

Attività di Gruppo IV (Fisica Teorica) *Assemblea di Sezione*

G. P. Vacca

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Sezione di Bologna

9 luglio 2015, 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*
- Teoria dei Campi e di Stringa
[FLAG](#), [GAST](#)
- Fenomenologia delle Particelle Elementari
[QFT@Collider](#)
- Fisica Nucleare e Adronica
[Many-Body](#)
- Metodi Matematici
[Quantum](#)
- Fisica Astro-Particellare
[InDark](#), [QUAGRA](#)
- Fisica Statistica e Teoria di Campo Applicata
[Pieces](#)

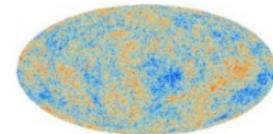
FLAG - Fields and Gravity

- **Responsabile nazionale:** Roberto Casadio (Università di Bologna)
- **Sedi partecipanti:** Bologna, Milano, Trento, Trieste
- **Responsabile locale:** Roberto Casadio (UniBo)
- **Personale ricercatore ed associato afferente:** Roberto Casadio (UniBo), Alexander Kamenshchik (UniBo), Gian Paolo Vacca (INFN, 50%), Fabio Finelli (INAF, 30%), Alessandro Tronconi (INFN, 50%), Alessandro Gruppuso, Alessio Orlandi (assegnista), Fabien Nugier (assegnista), Andrea Giugno
- **Altro:** Giovanni Venturi.
- **Attività scientifica:** Gravità quantistica e cosmologia
 - Relatività generale e teoria quantistica dei campi
 - Gruppo di rinormalizzazione e sicurezza asintotica
 - Buchi neri
 - Modello cosmologico inflazionario, strutture a grande scala e anisotropia dello sfondo cosmico di microonde
 - Materia oscura, Energia oscura



Papers 2014-15: 16

Preprints 2014-15: 6



Cosmology: CMB phenomenology

Finelli, Gruppuso, Planck 2015 results

Cicoli, et al, Just enough inflation: power spectrum modifications at large scale, JCAP 12 (2014) 030

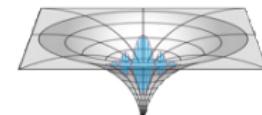
Gruppuso, Sagnotti, Observational hints of pre-inflationary scale?, Gravity Research Foundation honourable mention

Kamenshchik, Steinwachs, Question of quantum equivalence between Jordan frame and Einstein frame, PRD 91 (2015) 084033

Kamenshchik, Tronconi, Venturi, Quantum gravity and the large scale anomaly, JCAP 04 (2015) 046

Fanizza, Nugier, Lensing in the geodesic light-cone coordinates and its (exact) illustration to an off-center observer in LTB models, JCAP 02 (2015) 002

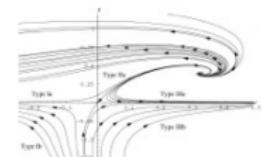
Black holes: theory and phenomenology of gravitational collapse and black holes



Casadio, Giugno, Orlandi, Thermal corpuscular black holes, PRD 91 (2015) 124069

Casadio, Micu, Stojkovic, Horizon wave-function and the quantum cosmic censorship, PLB 747 (2015) 68; Inner horizon of the quantum Reissner-Nordstroem black holes, JHEP 05 (2015) 096

Functional renormalization: asymptotic safe gravity



Percacci, Vacca, Search of scaling solutions in scalar-tensor gravity, EPJC 75 (2015) 5, 188

GAST (Gauge and Strings Theories)

Nodi: Bologna, Firenze, Parma, Perugia, Pisa, Trieste

Coordinatore nazionale: Gianluca Grignani (PG)

Coordinatore locale: Fiorenzo Bastianelli

Staff: **F. Bastianelli, M. Cicoli (50 %), D. Fioravanti, A. Pesci (30 %),
F. Ravanini, R. Soldati, R. Zucchini**

