

Lezione 21

Il modello standard

Bosoni mediatori dell'interazione debole

$$W^{\pm} \quad (80 \text{ GeV}) \quad Z^0 \quad (91 \text{ GeV})$$

Produzione in $e^+ + e^-$.

$$e^+ + e^- \rightarrow Z^0 \quad e^+ + e^- \rightarrow W^+ + W^-$$

Decadimenti

$$Z^0 \rightarrow e^+ + e^- \quad Z^0 \rightarrow \mu^+ + \mu^-$$

$$W^+ \rightarrow e^+ + \nu_e \quad W^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_{\mu}$$

La presenza del neutrino rende più difficile l'identificazione.

W^-	\rightarrow	$e^- + \bar{\nu}_e$	10.8 %
W^-	\rightarrow	$\mu^- + \bar{\nu}_\mu$	10.6 %
W^-	\rightarrow	$\tau^- + \bar{\nu}_\tau$	10.8 %
W^-	\rightarrow	adroni	67.8 %

Z^0	\rightarrow	$e^- + e^+$	3.3 %
Z^0	\rightarrow	$\mu^- + \mu^+$	3.3 %
Z^0	\rightarrow	$\tau^- + \tau^+$	3.3 %
Z^0	\rightarrow	$\nu_{e,\mu,\tau} + \bar{\nu}_{e,\mu,\tau}$	20.2 %
Z^0	\rightarrow	adroni	69.9 %

Per i decadimenti carichi c'è universalità.
Decadimento in neutrini è favorito

Z^0 non è il partner neutro di W^\pm .

Chiamiamo W^0 il partner neutro di W^\pm

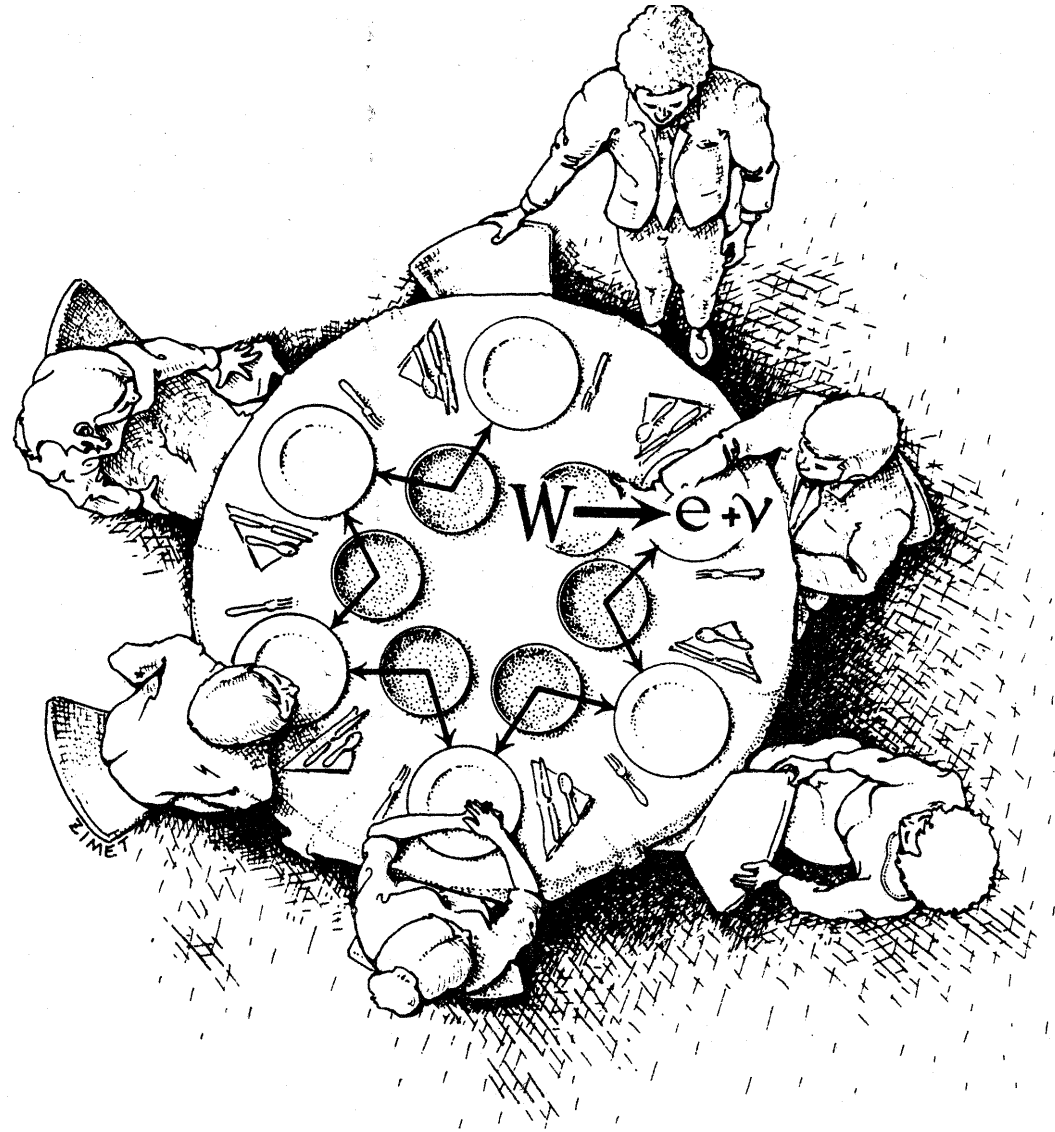
Deve esistere un altro bosone neutro con accoppiamento differente B^0 .

