

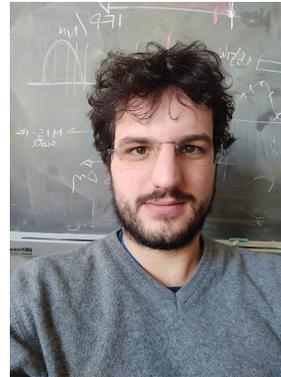


# Introduzione alla Fisica delle Particelle ed al CERN

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





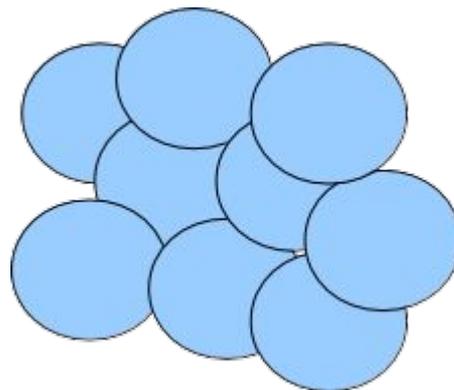
- 9:00 - 10:00 → Introduzione
- 10:00 - 13:00 → Masterclass
- 14:30 - 16:30 → visita virtuale di CMS
- 16:30 - 18:00 → conclusione Masterclass

09:00	Introduzione alla fisica delle particelle ed al CERN	09:00 - 10:00
10:00	Introduzione Masterclass CMS	10:00 - 10:20
	Esercizio 1	10:20 - 11:00
11:00	Esercizio 2	11:00 - 11:40
	Esercizio 3	11:40 - 12:20
12:00	Esercizio 4	12:20 - 13:00
13:00		
14:00		
15:00	Visita virtuale in diretta di CMS	14:30 - 16:30
16:00		
17:00	Discussione congiunta dei risultati	16:30 - 18:00
18:00		

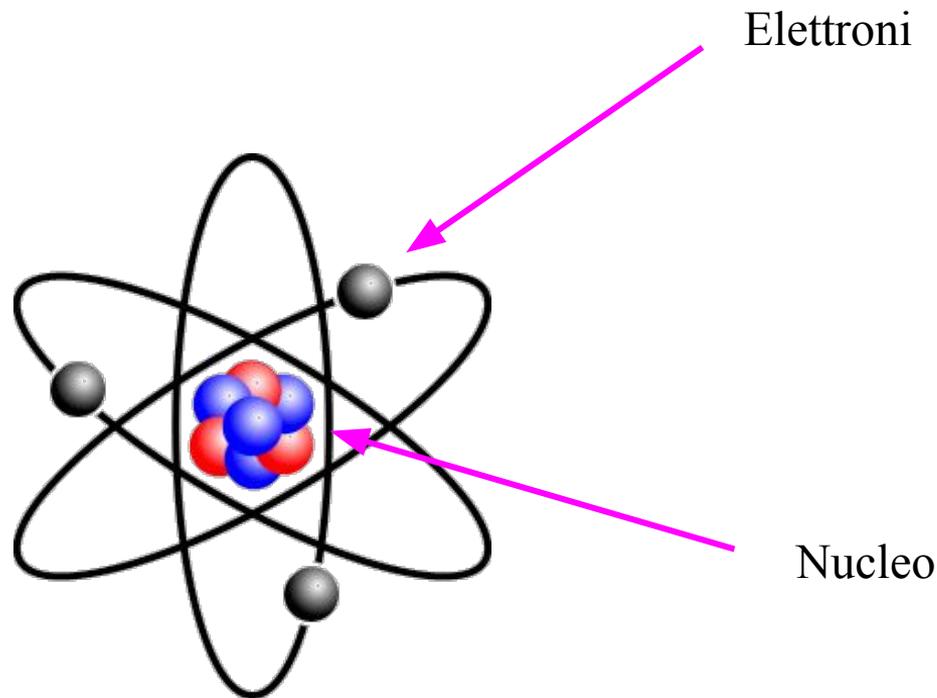
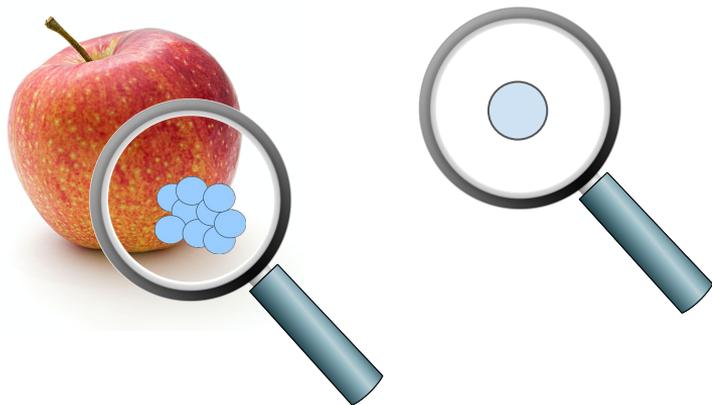


