

## Lezione 21

# **Il modello standard**

Bosoni mediatori dell'interazione debole

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

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

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

Decadimenti

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

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

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  $W^\pm$

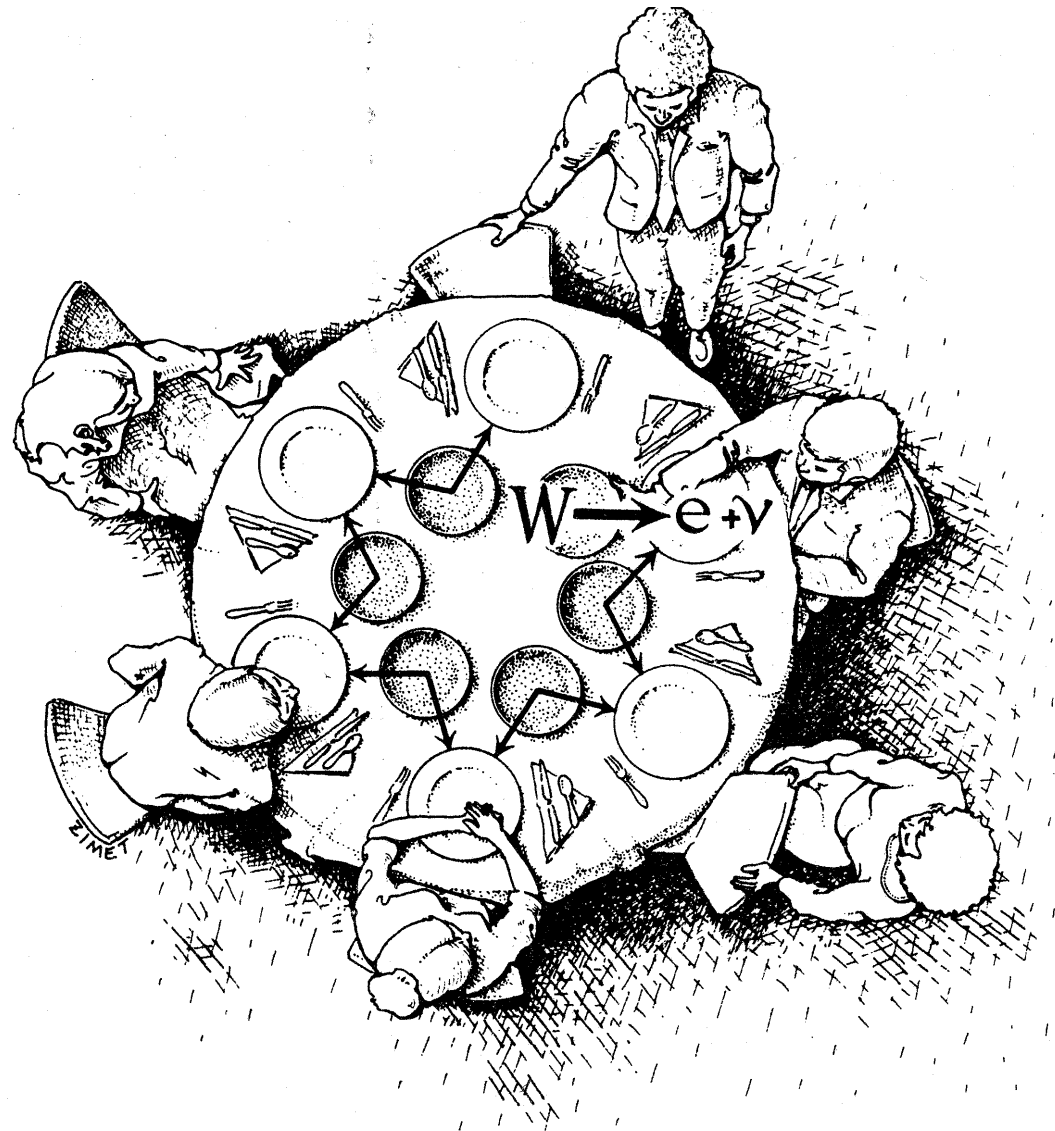
Deve esistere un altro bosone neutro con accoppiamento differente  $B^0$ .

I bosoni fisici sono combinazione lineare di questi.

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

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

# Rottura spontanea di simmetria



# Modello standard

## Interazioni

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

## Leptoni

$e^-$	$\mu^-$	$\tau^-$
$\nu_e$	$\nu_\mu$	$\nu_\tau$

## Quark

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

- E.m. raggio  $\infty$  massa  $\gamma$  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 deboli e e.m. unificate.
- Conservati  $E, \mathbf{p}, \mathbf{L}, Q$ , colore, numero barionico, numero leptonico 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.

Verifiche del modello standard fatte in continuazione.

## Aspetti non soddisfacenti

- Non si conosce il bosone di Higgs
- Masse dei neutrini?
- 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 ?