



ALLA MAGNIFICA RETTRICE  
DELL'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO

COD. ID: A046

Il sottoscritto chiede di essere ammesso a partecipare alla selezione pubblica, per titoli ed esami, per il conferimento di un assegno di ricerca presso il Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli"

Responsabile scientifico: Prof. Milani Paolo

Christian Apostoli

## CURRICULUM VITAE

### INFORMAZIONI PERSONALI

Cognome	Apostoli
Nome	Christian

### OCCUPAZIONE ATTUALE

Incarico	Struttura
Assegnista tipo B	Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli"

### ISTRUZIONE E FORMAZIONE

Titolo	Corso di studi	Università	anno conseguimento titolo
Dottorato Di Ricerca	Fisica	Università degli Studi di Milano	2024
Laurea Magistrale	Fisica LM-17	Università degli Studi di Milano	2020



## LINGUE STRANIERE CONOSCIUTE

lingue	livello di conoscenza
Inglese	B2

## PREMI, RICONOSCIMENTI E BORSE DI STUDIO

anno	Descrizione premio
2022	Best Poster Presentation Lenovo Award, during the 21st International Conference on Recent Progress in Many-Body Theories (RPMBT-XXI)
2016	Borsa di studio di ateneo dell'Università degli Studi di Milano - Borsa di merito
2015	Borsa di studio di ateneo dell'Università degli Studi di Milano - Borsa di merito
2013	Premio per studenti meritevoli dell'I.I.S. "G. Antonietti"
2013	Borsa di studio comunale erogata dal Comune di Provaglio d'Iseo
2012	Borsa di studio comunale erogata dal Comune di Provaglio d'Iseo
2011	Borsa di studio comunale erogata dal Comune di Provaglio d'Iseo

## ATTIVITÀ DI FORMAZIONE O DI RICERCA

### Attività di formazione

Scuole indirizzate a studenti di dottorato:

**16/11/2022 - 18/11/2022** *CAPS School on Ultracold Atoms*

Scuola dedicata alla fisica degli atomi ultrafreddi, tenutasi presso la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (Telecos-ETSETB). Il programma tocca i seguenti argomenti:

- Gas di bosoni e gas di fermioni
- Atomi di Rydberg
- Reticoli ottici
- Gas unidimensionali
- Ottica quantistica
- Dinamica di sistemi quantistici integrabili

**20/09/2021 - 24/09/2021** *Autumn School on Correlated Electrons: Simulating Correlations with Computers*

Scuola organizzata dal Forschungszentrum Jülich (Jülich, Germania), per provvedere agli studenti una visione d'insieme sullo stato dell'arte nel campo delle simulazioni quantum many-body.



Lista dei partecipanti: <https://www.cond-mat.de/events/correl21/>.

**13/01/2021 - 03/02/2021** *The Hitchhiker's Guide to Condensed Matter and Statistical Physics: Machine Learning for Condensed Matter*

Scuola organizzata dall'Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (Trieste, Italia), sul tema del Machine Learning e delle sue intersezioni con la fisica della materia condensata e la fisica statistica.

**30/11/2020 - 18/12/2020** *Winter School on Strongly Correlated Quantum Matter*

Scuola organizzata dal Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems (Dresda, Germania).

Gli argomenti trattati includono:

- approcci computazionali alla materia quantistica correlata, in particolare metodi basati sui matrix product states, metodi Monte Carlo e metodi basati sui neural-network quantum states;
- dinamica di sistemi quantistici many-body;
- sistemi magnetici frustrati e topologia;
- informazione quantistica;
- dispositivi quantistici programmabili;
- teorie di gauge su reticolo.

## Attività di ricerca

Ho fatto attività di ricerca nell'ambito del mio dottorato di ricerca in Fisica presso la PhD School in Physics, Astrophysics and Applied Physics dell'Università degli Studi di Milano. Il 29 luglio 2024 ho discusso la mia tesi dal titolo "Ab-initio dynamics in strongly interacting many-body quantum systems".

