

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n.1 posto di Ricercatore a tempo determinato in tenure track (RTT)
per il gruppo scientifico-disciplinare 01/MATH-04 - Fisica matematica,
settore scientifico-disciplinare MATH-04/A - Fisica matematica
presso il Dipartimento di Matematica "F. Enriques",
(avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 92 del 19/11/2024) Codice concorso 5647

Matteo Gallone

CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	GALLONE
NOME	MATTEO
DATA DI NASCITA	15/10/1991

INFORMAZIONI GENERALI**LINEE DI RICERCA**

→ **Matematica della Meccanica Statistica e della Materia Condensata:** universalità, fenomeni critici e proprietà di trasporto in modelli classici e quantistici, principalmente usando tecniche del gruppo di rinormalizzazione.
→ **Matematica della Meccanica Quantistica:** autoaggiuntezza e proprietà spettrali di hamiltoniane quantistiche; proprietà dello stato fondamentale per modelli non-lineari.
→ **Pretermalizzazione in modelli su reticolo nel limite termodinamico:** pretermalizzazione e caratteristiche dello stato pretermico in modelli classici e quantistici come, per esempio, Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou, Fermi-Hubbard, Ising (tecniche analitiche, numeriche e formali).

ATTIVITÀ SCIENTIFICA IN BREVE

Pubblicazioni: autore di 19 articoli pubblicati dopo peer-review, 1 monografia e 1 preprint caricato su arXiv accettato per la pubblicazione. Tra questi, quattro sono il risultato di collaborazioni che coinvolgono solo con giovani ricercatori (altri dottorandi e post-doc); uno è a nome singolo.
Attività seminariale: sono stato invitato come relatore a 13 conferenze, workshop o scuole; e a 7 tra università e centri di ricerca. Ho fatto più di trenta seminari dal 2017.
Attività organizzativa: ho organizzato un trimestre INdAM, 8 workshop o conferenze e 4 cicli annuali di seminari.
Esperienza di insegnamento: invitato per un corso di 20 ore sul gruppo di rinormalizzazione all'Università di Milano, due corsi su invito a scuole estive (6 ore ciascuno). Ho insegnato 24 ore di meccanica analitica per la laurea triennale in fisica e 6 corsi di dottorato alla SISSA (20 ore ciascuno).
Abilitazione/riconoscimenti: ASN per professore di seconda fascia in Fisica Matematica (11/12/2023-11/12/2034). Vincitore della borsa d'eccellenza "SISSA mathematical fellowship" per il 2025/2026.

TITOLI**TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA**

Ph.D. in Geometry and Mathematical Physics,
Mathematics Area, SISSA, Trieste (Italia), titolo ottenuto con lode
Titolo della tesi: *Self-adjointness of quantum Hamiltonians with symmetry*
Relatore: *Alessandro Michelangeli*
Data della discussione: 30/9/2019.

TITOLO DI STUDIO

Laurea Magistrale in Fisica,
Università degli Studi di Padova, voto 110/110 con lode
Titolo della tesi: *Idrodinamica del problema di Fermi-Pasta-Ulam e suoi aspetti integrabili*
Relatore: *Antonio Ponno*
Data della discussione: 23/9/2015.

Laurea di Primo Livello in Fisica,
Università degli Studi di Padova, voto 107/110
Titolo della tesi: *Principio variazionale di Gauss: aspetti meccanici e geometrici*
Relatore: *Franco Cardin, Kurt Lechner*
Data della discussione: 16/7/2013.

CONTRATTI DI RICERCA, ASSEGNI DI RICERCA O EQUIVALENTI

Assegno di ricerca tipo B,
Dipartimento di Matematica "F. Enriques", Università degli studi di Milano,
Responsabile: *Vieri Mastropietro*.
Finanziato dal progetto MIUR-PRIN 2017 MaQuMA (Mathematical Quantum Matter) cod. 2017ASFLJR
(dal 8/2020 al 2/2022)

Assegno di ricerca tipo B,
Mathematics Area, SISSA, Trieste,
Responsabile: *Marcello Porta*.
Finanziato dal progetto ERC starting grant MaMBoQ - Macroscopic Behavior of Many-Body Quantum Systems
(dal 3/2022 fino al 1/2025)

ABILITAZIONE E RICONOSCIMENTI

Abilitazione Scientifica Nazionale come Professore di seconda fascia per il settore concorsuale 01/A4 - Fisica Matematica. Valida dal 11/12/2023 al 11/12/2034

Vincitore della borsa d'eccellenza *SISSA Mathematical Fellowship* (2025-2026)

ATTIVITÀ DIDATTICA A LIVELLO UNIVERSITARIO IN ITALIA O ALL'ESTERO

AA 2021-2022

12/10/2021-13/01/2022 - Meccanica Analitica, (titolare del corso: Andrea Carati),
Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli", Università degli Studi di Milano.
Corso di Laurea Triennale - 24h

5/5/2022 - 1/6/2022 Self-adjoint operators in quantum mechanics,
SISSA, Trieste (Italia).
Corso di dottorato per il programma di Ph.D. in Geometry and Mathematical Physics - 20h

AA 2022-2023

28/11/2022 - 1/2/2023 Introduction to Renormalisation Group for Fermionic Models,
SISSA, Trieste (Italia).
Corso di dottorato per il programma di Ph.D. in Geometry and Mathematical Physics - 20h

13/2/2023 - 15/3/2023 Introduction to Renormalisation Group for Fermionic Models,
Università degli Studi di Milano (invito per una serie di lezioni da N. Benedikter e C. Boccato).
Audience: Studenti di master, dottorandi e ricercatori - 20h

AA 2023-2024

4/10/2023 - 30/10/2023 Self-adjoint operators in Quantum Mechanics,
SISSA, Trieste (Italia).

