

Curriculum Vitae



Roberto Franzosi

Istituto Nazionale di Ottica
Consiglio Nazionale delle Ricerche
QSTAR
Quantum Science and
Technology in ARcetri
Largo Enrico Fermi 2
I-50125 Firenze (Italy)

Tel.: +39 055 275 5089
Fax: +39 055 275 5085
Cel.: +39 347 0106238
e-mail: roberto.franzosi@ino.it

Informazioni Personali

Data di nascita: 13 Ottobre 1968

Luogo di nascita: Crema (CR)

Cittadinanza: Italia

Stato Civile: Coniugato

Figli: Bianca Franzosi, nata il 24 Marzo 2005, Miriam Franzosi, nata il 2 Aprile 2007, Nina Franzosi, nata il 1 Agosto 2011.

Militare: Assolto Maggio 1995 Aprile 1996

Langue

Italiano (madre lingua), Inglese (buono), Francese (elementare)

Linguaggi di programmazione e programmi: Fortran, C, C++, Matlab, Mathematica, Maple.

Studi

- *Febbraio 2015:* French Qualification for “Professeur des universités” in the area 30-“Milieux dilués et optique” (N. **15130188725**)
- *Febbraio 2013:* Qualificazione francese come “Professeur des universités” nel settore 28-“Milieux denses et matériaux” (N. **13128188725**).
- *Gennaio 2009:* Qualificazione francese come “Professeur des universités” nel settore 30-“Milieux dilués et optique” (N. **09130188725**).
- *Febbraio 2008:* Qualificazione francese come “Maître de conférences” nel settore 29-“Constituants élémentaires” (N. **08229188725**) and 30-“Milieux dilués et optique” (N. **08230188725**).
- *Settembre 2000:* Abilitazione italiana per l'insegnamento della fisica nelle scuola secondaria.
- *11 Febbraio 1999:* Università di Firenze, ”Dottorato di Ricerca” in fisica,
Titolo della tesi: *Aspetti Geometrici e Topologici nello Studio delle Transizioni di Fase.*
Tutor: Prof. Marco Pettini, Université Aix-Marseille 2, France.
Referees:
Prof M. Zannetti University de Salerno, Italy;
Prof. M. Salerno University de Salerno, Italy;
Prof. G. Soliani University de Lecce, Italy
- *16 Marzo 1995:* Università di Pisa, Laurea in Fisica
votazione: 110/110 e lode,
Titolo Tesi: *Studio della Gravità in (2+1) dimensioni con il metodo della Tassellazione*
Relatore di Tesi: Prof. Enore Guadagnini, Dipartimento di fisica, Università di Pisa, Italy.

Posizioni

- *1 Settembre 2013 – presente:* posizione a tempo indeterminato di Ricercatore III livello presso l'Istituto Nazionale di Ottica del Consiglio Nazionale delle Ricerche – INO-CNR – UOS Firenze.
- *16 Dicembre 2011 – 31 Agosto 2013:* posizione a tempo indeterminato da Ricercatore III livello presso l'Istituto dei Sistemi Complessi del Consiglio Nazionale delle Ricerche – ISC-CNR – UOS Sesto Fiorentino - Firenze.
- *Gennaio 2010 – Dicembre 2010:* posizione a termine da Ricercatore III livello per svolgere attività di ricerca sul tema “Ricerche in fisica atomica, materia soffice o materia condensata” presso l’Unità di Ricerca CNISM di Firenze.
- *Gennaio 2009 – Dicembre 2009:* Assegno di Ricerca presso il Dipartimento di Matematica ed Informatica dell'Università di Salerno
- *Gennaio 2007 – Dicembre 2008:* Borsa Post-Doc presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze
- *Agosto 2005 – Dicembre 2006:* Borsa Post-Doc CNR-INFM presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze
- *Agosto 2004 – Luglio 2005:* Borsa Post-Doc del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa
- *Agosto 2003 – Luglio 2004:* Borsa Post-Doc del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa
- *Dicembre 2002 – Luglio 2003:* Borsa Post-Doc del Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa
- *Dicembre 2000 – Novembre 2002:* Borsa Post-Doc INFN-MURST presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa
- *Febbraio 1999 – Novembre 2000:* Borsa Post-Doc presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico di Torino

Esperienze Professionali

Dal Gennaio 2010 al Presente sto proseguendo i miei studi teorici concernenti l'applicazione della Geometria Differenziale e delle Algebre Dinamiche nello studio della dinamica di sistemi quantistici a temperatura finita.

Dal Gennaio 2009 al Dicembre 2009 ho lavorato presso il Dip. di Matematica ed Informatica dell'Università di Salerno come membro del “*Quantum Theory Group*” di cui é leader il Prof. Fabrizio Illuminati.

