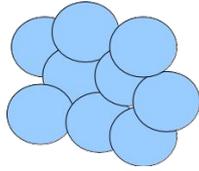




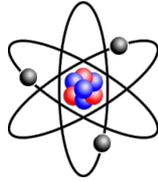




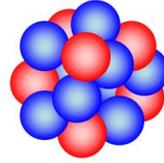
1 m



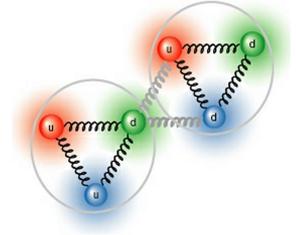
$10^{-9}$  m



$10^{-10}$  m

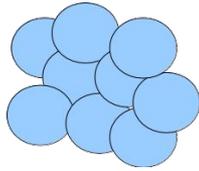


$10^{-15}$  m

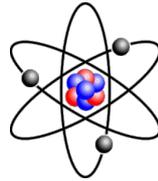




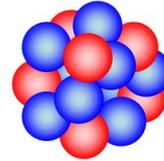
1 m



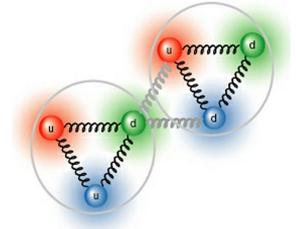
$10^{-9}$  m



$10^{-10}$  m



$10^{-15}$  m



4<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> secolo AC

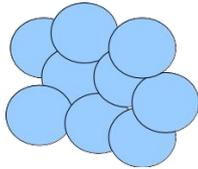
Fine 1800

Inizi 1900

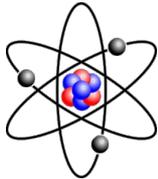
Seconda meta' 1900



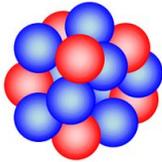
1 m



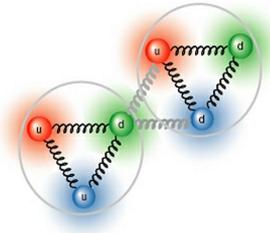
$10^{-9}$  m



$10^{-10}$  m



$10^{-15}$  m

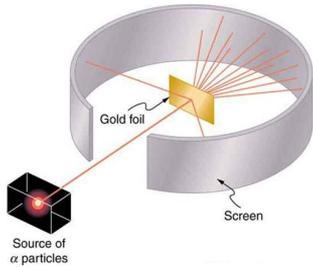


4<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> secolo AC

Fine 1800

Inizi 1900

Seconda meta' 1900





$u$ up	$c$ charm	$t$ top
$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom
$\nu_e$ neutrino elettronico	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$
$e$ elettrone	$\mu$ muone	$\tau$ tau

Quark

<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top
<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom

Leptoni

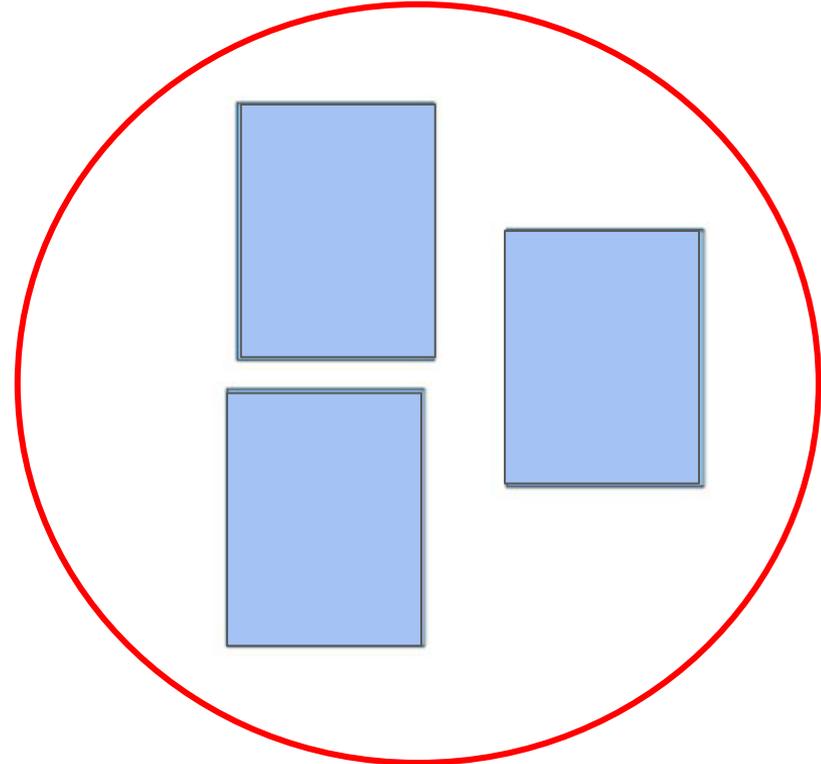
$\nu_e$ neutrino elettronico	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$
<b>e</b> elettrone	$\mu$ muone	$\tau$ tau