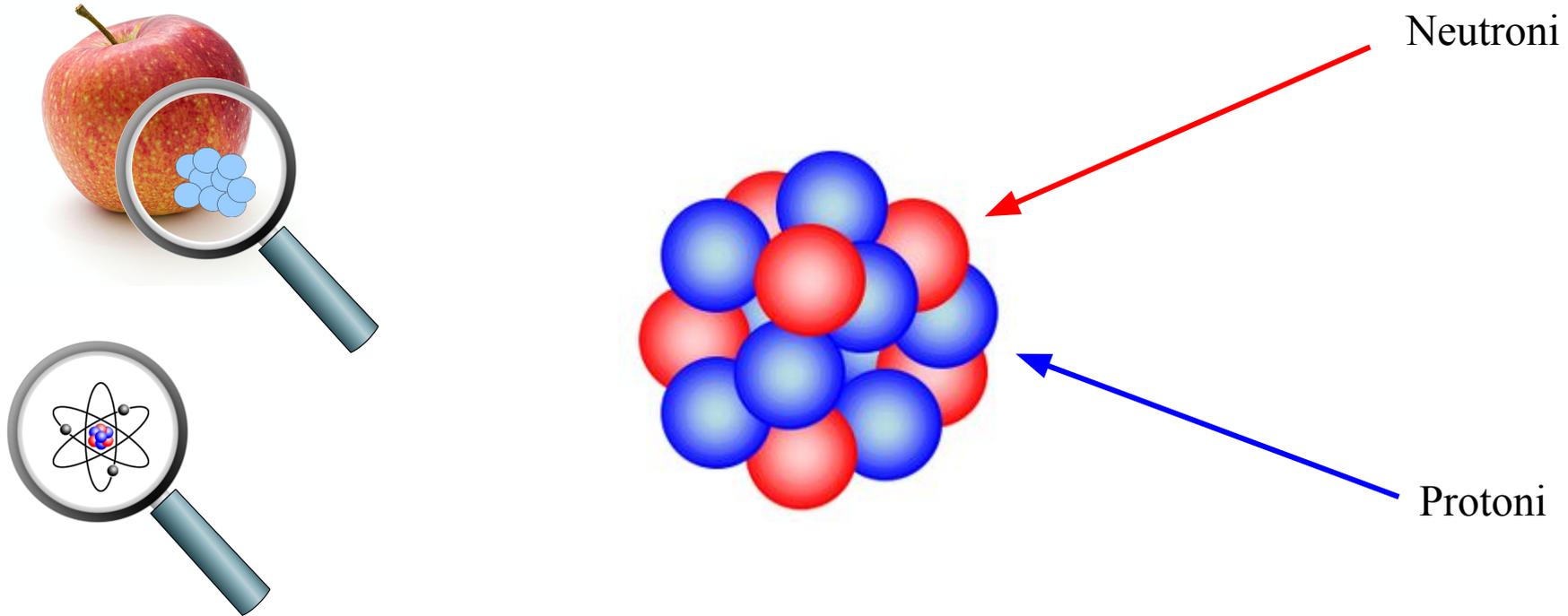


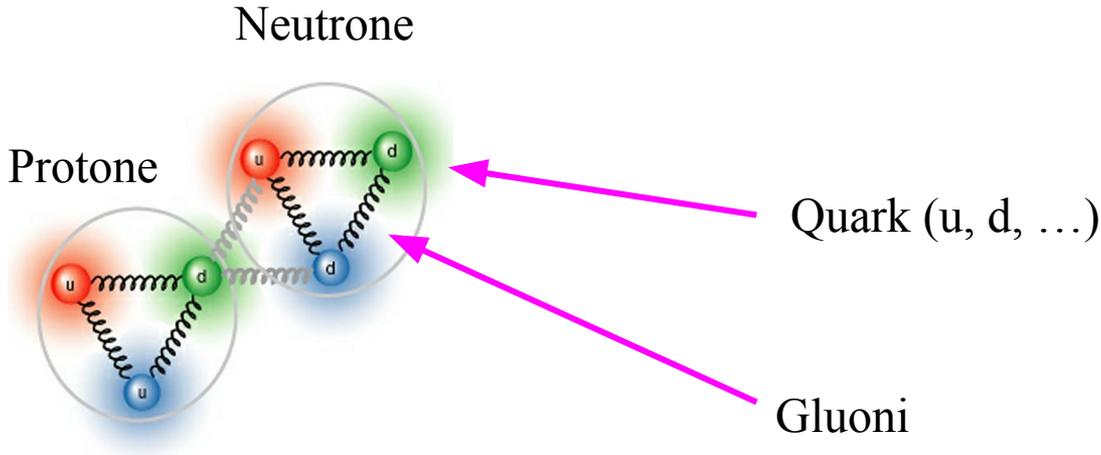
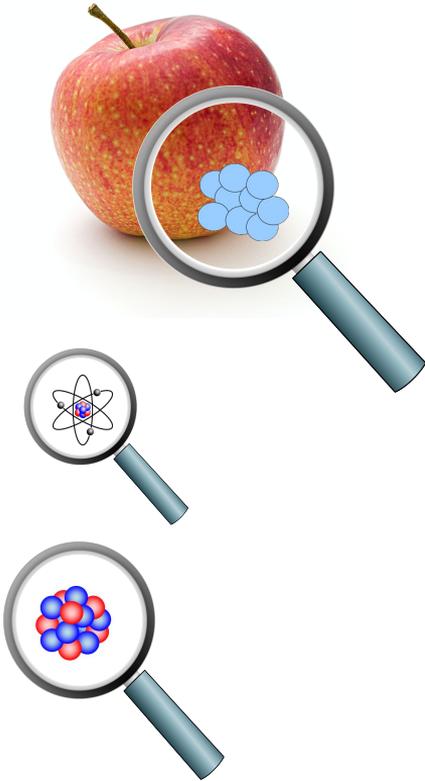
La materia



