

**Scheda di dottorato 39° ciclo**  
**Bando di concorso per l'ammissione ai corsi di dottorato del 39° ciclo - A.A. 2023/2024**  
**con borse finanziate su fondi Next Generation EU - PNRR**  
**ex D.M. 117/2023 e 118/2023 e da altri finanziamenti**



NOME DEL CORSO	<b>FISICA</b>
SOGGETTI CONVENZIONATI <i>ai sensi dell'art. 3, comma 2, lett. b) del D.M. n. 226/2021</i>	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN
DURATA	3 anni
DATA INIZIO ATTIVITÀ	01/11/2023
LINGUA / E	Italiano, Inglese
COORDINATORE	Prof. Michele Cicoli ( <a href="mailto:michele.cicoli@unibo.it">michele.cicoli@unibo.it</a> )
POSIZIONI A BANDO	24
MODALITÀ DI AMMISSIONE	Valutazione titoli Prova orale

**Posti e borse di studio disponibili**

Posto n.	Sostegno finanziario	Descrizione	Tema vincolato
1	<b>Borsa di studio</b>	finanziata dal Dipartimento di Fisica e Astronomia a valere su fondi del progetto Genomed4all - GA n. 101017549 - CUP J55F21001360006 (Ref. Prof. Remondini)	Development of high-energy photon detectors and multidisciplinary applications in astrophysics and medical physics
2	<b>Borsa di studio</b>	finanziata in parte sul bilancio centrale e cofinanziata dal Dipartimento di Fisica e Astronomia a valere su fondi del progetto GA n. 101017549 - CUP J55F21001360006 (Ref. Prof. Remondini)	From macro to micro 3D high-content screening platform for anti-cancer drug testing using multicellular spheroids
3	<b>Borsa di studio</b>	finanziata dal Dipartimento di Fisica e Astronomia a valere su fondi del Progetto IMAPP (Ref.: Carbone)	Study and characterization of prototype SiPM-based detectors for Ring Imaging Cherenkov at the Electron-Ion Collider and future applications
4	<b>Borsa di studio</b>	finanziata in parte sul bilancio centrale e cofinanziata dal Dipartimento di Fisica e Astronomia	Experimental Physics of Fundamental Interactions
5	<b>Borsa di studio</b>	finanziata integralmente sul bilancio centrale	Experimental Physics of Fundamental Interactions
6	<b>Borsa di studio</b>	finanziata integralmente sul bilancio centrale	Theoretical Physics of Fundamental Interactions
7	<b>Borsa di studio</b>	finanziata in parte sul bilancio centrale e cofinanziata dal Dipartimento di Fisica e Astronomia a valere su fondi del progetto ERC High-precision multi-leg Higgs and top physics with finite fields GA 101040760 (Ref. Dott. Peraro)	Collider physics: theory and phenomenology
8	<b>Borsa di studio</b>	finanziata in parte sul bilancio centrale e cofinanziata dal Dipartimento di Fisica e	Cold atoms in photonic crystal fibres

		Astronomia a valere su fondi del Progetto CRYST <sup>3</sup> : ATOM-LIGHT CRYSTALS IN PHOTONIC CRYSTALS - GA 964531(Ref.: Minardi)	
9	<b>Borsa di studio</b>	finanziata in parte sul bilancio centrale e cofinanziata dal Dipartimento di Fisica e Astronomia a valere su fondi del Progetto Cariplo (da rendicontare Rif. 2022-1834) CUP J33C22004290002 e su Fondi c/o CIRI MAM FORTRESS (Ref.: Cavalcoli)	Study of defective states in 3-dimensional and 2-dimensional perovskites
10	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 118/2023 - Ricerca PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 1, Investimento 4.1 (DM 118/2023) - Ricerca PNRR	Techniques of computational biophysics for biomedical applications
11	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 118/2023 - Ricerca PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 1, Investimento 4.1 (DM 118/2023) - Ricerca PNRR	Characterisation studies of sustainable and innovative scintillator materials for future LHCb detectors at the Large Hadron Collider and multidisciplinary applications
12	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 118/2023 - Ricerca PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 1, Investimento 4.1 (DM 118/2023) - Ricerca PNRR	Advanced data acquisition methods for the undersea neutrino telescope KM3NeT within a multi-messenger astrophysical framework
13	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 118/2023 - Ricerca PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 1, Investimento 4.1 (DM 118/2023) - Ricerca PNRR	Quantum simulation of topological superconductors with ultracold gases
14	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 118/2023 - Ricerca PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 1, Investimento 4.1 (DM 118/2023) - Ricerca PNRR	Data-driven modelling of excitons and polarons in energy materials
15	<b>Borsa di studio PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – M4C2 Investimento 1.4 dal titolo: “Sustainable Mobility Center (Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile)”, codice proposta CN00000023 - CUP J33C22001120001” - Prof. Maria Clelia Righi	Multiscale tribology simulation of materials for a sustainable mobility
16	<b>Borsa di studio PNRR</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) – M4C2 Investimento 1.4 dal titolo: “Sustainable Mobility Center (Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile)”, codice proposta CN00000023 - CUP J33C22001120001” - prof. Bazzani	Modelling and control strategy to optimize the impact of electric mobility on infrastructures and power grid
17	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 117/2023</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 2, Investimento 3.3 (DM 117/2023) e da CINECA	Using an hybrid HPCQS system to solve quantum many-body problems

