Attività di Gruppo IV (Fisica Teorica)

Assemblea di Sezione

Roberto Casadio

Dipartimento di Fisica e Astronomia "A. Righi"
Università di Bologna

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bologna

6 luglio 2023

CSN IV ed Iniziative Specifiche

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.
Valutazione 2023 in corso:

- pre-proposte approvate 04/2023.

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 (14 nel 2024)

Fondi per acquisti, ospiti, conferenze su Dotazione di Gruppo.

Gruppo IV di Bologna

Coordinatore (03/2020, rinnovato 03/2023): Roberto Casadio (UniBO)

Totale associati: 79 (60 ⇒ 69 FTE + nuovi dottorandi in selezione)

- Tutte le 6 linee di ricerca sono rappresentate nella Sezione di Bologna.
  Aprile 2023 - Proposte (pre)approvate per il prossimo triennio (valutazione esterna in corso):
  1. Teoria dei Campi e di Stringa: FLAG, GAST, ST&FI
  2. Fenomenologia: QFT@Collider, Amplitudes
  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: Casadio, Cicoli, Kamenshchik, Pedro, Pascoli, Pesci, Tronconi, Vacca
  EUCLID: Tronconi

FLAG - Fields and Gravity

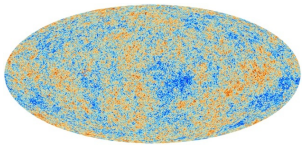
- *Responsabile nazionale:* Alessandro Tronconi (INFN)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Catania, Milano, Pisa, Trento, Trieste
- *Responsabile locale:* Alessandro Tronconi (INFN)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
  Roberto Casadio (UniBO 90%), Gabriele Gionti (esterno), Alexander Kamenshchik (UniBO 90%), Andrea Mentrelli (UniBO), Alessandro Pesci (INFN 90%), Gianmassimo Tasinato (UniBO 50%) Alessandro Tronconi (INFN 70%), Gian Paolo Vacca (INFN 10%)
  Assegnista: Leonardo Chataigner
  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)
Papers 07/2022-23: 11
Preprints 07/2022-23: 6

Nuovo responsabile nazionale e locale: **Alessandro Tronconi (INFN BO)**

Dal 2024 nuovo nodo: **Pisa**



Cosmology: inflation, CMB, dark energy and dark matter

L. Chataignier, **A. Kamenshchik**, **A. Tronconi**, G. Venturi, *Reconstruction methods and the amplification of the inflationary spectrum*, PRD 107 (2023) 8, 083506

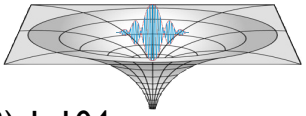
A. Pesci, *Information content and minimum-length metric: A drop of light*, Gen.Rel.Grav. 54 (2022) 7, 72, Gen.Rel.Grav. 54 (2022) 72

L. Chataignier, **A. Kamenshchik**, **A. Tronconi**, G. Venturi, *Reflected waves and quantum gravity*, PRD 107 (2023) 2, 026004

O. Özsoy, **G. Tasinato**, *Inflation and Primordial Black Holes*, Universe 9 (2023) 5, 203

R. Martini, **G.P. Vacca**, O. Zanusso, *Perturbative approaches to non-perturbative quantum gravity*, e-Print: 2210.13910

Black holes: theory of gravitational collapse and black holes



R. Casadio, L. Tabarroni, *Slowly rotating quantum dust cores and black holes*, Eur.Phys.J.Plus 138 (2023) 1, 104

R. Casadio, **W. Feng**, I. Kuntz, F. Scardigli, *Minimum length (scale) in quantum field theory, generalized uncertainty principle and the non-renormalisability of gravity*, PLB 838 (2023) 137722

R. Casadio, A. Kamenshchik, I. Kuntz, *Background independence and field redefinitions in quantum gravity*, Annals Phys. 449 (2023) 169203

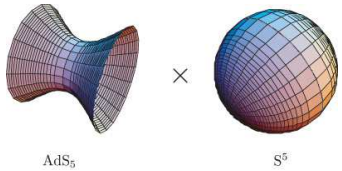
A. Kamenshchik, **P. Petriakova**, *Newman-Janis algorithm's application to regular black hole models*, PRD 107 (2023) 12, 124020

