

A1 Titolo dell'attività di ricerca

Teorie dei Campi e di Stringhe

A2 Responsabile

Wolfgang Mueck

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari: Fedele Lizzi

Prof. Associati: Patrizia Vitale

RU: Wolfgang Mueck, Luigi Rosa

RTD-A: —

RTD-B: —

A4 Collaborazioni con altri enti

- 1) Centro de Estudio Cientifico (CECS) Valdivia Cile
- 2) CMCC-Universidade Federal do ABC, Santo Andre, S.P., Brazil
- 3) CNR-SPIN
- 4) CNRS Paris Sud
- 5) Duy Tan University, Vietnam
- 6) INFN
- 7) King's College London
- 8) KTH, Stockholm, Sweden
- 9) Lebedev Institut
- 10) LPT Paris Sud
- 11) National Taiwan University
- 12) Niels Bohr Institute, Copenhagen, Denmark
- 13) Nordita, Stockholm, Sweden
- 14) Saint Petersburg State University, Russia
- 15) Specola Vaticana
- 16) Stockholm University
- 17) Universidad ABC Sao Paolo, Brazil
- 18) Universidad Federico Santamaria, Vina del Mar, Cile
- 19) Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
- 20) Università di Bologna

- 21) Università di Cagliari
- 22) Università La Sapienza di Roma
- 23) Università Piemonte Orientale Alessandria
- 24) Universitat de Barcelona, Spain
- 25) Université Libre de Bruxelles
- 26) Universiteit Gent, Bruxelles
- 27) U. Arizona, Tucson, Dept. Astron. & Steward Obs., US
- 28) U. Michigan, Ann Arbor, US

A5 Personale strutturato ricercatore altri enti convenzionati

Raffaele Marotta, Franco Pezzella (INFN)

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti:

Borsisti Post-Doc:

Borsisti:

A7 Dottorandi di Ricerca

—

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

Teorie dei campi. La teoria quantistica dei campi (QFT) è senza dubbio il pilastro portante della fisica teorica moderna. Nonostante ciò, essa non appare adeguata per una descrizione unificata della forza di gravità con le altre interazioni fondamentali. La nostra ricerca si occupa dello studio di aspetti fondamentali della QFT e di teorie più generali, nonché dell'esplorazione delle loro implicazioni fisiche.

Teorie dei campi su spazi noncommutativi. La necessità di conciliare la meccanica quantistica con la relatività generale in regimi di energia estremi implica che alla scala di Planck la struttura dello spazio-tempo cessi di essere continua e il concetto di punto non sia più operativamente accettabile. Da qui l'esigenza di generalizzazione della geometria per la formulazione di modelli di gravità quantistica, e la rilevanza dello studio delle teorie di campo su spazi noncommutativi. La struttura discreta e noncommutativa dello spazio tempo a piccole scale di lunghezza emerge anche in teoria di stringhe e brane, ed i suoi strumenti pos-

sono essere applicati, tramite l'azione spettrale, allo studio del modello standard.

Teoria di Stringhe. L'attività di ricerca attinente alla teoria di stringhe ha una lunga storia a Napoli. Sviluppata inizialmente come teoria della interazione forte, spesso è stata chiamata una possibile "teoria del tutto". Negli anni, la teoria di stringhe si è manifestata un magnifico strumento per lo studio di molti aspetti di QFT. Questi sviluppi moderni si basano sulle varie simmetrie di dualità come la T-dualità e le dualità olografiche, le quali trovano applicazioni anche in campi diversi come la cosmologia e la fisica dello stato solido.

B2 Attività svolta nel triennio 2014–2016

Teorie dei campi. Attività legata alla proposta del progetto ARCHIMEDES, l'energia Casimir di una multicavità a pareti molto sottili. Sono state completate le simulazioni nei casi in cui le pareti sono descritte da un modello di Drude o Plasma. Studio delle condizioni nelle quali è possibile scrivere un'equazione di stato per quark e gluoni a partire dal propagatore non perturbativo della QCD così come descritto dagli ultimi dati su reticolo.