Dall'Agosto 2005 al Dicembre 2008 ho lavorato al Dipartimento di Fisica dell'Università di Firenze, qui ho proseguito la mia attività di ricerca nell'ambito della condensazione di Bose-Einstein, lavorando in collaborazione con il Prof. R. Livi (dell'Università di Firenze) e con il Prof. G.-L. Oppo (dell'Università di Strathclyde, di Glasgow UK) che sono teorici esperti della Meccanica Statistica, dei Sistemi Dinamici e dell'Ottica Non-lineare. Il connubio delle nostre competenze ci ha permesso una proficua collaborazione scientifica che ci ha condotto a predire l'interessante fenomeno della *self-localizzazione di condensati di Bose-Einstein in reticoli ottici dissipativi*.

Dal Dicembre 2000 al Luglio 2005, ho lavorato presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Pisa. In quel periodo ho lavorato, prima in stretta collaborazione con il gruppo sperimentale della Condensazione di Bose-Einstein del Prof. E. Arimondo, e successivamente come parte del gruppo stesso. Ho molto apprezzato la collaborazione con il gruppo sperimentale del Prof. Arimondo in cui le mie conoscenze di fisica teorica sono state proficuamente impiegate. In questa esperienza ho dovuto adattare modelli teorici a schemi più vicini alle configurazioni sperimentali. Il lavoro di ricerca svolto in Pisa sul *trasporto coerente di condensati di Bose-Einstein in reticoli ottici*, costituisce un'importante passo nella direzione di una applicazione dei condensati di Bose-Einstein nella computazione quantistica.

Prima del Dicembre 2000, sono stato al Politecnico di Torino dove ho collaborato con il Prof. V. Penna presso il Dipartimento di Fisica del Politecnico. E' in quel periodo che iniziai i miei studi

sui condensati di Bose-Einstein. La collaborazione con il Prof. Penna è andata avanti, con profitto, fino ad ora.

Prima del post-doc in Torino, durante il lavoro di tesi di dottorato ho investigato un nuovo metodo, basato su un approccio Geometrico e Topologico, per lo studio delle Transizioni di Fase Termodinamiche, da questo studio, in collaborazione con il Dr. M. Pettini, abbiamo derivato *teorema generale che prova una condizione di necessità sulla topologia dello spazio delle configurazioni per il verificarsi di una transizione di fase del primo o del secondo ordine*. Mi sono laureato in fisica a Pisa, con un tesi di laurea teorica in Relatività Generale, il mio relatore di tesi è stato il Prof. E. Guadagnini. Oltre le collaborazioni più sopra menzionate ho collaborato con il Prof. R. Gatto in Ginevra e con il Prof. E. G. D. Cohen (della Rockefeller University, New York).

Interessi di Ricerca

Il mio principale soggetto di ricerca è attualmente la condensazione di Bose-Einstein. Nei miei lavori ho studiato l'interazione di condensati in reticoli ottici investigando sia il regime dinamico classico quanto quello quantistico. Nel primo dei due regimi, la dinamica di tali sistemi può essere descritta in termini di un'equazione di Schroedinger non-lineare discretizzata. Mentre la dinamica quantistica è ben descritta da un modello di Bose-Hubbard. Il carattere non-lineare delle equazioni del moto classiche è alla base del fenomeno di self-localizzazione di condensati di Bose in reticoli ottici dissipativi che alcuni miei collaboratori ed io abbiamo predetto. Le configurazioni dinamiche che, come noi abbiamo dimostrato, emergono spontaneamente nella dinamica, hanno la natura di “breathing dynamical solutions”: cioè gli stati dinamici più genuinamente non-lineari. In lavori precedenti ho studiato il “self-trapping” non-lineare, i modi collettivi ed il comportamento caotico che emergono nel regime superfluido della dinamica di pochi condensati di Bose-Einstein interagenti. Lo studio teorico di questi effetti macroscopici è, ed è stato, di primaria importanza nel cammino verso l'osservazione sperimentale di questi effetti anche in sistemi costituiti da alcuni condensati interagenti. Il regime opposto, caratterizzato da un numero piccolo di atomi per buca e da alti valori dell'energia di interazione, richiede una descrizione quantistica della dinamica. Circa questo aspetto, in alcuni lavori ho studiato le proprietà dello spettro energetico dei sistemi di due o tre condensati interagenti. La Computazione Quantistica è recentemente entrata a far parte dei miei interessi di ricerca. Atomi neutri intrappolati in potenziali periodici sono stati recentemente proposti come “qubits” individuali per effettuare processi di computazione quantistica. In un recente lavoro ho studiato il trasporto coerente di atomi in reticoli ottici, al fine di realizzare porte logiche quantistiche quantum con atomi neutri nella fase di isolante di Mott. Per mezzo di un reticolo ottico unidimensionale nella così detta configurazione lineare- θ -lineare, è possibile realizzare un potenziale dipendente dallo stato atomico interno. Così, in questa configurazione, il potenziale ottico può essere espresso come sovrapposizione di due indipendenti reticoli ottici, agenti su differenti stati atomici. Scegliendo appropriatamente tali stati interni, gli atomi verranno intrappolati da uno dei due potenziali dipendenti dal loro stato interno. Variando l'angolo θ tra le polarizzazioni lineari dei due fasci laser che producono il reticolo ottico, i pacchetti d'onda corrispondenti a stati interni ortogonali possono essere trasportati in modo coerente gli uni rispetto agli altri. Una volta che i “qubits” (cioè gli atomi in differenti stati interni) sono portati nello stesso sito, essi interagiscono tramite collisioni controllate che possono essere sfruttate per realizzare “quantum gates”.

