

Presidente (09/2019, rinnovato 06/2022): **Fulvio Piccinini (PV)**

Attività scientifica divisa in 6 linee:

- 1 Teoria dei Campi e di Stringa
- 2 Fenomenologia
- 3 Fisica Nucleare e Adronica
- 4 Metodi Matematici
- 5 Fisica Astro-Particellare
- 6 Fisica Statistica e Teoria di Campo Applicata

Iniziative Specifiche (IS) valutate ogni 3 anni.

Finanziamento CSN IV alle IS:

- fondi per missioni (circa 1700 Euro/anno per FTE Becchi)
- post-doc per stranieri assegnati ai nodi locali delle IS valutate eccellenti (11 nel 2025)

Fondi per acquisti, ospiti, conferenze su [Dotazione di Gruppo](#).

Gruppo IV di Bologna

Coordinatore (03/2020, rinnovato 03/2023): [Roberto Casadio \(UniBO\)](#)

Totale associati: 97 (69 $\Rightarrow$ 88 FTE + nuovi dottorandi in selezione)

- Tutte le 6 linee di ricerca sono rappresentate nella Sezione di Bologna:
 - 1 Teoria dei Campi e di Stringa: FLAG, GAST, ST&FI
 - 2 Fenomenologia: Amplitudes, QFT@Collider
 - 3 Fisica Nucleare e Adronica: MONSTRE
 - 4 Metodi Matematici: Quantum
 - 5 Fisica Astro-Particellare: InDark, TaSP
 - 6 Fisica Statistica e Teoria di Campo Applicata: LINCOLN
- Ricercatori afferenti ad IS su altra sezione o non afferenti a IS
- Ricercatori con parziale afferenza ad esperimenti di altri gruppi:
 - ATLAS: Alberghi
 - RD-FCC/MUCOL: Maltoni
 - ET-Italia INFN: Casadio, Pedro, Pesci, Tronconi

FLAG - Fields and Gravity

- *Responsabile nazionale:* Alessandro Tronconi (INFN)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Catania, Milano, Pisa, Trento, Trieste
- *Responsabile locale:* Alessandro Tronconi (INFN)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Roberto Casadio (UniBO 80%), Gabriele Gionti (esterno), Alexander Kamenshchik (UniBO 100%), Andrea Mentrelli (UniBO 100%), Alessandro Pesci (INFN 80%), Gianmassimo Tasinato (UniBO 50%) Alessandro Tronconi (INFN 80%), Gian Paolo Vacca (INFN 20%)
Assegnista: **Martini Riccardo, Max Fahn**
Dottorandi: Wen Bin Feng (CSC), Polina Petriakova
- *Attività scientifica:* Gravità quantistica, cosmologia e buchi neri
 - Teoria quantistica dei campi e gravitazione quantistica
 - Aspetti quantistici e semiclassici del collasso gravitazionale e buchi neri
 - Modelli di inflazione cosmologica, buchi neri primordiali, materia oscura, energia oscura
 - Sorgenti compatte e cosmologiche di onde gravitazionali
 - Gruppo di rinormalizzazione e sicurezza asintotica



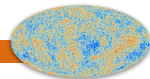
FieLds And Gravity



BO members: 11 (8.6 FTE)
Tot. Papers 07/2023-24: 30
Preprints 07/2023-24: 11

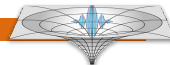
Responsabile Nazionale e locale: **Alessandro Tronconi (INFN BO)**

Cosmology and Black holes



- ▶ **A. Kamenshchik, P. Petriakova** - “Regular Friedmann Universes and Matter Transformations” - Universe 10 (2024) 3, 137
- ▶ **R. Casadio, A. Kamenshchik, P. Mavrogiannis, P. Petriakova** - “Bianchi cosmologies, magnetic fields, and singularities” - Phys.Rev.D 108 (2023) 8, 084059
- ▶ **R. Casadio, R. da Rocha, A. Giusti, P. Meert** - “Thermodynamic and configurational entropy of quantum Schwarzschild geometries” - Phys.Lett.B 849 (2024) 138466
- ▶ **A. Kamenshchik, E.O. Pozdeeva, A. Tribolet, A. Tronconi, G. Venturi, S. Vernov** - “The superpotential method and the Amplification of Inflationary Perturbations” - e-Print: 2406.19762