18	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 117/2023</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 2, Investimento 3.3 (DM 117/2023) e da CINECA	Quantum hardware hacking: from HPC emulators to exploring improvements to an existing quantum simulator
19	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 117/2023</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 2, Investimento 3.3 (DM 117/2023) e da Huawei Technologies Austria GmbH	First principle simulations of magnetic materials
20	<b>Borsa di studio PNRR ex D.M. 117/2023</b>	finanziata dall'Unione Europea - NextGenerationEU a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4, Componente 2, Investimento 3.3 (DM 117/2023) e da SACMI IMOLA	Microstructure analysis of cellulose processed for sustainable packaging
21	<b>Borsa di studio</b>	finanziata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN	Nuclear, subnuclear and astroparticle physics and physics of the fundamental interactions, investigated experimentally, and technological research and development
22	<b>Borsa di studio</b>	finanziata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN	Nuclear, subnuclear and astroparticle physics and physics of the fundamental interactions, investigated experimentally, and technological research and development
23	<b>Borsa di studio</b>	finanziata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - INFN	Nuclear, subnuclear and astroparticle physics and physics of the fundamental interactions, investigated experimentally, and technological research and development
24	<b>Borsa di studio</b>	finanziata dall'Istituto per la Microelettronica e Microsistemi CNR - IMM	Synthesis and characterization of 2D perovskites for innovative thermoelectric applications

Gli assegnatari di posizioni di dottorato sono soggetti agli adempimenti previsti dal Collegio dei Docenti nell'ambito della definizione dei progetti di formazione e ricerca, ferma restando la normativa di legge e quanto previsto dal bando di concorso. Gli assegnatari di posizioni finanziate da fondi NextGenerationEU sono, inoltre, soggetti agli adempimenti previsti dal corrispondente finanziamento e a oneri di rendicontazione per i beneficiari, come da specifiche di legge e da bando di concorso.

## Prove di ammissione

	MODALITÀ	PUBBLICAZIONE RISULTATI
<b>Valutazione titoli</b>	Non è richiesta la presenza dei candidati	A partire dal <b>06/07/2023**</b>
<b>Prova orale</b>	<b>Data:</b> A partire dal <b>13/07/2023 – ore 9.00 CEST*</b> <b>Luogo:</b> In presenza, Sala riunioni - I piano, Dipartimento di Fisica e Astronomia, via Irnerio 46, Bologna. A distanza, utilizzando la piattaforma Microsoft Teams	A partire dal <b>13/07/2023**</b>

\* Qualora il numero dei candidati ammessi non consenta lo svolgimento della prova orale in un unico giorno, il calendario della prova sarà pubblicato sul sito [Studenti Online](#) insieme ai risultati della valutazione dei titoli. **In sede di prova orale i candidati potranno manifestare alla Commissione esaminatrice il proprio interesse all'assegnazione di uno o più posti a tema vincolato.**

\*\* I risultati delle prove di ammissione saranno consultabili sul sito [Studenti Online](#) (selezionando: “sintesi delle richieste in corso” > “vedi dettaglio” e visualizzando i file pdf collocati in basso nella pagina). La pubblicazione sul sito ha valore di notifica. Nessuna comunicazione sarà inviata ai candidati via e-mail.

