

Un colabrodo di precisione III (02/11/11)

Eravamo rimasti con la domanda: perché tre famiglie di quark e leptoni e non una sola, giacché tutta la materia osservabile è costituita dalla prima famiglia? Purtroppo questa è una domanda che, almeno in buona misura, è ancora in attesa di una risposta convincente. Abbiamo qualche indizio, comunque, di una certa influenza della seconda famiglia sulla prima: vediamo.

La prima considerazione, infatti, e forse la più esoterica di tutte, è che il quark “*strange*” è presente nei protoni. In modo molto saltuario, ma la Meccanica quantistica consente la presenza di particelle virtuali con le relative antiparticelle per cui, in modo inversamente proporzionale alla loro massa, quark di diverse famiglie possono coesistere per brevi periodi con i quark “*up*” e “*down*”. In particolare, sia la teoria, sia gli esperimenti, hanno ormai dimostrato come il quark “*strange*” contribuisca al momento magnetico del protone per circa il 10% (molto meno per le altre proprietà come la massa ecc.). Qualcosa del genere sarà sicuramente vero anche per il neutrone, ma gli esperimenti sono più difficili da realizzare (non si possono accelerare due neutroni e spedirli uno contro l’altro, né si possono tenere “fermi” con un campo elettrico), e in un prossimo futuro solo la teoria riuscirà a fornirci qualche

informazione. Per quanto riguarda gli altri quark, sono così massicci che una loro presenza effimera, anche sotto forma virtuale, può incidere pochissimo sulle proprietà di protoni e neutroni.

Un’altra considerazione sul significato della molteplicità di famiglie, che sarà di sicuro vera, ma in questo momento non ci aiuta molto a capire i “perché”, è che le due famiglie superiori devono aver avuto un’importanza enorme nei primi istanti di vita dell’universo dopo il Big bang. Infatti, le energie in ballo erano tali da consentire l’esistenza – come particelle “reali” – di tutti i quark fino al “*top*”. In quale modo, però, ciò abbia determinato la struttura dell’universo attuale, è tutto da vedere. Proprio in questa settimana comincia la sperimentazione, all’interno di LHC, della collisione ad altissima energia tra nuclei di piombo, allo scopo di creare il cosiddetto “plasma di quark – gluoni” che era presente tra 10^{-11} e 10^{-10} secondi dopo il Big bang, quando i quark delle altre famiglie erano ancora importanti. Per avere qualche risultato interpretabile, però, occorrerà

Three Generations of Matter (Fermions)				
	I	II	III	
mass→	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge→	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin→	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name→	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	d down	s strange	b bottom	g gluon
Leptons	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e electron neutrino	ν_μ muon neutrino	ν_τ tau neutrino	Z weak force
0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV	
-1	-1	-1	±1	
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	
	e electron	μ muon	τ tau	W weak force

diverso tempo.

In ogni caso, c’è un altro indizio da seguire. Materia e antimateria, come sappiamo, si presentano in quantità molto disuguale nell’universo attuale: l’antimateria esiste solo in seguito a processi sporadici ad alta energia che la creano, e poi finisce distrutta in breve tempo; per il resto esiste solo materia. Il Modello standard, però, prevede una totale simmetria tra materia e antimateria, e di conseguenza ci si chiede dove sia finita l’antimateria mancante, o meglio: come mai ci sia solo materia (sono due domande sottilmente diverse). Sappiamo già, da esperimenti, che l’Interazione debole ha una leggera preferenza per la materia, in questo senso: il decadimento del mesone **K** produce, preferenzialmente, **quark e antineutrini** nel canale che decade in direzione della materia, e **neutrini e antineutrini** in quello che va verso l’antimateria. Si tratta, però, di uno sbilanciamento piccolissimo, del tutto insufficiente a spiegare l’esistenza di sola materia. È stato ipotizzato che anche l’Interazione forte abbia uno sbilanciamento verso la materia (sto semplificando molto le cose), e misure preliminari del decadimento del mesone **B** sembravano confermarlo, ma recentemente questi ultimi risultati sono stati messi in dubbio sempre da LHC. Comunque, anche studiando il mesone **B**, si può lavorare solo sulle prime due famiglie: per studiare pure la terza, e capire se c’è posto per uno sbilanciamento superiore a

favore della materia, occorrerà molto lavoro da parte di LHC. Dunque, in questo campo di studio siamo solo all'inizio: può darsi che le altre due famiglie siano servite a favorire la materia nei confronti dell'antimateria, ma non è ancora certo.

Purtroppo, ogni discorso possibile sulle altre due famiglie di particelle elementari termina qui. Conviene dunque passare a considerare il secondo elemento del Modello standard, e cioè le interazioni, a partire da quella elettromagnetica. Iniziare il discorso come seconda parte di un salotto, però, non mi pare il caso, e quindi preferisco riferire su alcune "novità" in senso lato, che sono solo informazioni preliminari.

- 1) Ancora nulla sui neutrini più veloci della luce. Comunque, il ministro Gelmini ha chiesto e ottenuto l'appoggio di Superman, che partirà assieme ai neutrini e, scavando una galleria, vedrà se riesce ad arrivare prima dei neutrini.
- 2) LHC ha terminato la sua prima fase di lavoro con collisioni protone-protone. Ha raccolto più di 6 femtobarn inversi, che è una misura del numero di collisioni. Ora, per qualche mese (a parte la normale chiusura invernale) lavorerà a collisioni tra nuclei di piombo, o tra di loro, o con protoni. Secondo le valutazioni di chi lavora nel settore, con 10 fb^{-1} dovrebbe essere possibile scoprire con certezza il bosone di Higgs "semplice", o alternativamente escludere con certezza la sua esistenza. Potrebbero, però, bastare già i 6 raccolti finora, anche se il lavoro di analisi dei risultati dovrà proseguire almeno per qualche mese. Dalle prime indiscrezioni, o il bosone non c'è, o si camuffa molto bene. A questo punto, la speranza è che non ci sia, altrimenti LHC potrebbe fare la line del Tevatron: riuscire solo a confermare il Modello standard fino a energie sempre più alte. Specie considerando il punto seguente:
- 3) Tutta una serie di famiglie di "supersimmetria" è risultata solo una meditazione filosofica. Alle energie raggiunte, dovrebbe essere stato possibile osservare un fiume di particelle supersimmetriche, mentre non ce n'è traccia alcuna. Ovviamente, questo non significa che la supersimmetria in quanto tale non esista, ma di sicuro non esistono quelle "semplici" previste finora dai fisici. Madre natura è molto restia a farsi imbrigliare in "teorie preventive", e solo la sperimentazione può dire veramente come funzioni. D'altra parte, questo non è un concetto nuovissimo, e già dovremmo averlo sentito da qualche parte, vero?
- 4) È spuntata fuori di nuovo la faccenda della variazione della costante di struttura fine α su distanze cosmologiche. La notizia viene sempre dallo stesso gruppo, che fa capo a John Webb, ma stavolta le osservazioni non sono dalle Hawaii, bensì dal Cile. Meglio aspettare altre conferme, però la cosa comincia a farsi interessante. Forse viviamo nell'unico angolino adatto alla vita di un "multiverso" in senso lato, infinito, in cui le leggi di Natura dipendono da dove e quando sono studiate.

Mi pare un bel po' di roba, no?