Theoretical/formal aspects of (quantum) gravity



- ▶ **R. Casadio, L. Chataignier, A. Kamenshchik, F. Pedro, A. Tronconi, G. Venturi** - “Relaxation of first-class constraints and the quantization of gauge theories: from “matter without matter” to the reappearance of time in quantum gravity” - e-Print: 2402.12437
- ▶ **R. Martini, G. Paci, D. Sauro, G. P. Vacca, O. Zanusso** - “Substructures of the Weyl group and their physical applications” - e-Print: 2404.05665 (accepted for publication on JCAP)
- ▶ **A. Pesci - P. Pieri** - “Nonclassicality of gravity with the field of a single delocalized mass” - Phys.Rev.A 108 (2023) 6, 062801
- ▶ **G. Gionti, M. Galaverni** - “On the canonical equivalence between Jordan and Einstein frames” - Eur.Phys.J.C 84 (2024) 3, 265
- ▶ **L. Gallerani, M. Miranda, A. Giusti, A. Mentrelli** - “On alternative formulations of the thermodynamics of scalar-tensor theories” - e-Print: 2405.20865

GAST - Gauge and String Theories

- *Responsabile nazionale:* Domenico Seminara (UniFI)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Firenze, Milano Bicocca, Parma, Perugia, Pisa, Trieste
- *Responsabile locale:* Davide Fioravanti (INFN Bologna)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
 Simonetta Abenda (UniBO 50%), Fiorenzo Bastianelli (UniBO), Olindo Corradini (UniMORE), Davide Fioravanti (INFN), Rita Fioresi (UniBO), Rouven Frassek (UniMORE), Emanuele Latini (UniBO), Francesco Ravanini (UniBO), Marco Rossi (UniCa), Diego Trancanelli (UniMORE), Roberto Zucchini (UniBO)
 Assegnisti: **Rathul Mahanta (INFN 50%)**, Istavan Mate Szecsenyi
 Dottorandi: **Francesco Comberiati (50%)** Filippo Fecit, Michela Lapenna, Riccardo Giordana Pozzi Thomas Martin Weber
- *Attività scientifica:*
 - Aspetti fondamentali delle Teorie di Campo Quantum, Statistiche e Particelle
 - Risultati esatti, non perturbativi e perturbativi (in esse)
 - Dualità ed equivalenze tra teorie di gauge e gravità (AdS/CFT)
 - Quantum Information theory: entanglement ed entropia
 - Teorie integrabili, di gauge e gravità (classiche e quantistiche) e loro aspetti matematici.
 - Approccio di world-line, ampiezze e anomalie quantistiche
 - Higher gauge theories
 - Olografia, loops di Wilson, istantoni, confinamento
- *External Grants:* EC Network Gatis, MIUR-PRIN contract 2017CC72MK_003, COST Action CaLISTA CA21109, CaLIGOLA MSCA-2021-SE- 01-101086123

GAuge and STring (the inner spirit of theories)



Aspetti fondamentali con svariati collegamenti fisici e metodologici: filone di ricerca unitario, anche fuori Bologna!
Modello Standard (teorie di gauge)+ **Gravità: metodi esatti (o quasi).** Produttiva: circa 20+10 articoli+preprint/anno.