Teorie dei campi su spazi noncommutativi. Studio dell'andamento delle quantità soggette al flusso di rinormalizzazione sotto varie condizioni: la ricerca di un polo unico delle interazioni alla scala di Planck, la presenza di operatori di ordine 6 (ispirati dall'azione spettrale), o la regolarizzazione con la funzione zeta dell'azione del modello standard. Studio delle equazione del moto della elettrodinamica visti come vincoli, e connessioni con le identità di Ward. Modelli di matrici come approssimazioni di teorie di gauge noncommutative in connessione con il fenomeno del mixing UV/IR. Modelli di quantum space-time, problema delle copie di Gribov in QED noncommutativa. Geometria generalizzata in connessione con la T-dualità in teoria di stringa e sua estensione alla dualità non-Abeliana.

Teoria di Stringhe. Nell'ultimo triennio sono stati studiati i cosiddetti teoremi "soft", la loro universalità e la loro estensione a particelle "soft" appartenenti al tensore antisimmetrico ed al dilatone. In questo ambito, è stato proposto un teorema soffice per il dilatone delle teorie di stringa la cui formulazione è risultata essere indipendente dal particolare modello di stringa considerato.

In collaborazione con Chen-Te Ma (National Taiwan University) è stata costruita una teoria di supergravità suggerita dalla Double Field Theory (DFT) usando

un particolare “star product” che inglobi in maniera diretta i vincoli che in DFT devono essere imposti sui campi e sui parametri di gauge.

Si è studiata in dettaglio la natura “corpuscolare” della gravità e le sue implicazioni per i buchi neri, la radiazione di Hawking ed il paradosso dell’informazione. Inoltre, nell’ambito della corrispondenza AdS/CFT si è calcolato lo spettro per alcuni loop di Wilson nella teoria ABJM.

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017–2019

Teorie dei campi. Simulazioni del progetto ARCHIMEDES, nell’approssimazione in cui le pareti sono descritte dall’approssimazione di “plasma-sheet”. Criteri di confinamento: Wilson loop, Polyakov loop, rappresentazione di Kallen-Lehmann, etc., nell’ambito del “Refined Gribov Zwanziger” model. Contemporaneamente, dopo aver esteso il modello a temperatura finita, si vuole applicarlo a varie situazioni cosmologiche. In questo modo si pensa di poter ottenere: limiti sulle dimensione di stelle a quark, con conseguenti vincoli derivanti dall’esistenza di equazioni costitutive.

Teorie dei campi su spazi noncommutativi. Applicazioni alla teoria di campo ed alla fisica della particelle di effetti provenienti da diversi modi di considerare la gravità quantistica, sempre usando come strumento la rinormalizzazione. Studio delle proprietà del vuoto infrarosso delle teorie di gauge.

Studio del fenomeno del mixing UV/IR peculiare delle teorie di campo non-commutative, nell’ambito di modelli con star-prodotto chiuso, precedentemente introdotto. Tale prodotto è generalizzabile in maniera non-associativa con applicazioni interessanti in teoria di stringa. Studio della geometria generalizzata in connessione con teorie T-duali di campo e stringa e loro estensioni non-Abeliane. Strutture non-commutative e non-associative connesse con backgrounds non-geometrici in teoria di stringa.

Teoria di Stringhe. Si continuerà ad analizzare la connessione tra simmetrie e teoremi “soft”, con particolare attenzione al “double soft limit” e al caso di particelle in spazi di coset, ed all’estensione a loop. Si prefigge di esplorare teorie con simmetria conforme spontaneamente rotta e la loro connessione con azioni effettive dilatoniche.

È prevista la formulazione in termini di “star product” anche del “doppio” modello sigma di stringa che consenta di calcolare le funzioni beta a one-loop che

forniscono le equazioni del moto dei campi della DFT nello spazio target.

Si continuerà a studiare il modello corpuscolare della gravità, in particolare le sue implicazioni per gli aspetti cosmologici, cioè l'energia oscura e la materia oscura. Inoltre, nell'ambito della corrispondenza AdS/CFT è in corso il calcolo delle azioni effettive 1-loop per i loop di Wilson nella teoria ABJM.