## Documenti da allegare alla domanda

Saranno ritenuti validi e valutati dalla Commissione esclusivamente i documenti **redatti in italiano o inglese**. Per documenti d'identità e titoli di studio rilasciati in una lingua diversa deve essere allegata la traduzione ufficiale in italiano o inglese effettuata da ente autorizzato o dall'Università che ha rilasciato il titolo.

Saranno valutati esclusivamente i titoli relativi agli ultimi 5 anni solari precedenti all'anno solare di pubblicazione del bando e ritenuti congruenti con le tematiche di ricerca del corso di dottorato. Fa eccezione il diploma di laurea, che sarà valutato anche se antecedente a 5 anni.

DOCUMENTAZIONE OBBLIGATORIA PER LA PRESENTAZIONE DELLA DOMANDA DI AMMISSIONE	
<b>Documento d'identità</b>	Scansione di un documento d'identità valido (carta d'identità, passaporto)
<b>Curriculum Vitae</b>	<p>Il Curriculum Vitae può essere redatto usando per maggiore comodità il <a href="#">modello di Curriculum Vitae</a>, in Allegato 1 alla presente scheda e scaricabile in formato .docx dal <a href="#">Portale di Ateneo</a> (selezionare il corso di dottorato → “Maggiori Informazioni”, sezione “Avvisi”).</p> <p>Saranno valutate nel Curriculum Vitae le seguenti esperienze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Master di I e II livello, Corsi di perfezionamento e/o di specializzazione e/o di Alta Formazione in materie attinenti agli indirizzi di ricerca oggetto del Corso di dottorato</li> <li>- Didattica di livello universitario</li> <li>- Ricerca scientifica, di qualsiasi tipologia (di base, orientata, finalizzata, traslazionale, applicata, ecc.) e svolta a qualsiasi titolo, inclusa la titolarità di assegni di ricerca e la partecipazione a progetti di ricerca</li> <li>- Attività lavorativa</li> <li>- Tirocinio professionalizzante, formativo e di orientamento</li> <li>- Certificati di conoscenza delle lingue straniere</li> <li>- Soggiorni all'estero per lo svolgimento di attività di studio (Erasmus o simili)</li> <li>- Altri titoli attestanti la formazione e le capacità del candidato (borse di studio, premi, ecc.)</li> </ul>
<b>Titoli</b>	Attestazioni relative al conseguimento dei titoli di primo e secondo livello, agli esami sostenuti e ai voti conseguiti (vedi Art. 3 del Bando)
<b>ALTRI DOCUMENTI VALUTABILI</b>	
<b>Descrizione della tesi di laurea</b>	<p>Descrizione della <b>tesi di laurea magistrale, o equivalente</b>, redatta utilizzando il <a href="#">template Descrizione della tesi di laurea</a>, in Allegato 2 alla presente scheda e scaricabile in formato .docx dal <a href="#">Portale di Ateneo</a> (selezionare il corso di dottorato → “Maggiori Informazioni”, sezione “Avvisi”). L'abstract deve avere una lunghezza massima di 2 pagine A4 (font size 11, single line spacing) ed essere articolato come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrizione dello stato dell'arte e del background scientifico della tesi</li> <li>- Abstract della tesi con risultati ottenuti o attesi</li> <li>- Possibili sviluppi futuri dell'attività di ricerca della tesi</li> </ul> <p>I candidati che non abbiano ancora conseguito il titolo potranno presentare la descrizione della <b>bozza di tesi</b>, con le stesse modalità. I candidati che abbiano conseguito il titolo di secondo livello presso un'Università straniera che <b>non preveda una tesi di ricerca</b> al termine del percorso, potranno presentare un progetto di ricerca svolto o in corso di svolgimento, da presentare con le stesse modalità.</p>
<b>Lettera di motivazione</b>	<p>Lettera di motivazione (massimo 2 pagine A4, font size 11, single line spacing) redatta utilizzando il <a href="#">template Lettera di motivazione</a>, in Allegato 3 alla presente scheda e scaricabile in formato .docx dal <a href="#">Portale di Ateneo</a> (selezionare il corso di dottorato → “Maggiori Informazioni”, sezione “Avvisi”). Il template è così articolato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivazioni che spingono il candidato a voler frequentare il corso di dottorato</li> <li>- Interessi e linee di ricerca su cui il candidato intende focalizzarsi</li> <li>- Esperienze che rendono il candidato adatto al corso di dottorato</li> <li>- Borsa/e a tema vincolato a cui il candidato è interessato (in sede di prova orale al candidato verrà richiesta conferma ufficiale dell'interesse verso una o più posizioni a tema vincolato)</li> </ul>