Postdocs: **D. Bombardelli, R. Bonezzi, J.E. Bourgine, P. Ritter.**

Dottorandi: **A. Bonini, F. Muia, E. Soncini, N. Vernazza**

PRINCIPALI ARGOMENTI DI RICERCA

Worldline approaches to QFT and higher spin fields

String phenomenology and cosmology

Integrability in gauge and string theory

Holography and gravity

Conformal field theory and integrable models

QFT in nontrivial backgrounds

Higher gauge theories

Pubblicazioni dal 07-2014: **15 articoli, 9 preprints, 3 proceedings**

Articoli

- [1] [F. Bastianelli, R. Bonezzi, O. Corradini and E. Latini, JHEP **1409** \(2014\) 158 \[arXiv:1407.4950 \[hep-th\]\].](#)
- [2] [F. Bastianelli, A. Huet, C. Schubert, R. Thakur and A. Weber, JHEP **1407** \(2014\) 066 \[arXiv:1405.7770 \[hep-ph\]\].](#)
- [3] [R. Bonezzi, O. Corradini and A. Waldron, Phys. Rev. D **90** \(2014\) 8, 084018 \[arXiv:1407.5977 \[hep-th\]\].](#)
- [4] [R. Bonezzi, O. Corradini, E. Latini and A. Waldron, Phys. Rev. D **91** \(2015\) 12, 121501 \[arXiv:1505.01013 \[hep-th\]\].](#)
- [5] [L. Aparicio, M. Cicoli, B. Dutta, S. Krippendorf, A. Maharana, F. Muia and F. Quevedo, JHEP **1505** \(2015\) 098 \[arXiv:1502.05672 \[hep-ph\]\].](#)
- [6] [L. Aparicio, M. Cicoli, S. Krippendorf, A. Maharana, F. Muia and F. Quevedo, JHEP **1411** \(2014\) 071 \[arXiv:1409.1931 \[hep-th\]\].](#)
- [7] [M. Cicoli, S. Downes, B. Dutta, F. G. Pedro and A. Westphal, JCAP **1412** \(2014\) 12, 030 \[arXiv:1407.1048 \[hep-th\]\].](#)
- [8] [C. P. Burgess, M. Cicoli, F. Quevedo and M. Williams, JCAP11\(2014\)045 \[arXiv:1404.6236 \[hep-th\]\].](#)
- [9] [M. Cicoli, J. P. Conlon, M. C. D. Marsh and M. Rummel, Phys. Rev. D **90** \(2014\) 023540 \[arXiv:1403.2370 \[hep-ph\]\].](#)
- [10] [R. Allahverdi, M. Cicoli, B. Dutta and K. Sinha, JCAP **1410** \(2014\) 002 \[arXiv:1401.4364 \[hep-ph\]\].](#)
- [11] [M. Cicoli, K. Dutta and A. Maharana, JCAP **1408** \(2014\) 012 \[arXiv:1401.2579 \[hep-th\]\].](#)
- [12] [D. Bianchini, E. Ercolelli, P. A. Pearce and F. Ravanini, J. Stat. Mech. **1503** \(2015\) 3, P03010 \[arXiv:1412.4942 \[hep-th\]\].](#)
- [13] [D. Bianchini, O. A. Castro-Alvaredo, B. Doyon, E. Levi and F. Ravanini, J. Phys. A **48** \(2015\) 4, 04FT01 \[arXiv:1405.2804 \[hep-th\]\].](#)
- [14] [E. Soncini and R. Zucchini, J. Geom. Phys. **95** \(2015\) 28 \[arXiv:1410.0775 \[hep-th\]\].](#)
- [15] [E. Soncini and R. Zucchini, JHEP **1410** \(2014\) 79 \[arXiv:1406.2197 \[hep-th\]\].](#)