Corso di dottorato per il programma di Ph.D. in Geometry and Mathematical Physics - 20h

23/1/2024 - 4/3/2024 Introduction to non-perturbative methods for Fermionic Models,
SISSA, Trieste (Italia).

Corso di dottorato per il programma di Ph.D. in Geometry and Mathematical Physics - 20h

AA 2024-2025

Gennaio - Febbraio 2025 (Approvato) An introduction to long time prethermalization
SISSA, Trieste (Italia)

Corso di dottorato per il programma di Ph.D. in Geometry and Mathematical Physics - 20h

DOCUMENTATA ATTIVITÀ DI FORMAZIONE O DI RICERCA PRESSO QUALIFICATI ISTITUTI ITALIANI O STRANIERI**Visite di ricerca presso qualificati istituti italiani o stranieri:**

- Politecnico di Torino, invitato da: Riccardo Adami.

Date: 4-7/10/2021; 18-19/6/2024

- Università di Milano, invitato da: Dario Bambusi.

Date: 15-19/1/2024

- Università di Milano, invitato da: Vieri Mastropietro.

Date: 20/3/2023; 17/3/2023; 1-2/12/2022; 24-25/11/2022; 17-18/11/2022; 10-11/11/2022; 3-4/11/2022; 30/9/2022

- Università di Milano, invitato da: Niels Benedikter.

Date: 12-15/3/2023; 27/2-3/3/2023; 13-15/2/2023;

- Vrije Universiteit Amsterdam, invitato da: Bob Rink.

Date: 23-28/1/2023; 4-10/12/2016; 23-28/6/2015

- Università "La Sapienza" (Roma), invitato da: Gianluca Panati.

Date: 14-16/12/2022

- SISSA (Trieste), invitato da: Marcello Porta.

Date: 20-28/2/2022; 27/1-5/2/2022

- SISSA (Trieste), invitato da: Stefano Ruffo.

Date: 14-16/2/2022

- Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, invitato da: Marcel Guardia, Stefano Pasquali.

Date: 14-19/6/2019

- Università degli Studi Milano Bicocca, invitato da: Diego Noja.

Date: 13-17/5/2019; 11-12/12/2017

- Università degli Studi dell'Insubria, invitato da: Claudio Cacciapuoti, Andrea Posilicano.

Date: 20-22/11/2017

- Università degli Studi di Padova, invitato da: Giancarlo Benettin, Antonio Ponso.

Date: 4-8/7/2017

ATTIVITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

RELATORE SU INVITO A SCUOLE ESTIVE PER UNA SERIE DI LEZIONI:

9-13/6/2025 - (Programmato) - ASIDE 15 - Abecedarian of Symmetry and Integrability of Difference Equations,

Università di Milano.

Titolo del corso: *The role of integrability in Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou-like models*

Durata: 6 ore

26-30/8/2024 Rigorous Renormalization Group Analysis of Collective Phenomena in Fermionic Quantum Systems,

Villa Grumello (Como).

Titolo del corso: *Grassmann variables and the 2d Quasi-Periodic Ising model*

Durata: 6 ore

RELATORE SU INVITO A CONFERENZE INTERNAZIONALI:

15-17/7/2024 First Workshop on Singular Interactions and Effective Models in Mathematical Physics,

Università La Sapienza (Roma).

Titolo del seminario: *Self-adjoint extensions of the Aharonov-Bohm Hamiltonian: non-relativistic and δ -like limit*

8-12/7/2024 Workshop on Future Perspectives on Perturbative Linear and Nonlinear Modelling of Contact-Type Perturbations,

Quartier generale INdAM - Università La Sapienza (Roma).

Titolo del seminario: *Ground States of NLS with Point Interaction and Coulomb Potential*

20-21/2/2023 Two Dirac Days,

Università degli Studi di Padova.

Titolo del seminario: *Self-adjoint extensions of the Dirac-Coulomb operators*

2-8/10/2022 Zero-Range and Point-Like Singular Perturbations: For a Spillover to Analysis, PDE and Differential Geometry,

Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Oberwolfach (Germania).

Titolo del seminario: *The Laplace-Beltrami operator on the Grushin Cylinder*

15-26/8/2022 Quantissima in the Serenissima IV,

Centro Culturale Don Orione, Venezia.

Titolo del seminario: *The Two-dimensional quasi-periodic Ising Model*

9-13/7/2018 Mathematical Challenges of zero range physics: rigorous results and open problems,
sede INdAM, Roma.

