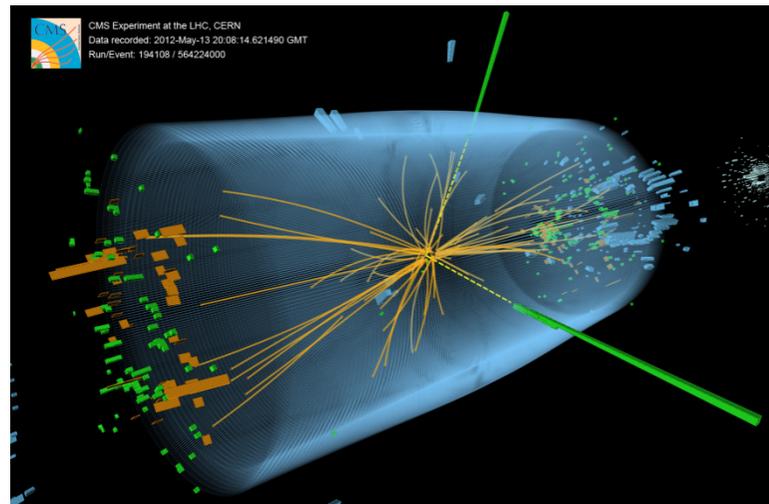
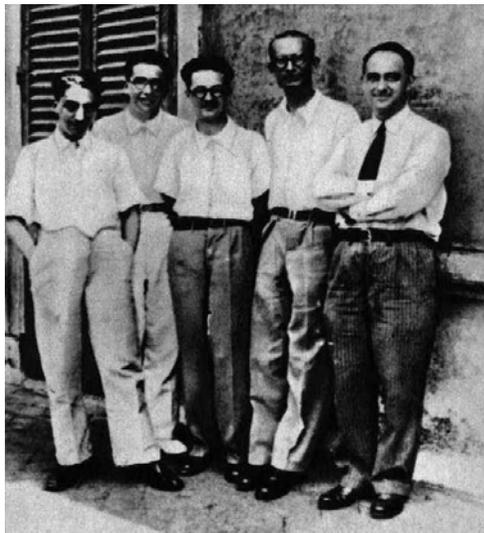


# Curriculum di *Fisica Nucleare e Subnucleare*

è rivolto allo studio 'sperimentale' dei fenomeni che interessano nuclei e particelle elementari al fine di una più completa conoscenza delle interazioni fondamentali della natura.

*.. dai ragazzi di Via Panisperna al Bosone di Higgs ..*



*“ .... Il principio cardine della scienza, quasi la sua definizione, è che la verifica di tutta la conoscenza è l'esperimento che è il solo giudice della verità scientifica. Ma qual è la fonte della conoscenza? Da dove vengono le leggi da verificare? L'esperienza stessa aiuta a produrre le leggi, nel senso che dà dei suggerimenti. Ma ci vuole anche fantasia per creare le grandi generalizzazioni.... nella Fisica ci si divide il lavoro: ci sono i Fisici teorici che inventano, deducono e tirano a indovinare le nuove leggi .... e ci sono i Fisici sperimentali che fanno gli esperimenti, inventano, deducono e tirano a indovinare.....*



