PARTICELLE "STRANE" (1947-1960)

NEL 1947 CI SEMBRAVA DI AVER CAPITO (PIÙ O MENO) TUTTO:

- I MUONI E I PIONI ERANO CLASSIFICATI
- IL POSITRONE ERA STATO SCOPERTO
- I NEUTRINI DI PAULI ERANO STATI DOMATI

NON SI CAPIVA CHE RUOLO AVESSE IL MUONE, NÉ TUTT'ORA SI CAPISCE!

MA LE PARTITE PRINCIPALI SEMBRAVANO ORMAI CHIUSE...

DICEMBRE 1947: ROCHESTER E BUTLER OSSERVANO UN PROCESSO $\boxed{K^0 \to \pi^+ + \pi^-}$, E POWELL NEL 1949 $\boxed{K^+ \to \pi^+ + \pi^+ + \pi^-}$

I K SI COMPORTANO COME PIONI E VANNO INCLUSI FRA I MESONI.

NEGLI ANNI NE ARRIVARONO ALTRI: η, ϕ, ω, ρ, ECCETERA.

NEL 1950 SI OSSERVÒ

$\boxed{\Lambda^0 \to p^+ + \pi^-}$; I Λ VANNO, COME p E n, NELLA FAMIGLIA BARIONICA.

ATTENZIONE: I MESONI VENGONO CREATI O DISTRUTTI, MA I BARIONI SEGUONO UNA FERREA REGOLA DI CONSERVAZIONE (ANCORA INCOMPRESA)

CHE PROIBISCE, AD ESEMPIO, $p^+ \to e^+ + \gamma$

CONSERVAZIONE DEL NUMERO BARIONICO??

SCOPERTI $\Sigma, \Xi, \Delta, \ldots$

DAL GIARDINO DELL'EDEN ALLA GIUNGLA INFERNALE

QUESTE PARTICELLE EMERSE PRESERO IL NOME DI "STRANE"

NEL 1952 FU COSTRUITO IL PRIMO ACCELERATORE MODERNO E SI COMINCIÒ A PRODURLE IN LABORATORIO... E NE SALTARONO FUORI NUOVE!

NON ERANO SOLO INATTESE, MA AVEVANO UNA CARATTERISTICA:

VENIVANO PRODOTTE A PROFUSIONE MA DECADEVANO LENTAMENTE

- PRODOTTE DALLA FORZA NUCLEARE FORTE
- DISINTEGRATE DALLA FORZA NUCLEARE DEBOLE

} EEEH???!!

SEMPRE PRODOTTE IN COPPIA (CONSERVAZIONE DELLA STRANEZZA?)

MA STRANEZZA NON CONSERVATA NEL DECADIMENTO!!!

FORZA FORTE CONSERVA STRANEZZA
FORZA DEBOLE NON CONSERVA STRANEZZA

} PER L'EPOCA FU UN'INTUIZIONE ECCEZIONALE

OGGI SAPPIAMO COSA ACCADE A LIVELLO FONDAMENTALE

MA PER CAPIRNE IL SENSO È NECESSARIO ESPLORARE LA RELAZIONE TRA SIMMETRIE E LEGGI DI CONSERVAZIONE.

TORNIAMO AL 1917...

TEOREMA DI NOETHER

LE SIMMETRIE DINAMICHE DEL MOTO FURONO FRA I PRIMI STUDI COMPIUTI NELLE SCIENZE FISICHE: NEWTON CAPÌ CHE LE SIMMETRIE NON SI RIVELANO NEL MOTO DEI SINGOLI OGGETTI MA NELL'INSIEME DI TUTTE LE TRAIETTORIE DI MOTO POSSIBILI (EQUAZIONI DEL MOTO)

PER CAPIRE LE IMPLICAZIONI DINAMICHE ABBIAMO DOVUTO ATTENDERE NOETHER: SIMMETRIE $\longleftrightarrow$ LEGGI DI CONSERVAZIONE

INVARIANZA		CONSERVAZIONE
TRASLAZIONE TEMPORALE	$\leftrightarrow$	ENERGIA
" " SPAZIALE	$\leftrightarrow$	MOMENTO
ROTAZIONE	$\leftrightarrow$	MOMENTO ANGOLARE
TRASFORMAZIONE DI FASE	$\leftrightarrow$	CARICA

TUTTE LE VOLTE CHE UN MODELLO/UNA TEORIA MOSTRA DELLE CONSERVAZIONI, CERCHIAMO DI CAPIRE QUALE SIA LA SIMMETRIA ASSOCIATA. E VICEVERSA!

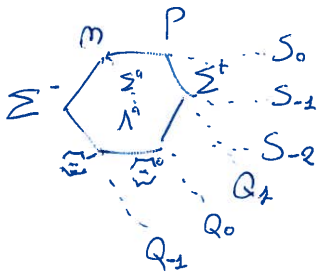
PER QUESTO, SE CI SEMBRA CHE ESISTANO QUANTITÀ CONSERVATE COME IL NUMERO LEPTONICO/BARIONICO O LA STRANEZZA, CERCHIAMO DI DESUMERE IL SIGNIFICATO STRUTTURALE NELLA TEORIA.

SIMMETRIA

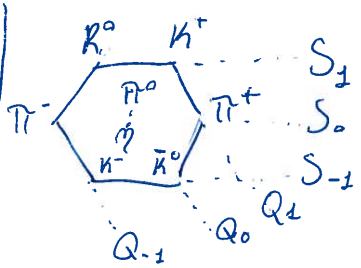
Emmy
Noether

LA "TAVOLA PERIODICA" DI MESONI E BARIONI (1961-1964)

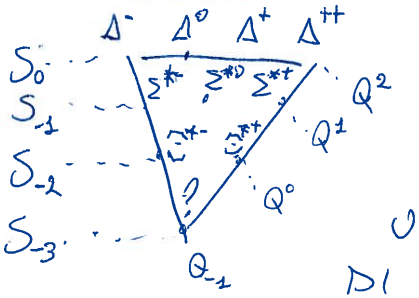
CI FU UN BREVE PERIODO IN CUI GLI SCIENZIATI CERCARONO DI CLASSIFICARE LO ZOO DI MESONI E BARIONI (CON SUCCESSO) NON AVENDO ANCORA CAPITO LA TEORIA SOTTESA, CREAVANO RAPPRESENTAZIONI GEOMETRICHE: LO "SNODO A OTTO VIE".



OTTETO BARIONICO ACCOMODA I BARIONI CONOSCIUTI



OTTETO MESONICO ACCOMODA I MESONI CONOSCIUTI

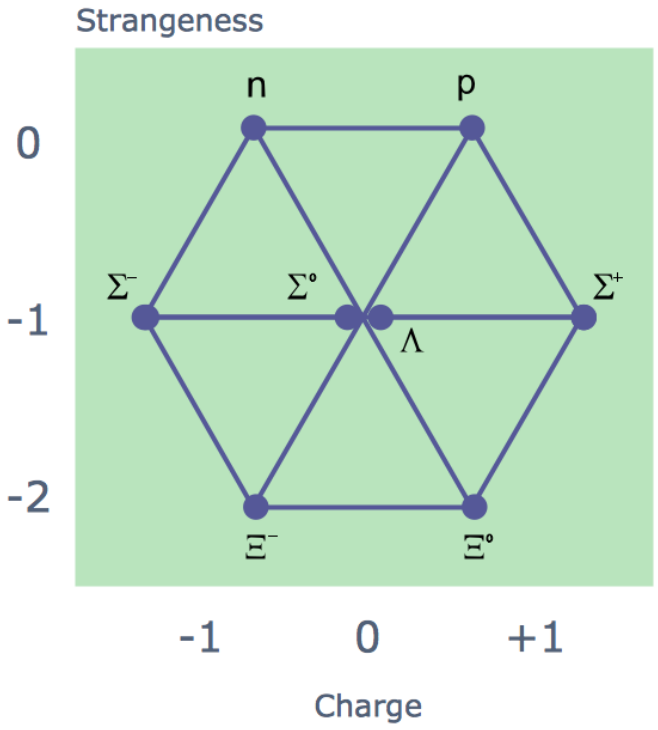


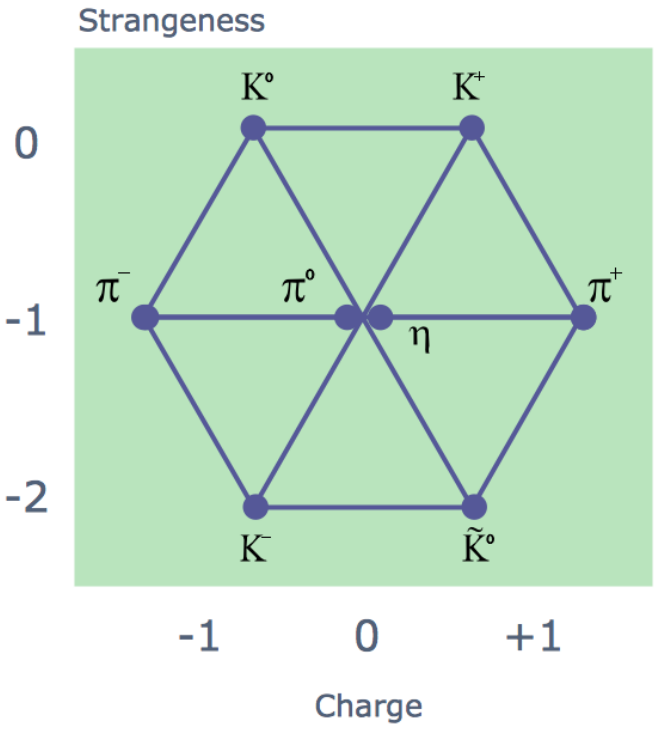
DECUPLETTO BARIONICO

SISTEMANDO UNA CLASSE DI BARIONI NEL DECUPLETTO, GELL-MANN SI ACCORSE CHE MANCAVA IL VERTICE

NOVE PARTICELLE ERANO NOTE: Δ, Σ^*, Ξ^*. IL DECUPLETTO LASCIAVA SPAZIO PER UNA PARTICELLA DI CARICA -1 E STRANEZZA 3. GELL-MANN CALCOLÒ ANCHE MASSA, VITA MEDIA. 1964: FU SCOPERTA LA PARTICELLA Ω^- PREDETTA DA GELL-MANN.

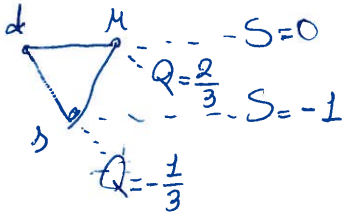
LO "SNODO A OTTO VIE" ORGANIZZAVA, CLASSIFICAVA, PREDICEVA...


