

Attività di Gruppo IV (Fisica Teorica)

Assemblea di Sezione

G. P. Vacca

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Sezione di Bologna

11 luglio 2018, Aula Magna DIFA

Iniziative Specifiche, Gruppo IV

- *L'attività della CSN4 comprende 6 aree tematiche di ricerca in Fisica Teorica*
Tutte queste sono rappresentate nella Sezione di Bologna
(totale associati di gruppo IV: ~ 50 FTE)
- Teoria dei Campi e di Stringa
FLAG, GAST, ST&FI (nuova attività a BO)
- Fenomenologia
QFT@Collider
- Fisica Nucleare e Adronica
Many-Body
- Metodi Matematici
Quantum
- Fisica Astro-Particellare
InDark, QUAGRA
- Fisica Statistica e Teoria di Campo Applicata
PlexNet

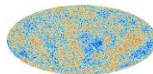


BO members: 13 (9.8 FTE)

Papers 07/2017-18: 27

Preprints 07/2017-18: 12

Cosmology: inflation, CMB, dark energy and dark matter



Ashoorioon, Casadio, Cicoli, Geshnizjani, Kim, *Extended effective field theory of inflation*, JHEP 02 (2018) 172

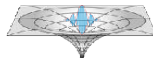
Cadoni, **Casadio, Giusti**, Tuveri, *Emergence of a dark force in corpuscular gravity*, PRD 97 (2018) 044047

Bonanno, Saueressig, *Asymptotic safe cosmology - a status report*, Comptes Rendus Physique 18 (2017) 254

Kamenshchik, Starobinsky, **Tronconi, Vardanyan**, Venturi, *Pauli-Zeldovich cancellation of the vacuum energy divergences, auxiliary field and SUSY*, EPJC 78 (2018) 200

Kamenshchik, Pozdeeva, Starobinsky, **Tronconi**, Vernov, Venturi, *Induced gravity and minimally and conformally coupled scalar fields in Bianchi-I cosmological models*, PRD 97 (2018) 023536

Tronconi, *Asymptotically safe non-minimal inflation*, JCAP 07 (2017) 015



Black holes: theory of gravitational collapse and black holes

Casadio, Giugno, **Giusti**, Micu, *Horizon quantum mechanics of rotating black holes*, EPJC 77 (2017) 322

Casadio, Ovalle, da Rocha, *Anisotropic solutions by gravitational decoupling*, EPJC 78 (2018) 122

Casadio, Giugno, **Giusti**, *Quantum corpuscular corrections to the Newtonian potential*, PRD 96 (2017) 044010

Casadio, Calmet, **Kamenshchik**, Teryaev, *Graviton propagator, renormalisation scale and black hole-like states*, PLB 774 (2017) 332



Functional renormalization: asymptotically safe gravity

Bonanno, Gionti, **Platania**, *Bouncing and emergent cosmologies from ADM RG flows*, CQG 35 (2018) 085004

Safari, Vacca, *Multicritical scalar theories with higher derivative kinetic terms...*, PRD 97 (2018) 041701

GAST - Gauge and String Theories

- *Responsabile nazionale:* Gianluca Grignani (Università di Perugia)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Firenze, Parma, Perugia, Pisa, Trieste
- *Responsabile locale:* Fiorenzo Bastianelli (Università di Bologna)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Fiorenzo Bastianelli (UniBo), Olindo Corradini (UniMo), Davide Fioravanti (INFN), Emanuele Latini (UniBo), Alessandro Pesci (INFN, 30%), Francesco Ravanini (UniBo), Roberto Soldati (UniBo), Roberto Zucchini (UniBo);
Dottorandi: Alfredo Bonini
- *Attività scientifica:*
 - Worldline formalism, higher spin fields
 - Gauge and string theories, Integrability, Conformal Field Theories,
 - Higher gauge theories,
 - String Phenomenology and Cosmology
 - Holography and gravity
 - QFT in non trivial backgrounds

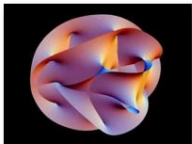
ST&FI - String Theory and Fundamental Interactions

- *Responsabile nazionale:* Giulio Bonelli (TS)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Napoli, Padova, Roma 2, Torino, Trieste
- *Responsabile locale:* Michele Cicoli (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Michele Cicoli (UniBo, 100%),
Francisco Gil Pedro (UniBO, 100%),
assegnisti: Ciupke David Simon Maria,
Dottorandi: Victor Alfonso Diaz, Veronica Guidetti
- *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 (local coordinator)
Francisco Pedro
David Ciupke
Victor Diaz
Veronica Guidetti

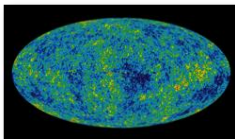
Research: String Phenomenology and Cosmology