Adroni =  
Composizione di quark

Esempio:  
Protone = uud  
Neutrone = udd

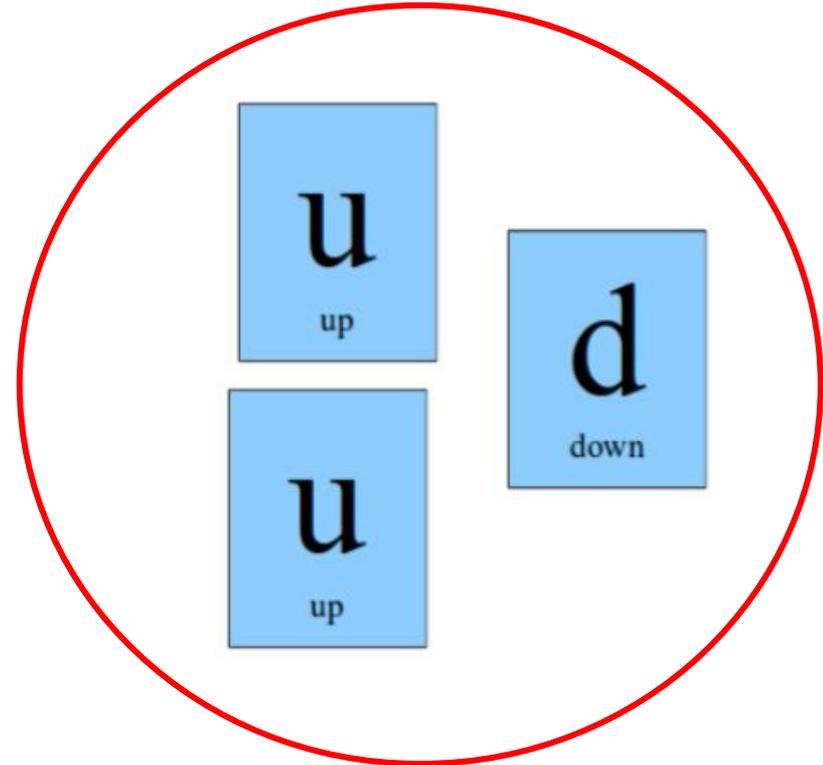
Protone = ???

- u → carica elettrica  $+\frac{2}{3}$  (carica elementare)
- d → carica elettrica  $-\frac{1}{3}$  (carica elementare)
- elettrone → carica elettrica **-1** (carica elementare)