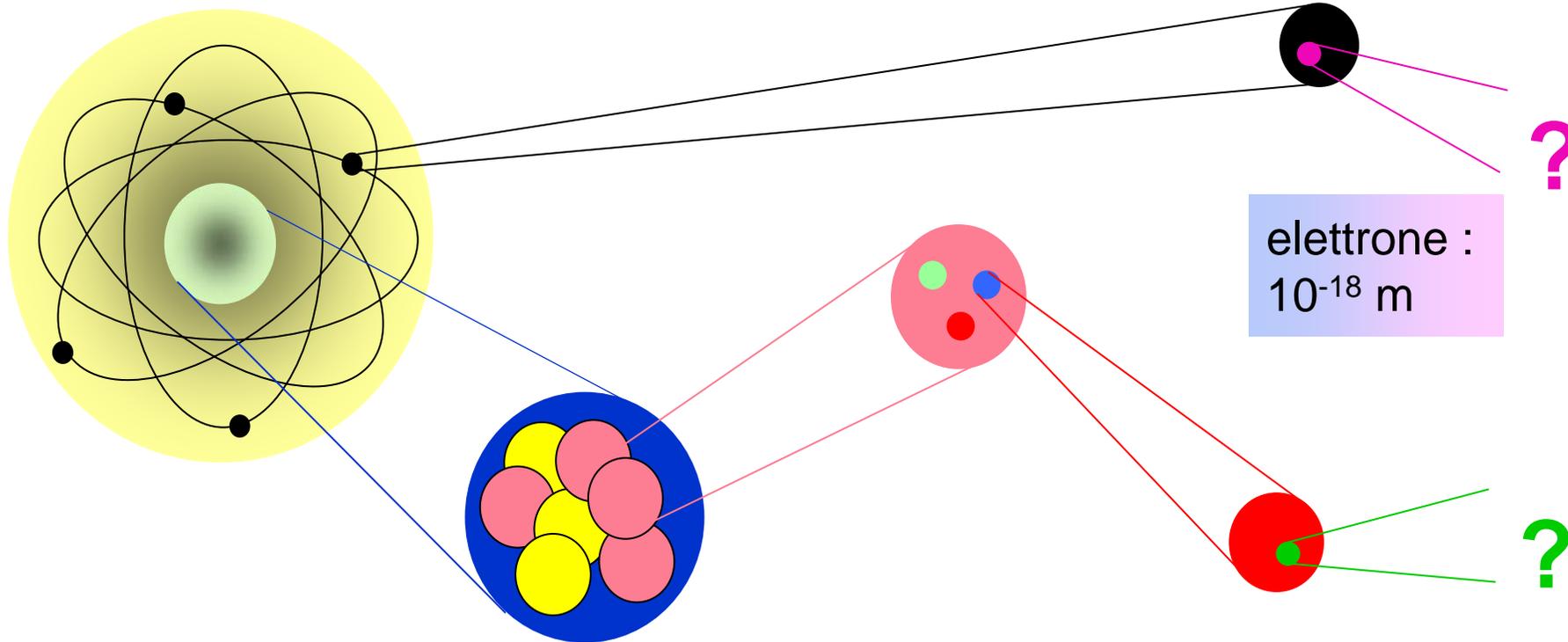
Richard P. Feynman, Premio Nobel 1965

# *dall'atomo al quark*

risoluzione  
 $\lambda = h/p$



semplicità



atomo :  
 $10^{-10}$  m

nucleo :  
 $10^{-14}$  m

nucleone :  
 $10^{-15}$  m

quark :  
 $10^{-18}$  m

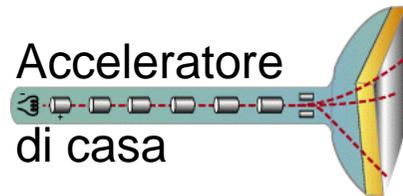
?

