

Gli acceleratori di particelle

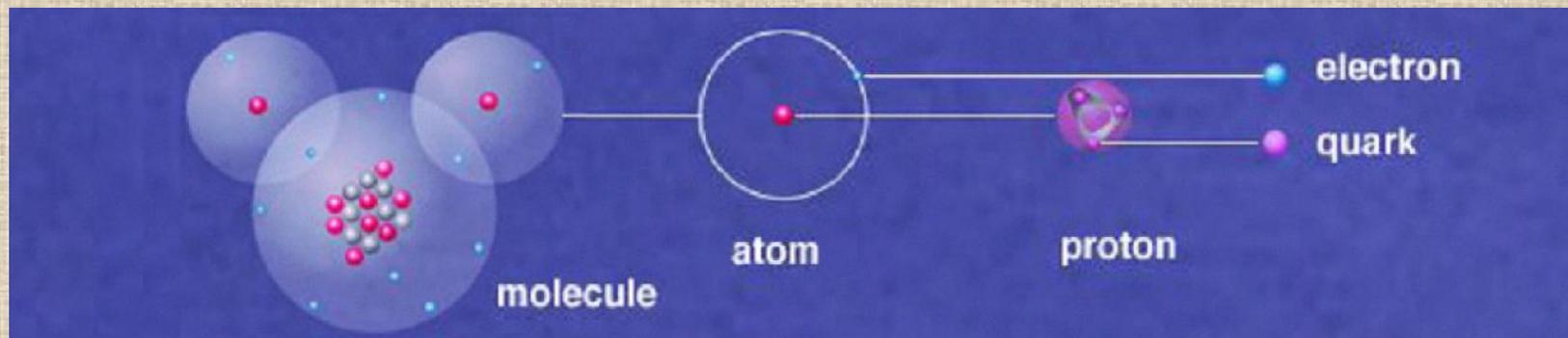
prima parte

Corso di valorizzazione delle eccellenze in
Matematica e Fisica
Liceo Statale Scientifico, Linguistico e Classico
“Giolitti-Gandino”

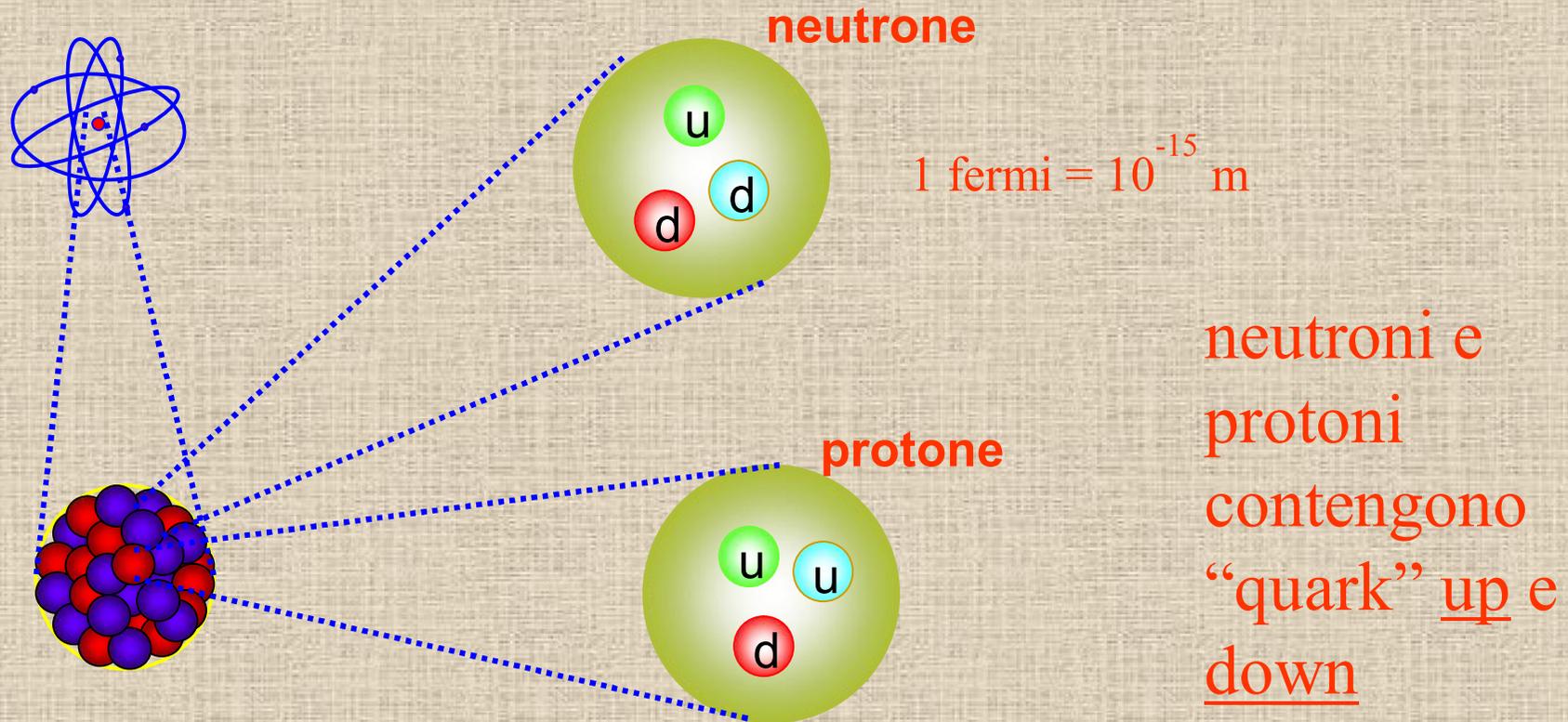
Perchè si studia la fisica delle particelle?