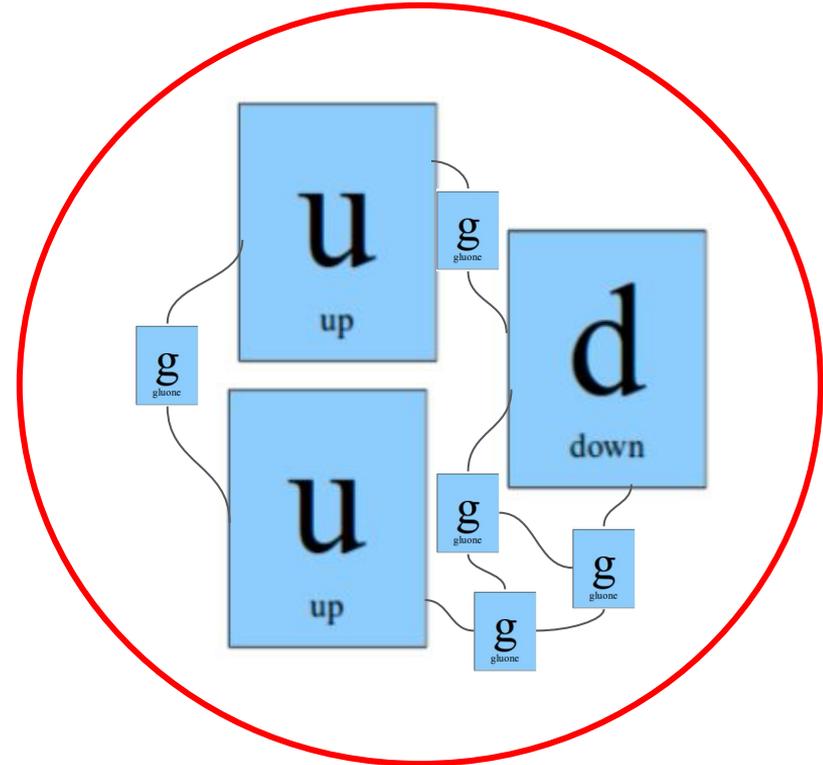
Protone = uud

- u → carica elettrica  $+\frac{2}{3}$  (carica elementare)
- d → carica elettrica  $-\frac{1}{3}$  (carica elementare)
- elettrone → carica elettrica **-1** (carica elementare)



Protone = uud

- u → carica elettrica  $+\frac{2}{3}$  (carica elementare)
- d → carica elettrica  $-\frac{1}{3}$  (carica elementare)
- elettrone → carica elettrica  $-1$  (carica elementare)



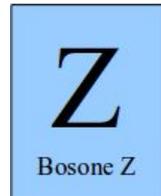
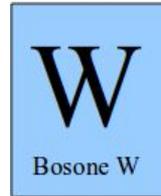
Mediatori delle forze



Forza elettromagnetica



Forza forte



Forza debole

$u$ up	$c$ charm	$t$ top	$\gamma$ fotone
$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom	$g$ gluone
$\nu_e$ neutrino elettronico	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$	$W$ Bosone W
$e$ elettrone	$\mu$ muone	$\tau$ tau	$Z$ Bosone Z

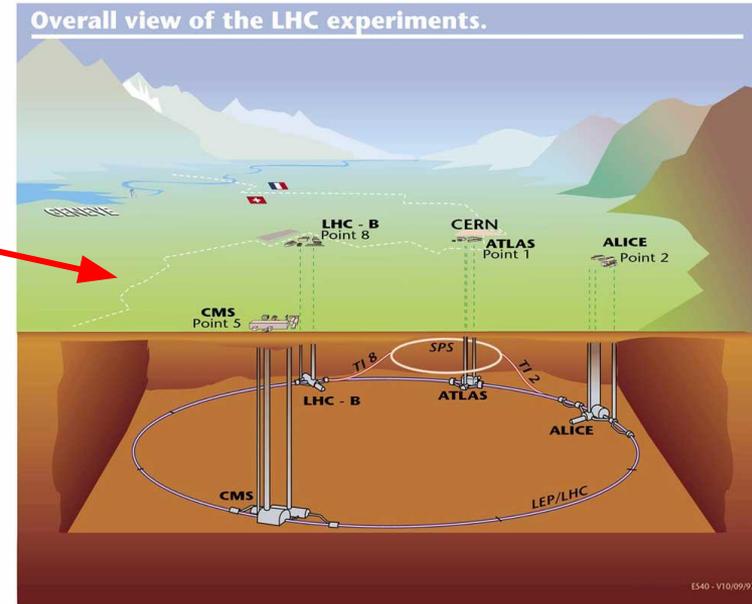
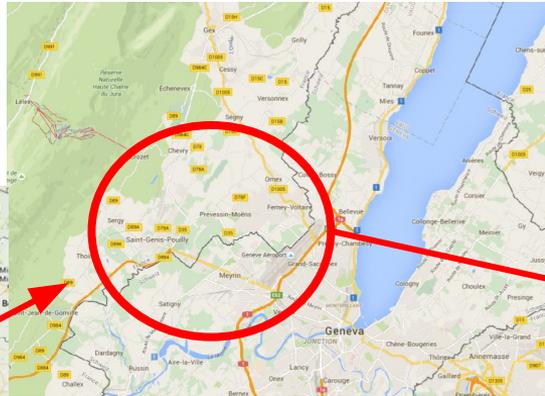
$u$ up	$c$ charm	$t$ top	$\gamma$ fotone	
$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom	$g$ gluone	
$\nu_e$ neutrino elettronico	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$	$W$ Bosone W	$H$ Bosone di Higgs
$e$ elettrone	$\mu$ muone	$\tau$ tau	$Z$ Bosone Z	