# Standard Model

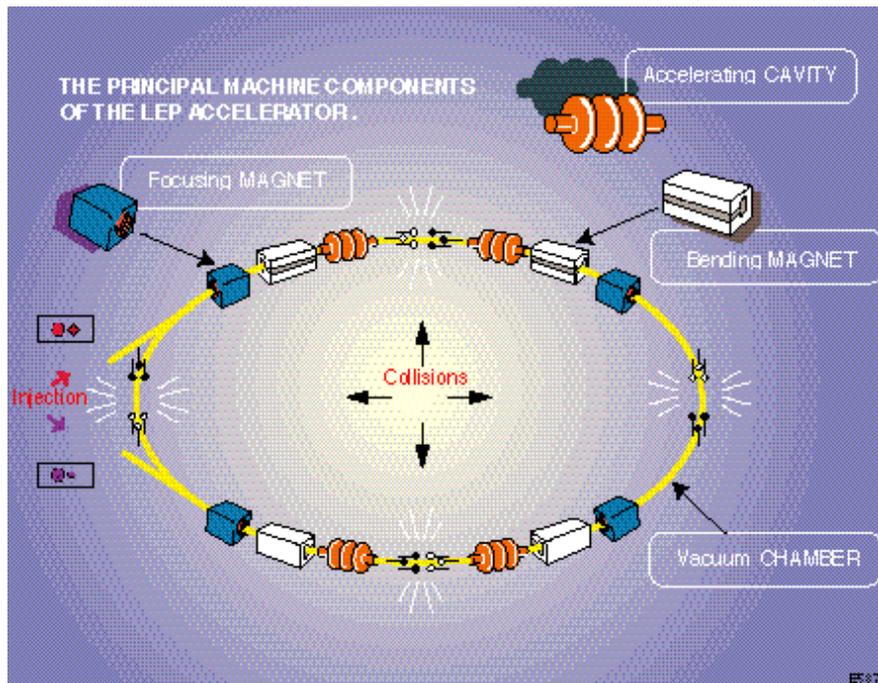
quarks	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>g</b> gluon	force carrier
	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b><math>\gamma</math></b> photon	
leptons	<b><math>\nu_e</math></b> e-neutrino	<b><math>\nu_\mu</math></b> $\mu$ -neutrino	<b><math>\nu_\tau</math></b> $\tau$ -neutrino	<b>W</b> boson	
	<b>e</b> electron	<b><math>\mu</math></b> muon	<b><math>\tau</math></b> tau	<b>Z</b> boson	
I II III generations of matter				<b>Higgs</b> boson	

# *acceleratori di particelle*

grandi macchine per accelerare le particelle a velocità molto prossime a quella della luce per poi farle collidere tra di loro



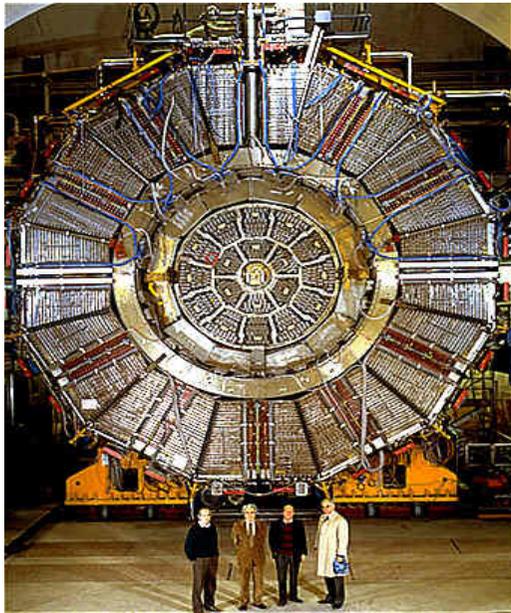
linac



tunnel

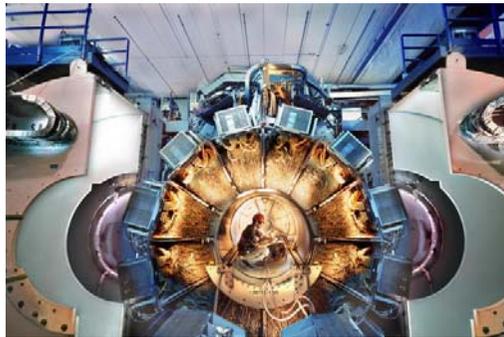
# *rivelatori di particelle*

Strumenti per 'osservare' e misurare ciò che accade nelle collisioni delle particelle: sono molteplici e basati su diversi fenomeni fisici

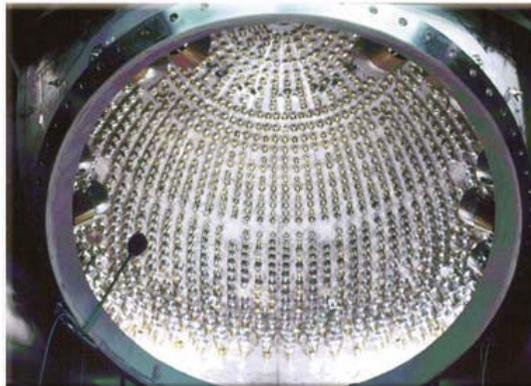


ALEPH (CERN)