Per tentare di rispondere a domande fondamentali, quali:

- di cosa è fatta la materia che ci circonda?
- quale origine hanno le forze che tengono insieme i componenti della materia?

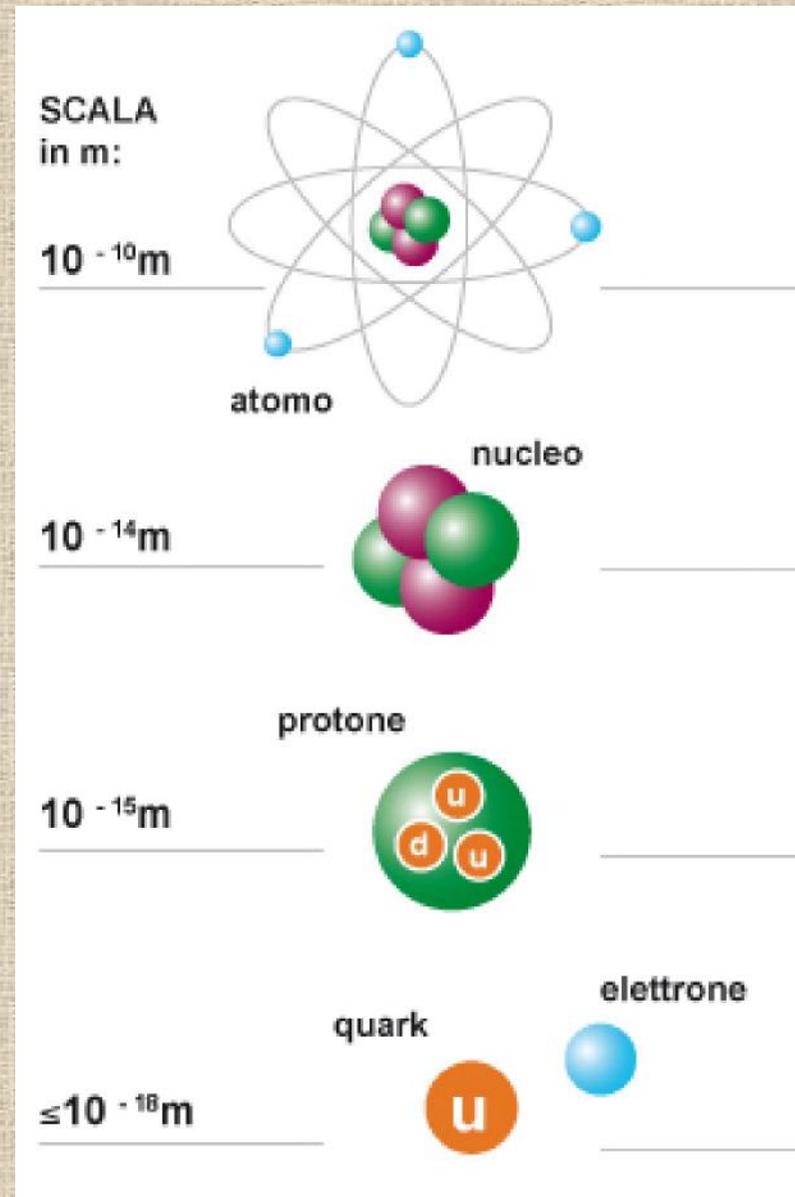


Come si struttura la materia



Qualche notizia

	<u>massa</u>	<u>carica</u>
p	1.67×10^{-27} kg	$+1.60219 \times 10^{-19}$ C
n	1.67×10^{-27} kg	privo di carica
e⁻	9.1×10^{-31} kg	-1.60219×10^{-19} C



Le forze fondamentali

I costituenti elementari si legano tra loro attraverso tre interazioni fondamentali, quelle che comunemente chiamiamo forze.