Preprints

- [1] L. Anselmetti, D. Bombardelli, A. Cavagli and R. Tateo, arXiv:1506.09089 [hep-th].
- [2] R. Bonezzi, P. Sundell and A. Torres-Gomez, arXiv:1505.04959 [hep-th].
- [3] J. E. Bourgine and D. Fioravanti, arXiv:1506.01340 [hep-th].
- [4] D. Fioravanti, S. Piscaglia and M. Rossi, arXiv:1503.08795 [hep-th].
- [5] A. Pesci, arXiv:1503.01884 [gr-qc].
- [6] P. Ritter and C. Saemann, arXiv:1507.00972 [hep-th].
- [7] R. Soldati and C. Specchia, arXiv:1504.01880 [hep-th].
- [8] R. Zucchini, arXiv:1505.02122 [hep-th].
- [9] R. Zucchini, arXiv:1505.02121 [hep-th].

Proceedings

- [1] [F. Bastianelli, R. Bonezzi, O. Corradini, E. Latini and K. H. Ould-Lahoucine, arXiv:1504.03617 \[hep-th\].](#)
- [2] [F. Bastianelli, R. Bonezzi, O. Corradini and E. Latini, arXiv:1504.02683 \[hep-th\].](#)
- [3] [F. Bastianelli and R. Bonezzi, arXiv:1504.02241 \[hep-th\].](#)

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

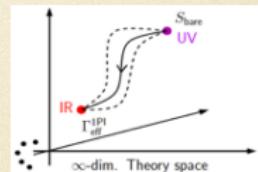
- *Responsabile nazionale:* Fulvio Piccinini (Pavia)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Cosenza, Firenze, Milano Bicocca, Pavia, Pavia
- *Responsabile locale:* Gian Paolo Vacca (INFN)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:* Gian Paolo Vacca (INFN, 50%), Alessandro Tronconi (INFN, 50%) Michele Caffo,
- *Altro:* Ettore Remiddi.
- *Attività scientifica:* teoria quantistica dei campi nella fisica delle alte energie
 - Calcolo analitico e numerico di ampiezze perturbative a molti loop
 - QCD a piccoli x
 - Azione effettiva e metodi funzionali del gruppo di rinormalizzazione Wilsoniano.

QFT@Collider:

TEORIA DI CAMPO DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI FENOMENOLOGIA

Functional Renormalization Group approach (ERGE) in QFT

Theoretical developments and applications to fundamental and effective interactions



Multi-meson Yukawa interaction at criticality

G.P. Vacca and L. Zambelli , Phys. Rev D91 (2015) 12, 125003

Towards accurate description of scalar-fermion interactions in various dimensions

Renormalization group analysis of Reggeon Field Theory

J. Bartels, C. Contreras and G.P. Vacca , AIP Conf.Proc. 1654 (2015) 070003

As an effective theory from QCD in the Regge limit

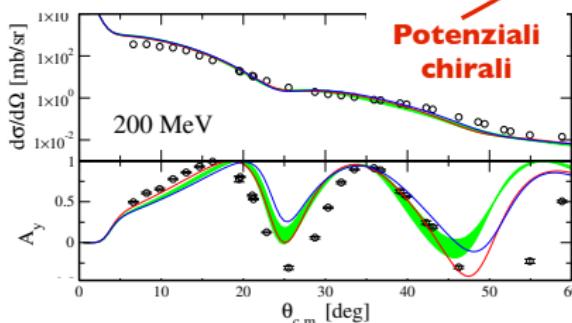
ManyBody - Teorie microscopiche di sistemi multicorpi fortemente interagenti

- *Responsabile nazionale:* Omar Benhar Noccioli (INFN, Sezione di Roma I)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Genova, Lecce, Pisa, Pavia, Roma I, Trento, Torino
- *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