Calabi-Yau models

**Chiral global embedding of
Fibre Inflation models**

Cicoli, Ciupke, Diaz, Guidetti, Muia, Shukla
JHEP 1711 (2017) 207



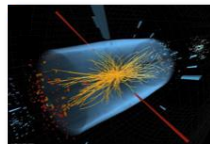
Applications to Cosmology

**A geometrical upper bound
on the inflaton range**

Cicoli, Ciupke, Mayrhofer, Shukla
JHEP 1805 (2018) 001

Primordial black holes from string inflation

Cicoli, Diaz, Pedro
JCAP 1806 (2018) 034



Applications to Particle Physics

The 3.5 keV line from stringy axions

Cicoli, Diaz, Guidetti, Rummel
JHEP 1710 (2017) 192

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

- *Responsabile nazionale:* Fulvio Piccinini (Pavia)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Cosenza, Firenze, Milano Bicocca, Pavia, Pavia
- *Responsabile locale:* Gian Paolo Vacca (INFN)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Gian Paolo Vacca (INFN, 50%), Alessandro Tronconi (INFN, 30%)
Mahmoud Safari (ass. di ricerca, 50%)
- *Attività scientifica:* teoria quantistica dei campi e applicazioni
 - QCD a piccoli x
 - Azioni e teorie effettive. Metodi funzionali del gruppo di rinormalizzazione (Wilsoniano).
 - RG, CFT e ricerca di nuove teorie di campo

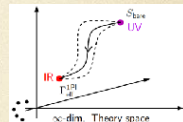
QFT@Collider:

TEORIA DI CAMPO DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI
E FENOMENOLOGIA

Functional Renormalization Group in QFT

Theoretical developments and
applications to fundamental and effective interactions

- Study of an effective theory for small x QCD
Encoding small x resummations as functional RG flow of the effective action.



Fundamental aspects of QFT: critical theories, CFT, RG flows

Functional perturbative RG and CFT data in the ϵ -expansion

A. Codello, M. Safari, G.P. Vacca, O. Zanusso, EPJ C78 (2018) 1

The Blume-Capel universality class

A. Codello, M. Safari, G.P. Vacca, O. Zanusso, PRD96 (2017) 81701

Uncovering novel phase structures in $\Box^k$ scalar theories with the renormalization group

M. Safari, G.P. Vacca, EPJ C78 (2018) 251

ManyBody - Teorie microscopiche di sistemi multicorpi fortemente interagenti

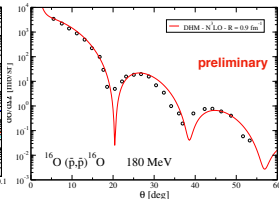
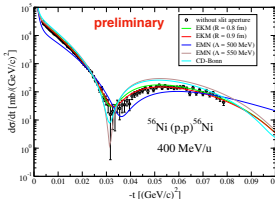
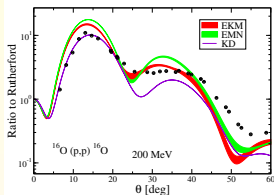
- *Responsabile nazionale:* Omar Benhar Noccioli (INFN, Sezione di Roma I)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Lecce, Pavia, Pisa, Roma I, Torino, Trento
- *Responsabile locale:* Paolo Finelli (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:* Paolo Finelli (UniBo)
- *Attività scientifica:* Fisica adronica
 - QCD a bassa energia e fisica degli adroni
 - Struttura nucleare ed eccitazioni collettive dei nuclei
 - applicazioni nel settore astrofisica (stelle neutroni)

Iniziativa specifica: **MANYBODY** Dr. Paolo Finelli

Elastic scattering off nuclei (nucleon and antinucleon)

in collaboration with Giusti (Pavia) and Vorabbi (TRIUMF)

<http://arxiv.org/abs/1806.01037> and in progress



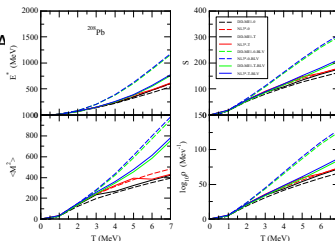
EXL experiment at GSI

LEAR,

but also future experiments at FAIR

Nuclear density of states

in collaboration with Ventura (ENEA) and Carlson (Sao Paulo)



Quantum

- *Responsabile nazionale:* Saverio Pascazio (Bari)
- *Sedi partecipanti:* Bari, Bologna, Milano, Napoli, Trieste
- *Responsabile locale:* Elisa Ercolessi (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Elisa Ercolessi (UniBo), Fabio Ortolani (UniBo), Stefano Mancini (UniCam),
Giuseppe Magnifico (Dottorando UniBo),
Mirajigul Rishit, Maimaiti Wulayimu (Dottorandi UniCam.)
- *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

QUANTUM - Sezione di Bologna 2017-18

Staff: E. Ercolessi, F. Ortolani

PhD: Giuseppe Magnifico

QUANTUM SIMULATIONS of GAUGE THEORIES

- Studio di effetti quantistici macroscopici: fasi esotiche e dinamica della materia caratteristici di sistemi fortemente correlati in bassa dimensionalità.
- Interesse per quei sistemi che fungono da “toy models” per fenomeni quali rotture di simmetria, fasi topologiche, effetti non perturbativi in teorie di gauge e che ora possono essere realizzati sperimentalmente in sistemi di atomi o molecole ultra-fredde.