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016

Numero totale: 54 (FL 17 + PV 11 + LR 9 + WM 5 + FP 5 + LM 7)

Pubblicazioni più significative:

- 1) F.E. Canfora , A. Giacomini, P. Pais, L. Rosa, A. Zerwekh “Comments on the compatibility of thermodynamic equilibrium conditions with lattice propagator” *Eur.Phys.J. C* 76 (2016) 443 [arXiv:1606.02271 [hep-th]].
- 2) M. Asorey, A.P. Balachandran, F. Lizzi and G. Marmo, “Equations of Motion as Constraints: Superselection Rules, Ward Identities,” *JHEP* 03 (2017) 136.
- 3) F. Lizzi, M. Rivera, P. Vitale “Green’s functions for translation invariant star products” *Mod.Phys.Lett. A* 30 (2015) 36, 1550194 [arXiv:1508.02575 [hep-th]].
- 4) F. Canfora, M. Kurkov, L. Rosa and P. Vitale “The Gribov problem in Noncommutative QED” *JHEP* 1601 (2016) 014 [arXiv:1505.06342 [hep-th]].
- 5) A. Géré, P. Vitale and J. C. Wallet “Quantum gauge theories on noncommutative three-dimensional space” *Phys. Rev. D* 90 (2014) 045019 [arXiv:1312.6145 [hep-th]].
- 6) P. Di Vecchia, R. Marotta and M. Mojaza “Soft behavior of a closed massless state in superstring and universality in the soft behavior of the dilaton” *JHEP* 1612 (2016) 020.
- 7) P. Di Vecchia, R. Marotta and M. Mojaza “Soft theorem for the graviton, dilaton and the Kalb-Ramond field in the bosonic string” *JHEP* 1505 (2015) 137 [arXiv:1502.05258 [hep-th]].
- 8) Chen–Te Ma and F. Pezzella “Supergravity with Doubled SpaceTime Structure” *Phys. Rev. D* 95 (2017) 066016 [arXiv: 1611.03690 [hep-th]].
- 9) W. Mück “Hawking radiation is corpuscular”, *Eur. Phys. J. C* 76 (2016) 374 [arXiv:1606.01790 [hep-th]].
- 10) W. Mück, L. A. Pando Zayas and V. Rathee “Spectra of Certain Holographic ABJM Wilson Loops in Higher Rank Representations”, *JHEP* 11 (2016) 113 [arXiv:1609.06930 [hep-th]].

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali**F. Lizzi:**

- 1) *Corfu Summer Institute, Satellite Workshop on Noncommutative Field Theory and Gravity* — Corfu, Greece, September 2015
- 2) *Corfu Summer Institute, Satellite Workshop on Particle Physics Phenomenology* — Corfu, Greece, September 2015
- 3) *Workshop on Noncommutative Geometry and Physics* — Hausdorff Institute for Mathematics, Bonn, Germany, September 2014
- 4) *XXI Congresso della Società Italiana di Gravitazione* — Alessandria, Italy, September 2014 (invited plenary talk)
- 5) *Convegno “Estate Quantistica”* — Scalea, Italy, September 2014
- 6) *14th Conference “Frontiers in Fundamental Physics”* — Marseille, France, July 2014
- 7) *Conference “First Joint International Meeting of the Italian and Spanish Mathematical Societies”* — Bilbao, Spain, September 2014

P. Vitale:

- 8) *Scuola Quantum Physics, Foundations and applications* — Indian Institute of Science, Bangalore India
Titolo del corso: “Differential forms on manifolds with boundaries” dal 31-01-2016 al 13-02-2016
- 9) *PAFT 2016* – Vietri sul mare, March 2016 (membro del comitato scientifico e del comitato organizzatore)
- 10) *Gauge theory and noncommutative geometry* — Radboud University Nijmegen, April 2016
- 11) *Geometria è fisica: a geometric vision of physics* — Policeta, San Rufo, July 2016 (membro del comitato organizzatore)
- 12) *XXV Fall workshop on Geometry and Physics* — CSIC Madrid Spain, 2016
- 13) *XIV Marcel Grossmann Meeting* — Rome, Italy, July 2015
- 14) *Quantum Physics: Foundations and Applications* — National Institute for Theoretical Physics, Wallenberg Research Centre, Stellenbosch, South Africa, February 2015
- 15) *PAFT 2014* — Vietri sul mare, April 2014

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

—

D1 Progetti di ricerca attivi

- 1) INFN iniziativa specifica GeoSymQft (responsabile nazionale F. Lizzi)
- 2) INFN iniziativa specifica STEFI
- 3) COST Action MP1405 Quantum Structure of Spacetime [QSPACE] (Member of the Core Group)
- 4) COST Action MP1210 The String Theory Universe