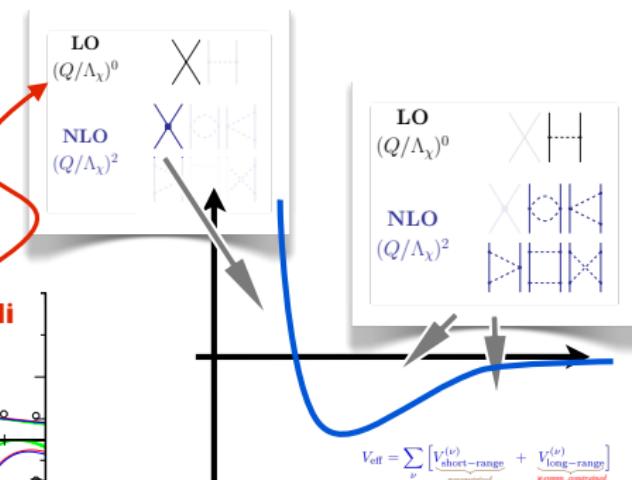
Referente locale: Dr. Paolo Finelli

Scattering elastico di protoni su ^{16}O



Aree di ricerca:

- Superfluidità/Supercondutività nucleare
- Scattering di elettroni/protoni
- Teorie di campo medio



Articoli:

- PRC 90, 044003 (2014)
- PRC 90 027301 (2014)
- PRC 89, 034604 (2014)

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),
Davide Vodola, Piero Naldesi (Dottorandi UniBo),
Umer Farooq, Siddharth Karumanchi, Roberto Pierini (Dottorandi UniCam.)
- **Attività scientifica:** Quantizzazione ed effetti quantistici
 - Teoria della diffusione per potenziali a lungo raggio
 - Sistemi fortemente correlati, relazione tra entanglement, criticalità quantistica e formazioni di fasi ordinate
 - Metodi alternativi di quantizzazione, quantizzazioni inequivalenti

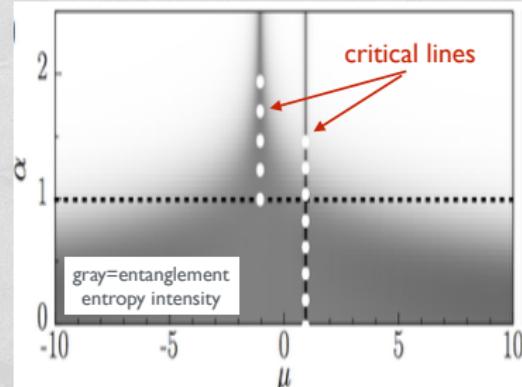
QUANTUM - Sezione di Bologna

2014-15

Staff: E. Ercolessi, F. Ortolani
PhD: P. Naldesi, D. Vodola

Quantum Phase Transitions in exotic systems, such as those with very strong Entanglement Correlations and/or Long Range Interactions

Geometry of quantum space of states and entanglement



- D. Vodola, L. Lepori, E. Ercolessi, A.V. Gorshkov, G. Pupillo, **Kitaev chains with long-range pairing**, Phys. Rev. Lett. 113 (2014) 156402

• M. Dalmonte, J. Carrasquilla, L. Taddia, E. Ercolessi, M. Rigol, **Gap scaling at Berezinskii-Kosterlitz-Thouless quantum critical points in one-dimensional Hubbard and Heisenberg models**, Phys. Rev. B91 (2015) 16513

• D. Bianchini, E. Ercolessi, P. A. Pearce, F. Ravanini, **RSOS Quantum Chains Associated with Off-Critical Minimal Models and Z_n Parafermions**, JSTAT (2015) P03010