GAST - Gauge and String Theories

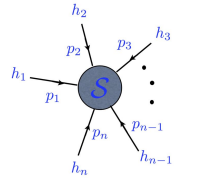
- *Responsabile nazionale:* Domenico Seminara (UniFI)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Firenze, Milano Bicocca, Parma, Perugia, Pisa, Trieste
- *Responsabile locale:* Davide Fioravanti (INFN Bologna)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
  Simonetta Abenda (UniBO 50%), Fiorenzo Bastianelli (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: Leonardo de la Cruz (50%), Rathul Mahanta (INFN 50%)
  Dottorandi: Filippo Maria Balli, Francesco Comberiati (50%), Filippo Fecit, Michela Lapenna, Maurizio Muratori, Thomas Martin Weber
- *Attività scientifica:*
  - MSCA-SE CaLIGOLA (Abenda, Fioresi, Latini)
  - Aspetti fondamentali delle Teorie di Campo per la Fisica delle Particelle
  - Risultati esatti, non perturbativi e perturbativi (in esse)
  - Dualità ed equivalenze tra teorie di gauge e gravità (AdS/CFT)
  - 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
  - Applicazioni alla Meccanica Statistica: entanglement ed entropia

GAuge and STring (the inner spirit of theories)

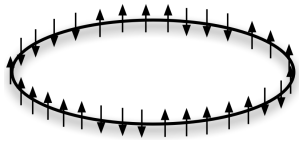
Olografia gauge/gravità



Ampiezze



Integrabilità



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, Fioresi, Frassek, Lapenna, Mahanta, Rossi, 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*.

- **Approccio di world-line a ampiezze**: Balli, Bastianelli, Comberiati, Corradini, De La Cruz, Fecit, Latini; *Light bending from eikonal in worldline quantum field theory, JHEP*.

- **Higher gauge theories**: Zucchini; *Quantum field theoretic representation of Wilson surfaces: I and II, JHEP*.

- **Olografia, meccanica statistica, entanglement, entropia**: Ravanini, Trancanelli; *Wilson loops and defect RG flows in ABJM, JHEP*.

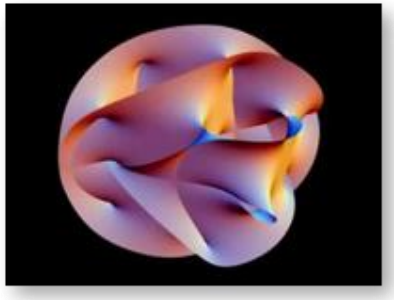
ST&FI - String Theory and Fundamental Interactions

- *Responsabile nazionale:* Giulio Bonelli (UniTS) → 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 90%), Francisco Gil Pedro (UniBO 90%), Antonella Grassi (UniBO), Gianmassimo Tasinato (UniBO 50%)
  Assegnisti: Max Horst Brinkmann, Derius Osmin Lacombe, Rathul Mahanta (50%)
  Dottorandi: Igor Broeckel, Matteo Licheri, Nicola Pedron, Pellegrino Piantadosi
- *Attività scientifica:* Fenomenologia e cosmologia di stringa
  - Compattificazioni di stringa
  - Modelli con D-brane
  - Stabilizzazione dei moduli
  - Inflazione
  - Rottura della supersimmetria

ST&FI
String theory and Fundamental Interactions

Members: Michele Cicoli (PA and local coordinator)
Francisco Pedro (RTDb)
Gianmassimo Tasinato (PA) – al 50%
Ratul Mahanta, Max Brinkmann, Osmin Lacombe (postdoc)
Matteo Licheri, Nicola Pedron, Pellegrino Piantadosi (PhD)

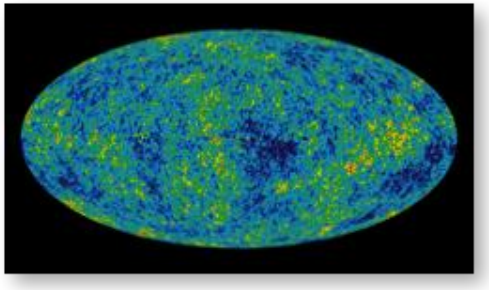
Research: String Phenomenology and Cosmology