Gravitazionale

Elettrodebole

Forte

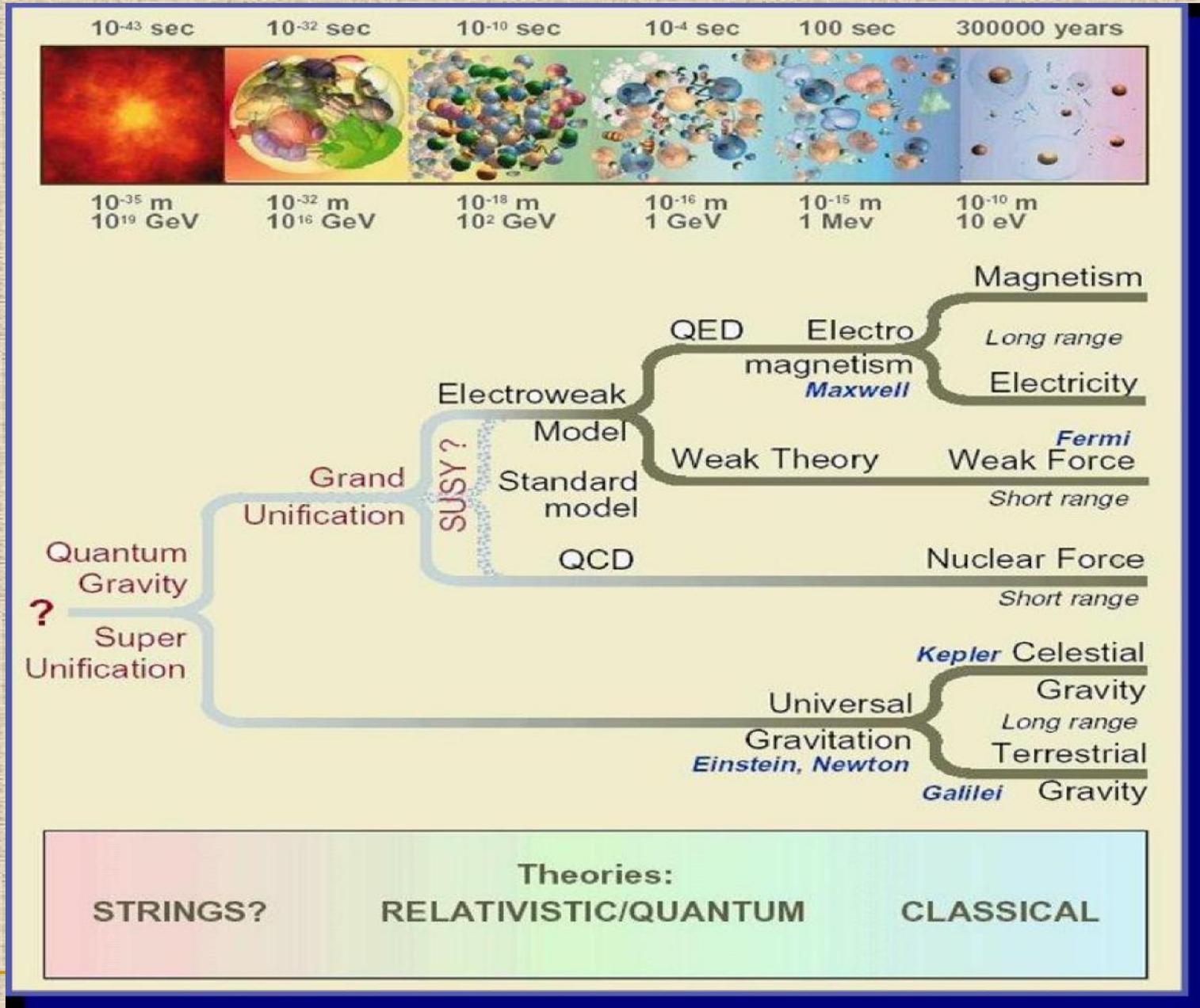


Vi tiene seduti sulle sedie

Decadimenti radioattivi
Tiene insieme gli atomi

Tiene insieme i nuclei

Le forze fondamentali



Dettagli

- Data la conservatività del campo elettrostatico, l'energia conferita dipende dalla differenza di potenziale del campo e dalla quantità di carica elettrica della particella da accelerare (in analogia con il campo gravitazionale, anch'esso conservativo).

$$E_{\text{cin}} = \Delta V \cdot Q$$

L'energia cinetica di una particella si può esprimere in elettron-Volt (energia necessaria per far subire ad un elettrone un "salto" di 1V)

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Joule}$$

Quarks / Adroni

Quarks	u up	c charm	t top
	d down	s strange	b bottom