Il mio dottorato si è incentrato sull'utilizzo e l'estensione dell'algoritmo time-dependent Variational Monte Carlo (tVMC) per la simulazione della dinamica di sistemi quantistici a molti corpi. In particolare:

- ho collaborato allo sviluppo in C++ di un'estensione dell'algoritmo tVMC a funzioni d'onda di tipo unrestricted Boltzmann machine, una particolare tipologia di architettura neural-network;
- ho collaborato all'estensione dell'algoritmo tVMC al caso di sistemi quantistici aperti a molte particelle;
- ho collaborato allo sviluppo in C++ della libreria opentVMC++ per l'applicazione dell'algoritmo tVMC al caso di sistemi quantistici aperti, e ho collaborato all'analisi delle prestazioni del codice sviluppato;
- sto collaborando allo studio di applicazioni della libreria opentVMC++ a casi di interesse nel campo della progettazione e della valutazione di strategie di controllo in protocolli quantistici tecnologicamente rilevanti;
- sto collaborando allo sviluppo di metodi adattivi per modificare on-the-fly l'Ansatz variazionale usato dall'algoritmo tVMC durante la simulazione, allo scopo di aumentare l'accuratezza e la stabilità del calcolo.



## CONGRESSI, CONVEGNI E SEMINARI

Data	Titolo	Sede
02/2022	Second Adriatic Conference on Strongly Correlated Systems (and beyond)  La lista dei partecipanti può essere trovata qui: <a href="https://indico.ictp.it/event/9772/material/5/0.pdf">https://indico.ictp.it/event/9772/material/5/0.pdf</a>	Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste
09/2022	International Conference on Recent Progress in Many-Body Theories XXI (RPMBT21)	UNC Chapel Hill, North Carolina, USA
05/2023	New trends in atomic quantum gases and memorial Lev Pitaevskii	Accademia Nazionale dei Lincei, Roma
07/2023	Workshop on Quantum Monte Carlo Methods at Work for Describing Novel States of Matter	Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), Trieste
09/2023	CMD30 FisMat 2023 - Joint Conference of the Italian and European Community of Condensed Matter Physics  (La lista dei contributi, compreso il mio, può essere trovata qui: <a href="https://eventi.cnism.it/cmd30-fismat/submission/calendar">https://eventi.cnism.it/cmd30-fismat/submission/calendar</a> )	Politecnico di Milano e Università degli Studi di Milano, Milano

## PUBBLICAZIONI

Articoli su riviste
C. Apostoli, G. Giusti, J. Ciccoianni, G. Riva, R. Capozza, R. L. Woulaché, A. Vanossi, E. Panizon, N. Manini. "Velocity dependence of sliding friction on a crystalline surface". Beilstein J. Nanotechnol. 8, 2186-2199 (2017). doi:10.3762/bjnano.8.218
M. Teruzzi, C. Apostoli, D. Pini, D. E. Galli, G. Bertaina. "Evolution of static and dynamical density correlations of one-dimensional soft-core bosons from the Tonks-Girardeau limit to a clustering fluid". Phys. Rev. A 104, 053301 (2021). doi:10.1103/PhysRevA.104.053301
D. Piccioni, C. Apostoli, F. Becca, G. Mazzola, A. Parola, S. Sorella, G. E. Santoro. "Jastrow wave function for the spin-1 Heisenberg chain: The string order revealed by the mapping to the classical Coulomb gas". Phys. Rev. B 108, 104417 (2023). doi:10.1103/PhysRevB.108.104417
C. Apostoli, P. Kelly, A. Lopez, K. Dauer, G. Bertaina, D. E. Galli, E. Vitali. "Spectrum of density, spin, and pairing fluctuations of an attractive two-dimensional Fermi gas". Phys. Rev. A 110, 033306 (2024). doi:10.1103/PhysRevA.110.033306



## ALTRE INFORMAZIONI

### **Pubblicazioni in preparazione**

Avendo da poco concluso il mio dottorato, elenco di seguito le pubblicazioni in corso di preparazione, basate sull'attività che ho svolto durante e immediatamente dopo il dottorato stesso. Saranno inviate a riviste internazionali per essere sottoposte a peer review. I titoli sono provvisori.

- C. Apostoli, D. Piccioni, M. Tesoro, D. E. Galli. "The time-dependent variational Monte Carlo method with unrestricted Boltzmann machines".
- C. Apostoli, J. D'Alberto, M. Genoni, G. Bertaina, D. E. Galli. "Extending the time-dependent variational Monte Carlo method to the dynamics of open quantum systems: unraveling of the Lindblad master equation".
- R. Saloni, R. Martinazzo, D.E. Galli, C. Apostoli. "Adaptive variational manifolds for quantum dynamics within the time-dependent variational Monte Carlo method".