EFTs of string compactifications

Flux vacua with approximate flat directions
Cicoli, Licheri, Mahanta, Maharana
JHEP 10 (2022) 086

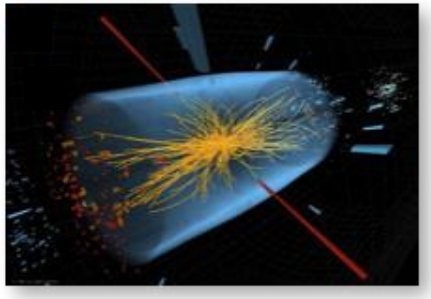
Joint statistics of cosmological constant and SUSY breaking in flux vacua with nilpotent Goldstino
Cicoli, Licheri, Maharana, Singh, Sinha
JHEP 01 (2023) 013



Applications to Cosmology

Stringy multifield quintessence and the Swampland
Brinkmann, Cicoli, Dibitetto, Pedro
JHEP 11 (2022) 044

The dark universe after reheating in string inflation
Cicoli, Sinha, Wiley Deal
JHEP 12 (2022) 068



Applications to Particle Physics

Axions in string theory - Slaying the Hydra of dark radiation
Cicoli, Hebecker, Jaeckel, Wittner
JHEP 09 (2022) 198

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), Filippo Sala (UniBO 20%), Gian Paolo Vacca (INFN 80%)
  Assegnisti: Vsevolod Chestnov, Ma Yang (70%)
  Dottorandi: Francesco Comberiati (50%), Daniele Massaro (50%),
- *Attività scientifica:* teoria quantistica dei campi e applicazioni
  - 2021 ERC Starting Grant FFHiggsTop (Peraro)
  - Effective field theories and SMEFT
  - SM and BSM phenomenology
  - Physics in future particle colliders
  - Small x QCD
  - RG flows and critical theories

QFT@Collider :

TEORIA DI CAMPO DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E FENOMENOLOGIA

Staff (7), Postdocs (5), Ph.D. (2)

Papers: published (**16**) and preprints (**30**)

Effective theories

Complete SMEFT predictions for four top quark production at hadron colliders
R. Aoude, H. El Faham, **F. Maltoni** and E. Vryonidou,
JHEP 10 (2022) 163, arXiv:2208.04962

Resummations

Resumption effects in the bottom-quark fragmentation function
F. Maltoni, G. Ridolfi, M. Ubiali and M. Zaro,
JHEP 10 (2022) 027, arXiv:2207.10038

Multi-loop scattering amplitudes

Two-loop QCD corrections to the $V \to q\bar{q}g$ helicity amplitude with axial-vector couplings
T. Gehrmann, **T. Peraro** and L. Tancredi,
JHEP 02 (2023) 041, arXiv:2211.13596

Quantum entanglement

Quantum information and CP Measurement in $H \to \tau^+\tau^-$ at future lepton colliders
M.M. Altakach, P. Lamba, **F. Maltoni**, K. Mawatari and K. Sakurai,
Phys. Rev. D 107 (2023) 093002, arXiv: 2211.10513

Quantum SMEFT tomography: top quark pair production at LHC
R. Aoude, E. Madge, **F. Maltoni**, L. Mantani,
Phys. Rev. D 106 (2022) 055007, arXiv: 2203.05619

Amplitudes

- *Responsabile nazionale:* Vittorio del Duca (LNF)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, LNF, Napoli, Padova, Roma 1, Torino
- *Responsabile locale:* Tiziano Peraro (UniBO)
- *Attività scientifica:*
  - Gauge theories
  - mathematical methods in QFT and gravity
  - multi-loop amplitudes
  - on-shell techniques

MONSTRE - Teorie microscopiche di sistemi a molti corpi fortemente interagenti

- *Responsabile nazionale:* Francesco Pederiva (UniTN) → 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 adronica
  - QCD a bassa energia e fisica degli adroni
  - Struttura nucleare ed eccitazioni collettive dei nuclei
  - applicazioni nel settore astrofisica (stelle neutroni)