Leptons	ν_e e- Neutrino	ν_μ μ - Neutrino	ν_τ τ - Neutrino
	e electron	μ muon	τ tau
	I	II	III
	The Generations of Matter		

Quarks:

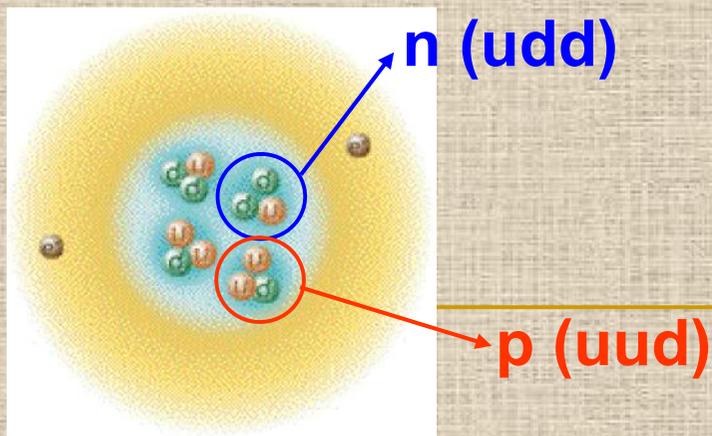
- u, c, t : hanno carica $+2/3$
- d, s, b : hanno carica $-1/3$
- **Non esistono liberi ma sono confinati negli adroni**

Adroni, sono combinazioni di 2 o 3 quarks:

- **Mesoni**: 2 quarks, π^\pm, π^0 (pioni)
- **Barioni**: 3 quarks, p, n, \dots

Hanno massa grande:

- p, n : $\sim 940 \text{ MeV}$
- π^\pm, π^0 : $\sim 140 \text{ MeV}$



Interagiscono sia e.m. che forte e ne esistono di molti tipi
I piu' importanti sono **protone (p)**, **neutrone (n)**, **pione (π)**

I Leptoni

Quarks	u up	c charm	t top
	d down	s strange	b bottom
Leptons	ν_e e- Neutrino	ν_μ μ - Neutrino	ν_τ τ - Neutrino
	e electron	μ muon	τ tau
	I	II	III
The Generations of Matter			

