

**Presentazione del dott. Daniele Ruggeri**  
**Dottorato di Ricerca in Fisica - XXIX Ciclo**  
**Università degli Studi di Torino**

Dottorando: Daniele Ruggeri

Relatore: Marco Billò

Tutor: Mario Trigiante

Titolo della tesi:

*Black Holes in Supergravity: An Algebraic Approach*

Durante il triennio di dottorato il dott. Daniele Ruggeri ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- *Astrophysical signals of particle dark matter;*
- *Analytical and numerical techniques from Feynman diagrams;*
- *The Berezinskii-Kosterlitz-Thouless phase transition: theory and Monte Carlo simulations;*
- *Finite temperature in Quantum Field theory;*
- *Anomalies in Field theories;*
- *High energy astrophysics;*
- *Lattice QCD;*
- *Quark Gluon Plasma;*
- *Higgs physics and effective field theory.*

L'attività di ricerca del dott. Daniele Ruggeri ha riguardato lo studio delle soluzioni di buco nero asintoticamente piatte nelle teorie di supergravità estesa. Queste soluzioni forniscono un importante banco di prova per un qualsiasi modello che, come quello delle superstringhe, è proposto come candidato a teoria quantistica della gravità. Risultati degni di nota nell'ambito della teoria delle superstringhe sono stati ottenuti, anche recentemente, per quanto riguarda la descrizione microscopica dell'entropia dei buchi neri. La supergravità riproduce la dinamica delle basse energie delle superstringhe e fornisce un contesto di teoria di campo in cui studiare le proprietà di questi

oggetti estesi in diversi vuoti ed in particolare descrivere le soluzioni di buco nero. Questa teoria, nelle sue differenti formulazioni, comprende infatti la relatività generale come conseguenza della sua invarianza sotto trasformazioni locali di supersimmetria e quindi descrive soluzioni di buco nero. Classificare tali soluzioni in supergravità rappresenta un problema di attuale interesse. La ricerca del candidato si è limitata allo studio dei buchi neri asintoticamente piatti in teorie di supergravità  $N = 2$  in quattro dimensioni e la loro classificazione rispetto all'azione del gruppo di simmetria globale associato a questa classe di soluzioni. Una caratteristica distintiva delle teorie di supergravità estesa infatti è la presenza di un gruppo di simmetria globale delle equazioni del moto che in sé contiene le note *dualità di stringa*. Le soluzioni di tipo stazionario sono a loro volta caratterizzate da un gruppo di simmetria  $G$  più ampio che non è manifesto in quattro dimensioni, ma lo diventa quando la teoria viene formalmente compattificata lungo la direzione temporale ed i vettori dualizzati in scalari. Il risultante modello è definito in tre dimensioni euclidee e descrive tutte le soluzioni stazionarie della teoria originale in quattro. In particolare, tutti i gradi di libertà bosonici, in questo contesto, inclusi quelli della metrica, sono descritti da campi scalari. L'obiettivo della ricerca del candidato è di classificare soluzioni estremali che descrivono uno o più buchi neri, rispetto all'azione di  $G$ . In particolare l'idea di fondo è di raggruppare le soluzioni di questo tipo in orbite rispetto all'azione di  $G$  e di caratterizzare, in modo puramente algebrico, le orbite che contengono soluzioni regolari distinguendole da quelle che contengono solo soluzioni singolari. Questo obiettivo è stato pienamente raggiunto nei modelli da noi considerati e ha richiesto sofisticate tecniche della teoria dei gruppi e delle algebre di Lie, legate alla teoria delle orbite nilpotenti. Le soluzioni di buco nero estrema sono raggruppabili all'interno di orbite di generatori nilpotenti rispetto all'azione di un gruppo di Lie reale non-compatto. Il problema generale di determinare tali orbite, in matematica, è ancora aperto. In diverse collaborazioni abbiamo sviluppato un metodo generale per determinarle. La ricerca del candidato ha quindi fornito nuovi risultati sia a livello puramente matematico che fisico che saranno a breve pubblicati.

Durante la sua attività di ricerca il dott. Daniele Ruggeri ha mostrato di aver raggiunto una piena maturità scientifica, essendo riuscito ad affrontare e risolvere in piena autonomia problemi anche molto complessi. Questa abilità richiede per esempio il saper ricercare nella letteratura, o attraverso collaborazioni, e fare proprie le tecniche matematiche necessarie per il raggiungimento del proprio obiettivo di ricerca, comprendendone a fondo la teoria. Il candidato ha inoltre sviluppato nella ricerca uno spiccato senso

critico ed una autonomia decisionale importanti per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Pertanto si esprime grande apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Daniele Ruggeri durante il triennio del Dottorato di Ricerca.

Torino, data

28/11/2016

Il tutore

Firma

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lorenzo', written in a cursive style.

### Partecipazione a scuole e conferenze

- LACES 2014, 24-11-2014 to 12-12-2014, Arcetri-Italy;
- LACES 2015, 23-11-2015 to 13-12-2015, Arcetri-Italy;
- Workshop *SUPERGRAVITY:WHAT NEXT?* and conference *Supergravity at 40*, from 17-10-2016 to 28-10-2016, Arcetri-Italy.

### Elenco delle pubblicazioni

- W. Chemissany, P. Giaccone, D. Ruggeri and M. Trigiante, “Black hole solutions to the  $F_4$ -model and their orbits (I),” Nucl. Phys. B **863** (2012) 260;
- H. Dietrich, W. A. de Graaf, D. Ruggeri and M. Trigiante, “Nilpotent orbits in real symmetric pairs,” arXiv:1606.02611 [math.RT];
- D. Ruggeri and M. Trigiante, “Stationary D = 4 Black Holes in Supergravity: The Issue of Real Nilpotent Orbits,” in preparation.