Iniziativa Specifica **MONSTRE**

Modeling **N**uclear **St**ructure and **Re**actions

Paolo Finelli (local coordinator); Danilo Gambacurta (national coordinator)

Units: **Bologna**, Milano, Catania, Trento, Padova, Napoli

Long-term strategy: Ab-initio Nuclear

Elastic Nucleon-Nucleus scattering ✓

Extensions
- Non-zero spin
- Three-body
- Medium
- 2nd order

Inelastic Nucleon-Nucleus scattering

(Work in progress)

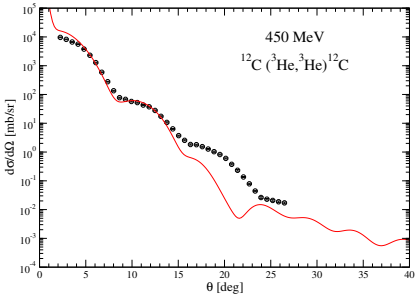
Numerical codes
- Factorized
- Full folding
- R-matrix
- Optimal approximation
- Coupled

Nucleus-Nucleus scattering

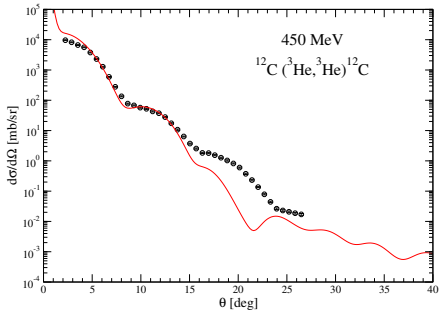
(Work in progress)

Mass/Charge exchange scattering

FRAGMENTATIO



To be submitted to PRL



Submitted to PRC

2022

Phys.Rev.C 105 (2022) 5, 055503; Phys.Rev.C 105 (2022) 1, 014621

Quantum

- *Responsabile nazionale:* Paolo Facchi (UniBA) → Stefano Mancini (UniCAM)
- *Sedi partecipanti:* Bari, Bologna, Catania, Milano, Napoli, Padova, Perugia, Trento, Trieste
- *Responsabile locale:* Elisa Ercolessi (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:* Cristian degli Esposti Boschi (CNR 50%), Elisa Ercolessi (UniBo), Pierbiagio Pieri (UniBo), Stefano Mancini (UniCAM), Lorenzo Piroli (UniBO)

  Assegnisti: Claudio Sanavio, Mahul Pandey (INFN)

  Dottorandi: Riccardo Cioli, Federico Dell'Anna, Claudio Massimo Sanavio, Sunny Pradhan, Simone Tibaldi
- *Attività scientifica:* Quantizzazione ed effetti quantistici
  - 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 SIMULATIONS with applications to MANY BODY MODELS, GAUGE THEORIES, INFORMATION THEORY

- Effetti quantistici macroscopici: transizioni di fase quantistiche di sistemi a molti corpi fortemente correlati in bassa dimensionalità (miscele bosoniche/fermioniche; fasi topologiche)
- Simulazioni di Lattice Gauge Theories in approccio Hamiltoniano: effetti non perturbativi e di dinamica in tempo reale
- Algoritmi quantistici e ibridi per problemi di ottimizzazione/variazionali

PUBBLICAZIONI

- R. Maggi et al., J. Math. Phys. 63 (2022) 010122
- L. Pisani et al., Phys. Rev. B 105 (2022) 054505
- S. Satanassi et al., Phys. Rev. Phys. Ed. Research 18 (2022) 22902
- L. Lumia et al., PRX Quantum 3 (2022) 020320
- M. Bondani et al., Physics 4 (2022) 1150
- M. Pini et al., Phys. Rev B 107 (2023) 054505
- S. Tibaldi et al., SciPost Phys. 14 (2023) 005
- G. Angelone et al., J. Phys. A56 (2023) 065201
- A. Mariani et al., Phys. Rev. D 107 (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, Roma III, Torino, Trieste, Parma
- *Responsabile locale:* Fabio Finelli → Marco Baldi (UniBO)
- *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 (UniBO), Alessandro Gruppuso (INAF 25%), Federico Marulli (UniBO), Massimo Meneghetti (INAF 50%), Lauro Moscardini (UniBO), Daniela Paoletti (CNR 50%), Mauro Sereno (INAF 50%)

  Assegnisti: Mario Ballardini, Sofia Contarini

InDark: Inflation, Dark Matter and the LSS of the Universe

https://www.bo.infn.it/gruppo4/indark/

All members involved in the ESA mission **Euclid**, partial participation to **LiteBIRD** Joint Study Groups.