E. Ercolessi, P. Facchi, G. Magnifico, S. Pascazio, F.V. Pepe
Quantum Simulation of QED in 1D: Evidence of a Phase Transition
[arXiv:1705.11047](https://arxiv.org/abs/1705.11047) - submitted to PRD

G. Magnifico, D. Vodola, E. Ercolessi, S. P. Kumar, M. Müller, A. Bermudez
Symmetry-protected topological phases in lattice gauge theories: topological QED₂
[arXiv:1804.10568](https://arxiv.org/abs/1804.10568) - submitted to PRL

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

- *Responsabile nazionale:* Nicola Bartolo (Università di Padova)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Ferrara, Laboratorio Nazionale del Gran Sasso, Padova, Roma II, Roma III, Torino, Trieste
- *Responsabile locale:* Fabio Finelli (INAF)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:* FTE= 8.3
 Marco Baldi (UniBo), Carlo Burigana (INAF, 50%), Stefano Etti (INAF, 50%),
 Fabio Finelli (INAF, 30%), Federico Marulli (UniBo), Massimo Meneghetti
 (INAF, 50%), Lauro Moscardini (UniBo);
 Postdoc INFN: Hazra Dhiraj Kumar
 Assegnisti: Carlo Giocoli, Daniela Paoletti ;
 Dottorandi: Jose Ramon Bermejo Climent, Matteo Nori;
- *Attività scientifica:*
 - Main activity on Early Universe (Inflation), Dark Energy and Cosmology (scientific interpretation and data analysis within Planck, large scale structure, gravitational lensing, clusters theory and observations, scientific capabilities of the Euclid satellite).
 - All members all involved in the ESA mission Euclid (to be launched in 2020), partially involved in the ESA missions Planck (launched in 2009) and Athena, in mission proposal ESA as CORE with role of coordination.

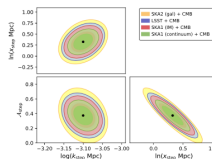
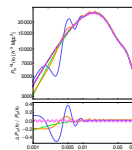
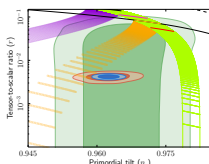
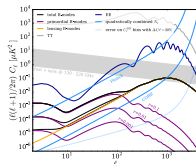
42 articoli e 22 talk.



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

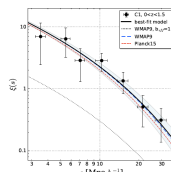
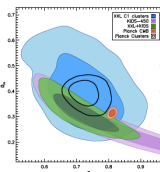
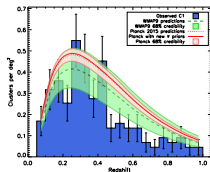
Probing inflation with future cosmological observations

Step inflationary model (blue line) can be probed by the next-generation photo and radio surveys (Ballardini et al., JCAP 1804 (2018))

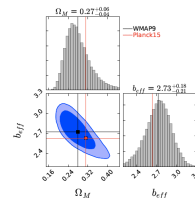


Slow-roll inflationary models with r of the order of 10^{-3} can be probed by next-generation CMB space polarization concepts such as CORE (blue) or LiteBIRD (red) - CORE Collaboration: F. Finelli et al., JCAP 1804 (2018)

Cosmological constraints from counts and clustering of the XXL clusters



Constraints from XXL cluster counts (Pacaud et al., 2018)



Constraints from XXL clustering (Marulli et al., 2018)

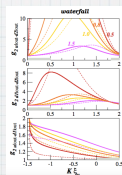
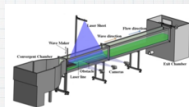
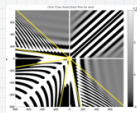
QUAGRAP - Quantum Gravity Phenomenology

- *Responsabile nazionale:* Giovanni Amelino Camelia (Roma I)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Cagliari, Roma I, Trieste
- *Responsabile locale:* Roberto Balbinot (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Roberto Balbinot (UniBo)
Alessandro Fabbri (assegnista, 50%)
- *Attività scientifica:*
 - Modelli analogici per buchi neri, back-reaction quantistica in presenza di singolarità'.
 - Buchi neri e radiazione di Hawking