Strangeness
0
-1
-2
n
p
Σ⁻
Σ°
Σ⁺
Λ
Ξ⁻
Ξ°
-1
0
+1
Charge


Strangeness
0
-1
-2
K°
K⁺
π⁻
π°
π⁺
η
K⁻
K̃°
-1
0
+1
Charge

IL MODELLO A QUARK (1964)

PERCHÈ GLI ADRONI SONO COSÌ ELEGANTEMENTE CLASSIFICABILI?
SIMMETRIA SOTTESA? GELL-MANN E ZWEIG: COSTITUENTI ELEMENTARI, QUARK!



u, d, s } CAMPI
CARICA ELETTRICA FRAZIONARIA
COMPONGONO MESONI E BARIONI

p	n
u u d	d d u
π^0	π^+
$u\bar{u}$	$u\bar{d}$

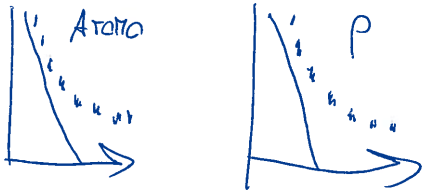
LO "SNODO A OTTO VIE" EMERGE NATURALMENTE DAL MODELLO A QUARK

PROBLEMA RADICALE: IN PIÙ DI 50 ANNI NON È MAI STATO OSSERVATO UN QUARK LIBERO. PERCHÈ? DOVREBBERO ESSERE FACILI DA IDENTIFICARE.

CONFINAMENTO:
PER RAGIONI "IGNOTE" IL QUARK È CONFINATO ALL'INTERNO DEI NUCLEI E MESONI

DARE UN NOME ALLA FRUSTRAZIONE.

ESPERIMENTI TIPO "RUTHERFORD" RIVELARONO LA NATURA COMPOSITA DEL PROTONE

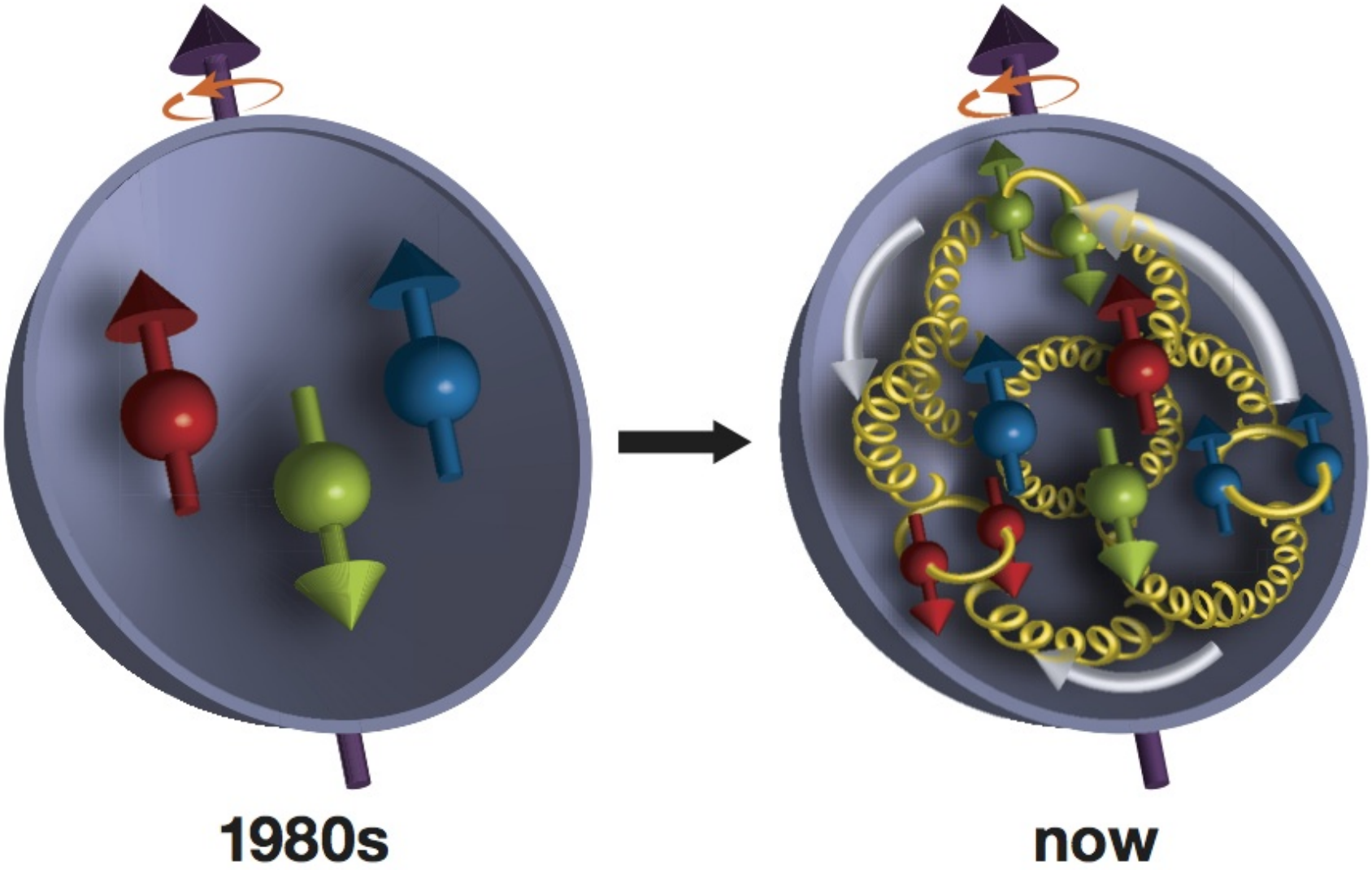


ANGOLO DIFFUSIONE

PRINCIPIO PAULI

STATI IDENTICI NON POSSONO LEGARSI IN UN BARIONE.

GRAN CONFUSIONE


1980s
now

UNA NUOVA CARICA: IL COLORE

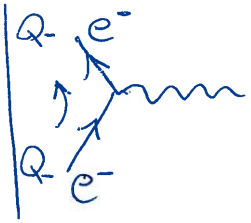
NON SOLO I QUARKS POSSONO AVERE DIVERSI "SAPORI" (u, d, s)
MA ANCHE DIVERSI COLORI: r, g, b (3 COLORI) SIMMETRIA $SU(3)$
QUESTO PERMETTE LA COSTRUZIONE DI BARIONI $u^r u^g u^b$, AD ESEMPIO.
EMERGE UNA PROPRIETÀ: TUTTI GLI OSSERVABILI IN NATURA SONO "BIANCHI"
NON SI POSSONO CREARE PARTICELLE CON STABILI CON 2, 4 O PIÙ QUARK.
"NUOVA CARICA" SIGNIFICA "NUOVA FORZA", E RICHIEDE UN MEDIATORE

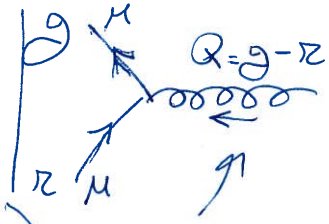
EM

FOTONE

CROMODINAMICA

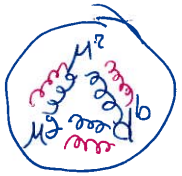
GLUONE

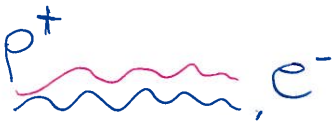




PARTICELLA CARICA.

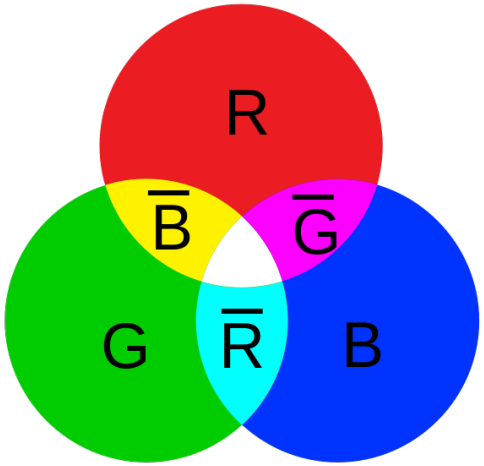
LA CROMODINAMICA HA MEDIATORI CARICHI: I GLUONI.
ESSENDO COLORATI NON POSSONO ESSERE ISOLATI, COME I QUARK.
RICAPITOLIAMO: C'È UNA FORZA DI CUI NON OSSERVIAMO NÈ I COSTITUENTI, NÈ I MEDIATORI, COMPLETAMENTE CONFINATA.