- **Elettrone** e^\pm 0.5 MeV
- **Muone** μ^\pm 105 MeV
- **Tau** τ^\pm 1800 MeV
- **Neutrini** ν < 2 eV

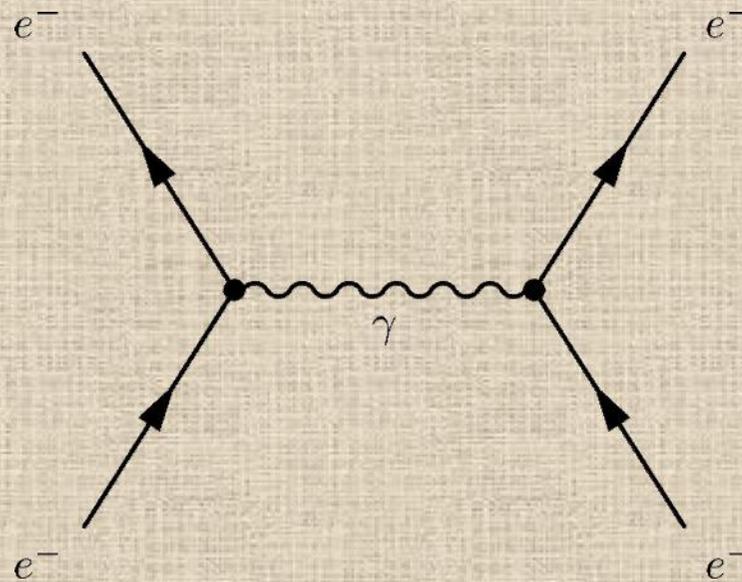
e^\pm , μ^\pm , τ^\pm Interagiscono e.m. e sono carichi elettricamente

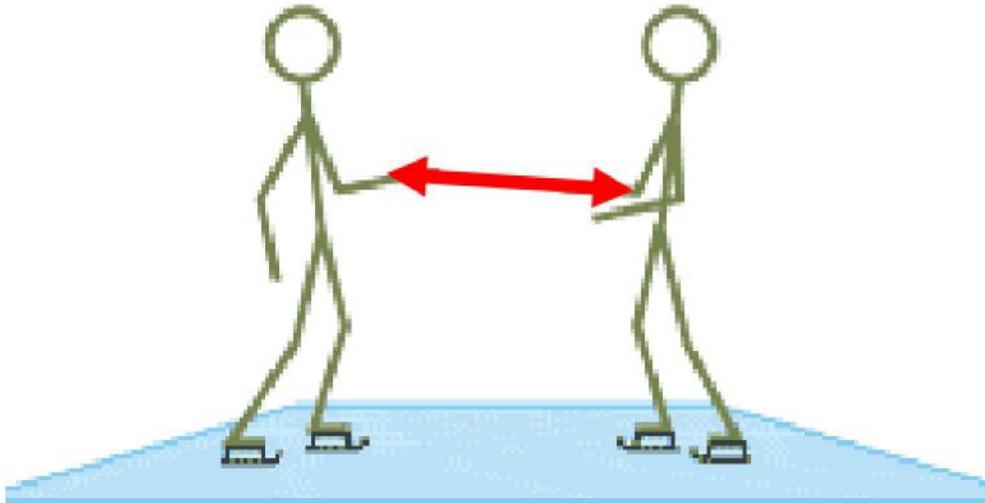
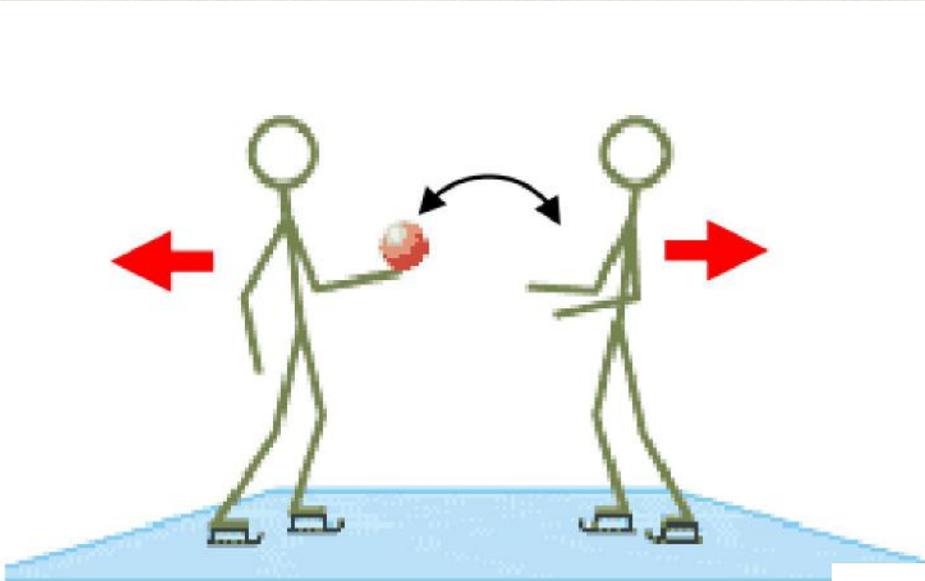
I neutrini interagiscono solo debole e dunque sono difficilissimi da rivelare