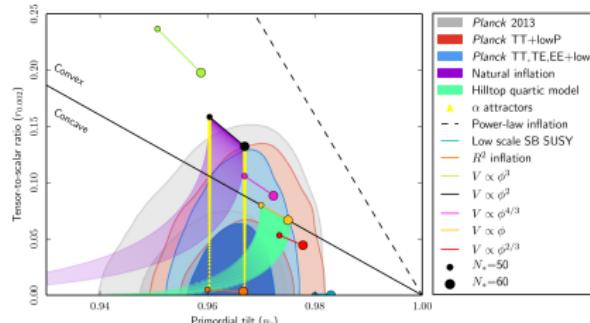
• C. Degli Esposti Boschi, E. Ercolessi, L. Ferrari, P. Naldesi, F. Ortolani, L. Taddia, **Bound states and expansion dynamics of bosons on a one-dimensional lattice**, Phys. Rev. A90 (2014) 043606

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

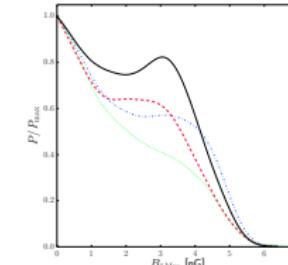
- *Responsabile nazionale:* Nicola Bartolo (Università di Padova)
- *Sedi partecipanti:* Bologna, Ferrara, Laboratorio Nazionale del Gran Sasso, Padova, Roma II, Roma III, Torino, Trieste
- *Responsabile locale:* Fabio Finelli (INAF)
- *Personale ricercatore ed associato afferente:*
Lauro Moscardini (UniBo), Massimo Meneghetti (INAF), Federico Marulli (UniBo) Fabio Finelli (INAF, 20%), Stefano Ettori (INAF),
Assegnisti: Marco Baldi, Carmelita Carbone, Cosimo Fedeli, Carlo Giocoli, Fabien Nugier (50%) Daniela Paoletti, Daniela Crociani,
Dottorandi: Fernanda Petracca, Mario Ballardini
- *Attività scientifica:* Cosmologia, coinvolgimento in grossi esperimenti.
 - Inflazione cosmologica
 - Anisotropia dello sfondo cosmico di microonde
 - Formazione dei cluster di galassie e strutture su grande scala
 - Lensing gravitazionale
 - Dark Matter & Dark Energy



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



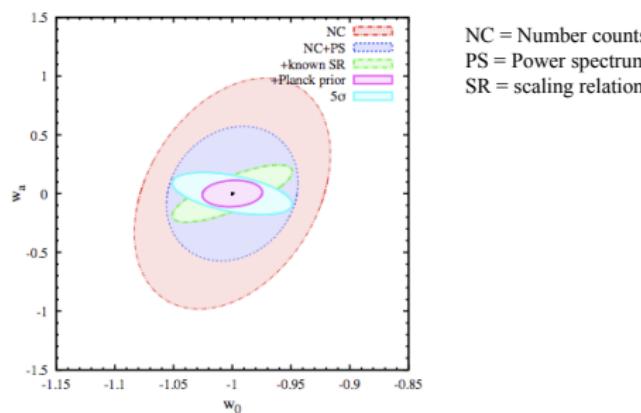
Planck 2015 results. XX. Constraints on Inflation



B_1 Mpc < 4.4 nG (95 % CL, PLANCK TT+lowP)

Planck 2015 results. XIX. Constraints on Primordial Magnetic Fields

Euclid Cluster Survey: Cosmological constraints on the dark energy equation of state w(a)



$$w(a)=w_0+w_a(1-a)$$

$$FoM = \frac{1}{\sqrt{\det[\text{Cov}(p_i, p_j)]}}$$

$$N_{500,c}/\sigma_{\text{field}} \geq 3$$

Parameter arrays:	FoM	Δw_0	Δw_a
Constraints:			
NC+PS	73	0.037	0.38
NC+PS+known SR	291	0.034	0.16
NC+PS+known SR+Planck	802	0.017	0.074
$N_{500,c}/\sigma_{\text{field}} \geq 5$			
NC+PS+known SR+Planck	209	0.034	0.12