- Conseil
- Européen pour la
- Recherche
- Nucléaire

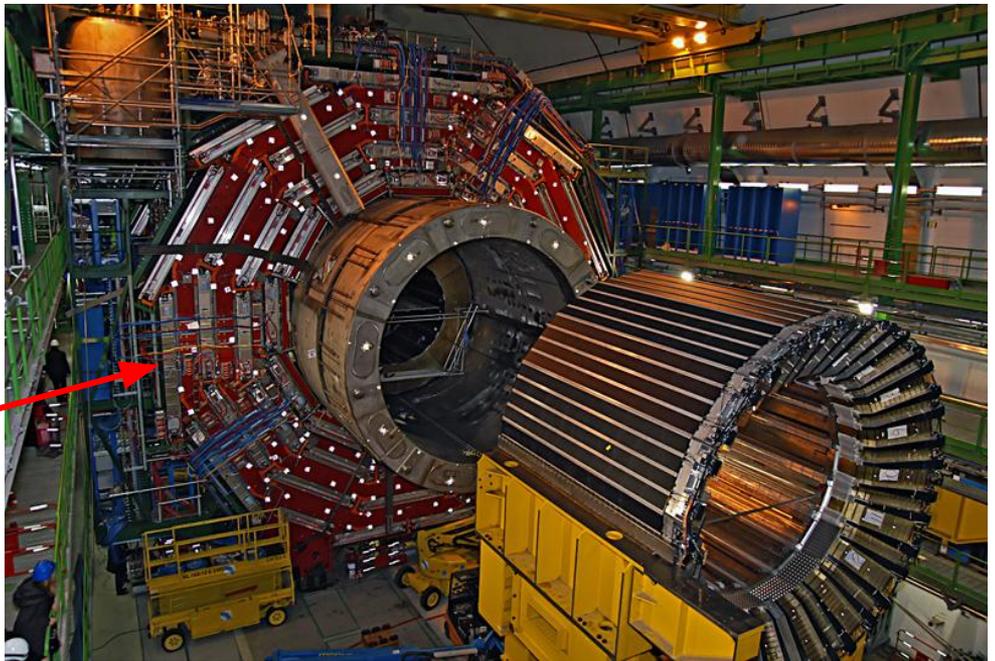
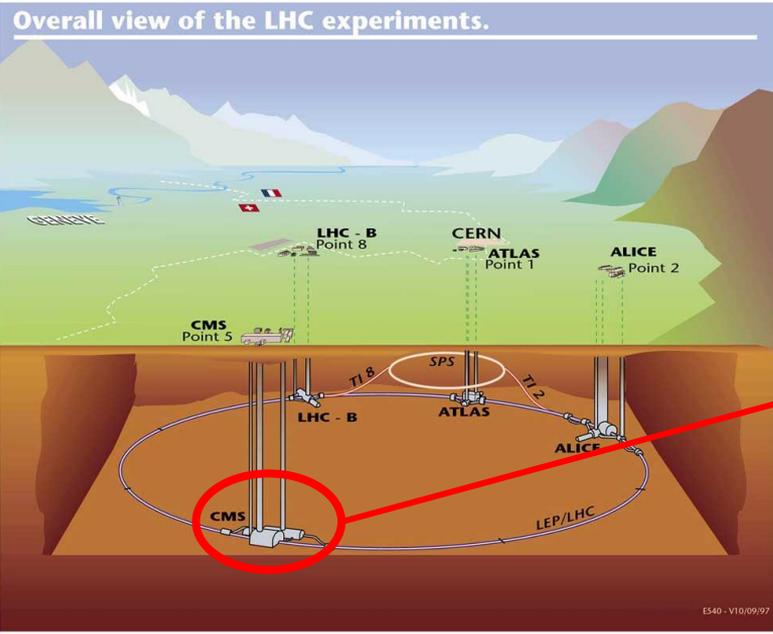
- 1949 prima idea ...
- 1954 CERN



- CERN: organizzazione internazionale con scienziati da tutto il mondo
- LHC: tunnel sotterraneo e sistema di acceleratori

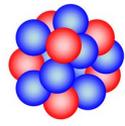


- CMS: uno dei 4 esperimenti lungo il tunnel LHC in cui LHC fa collidere fasci e con CMS guardiamo i prodotti delle collisioni



- Large
  - Hadron
  - Collider
- 
- Grande
  - Collisore
  - di Adroni

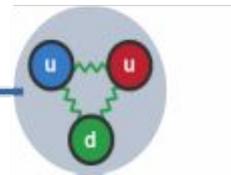
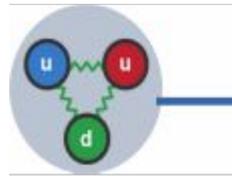
Nucleo