Titolo del seminario: *Darwin-Like perturbations of the Hydrogen Spectra*

17-20/6/2018 International workshop on PDEs: Analysis and Modelling,

University of Zagreb (Croazia).

Titolo del seminario: *Dirac operators with Coulomb Interaction*

RELATORE SU INVITO A CONFERENZE NAZIONALI:

9-11/1/2023 Mathematical Quantum Matter,

Università degli Studi di Milano.

Titolo del seminario: *Two dimensional Ising model with weak quasi-periodic disorder*

20-22/12/2021 Quantum before Christmas,

Università degli studi di Milano.

Titolo del seminario: *2D Ising model with quasi-periodic disorder*

12-14/4/2018 Il problema di Fermi-Pasta-Ulam: stato dell'arte e prospettive,
Scuola Galileiana, Padova.
Titolo del seminario: *FPU and KdV Hierarchy*

12,19/5/2017 Junior Trieste Quantum Days 2017,
Università degli Studi di Trieste.
Titolo del seminario: *Self-adjoint realisations of the Dirac-Coulomb Hamiltonian*

CONTRIBUTED SPEAKER O POSTER:

19-23/8/2024 Quantissima in the Serenissima V,
Palazzo Giustinian-Lolin, Venezia (Italia).
Titolo del seminario: *Prethermalization and conservation laws in time quasi-periodically driven quantum systems*

3-7/6/2024 Symmetry and Perturbation in Quantum Theory,
Hotel Flamingo, S. Maria di Pula (Italia).
Titolo del seminario: *Time quasi-periodically driven quantum systems: prethermalization and conservation laws*

13-18/6/2022 Mathematical Challenges in Quantum Mechanics,
Università dell'Insubria, Como.
Titolo del seminario: *Self-Adjoint Laplacians on the Grushin cylinder*

2-7/8/2021 International Congress on Mathematical Physics,
International Conference Centre Geneva (CICG), Ginevra (Svizzera).
Titolo del poster: *Geometric quantum confinement and transmission on Grushin-type manifolds*

19-23/8/2019 Quantissima in the Serenissima III,
Palazzo Pesaro-Papafava, Venezia.
Titolo del seminario: *On geometric quantum confinement in Grushin type manifolds*

24-26/7/2019 Trieste Junior Quantum Days,
ICTP, Trieste.
Titolo del poster: *Self-adjoint realisation(s) of quantum Hamiltonians with symmetry*

11,18/5/2018 Junior Trieste Quantum Days,
Università degli Studi di Trieste.
Titolo del seminario: *The touchy business of formal computations*

19-24/2/2018 Mathematical Challenges in Quantum Mechanics,
Università "La Sapienza", Roma.
Titolo del seminario: *Self-adjoint realisations of the Dirac-Coulomb Operator*

20-24/2/2017 Trieste Quantum Days 2017,
Università degli Studi di Trieste and ICTP, Trieste.
Titolo del seminario: *Self-adjoint realisations of the Dirac-Coulomb Hamiltonian*

RELATORE (SEMINARI PRESSO QUALIFICATI ISTITUTI ITALIANI O STRANIERI)

20/4/2023 Georgiatech (Atlanta) - online, Math Physics Seminar.
Titolo: *Prethermalization and conservation laws in quasi-periodically driven quantum systems*
(seminario congiunto assieme a Beatrice Langella)

23/3/2023 SISSA (Trieste), Mathematics of Many Body Systems.
Titolo: *Universality in 2D quasi-periodic Ising model and Harris-Luck Irrelevance*

8/3/2023 SISSA (Trieste), Integrable Systems Seminars.
Titolo: *Integrable and turbulent dynamics in the FPUT lattice*

23/1/2023 Vrije Universiteit Amsterdam.

Titolo: *The Fermi-Pasta-Ulam problem: prethermal perspective*
(seminario congiunto assieme a Antonio Ponno)

14/12/2022 Università “La Sapienza” (Roma).

Titolo: *Prethermalization in Classical and Quantum Physics*

23/11/2022 GSSI-TNT-Sapienza Statistical Mechanics Webinars - online.

Titolo: *Burgers Turbulence in the Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou chain*

2/3/2022 SISSA (Trieste), Topics in Quantum and Statistical Mechanics.

Titolo: *Gaussian Fields and Perturbation Theory II*

23/2/2022 SISSA (Trieste), Topics in Quantum and Statistical Mechanics.

Titolo: *Gaussian Fields and Perturbation Theory I*

16/2/2022 SISSA (Trieste).

Titolo: *Perturbation of classical Hamiltonian field theories and application to the FPUT problem*

5/10/2021 Politecnico di Torino.

Titolo: *Self-adjoint Laplacians on the Grushin cylinder*

2/3/2021 Lund University - online, Analysis, Geometry and PDEs.

Titolo: *Slow thermalisation in 1D and 2D lattices*

22/3/2019 SISSA (Trieste), Analysis Junior Seminars.

Titolo: *On geometric quantum confinement in Grushin type manifolds*

14/3/2019 SISSA (Trieste), Geometry and Mathematical Physics Seminars.