- **Olografia/dualità tra teorie di Gauge/Gravità/Integrabilità+Integrability exact methods in physics and mathematics:** Abenda, Fioravanti, Fiorese, Frassek, Lapenna, Mahanta, Rossi, Trancanelli, Weber; *On the origin of the correspondence between classical and quantum integrable theories*, PLB2023; *A new method for exact results on Quasinormal Modes of Black Holes* (2024); *Interpolating bremsstrahlung function in ABJM model* PhysRevD(2024)
- **Approccio di world-line gravità ampezze:** Bastianelli, Comberiati, Corradini, Fecit, Latini; *Six-dimensional one-loop divergences in quantum gravity from the $N=4$ spinning particle*, JHEP.
- **Entanglement, entropia, Quantum Computation:** Ravanini, Zucchini; *Spin-s Dicke states and their preparation*; *A new quantum computational set-up for algebraic topology via simplicial sets*

ST&FI - String Theory and Fundamental Interactions

- *Responsabile nazionale:* Marialuisa Frau (UniTO)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Napoli, Padova, Roma 2, Torino, Trieste
- *Responsabile locale:* Michele Cicoli (UniBO)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Michele Cicoli (UniBO 100%), Ling Lin (UniBO 100%), Antonella Grassi (UniBO Dip. Mat. 100%) Francisco Gil Pedro (UniBO 90%), Gianmassimo Tasinato (UniBO 50%)
Assegnisti: Derius Osmin Lacombe
Dottorandi: Matteo Licheri, Pellegrino Piantadosi, Luca Brunelli
- *Attività scientifica:* Fenomenologia e cosmologia di stringa
 - Compattificazioni di stringa
 - Modelli con D-brane
 - Stabilizzazione dei moduli
 - Applicazioni alla cosmologia: inflazione, dark matter e dark energy
 - Applicazioni alla fisica delle particelle: assioni e rottura della supersimmetria

ST&FI

String theory and Fundamental Interactions

Members: Michele Cicoli (PA and local coordinator)

Francisco Pedro (PA)

Ling Lin (RTDb)

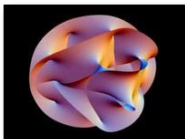
Antonella Grassi (PO Dip. Mat.)

Gianmassimo Tasinato (PA) – al 50%

Osmin Lacombe (postdoc)

Matteo Licheri, Pellegrino Piantadosi, Luca Brunelli (PhD)

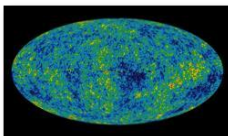
Research: String Phenomenology
String Cosmology



EFTs of string compactifications

Joint statistics of cosmological constant and SUSY breaking in flux vacua with nilpotent Goldstino

Cicoli, Licheri, Maharana, Singh, Sinha
JHEP 01 (2023) 013

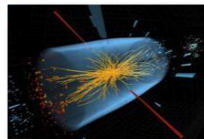


Applications to Cosmology

String cosmology: from the early universe to today

Cicoli, Conlon, Maharana, Parameswaran, Quevedo, Zavala
Phys Rept 1059 (2024) 1-155

The cosmological constant is probably still zero
Liu, Padilla, Pedro
JHEP 10 (2023) 014



Applications to Particle Physics

Sequestered string models imply split supersymmetry

Cicoli, Cotellucci, Otsuka
JHEP 01 (2024) 059

Amplitudes

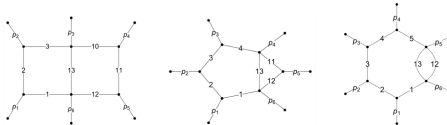
- *Responsabile nazionale:* Vittorio del Duca (LNF)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, LNF, Napoli, Padova, Roma 1, Torino
- *Responsabile locale:* Tiziano Peraro (UniBO)
- *Altri membri locali:*
 - Assegnisti: Vsevolod Chestnov, Matteo Becchetti, Dhimiter Canko
 - Dottorandi: Mattia Pozzoli (UniBO)
- *Attività scientifica:*
 - Gauge theories
 - mathematical methods in QFT and gravity
 - multi-loop amplitudes
 - on-shell techniques

Amplitudes Highlights (sezione di Bologna)

- Computation of **two-loop six-point Feynman integrals**

[J. Henn, A. Matijašić, J. Miczajka, **T. Peraro**, Y. Xu, Y. Zhang (2024)]