<b>Lettera/e di presentazione</b>	<b>Fino a 3 lettere di presentazione</b> attestanti l'attitudine e l'interesse del candidato per la ricerca scientifica <b>da parte di docenti universitari e/o professionisti della ricerca</b> italiani e internazionali esterni alla Commissione esaminatrice. Per le modalità di caricamento delle lettere, si rimanda al Bando (Art. 3.2).
<b>Pubblicazioni</b>	Elenco delle pubblicazioni scientifiche (monografie, articoli su riviste scientifiche, contributi specifici in volumi), delle pubblicazioni minori (atti di convegni a diffusione nazionale e internazionale, contributi specifici in volumi, ecc.) e degli abstract e poster a Congressi, Convegni ecc. nazionali e internazionali.

## Criteria di valutazione delle prove \*

Il giudizio è espresso attraverso l'attribuzione di un punteggio complessivo in centesimi, ripartito come segue.

### 1. Valutazione titoli – punteggio minimo per l'ammissione alla prova orale: 30 punti, massimo 50 punti

voto di laurea magistrale o equivalente e, per coloro che, alla data di scadenza del presente bando, sono laureandi, media ponderata dei voti degli esami	10 punti max
pubblicazioni	3 punti max
Curriculum Vitae	7 punti max
descrizione della tesi di laurea	15 punti max
lettera di motivazione	15 punti max

### 2. Prova orale – punteggio minimo per l'idoneità: 30 punti, massimo 50 punti

conoscenza della lingua inglese	3 punti max
buona argomentazione relativa alla tesi di laurea (o progetto equivalente)	25 punti max
preparazione sulle tematiche del corso e su quelle correlate alle posizioni a bando	22 punti max

La prova orale prevede la discussione della tesi di laurea (o progetto equivalente) ed è finalizzata a verificare l'attitudine del candidato alla ricerca scientifica e la sua preparazione sulle tematiche del corso e su quelle correlate alle posizioni a bando. **La prova orale è sostenuta in lingua inglese.**

\* Eventuali sub-criteri di valutazione saranno consultabili sul [Portale di Ateneo](#), selezionando il corso di dottorato → "Maggiori informazioni".

## Linee di ricerca

*Development of high-energy photon detectors and multidisciplinary applications in astrophysics and medical physics*

The project is divided into an experimental part for the development and testing of two innovative detectors: a) XGS for space applications (ESA's Theseus mission) and b) a gamma camera intended for the study of new radiopharmaceuticals (INFN's ADMIRAL experiment). From the latter detector biological data will be obtained which will be studied in the context of the feasibility of imaging with Ag-111.

For more info contact: Prof. Giuseppe Baldazzi ( giuseppe.baldazzi@unibo.it )

*From macro to micro 3D high-content screening platform for anti-cancer drug testing using multicellular spheroids*

The goal of this project is to develop and validate an automated from macro to micro platform to perform 3D High-Content Screening of drugs using cancer multicellular spheroids. This includes a macro-analysis of the whole spheroids by extracting morphological features and quantifying the metabolites in the TCA cycle using LDI-mass spectrometry, and a micro-analysis of the single-cells for performing molecular and genetic profiling on specific classes.