Protone



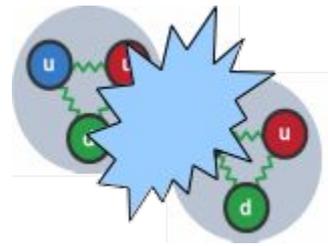
Protone



# Cosa succede nella collisione



$$E = Mc^2$$

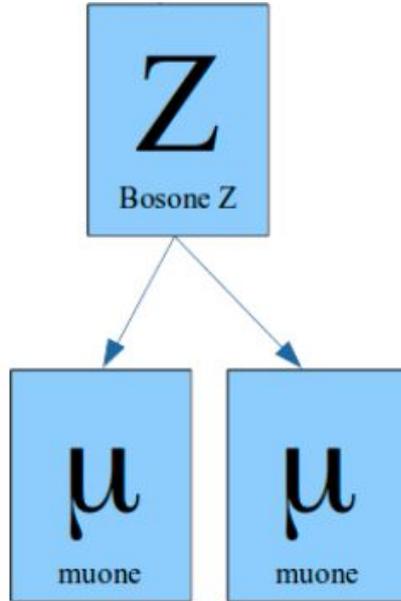


=

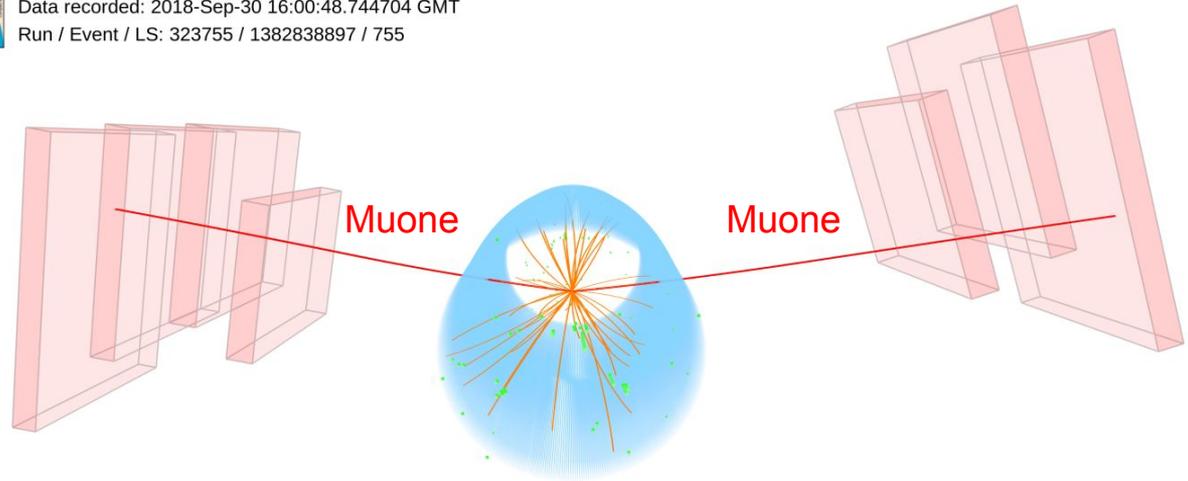
**W**  
Bosone W

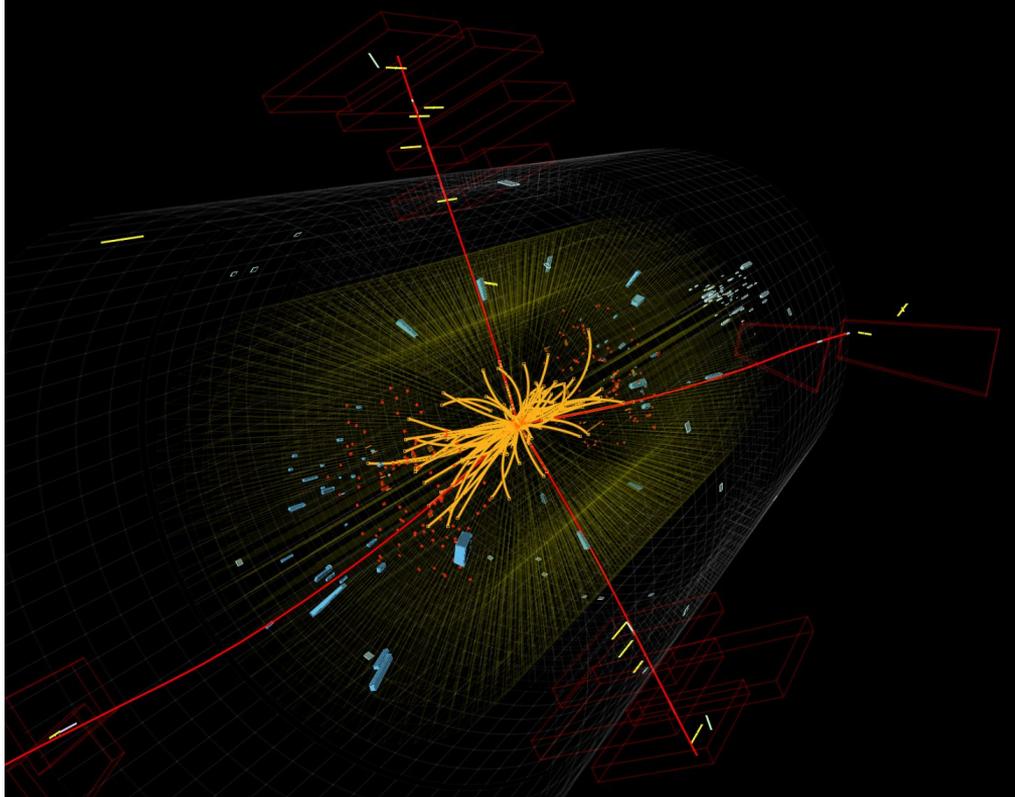