Titolo: *What is the ergodic problem?*

22/6/2018 SISSA (Trieste), Geo & Math Phys Student Seminars.

Titolo: *Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou: When Paradox Turns into a Discovery*

12/12/2017 Università degli Studi Milano Bicocca.

Titolo: *Discrete spectra and self-adjointness for Critical Dirac-Coulomb*

24/11/2017 SISSA (Trieste), Analysis Junior Seminars.

Titolo: *Self-adjoint realisations of Dirac-Coulomb operators*

24/5/2017 SISSA (Trieste), Analysis, MathPhys and Quantum.

Titolo: *Self-adjoint realisations of the Dirac Operator with Coulomb interaction*

ATTIVITA' ORGANIZZATIVA

TRIMESTRE INTENSIVO INDAM.

Puglia Summer Trimester 2023: singularities, asymptotics, limiting models.

Eventi facenti parte del trimestre:

- una conferenza di apertura (17/4/2023)
- una lezione per un pubblico generico (15/5/2023)
- una scuola estiva (9-13/5/2023)
- una conferenza (26-30/6/2023)
- un corso su “Singular perturbations of Self-adjoint operators” (17-31/5/2023)
- seminari su invito

dal 17/4/2023 al 10/7/2023. Organizzato con: Biagio Cassano, Fabio Deelan Cunden, Marilena Ligabò, Alessandro Michelangeli e Domenico Pomarico.

CONFERENZE/WORKSHOP

23-27/6/2025 (Prevista, date non ancora definitive): Future perspectives in Wave Dynamics: quasi-integrability, turbulence and rogue waves

(conferenza organizzata con: Ricardo Grande e Beatrice Langella)

8-10/2/2023: Trails in Quantum Mechanics and Surroundings (SISSA)

(conferenza organizzata con: Riccardo Adami, Domenico Finco, Giovanna Marcelli, Marcello Porta, Alessandro Teta)

9-11/1/2023: Mathematical Quantum Matter (Università di Milano)

(workshop organizzato con: Vieri Mastropietro)

21-23/11/2022: Singular Perturbations and Geometric Structures (SISSA)

(workshop organizzato con: Alessandro Michelangeli e Luca Rizzi)

24-26/7/2019: Junior Quantum Days 2019

(workshop organizzato con: Matteo Carlesso)

17-19/12/2018: Junior Math Days 2018

(workshop organizzato con: Maicol Caponi, Emanuele Caputo, Veronica Fantini, Alessandro Rubin)

11, 18/5/2018: Junior Quantum Days 2018

(workshop organizzato con: Matteo Carlesso)

6-10/5/2018: Junior Math Days 2018

(workshop organizzato con: Matteo Caorsi, Maicol Caponi, Veronica Fantini)

CICLI DI SEMINARI

Mathematical Physics Seminars (SISSA) (Anno accademico 2023/2024)

(organizzato con: Davide Guzzetti, Tamara Grava, Igor Krasovsky, Marcello Porta)

Mathematics of Many-Body Systems (SISSA) (Anno accademico 2022/2023)

(organizzato con: Stefano Marcantoni, Marcello Porta)

Geometry and Mathematical Physics Student Seminars (SISSA) (Anno accademico 2017/2018)

(organizzato con: Daniele Dimonte, Giulio Ruzza)

Analysis, Math-Phys and Quantum Seminars (SISSA) (Anno accademico 2016/2017)

(organizzato con: Gianfausto Dell'Antonio, Alessandro Michelangeli, Alessandro Olgiati, Raffaele Scandone)

ATTIVITA' EDITORIALE

Editor del volume "Singularities, Asymptotics and Limiting Models" per la serie INdAM-Springer.

Attività di referee per le riviste: Annales Henri Poincaré; Analysis and PDEs; Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik; Journal of Mathematical Physics; Journal of Physics Communications; Questiones Mathematicae; European Physical Journal Plus; Chaos, Solitons and Fractals.

ATTIVITA' DI SUPERVISIONE DI STUDENTI

AA 2023-2024. Cotutor per il tirocinio di Erwan Druais (ENS, Lyon), (tutor: Stefano Ruffo). Progetto di tirocinio: Statistical turbulence in the FPUT lattice.

AA 2023-2024. Relatore per la tesi di laurea magistrale in matematica dello studente Nicola Gentili (SISSA, Trieste), (co-relatore: Marcello Porta). Titolo della tesi: The two dimensional quasi-periodic Ising model.

AA 2018-2019. Cotutor per il tirocinio di Stefania Baronio (Università di Trieste), (tutor: Alberto Maspero).

Progetto di tirocinio: Aspetti matematici degli integratori simplettici.

AA 2018-2019. Cotutor per il tirocinio di Vincenzo di Florio (Università di Trieste), (tutor: Alberto Maspero).

Progetto di tirocinio: Algoritmi di base per il machine learning.

AA 2017-2018. Correlatore della tesi di laurea in fisica dello studente Matteo Marian (Università di Trieste), (relatore: Stefano Ruffo).

