

Attività di Gruppo IV (Fisica Teorica)

Assemblea di Sezione

Roberto Casadio

*Dipartimento di Fisica e Astronomia
Università di Bologna*

*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Bologna*

14 luglio 2022

Gruppo IV di Bologna

Coordinatore di Gruppo IV dal 12 marzo 2020: **Roberto Casadio**
(totale associati di Gruppo IV: 53 ⇒ 60 FTE + nuovi dottorandi)

- **Tutte le 6 linee di ricerca sono rappresentate nella Sezione di Bologna**
 - ④ Teoria dei Campi e di Stringa: **FLAG, GAST, ST&FI**
 - ④ Fenomenologia: **QFT@Collider, TaSP**
 - ④ Fisica Nucleare e Adronica: **MONSTRE**
 - ④ Metodi Matematici: **Quantum**
 - ④ Fisica Astro-Particellare: **InDark**
 - ④ 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

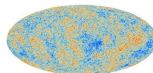
FLAG - Fields and Gravity

- *Responsabile nazionale:* Alessandro Tronconi (INFN)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Catania, Milano, Trento, Trieste
- *Responsabile locale:* Alessandro Tronconi (INFN)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Roberto Casadio (UniBO 90%), Gabriele Gionti (esterno), Alexander Kamenshchik (UniBO 90%), Alessandro Pesci (INFN 90%), Gianmassimo Tasinato (UniBO 50%)
Alessandro Tronconi (INFN 70%), Gian Paolo Vacca (INFN 10%)
Assegnista: Leonardo Chataigner
Dottorando: Wen Bin Feng (CSC)
- *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



BO members: 9 (8 FTE)
Papers 07/2021-22: 14
Preprints 07/2021-22: 7

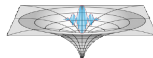
Cosmology: Inflation, CMB, Dark Energy and Dark Matter



Kamenshchik, Tronconi, Venturi, *DBI inflation and warped black holes*, JCAP 01 (2022) 051

Kamenshchik, Starobinsky, Vardanyan, *Massive scalar field in de Sitter spacetime*, EPJC 82 (2022) 345

Black holes: theory of gravitational collapse and black holes



Casadio, *A quantum bound on the compactness*, EPJC 82 (2022) 10

Calmet, **Casadio**, Hsu, Kuipers, *Quantum hair from gravity*, PRL 128 (2022) 111301

Quantum gravity: issues in fundamental gravity

Chataignier, *Beyond semiclassical time*, Z. Naturforsch.A (2022)

Pesci, *Expectation values of minimum-length Ricci scalar*, IJMPD 31 (2022) 2250007

Stergiou, **Vacca**, Zanusso, *Weyl covariance and the energy-momentum tensor of higher derivative free CFT*, JHEP 06 (2022) 104

Kuntz, **Casadio, Kamenshchik**, *Covariant singularities: a brief review*, MPLA 37 (2022) 2230007

GAST - Gauge and String Theories

- *Responsabile nazionale:* Domenico Seminara (UniFI)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Firenze, 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), 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 Comberiat (50%), Daniele Gregori, Maurizio Muratori, Octavio Pomponio
- *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)



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:** Abenda, Fioravanti, Fiorese, Gregori, Mahanta, Rossi; *A new method for exact results on Quasi Normal Modes of Black Holes*, PRL; Integrability exact methods in physics and mathematics.
- **Approccio di world-line e ampiezze:** Balli, Bastianelli, Comberinati, Corradini, De La Cruz, Latini, Muratori; *Worldline master formulas for the dressed electron propagator. Part 2: On-shell amplitudes*, JHEP.
- **Higher gauge theories:** Zucchini; Quantum field theoretic representation of Wilson surfaces: I and II, JHEP.
- **Olografia, meccanica statistica, entanglement, entropia:** Pomponio, Ravanini, Trancanelli; The staircase model: massless flows and hydrodynamics, JPA; Conformal and non-conformal hyperloop deformations of the 1/2 BPS circle.