Main activity on Early Universe, Dark Matter and Dark Energy, CMB, Large Scale Structure (scientific interpretation and analysis of CMB/large scale structure data, gravitational lensing, theory and observations of clusters of galaxies, scientific capabilities of the Euclid mission).

Highlights 2022:

D. Paoletti, F. Finelli, J. Valiviita, M. Hazumi "Planck and BICEP/Keck Array 2018 constraints on primordial gravitational waves and perspectives for future B-mode polarization measurements", Phys. Rev. D 106 (2022) 083528

M. Ballardini, F. Finelli, D. Sapone, "Cosmological constraints on the gravitational constant", JCAP 01 (2022) 039

Euclid collaboration: **S. Contarini** et al. (incl. **F. Marulli, L. Moscardini, M. Baldi, C. Giocoli, M. Meneghetti)** "Euclid: Cosmological forecasts from the void size function", Astron. Astrophys. 667 (2022) A20

F. Ferlito, S. Vagnozzi, D. F. Mota, **M. Baldi**, "Cosmological direct detection of dark energy: non-linear structure formation signatures of dark energy scattering with visible matter", MNRAS 512 (2022) 1885

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:*
  Ilaria Brivio (UniBO 20%), Michele Lucente (UniBO), Silvia Pascoli (UniBO 90%), Filippo Sala (UniBO 80%)
  Assegnista: Alessandro Granelli
  Dottorandi: 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, PT

2. Connection between GUT models, leptogenesis and GW

1. ***Dark sectors:*** *Explaining inelastic dark matter and the g-2 muon anomalous magnetic moment as well as other low energy anomalies via rich dark sectors. Several talks at conferences (e.g. ICHEP) and posters. Collaboration with A. Abdullahi, M. Hostert and 2 students, J. Hoefkens Zink and D. Massaro, and with the NA64 experiment. E-prints: EPJC 23 (2302.05410), 2302.05414.*
2. ***GUTs and GW:*** *Confronting SO(10) GUTs with proton decay and gravitational waves, B. Fu,, S. F. King, L. Marsili, S. Pascoli, J. Turner, Y.-L. Zhou. Published in: JHEP 11 (2022).*
3. *Dark Matter and its signatures: Dark Matter spikes around Sgr A* in \gammaγ-rays by F. Sala et al., 2303.12107*
4. ***Phase transitions:*** *Bubbletrons, F. Sala et al., 2306.15555.*
5. *Contribution to* ***Muon Collider*** *studies (F. Sala).*
6. ***FIPs 2022 Report*** *e-Print: 2305.01715 [hep-ph]*
7. *Several* ***DUNE papers*** *as members of the DUNE collaboration*

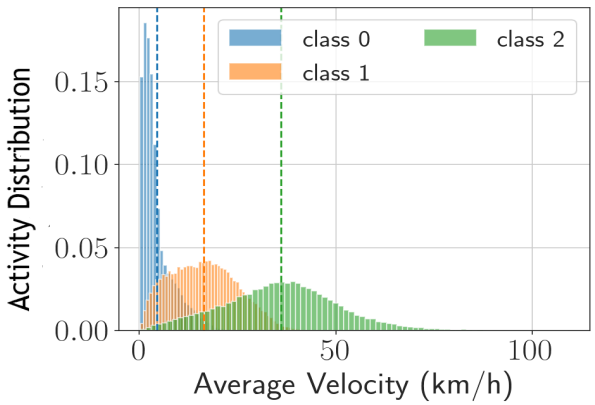
- Coordination of Horizon2020 ITN HIDDeN with over 200 scientists (S. Pascoli, coordinator).
- *Node of Horizon Europe Staff Exchange ASYMMETRY (S. Pascoli, Local PI)*
- *Collaboration/discussions with DUNE/ICARUS experimental team at Bologna and with KM3Net, NA64 and MicroBooNE.*