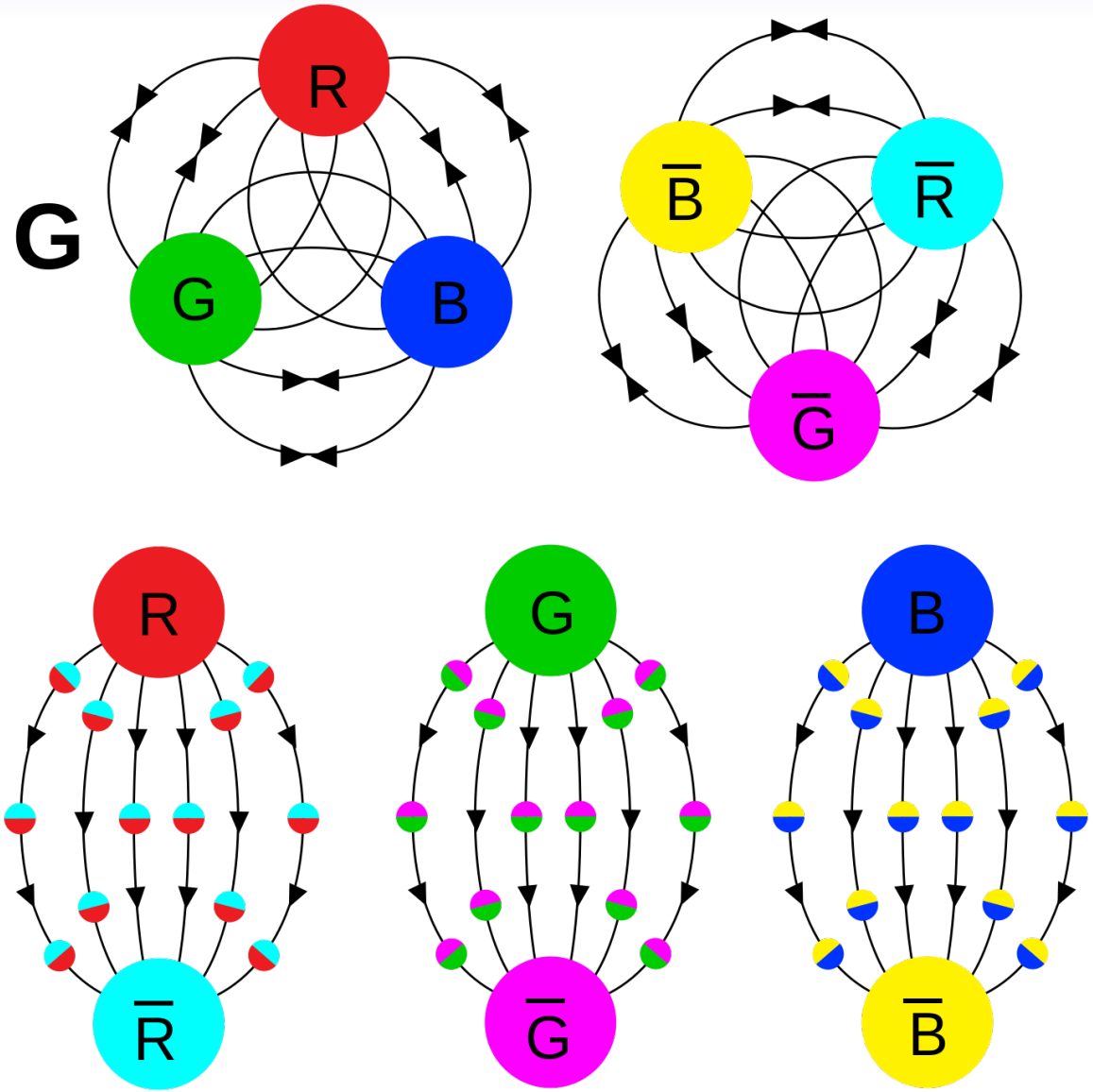




ATOMO IDROGENO

I GLUONI, ESSENDO CARICHI, DOVREBBERO FORMARE STATI LEGATI "PALLE DI COLLA" (INOSSERVATE)


R
$\overline{B}$
$\overline{G}$
G
$\overline{R}$
B


G
R
G
B
$\overline{B}$
$\overline{R}$
$\overline{G}$
R
$\overline{R}$
G
$\overline{G}$
B
$\overline{B}$

RIVOLUZIONE DI NOVEMBRE (1974-1983)

IL MODELLO A QUARK SPIEGAVA TUTTO MA NON C'ERA EVIDENZA SPERIM.

TUTTO SI REGGEVA SU DUE PILASTRI:
- CARICA DI COLORE
- CONFINAMENTO

EVIDENZA INDIRETTA: STRUTTURA DEL PROTONE.

CURIOSAMENTE, LA CONFERMA DEL MODELLO ARRIVÒ (QUASI) INASPETTATAMENTE

SCOPERTA DEL MESONE J/ψ NEL 1974.

VITA MEDIA LUNGHISSIMA: $\Gamma_{J/\psi} \sim 10^{-20}$ s RISPETTO A $\Gamma_h \sim 10^{-23}$ s.

"QUASI": GLASHOW, ILIOPULOS E MAIANI PREDISSERO NEL 1970 L'ESISTENZA DEL C-QUARK

L'EQUIVALENTE BIOLOGICO DI ANDARE NEL DESERTO DEL GOBI E SCOPRIRE UNA TRIBÙ ISOLATA CHE VIVE LÌ DA 50.000 ANNI!

$J/\psi = c\bar{c}$

NUOVA FISICA, NUOVO QUARK

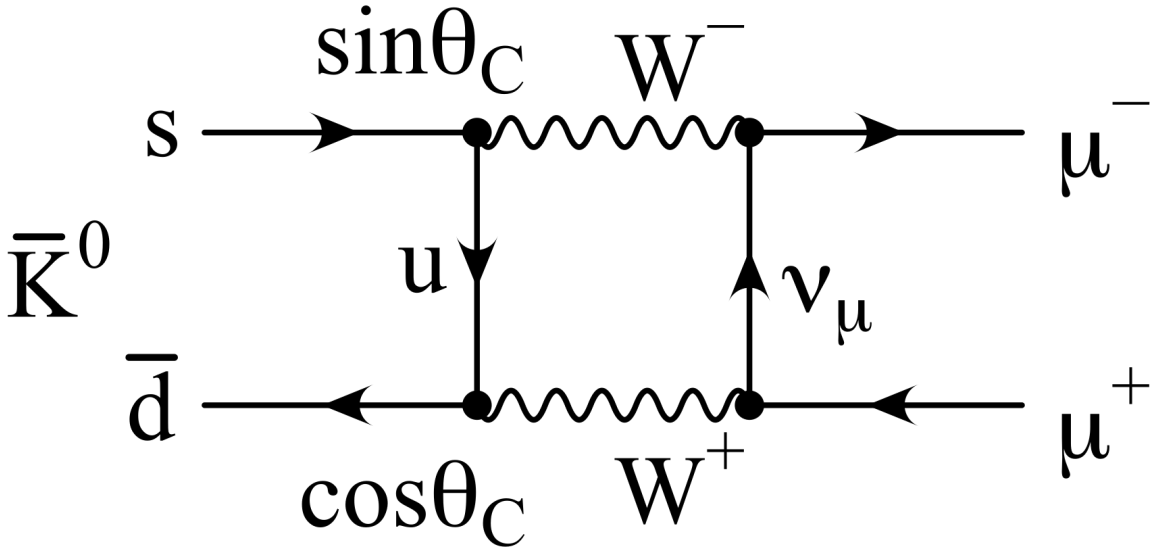
UN PARALLELO INTRIGANTE

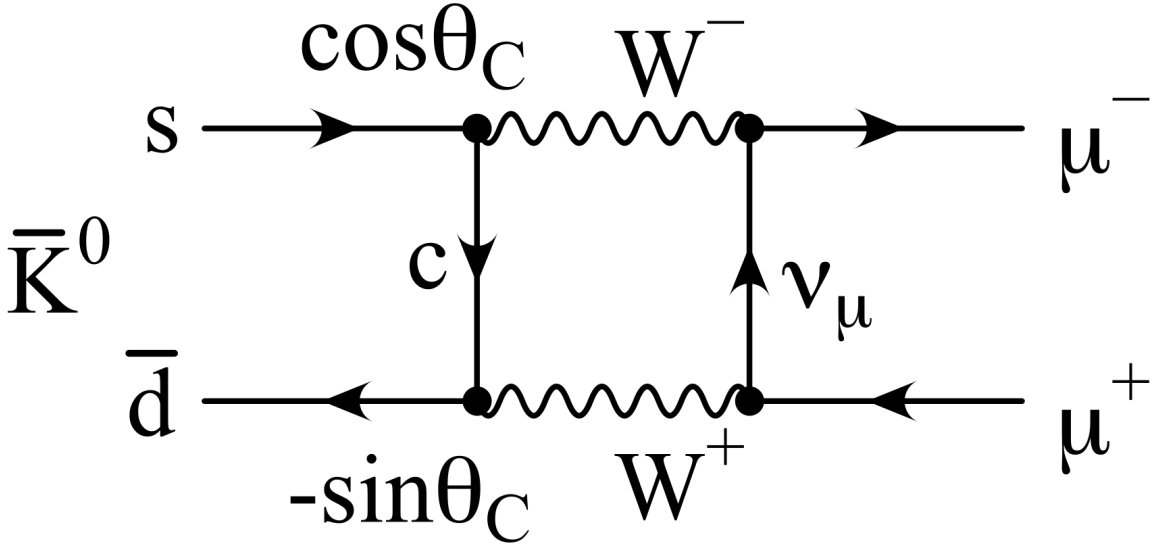
LEPTONI	QUARK
e	u
μ	c
ν_e	d
ν_μ	s

QUATTRO OGGETTI PER FAMIGLIA?

COME "NO"?! NEL 1975 SALTA FUORI UN NUOVO LEPTONE (τ), E NEL 1979 UN NUOVO QUARK $\Upsilon = b\bar{b}$.

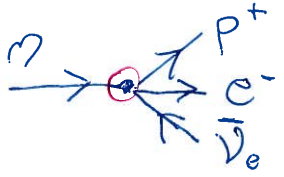
CINQUE LEPTONI E CINQUE QUARKS!


sinθC
W−
s
μ−
K̄0
u
νμ
d̄
μ+
cosθC
W+


cosθC
W−
s
μ−
K̄0
c
νμ
d̄
μ+
-sinθC
W+

ALTRI BOSONI (1983)

LA TEORIA DI FERMI DEL DECADIMENTO-β PREVEDE CHE QUESTO AVVENGA ATTRAVERSO UN' INTERAZIONE "DI CONTATTO":