Titolo della tesi: Stima del tempo di shock nel modello di Fermi-Pasta-Ulam

REALIZZAZIONE DI ATTIVITA' PROGETTUALE

Dal 2024 al 2025. Parte del progetto INEST giovani (Rogue Wave Forecasting). Principal Investigator: Ricardo Grande

Dal 2022 ad oggi. Parte del progetto ERC starting grant MaMBoQ (Macroscopic Behavior of Many-Body Quantum Systems). Principal Investigator: Marcello Porta

Dal 2021 al 2022. Parte del progetto giovani GNFM: Sistemi di fermioni in dimensioni basse e teorie quantistiche effettive. Principal Investigator: Niels Benedikter.

Dal 2020 al 2022. Parte del progetto MIUR-PRIN MaQuMA (Mathematical Quantum Matter). Principal Investigator: Vieri Mastropietro

AFFILIAZIONI A GRUPPI

Membro del GNFM (Gruppo Nazionale per la Fisica Matematica), INdAM

Membro della International Association of Mathematical Physics (IAMP)

PRODUZIONE SCIENTIFICA

PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Preprint (accettati per la pubblicazione dopo peer-review):

[20] M. Gallone, S. Lucente, *Singularity: A Seventh Memo?*, (accettato in: Singularities, Asymptotics and Limiting Models) arXiv:2403.18487

Pubblicazioni (con peer-review)

[19] M. Gallone, A. Ponso, S. Ruffo, *Energy cascade and Burgers turbulence in the Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou chain*, Phys. Rev. E 110, 054212 (2024); doi: 10.1103/PhysRevE.00.004200

[18] M. Gallone, V. Mastropietro, *Universality in the 2D Ising Model and Harris-Luck Irrelevance*, Commun. Math. Phys. 405, 235 (2024); doi: 10.1007/s00220-024-05092-6

[17] F. Boni, M. Gallone, *Two dimensional NLS ground states with attractive Coulomb potential and point interaction*, In Journal of Differential Equations (Vol. 414, pp. 1-33). Elsevier BV. doi: doi.org/10.1016/j.jde.2024.08.076

[16] M. Gallone, B. Langella, *Prethermalization and conservation laws in quasi-periodically driven quantum systems*, J Stat Phys 191, 100 (2024). doi: 10.1007/s10955-024-03313-9

- [15] M. Gallone, A. Ponso, *Hamiltonian field theory close to the wave equation: from Fermi-Pasta-Ulam to water waves*, Qualitative Properties of Dispersive PDEs, INdAM-Springer series, vol. 52 (2022) doi: 10.1007/978-981-19-6434-3_10
- [14] M. Gallone, A. Michelangeli, E. Pozzoli, *Heat equation with inverse-square potential of bridging-type across two half-lines*, Qualitative Properties of Dispersive PDEs, INdAM-Springer series, vol. 52 (2022) doi: 10.1007/978-981-19-6434-3_10
- [13] M. Gallone, M. Marian, A. Ponso, S. Ruffo, *Burgers turbulence in the Fermi-Pasta-Ulam-Tsingou chain*, Phys. Rev. Lett. 129 114101 (2022) doi: 10.1103/PhysRevLett.129.114101
- [12] B. Cassano, M. Gallone, F. Pizzichillo, *Dirac-Coulomb operators with Infinite Mass Boundary Conditions in Sector*, J. Math. Phys. 63, 071503 (2022) doi: 10.1063/5.0089526
- [11] M. Gallone, A. Michelangeli, E. Pozzoli, *Quantum geometric confinement and dynamical transmission in Grushin cylinder*, Reviews in Mathematical Physics 3 Vol. 34 (2022) 2250018 doi: 10.1142/S0129055X22500180
- [10] M. Gallone, A. Ponso, B. Rink, *Fermi-Pasta-Ulam and Korteweg-de Vries: asymptotic integrability of quasi unidirectional waves*, J. Phys. A: Math. Theor. 54 305701 (2021) doi: 10.1088/1751-8121/ac0a2
- [9] M. Gallone, S. Pasquali, *Metastability phenomena in two-dimensional rectangular lattices with nearest-neighbour interaction*, Nonlinearity 34 4983 (2021) doi: 10.1088/1361-6544/ac0483
- [8] M. Gallone, A. Michelangeli, *Quantum particle across Grushin singularity*, J. Phys. A: Math. Theor. 54, 215201 (2021), doi: 10.1088/1751-8121/abeb81
- [7] M. Gallone, A. Michelangeli, A. Ottolini, *Kreĭn-Višik-Birman self-adjoint extension theory revisited*, Mathematical Challenges of Zero-Range Physics, INdAM-Springer series, vol. 42, 219-304 (2020), doi: 10.1007/978-3-030-60453-0_12
- [6] M. Gallone, A. Michelangeli, *Self-adjoint extensions with Friedrichs lower bound*, Complex Anal. Oper. Theory 14, 73 (2020), doi: 10.1007/s11785-020-01032-z
- [5] M. Gallone, A. Michelangeli, *Hydrogenoid spectra with central perturbations*, Reports on Mathematical Physics, Vol. 84, Issue 2 (2019), doi: 10.1016/S0034-4877(19)30084-9
- [4] M. Gallone, A. Michelangeli, E. Pozzoli, *On Geometric quantum confinement in Grushin-type manifolds*, Z. Angew. Math. Phys. (2019) 70:158, doi: 10.1007/s00033-019-1203-2
- [3] M. Gallone, A. Michelangeli, *Self-adjoint realisations of the Dirac-Coulomb Hamiltonian for heavy nuclei*, Anal. Math. Phys. (2019) 9: 585-616. doi: 10.1007/s13324-018-0219-7
- [2] M. Gallone, A. Michelangeli, *Discrete spectra for critical Dirac-Coulomb Hamiltonians*, Journal of Mathematical Physics, Vol. 59, Issue 6 (2018), doi: 10.1063/1.5011305
- [1] M. Gallone, *Self-adjoint extensions of Dirac-Coulomb operator*, in Advances in Quantum Mechanics, INdAM-Springer series, vol. 18 (2017), doi: 10.1007/978-3-319-58904-6_10