Partecipazioni in Progetti di Ricerca

Ho preso parte in molti progetti di ricerca per mezzo dei quali le mie borse sono state pagate. Tuttavia, non ho mai potuto avere responsabilità di leader dal momento che in Italia tutte le forme di finanziamento richiedono che un leader abbia una posizione a tempo indeterminato.

Compezioni

- 2011 ho vinto una posizione permanente di Ricercatore III livello presso l'Istituto dei

Sistemi Complessi del CNR – Sesto Fiorentino (FI).

- 2010 ho vinto un contratto da Ricercatore III livello per svolgere attività di ricerca sul tema “Ricerche in fisica atomica, materia soffice o materia condensata” presso l’Unità di Ricerca CNISM di Firenze.
- Nel 2008 ho applicato per una “Associate Professorship in Theoretical Condensed Matter Physics position” (Ref. 211- 0175) al Niels Bohr Institute e sono stato giudicato “qualified for this position”.

Attività di Recensione di Articoli

Editor per: Open Physics (formerly Central European Journal of Physics) (Springer), sezione di “Statistical Physics”.

Referee per: Phys. Rev. B, Phys. Rev. E, Phys. Lett. A, Journal of Mat. Phys., Journal of Phys. A, Journal of Phys. B, New Journal of Phys, Central European Journal of Physics.

Collaborazioni Scientifiche

- 2009 - *presente*: Prof. F. Illuminati, Dip.. di Matematica ed Informatica, Università di Salerno, Italy
- 2005 - *presente*: Prof. R. Livi, Dept. of Physics, University of Florence, Italy
- 2005 - *presente*: Prof. G-L. Oppo, Dept. of Physics, Strathclyde University, Glasgow UK
- 2002 - 2005: Prof. E. Arimondo, Dept. of Physics, University of Pisa, Italy
- 1998 - 2007: Prof. M. Pettini, Université Aix-Marseille 2, France
- 1999 - 2005: Prof. V. Penna, Dept. of Physics, Polytechnic of Turin, Italy
- 1998 - 2001: Prof. R. Gatto, Dept. of Physics, University of Geneva, Switzerland

Referenze

- Prof. Roberto Livi, Dipartimento di Fisica, Università di Firenze, Via G. Sansone 1, I-50019 Sesto Fiorentino, Italy, tel. +39 055 5252332, e-mail: Roberto.Livi@fi.infn.it
- Prof. Ennio Arimondo, Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, Largo B. Pontecorvo 3, I-56127 Pisa, Italy, tel. +39 050 2214115, e-mail: arimondo@df.unipi.it
- Prof. Dino Loporini, Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, Largo B. Pontecorvo 3, I-56127 Pisa, Italy, tel. +39 050 2214237, e-mail: leporini@df.unipi.it
- Dr. Marco Pettini, Université Aix-Marseille 2, France, e-mail: marco.pettini@gmail.com
- Prof. Mario Rasetti, Dipartimento di Fisica del Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, Italy, Tel. 011/564-7324 (6730), e-mail: rasetti@isi36a.isi.it
- Prof. Vittorio Penna, Dipartimento di Fisica del Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino, Italy, Tel. +39 011 564 7303, e-mail: vittorio.penna@polito.it

Esperienze di Insegnamento

- 2014-2015: Docente titolare per il corso di Meccanica Quantistica Elementare del corso di laurea in Fisica e Tecnologie Avanzate dell'Università di Siena
- 2013-2014: Docente titolare per il corso di Meccanica Quantistica Elementare del corso di laurea in Fisica e Tecnologie Avanzate dell'Università di Siena
- 2012-2013: Docente titolare per il corso di Meccanica Quantistica Elementare del corso di laurea in Fisica e Tecnologie Avanzate dell'Università di Siena
- 2010-2011: Docente di fisica presso l'Istituto Professionale Cennino Cennini, Colle di Val d'Elsa (Siena)
- 2008-2009: Docente titolare per il corso di Fisica della Materia del corso di laurea in Chimica ed Ingegneria dei Materiali dell'Università di Siena
- 2003-2004, 2004-2005, 2006-2007, 2007-2008 e 2008-2009: Assistente per il corso di Fisica Generale, nei i corsi di studio in Ingegneria Elettrica e Chimica, Università di Pisa
- 2005-2006: Assistente per il corso di Fisica Generale, nei i corsi di studio in Ingegneria Biomedica, Elettrica e Chimica, Università di Pisa
- 2006-2007: Assistente per il corso di Fisica Generale, nel corso di studio in Ingegneria