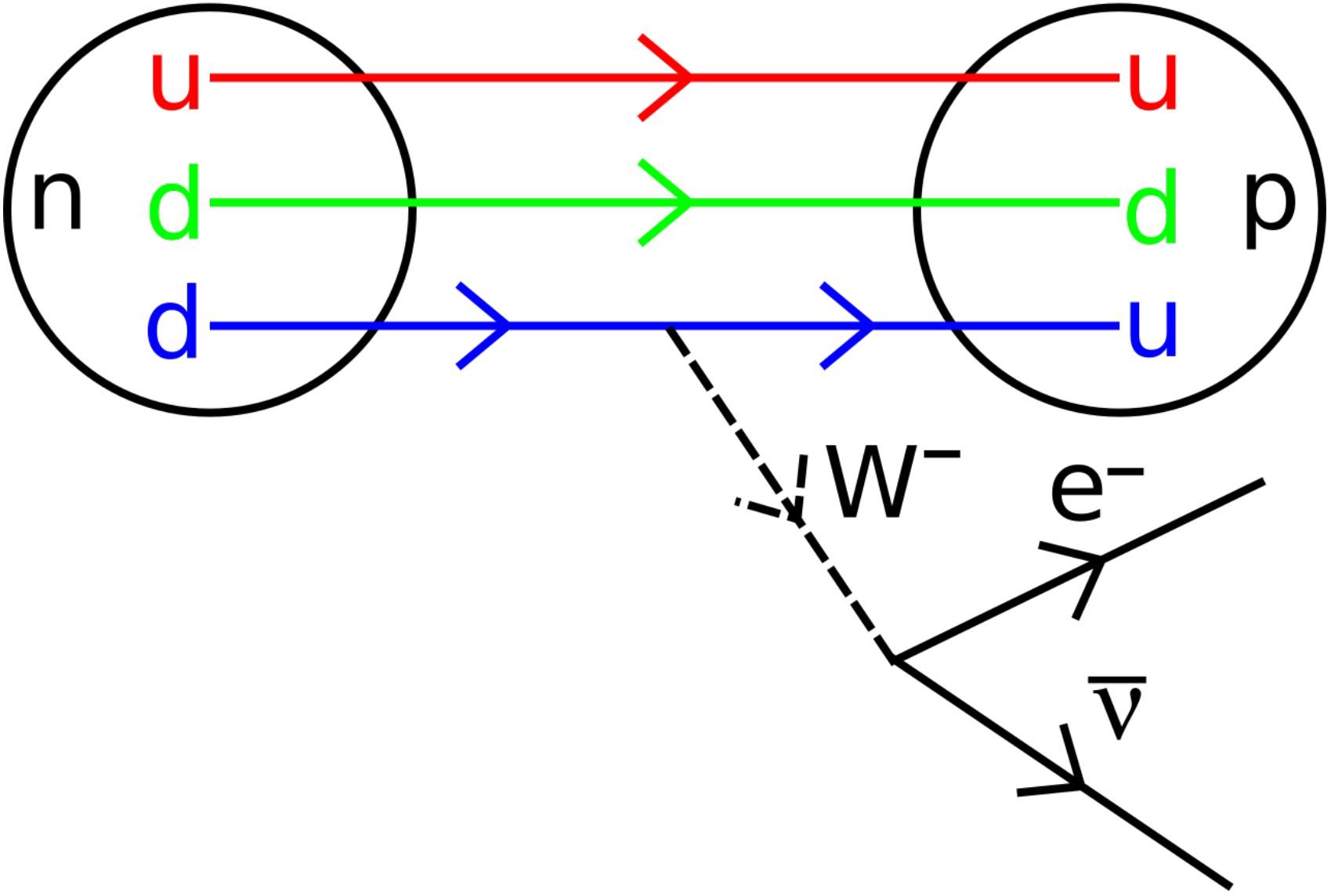
IN UNO SPAZIO-TEMPO A QUATTRO-DIMENSIONI QUESTO TIPO DI INTERAZIONI RIVELANO LA PRESENZA DI UN MEDIATORE A CORTO RAGGIO:

IL BOSONE W CARICO (INTERMEDIO) RESPONSABILE DELLA FORZA NUCLEARE DEBOLE

CORTO RAGGIO = POSSIEDE UNA MASSA

QUALI SONO LE PROPRIETÀ DI QUESTO BOSONE??

1) VIOLA LA CONSERVAZIONE DEL SAPORE NEI QUARKS
2) COLLEGA FAMIGLIE CON CARICA DIFFERENTE
3) SELEZIONA PARTICELLE CON SPIN (ELICITÀ) DEFINITO.
4) ...


n
u
d
d
u
d
u
p
W⁻
e⁻
ν̄

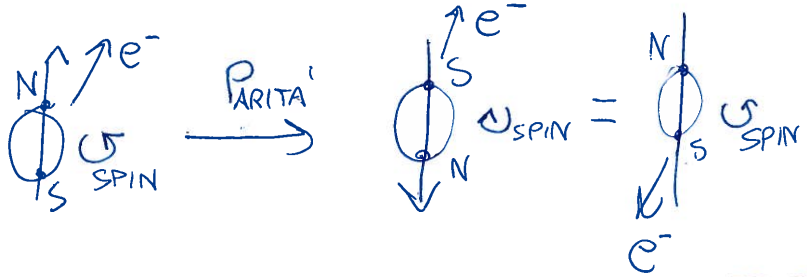
W E LE SIMMETRIE DISCRETE

SI PUÒ DIMOSTRARE CHE UN SISTEMA QUANTISTICO È INVARIANTE PER INVERSIONE DI:

- PARITÀ → SE VIENE GUARDATO ALLO SPECCHIO
- CARICA → SE OGNI CARICA VIENE INVERTITA
- FLUSSO TEMPORALE → SE OGNI PROCESSO VIENE GUARDATO "ALL'INDIETRO"

ESPERIMENTO DI MADAM WU: LEE E YANG SI ACCORGONO CHE NESSUNO HA ANCORA VERIFICATO L'INVARIANZA DI PARITÀ NEI PROCESSI DEBOLI.

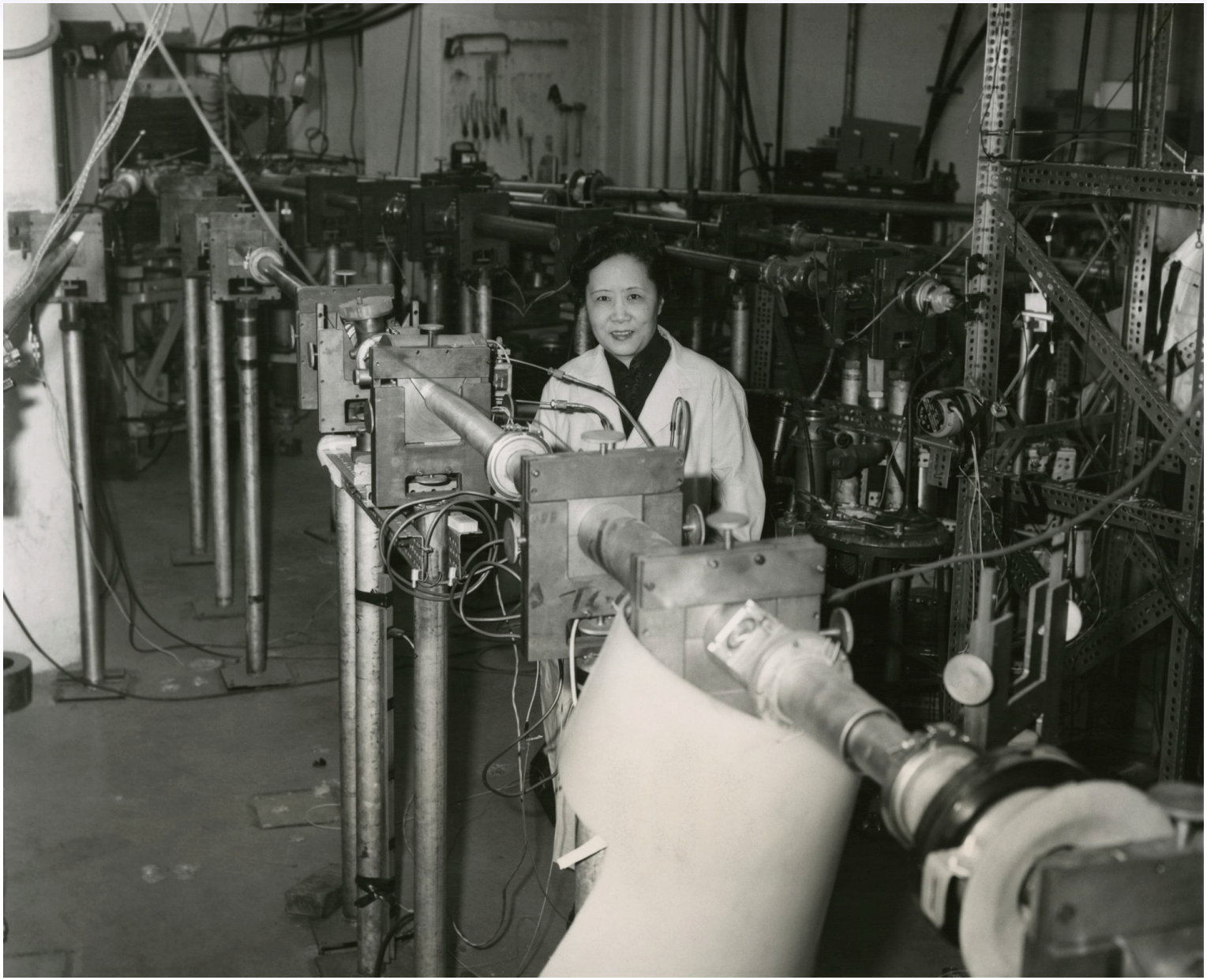
1959: IL COBALTO-60 DECADE EMETTENDO ELETTRONI LUNGO LA DIREZIONE DI ALLINEAMENTO DEL SUO SPIN: ALLO SPECCHIO INVECE...



MA QUESTO PROCESSO NON SI OSSERVA IN NATURA!

LA FORZA DEBOLE "PREFERISCE" DELLE "DIREZIONI"!!!

COSA IMPLICA NELLE INTERAZIONI?



PARITÀ E NEUTRINI

UNA PARTICELLA VIAGGIA A VELOCITÀ V SULL'ASSE X:

SE UN OSSERVATORE SI MUOVESSE PIÙ VELOCEMENTE DELLA PARTICELLA VEDREBBE L'ORIENTAMENTO INVERTIRSI

QUINDI QUESTO ORIENTAMENTO (ELICITÀ) NON È INVARIANTE PER TRASFORMAZIONI SPAZIO-TEMPORALI... A MENO CHE LA PARTICELLA NON VIAGGI ALLA VELOCITÀ $\boxed{c}$! IN QUEL CASO È INVARIANTE.