Monografia (con peer-review):

M. Gallone, A. Michelangeli, *Self-adjoint Extension Schemes and Modern Applications to Quantum Hamiltonians*, Springer Monographs in Mathematics (2023), doi: 10.1007/978-3-031-10885-3

Proceeding (senza peer-review):

M. Gallone, *The Laplace-Beltrami operator on the Grushin Cylinder*, Oberwolfach Reports Volume 19 (2022), doi: 10.14760/OWR-2022-44

Tesi di dottorato (con peer-review):

M. Gallone, *Self-adjointness of Quantum Hamiltonians with Symmetry*, (SISSA Digital Library), 2019

TERZA MISSIONE

ATTIVITA' DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

5/4/2024 - FameLab Trieste. Partecipazione come concorrente. Due monologhi da tre minuti ciascuno per un pubblico generico e studenti delle scuole superiori. Titoli dei monologhi:

- Come si contano gli atomi?
- La lunga favola del modello di Ising (visibile su youtube).

2/9/2023 - Street Science Sharper, Trieste Maker Faire (Trieste, Piazza Unità d'Italia)

Monologo di 8 minuti per un pubblico generalista. Titolo del monologo: "Disordine e universalità in meccanica statistica"

15/5/2023 - Evento divulgativo parte dell'INDAM Puglia Summer Trimester 2023. Lezione per un pubblico generalista e studenti delle scuole superiori scritta ed eseguita in collaborazione con Sandra Lucente (Università di Bari). Titolo della lezione: "Singolarità: una settima lezione? Quando i matematici leggono Calvino".

9/10/2020 - CICAP Fest Young. Documentario di 25 minuti presentato (in collaborazione con Giorgia Ivan e Francesca Zampieri). Titolo del documentario: "Il silenzio dell'estinzione".

3-4/9/2019 - A Basic sScience, Piazza Verdi (Trieste). Ho partecipato alla manifestazione diretta da Diana Hobel che prevedeva monologhi di 15 minuti su temi scientifici. Ho scritto e interpretato un monologo dal titolo: "La relatività non è relativa".

24/5/2019 - Science Picnic, ICTP (Trieste). Evento lezione interattiva per studenti delle scuole superiori dal titolo "Matematizzare la realtà".

27/6/2018 - Fest@t 2018 (Polo Giovani Toti, Trieste). Spettacolo teatrale dal titolo "Pillole di Scienza" su varie tematiche scientifiche: dalle leggi di Keplero alla genetica, dall'economia dei dati al comportamento animale. Scritto e recitato assieme a Federica Baldassarri, Emanuele Caputo, Riccardo De Filippis, Costantino Pacilio e Gessica Racca. Diretto da Diana Hobel.

DESCRIZIONE DEI RISULTATI SCIENTIFICI

MATEMATICA DELLA MECCANICA STATISTICA E DELLA MATERIA CONDENSATA.

L'universalità può essere considerata una delle idee più importanti nella fisica teorica della seconda metà del XX secolo, coinvolgendo sia i fenomeni critici nella fisica statistica sia la teoria quantistica dei campi. L'analisi rigorosa dei fenomeni critici è uno dei temi caldi sia per la matematica contemporanea e sia per la fisica matematica, come dimostrato dal recente conferimento della medaglia Fields a Duminil-Copin e dei premi Henri Poincaré ad Aizenmann e Gallavotti nel 2018, e a Baxter nel 2021.

MECCANICA STATISTICA. Un modello rilevante in cui l'universalità può essere studiata è il modello di Ising bidimensionale. Esso descrive un sistema di spin con interazione tra primi vicini, per il quale tutti i valori degli esponenti critici sono stati calcolati utilizzando la soluzione esatta di Onsager. Negli ultimi vent'anni, diversi autori hanno dimostrato che i valori degli esponenti critici non cambiano aggiungendo potenziali a corto raggio. La ragione profonda di questa proprietà risiede nel fatto che tutte queste interazioni risultano essere effettivamente irrilevanti nel senso del gruppo di rinormalizzazione, grazie a certe cancellazioni che, in ultima analisi, sono legate al principio di esclusione di Pauli.