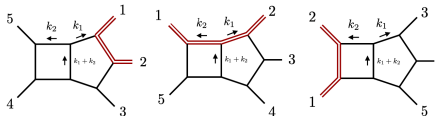
- for high-precision predictions in $2 \rightarrow 4$ massless scattering processes



- Two-loop integrals for **$t\bar{t}$ +jet production** at hadron colliders

[S. Badger, **M. Becchetti**, N. Giraudo, S. Zoia (2024)]

- ingredients for high-precision predictions in top-pair production + a jet



- **Analytic** properties of Feynman integrals:

- Restrictions of Pfaffian systems for Feynman integrals

[**V. Chestnov**, S. J. Matsubara-Heo, H. J. Munch, N. Takayama (2023)]

- Intersection Numbers, Polynomial Division and Relative Cohomology

[Brunello, **Chestnov**, Crisanti, Frellesvig, Mandal, Pierpaolo Mastrolia (2024)]

QFT@Collider- Teoria di Campo delle Interazioni Fondamentali e fenomenologia

- *Responsabile nazionale:* Gian Paolo Vacca (INFN Bologna)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Cosenza, Firenze, Milano Bicocca, Pavia
- *Responsabile locale:* Gian Paolo Vacca (INFN)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
 Gian Luigi Alberghi (INFN 20%), Ilaria Brivio (UniBO 80%), Fabio Maltoni (UniBO 75%), Davide Pagani (INFN), Tiziano Peraro (UniBO,50%), Filippo Sala (UniBO 20%), Gian Paolo Vacca (INFN 80%)
 Assegnisti: Vsevolod Chestnov, 50%, Dhimiter Canko 50%, Matteo Becchetti 50%, Lamba Pryianka (100%), Ma Yang (70%)
 Dottorandi: Simone Meoni (100%), Mattia Pozzoli (50%), Luca Beccatini (100%)
- *Attività scientifica:* QFT for collider Physics
 - SM and BSM phenomenology
 - Effective field theories and SMEFT
 - Higher perturbative computations and Precision Physics
 - Physics in future particle colliders (Muon, FCC, ...)
 - Small x QCD
 - RG flows and critical theories

ERC Starting Grant **FFHiggsTop** (Peraro) <https://cordis.europa.eu/project/id/101040760>

COST action **COMETA** (Brivio) <https://www.cost.eu/actions/CA22130>

QFT@Collider :

TEORIA DI CAMPO DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI
E FENOMENOLOGIA DELLA FISICA NEI COLLIDER

Staff (7), Postdocs (5), Ph.D. (3)

Papers: published (7) and preprints (13)

Effective theories

Emergent symmetries at criticality in multi field RFT/DP

J. Bartels, C. Contreras and **G. P. Vacca**,
JHEP 05 (2024) 032, arXiv:2402.04007

To profile or to marginalise: a SMEFT case study

I. Brivio, S. Bruggisser, N. Elmer, E. Geoffrey, M. Luchmann et al.,
SciPost Phys. 16 (2024) 035, arXiv:2402.04007

NLO event generators

Improving NLO QCD event generators with high-energy EW corrections

D. Pagani, T. Vitos and M. Zaro,
EPJC 84 (2024) 5, 514, arXiv:2309.00452

BSM

Top-philic ALP phenomenology at the LHC: the elusive mass-window

S. Blasi, **F. Maltoni**, A. Mariotti, K. Mimasu, **D. Pagani** et al.,
JHEP 06 (2024) 077, arXiv:2311.16048

Probing Higgs-muon interactions at multi-TeV muon collider

E. Celada, T. Han, W. Kilian, N. Kreher, **Y. Ma**, **F. Maltoni**, **D. Pagani** et al.,
To appear on JHEP, arXiv:2312.13082