I bosoni fisici sono combinazione lineare di questi.

$$\begin{pmatrix} |\gamma\rangle \\ |Z^0\rangle \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta_W & \sin\theta_W \\ -\sin\theta_W & \cos\theta_W \end{pmatrix} \begin{pmatrix} |B^0\rangle \\ |W^0\rangle \end{pmatrix}$$

θ_W angolo di Weinberg $\sin^2\theta_W = 0.2319 \pm 0.0005$

Rottura spontanea di simmetria



Modello standard

Interazioni

interazione			massa	J^π
forte	colore	8 gluoni	0	1^-
e.m.	carica el.	γ	0	1^-
debole	carica deb.	W^\pm, Z^0	80-90GeV	$1^?$
gravitazione	massa	gravitone(?)	0	2^-

Leptoni

e^-	μ^-	τ^-
ν_e	ν_μ	ν_τ

Quark

u	c	t	$2/3$
d	s	b	$-1/3$

- E.m. raggio ∞ massa γ nulla.
 - Massa W^\pm e Z^0 molto grande. Raggio d'azione 10^{-3} fm.
 - Massa gluoni $=0$, ma raggio d'azione molto piccolo (fm). Costante d'accoppiamento molto grande. Autointerazione.
 - Interazioni e.m. e deboli unificate.
 - Conservati $E, \mathbf{p}, \mathbf{L}, Q$, colore, numero barionico, numero leptonic famiglia per famiglia.
 - P e C violate. Si conosce un solo caso di violazione CP .
 - Solo processi deboli cambiano sapore dei quark e possono cambiare il tipo di leptoni.
 - Isospin, stranezza, charm, conservati nelle altre interazioni. Bosone di Higgs identificato al CERN nel 2012.
- Masse dei neutrini non nulle Premio Nobel 2016

Verifiche del modello standard fatte in continuazione.

Aspetti non soddisfacenti

- QCD non perturbativa, confinamento non è mai stato provato
- Troppi parametri liberi: masse fermioni e bosoni, costanti di accoppiamento, elementi della matrice di CKM. Fissati dal confronto con i dati sperimentali.
- Come includere la gravità?