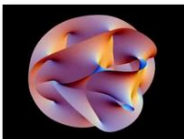
ST&FI - String Theory and Fundamental Interactions

- *Responsabile nazionale:* Giulio Bonelli (UniTS)
- *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%), **Gianmassimo Tasinato (UniBO 50%)**
Post-doc INFN: 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)
Ratul Mahanta (postdoc)
Matteo Licheri, Nicola Pedron, Pellegrino Piantadosi (PhD)

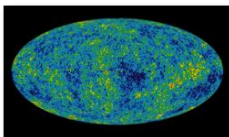
Research: String Phenomenology and Cosmology



EFTs of string compactifications

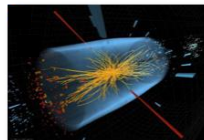
Systematics of the α' expansion in F-theory
Cicoli, Quevedo, Savelli, Schachner, Valandro
JHEP 08 (2021) 099

On the search for low W0
Broeckel, Cicoli, Maharana, Singh, Sinha
Fortsch.Phys. 70 (2022) 6, 2200002



Applications to Cosmology

**Quintessence and the Swampland:
The numerically controlled regime
of moduli space**
Cicoli, Cunillera, Padilla, Pedro
Fortsch.Phys. 70 (2022) 4, 2200008



Applications to Particle Physics

**The Standard Model quiver in de Sitter
string compactifications**
Cicoli, Garcia Etxebarria, Quevedo,
Schachner, Shukla, Valandro
JHEP 08 (2021) 109

Fuzzy Dark Matter from string theory
Cicoli, Guidetti, Righi, Westphal
JHEP 05 (2022) 107

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%), **Iliaria Brivio (UniBO 20%)**, Fabio Maltoni (UniBO 80%), Davide Pagani (INFN), Tiziano Peraro (UniBO), **Filippo Sala (UniBO 80%)**, Gian Paolo Vacca (INFN 80%)
Assegnisti: **Leonardo De La Cruz (50%)**
Dottorandi: Francesco Comberiati (50%), Daniele Massaro (50%), **Luca Pagani**
- *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

Papers: published (11) and preprints (4)

Quantum entanglement

Quantum tops at the LHC: from entanglement to Bell inequalities

C. Severi, C. degli Esposti Boschi, **F. Maltoni**, M. Sioli, Eur. Phys. J. C 82 (2022) 4, 285, arXiv: 2110.10112

Automated computations

Automated EW corrections with isolated photons: $t\bar{t}\gamma$, $t\bar{t}\gamma\gamma$, $t\gamma j$ as a case studies

D. Pagani, H-S Shao, I. Tsinikos and M. Zaro, JHEP 09 (2021) 155

One-loop electroweak Sudakov logarithms: a revisitation and automation

D. Pagani and M. Zaro, JHEP 092(2022) 161, arXiv:2110.03714

Multi-loop multi-leg scattering amplitudes

Virtual QCD corrections to gluon-initiated diphoton plus jet production at hadron colliders

S. Badger, C. Brønnum-Hansen, D. Chicherin, T. Gehrmann, H. Bayu Hartanto, J. Henn, M. Marcoli, R. Moodie, **T. Peraro** and S. Zoia, JHEP 11 (2021) 083

A first look at the function space for planar two-loop six-particles Feynman integrals

J. Henn, **T. Peraro** and Y. Zhang, JHEP 03 (2022) 056, ArXiv:2112.10605

Renormalization group

Scale and conformal invariance in higher derivative shift symmetric theories

M. Safari, A. Stergiou, **G. P. Vacca** and O. Zanusso, JHEP 02 (2022) 034, arXiv: 2112.01084

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 80%), Michele Lucente (UniBO), Silvia Pascoli (UniBO 90%),
Filippo Sala (UniBO 20%)
Dottorandi: Daniele Massaro (50%), 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. Connection between GUT
models, leptogenesis and GW

1. **Dark sectors:** Ongoing work on explaining the $g-2$ anomalous muon momentum 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.
2. **GUTs and GW:** Confronting $SO(10)$ GUTs with proton decay and gravitational waves, S. F. King, S. Pascoli, J. Turner, Y.-L. Zhou. Published in: JHEP 10 (2021), 225.
3. **Neutrinos and cosmology:** Higher-order initial conditions with massive neutrinos, Willem Elbers, Carlos S. Frenk, Adrian Jenkins, Baojiu Li, Silvia Pascoli, e-Print: 2202.00670 [astro-ph.CO].
4. **EuCAPT White paper:** Opportunities and Challenges for Theoretical Astroparticle Physics in the Next Decade, R. Alves Batista, et al., e-Print: 2110.10074 [astro-ph.HE]
5. **Snowmass contribution:** The Present and Future Status of Heavy Neutral Leptons, Asli M. Abdullahi et al., e-Print: 2203.08039 [hep-ph]
6. **White Paper** on Light Sterile Neutrino Searches and Related Phenomenology, M.A. Acero et al., e-Print: 2203.07323 [hep-ex]
7. 10 **DUNE papers** as members of the DUNE collaboration

