

La Cromodinamica Quantistica (QCD) è la teoria delle interazioni forti e descrive come i *quark*, fermioni di Dirac che si presentano in 6 diversi sapori, interagiscono con i *gluoni*, i bosoni che mediano l'interazione forte. L'usuale approccio perturbativo è utilizzabile solamente per studiare processi di interazione forte ad alte energie, quando l'accoppiamento tra quark e gluoni è debole, mentre la dinamica a basse energie non può essere descritta in termini di tali gradi di libertà fondamentali e richiede l'utilizzo di tecniche non perturbative. Tra le diverse tecniche non perturbative, la *dualità olografica* fornisce uno strumento molto potente per lo studio del regime di accoppiamento forte di modelli simili alla QCD. Tale dualità, proposta da J. Maldacena nel 1997, congettura la corrispondenza tra teorie di gravità classica (ovvero relatività generale accoppiata a certi campi dinamici) in  $d+1$  dimensioni e teorie quantistiche dei campi in  $d$  dimensioni, nel regime in cui queste ultime sono fortemente accoppiate e hanno un grande numero di gradi di libertà.

Fra quelli studiabili con tecniche olografiche, il modello più prossimo alla QCD nel suo regime di basse energie è il *modello di Witten-Sakai-Sugimoto*. In questo lavoro di tesi abbiamo utilizzato tale modello per studiare gli effetti del cosiddetto termine topologico su rilevanti osservabili fisiche. Pesato da una costante di accoppiamento detta angolo *theta*, tale termine induce effetti, puramente dovuti alle interazioni forti, di rottura della simmetria discreta CP, che combina la coniugazione di carica C con la trasformazione di parità P. Allo scopo di dare una stima del valore dell'angolo *theta*, è necessario individuare delle osservabili che da esso dipendano direttamente. L'esempio fondamentale di tali osservabili è dato dai momenti di dipolo elettrico permanente dei barioni e dei nuclei. Gli esperimenti attuali sono in grado di dare solo un limite superiore ai valori di tali momenti di dipolo e suggeriscono che l'angolo *theta* debba essere estremamente piccolo, dando luogo al cosiddetto *strong CP problem*. Il confronto quantitativo con i risultati sperimentali richiede l'uso di tecniche non perturbative per calcolare la dipendenza da *theta* di tali momenti di dipolo elettrico.

Nella prima parte di questo lavoro di tesi abbiamo esteso il modello di Witten-Sakai-Sugimoto in presenza di termine topologico al caso in cui i quark (nel nostro caso consideriamo solo i due più leggeri) abbiano masse diverse, introducendo termini che rompono esplicitamente la simmetria di isospin SU(2). Infatti, finora solo il caso in cui la simmetria di isospin è esatta (ovvero le masse sono degeneri) è stato trattato in letteratura con il modello olografico. Abbiamo calcolato le proprietà del vuoto mesonico in tale configurazione, in particolare la dipendenza da *theta* della densità di energia del vuoto, la suscettività topologica della teoria e lo spettro dei mesoni leggeri, confrontando poi i nostri risultati con quelli noti dagli altri approcci non perturbativi alla QCD.

Nella seconda parte del lavoro ci siamo focalizzati sulla stima numerica del momento di dipolo elettrico dei nucleoni (protone e neutrone), nel medesimo setup. A tale scopo abbiamo dapprima introdotto i termini di rottura dell'isospin nelle equazioni di moto che descrivono la configurazione dei barioni, e poi abbiamo risolto le equazioni di nostro interesse per estrapolare il valore del momento di dipolo elettrico. Al prim'ordine nella massa media dei quark e nell'angolo *theta*, abbiamo ottenuto che protone e neutrone hanno momenti di dipolo elettrico uguali in modulo, ma opposti in segno. Pertanto i termini di rottura dell'isospin non sono sufficienti a produrre una violazione della regola di somma  $d_N + d_P = 0$ , e dunque a produrre un risultato non nullo per il momento di dipolo elettrico del deutone, il più semplice dei nuclei atomici.



### Questionario di valutazione del percorso formativo per laureandi

Leggi con attenzione tutte le seguenti istruzioni.

Rispondi alle domande con molta attenzione premendo il tasto "Prova adesso a rispondere al quiz".

Quando hai finito di rispondere a tutte le domande

1. premi il pulsante in fondo alla pagina "Invia tutto e termina"
2. stampa la schermata successiva come attestato di compilazione del questionario e trasmettila al Presidente del tuo Corso di Studi via posta elettronica.

Quiz disponibile: mercoledì, 27 maggio 2015, 12:00

Chiusura: lunedì, 27 maggio 2019, 12:00

#### Riepilogo dei tuoi tentativi

Tentativo	Completato
1	giovedì, 31 agosto 2017, 16:26

Non sono permessi ulteriori tentativi

Continua