

Schwarzschild Black Holes as Macroscopic Quantum Systems

Candidato: Alessandro Coppo (alessandro.coppo@stud.unifi.it)

Relatore: Dott.ssa Paola Verrucchi (verrucchi@fi.infn.it)

Uno degli enigmi più affascinanti della fisica moderna riguarda il fatto che le sue due teorie cardine, Meccanica Quantistica (MQ) e Relatività Generale (RG), sembrano non riuscire a parlarsi. Al fine di rendere possibile questo dialogo occorre considerare quanto segue. Innanzitutto, tali teorie utilizzano linguaggi differenti: il formalismo dell'algebra lineare e degli spazi di Hilbert della MQ si scontra con quello della geometria differenziale e delle varietà della RG. In secondo luogo, le due teorie sembrano dedicate all'analisi di sistemi diversi: la MQ studia le particelle elementari ed il mondo microscopico, mentre la RG si occupa di oggetti macroscopici e di scale cosmologiche. Infine, esse attribuiscono un significato sostanzialmente diverso ad uno dei concetti più importanti nella nostra percezione del mondo: il tempo.

In questa tesi vengono utilizzati alcuni specifici strumenti formali, che si ritiene possano essere utili a ricomporre queste discrepanze. In particolare, per quanto riguarda il primo punto, si utilizzano gli Stati Coerenti Generalizzati: si tratta di elementi normalizzati di uno spazio di Hilbert che realizzano stati di un sistema secondo i postulati della MQ, che sono in corrispondenza biunivoca con i punti di una varietà, avente tutte le proprietà necessarie per identificare uno spazio delle fasi classico.

Per quanto riguarda invece il secondo punto, l'idea è quella di individuare una procedura formale che permetta di realizzare il passaggio da micro a macro in termini di crossover fra formalismo quantistico e classico. Una tale procedura è definita da Yaffe, in un articolo pubblicato nel 1982 sulla rivista *Review of Modern Physics*, facendo uso del limite di grandi N di teorie quantistiche con simmetria globale (in cui N indica il numero di gradi di libertà coinvolti). Questo suggerisce che la RG potrebbe essere ottenuta da una particolare teoria quantistica di grande N . Al fine di verificare questa ipotesi, si è applicata la seguente analisi ai Buchi Neri di Schwarzschild (BNS), che costituiscono una specifica e ben nota predizione della RG: innanzitutto abbiamo mostrato che esiste una teoria quantistica in grado di riprodurre, per $N \rightarrow \infty$, la dinamica di una particella test vicino all'orizzonte degli eventi di un BNS. Si è poi introdotta un'altra teoria quantistica per ricostruire tutta la dinamica intorno a quest'ultimo, sempre nel limite $N \rightarrow \infty$. Infine, per mezzo di una rappresentazione parametrica con stati coerenti ambientali, un metodo per lo studio dei sistemi quantistici aperti alternativo a quello dell'operatore densità ridotto, abbiamo fornito, tramite le due teorie di cui sopra, una descrizione totalmente quantistica per un sistema composto da un BNS ed una particella test. Tale risultato ci ha portati ad identificare i buchi neri di Schwarzschild come sistemi quantistici macroscopici.

La tesi si conclude suggerendo un ulteriore approfondimento circa la descrizione quantistica dei BNS, a partire dal seguente interrogativo: è possibile identificare i BNS come orologi quantistici per i sistemi che si muovono intorno ad essi?