Atomi

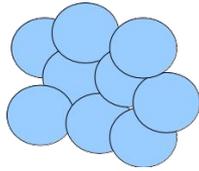




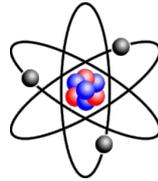




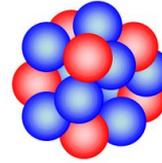
1 m



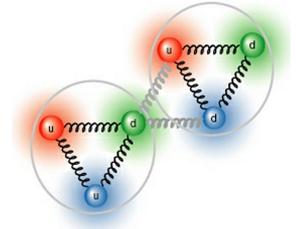
$10^{-9}$  m



$10^{-10}$  m

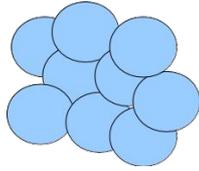


$10^{-15}$  m

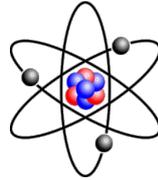




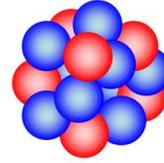
1 m



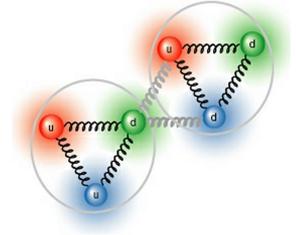
$10^{-9}$  m



$10^{-10}$  m



$10^{-15}$  m



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

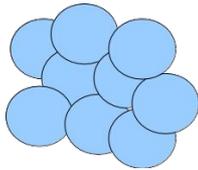
Fine 1800

Inizi 1900

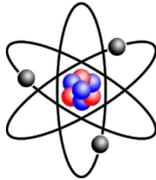
Seconda meta' 1900



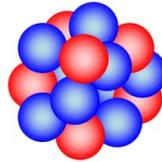
1 m



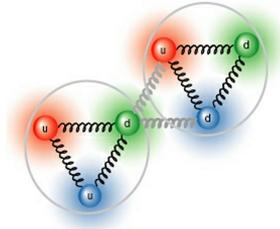
$10^{-9}$  m



$10^{-10}$  m



$10^{-15}$  m

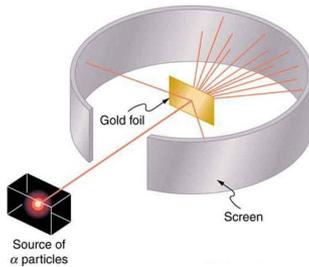


4<sup>o</sup>-5<sup>o</sup> secolo AC

Fine 1800

Inizi 1900

Seconda meta' 1900



# Cosa sappiamo: chimica

**Tavola Periodica**

**Legenda:**

- Elementi:**
  - Stabile (giallo)
  - Instabile o radioattivo (arancione)
  - Naturale (verde)
  - Sintetico (rosso)
- Stato fisico:**
  - Solido (X)
  - Liquido (X)
  - Gas (X)
  - Supercritico (X)
  - Non conosciuto (X)
- Proprietà chimiche:**
  - Elemento acido (rosso scuro)
  - Elemento alcalino (verde scuro)
  - Elemento alcalinoterrico (verde medio)
  - Elemento di transizione (verde chiaro)
  - Metalloide (verde molto chiaro)
  - Gas nobile (giallo scuro)
  - Altri (varie sfumature)