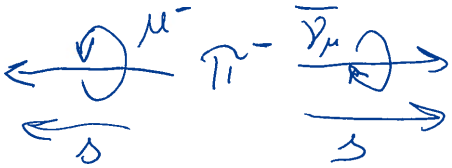
COME SI COMPORTANO I NEUTRINI? (SONO LA PARTICELLA "DEBOLE")

TUTTI GLI ESPERIMENTI CONDOTTI DIMOSTRANO CHE

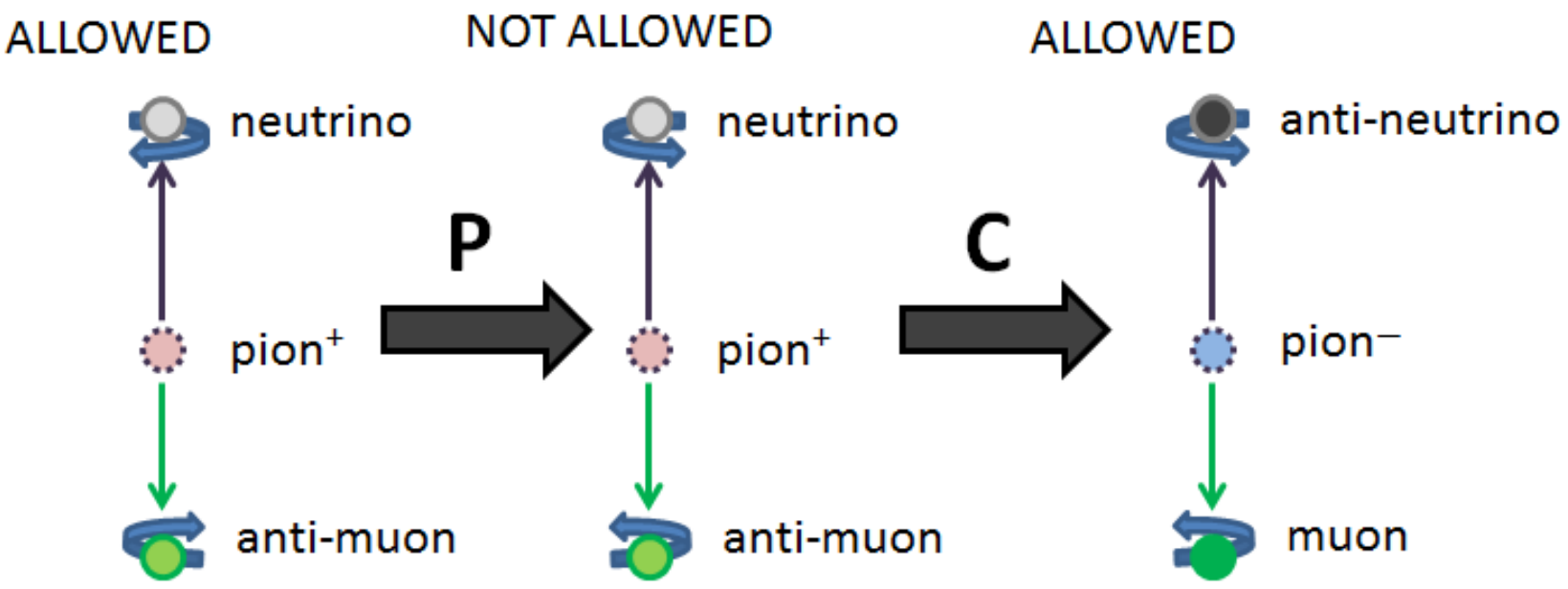
- OGNI NEUTRINO HA ELICITÀ SINISTRORSA
- OGNI ANTI-NEUTRINO HA ELICITÀ DESTRORSA.

TAVOLE DELLA LEGGE

SPERIMENTALMENTE VERIFICATO DAL DECADIMENTO DEL π



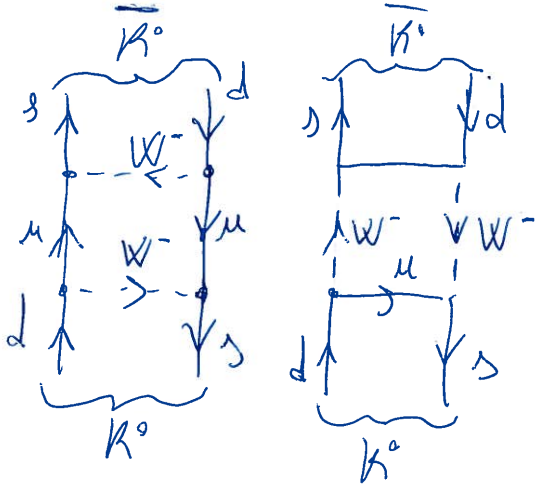
IL MUONE È SEMPRE DESTRORSO QUINDI ANCHE L'ANTINEUTRINO LO È.



M. Strassler 2013

VIOLAZIONE CARICA-PARITÀ

ELETTRODINAMICA E CROMODINAMICA CONSERVANO $\boxed{\text{PARITÀ}}$ E $\boxed{\text{CARICA}}$.
LA TEORIA DEBOLE VIOLA $\boxed{\text{PARITÀ}}$ E $\boxed{\text{CARICA}}$ (SI PENSI AI NEUTRINI)
TUTTAVIA, NEGLI ESEMPI PRECEDENTI, SE SI TRASFORMA IL SISTEMA CONTEMPORANEAMENTE PER PARITÀ E CARICA, TUTTO FUNZIONA
CIOÈ... QUASI TUTTO FUNZIONA...
ESISTE UN KAONE CHE PUÒ OSCILLARE NELLA SUA ANTIPARTICELLA



$P(K^0) = -(K^0)$, $P(\bar{K}^0) = -(\bar{K}^0)$
$C(K^0) = (\bar{K}^0)$, $C(\bar{K}^0) = (K^0)$
} PROPRIETÀ DI UNO PSEUDOSCALARE

DEFINIAMO DUE STATI:
$K_1 = K^0 - \bar{K}^0$ E $K_2 = K^0 + \bar{K}^0$

2 PIONI $CP \to 1$
3 PIONI $CP \to -1$

K_1 PUÒ DECADERE IN STATI CON $CP \to 1$, MENTRE K_2 IN STATI $CP \to -1$

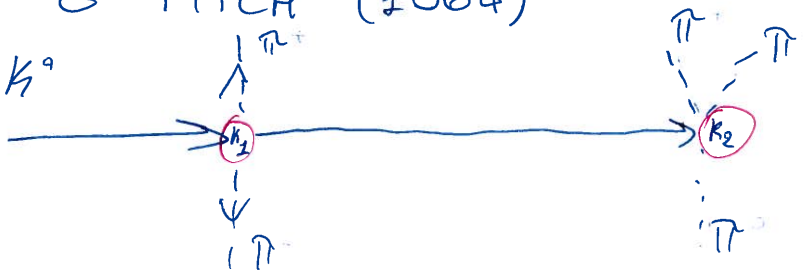
QUINDI SE PARTIAMO CON $\boxed{K^0 = K_1 + K_2}$ SU UN FASCIO, VEDIAMO ENTRAMBI I MODI DECADERE, MA CON VITE MEDIE E MASSE DIFFERENTI!

CRONIN E FITCH (1964)

$K_1 \to \tau_1 \sim 10^{-10}\,s$

$K_2 \to \tau_2 \sim 10^{-8}\,s$

$\frac{m_2 - m_1}{m_0} \sim 10^{-15}$



COMUNEMENTE QUESTI MODI SONO RIBATTEZZATI K_S E K_L $\begin{cases} S: \text{SHORT} \\ L: \text{LONG} \end{cases}$

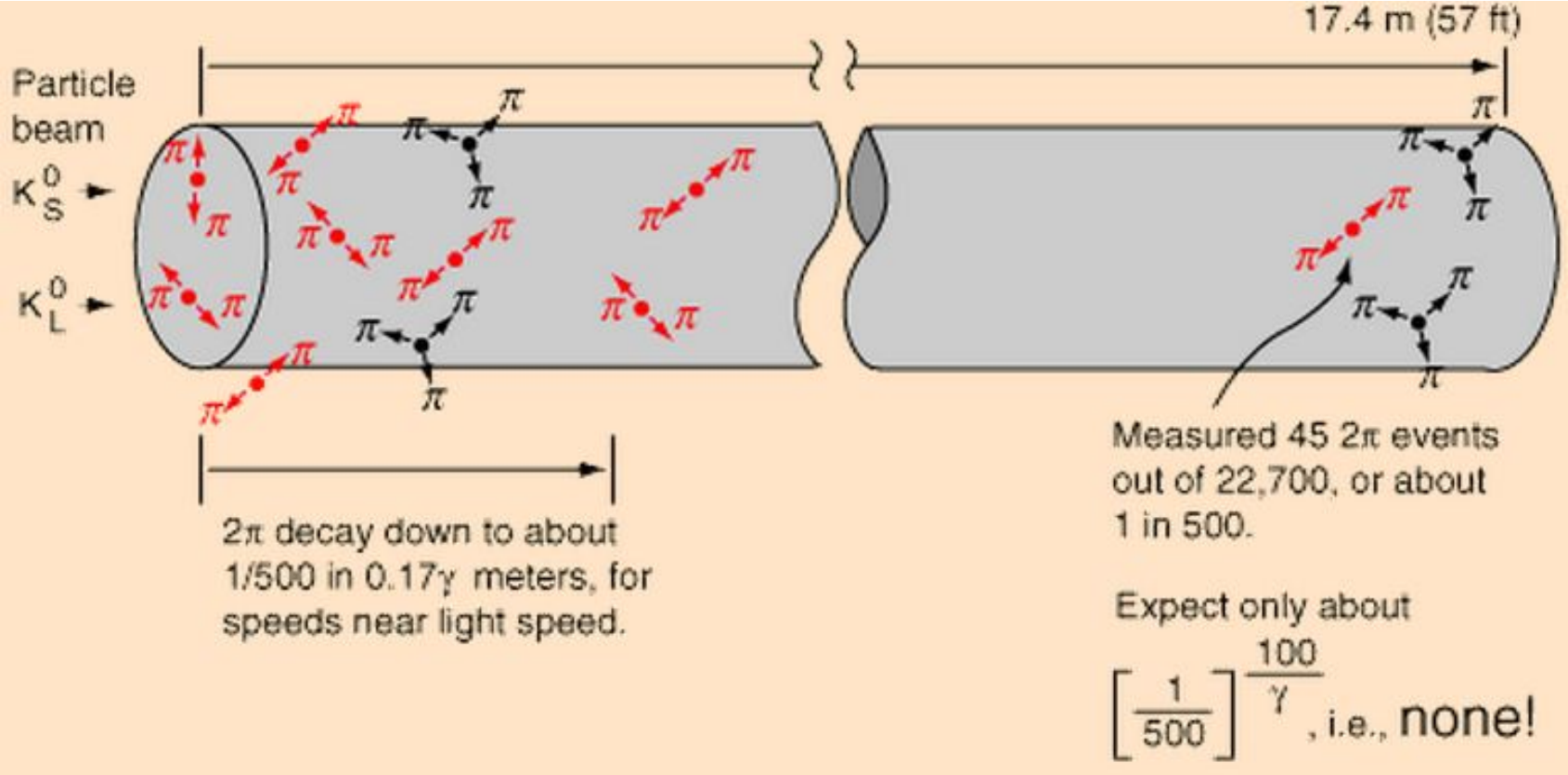
USIAMO UN FASCIO LUNGO, LASCIAMO CHE K_S DECADA, E ANDIAMO A VEDERE SOLO K_L ALLA FINE DEL DETECTOR.

NEL 1964, ALL'ESTREMITÀ DI UN FASCIO DI ~17 METRI, CRONIN E FITCH CONTARONO 45 DECADIMENTI IN 2 PIONI SU UN TOTALE DI ~22.700 DECADIMENTI (PRINCIPALMENTE IN 3 PIONI)

K_L TENDE A VIOLARE CP: IN LUI C'È "UN PO'" DI K_1.