For more info contact: Prof. Daniel Remondini ( daniel.remondini@unibo.it )

*Study and characterization of prototype SiPM-based detectors for Ring Imaging Cherenkov (RICH) at the Electron-Ion Collider (EIC) and future applications*

Silicon photomultipliers (SiPM) are selected as the baseline photodetector technology for the dual-radiator Ring-Imaging Cherenkov (dRICH) detector of the ePIC experiment at the future Electron-Ion Collider (EIC). SiPM-based photodetector prototypes for the ePIC-dRICH detector will be developed, constructed and fully equipped with a complete chain of readout electronics. They will be thoroughly tested in the laboratory and in beam tests at the CERN-SPS, CERN-PS and other accelerator facilities. The PhD candidate for this research project will actively take part in the development, construction and test of the detector prototypes. It will critically contribute in the definition of the characterisation and test procedures as well as in the analysis of the collected data to establish the performance of the detector prototypes. The EIC-Bologna group has a leading role in the development of the dRICH SiPM photodetector. The group also plays a major role in the ALICE experiment at the Large Hadron Collider and follows several innovative

lines of research for future applications testing state-of-the-art silicon detector technology. The PhD candidate will therefore have an excellent perspective to learn and grow in a vibrant research environment.

For more info contact: Dr. Roberto Preghenella (preghenella@bo.infn.it)

#### *Experimental Physics of Fundamental Interactions*

Each of these two scholarships provides the possibility to develop a PhD project along one of the lines of the “Nuclear and Subnuclear physics” research area. They include High Energy Particle Physics with and without accelerators, Nuclear Physics, Neutrino Physics and Astroparticle physics, search for Dark Matter and rare events. These research activities are carried out in the most advanced Laboratories around the world using cutting-edge technologies, and the candidate will acquire a deep knowledge in advanced hardware and software tools used in this field.

For more info contact: Prof. Maurizio Spurio (maurizio.spurio@unibo.it)

#### *Theoretical Physics of Fundamental Interactions*

This PhD scholarship will support highly motivated PhD students who intend to complete a PhD in one of the research lines of the Bologna theory group. In particular, this year we offer PhD research programmes preferentially, but not necessarily, in one of the following lines:

- *Symmetries in Quantum Field Theories and String Theory*  
Recent generalizations of symmetry principles have revealed exciting insights into the structure of quantum field theories (QFTs). This project focus on the origin of generalized symmetries in string compactifications, and explores implications for strongly-coupled QFTs and effective theories of quantum gravity, as well as potential phenomenological applications of these symmetries.  
For more info contact: Dr. Ling Lin (ling.lin@cern.ch)
- *Towards classification of QFTs in  $d > 2$*   
This PhD project is based on the study of the points in the (theory) space of all possible QFTs, characterised by scale and conformal invariance. Renormalization group (RG) trajectories among these points describe a generic QFT. One can focus on the investigation of the emergence of (global) symmetries at these critical points. RG methods are typically important tools, both at perturbative and more generally at non perturbative level. The latter case is implemented in exact renormalization group flow equations for different regulated generating functionals for which one can also focus on the development of novel methods of approximations to the construction of solutions of these equations.  
For more info contact: Dr. Gian Paolo Vacca (vacca@bo.infn.it)
- *Exact methods from integrability to instantons (localisation) for non-perturbative physics in gauge and gravity theories: from effective actions to black holes*  
For more info contact: Dr. Davide Fioravanti (davide.fioravanti@bo.infn.it)
- *Quantum gravity in the lab and in the cosmos*  
Within the broad issue of unifying all of the fundamental interactions, the quantum nature of gravity and ways to test it remain open fundamental questions. The research project aims at 1) developing theoretical tools beyond the perturbative weak-field regime, like quantum states for the geometry and quantum reference frames via relational observables, and 2) investigating specific physical systems which are expected to be relevant for extracting evidence of the quantum nature of gravity, both in laboratories on Earth and from cosmic signals, like gravitational waves from black holes and the early Universe. For more info contact: Dr. Alessandro Pesci (alessandro.pesci@bo.infn.it)

#### *Collider Physics: Theory and Phenomenology*

Evidence, both from theory and observations, for the existence of physics beyond the standard model has accumulated over the years. Its scale and nature, however, are unknown. The project of this PhD thesis is to explore new ideas and theoretical methods to identify new physics at high-energy experiments, such as the LHC and future colliders.