**Contributed talk:** "The time-dependent Variational Monte Carlo method with Baeriswyl-Shadow Neural Network Quantum States", alla conferenza internazionale CMD30 FisMat 2023 (settembre 2023, Milano). La lista dei contributi alla conferenza, compreso il mio, può essere trovata qui: <https://eventi.cnism.it/cmd30-fismat/submission/calendar>.

### **Poster presentati:**

- "The time-dependent Variational Monte Carlo method with Baeriswyl-Shadow neural-network quantum states", al Workshop on Quantum Monte Carlo Methods at Work for Describing Novel States of Matter, presso l'Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP), a Trieste nel luglio 2023.
- "Dynamical structure factor of an attractive 2D Hubbard model of dilute fermions via analytic continuation" alla CAPS School on Ultracold Atoms, presso la Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (Telecos-ETSETB) nel novembre 2022.
- "tVMC with Baeriswyl-Shadow Neural-Network Quantum States" alla International Conference on Recent Progress in Many-Body Theories XXI, presso la UNC Chapel Hill in North Carolina, USA, nel settembre 2022.
- "Study of 1D soft bosons via the MCTDH approach" alla Winter School on Strongly Correlated Quantum Matter, presso il Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems nel dicembre 2020.

### **Attività di supporto didattico:**

Sett. 2024 - Dicembre 2024 Tutor per il corso "Laboratorio di Trattamento Numerico dei Dati Sperimentali"

Attività svolta presso l'Università degli Studi di Milano. Assistenza agli studenti durante le sessioni pratiche di laboratorio in supporto



al docente. Gli argomenti trattati includono un'introduzione all'uso scientifico della programmazione in linguaggio C++.

Marzo 2023 - Giugno 2023

Tutor per il corso "Laboratorio di Simulazione Numerica"

Attività svolta presso l'Università degli Studi di Milano. Assistenza agli studenti durante le sessioni pratiche di laboratorio in supporto al docente. Gli argomenti trattati includono un'introduzione ai metodi Quantum Monte Carlo per la simulazione di sistemi fisici e un'introduzione alle reti neurali.

Marzo 2022 - Giugno 2022

Tutor per il corso "Laboratorio di Simulazione Numerica"

Attività svolta presso l'Università degli Studi di Milano. Assistenza agli studenti durante le sessioni pratiche di laboratorio in supporto al docente. Gli argomenti trattati includono un'introduzione ai metodi Quantum Monte Carlo per la simulazione di sistemi fisici e un'introduzione alle reti neurali.

Sett. 2021 - Gennaio 2022

Tutor per il corso "Laboratorio di Trattamento Numerico dei Dati Sperimentali"

Attività svolta presso l'Università degli Studi di Milano. Assistenza agli studenti durante le sessioni pratiche di laboratorio in supporto al docente. Gli argomenti trattati includono un'introduzione all'uso scientifico della programmazione in linguaggio C++.

Marzo 2021 - Giugno 2021

Tutor per il corso "Laboratorio di Simulazione Numerica"

Attività svolta presso l'Università degli Studi di Milano. Assistenza agli studenti durante le sessioni pratiche di laboratorio in supporto al docente. Gli argomenti trattati includono un'introduzione ai metodi Quantum Monte Carlo per la simulazione di sistemi fisici e un'introduzione alle reti neurali.

Le dichiarazioni rese nel presente curriculum sono da ritenersi rilasciate ai sensi degli artt. 46 e 47 del DPR n. 445/2000.

Il presente curriculum, non contiene dati sensibili e dati giudiziari di cui all'art. 4, comma 1, lettere d) ed e) del D.Lgs. 30.6.2003 n. 196.

**RICORDIAMO** che i **curricula SARANNO RESI PUBBLICI** sul sito di Ateneo e pertanto si prega di non inserire dati sensibili e personali. Il presente modello è già precostruito per soddisfare la necessità di pubblicazione senza dati sensibili.



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Si prega pertanto di **NON FIRMARE** il presente modello.

Luogo e data: Milano, 23/01/2025