Supervisione di studenti universitari

- **2014-2015: Tesi di laurea in fisica triennale** Dal titolo “Approccio Variazionale allo Studio della Dinamica di Bosoni su Reticolo”, dott. Jacopo Soldateschi – 24 Settembre 2015

Partecipazioni a Conferenze

- **Marzo 2000:** “XIX Convegno di Fisica Teorica e Struttura della Materia”, Fai della Paganella, Italy, March 26-29 2000, **Poster:** *Spectrum Structure of Coupled Bose-Einstein Condensates*
- **Giugno 2000:** “Convegno informale di Fisica Teorica”, Cortona, Italy, May 31 – June.3 2000, **Seminar:** *Doublet structure of the energy spectrum of coupled Bose condensate*
- **Giugno 2000:** *INFM Meeting*, Genova, Italy, June 12-16 2000, **Poster:** “*Struttura Spettrale di Condensati di Bose Interagenti*”
- **March 2001:** “XX Convegno di Fisica Teorica e Struttura della Materia”, Fai della Paganella, Italy, March 25-28 2001, **Poster:** *Dynamics of Three Coupled Bose-Einstein Condensates: Integrable Sub-Dynamics, Self-Trapping Mechanisms and Chaos Onset*
- **May 2001:** dept. of physics of Polytechnic of Turin, Italy, **Seminar:** “*Dinamica di condensati di Bose-Einstein accoppiati: aspetti classici e quantistici dell'effetto di self-trapping*”
- **Maggio 2001:** “VI Convegno nazionale di fisica statistica e dei sistemi complessi”, 29-31 Maggio, 2001, Parma, Italy, **Seminar:** “*Quantum Dynamics of Coupled Bose-Einstein Condensates: Semi-classical and Quantum Self-Trapping Mechanism*”
- **Giugno 2001:** dept. of physics of the University of Florence, **Seminar:** “*Dinamica di condensati di Bose-Einstein accoppiati: aspetti classici e quantistici nell'effetto di self-trapping*”
- **Giugno 2001:** *INFM Meeting*, Roma, Italy, June 18-22 2001, **Poster:** “*Exact solutions of the Schroedinger problem for coupled Bose-Einstein condensates and self-trapping effect*”
- **December 2001:** Workshop on Bose-Einstein Condensates, University of Salerno, Italy, December 19-20 2001, **Seminar:** *Three Coupled Bose-Einstein Condensates Dynamics: Collective modes, Self-Trapping populations and chaos onset*
- **Marzo 2002:** “XXI Convegno di Fisica Teorica e Struttura della Materia”, Fai della Paganella, Italy, March 21-24 2002, **Poster:** *Nonlinear Dynamics of Three Coupled Bose-Einstein Condensates*
- **Giugno 2002:** “VII Convegno nazionale di fisica statistica e dei sistemi complessi”, June 3-5 2002, University of Parma, Italy, **Seminar:** *Chaos Onset in the Dynamics of Three Coupled Bose-Einstein Condensates*
- **Giugno 2002:** *INFM Meeting*, Fiera del Levante, Bari, Italy, June 24-28, 2002, **Poster:** *Dynamics of Three Coupled Bose-Einstein Condensates: Nonlinear Effects and Chaos Onset*
- **Luglio 2002:** International Conference on Theoretical Physics, Paris, France, UNESCO, July 22-27 2002, **Poster 1:** *Quantum symmetry breaking in the dynamics of Bose-Einstein condensate arrays*; **Poster 2:** *Dynamics of Three Bose-Einstein Condensates with Symmetric Coupling: Instability Effects and Collective Modes*
- **Ottobre 2002:** Workshop: Nonlinear Dynamics in Classical and Quantum Mechanics, October 10-11 2002, Sannomonné, Italy, **Seminar:** *Induction of excitations and symmetry breaking in the dynamics of Bose-Einstein condensate arrays*
- **Marzo 2003:** XXII Convegno di Fisica Teorica e Struttura della Materia, Fai della Paganella, Italy, March 20-23 2003, **Poster:** *Superfluid and Mott regimes in the dynamics of interacting Bose-Einstein condensates*
- **Aprile 2003:** Workshop: Nonlinear Dynamics and Chaos in Classical and Quantum

Mechanics, April 14-15 2003, Sannicola, Italy, Seminar: *Classical and Quantum Aspects in the Dynamics of Coupled Bose-Einstein*