For more info contact: Dr. Ilaria Brivio (ilaria.brivio@unibo.it)

#### *Cold atoms in photonic crystal fibres*

Cold atoms make quantum sensors with exceptional sensitivity, but generally expensive and bulky. To reduce their size, in the frame of EU-funded project CRYST<sup>3</sup>, we aim to prepare a sample of cold atoms inside the hollow core of an optical fiber. The electromagnetic vacuum of the fiber interior, dominated by the guided modes, expectedly mediates atom-atom interactions at long distances with respect to the natural van der Waals potential. Thus the hybrid system of atoms and guided photons is predicted to display interesting properties due to collective behavior of its components.

The PhD student will join the experiment underway to laser cool rubidium atoms with a magneto-optical trap and transport them inside the hollow core optical fiber.

For more info contact: Prof. Francesco Minardi ( francesco.minardi@unibo.it )

#### *Study of defective states in 3-dimensional and 2-dimensional perovskites*

The candidate will study the fundamental optoelectronic and transport properties of 3-D and 2-D perovskites. The role of electrically active traps on the behaviour of perovskite based devices will be clarified by means of charge transient spectroscopy experiments. The effect of high energy ionizing radiations on the transport properties of 3D and 2D perovskites will be investigated as well.

For more info contact: Prof. Daniela Cavalcoli ( daniela.cavalcoli@unibo.it )

#### *Techniques of computational biophysics for biomedical applications*

The PhD project is open to graduates in Physics with an interest in modelling biological systems on multiple scales. Skills or strong interest in learning experimental biophysical measurements (e.g. mass spectrometry, NMR, atomic force spectroscopy) and programming (python) are required.

For more info contact: Prof. Emanuele Paci ( e.paci@unibo.it )

#### *Characterisation studies of sustainable and innovative scintillator materials for future LHCb detectors at the Large Hadron Collider and multidisciplinary applications*

The challenging operation condition in the high luminosity LHC imposes the development of detectors capable of coping with many proton-proton interactions. In particular, an upgrade calorimeter of the LHCb detector will need a scintillator material to maintain high light yields after absorbing about a million Gy. The project consists in identifying possible organic scintillator materials with high light yield and radiation hardness, measuring decay time and transparency before and after the radiation campaigns and beam tests. The selected student will participate in the LHCb data analysis to define the requirements of the future detector. Medical and industrial applications that benefit from innovative and sustainable materials will also be explored.

For more info contact: Prof. Angelo Carbone ( angelo.carbone@unibo.it )

#### *Advanced data acquisition methods for the undersea neutrino telescope KM3NeT within a multi-messenger astrophysical framework*

KM3NeT is a telescope for the study of high-energy neutrinos of astrophysical origin. The telescope is under construction off the coast of Sicily also with PNRR funds. Currently, 21 instrumented lines out of 115 that complete the first block are in operation. The activity of the PhD student will be devoted to the development of experimental techniques for real-time data acquisition (DAQ), necessary for multi-messenger astrophysics studies in cooperation with other detectors, as gravitational wave interferometers. These advanced data acquisition methods are also of fundamental importance for online monitoring of the underwater environment at a depth of 3500 meters.

For more info contact: Prof. Maurizio Spurio ( maurizio.spurio@unibo.it )

#### *Quantum simulation of topological superconductors with ultracold gases*

This PhD thesis project deals with the theory required to interpret, guide, and benchmark quantum-simulation experiments with ultracold gases. The focus will be on the use of ultracold Bose-Fermi mixtures confined to two dimensions for the quantum simulation of p-wave topological superconductors. By combining many-body diagrammatic techniques with Quantum Monte Carlo methods, we will identify the ideal parameter regimes to be attained in experiments and make theoretical predictions for several physical observables. These predictions could be tested and be a benchmark in ongoing and future experiments with ultracold gases.

For more info contact: Prof. Pierbiagio Pieri ( pierbiagio.pieri@unibo.it )

#### *Data-driven modelling of excitons and polarons in energy materials*

Combining automated workflows for data generation and machine-learning-aided analysis is emerging as a new paradigm in contemporary science. This Ph.D. project aims to integrate first-principles quantum-mechanical calculations into an automatized data-driven framework to predict design rules for energy materials based on the formation, pairing, and dissociation of electrons and holes.