QUAGRAP - Quantum Gravity Phenomenology

- **Responsabile nazionale:** Giovanni Amelino Camelia (Roma I)
- **Sedi partecipanti:** Bologna, Cagliari, Roma I, Trieste
- **Responsabile locale:**
Roberto Balbinot (UniBo)
Francesco Brighenti (dottorando)
- **Personale ricercatore ed associato afferente:** Roberto Balbinot (UniBo)
- **Attività scientifica:** Fenomenologia della gravità quantistica
 - Effetti di non commutatività nello spazio-tempo.
 - Modelli analogici della gravità'
 - Fenomenologia indotta da fisica alle scale di Planck.
 - Buchi neri e radiazione di Hawking

QUAGRAPH

Quantum Gravity Phenomenology

Roberto Balbinot, Francesco Brighenti

Gray Body Factor $\Gamma(\omega)$ in Hawking radiation

$$N(\omega) = \Gamma(\omega) / (1 + \exp(h\omega/2\pi\kappa T))$$

$\Gamma(\omega) \sim \omega^2$ for BH , $\Gamma(\omega) \sim \text{cost.}$ for BECs

R.B. : Phys. Rev. D 90, 104044 (2014), Phys.Rev. D 91 (2015) 6, 064061

Modified dispersion relation and causality violations

$$E^2 + c^2 P^2 + f(L_{\text{Planck}}, E; P) = M^2 c^4$$

F.B.: Phys.Rev.D 91, 084045 (2015)

PIECES - Sistemi Dinamici e Fisica Statistica

- **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, 50%), Gastone Castellani (25%), Sandro Rambaldi (UniBo, 50%), Daniele Remondini (UniBo, 25%),
Alessandro Fabbri (assegnista),
Giulia Menichetti (dottoranda)
- **Attività scientifica:** Applicazioni interdisciplinari della teoria dei sistemi dinamici e dei processi stocastici e della meccanica statistica
 - Modellizzazione di sistemi complessi in biologia, chimica e scienze cognitive, sociali ed economiche e dinamica dei trasporti.



Iniziativa specifica PIECES

Partecipanti: **A. Bazzani**, A. Fabbri, G. Menichetti, G. Castellani, D. Remondini, S. Rambaldi

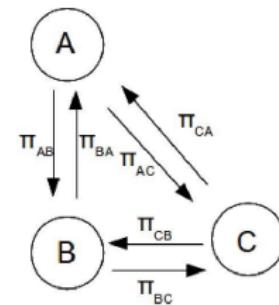
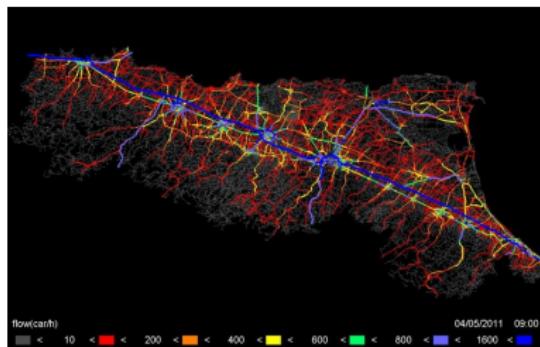
Main Activities: Statistical Physics for stochastic dynamical systems on networks with application to transport systems and biochemical networks.

Main Results: characterization of jamming transition, statistical laws of human mobility, entropic property of stationary solution of master equation

LR de Oliveira, A Bazzani, E Giampieri, GC Castellani The Journal of Chemical Physics 141 (6), 065102, 2014

A. Bazzani, C. Frye, M. Giovannozzi, and C. Hernalsteens Phys. Rev. E 89, 042915 2014

Phys. Rev. E 89, 042915



Attività non afferenti ad iniziative specifiche

- *Personale ricercatore associato non afferente a IS:*

Abenda Simonetta, Antonio Bove, Emanuela Caliceti, Cesare Chiccoli, Vincenzo Grecchi, Marco Lenci, Francesco Mainardi, Paolo Pasini.