- *Giugno 2003*: Second International Workshop Theory of Quantum Gases and Quantum Coherence, Levico, Italy, June 12-14 2003, **Poster 1**: *Interplay between classical and quantum regimes in the dynamics of interacting Bose-Einstein condensates*; **Poster 2**: *Spectral properties vs. mean-field dynamical modes of three coupled Bose-Einstein condensates*
- *Giugno 2004*: dept of physics “E. Fermi”, University of Pisa, Italy, **Seminar**: *Topological Approach to Phase Transitions*
- *September 2004*: 5th European Quantum Information Processing & Communication Workshop, Roma, Italy, September 20-22 2004, **Poster**: *Entanglement and quantum control of cold atoms in 1D optical lattices*
- *Ottobre-Novembre 2005*: Congress: Theory of Quantum Gases and Quantum Computation, Cortona, Italy, October 28-November 2 2005, **Poster**: *Transport properties of Bose-Einstein condensates in optical lattices*
- *Settembre 2006*: “XXIV Convegno Fisica teorica e struttura della materia” Levico Terme, Italy, September 17-20 2006, **Poster**: *Self Localization of BECs in Optical Lattices induced by Boundary Dissipation*
- *Settembre 2006*: Congress: Solitons and nonlinear phenomena in degenerate quantum gases, Cuenca, Spain, Sept. 27-30, 2006, **Seminar**: *Probing the dynamics of BECs in Optical Lattice via Boundary Dissipation*
- *Aprile 2008*: Congresso: Nonlinear phenomena in quantum degenerate gases, Toledo Spain, Aprile 1-4 2008, **Poster**: *Localized States of Bose-Einstein Condensates in Optical Lattices: Dynamical and Statistical Mechanical Properties*
- *Luglio 2009*: 18th International Laser Physics Workshop, Barcelona Spain, 13-17 Luglio 2009, **Poster**: *Localization of Bose-Einstein Condensates in Optical Lattices*
- *Giugno 2012*: XVII CONVEGNO NAZIONALE DI FISICA STATISTICA E DEI SISTEMI COMPLESSI, Parma (Italy), 20-22 Giugno 2012, **Seminar**: *Stati localizzati e a temperature negative nell'equazione nonlineare di Schrödinger discretizzata.*

Lista delle Pubblicazioni

1. R. Franzosi and E. Guadagnini, “Particle decays and space-time kinematics in $(2 + 1)$ gravity”, *Nuclear Physics B* **450** (1995) 327-354
2. R. Franzosi and E. Guadagnini, “Topology and classical geometry in $(2 + 1)$ gravity”, *Class. Quantum Grav.* **13** (1996) 433-460
3. M. Cerruti-Sola, R. Franzosi and M. Pettini, “Lyapunov exponents from geodesic spread in configuration space”, *Phys. Rev. E* **56** 4872 (1997)
4. R. Franzosi, M. Ghilardi and E. Guadagnini, “Modular transformations and one-polygon tessellation”, *Phys. Lett. B* **418** (1998) 42-45
5. R. Franzosi, L. Casetti, L. Spinelli and M. Pettini, “Topological aspects of geometrical signatures of phase transitions”, *Phys. Rev. E* **60** R5009 (1999)
6. R. Franzosi, M. Pettini and L. Spinelli, “Topology and phase transitions: a paradigmatic evidence”, *Phys. Rev. Lett.* **84**, 2774 (2000)
7. R. Franzosi, R. Gatto, G. Pettini and M. Pettini, “Analytic Lyapunov exponents in a classical nonlinear field equation”, *Phys. Rev. E* **61** R3299 (2000)
8. R. Franzosi, V. Penna and R. Zecchina, “Quantum Dynamics of coupled Bosonic Wells within the Bose-Hubbard Picture”, *Int. Jour. of Mod. Phys. B* Vol. **14**, No. 9 (2000) 943-961
9. R. Franzosi and V. Penna, “Spectral Properties of Coupled Bose-Einstein Condensates”, *Phys. Rev. A* **63**, 043609-1 (2001)
10. R. Franzosi and V. Penna, “Self-trapping mechanisms in the dynamics of three coupled Bose-Einstein condensates”, *Phys. Rev. A* **65**, 013601-1 (2001)
11. R. Franzosi and V. Penna, “Spectral Properties and Self-Trapping Effect in Coupled Bose-Einstein Condensates”, *Laser Physics*, Vol **12**, No.1, (2002), pp. 71-76
12. R. Franzosi and V. Penna, “Chaotic behavior, collective modes and self-trapping in the