GLI STUDI SUL DECADIMENTO MISTO CONFERMARONO LA VIOLAZIONE DI CP: K_L PREFERISCE DECADERE IN $\boxed{\pi^- + e^+ + \nu_e}$ PIUTTOSTO CHE $\boxed{\pi^+ + e^- + \bar{\nu}_e}$.

ASIMMETRIA MATERIA-ANTIMATERIA


17.4 m (57 ft)
Particle beam
K_S^0
K_L^0
2π decay down to about 1/500 in 0.17γ meters, for speeds near light speed.
Measured 45 2π events out of 22,700, or about 1 in 500.
Expect only about
$\left[\frac{1}{500}\right]^{\frac{100}{\gamma}}$, i.e., none!

LA MATRICE CKM (1963-1973)

SEMBRA CHE LA NATURA PRENDA SERIAMENTE SIA LE SIMMETRIE GLOBALI E DISCRETE CHE QUELLE DI CARICA, MA GLI ENTI CON CUI DESCRIVIAMO IL MONDO (CAMPI QUANTISTICI) HANNO BISOGNO DI UN "RIAGGIUSTAMENTO" QUANDO SI RICONCILIANO I TRE TIPI DI SIMMETRIE: GLI STATI DI CARICA SONO DIVERSI DA QUELLI FISICI

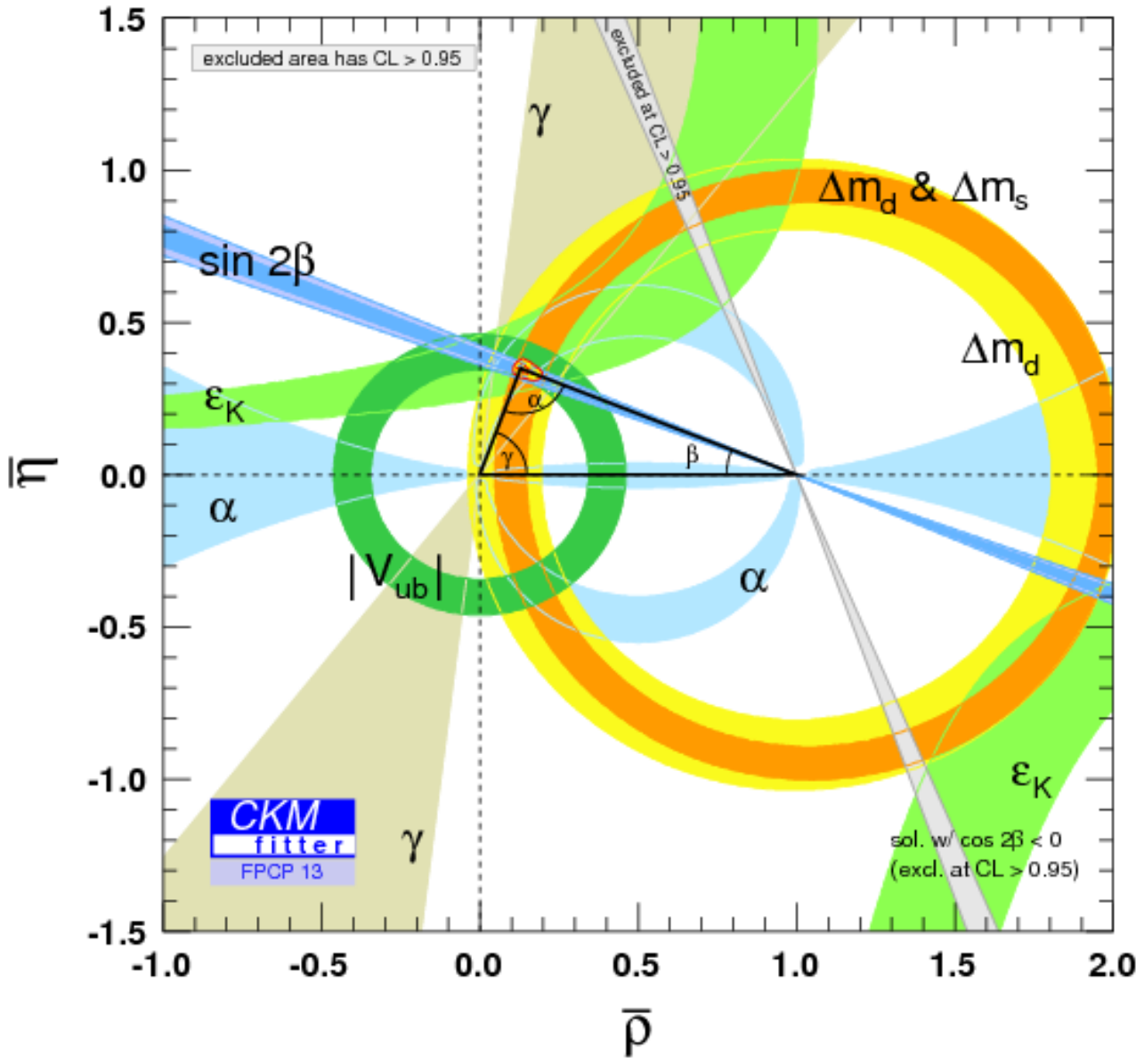
SIMMETRIE DI CARICA | SIMMETRIE GLOBALI E DISCRETE

CKM RIAGGIUSTA →

AL NETTO DEL RIAGGIUSTAMENTO OTTENIAMO VIOLAZIONE DI SAPORE E CP DALLA FORZA DEBOLE

CABIBBO CAPÌ IL SENSO DEL RIAGGIUSTAMENTO E LA FORMA MATEMATICA CORRETTA PER LA DESCRIZIONE, KOBAYASHI E MASKAWA CAPIRONO CHE PER OTTENERE UNA VIOLAZIONE DI CARICA E PARITÀ ERANO NECESSARIE (ALMENO) TRE GENERAZIONI: PREDIZIONE DI QUARK c, b, t.

NOBEL NEL 2008.


excluded area has CL > 0.95
excluded at CL > 0.95
γ
Δm_d & Δm_s
sin 2β
Δm_d
ε_K
α
β
γ
α
|V_ub|
α
ε_K
CKM fitter
FPCP 13
γ
sol. w/ cos 2β < 0
(excl. at CL > 0.95)
1.5
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0
-1.5
-1.0
-0.5
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
η̄
ρ̄

TORNIAMO AI BOSONI (1983)

IL LAVORO COMBINATO DI GLASHOW (1959), SALAM (1959) E WEINBERG (1967) PORTÒ AD UNA TEORIA CHE COMBINAVA OGNI ELEMENTO CONSIDERATO FINO AD ORA PER LA TEORIA DEBOLE ED EM, E LO ACCOMODAVA SECONDO DUE SIMMETRIE: $\boxed{SU(2)_L \otimes U(1)_Y}$

NON CI INTERESSANO I DETTAGLI FORMALI, MA LA PREDIZIONE FENOMENOLOGICA: ALTRI TRE BOSONI VETTORI MASSIVI: W^+, W^-, Z OLTRE AL FOTONE.

NEL CORSO DEI 15 ANNI SUCCESSIVI FU CALCOLATO CHE

$M_W \sim 82\ GeV/c^2$ E $M_Z \sim 92\ GeV/c^2$.

LE DUE PARTICELLE FURONO SCOPERTE DA RUBIA NEI PRIMI SEI MESI DEL 1983: $\boxed{M_W \sim 80\ GeV/c^2,\ M_Z \sim 91\ GeV/c^2}$

IL TRIONFO DEL MODELLO STANDARD, UNA DELLE PIÙ GRANDI CONQUISTE DELL'UMANITÀ.

ANDIAMO A RICAPITOLARE COSA ABBIAMO E COSA MANCA.

MODELLO STANDARD DAL 1983 AL 1995

LEPTONI	QUARK	MEDIATORI		
		EM	DEBOLE	FORTE
e μ τ	d s b			
ν_e ν_μ $\nu_?$	u c ?	γ	$Z, W^\pm$	g

, , ,

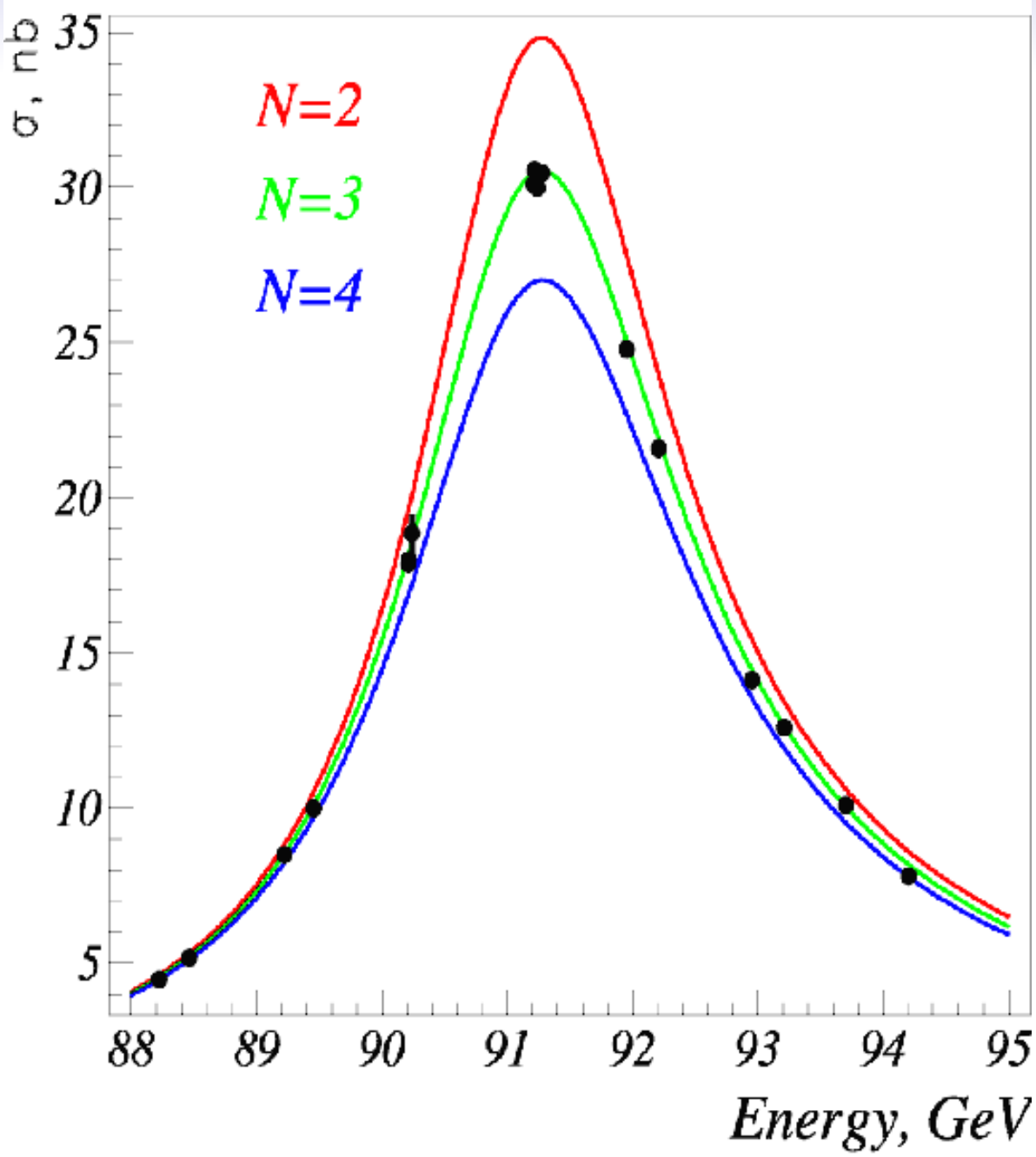
GLI ESPERIMENTI DI LEP PERMISERO POI DI CONTARE IL NUMERO DEI NEUTRINI PRESENTI IN NATURA CON MASSA $m_\nu \leq \frac{m_Z}{2}$