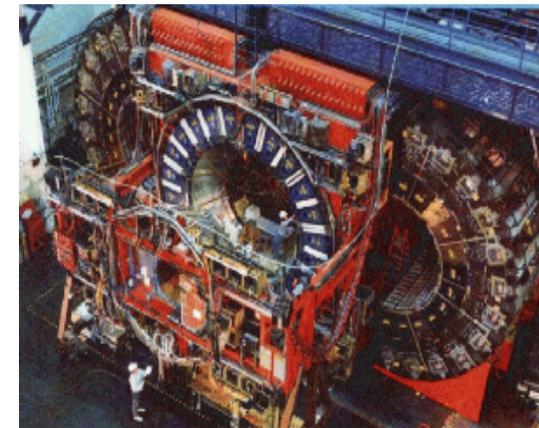
BABAR (SLAC)



ARGOYBJ (Tibet)

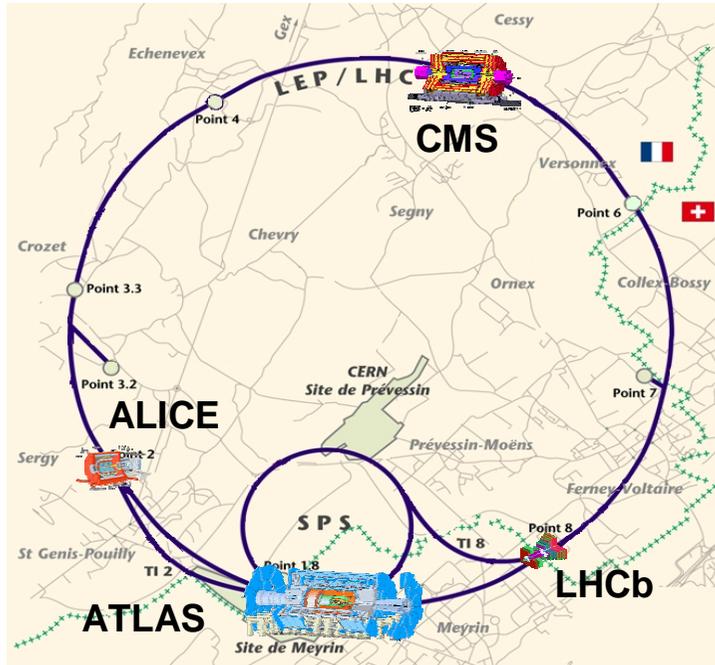


Borexino (LNGS)



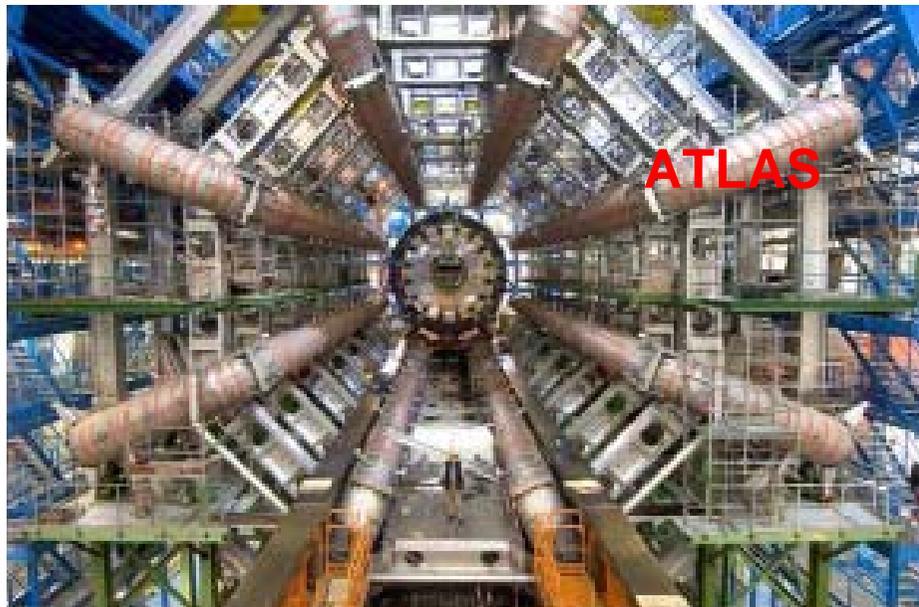
CDF(Fermilab)