- dynamics of three coupled Bose-Einstein condensates”, *Phys. Rev. E*, **67**, 046227 (2003)
13. P. Buonsante, R. Franzosi, and V. Penna, “Instability Effects in the Dynamics of three Coupled Bosonic Wells”, *Laser Physics*, Vol **13**, No.4, (2003), p. 537-542
 14. P. Buonsante, R. Franzosi, and V. Penna, “Dynamical Instability in a Trimeric Chain of Interacting Bose-Einstein Condensates”, *Phys. Rev. Lett.*, **90**, 050404 (2003)
 15. R. Franzosi and M. Pettini, “Theorem on the Origin of Phase Transitions”, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 60601 (2004)
 16. P. Buonsante, R. Franzosi, and V. Penna, “Dynamics of twin-condensate configurations in an open chain of three Bose-Einstein condensates”, *Laser Physics*, Vol **14**, No.4, (2004), p. 556-564
 17. P. Buonsante, R. Franzosi and V. Penna, “From the superfluid to the Mott regime and back: triggering a non-trivial dynamics in an array of coupled condensates”, *J. Phys. B*, **37**, (2004) s195-s203
 18. P. Buonsante, R. Franzosi and V. Penna, “Persistence of mean-field features in the energy spectrum of small arrays of Bose-Einstein condensates”, *J. Phys. B*, **37**, (2004) s229-s238
 19. R. Franzosi, B. Zambon, and E. Arimondo, “Nonadiabatic effects in the dynamics of atoms confined in a cylindric time-orbiting-potential magnetic trap”, *Phys. Rev. A*, **70**, 053603 (2004)
 20. M. Pettini, L. Casetti, M. Cerruti-Sola, R. Franzosi, E. G. D. Cohen, “Weak and strong chaos in FPU models and beyond”, Invited paper for the special issue of Chaos celebrating the 50th anniversary of the FPU article, *Chaos* **15**, 015106 (2005)
 21. R. Franzosi, P. Poggi and M. Cerruti-Sola, “Lyapunov exponents from unstable periodic orbits”, *Phys. Rev. E* **71**, 036212 (2005)
 22. R. Franzosi, M. Cristiani, C. Sias and E. Arimondo “Coherent transport of cold atoms in angle-tuned optical lattices”, *Phys. Rev. A* **74**, 013403 (2006)
 23. R. Livi, R. Franzosi and G.-L. Oppo, “Selflocalization of Bose-Einstein condensates in optical lattices via boundary dissipation”, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 060401 (2006)
 24. R. Franzosi, R. Livi and G.-L. Oppo, “Probing the dynamics of Bose-Einstein condensates via boundary dissipation”, *Journal of Physics B* **40**, 1195 (2007)
 25. R. Franzosi, M. Pettini and L. Spinelli, “Topology and Phase Transitions I. Theorem on a necessary relation”, *Nuclear Physics B* **782** (2007) 189-218
 26. R. Franzosi and M. Pettini, “Topology and Phase Transitions II. Entropy and Topology”, *Nuclear Physics B* **782** (2007) 219-240
 27. R. Franzosi, “Nonclassical dynamics of Bose-Einstein condensates in an optical lattice in the super-fluid regime”, *Phys. Rev. A* **75**, 053610 (2007)
 28. M. Cerruti-Sola, G. Ciraolo, R. Franzosi and M. Pettini, “Riemannian geometry of Hamiltonian chaos: Hints for a general theory”, *Phys. Rev. E*, **78**, 046205 (2008).
 29. P. Buonsante, R. Franzosi and V. Penna, “Control of unstable macroscopic oscillations in the dynamics of three coupled Bose condensates”, *J. Phys. A: Math. Theor.* **42** (2009) 285307.
 30. B. Zambon and R. Franzosi, “Dynamics of atoms in a time orbiting potential trap: consequences of the classical description”, *J. Phys. B* **43** 085302 (2010).
 31. R. Franzosi, S. M. Giampaolo and F. Illuminati, “Quantum localization and bound-state formation in Bose-Einstein condensates”, *Phys. Rev. A* **82**, 063620 (2010)
 32. R. Franzosi, S. M. Giampaolo, F. Illuminati, R. Livi, G.-L. Oppo, and A. Politi, “Localization of Bose-Einstein condensates in optical lattice”, accepted for the publication in Central European Journal of Physics, Online First™, 18 May 2011.
 33. R. Franzosi, “Microcanonical entropy and dynamical measure of temperature for systems with two first integrals”, *J. Stat. Phys.* (2011) 143: 824–830
 34. R. Franzosi, R. Livi, G.-L. Oppo and A. Politi “Discrete Breathers in Bose-Einstein Condensates”, *Nonlinearity* **24** (2011) R89-R122
 35. R. Franzosi “Geometric microcanonical thermodynamics for systems with first integrals”, *Phys. Rev. E*, **85**, R050101 (2012)
 36. S. Iubini, R. Franzosi, R. Livi, G.-L. Oppo and A. Politi, “Discrete breathers and negative-temperature states”, *New J. Phys.* **15** (2013) 023032.
 37. R. Franzosi and R. Vaia, “Newton’s cradle analogue with Bose-Einstein condensates”, *J.*

Phys. B, **47** 095303 (2014)

38. R. Franzosi and R. Vaia, “*Quantum Newton's Cradle with Bose-Einstein Condensates*”, 2Physics.com, Sunday, June 01, 2014,

<http://www.2physics.com/2014/06/quantum-newtons-cradle-with-bose.html>

39. Roberto Franzosi, Domenico Felice, Stefano Mancini, Marco Pettini, “*A geometric entropy detecting the Erdős-Rényi phase transition*”, EPL, **111** (2015) 20001.