I NEUTRINI CON TALI CARATTERISTICHE SONO $\boxed{3}$

NON SAPPIAMO ANCORA SE IL TERZO SIA UN τ!

MANCA IL TERZO QUARK DELLA FAMIGLIA U E C, E POI MANCA QUALCOS' ALTRO...

LA TEORIA DI GSW, PER QUANTO FUNZIONI, HA UN PROBLEMA SERISSIMO: PASSI PER I LEPTONI E I QUARK, MA DEI BOSONI MEDIATORI NON POSSONO AVERE MASSE SENZA VIOLARE LE INVARIANZE.


σ, nb
35
30
25
20
15
10
5
N=2
N=3
N=4
88
89
90
91
92
93
94
95
Energy, GeV

LA "GOLDEN AGE" SPERIMENTALE E IL TOP (1995)

GLI ESPERIMENTI CDF E DØ AL TEVATRON MISURARONO IL QUARK MANCANTE, CONFERMANDO L'IMPIANTO DELLE TRE GENERAZIONI. È IL QUARK PIÙ PESANTE, MA LA SUA OSSERVAZIONE CONFERMA SENZA MARGINE DI DUBBIO LA SOLIDITÀ DEL MODELLO STANDARD.

't HOOFT E VELTMAN VINCONO IL NOBEL NEL 1999: IL LORO CONTRIBUTO PROVA CHE LA TEORIA È INVARIANTE E VALIDA A QUALSIASI SCALA DI ENERGIA (TESTABILE DALL'UOMO). RINORMALIZZAZIONE.

MANCANO GIUSTO POCHI DETTAGLI AL TRIONFO COMPLETO:

- CAPIRE E DETERMINARE IL SETTORE DEI NEUTRINI
- CAPIRE L'ORIGINE DELLA MASSA DEI BOSONI VETTORI.

PRENDE IL VIA UNO DEI PROGRAMMI DI FISICA SPERIMENTALE PIÙ MASTODONTICI MAI VISTO: LARGE HADRON COLLIDER (1998).

Aerial View of the Large Hadron Collider in Geneva

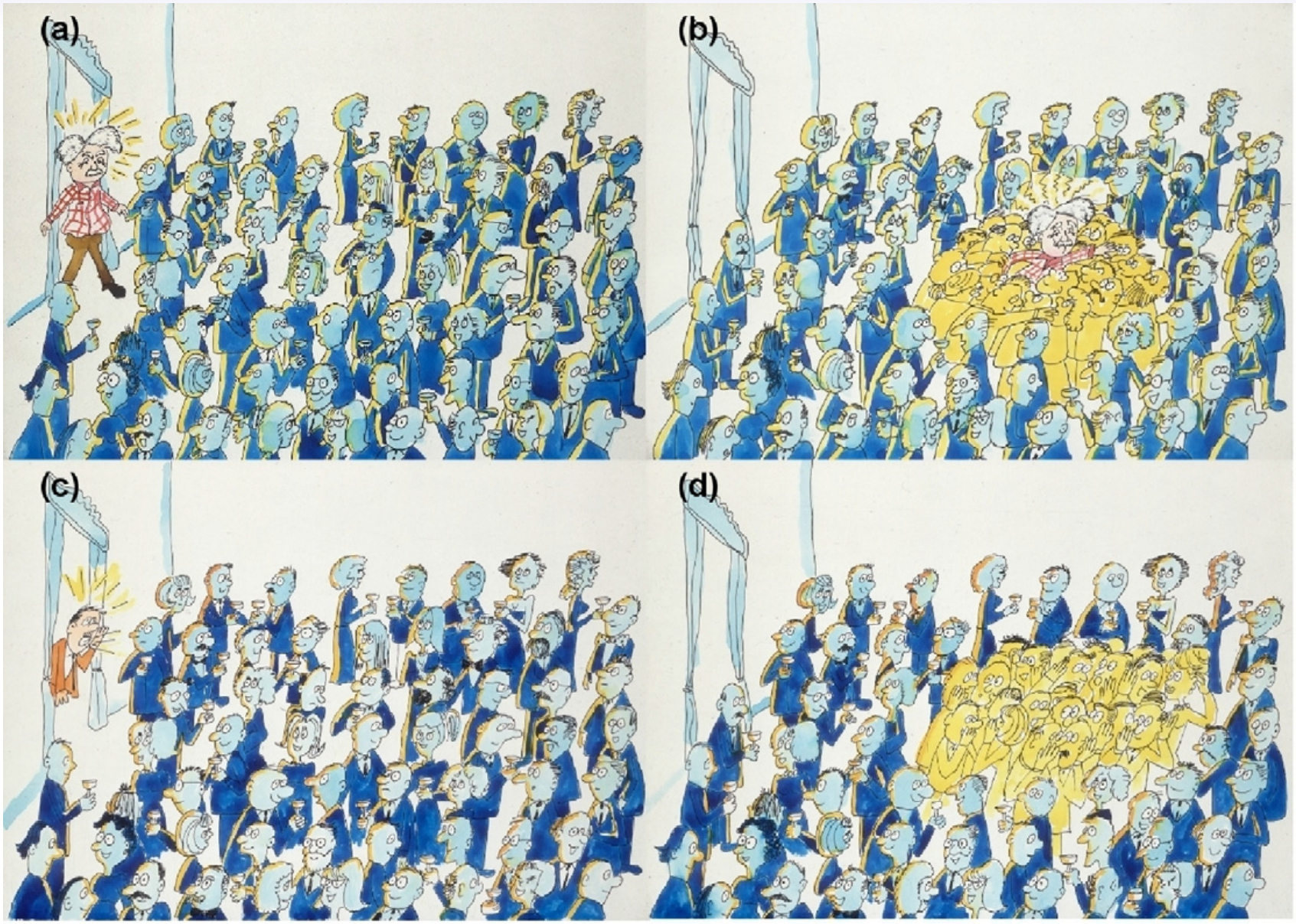
IL BOSONE DI HIGGS (1964-2012)

ANCHE SE IL MODELLO STANDARD FU PORTATO A COMPIMENTO NEL 1967, GIÀ DAL 1964 PETER HIGGS AVEVA CAPITO IL MECCANISMO PER OTTENERE BOSONI VETTORI CON MASSA IN TEORIE COME QUELLA IPOTIZZATA DA GSW: BISOGNA LASCIAR LE COSE COME STANNO (I BOSONI RIMANGONO SENZA MASSA) E AGGIUNGERE UN CAMPO "AD HOC" CHE "ROVINI" LA SIMMETRIA DI PARTENZA: $SU(2)_L \otimes U(1)_Y \to U(1)_{EM}$ + MASSE

MANDÒ L'ARTICOLO, E IL REVISORE ANONIMO RISPOSE:

"L'IDEA È BUONA, MA MI SONO ACCORTO CHE AGGIUNGENDO IL CAMPO IN QUESTIONE, DOPO CHE TUTTI I BOSONI ACQUISISCONO MASSA, RIMANE ANCHE UN 'QUANTO' DI CAMPO IN CIRCOLAZIONE; PER FAVORE CORREGGA L'ARTICOLO E AGGIUNGA QUESTO DETTAGLIO."

COSÌ PETER HIGGS AGGIORNÒ L'ARTICOLO CONSTATANDO CHE IL SUO MECCANISMO FUNZIONAVA BENISSIMO, A PATTO CHE SALTASSE FUORI QUESTO "BENEDETTO" QUANTO?


(a)
(b)
(c)
(d)