**Classificazione:**

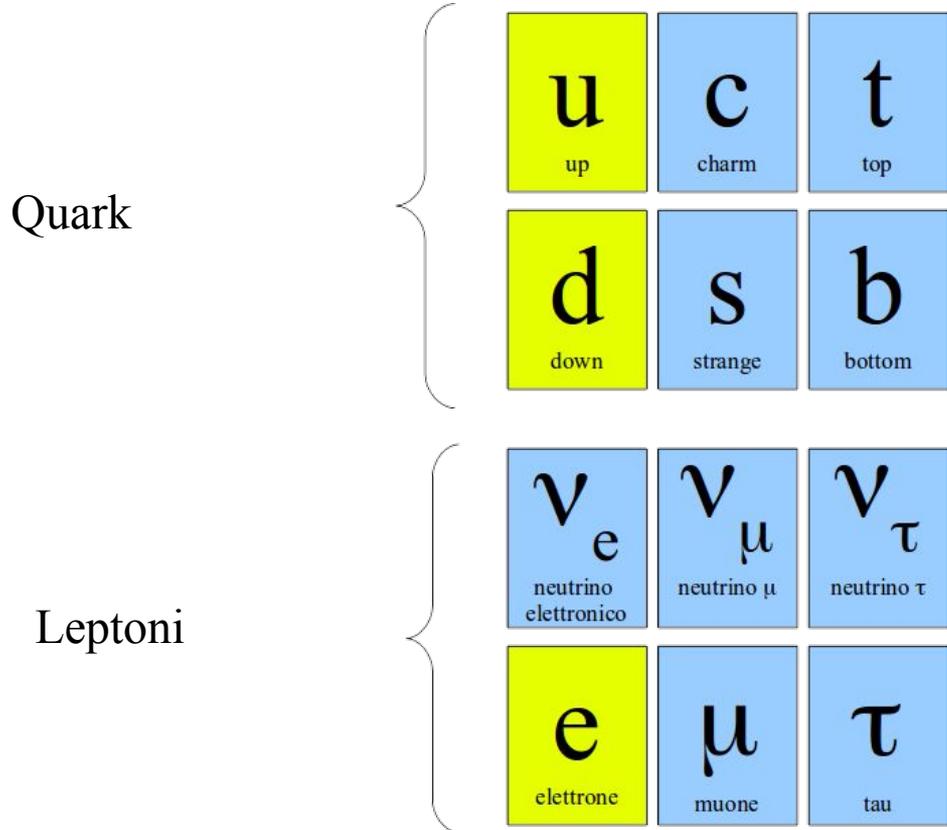
- Metalli:** blocco-s (con He), blocco-f, blocco-d, blocco-p (senza He)
- Metalloidi:** probabili
- Non metalli:**
  - Poliatomici
  - Diatomici
  - Gas nobili

Antonio Cicciolla 2017

[https://it.wikipedia.org/wiki/Tavola\\_periodica\\_degli\\_elementi](https://it.wikipedia.org/wiki/Tavola_periodica_degli_elementi)