Quantum entanglement

Quantum detection of new physics in top-quark pair production at the LHC

F. Maltoni, C. Severi, S. Tentori and E. Vryonidou,
JHEP 03 (2024) 099 , arXiv: 2401.08751

Probing new physics through entanglement in diboson production

R. Aoude, E. Madge, **F. Maltoni**, L. Mantani,
JHEP 12 (2023) 017 , arXiv: 2307.09675

MONSTRE - Teorie microscopiche di sistemi a molti corpi fortemente interagenti

- *Responsabile nazionale:* Danilo Gambacurta (LNS)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Catania, Milano, Napoli, Padova, Trento
- *Responsabile locale:* Paolo Finelli (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:* Paolo Finelli (UniBo)
- *Attività scientifica:* Fisica nucleare (struttura e reazioni)
 - QCD a bassa energia ed interazioni nucleari
 - Struttura nucleare ed eccitazioni collettive dei nuclei
 - applicazioni nel settore astrofisica (stelle neutroni)

Modeling Nuclear Structure and Reactions

Long-term strategy: **Ab-initio** Nuclear Reactions



Inelastic Nucleon-Nucleus scattering ◀

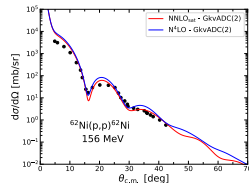
(Work in progress)

Nucleus-Nucleus scattering ◀

(Work in progress)

Transfer reactions X

FRAGMENTATION



PRC (2024), Editor's suggestion

Quantum

- *Responsabile nazionale:* Stefano Mancini (UniCAM)
- *Sedi partecipanti:* Bari, Bologna, Camerino, Catania, Milano-Como, Napoli-Salerno, Padova, Palermo, Trento TIPFA, Trieste.
- *Responsabile locale:* Elisa Ercolessi (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
 Staff: Cristian Degli Esposti Boschi (CNR 50%), Elisa Ercolessi (UniBo), Pierbiagio Pieri (UniBo), Lorenzo Piroli (UniBo)
 Assegnisti: Mahul Pandey (INFN), Leonardo Pisani (Unibo)
 Dottorandi: Pietro Bovini, Riccardo Cioli, Federico Dell'Anna, Matteo Grotti, Simone Tibaldi
- *Attività scientifica:* Progetti principali su Teoria Quantistica dei Molti Corpi
 - QUANTHEM - ERC Starting Grant 2023 (Lorenzo Piroli)
 - Quantum Computing Solutions for High Energy Physics (QUANTERA)
 - Quantum Computing for Data Analysis (Int. Foundation Big Data and Artificial Intelligence)
 - Hamiltonian evolution of the dynamics of QCD-inspired field theory models (INFN-CERN-IBMQ)

IS QUANTUM

- Sezione di Bologna

QUANTUM MANY BODY THEORIES, QUANTUM COMPUTATION and INFORMATION THEORY

- Effetti quantistici macroscopici: transizioni di fase quantistiche (miscele bosoniche/fermioniche; fasi topologiche)
- Simulazioni quantistiche di sistemi fuori dall'equilibrio
- Simulazioni di teorie di campo su reticolo: effetti non perturbativi e di dinamica in tempo reale
- Algoritmi quantistici e ibridi per problemi di ottimizzazione/variazionali

PUBBLICAZIONI

M.Pini et al., Phys.Rev. B107 (2023) 054505

L.Pisani et al., Results in Physics 57 (2024) 107358

L.Pisani et al, arXiv:2405.05029.