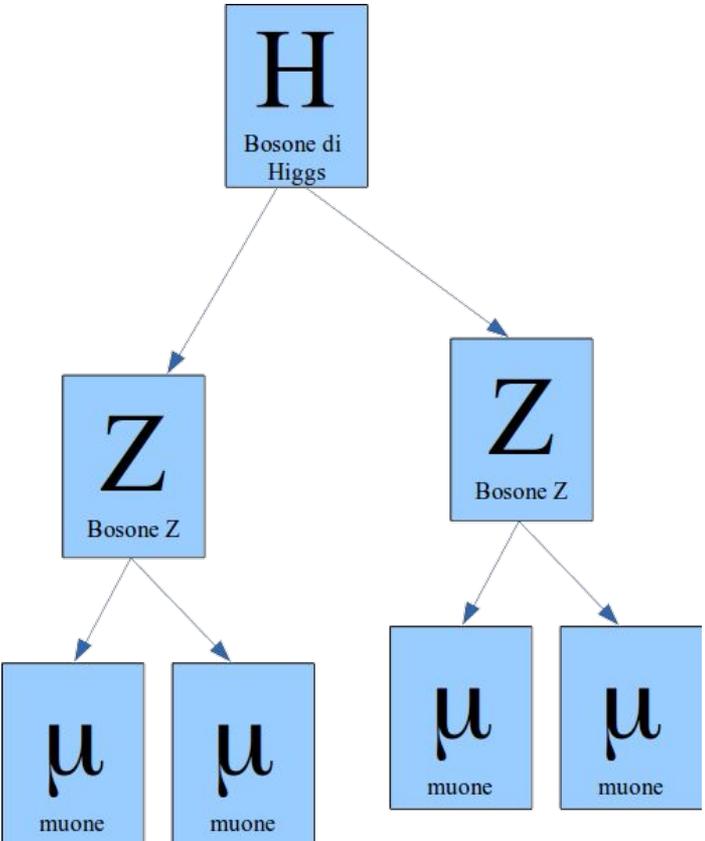
**Z**  
Bosone Z

**H**  
Bosone di Higgs

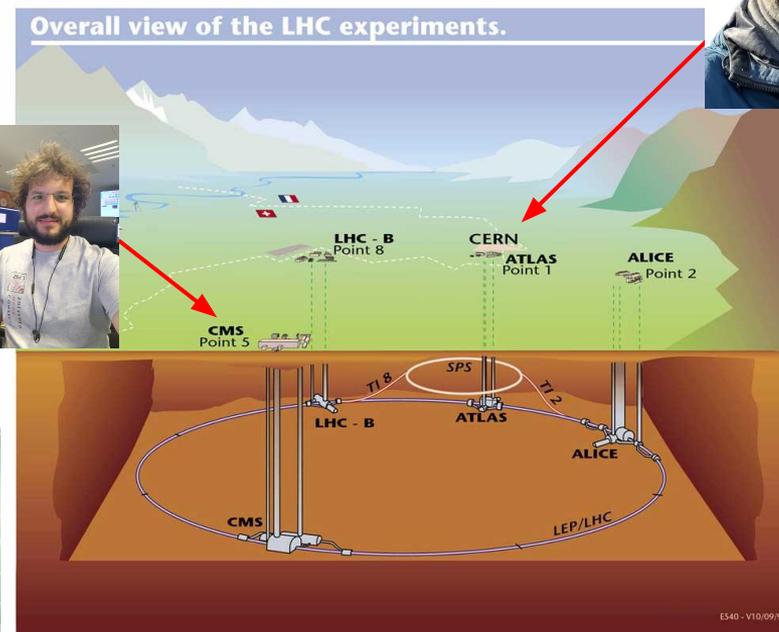


CMS Experiment at the LHC, CERN  
Data recorded: 2018-Sep-30 16:00:48.744704 GMT  
Run / Event / LS: 323755 / 1382838897 / 755