For more info contact: Prof. Cesare Franchini ( cesare.franchini2@unibo.it )

#### *Multiscale tribology simulation of materials for a sustainable mobility*

The project is focused on the development and application of computational tools to design materials for technological applications, specifically in the mobility sector. These tools include high throughput, first principles calculations and

multiscale dynamic simulations. The aim is to understand how the composition and structure of the materials affect their response to external applied stresses and design new materials with improved tribological properties for reducing the energy dissipation.

Potentially interested candidates may visit the group webpage: [www.tribchem.it](http://www.tribchem.it)

For more info contact: Prof. M. Clelia Righi ([clelia.righi@unibo.it](mailto:clelia.righi@unibo.it))

#### *Modelling and control strategy to optimize the impact of electric mobility on infrastructures and power grid*

In the framework of the activities envisaged by the National Centre for Sustainable Mobility, the research of the PhD candidate will be focused on the development of predictive models and control strategies to optimize the impact of car electric mobility by taking into account the interface of the various mobility infrastructures present in the urban context of interest. In particular, it is considered the problem of optimizing the distribution of recharging points according to the structure of the electric network, the mobility demand that has to be satisfied by means of a fleet of electric vehicles available in car-sharing mode and the possibility of multimodal mobility. The methodologies used will be based on the applications of a control theory for stochastic dynamical systems on graphs and on the development of optimization strategies using a Statistical Mechanics approach.

For more info contact: Prof. Armando Bazzani ([armando.bazzani@unibo.it](mailto:armando.bazzani@unibo.it))

#### *Using an hybrid HPCQS system to solve quantum many-body problems*

The project will focus on hybrid solutions that can exploit classical high performance computing resources together with quantum simulator protocols/computer algorithms to analyse problems in quantum many-body theory. The project will be developed under the joint supervision of researchers at the Dept. of Physics and Astronomy and at CINECA.

For more info contact: Prof. Elisa Ercolessi ([elisa.ercolessi@unibo.it](mailto:elisa.ercolessi@unibo.it)) and Dr. Daniele Ottaviani ([d.ottaviani@cinca.it](mailto:d.ottaviani@cinca.it))

#### *Quantum hardware hacking: from HPC emulators to exploring improvements to an existing quantum simulator*

The project will focus on emulators relying on high performance computing resources to explore new solutions for the control of optimal pulses to enhance gate fidelity in atom-based quantum platforms.

The project will be developed under the joint supervision of researchers at the Dept. of Physics and Astronomy and at CINECA.

For more info contact: Prof. Francesco Minardi ([francesco.minardi@unibo.it](mailto:francesco.minardi@unibo.it)) and Dr. Daniele Ottaviani ([d.ottaviani@cinca.it](mailto:d.ottaviani@cinca.it))

#### *First principle simulations of magnetic materials*

For more info contact: Prof. Cesare Franchini ([cesare.franchini2@unibo.it](mailto:cesare.franchini2@unibo.it))

#### *Microstructure analysis of cellulose processed for sustainable packaging*

For more info contact: Prof. Tobias Cramer ([tobias.cramer@unibo.it](mailto:tobias.cramer@unibo.it))

#### *Nuclear, subnuclear and astroparticle physics and physics of the fundamental interactions, investigated experimentally, and technological research and development*

Each of these three PhD scholarships will support highly motivated PhD students who intend to complete a PhD programme in one of the research lines of the INFN Bologna group which include nuclear physics, elementary particle physics, astroparticle physics and physics of fundamental interactions, at experimental level, together with technological development.

More details can be found at: <https://www.bo.infn.it/en/welcome-to-infn-bologna-unit/>

For more info about experimental activities contact: Dr. Pietro Antonioli ([pietro.antonioli@bo.infn.it](mailto:pietro.antonioli@bo.infn.it))

#### *Synthesis and characterisation of 2D perovskites as new thermoelectric materials*

Investigation of Thermoelectric (TE) materials that generate an electrical potential when placed in a thermal gradient, is becoming a necessity. Conventional TE materials, obtained by expensive processing methods, contain rare and/or toxic elements and do not conform to the requirements of green platforms. In this PhD thesis 2D Hybrid Metal halide Perovskites, HPs, will be developed as new promising TE material. HPs, have outstanding potential for TE properties but their exploration has only begun. Reducing dimensionality from 3D to 2D sharpens the density of states, increases scattering of phonons at the interfaces, and ultimately leads to large figures of TE merit, ZT. The final goal of this research is to develop strategies for sustainable manufacturing of 2D-HPs with high and reproducible TE performance, and ultimately, 2D-HP films with enhanced stability to humidity, air, and light exposure during TE operation.