I bosoni intermedi delle varie interazioni

Secondo la meccanica quantistica una interazione tra particelle avviene attraverso lo scambio di un'altra particella chiamata "bosone vettore o intermedio"

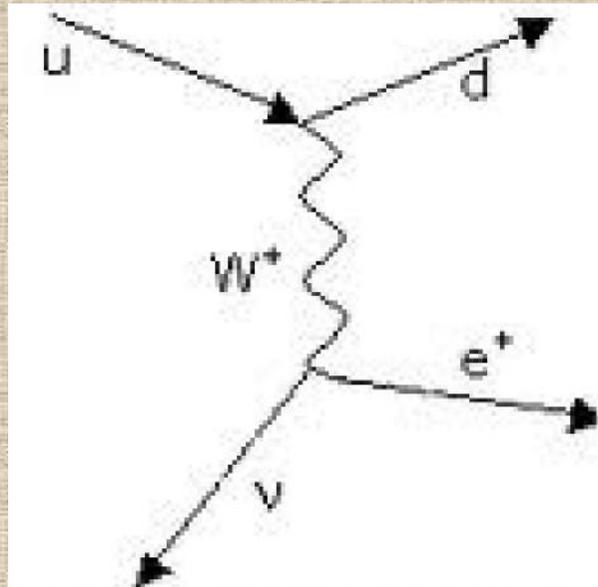
Il vettore dell'interazione e.m. e' il fotone γ





I bosoni intermedi delle varie interazioni

I vettori delle interazioni deboli sono Z_0, W^\pm



I bosoni intermedi delle varie interazioni



I vettori delle interazioni forti si chiamano gluoni (g) e sono 8 (ognuno ha due componenti di carica di colore: un colore ed un anticoloro)

Il bosone di Higgs

Come funziona il campo di Higgs

Alla ricerca della particella che dà la massa alla materia

Il campo **permea tutto l'universo**.
Le particelle che lo attraversano
avvertono ognuna
una resistenza diversa.
Questa **resistenza** è quella
che chiamiamo **massa**

CAMPO DI HIGGS

Particelle di massa
piccolissima o zero
(fotoni, elettroni, ecc.)

Particelle
di massa media
(muoni, ecc.)

Particelle
di grande massa
(quark top, ecc.)

Per spiegare come mai
la materia abbia massa,
il fisico Peter Higgs
nel 1960 ha ipotizzato
l'esistenza del bosone
di Higgs.

Il bosone di Higgs
è la particella che dà
la massa a tutte le altre.
Ciò avviene quando queste
interagiscono col campo
prodotto dall'Higgs.

Provare l'esistenza
dell'Higgs è uno degli
obiettivi principali
di LHC, in particolare
degli esperimenti ATLAS
e CMS.



Fonte: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

CERN/INSTRUMENTS