# Large Hadron Collider



Esperimenti:

**ATLAS**  
**CMS**  
**ALICE**  
**LHCb**



# *Percorsi di studio (1)*

## Esami obbligatori:

- Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare (P.Vitulo)
- Rivelatori di particelle (M.Livan)

## Esami a scelta (a carattere 'sperimentale')

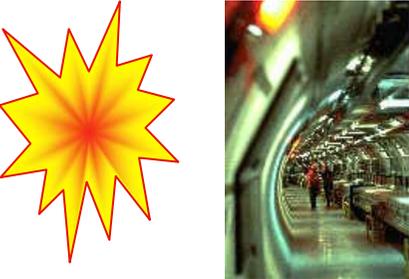
- Fisica delle particelle elementari (C.Conta)
- Metodi statistici della Fisica (P.Pedroni)
- Procedimenti informatici di simulazione (A.Rimoldi)
- Acceleratori e reattori nucleari (A.Braghieri, S.Altieri)
- Radioattività I (G.Boca, P.Salvini)
- Radioattività II (A.Fontana)
- Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare II (A.Menegolli)
- Tecniche digitali di acquisizione dei dati (M.Corti)
- Tecnologie fisiche e beni culturali (A.DeBari, C.Mozzati)

## *Percorsi di studio (2)*

### Esami a scelta (a carattere 'teorico')

- Teoria quantistica dei campi (F.Piccinini)
- Teoria delle interazioni fondamentali (O.Nicrosini)
- Elettrodinamica quantistica (A.Bacchetta)
- Astrofisica (A.Tiengo)
- Introduzione all' Astronomia (P.Caraveo)
- Astronomia (A.DeLuca)
- Fisica nucleare I (C.Giusti)
- Fisica nucleare II (M.Radici)
- Elettrodinamica e relatività (M.Carfora)
- Metodi computazionali della fisica (F.Piccinini)
- Equazioni differenziali e sistemi dinamici (E.Vitali)
- Metodi matematici della fisica teorica (M.Carfora)
- Complementi di fisica teorica (B.Pasquini)

# quarks, leptoni

materia ordinaria		<i>quarks</i> u (up) d (down)		<i>leptoni</i> e (elettrone) $\nu_e$ (neutrino e)
big bang, acceleratori, raggi cosmici		c (charm) s (strange) t (top) b (bottom)		$\mu$ (muone) $\nu_\mu$ (neutrino $\mu$ ) $\tau$ (tau) $\nu_\tau$ (neutrino $\tau$ )

# le forze ed i loro mediatori

sono la "colla" della Natura e sono trasmesse mediante particelle

Interazioni : **forte, elettromagnetica, debole, gravitazionale**

forza	intensità	mediatore	avviene in
<b>forte</b>	1	<b>gluone</b>	nucleo
<b>elettromagnetica</b>	$10^{-3}$	<b>fotone</b>	atomo
<b>debole</b>	$10^{-5}$	<b>bosoni W,Z</b>	radioattività
<b>gravitazionale</b>	$10^{-38}$	<b>gravitone</b>	corpi celesti

lo scambio della particella è responsabile della forza

The diagram illustrates the concept of force as the exchange of particles. Two people in boats are shown exchanging a ball. Green arrows point from the table to various physical phenomena: a nucleus (u, u, d), an atom, a beta particle (e) and neutrino (ν), and celestial bodies.