L'introduzione di un modello di disordine (sia esso casuale o quasi-periodico) rende il problema difficile da trattare, poiché la perturbazione è dimensionalmente rilevante e, in linea di principio, può influenzare pesantemente i valori degli esponenti critici. In particolare, si è osservato che la presenza di un disordine casuale modifica il comportamento critico del sistema. Il caso del disordine quasi-periodico è molto meno studiato a causa della difficoltà intrinseca legata ai piccoli divisori che appaiono nella sua analisi. In questo caso, anche la fenomenologia è diversa: un argomento euristico di Harris e Luck prevede che un debole disordine quasi-periodico non dovrebbe influenzare i valori degli indici critici. **In collaborazione con Vieri Mastropietro, in [18], ho fornito la prima analisi rigorosa del comportamento critico di un sistema soggetto a un debole disordine quasi-periodico.**

In particolare, dimostriamo che i valori degli indici critici rimangono gli stessi di quelli del modello di Ising integrabile. La dimostrazione combina l'approccio del gruppo di rinormalizzazione con metodi diretti per trattare i piccoli divisori nelle serie di Lindstedt, tipo KAM.

MATEMATICA DELLA MECCANICA QUANTISTICA.

MODELLI LINEARI. Il problema dell'autoaggiuntezza è considerato uno dei tre principali problemi matematici della meccanica quantistica nel libro di Reed e Simon, e sta vivendo un rinnovato interesse a causa di problemi fondamentali nei modelli utilizzati in chimica quantistica (si veda, ad esempio, il Bollettino dell'IAMP del gennaio 2012) o nei modelli con interazioni supportate su un insieme di misura zero (interazioni di tipo "delta").

L'operatore Dirac-Coulomb nei regimi critico e supercritico della costante di accoppiamento è un modello in cui la realizzazione autoaggiunta dell'Hamiltoniano non è unica. Nel regime non critico si conoscono molti risultati, tra cui una formula esplicita per gli autovalori: la formula di Sommerfeld. Nei regimi critico e supercritico, l'operatore può essere utilizzato come modello efficace per i sistemi di materia condensata. Tuttavia, il trattamento formale del modello genera una serie di incongruenze, la più nota delle quali è la cosiddetta "catastrofe $Z = 136$ "; ovvero, l'uso della formula di Sommerfeld per questi regimi di parametri porta a risultati errati o addirittura a autovalori immaginari. **Insieme ad Alessandro Michelangeli, in [3] ho fornito la prima classificazione di tutte le realizzazioni autoaggiunte dell'hamiltoniana di Dirac-Coulomb nel regime critico e in [2] abbiamo analizzato i loro spettri, prestando attenzione al ruolo della formula di Sommerfeld in questo regime.**

Si ritiene generalmente che i modelli quantistici si comportino come modelli classici quando l'energia del sistema è sufficientemente elevata. Ciò richiede, in particolare, una certa corrispondenza tra le aspettative degli osservabili quantistici e le loro controparti classiche. Recentemente, è stato scoperto che, su alcune strutture riemanniane generalizzate, chiamate cilindri di tipo Grushin, esiste una discrepanza tra la dinamica quantistica e quella classica. Un cilindro di tipo Grushin è una varietà suddivisa da un insieme singolare in due sottovarietà riemanniane connesse, la cui metrica dipende da un parametro reale. Per certi valori di questo parametro, corrispondenti a quelli per cui il Laplace-Beltrami è essenzialmente autoaggiunto, la dinamica quantistica è geometricamente confinata; in altre parole, una particella quantistica inizialmente posizionata in una delle due sottovarietà rimarrà in quella sottovarietà per tutti i tempi. Al contrario, la dinamica classica attraversa sempre l'insieme singolare.

In [11], insieme ad Alessandro Michelangeli ed Eugenio Pozzoli, ho prodotto **la prima classificazione di tutte le estensioni dell'operatore di Laplace-Beltrami nel regime in cui manca l'essenziale autoaggiuntezza, identificando quelle che consentono la trasmissione attraverso l'insieme singolare.** Con queste informazioni, è stato possibile effettuare l'analisi spettrale e di scattering di tali estensioni in [8] e condurre uno studio numerico dell'equazione del calore in [14].

MODELLI NONLINEARI. In meccanica quantistica, la dinamica dei sistemi a molti corpi può spesso essere descritta da un'equazione di Schrödinger non lineare, la cui parte lineare è un'hamiltoniana quantistica. La presenza di un'impurità nello spazio viene convenientemente modellata con un'interazione puntuale, che modifica drasticamente il contesto funzionale del modello, rendendo inapplicabili i risultati standard dell'analisi funzionale. Solo negli ultimi anni è stato possibile stabilire proprietà di tali modelli in due e tre dimensioni, come la buona positura e l'esistenza degli stati fondamentali. Nelle applicazioni, le impurità possono spesso rappresentare il punto di accumulazione di cariche elettriche o difetti di carica che generano un campo elettrico statico. La singolarità dell'interazione puntuale, il lungo raggio e la non-integrabilità del potenziale Coulombiano assieme alla non linearità del modello complicano ulteriormente l'analisi. In collaborazione con Filippo Boni, in [17] ho analizzato questo problema. **Dimostriamo l'esistenza di stati fondamentali positivi e sfericamente simmetrici per l'equazione di Schrödinger non lineare nel caso di due dimensioni spaziali, quando sono presenti sia un'interazione puntuale sia un potenziale di Coulomb attrattivo.**

PRETERMALIZZAZIONE DI MODELLI DI RETICOLO NEL LIMITE TERMODINAMICO.