S. Pradhan et al., Phys. Rev. B109 (2024) 064410

F. Dell'Anna et al, Phys. Rev. B108 (2023) 144414

S.Tibaldi et al., IEEE Transactions on Quantum Engineering 4 (2023) 3102611

B.Vermeschn et al., arXiv:2311.08108, accepted in PRX

A. Pesci et al., Phys.Rev.A108 (2023) 062801

J.D'Alberto et al., Phys.Rev.A109, 053302 (2024)

C.Sanavio et al., Entropy 26 (2024) 345

C. Sanavio et al., Eur. Phys. J. Plus (2023) 138:936

A. Mariani et al., Phys. Rev. D107 (2023) 114513

InDark - Inflazione, Materia Oscura e Strutture su Grandi Scale dell'Universo

- *Responsabile nazionale:* Massimiliano Lattanzi (UniFE)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Ferrara, Genova, Laboratorio Nazionale del Gran Sasso, Milano, Padova, Roma II, Torino, Trieste, Parma
- *Responsabile locale:* Marco Baldi
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
 Marco Baldi (UniBO 80%), Carlo Burigana (INAF 50%), Giulia Despali (UniBO), Stefano Ettori (INAF 50%), Fabio Finelli (INAF 40%), Carlo Giocoli (INAF 50%), Alessandro Gruppuso (INAF 25%), Adam Bengt Johansson Andrews (INAF), Federico Marulli (UniBO), Massimo Meneghetti (INAF 50%), Lauro Moscardini (UniBO), Daniela Paoletti (INAF 50%), Mauro Sereno (INAF 50%)

Assegnisti:

Giovanni Aricò (Assegno INFN-InDark)

Sofia Contarini (UniBo)

All members involved in the ESA mission **Euclid**, partial participation to **LiteBIRD** Joint Study Group, partial participation to **Einstein Telescope** Cosmology Division.



INDARK

Inflation, Dark Matter, and the LSS of the Universe

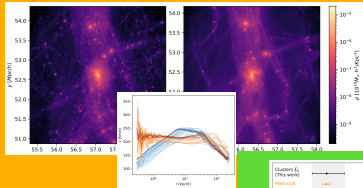


OAS

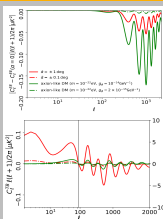
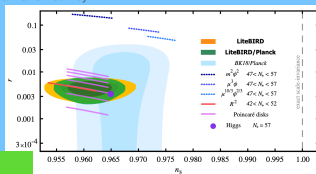
BOLOGNA

M. Nori, A. Macciò, M. Baldi

"Fuzzy Aquarius: evolution of a Milky-way like system in the Fuzzy Dark Matter scenario"



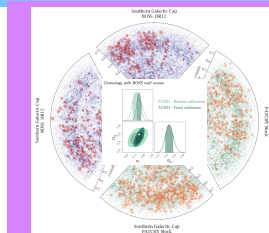
Allys et al. (incl. F. Finelli, A. Gruppuso, D. Paoletti), "Probing cosmic inflation with the *LiteBIRD* cosmic microwave background polarization survey"



M. Galaverni, F. Finelli, D. Paoletti, "Redshift evolution of cosmic birefringence in CMB anisotropies"



G. Lesci, A. Veropalumbo, M. Sereno, F. Marulli, L. Moscardini, C. Giocoli, "Mass bias and cosmological constraints from *Planck* cluster clustering"



S. Contarini, A. Pisani, N. Hamaus, F. Marulli, L. Moscardini, M. Baldi, "Cosmological Constraints from the BOSS DR12 Void Size Function"

TAsP - Theoretical Astroparticle Physics

- *Responsabile nazionale:* Eligio Lisi (BA)
- *Sedi partecipanti:* Bari, Bologna, Ferrara, Lecce, LNF, LNGS, Napoli, Padova, Pisa, Pavia, Roma I, Torino, Trieste
- *Responsabile locale:* Silvia Pascoli (UniBO)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Enrico Bertuzzo (UniMORE), Ilaria Brivio (UniBO 20%), Michele Lucente (UniBO), Silvia Pascoli (UniBO 90%), Filippo Sala (UniBO 80%)
Assegnista: Alessandro Granelli
Dottorandi: **Giovanni De Marchi**, **Daniele Massaro (50%)**, Jacopo Nava, Jaime Hoefken Zink
- *Attività scientifica:*
 - Fisica dei neutrini
 - Fisica astroparticellare oltre il Modello Standard