Submitted papers

Recensioni

1. Tushna Commissariat “*How to build a Quantum Newton's Cradle*”, *Physics World*, May 2, 2014,

<http://physicsworld.com/cws/article/news/2014/may/02/how-to-build-a-quantum-newtons-cradle>

Capitoli di libri

1. R. Livi, R. Franzosi and G.-L. Oppo, *Spontaneous Localization of Bose-Einstein Condensates in Optical Lattices with Boundary Dissipations*, in *Laser and Bose-Einstein Condensation Physics*, Editors: Man Mohan, Anil Kumar, Aranya B. Bhattacharjee, Anil Kumar Razdan, Narosa Publishing House, ISBN: 978-81-8487-064-0

Contributi Scientifici Maggiormente Rilevanti

Relatività Generale. Ho iniziato la mia attività di ricerca nel 1995 lavorando in Relatività Generale. In particolare, ho studiato la dinamica di particelle gravitanti prive di spin, in $(2+1)$ dimensioni, nell'ambito della descrizione data da 't Hooft dello spazio-tempo tridimensionale. La struttura causale dello spazio-tempo, cioè l'universo visto da un insieme di particelle di spin nullo gravitanti, può essere ottenuta descrivendo l'evoluzione temporale di tale sistema in termini di superfici due-dimensionali di tipo spazio. L'insieme di queste superfici di Cauchy, che sono parametrizzate dal tempo, costituiscono una fogliazione dello spazio-tempo. Nella soluzione proposta da 't Hooft's ogni superficie, a tempo fissato, è formata da porzioni di superficie piatte che costituiscono una tassellazione formata da poligoni. La presenza di una particella puntiforme genera una singolarità conica. I bordi dei poligoni si muovono a velocità costante tranne quando una delle lunghezze dei bordi dei poligoni si annulla, o quando uno degli spigoli dei poligoni urta uno dei bordi, si ha una transizione in cui la struttura della tassellazione della superficie spaziale subisce un cambiamento locale. Tutti questi cambiamenti sono descritti nella formulazione proposta da 't Hooft'. Facendo uso della formulazione di 't Hooft della gravità in $(2+1)$ dimensioni nell'articolo **1.** è stato descritto il decadimento di particelle gravitanti e sono state derivate le corrispondenti relazioni cinematiche investigando gli effetti della gravità sulla struttura della legge di conservazione del tensore energia-impulso. Inoltre, nello stesso lavoro si dimostra che l'evoluzione temporale dei momenti di un insieme di particelle di spin nullo, può essere descritto in termini di relazioni cinematiche spazio-temporali generalizzate, basate su una rappresentazione opportuna del gruppo delle trecce.

Nell'articolo **2.** si illustra come la topologia non-banale di un universo può essere descritta nel contesto della formulazione di 't Hooft della gravità in $(2+1)$ dimensioni. Nel caso di un universo con topologia spaziale di un toro, nello stesso articolo si discute la relazione tra transizioni di 't Hooft e trasformazioni del gruppo modulare. Inoltre è stato costruito il ricoprimento universale dello spazio-tempo ed è stata calcolata la costante di Hubble di un universo in espansione.

In **4.** è stata studiata l'evoluzione temporale di un universo con topologia spaziale di un toro per mezzo di una tassellazione ad un poligono con vertici trivalenti. Inoltre è stata considerata l'azione delle trasformazioni modulari su questa soluzione ed è stato mostrato che la corrispondente orbita è distribuita densamente all'interno dell'intero spazio della fasi del modello.