MODELLI CLASSICI. Il paradossale risultato dell'esperimento numerico di Fermi, Pasta, Ulam e Tsingou (FPUT) ha aperto una via per indagini su questioni fondamentali riguardanti la termalizzazione dei sistemi fisici. Gli autori hanno scoperto il primo esempio di pretermalizzazione, cioè il fatto che certi sistemi fisici, quando inizializzati lontano dall'equilibrio, si rilassano rapidamente verso stati non termici di lunga durata prima di raggiungere lo stato termico su tempi-scala molto più lunghi. La fase pretermica del modello FPUT è stata compresa come una perturbazione del reticolo integrabile di Toda o della gerarchia di Korteweg-de Vries (KdV).

In [10], insieme ad Antonio Ponno e Bob Rink, ho esplorato la relazione tra KdV e FPUT mostrando che, a livello formale, l'integrabilità della gerarchia KdV spiega completamente lo scenario pretermico (cioè, fino al terzo ordine in un certo parametro perturbativo). Questo risultato è stato considerato da P. Deift, H. Spohn e collaboratori in [arXiv:2012.02244] come "una comprensione molto interessante del [paradosso FPUT]". Tecnicamente, questa procedura ha richiesto idee nuove per andare oltre la teoria perturbativa hamiltoniana standard, come discusso in [15].

In [13], insieme a Matteo Marian, Antonio Ponno e Stefano Ruffo, ho investigato il limite di zero dispersione della KdV in relazione al reticolo FPUT. Abbiamo scoperto che i modi a grande lunghezza d'onda della catena FPUT nello stato pretermico sono ben descritti dall'equazione di Burgers inviscida. **Abbiamo previsto teoricamente l'evoluzione nel tempo dello spettro di Fourier e trovato un regime di energie per il quale il modello sviluppa un nuovo comportamento turbolento inaspettato.** L'analisi è stata completata da simulazioni numeriche ottenute con algoritmi di Yoshida di alto ordine, che hanno permesso di estendere la validità del risultato anche al limite termodinamico. Una spiegazione semplice di questo risultato, che collega il mondo complesso della turbolenza nei fluidi e il processo di termalizzazione, è stata descritta in un articolo pubblicato su "Le Scienze". In [19], Antonio Ponno, Stefano Ruffo e io abbiamo trovato una legge di potenza universale che descrive la crescita iniziale delle energie di Fourier nella catena FPUT.

Una domanda naturale che sorge è se il fenomeno FPUT sia tipico dei reticoli unidimensionali o meno. Indagini numeriche precedenti (principalmente dovute a Benettin e collaboratori) suggeriscono l'assenza generica di pretermalizzazione nei reticoli bidimensionali. In [9], insieme a Stefano Pasquali, ho dimostrato che in un modello con una reticolo rettangolare esiste pretermalizzazione quando viene eccitato un modo a grande lunghezza d'onda con energia sufficientemente bassa. In questo caso, la dinamica nello stato pretermico è ben descritta da una coppia di equazioni di Kadomtsev-Petviashvili-II (integrabili). Questa è l'unica equazione alle derivate parziali integrabile conosciuta in due dimensioni spaziali, e dimostriamo che gioca un ruolo analogo a quello che gioca Korteweg-de Vries per FPUT.

MODELLI QUANTISTICI. I recenti miglioramenti nel controllo di atomi e ioni freddi hanno permesso la realizzazione sperimentale di sistemi nei quali si osserva un comportamento simile a FPUT (l'esempio più famoso è la "Quantum Netwon's cradle" apparso in un articolo su Nature nel 2006). Inoltre, utilizzando dispositivi che implementano forzanti esterne e dipendenti dal tempo, è stato possibile realizzare nuovi, esotici stati di materia fuori dall'equilibrio noti come "fasi di Floquet della materia". Più recentemente, nella letteratura fisica, si è prestata una certa attenzione alla realizzazione di diversi stati di materia come conseguenza di forzanti temporali quasi-periodiche. Insieme a Beatrice Langella, in [16], ho analizzato l'effetto di forzanti esterne quasi-periodiche su modelli quantistici a molti corpi su un reticolo, nel limite termodinamico.

Abbiamo dimostrato la validità di stime temporali di tipo Nekhoroshev per la sopravvivenza di certi stati fuori dall'equilibrio. Inoltre, mostriamo per la prima volta la conservazione di alcune quantità estensive che forniscono molte informazioni sul comportamento dinamico collettivo del sistema nella sua fase pretermica. Questo risultato può essere applicato a perturbazioni di modelli come Fermi-Hubbard generalizzati o Ising quantistico. Per quest'ultimo, una delle conseguenze dinamiche può essere la localizzazione su un certo sottoreticolo.

Data

18 dicembre 2024

Luogo

Trieste