TASP

Neutrino and astroparticle theory and pheno

From low energies (dark sectors)

to GUT scales



eV keV MeV GeV TeV Intermediate scale GUT scale

1. Rich dark sectors,
HNL searches, DM

2. Baryon asymmetry and GW at
multiple scales

1. **Dark sectors:** Explanation of neutrino anomalies (MiniBooNE) in rich dark sectors (2308.02543) in collaboration with 2 students, J. Hoefkens Zink and D. Massaro and projections for sensitivity in microBooNE (via MoU with experimental collaboration), Glueballs from confining GeV DS (2401.12278) and their tests.
2. **Neutrinos:** PEANUTS as a software for solar neutrinos (2303.15527), COSMOLOGY: Impact of massive neutrinos on large scale structure formation in collaboration with ICC (2403.12967, 2307.03191), and searches for relic neutrinos (2405.04568) in collaboration with students Nava and De Marchi (INFN PhD students); DARK MATTER: production of DM via HNL freeze in (2308.01341).
3. **Baryogenesis and leptogenesis:** The baryon asymmetry from low E leptogenesis (PRD 108) and from supercooled confinement (2312.09282) with INFN PhD Nava.
4. **Phase transitions:** particle shells from relativistic bubble walls (2403.05615).
5. **GUTs and GW:** Connection between GUTs and GW signals (2308.05799).
6. 3 **DUNE papers** as members of the DUNE collaboration.

- EuCAPT Director (S. Pascoli).
- Coordination of Horizon2020 ITN HIDDEN with over 200 scientists (S. Pascoli, coordinator).
- Horizon Europe Staff Exchange ASYMMETRY (S. Pascoli, Local PI).
- Collaboration/discussions with DUNE/ICARUS experimental team at Bologna and with KM3Net, NA64 and MicroBooNE.

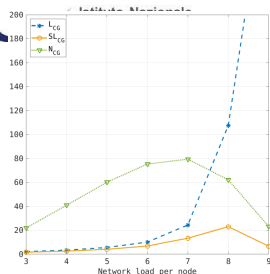
LINCOLN - Statistica e Dinamica su Reti Complesse

- *Responsabile nazionale:* Enzo Orlandini (UniPD)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, **Cosenza**, Firenze, Padova, Perugia, Catania
- *Responsabile locale:* Armando Bazzani (UniBO)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
 Armando Bazzani (UniBo), Mirko Degli Esposti (uniBO), **Marco Lenci (UniBO)**,
 Daniel Remondini (UniBO 20%)
 Assegnisti: Federico Capoani (ATLAS)
 Dottorandi: Federico Bellisardi, Giulio Colombini, Lorenzo di Meco, Filippo Dalla,
 Aldo Canfora
- *Attività scientifica:*
 - The aim of this project is to develop theoretical tools (i.e. stochastic dynamical systems, spectral methods, inhomogeneous mean-field approaches, topological methods, renormalization group ideas) for Complex Systems Physics and Non-equilibrium Statistical Physics.
 - Bologna group: Applying non-linear dynamical theory to complex systems and developing dynamical models on graphs for transport and neural systems. Extending the Entropy concept to explain biological and social systems

Connection with PNRR and Bologna Digital Twins projects and third mission activities of Theoretical Physics

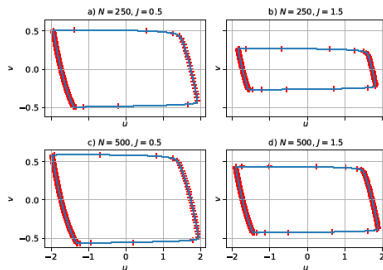


Dynamical Systems of Graphs



Congestion formation
using random walk on
graph: percolation
transition

Soliton activity wave in a
directed neuron loop:
comparison with a Delay
Differential equation