$u$ 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



Adroni =  
Composizione di quark

Esempio:  
Protone = uud  
Neutrone = udd

## Mediatori delle forze

$\gamma$   
fotone

$g$   
gluone

$W$   
Bosone W

$Z$   
Bosone Z

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

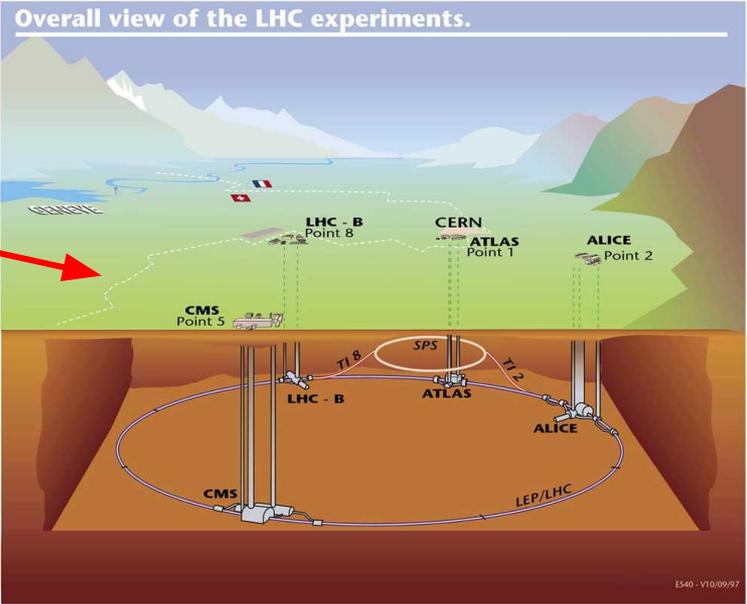
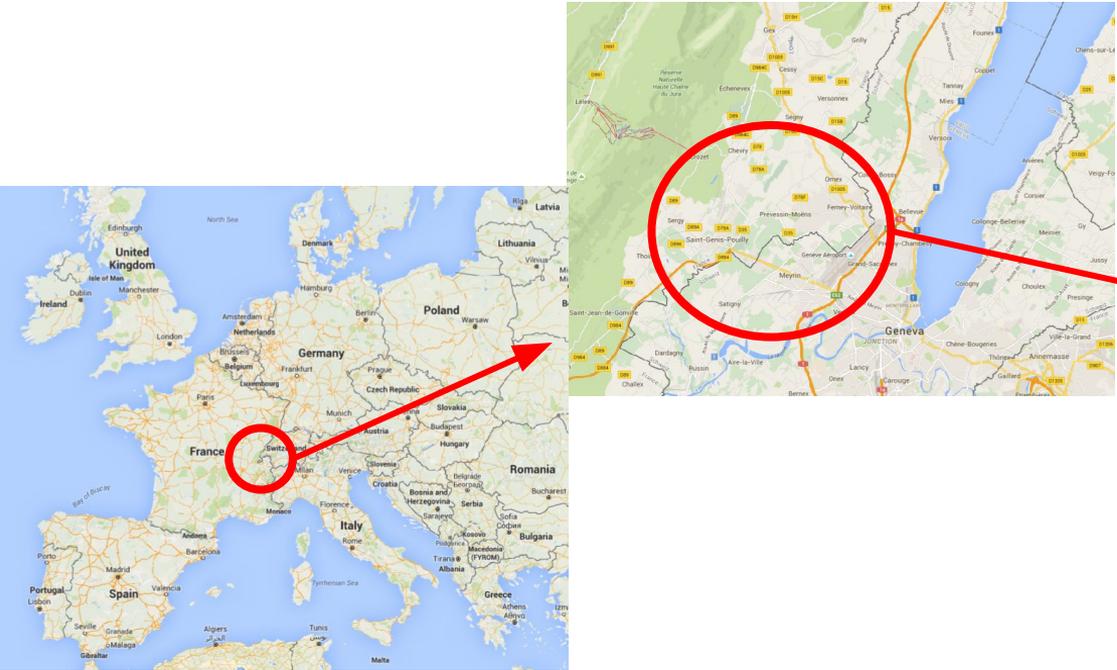
$u$ up	$c$ charm	$t$ top	$\gamma$ fotone	