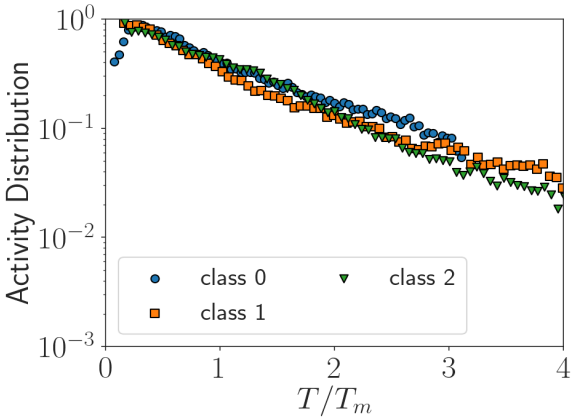
LINCOLN - Statistica e Dinamica su Reti Complesse

- *Responsabile nazionale:* Enzo Orlandini (UniPD)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Cosenza, Firenze, Padova, Perugia
- *Responsabile locale:* Armando Bazzani (UniBO)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
  Armando Bazzani (UniBo), Mirko Degli Esposti (uniBO), Marco Lenci (UniBO), Daniel Remondini (UniBO 20%)
  Dottorandi: Federico Bellisardi, Federico Capoani, Giulio Colombini, Lorenzo di Meco
- *Attività scientifica:* Connection with PNRR projects and third mission activities of Theoretical Physics
  - Applying Dynamical Systems Theory to Complex Systems towards a Non-equilibrium Statistical Physics: mesoscopic point of view
  - Developing dynamical models on graphs for transport systems: congestion dynamics and optimization strategies
  - Extending the Entropy concept to explain biological and social systems

Universal properties of Complex Systems

Studying Human Mobility using mobile phone data





Collapse of exponential distributions for the travel time during differewnt types of mobility: dataset MDT Rimini

A Bazzani, F Capoani, M Giovannozzi *Analysis of adiabatic trapping phenomena for quasi-integrable area-preserving maps in the presence of time-dependent exciters* Physical Review E 106 (3), 034204 (2022)

C Mizzi, A Fabbri, G Colombini, F Bertini, A Bazzani *A survival model to explain the statistical properties of multimodal mobility* Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment 2022 (2), 023404

S Polizzi, T Marzi, T Matteuzzi, G Castellani, A Bazzani *Random Walk Approximation for Stochastic Processes on Graphs Entropy* 25 (3), 394 (2023)

L. Squadrani, N. Curti, E. Giampieri, D. Remondini, B. Blais, G. Castellani *Effectiveness of Biologically Inspired Neural Network Models in Learning and Patterns Memorization*, Entropy 2022, 24(5), 682

Altre attività di ricerca

- *Membri afferenti a IS in altra sezione*

  Roberto Balbinot (UniBO) QUAGRAP-TS

  Si è continuato lo studio delle correlazioni quantistiche attraverso l'orizzonte di buchi neri gravitazionali e acustici evidenziando profonde differenze causate dalla diversa struttura dello spazio-tempo all'interno dell'orizzonte.

  "Quantum correlations across the horizon in acoustic and gravitational Black Holes," Phys. Rev. D 105 (2022) 045010.

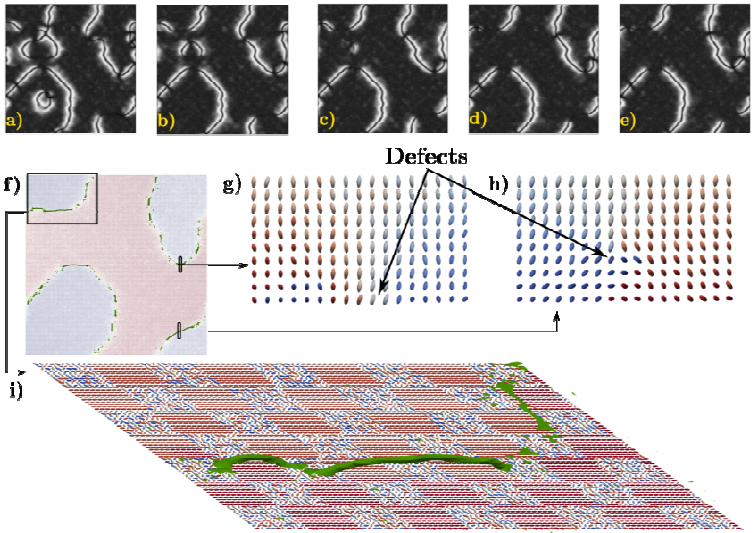
- *Personale ricercatore associato non afferente a IS:*
  Cesare Chiccoli e Paolo Pasini (INFN), Marco Lenci (UniBO), Luca Zambelli (INFN-Fellini)