For more info contact: Dr. Vittorio Morandi ([vittorio.morandi@unibo.it](mailto:vittorio.morandi@unibo.it))





**Curriculum Vitae*****PhD Programme in Physics*****Personal Information**

First name(s) / Surname(s)	
Nationality	
Date of birth (day, month, year)	
Gender	
Email address	

**University Education*****Master***

Official duration in years				
Dates (start – end or planned end)				
Awarding institution	<i>(e.g. University of Bologna - Italy)</i>			
Title of qualification awarded	<i>(e.g. MSc in Biology)</i>			
<b>Marks</b>	<b>YOUR mark</b>	<b>Minimum PASS mark</b>	<b>Maximum mark</b>	<b>ECTS conversion (if available)</b>
Final grade (if available)				
Weighted average of exam marks				
Title and topic of Master Thesis				

***Bachelor***

Official duration in years				
Dates (start – end or planned end)				
Awarding institution	<i>(e.g. University of Bologna - Italy)</i>			
Title of qualification awarded	<i>(e.g. BSc in Pharmacy)</i>			
<b>Marks</b>	<b>YOUR mark</b>	<b>Minimum PASS mark</b>	<b>Maximum mark</b>	<b>ECTS conversion (if available)</b>
Final grade (if available)				
Weighted average of exam marks				
Title and topic of Bachelor Thesis				

## **Employment**

Currently employed	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
Summary of current employment	
Past employment record and skills obtained	

## **Research and Study Abroad Experiences**

*List periods of study abroad (Erasmus and/or others), and research periods at universities or public/private institutions (only the last 5 years will be considered)*

Scientific research of any kind (basic, oriented, translational, applied etc.)
Periods of study abroad (e.g. Erasmus)

## **Other qualifications**

*List other experiences relevant to the PhD Programme (only the last 5 years will be considered)*

University Master Courses (Master universitari di I e II livello) completed in Italy (1st or 2nd level) relevant to the PhD Programme
Postgraduate training programmes/specialization programmes relevant to the PhD Programme
Internships

<b>University teaching at any level</b>					
<b>Other qualifications attesting the applicant's skills and education (prizes, grants etc.)</b>					
<b>Language Proficiency</b>					
Mother tongue(s)					
Other language(s)	UNDERSTANDING		SPEAKING		WRITING
	Listening	Reading	Spoken interaction	Spoken production	
Language:	Level:	Level:	Level:	Level:	Level:
	Language certificate:				
Language:	Level:	Level:	Level:	Level:	Level:
	Language certificate:				
	Levels: A1/2: Basic user - B1/2: Independent user - C1/2 Proficient user Common European Framework of Reference for Languages				

## **Description of Second Cycle Degree (Master) Thesis or Equivalent Research Project**

Description of Master thesis (or corresponding draft for those who have not graduated yet) or equivalent research project (for foreigner candidates who did not work on a thesis): maximum 2 A4 pages, font size 11, single line spacing.

### **State of the art**

Describe here the state of the art and the scientific background of the thesis work.

### **Results**

Outline here the main results obtained (or expected) in the thesis work stressing their scientific relevance and originality.

### **Future developments**

Illustrate here potential future directions of research opened up by the thesis work.

## **Personal Statement**

Letter of Intent: maximum 2 A4 pages, font size 11, single line spacing.

### **Motivation**

Illustrate here the motivation behind applying for a PhD position in Physics at the University of Bologna.

### **Research interests**

Describe here your scientific interests and the research line you would like to focus on if admitted to the PhD programme in Physics of the University of Bologna.

### **Personal qualifications**

Explain here why you deem yourself well qualified to perform successfully in the PhD programme in Physics of the University of Bologna.

### **Intentional choice of PhD Scholarships**

List here the titles of the PhD Scholarships you are interested in (this list will have to be confirmed at the oral interview, if admitted).