- Coordination of Horizon2020 ITN HIDDEN with over 200 scientists (S. Pascoli, coordinator).
- Very recent approval of Horizon Europe Staff Exchange ASYMMETRY (S. Pascoli, Local PI).
- 2 RTDb in astroparticle and particle phenomenology hired and due to start in Sep-Oct 2022.

MONSTRE - Teorie microscopiche di sistemi a molti corpi fortemente interagenti

- *Responsabile nazionale:* Francesco Pederiva (UniTN)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Trento, Catania, Padova
- *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**

Paolo Finelli (local coordinator)

collaborators: Vorabbi (BNL), Navratil (TRIUMF), Machleidt (Moscow), Barbieri (Milan), Somà (Paris), Giusti (Pavia) and Cadeddu (Cagliari)

**Modeling Nuclear
 Structure and Reactions**

**Towards a microscopic
 nucleon-nucleus scattering**

Elastic scattering



Scattering on spin-unsaturated nuclei



$$J^\pi = 1/2^-$$

Phys. Rev. C 105 (2022) 014621

Inelastic Scattering

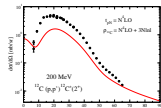
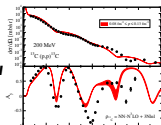
Work in progress



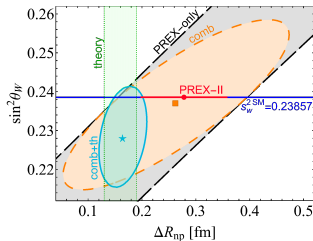
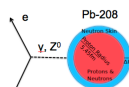
Transfer/Fragmentation reactions



Prelimin



**Elastic electron scattering -
 PREX-II and CREX analysis**



Phys. Rev. C 105 (2022) 055503

Quantum

- *Responsabile nazionale:* Paolo Facchi (UniBA)
- *Sedi partecipanti:* Bari, Bologna, Milano, Napoli, Trieste, Catania, Padova
- *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 50%), **Davide Vodola (UniBO)**
Assegnisti: **Claudio Sanavio**, **Mahul Pandey (INFN)**
Dottorandi: **Federico Dell'Anna**, Sunny Pradhan, **Simone Tibaldi**
- *Attività scientifica:* Quantizzazione ed effetti quantistici
 - Simulazioni quantistiche
 - Sistemi fortemente correlati a bassa dimensionalità, relazione tra entanglement, criticalità quantistica e formazioni di fasi ordinate
 - Metodi alternativi di quantizzazione, quantizzazioni inequivalenti

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 (miscela 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

- A. Cattabriga et al, Int. J. Geom. Meth. Modern Physics 09 (2021) 2150142
- R. Maggi et al., J. Math. Phys. 63 (2022) 010122
- S. Satanassi et al., Phys. Rev. Phys. Ed. Research 18 (2022) 22902
- L. Lumia et al., PRX Quantum 3 (2022) 020320
- S. Tibaldi et al., arXiv:2202.09281 (submitted to SciPost)

- M. Pini, et al. , Phys. Rev.A 103 (2021) 023314
- H. Tajima et al. Condensed Matter 6 (2021) 8
- M. Pini et al., Phys. Rev. Res. 3 (2021) 043068
- L. Pisani et al., Phys. Rev. B 105 (2022) 054505

PROGETTI

- Quantum Computing Solutions for High Energy Physics (QUANTERA, <https://quanthep.eu>)
- Quantum Computing for Data Analysis (Int. Foundation Big Data and Artificial Intelligence)
- Bayesian Adaptive Techniques for Quantum Optimization on NISQ Devices (ISCRA-CINECA)
- Hamiltonian evolution of the dynamics of QCD-inspired field theory models (INFN-CERN-IBMQ)

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

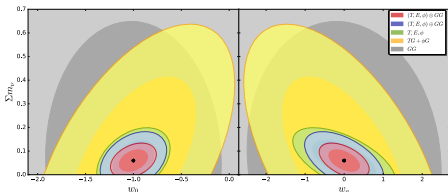
- *Responsabile nazionale:* Massimiliano Lattanzi (UniFE)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Ferrara, Laboratorio Nazionale del Gran Sasso, Padova, Roma II, Roma III, Torino, Trieste, Parma
- *Responsabile locale:* Fabio Finelli (INAF)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Marco Baldi (UniBO 80%), Carlo Burigana (INAF 50%), Stefano Etori (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: **Sofia Contarini**
Dottorandi: **Matteo Billi**
- *Attività scientifica:*
 - All members involved in the ESA mission Euclid, partial involvement in Athena, 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).