- 1) L Di Meco, MD Esposti, F Bellisardi, A Bazzani *Congestion transition on random walks on graphs* arXiv preprint arXiv:2405.16100 submitted to Entropy
- 2) E Rolando, A Bazzani *Failure detection for transport processes on networks* arXiv preprint arXiv:2311.02624 Submitted to Phys Rev E
- 3) A Bazzani, M Giovannozzi, CE Montanari, G Turchetti *Performance analysis of indicators of chaos for nonlinear dynamical systems* Physical Review E 107 (6), 064209 (2024)
- 4) C Mizzi, A Baroncini, A Fabbri, D Micheli, A Vannelli, C Criminisi, S Jean, ... *Individual mobility deep insight using mobile phones data* EPJ Data Science 12 (1), 56 (2023)
- 5) S Polizzi, T Marzi, T Matteuzzi, G Castellani, A Bazzani *Random Walk Approximation for Stochastic Processes on Graphs* Entropy 25 (3), 394 (2023)

Altre attività di ricerca

- *Membri afferenti a IS in altra sezione*

Roberto Balbinot (UniBO) [QUAGRAP-TS](#)

Si sono studiati i buchi neri carichi di Reissner-Nordstroem analizzando il tensore energia impulso quantistico e le sue correlazioni sia nello stato di Unruh che nello stato quantico risultante da un collasso di un guscio carico con particolare attenzione al comportamento sugli orizzonti.

“Quantum energy momentum tensor and equal time correlations in a Reissner- Nordström black hole”, Phys Rev D **108** (2023) 045010

“The Unruh vacuum and the in-vacuum in Reissner-Norström spacetime”, Universe **10** (2024)

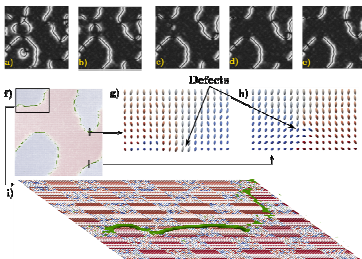
18

- *Personale ricercatore associato non afferente a IS:*

Cesare Chiccoli e Paolo Pasini (INFN senior)

Computer simulations of anisotropic systems (C. Chiccoli and P. Pasini)

We have studied a nematic liquid crystal film confined to a flat cell with homeotropic and planar patterned hybrid anchoring and shown, using Monte Carlo simulations, the possibility of the system to stabilize line and point defects. The planar anchoring surface is patterned with a chessboard-like grid of squares with alternating random or parallel homogeneous planar anchoring. The simulations show only line defects when the individual domains are small enough, but also point defects when the domain size is significantly larger than the sample thickness. In the latter case, defect lines are not observed in domains with random surface anchoring, although lines and points are connected by a "thick line", which separates two regions with different director tilt. Increasing the anchoring strength, the defect lines appear a few layers above the surface, with the two ends just above the randomly oriented domains.



An example of MC evolution of defects and the snapshot in the 5th layer of free spins above the patterned surface. The both cut layer, marked as dotted lines in (f), showing the defect position is shown in (g) and (h). In (i) we show a 3D view of the isosurface for the small region marked in the right bottom of (f) showing how some defects leave the surface plane, while others still lie on it.

C.Chiccoli et al., Point and Line Defects in Checkerboard Patterned Hybrid Nematic Films. A Computer Simulation Investigation (*preprint*)

Collaborations:

Universities of Maringà and Apucarana (Brazil)

University of Ljubljana (Slovenia)

Gruppo IV in Sezione

Necessità del Gruppo Teorico: stesse degli anni passati (ma stiamo ancora aumentando...).

- Servizio di Segreteria locale per tutte le attività del gruppo:
grazie a [Barbara Simoni](#)
- Gestione missioni e inviti:
grazie a [Antonella Aiello](#) e [Elisa Zini](#)
- Servizi di Amministrazione
- Supporto dal servizio di Calcolo e Reti
- Risorse finanziarie dalla Sezione per
 - 1) borse dottorandi in convenzione con UniBO
 - 2) post-doc stranieri in convenzione con UniBO
 - 3) supporto organizzazione eventi.