$d$ down	$s$ strange	$b$ bottom	$g$ gluone	
$\nu_e$ neutrino elettronico	$\nu_\mu$ neutrino $\mu$	$\nu_\tau$ neutrino $\tau$	$W$ Bosone W	$H$ Bosone di Higgs
$e$ elettrone	$\mu$ muone	$\tau$ tau	$Z$ Bosone Z	

- Conseil
- Européen pour la
- Recherche
- Nucléaire

- 1949 prima idea ...
- 1954 CERN

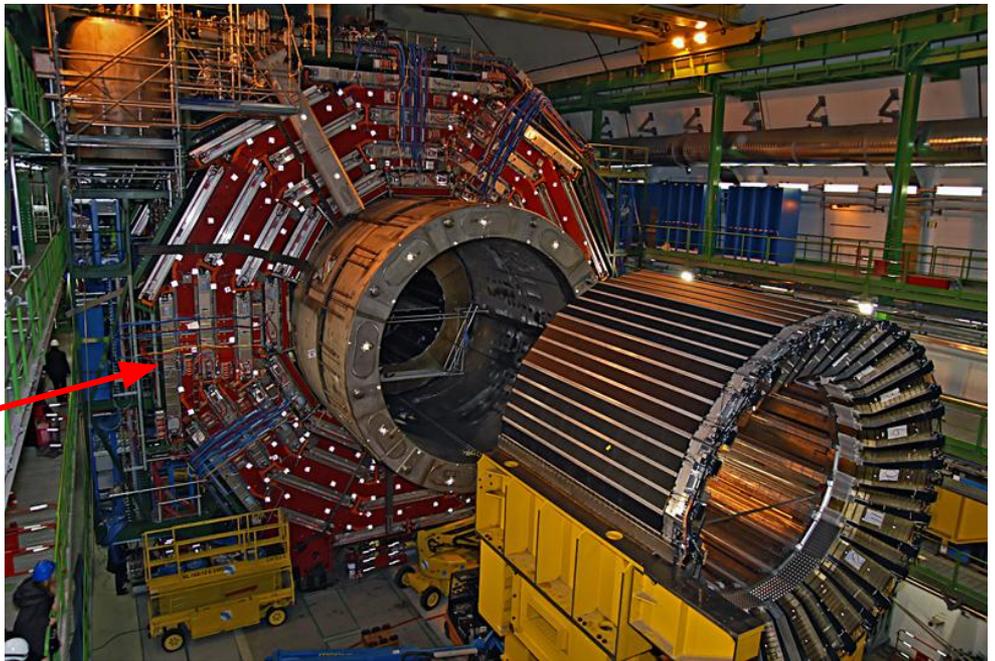
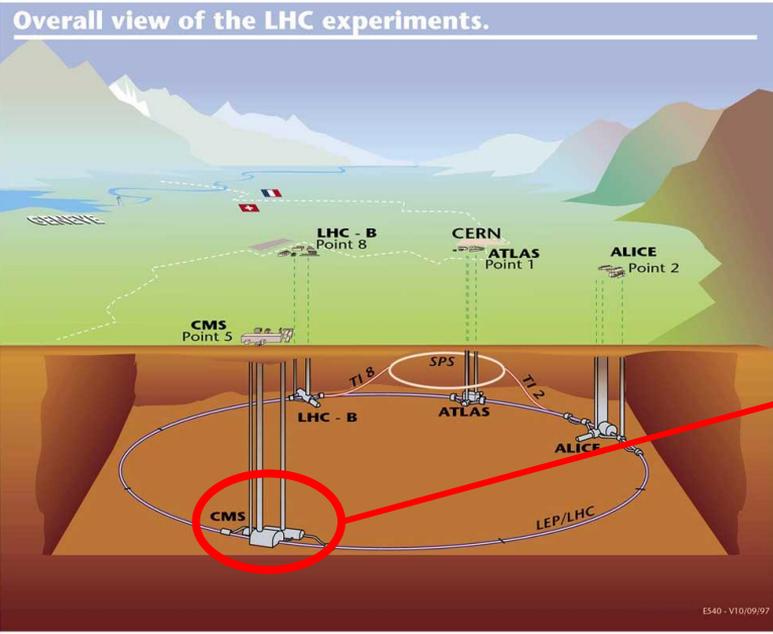