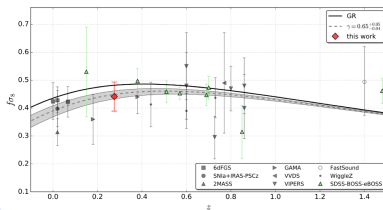
InDark: Inflation, Dark Matter and the LSS of the Universe



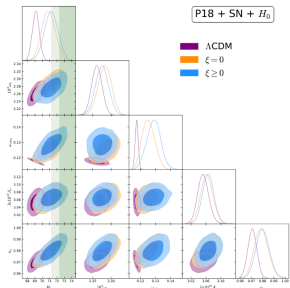
J. Bermejo-Climent et al., Cosmological parameter forecasts by a joint 2D tomographic approach to CMB and galaxy clustering, PRD 2020



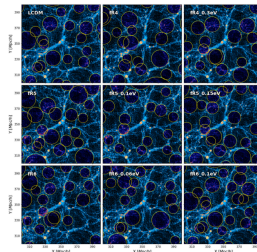
Marulli et al., C3 Cluster Clustering Cosmology I. New constraints on the Cosmic Growth Rate at $z = 0.3$ for Redshift-space Clustering Anisotropies, ApJ 2021



M. Braglia et al., Early Modified Gravity in light of the H_0 tension and LSS data, PRD 2021



Contarini et al., Cosmic voids in modified gravity models with massive neutrinos, MNRAS 2021



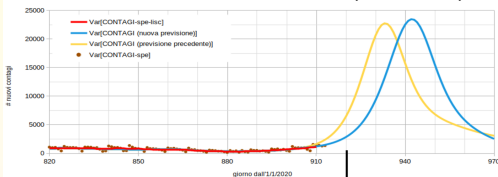
LINCOLN - Statistica e Dinamica su Reti Complesse

- *Responsabile nazionale:* Enzo Orlandini (UniPD)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Firenze, Padova, Perugia
- *Responsabile locale:* Armando Bazzani (UniBO)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Armando Bazzani (UniBo 70%), **Mirko Degli Esposti (uniBO)**, Daniel Remondini (UniBO 20%)
Dottorandi: **Federico Bellisardi**, Federico Capoani, **Giulio Colombini**, **Alessandra Merlotti (40%)**
- *Attività scientifica:* Applicazioni interdisciplinari della teoria dei sistemi dinamici e dei processi stocastici e della meccanica statistica
 - Modellizzazione di sistemi complessi: neuroscienze, scienze cognitive, sociali ed economiche e dinamica dei trasporti.
 - Reti complesse (multistrato).
 - Fenomeni di auto organizzazione e cooperazione

Lincoln Project

Statistical Physics and Complex Networks

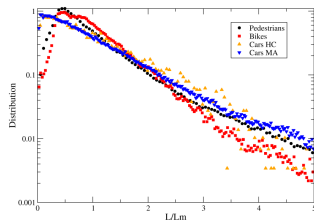
The Bologna unit has continued the development of data-driven predictive models for the COVID epidemic (AULS collaboration). The research activity also considers the study of universal properties of human mobility (TIM collaboration) and the application of adiabatic theory to beams dynamics (CERN collaboration).



08/07/2022

Prediction of new COVID-19 positive in the Bologna Metropolitan area

Local coordinator: **Armando Bazzani**



Existence of a Mobility Energy for different transportation means (J. Stat. Mech.: Theory Exp. 2022)

Altre attività di ricerca

- *Membri afferenti a IS in altra sezione*

Roberto Balbinot (UniBO) **QUAGRAP-TS**

Correlazioni quantistiche nella radiazione di Hawking in buchi neri acustici.