- Marco Lenci (UniBO)

  Teoria dei sistemi dinamici (deterministici e stocastici) e sue applicazioni:
  - Proprietà ergodiche e stocastiche di gas di Lorentz e simili sistemi dinamici estesi
  - Geometria e dinamica degli attrattori di onde interne in domini confinati
  - Modelli di cammini aleatori in mezzi irregolari o random: diffusione anomala e trasporto
  - Teoria degli osservabili globali in sistemi dinamici in misura infinita

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)

H2020 MSCA COFUND
G.A. 754496

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bologna

Luca Zambelli
FELLINI FELLOW

April 2021 – December 2023

Natural UV Complete Extensions of the SM

- **Formal advances in functional and RG methods**

  Phys.Rev.D 103 (2021) 7, 076012
  "Functional renormalization and the $\overline{\text{MS}}$ scheme"

  Phys.Rev.D 104 (2021) 7, 076026
  "Limit of vanishing regulator in the functional renormalization group"

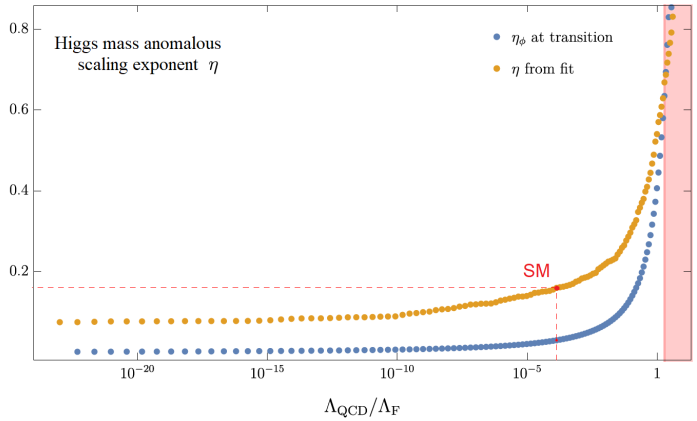
TABLE I. Estimates of the critical exponents η_p and ν_p for the two-dimensional ϕ^{2p} multicritical scalar models. The first three columns present FRG estimates: the first obtained with the $\overline{\text{MS}}$

	This work	opt. [37, 38]	hom. [36]	exact [39]
η_2	0.25	0.2132	0.309	0.25
ν_2	0.666667	…	0.863	1
η_3	0.111111	0.1310	0.200	0.15
ν_3	0.5625	…	0.566	0.556
η_4	0.0625	0.0910	0.131	0.1
ν_4	0.533333	…	0.545	0.536
η_5	0.04	0.0679	0.0920	0.0714
ν_5	0.520833	…	0.531	0.525
η_6	0.0277778	0.0522	0.0679	0.0535714
ν_6	0.514286	…	0.523	0.519

- **Nonperturbative studies of mass generation and hierarchies in the SM**

  Phys.Rev.D 106 (2022) 11, 116013
  "Background effective action with nonlinear massive gauge fixing"

  e-Print: 2306.05943 [hep-th]
  "Interplay of Chiral Transitions in the Standard Model"



Organization of two incoming workshops:

* "UV complete quantum field theories for particle physics", San Miniato (PI) 4-6/09/23
* "Quantum spacetime & the renormalization group", Castiadas (SU) 2-6/10/23

Gruppo IV in Sezione

Necessità del Gruppo Teorico: stesse degli anni passati (ma siamo aumentati...).

- 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.