- CERN: organizzazione internazionale con scienziati da tutto il mondo
- LHC: tunnel sotterraneo e sistema di acceleratori



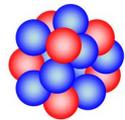
# Il rivelatore Compact Muon Solenoid (CMS)

- 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

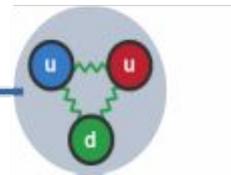
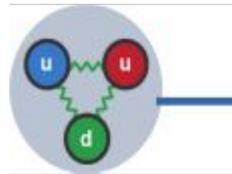
Nucleo



Protone

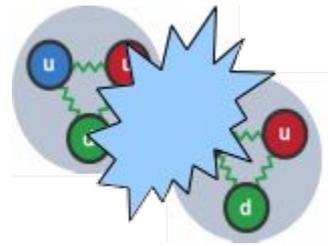


Protone





$$E = Mc^2$$

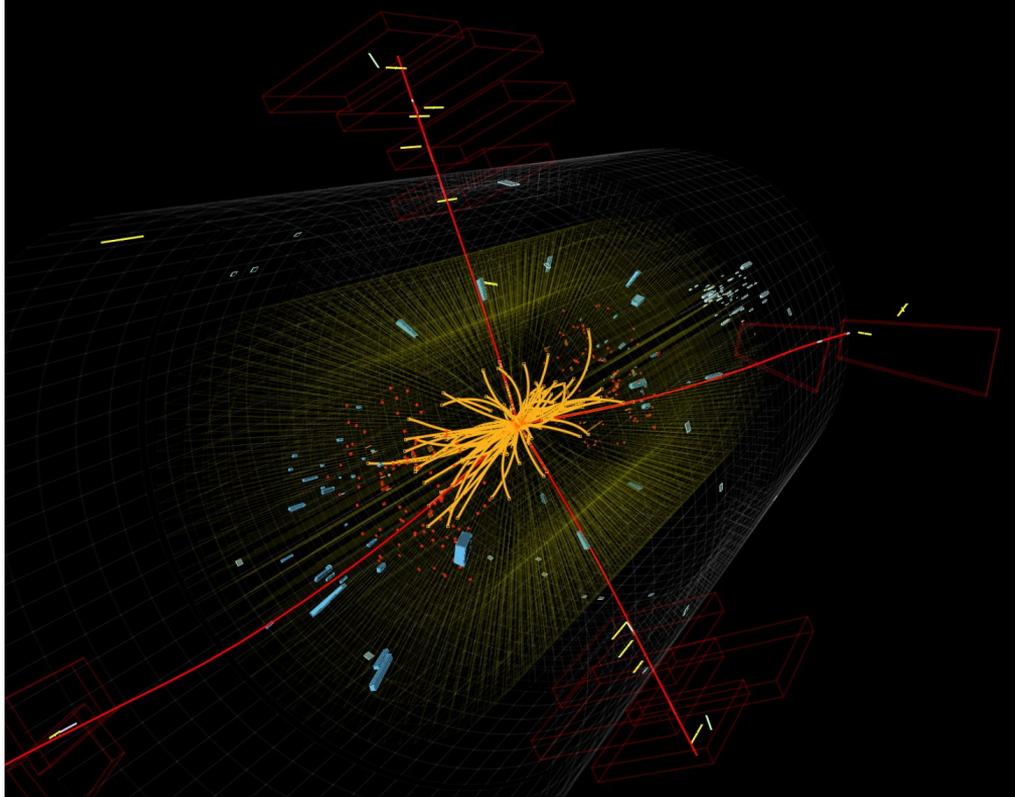
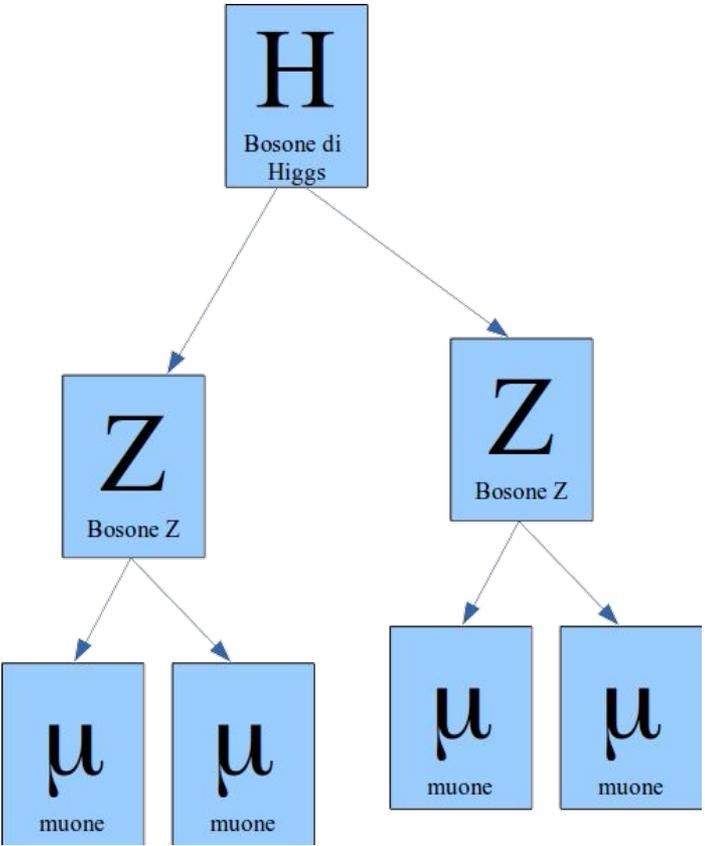


=

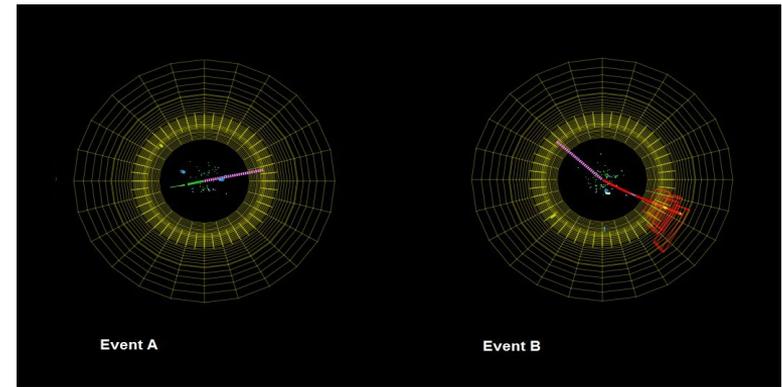
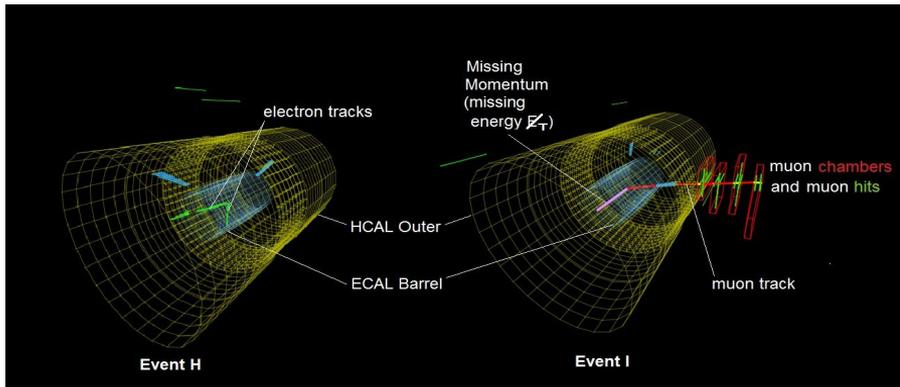
**W**  
Bosone W

**Z**  
Bosone Z

**H**  
Bosone di Higgs



- 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



- Gruppo 1, 2, 3, 4
- Mentre non state eseguendo l'esercizio potete fare domande, discutere, ...