QUAGRAPH

(R. Balbinot, A. Fabbri)

- * studio dell'undulation e del correlation pattern per un campo massivo in buco nero acustico
Dudley, Anderson, Balbinot, Fabbri, arXiv:1807...[gr-qc]
- * Esperimento di scattering di 'water waves' in un analogo di buco nero e analisi teorica dei risultati
Euvé, Robertson, James, Fabbri, Rousseaux, arXiv:1806.05539[gr-qc]
- * Campi quantistici come censori cosmici in 2+1 dimensioni (Proceedings)
Casals, Fabbri, Martinez, Zanelli, JMPD 27 (2018), 1843011
- * Correlatori di momento nei BECs: radiazione di Hawking analoga e entanglement nei buchi neri acustici
Fabbri, Pavloff, SciPost Phys. 4 (2018), 019



PlexNet - Statistica e Dinamica su Reti Complesse

- *Responsabile nazionale:* Franco Bagnoli (Firenze)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Catania, Cosenza, Firenze, Padova, Perugia
- *Responsabile locale:* Armando Bazzani (UniBo)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
 - Armando Bazzani (UniBo, 70%)
 - Assegnisti: Enrico Giampieri (50%)
 - Dottorandi: Rachele Luzi (100%), Claudia Sala (80%)
- *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



Plexnet Project

Physics of Complex Networks

The Bologna unit focuses on the spectral properties of stochastic matrices and on transport models on networks with applications to ecological, biological and social systems.

Master equation

$$\frac{dp_i}{dt}(t) = \sum_j \left(\hat{\pi}_{ij} - \sum_k \hat{\pi}_{kj} \delta_{ij} \right) p_j(t)$$

Application to the modelling problem of pedestrian flows in Venice: data from Tim GPS dataset to reconstruct individual mobility

Local coordinator: Armando Bazzani



Attività non afferenti ad iniziative specifiche

- *Personale ricercatore associato non afferente a IS:*
Cesare Chiccoli (INFN), Marco Lenci (UniBO), Paolo Pasini (INFN), Roberto Soldati (UniBO).
- *L'attività scientifica riguarda:*
 - Modelli e Simulazioni di Montecarlo in Meccanica Statistica e Quantistica (Chiccoli e Pasini)
 - Nell'ambito della teoria dei sistemi dinamici (deterministici e stocastici) e sue applicazioni (Lenci):
 - Proprietà di mixing infinito per mappe espandenti con punto fisso indifferente
 - Teorema di Birkhoff per osservabili globali in sistemi dinamici in misura infinita.
 - Diffusione anomala per cammini aleatori in ambienti di Lévy disordinati.
 - Teorema di Birkhoff per osservabili globali di cammini aleatori
 - Diffusione anomala per modelli di gas di Lorentz.

Attività di ricerca di [Cesare Chiccoli](#) e [Paolo Pasini](#)

Computer simulations of nematic droplets

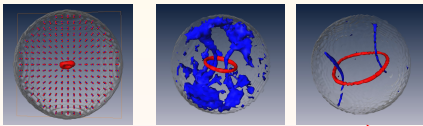
We have studied the effects of elastic anisotropy on the polarized optical microscopy images of droplets of uniaxial nematics with radial, bipolar and toroidal boundaries. We have presented an atlas of simulated textures for numerous combinations of values of the splay, twist and bend elastic constants as an aid to understanding new experimental results.

K^*_1	K^*_2	K^*_3	X	Y	Z
1	2	1			
2	1	2			

An example for radial b.c. and different elastic constants K_i^*

C. Chiccoli, P. Pasini, C. Zannoni, *Can elastic constants and surface alignment be obtained from polarized microscopy images of nematic droplets? A Monte Carlo study*, J. Mol. Liq., (2017) DOI:10.1016/j.molliq.2017.12.045

We have studied the effects of molecular biaxiality on the defect created at the centre of a nematic droplet with radial anchoring at the surface. The results were compared with those obtained from a continuum theory approach. We found from both approaches that the defect core size increases by increasing the molecular biaxiality, hinting at a non universal behaviour previously not reported.



Increasing the molecular biaxiality the defect size core of the principal axis increases and then disclinations of the secondary axis appear.

C. Chiccoli, L.R. Evangelista, P. Pasini, G. Skacej, R.Teixeira de Souza and C. Zannoni: *On the Defect Structure in Biaxial Nematic Droplets*, Scientific Reports, 8:2130 | DOI:10.1038/s41598-018-20492-0 (2018)

Collaborations:

Universities of Maringá and Apucarana(Brazil)

University of Ljubljana (Slovenia)

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 assegnare delle borse di studio (assegni di ricerca) aperte agli stranieri e per nuovi dottorandi. Questo in sinergia con l'Università.