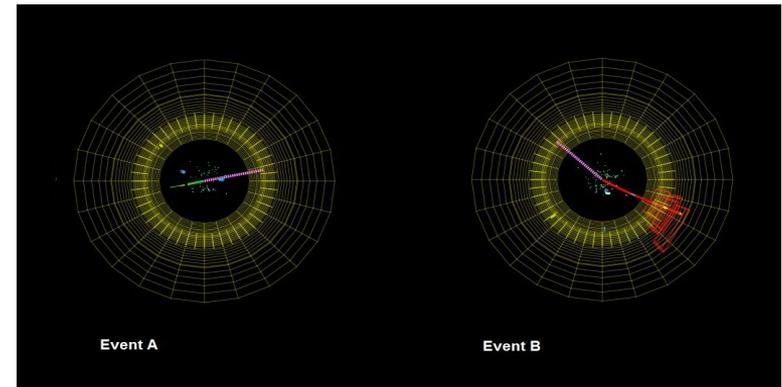
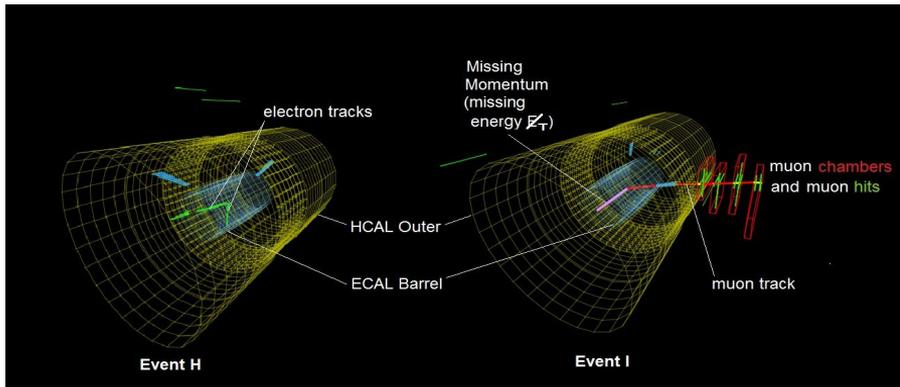




- 3 ricercatori fisicamente a CMS/CERN mostreranno il sito di CMS, la sala di controllo di CMS, e diversi laboratori al CERN
- ZOOM
  - Se avete domande da remoto, alzate la mano virtuale
  - Se avete domande da qui, alzate la mano



- Esercizio che farete con eventi **veri** di CMS
- Osservando gli eventi di CMS potrete categorizzare gli eventi
  - Identificare i rivelatori di CMS
  - Riconoscere le particelle che vengono ricostruite
  - Identificare cosa e' stato prodotto nella collisione



- **U9** → masterclass
- **U2** → incontro con professori, ricercatori, studenti e visita dipartimento
- Mentre non state eseguendo l'esercizio potete fare domande, discutere, ...
- Siete divisi in 2 gruppi:
  - 13-15: gruppo A in U9, gruppo B in U2
  - 15-17: gruppo A in U2, gruppo B in U9
- 17:00 - 18:00 → **tutti** in **U9** per discussione finale dei risultati della masterclass