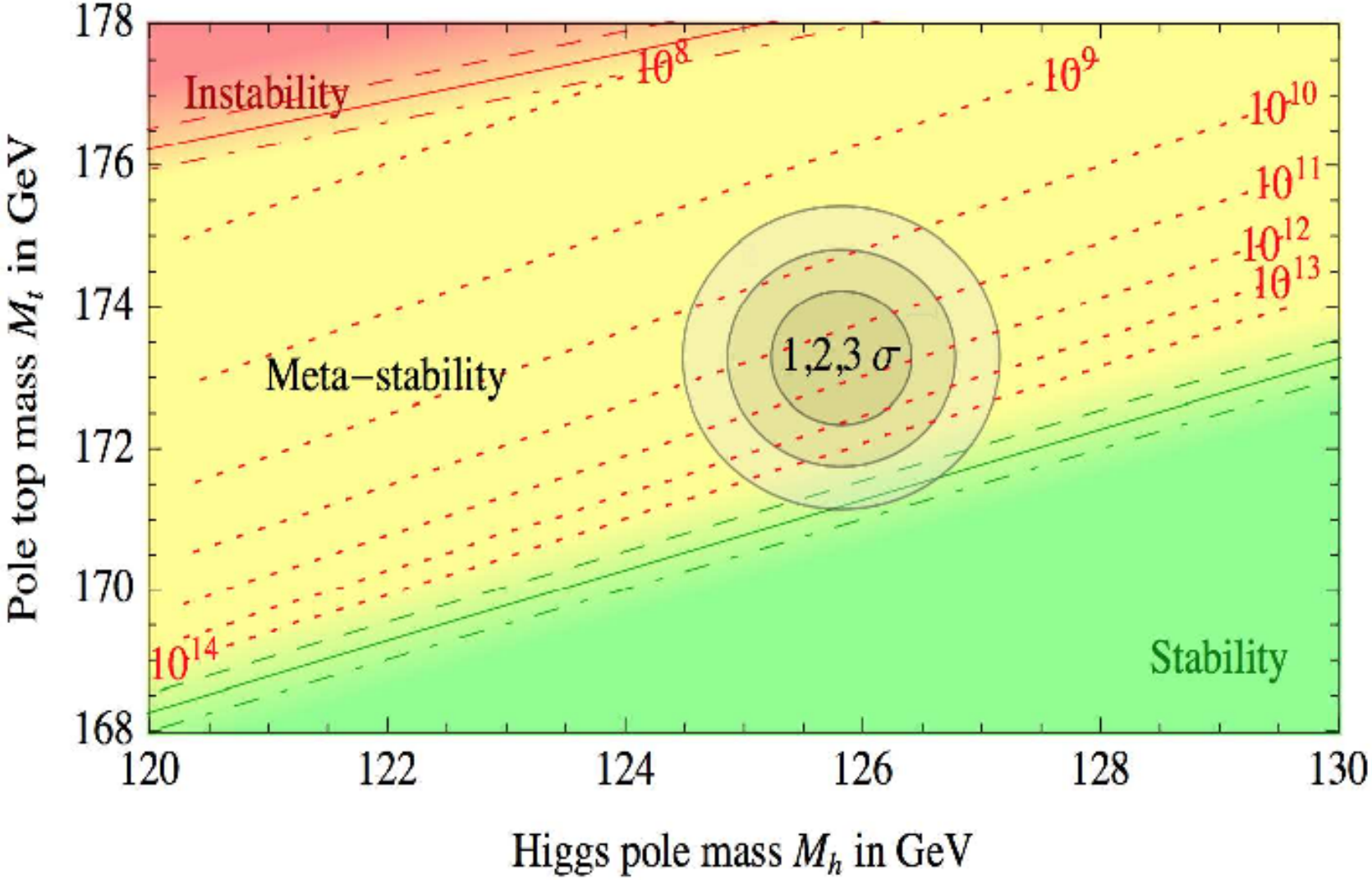
L'IDEA È MALEDETTAMENTE BUONA

IL CAMPO PROPOSTO DA HIGGS E IL MECCANISMO POI PERFEZIONATO DA BROUT ED ENGLERT RISOLVE TUTTI I PROBLEMI IN UN COLPO.
NON SOLO, RIESCE ANCHE A SPIEGARE PARAMETRI DEL MODELLO IN SÉ NON PROBLEMATICI (LE MASSE DI TUTTE LE PARTICELLE) IN UNA ELEGANTISSIMA FORMULAZIONE, INOLTRE PREDICENDO L'ESISTENZA DI UN NUOVO BOSONE.

NEL 1977, LEE-QUIGG-THACKER DIMOSTRANO CHE TALE PARTICELLA DEVE AVERE MASSA INFERIORE A $\sim 700\ GeV/c^2$

DOPO 48 ANNI, GLI ESPERIMENTI ATLAS E CMS DEL LARGE HADRON COLLIDER ANNUNCIANO LA SCOPERTA DI UN BOSONE COMPATIBILE CON L'IPOTESI DI BROUT-ENGLERT-HIGGS AVENTE MASSA $m_H \sim 125\ GeV/c^2$.

NEL 2013 ENGLERT E HIGGS VINCONO IL PREMIO NOBEL.


Instability
Meta−stability
Stability
1,2,3 σ
10^8
10^9
10^10
10^11
10^12
10^13
10^14
178
176
174
172
170
168
120
122
124
126
128
130
Pole top mass M_t in GeV
Higgs pole mass M_h in GeV

DOVE ABBIAMO LASCIATO I NEUTRINI? (1998-0661)

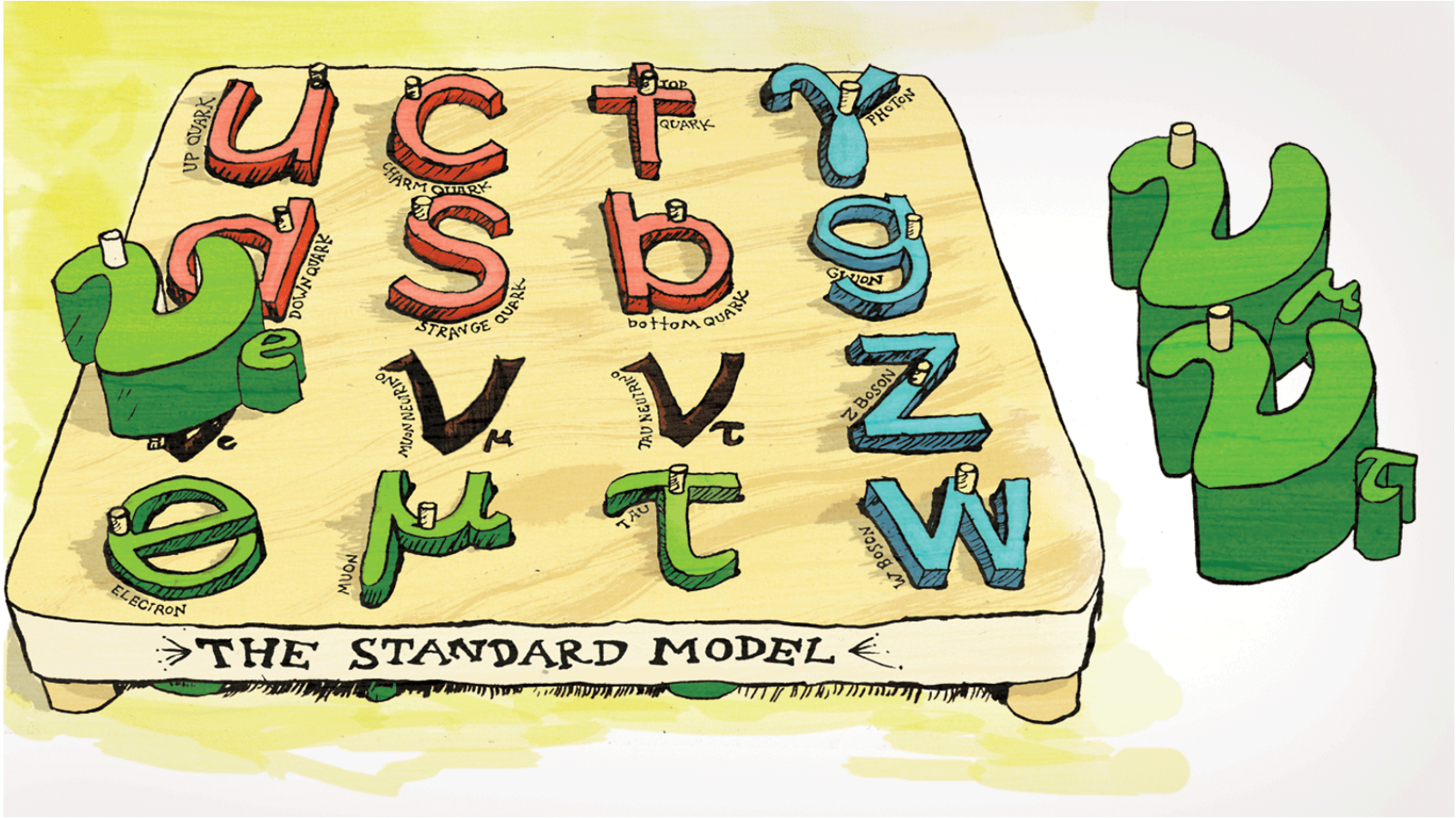
IL SOLE È UN REATTORE A FUSIONE NUCLEARE (FUSIONE H IN He).
L'ENERGIA IN ECCESSO È RILASCIATA IN TERMINI DI FOTONI E NEUTRINI.
VERSO LA FINE DEGLI ANNI '60 SI MISURÒ UN FLUSSO DI ν MINORE DELLA METÀ DEI NEUTRINI ATTESI (PROBLEMA DEI NEUTRINI SOLARI)
NEL 1998 L'ESPERIMENTO SUPERKAMIOKANDE FORNÌ LA PRIMA PROVA DEL FATTO CHE I NEUTRINI "MANCANTI" ERANO OSCILLATI SU UN ALTRO SAPORE. NEL 2000 SCOPERTO ν_τ...
DAL SOLE "CI SI ASPETTA" NEUTRINI ELETTRONICI, INVECE OSCILLANO DA UNO STATO α A UNO β SECONDO

$$P_{\alpha\to\beta} = \left|\sum_i U^*_{\alpha i} U_{\beta i} e^{-i m_i^2 L/2E}\right|^2$$

U È LA MATRICE DI PONTECORVO-MAKI-NAKAGAWA-SAKATA

TALE OSCILLAZIONE DIPENDE DA m_i, ALTRIMENTI $\sum_i U^*_{\alpha i} U_{\beta i} = 0$.

TUTTA LA COSTRUZIONE FATTA PER NEUTRINI SENZA MASSA VA DRASTICAMENTE RIVISTA E IL MODELLO STANDARD ESTESO.


UP QUARK
CHARM QUARK
TOP QUARK
PHOTON
DOWN QUARK
STRANGE QUARK
bottom QUARK
GLUON
MUON NEUTRINO
TAU NEUTRINO
Z BOSON
ELECTRON
MUON
TAU
W BOSON
THE STANDARD MODEL

STATO DELL' ARTE (2019)

IL MODELLO STANDARD DESCRIVE TUTTO ABBASTANZA BENE IN MODO AUTOCONSISTENTE: $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$

QUARK "U"	QUARK "d"	LEPTONI CARICHI	NEUTRINI	MEDIATORI	HIGGS
u	d	e	ν_e	γ	H
c	s	μ	ν_μ	Z	
t	b	τ	ν_τ	$W^\pm$	
				g	

γ E g SENZA MASSA, ν DA ACCOMODARE ...

- GLUEBALLS NON OSSERVATE
- MANCA UN CANDIDATO PER LA MATERIA OSCURA
- MANCA UNA FORMULAZIONE CHE INCORPORI LA GRAVITÀ
- MANCA UNA SPIEGAZIONE CONVINCENTE PER L'ABBONDANZA DI MATERIA NELL'UNIVERSO
- MANCA UNA RAGIONE DEL PERCHÉ LE GENERAZIONI SIANO (ALMENO) TRE E LE MASSE COSÌ DIFFERENTI
- ANCORA TANTI PARAMETRI IN GIOCO (FORSE TROPPI?)