“Rump-up of Hawking radiation in BEC analogue Black Holes,” Phys. Rev. Lett. 126 (2021) 111301

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

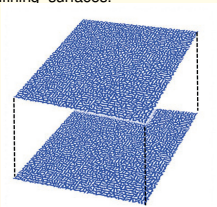
- *Personale ricercatore associato non afferente a IS:*

Cesare Chiccoli e Paolo Pasini (INFN), Marco Lenci (UniBO), Luca Zambelli (INFN-Fellini)

- Lenci: teoria dei sistemi dinamici (deterministici e stocastici) e sue applicazioni:
 - Proprietà ergodiche forti per gas di Lorentz e simili sistemi dinamici estesi
 - Dinamiche “internal-wave” per modelli di biliardo
 - Diffusione anomala per cammini aleatori in mezzi disordinati di Lévy
 - Leggi limite per osservabili globali di cammini aleatori e simili dinamiche

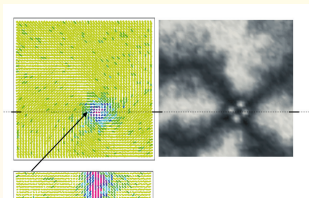
Computer simulations of nematic systems (C. Chiccoli and P. Pasini)

We have studied by means of detailed Monte Carlo simulations the molecular organization of a nematic film confined between planar randomly aligned surfaces. We have investigated the formation as well as the evolution of topological defects induced by these particular boundary conditions. The defect structure in this case is also compared with the one induced by hybrid aligned surfaces. The conditions leading to the observation of such defects and also some aspects of their structures can be associated with geometric parameters of the film and are also found to depend on the relation with the confining surfaces.



A schematic representation of the imposed boundary conditions at the top and bottom surfaces of the nematic system.

C. Chiccoli et al., *Topological defects in nematic films between planar degenerate surfaces. A Monte Carlo study*, *Int. J. Mod. Phys. C*, 33, 2250016(2022) <https://doi.org/10.1142/S0129183122500164>



Planar and vertical sections of the system to visualize the spin orientations at the defect.

Collaborations:

University of Rome “La Sapienza” (Italy)

Universities of Maringá and Apucarana (Brazil)

University of Ljubljana (Slovenia)

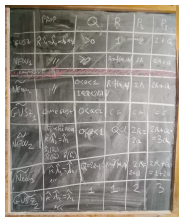


Luca Zambelli
FELLINI FELLOW

April 2021 – December 2023

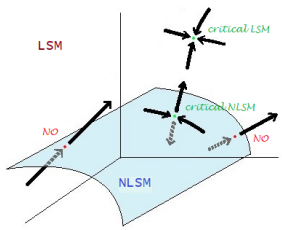
(NUCES) Natural UV Complete Extensions of the SM

► Total Asymptotic Freedom/Safety

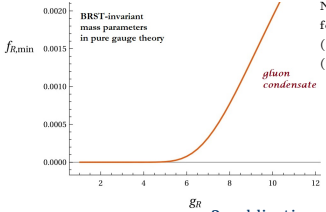


New Asymptotic Freedom
in QCD-Yukawa Models
(with G.P.Vacca)

New Exact Relations
in (Non)Linear σ -models
(with G.P.Vacca)

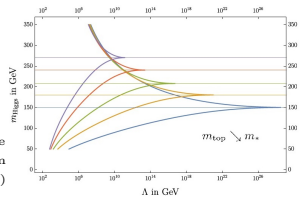


► Scale Invariance and Mass Generation



New RG Methods
for Gauge Theories
(with H.Gies, D.Gkiatas)
(with A.Baldazzi, R.Percacci)

Nonperturbative Study of the
SM Gauge-Hierarchy Problem
(with H.Gies, R.Schmieden)



2 publications + 1 pre-print + 2 works in pre-submission stage



Gruppo IV in Sezione

Necessità del Gruppo Teorico: stesse degli anni passati.

- Servizio di Segreteria locale per tutte le attività del gruppo
Ringraziamo **Barbara Simoni** per il suo prezioso supporto!
- Normali servizi di Amministrazione
- Normale supporto dal servizio di Calcolo e Reti
- Risorse finanziarie dalla Sezione per
 - 1) borse per dottorandi in convenzione con UniBO
 - 2) assegni di ricerca → **contratti di ricerca** per stranieri in convenzione con UniBO
 - 3) fondi per ospiti stranieri
 - 4) organizzazione eventi.