Transizioni di Fase Termodinamiche. Ho iniziato la mia tesi di dottorato considerando le proprietà dinamiche di sistemi Hamiltoniani che – da un punto di vista meccanico statistico – hanno transizioni di fase del secondo ordine. Alla luce di un trattamento geometrico-differenziale della dinamica Hamiltoniana, in cui i moti sono visti come geodetiche di opportune varietà Riemanniane, spazio delle configurazioni, o delle iper-superfici di energia costante dello spazio delle fasi, tali sistemi hanno mostrato trasformazioni geometriche peculiari che, nella mia tesi sono state attribuite ad importanti cambiamenti topologici in corrispondenza del punto di transizione di fase. Questi risultati sono riportati nell'articolo **5.**, in cui sono state investigate numericamente alcune proprietà geometriche delle sotto-varietà dello spazio delle configurazioni per i modelli classici della φ^4 in una e due dimensioni, e in cui è mostrato che comportamenti peculiari di queste quantità geometriche sono evidenziati solo nel sistema bidimensionale, e quando la transizione di fase ha luogo. Avere a che fare con uno studio costruttivo delle proprietà topologiche di varietà di alta dimensione è una stimolante quanto mai difficoltosa sfida, tuttavia una sostanziale conferma del ruolo cruciale della topologia dello spazio delle configurazioni nel fenomeno delle transizioni di fase è stata stabilita nella mia tesi di dottorato attraverso alcuni passi intermedi che sono culminati nel calcolo numerico diretto della caratteristica di Eulero di opportune varietà, in presenza ed in assenza di transizioni di fase. Questi risultati sono contenuti nell'articolo **6.** che riporta risultati del calcolo numerico della caratteristica di Eulero χ (che è un invariante topologico) delle iper-superfici equi-potenziali Σ_v dello spazio delle configurazioni dei modelli classici della φ^4 in una e due dimensioni. L'andamento di $\chi(\Sigma_v)$ come funzione di v (energia potenziale) rivela che un importante cambiamento di topologia nella famiglia $\{\Sigma_v\}_v$ ha luogo in presenza di una transizione di fase. Questo lavoro preliminare assieme a quello di riferimento **15.** hanno aperto la strada verso la dimostrazione di teorema generale. Infatti, più recentemente, sono stato coautore di due articoli, **25.** e **26.**, in cui si dimostra un teorema generale circa una condizione di necessità che stabilisce un profondo legame tra la topologia dello spazio delle configurazioni ed il verificarsi di una transizione di fase termodinamica. Questi lavori illuminano di nuova luce il problema delle transizioni di fase, infatti le singolarità termodinamiche che corrispondono a transizioni di fase sono trovate derivare necessariamente da opportuni cambiamenti nella topologia di certe sotto-varietà dello spazio delle configurazioni. Questo è un meccanismo indipendente e più fondamentale di quello standard e fornisce nuovi strumenti e metodi per trattare quelle transizioni di fase che sono attualmente di interesse in temi di ricerca di frontiera.

Dinamica di Condensati di Bose-Einstein. Nel 2000 ho iniziato un nuovo fronte di ricerca investigando la dinamica di condensati di Bose-Einstein interagenti, sia nel regime classico che in quello quantistico.

Nel primo regime la dinamica di condensati di Bose-Einstein in potenziali periodici (reticoli ottici) è descritta dall'equazione di Gross-Pitaevskii che, nel regime di “tight binding”, è ben approssimata da una equazione non-lineare di Schroedinger discreta. Sull'altro fronte, la dinamica quantistica di tali sistemi è descritta dal modello di Bose-Hubbard. In un primo momento, ho investigato la dinamica classica di due condensati di Bose-Einstein interagenti (dimero). Nonostante il carattere integrabile della dinamica di questo sistema, per causa della non-linearità, le sue equazioni del moto originano comportamenti dinamici inaspettati ed interessanti. Nell'articolo **8.**, è stata investigata la struttura dello spazio delle fasi del dimero analizzando comportamenti peculiari evidenziati dal sistema come il “population self-trapping”. Inoltre, in **8.**, e in **9.**, è stata presa in considerazione la dinamica quantistica del dimero ed è stato investigato il legame tra traiettorie classiche e struttura dello spettro quantistico dei livelli energetici. In **10.**, **12.** e **14.** è stato mostrato che l'apparentemente innocente aggiunta di un ulteriore condensato accoppiato al dimero, è sufficiente per rendere la dinamica di tre condensati di Bose-Einstein accoppiati (trimero) non-integrabile. Infatti, in **10.**, **12.** e **14.** è stata investigata la dinamica

classica del in trimero in diverse ed inequivalenti, ma sperimentalmente rilevanti, configurazioni, mostrando che essa manifesta instabilità su estese regioni dello spazio delle fasi. Oltre la natura caotica della dinamica trimerica, in quest'ultimi articoli sono stati investigati i modi collettivi associati alle equazioni del moto del sistema ed il “self-trapping” non-lineare che emerge nel regime superfluido.

Il carattere non-lineare delle equazioni del moto classiche per una catena di condensati di Bose-Einstein di lunghezza arbitraria, è alla base del fenomeno di “self-localization” che, in **23.**, è stato predetto aver luogo in condensati intrappolati in reticoli ottici dissipativi. Le configurazioni dinamiche che, come mostrato in **23.**, emergono spontaneamente, hanno la natura di soluzioni dinamiche tipo “breather”, cioè dei più genuini stati non-lineari della dinamica discreta. Tutti questi effetti macroscopici sono, e sono stati, di fondamentale importanza nella guida verso la loro osservazione sperimentalmente, anche in sistemi piccoli (alcuni condensati).