

CANDIDATO: Mattia Crescioli<sup>1</sup>

RELATORE: Dott. Michele Redi<sup>2</sup>

CORRELATRICE: Dott.ssa Stefania De Curtis<sup>3</sup>

## Test di precisione in modelli con Higgs parzialmente composto

In questo lavoro di tesi abbiamo studiato alcune proprietà di una classe di teorie di fisica oltre il Modello Standard (SM) che prevede l'introduzione di nuovi fermioni (hyper-quarks, Hq) in una rappresentazione *vettoriale* del gruppo di *gauge*  $G_{SM}$  dello SM, i quali interagiscono tra loro tramite una nuova interazione con la caratteristica, comune all'interazione forte, di *confinare* particelle cariche sotto di essa, cioè di limitarne la possibile separazione spaziale. L'introduzione della nuova interazione è realizzata tramite l'ampliamento del gruppo di *gauge* dello SM, ad includere un nuovo fattore  $G_{HC}$  di hyper-colore (HC). Lo scenario appena descritto è noto in letteratura con il nome di *confinamento vettoriale*. Dicendo che gli Hq sono in una rappresentazione vettoriale di  $G_{SM}$  indichiamo che, a differenza dei fermioni dello SM, le loro componenti *left- e right-handed* appartengono alla stessa rappresentazione di  $G_{SM}$ . La natura vettoriale dei nuovi fermioni implica che la nuova dinamica confinante non rompa la simmetria elettro-debole. Questo aspetto è ciò che differenzia questo tipo di modelli dalle ormai escluse teorie di *Technicolor*.

Al fine di originare il meccanismo di rottura spontanea della simmetria elettro-debole, nelle teorie di confinamento vettoriale si suppone dunque di preservare il settore di Higgs dello SM. Il mantenimento nello spettro della teoria di un doppietto scalare elementare induce ad includere questi modelli nell'insieme di teorie di fisica oltre lo SM non direttamente connesse al *problema della naturalness*. Nonostante ciò, modelli di questo tipo sono apparsi recentemente in vari contesti, motivati, da un lato, dal fatto che essi siano in grado di evadere molti dei limiti sperimentali che vincolano le teorie naturali, dall'altro dal fatto che essi permettano di produrre validi candidati di Materia Oscura.

Se i numeri quantici degli Hq lo permettono, oltre alle interazioni con i campi di *gauge*, essi possono avere termini di accoppiamento di Yukawa con il doppietto di Higgs elementare. In tal caso, è possibile mostrare che lo spettro di stati legati della teoria (hyper-adroni) comprende (almeno) una particella leggera con gli stessi numeri quantici del campo di Higgs; la conseguenza è che, nella lagrangiana effettiva che descrive la dinamica di bassa energia del nuovo settore, analoga alla lagrangiana chirale della QCD, è presente in generale un termine di *mixing* fra questo hyper-adrone e l'Higgs, realizzando a tutti gli effetti un 2HDM in cui un doppietto è elementare e l'altro è composto. La possibilità di realizzare questo scenario, che costituisce una interessante interpolazione fra il settore di Higgs dello SM e le teorie di *Higgs composto* è un altro aspetto che ha recentemente attirato l'attenzione sulle teorie di confinamento vettoriale.

Per verificare le previsioni dei modelli di confinamento vettoriale, i quali possono descrivere nuova dinamica alla scala del TeV, LHC rappresenta un potente strumento di indagine diretta. D'altro canto, parallelamente ad esso, esistono canali di indagine indiretta legati a quelli che prendono il nome di *test di precisione*, vale a dire misure sperimentali effettuate con precisione sufficientemente elevata da poter essere sensibili agli eventuali effetti di nuova fisica. In questa tesi, in particolare, si è studiato l'impatto di un modello minimale di confinamento vettoriale in cui gli Hq ammettono Yukawa (il modello  $L + N$ ), su due osservabili di precisione, connesse ad altrettante simmetrie (approssimate) dello SM. In primo luogo abbiamo calcolato, tramite la lagrangiana effettiva, il contributo di nuova fisica ad *1-loop* al momento di dipolo elettrico dell'elettrone, dovuto alla presenza di una nuova sorgente di violazione di CP nella teoria, mostrando che esso può avere un valore prossimo alla sensibilità sperimentale con cui esso è attualmente escluso. In secondo luogo abbiamo analizzato l'impatto del nuovo modello sulle osservabili di precisione elettro-deboli, tramite l'utilizzo dei parametri obliqui di Peskin-Takeuchi. Ci siamo concentrati in particolare sul parametro T, il quale fornisce una misura quantitativa della violazione della simmetria *custodial* dello SM. Abbiamo mostrato che, a causa della presenza di contributi a livello-albero per T, si hanno, nel modello  $L + N$ , limiti stringenti sul grado di compostezza dell'Higgs fisico. Abbiamo infine valutato la possibilità di costruire modelli di confinamento vettoriale con accoppiamenti di Yukawa in cui queste correzioni a livello-albero a T siano assenti.

---

<sup>1</sup>mattia.crescioli@stud.unifi.it

<sup>2</sup>michele.redi@fi.infn.it

<sup>3</sup>decurtis@fi.infn.it