**U2**  
**Piazza della Scienza**



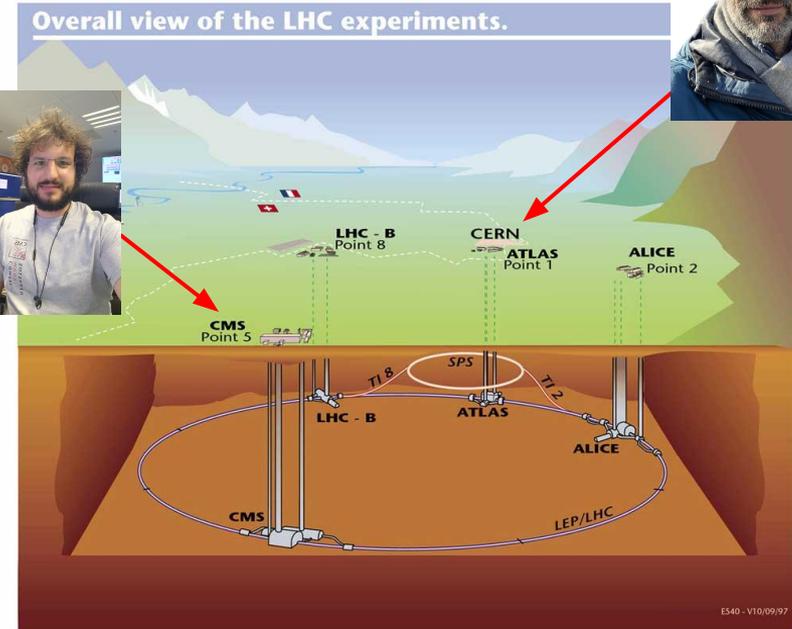
13:00	Esercizio	Visita dipartimento
14:00	Esercizio	Visita dipartimento
15:00	Visita dipartimento	Esercizio
16:00	Visita dipartimento	Esercizio

- **U9** → masterclass
- **U2** → incontro con professori, ricercatori, studenti e visita dipartimento
- Mentre non state eseguendo l'esercizio potete fare domande, discutere, ...
- Siete divisi in 2 gruppi:
  - 13-15: gruppo A in U9, gruppo B in U2
  - 15-17: gruppo A in U2, gruppo B in U9
- 17:00 - 18:00 → **tutti** in **U9** per discussione finale dei risultati della masterclass

Gruppo A
Istituto Maria Ausiliatrice, Milano
Istituto Natta, Bergamo
Liceo M.G.Agnesi, Merate
Liceo Amaldi, Alzano Lombardo
Liceo e Istituto tecnico Primo Levi, Bollate

Gruppo B
Liceo scientifico F. Lussana, Bergamo
Liceo Melchiorre Gioia, Piacenza
Liceo scientifico Lorenzo Mascheroni, Bergamo
IIS Maxwell (Liceo Scientifico - Scienze applicate), Milano
Liceo Scientifico Statale Elio Vittorini, Milano

- La visita virtuale a CMS verra' registrata e sara' caricata sul canale youtube di CMS
  - <https://www.youtube.com/@virtualvisitcms3825>
- Se non volete comparire, non venite di fronte alla webcam, ma potete comunque fare tutte le domande che volete!





<https://www.fisica.unimib.it/it/orientamento-0>

<https://www.mib.infn.it/main/>

- CMS Masterclass
- Poi ci ritroviamo tutti per discutere i risultati della Masterclass

**CMS Masterclass in Milano - Bicocca**

22 February 2023  
Europe/Zurich (time zone)

Enter your search term

**Riassunto dell'evento**

- Programma della giornata
- Registrazione
- Link zoom per connettersi
- Link per accedere alla masterclass**
- Link per visita virtuale

Durante questa giornata di Masterclass i partecipanti avranno l'occasione di immergersi nell'attività di ricerca svolta al CERN nella collaborazione CMS, uno dei quattro esperimenti installati lungo il [Large Hadron Collider](#).

Dopo un'introduzione generale al CERN ed agli obiettivi degli studi, verremo guidati in una visita virtuale in diretta a cento metri sotto terra, nella caverna sperimentale che ospita l'apparato di misura.

Nel pomeriggio i partecipanti verranno divisi in due gruppi che svolgeranno esercizi indipendenti, i cui risultati confluiranno nel risultato finale che verrà discusso al termine della giornata. Ogni gruppo svolgerà l'esercizio ad un orario differente, come indicato nel programma della giornata.

In parallelo i partecipanti potranno visitare il dipartimento di Fisica e interagire con i ricercatori.

Alla fine dell'evento verrà rilasciato in formato PDF un attestato di partecipazione individuale.

Per l'introduzione iniziale ci sarà connessione all'evento tramite [Zoom](#), che funziona sia come applicativo installato sul proprio computer che in versione interattiva via browser internet. Il resto dell'evento sarà in presenza.

Gli esercizi saranno svolti via browser sotto la guida di esperti di fisica delle particelle presso uno dei laboratori informatici dell'università. Vi consigliamo di avere a vostra disposizione carta e penna per fare se necessario semplici calcoli.

Durante la visita virtuale sarà possibile rivolgere domande alla guida: tutti i partecipanti alla visita sono caldamente incoraggiati a farlo, anche preparandosi in anticipo.

Starts 22 Feb 2023, 09:00  
Ends 22 Feb 2023, 18:00  
Europe/Zurich

There are no materials yet.

**Registration**  
Registration for this event is currently open. [Register now](#)