Gruppo 1

Inizio 10:20

Gruppo 2

Inizio 11:00

Gruppo 3

Inizio 11:40

Gruppo 4

Inizio 12:20

- 2 ricercatori fisicamente a CMS mostreranno la sala di controllo di CMS, e scenderanno in caverna
- ZOOM Webinar
  - Q&A (D&R)

**CMS Masterclass in Milano - Bicocca**  
11 May 2021

**Programma della giornata**  
Tue 11/05

Introduzione alla fisica delle particelle  
[Link per la visita virtuale](#)  
[Link per accedere alla Masterclass](#)

**DETECTOR**  
Weight : 14,000 tonnes  
Circumference : 13,070 m  
Circumfer. length : 28.7 m  
Magnetic field : 3.8 T

**STEEL RETURN YOKE**  
13,300 tonnes

**SILICON TRACKERS**  
Pixel (100x150  $\mu\text{m}^2$ ) - 1600 - 4000 channels  
Microstrip (50x150  $\mu\text{m}^2$ ) - 2000<sup>2</sup> - 4000 channels

**SUPERCONDUCTING SOLENOID**  
Magnet System with Lamping - 10,000 t

**ALCON CHARGERS**  
Beam 150 Post Tube, 400 Resonator Plate Chambers  
Endcap: 400 Cathode Strip, 432 Resonator Plate Chambers

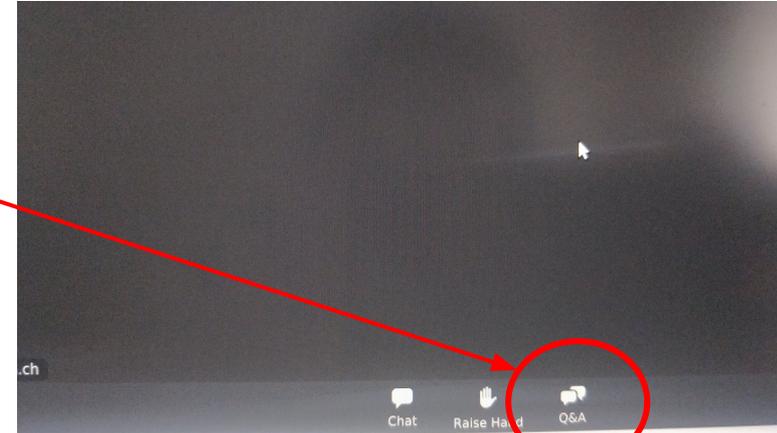
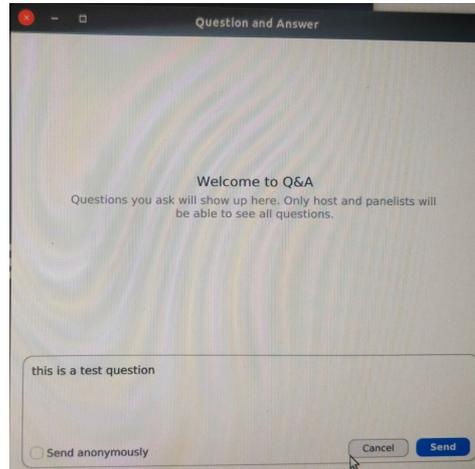
**FRESHOWER**  
Silicon strips - 16m<sup>2</sup> - 137,000 channels

**FORWARD CALORIMETER**  
Steel + Quartz Glass - 2,000 Channels



- Q&A (D&R)

- questions and answers - domande e risposte
- Scrivete le domande
- Rispondiamo per iscritto
  - Le domande piu' interessanti verranno fatte in diretta alle guide!





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

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

- Questo pomeriggio visita virtuale di CMS
- Poi ci ritroviamo tutti in questa stanza zoom per discutere i risultati della Masterclass

The screenshot shows the CMS Masterclass website interface. At the top, there is a banner with the text "CMS Masterclass in Milano - Bicocca" and the date "11 May 2021". Below the banner, there is a search bar and a navigation menu. The navigation menu includes "Riassunto dell'evento", "Programma della giornata", "Iscrizione", "Link per introduzione e pomeriggio", "Link per la visita virtuale", and "Link per accedere alla Masterclass". The "Link per introduzione e pomeriggio" is circled in red. The main content area is titled "Programma della giornata" and shows the schedule for Tuesday, May 11, 2021. The schedule includes a session from 09:00 to 10:00 titled "Introduzione alla fisica delle particelle ed al CERN" and a session from 10:00 to 10:30 titled "Introduzione Masterclass CMS".