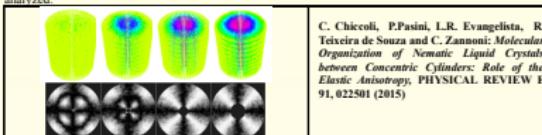
- *L'attività scientifica riguarda:*

- Modelli e Simulazioni di Montecarlo in Meccanica Statistica e Quantistica
- Studio del trasporto anomalo in sistemi deterministici (gas di Lorentz) e stocastici (cammini di Lévy su mezzi disordinati).
Studio delle proprietà di mixing per sistemi dinamici a misura infinita.
Grandi deviazioni in Meccanica Statistica Quantistica
- Sistemi quantistici PT simmetrici
- Applicazioni di Metodi differenziali frazionari per processi stocastici non Markoviani e/o non gaussiani e la descrizione della diffusione anomala per sistemi fuori dall'equilibrio e sistemi complessi.

Attività di ricerca di Cesare Chiccoli e Paolo Pasini

Collaboration with University of Maringà and University of Apucarana (Brazil)

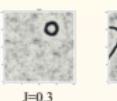
The orientational order in a nematic liquid crystal sample confined to an annular region between two concentric cylinders was investigated by means of lattice Monte Carlo simulations. Strong anchoring and homeotropic orientation, parallel to the radial direction, were implemented at the confining surfaces. The effect of varying the values of the elastic constants on the ordering inside the sample has been analyzed.



Another investigation has involved nematic samples with hybrid anchoring conditions at the boundaries by setting up and minimizing the Frank free energy. The coupling with the surfaces was taken strong on one side and weak on the other. The equations were numerically solved and the conditions for which the molecular organization inside the cell becomes uniform have been analyzed.

R. Teixeira de Souza, C. Chiccoli, P.Pasini, L.R. Evangelista, and C. Zannoni, *Nematic liquid crystals in planar and cylindrical hybrid cells: Role of elastic anisotropy on the director deformations*, (accepted) PHYSICAL REVIEW (2015)

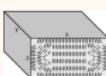
We have performed a Monte Carlo study of a hybrid nematic film with various strengths (J) of coupling with the surfaces to follow the creation and evolution of string defects.



C. Chiccoli, P.Pasini, L.R. Evangelista, R. Teixeira de Souza and C. Zannoni, *Effect of Surface Anchoring on Creation of Defects in a Nematic Film. A Monte Carlo simulation*, accepted in Mol. Cryst. Liq. Cryst., (2015)

Collaboration with the Dept. of Information Engineering, Electronics and Telecommunications of University “La Sapienza” (Rome)

Confined nematics have been proposed as effective materials to fabricate both electrically and optically controlled cores for switchable and reconfigurable waveguides. We have investigated the ordering inside a nematic waveguide channel by means of Monte Carlo simulations.



A schematic representation of the cross section of the LC waveguide channel.



Simulated cross polar optical images of one single channel obtained from Monte Carlo simulations



Experimental a polarizing microscope image of LC homeotropic alignment of waveguide channels.

A. d'Alessandro, R. Asquini, C. Chiccoli, L. Martini, P. Pasini and C. Zannoni, *Liquid Crystal Channel Waveguides: A Monte Carlo Investigation of the Ordering*, accepted in Mol. Cryst. Liq. Cryst., (2015)

Gruppo IV in Sezione

News: In giugno Michele [Cicoli](#) è stato premiato dall'Accademia dei Licei.

Necessitá del Gruppo Teorico.

- **Servizio di Segreteria locale per tutte le attività del gruppo**
Come sempre un sentito GRAZIE a [Barbara Simoni](#) per il suo aiuto indispensabile!
- **Normali servizi di Amministrazione**
- **Un pó di supporto dal servizio di Calcolo e Reti**
- **Risorse per assegnare delle borse di studio (assegni di ricerca) aperte agli stranieri.**
Questo in sinergia con l'Università.