



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE



Bando n. 2 8 7 4 1

Programma di scambio estivo INFN – NSF/LIGO per l'anno 2026

tra

l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare di seguito denominato INFN

e

la National Science Foundation statunitense di seguito denominata NSF

per studenti universitari interessati al campo della rivelazione delle Onde Gravitazionali. L'avviso prevede che l'INFN assegni borse di studio a 4 studenti universitari che si rechino negli Stati Uniti.

DURATA E IMPORTO

Gli studenti universitari dovranno svolgere, nei **Laboratori del progetto LIGO** o della **LIGO Scientific Collaboration (LSC)**, attività di ricerca scientifica, per un periodo di 10 settimane, con inizio nell'anno 2026, indicativamente nel periodo compreso tra il 20 giugno e il 31 agosto 2026, sotto la supervisione di un referente-tutor italiano (ricercatore INFN o associato con l'INFN) e di un tutor statunitense.

L'importo di ciascuna borsa di studio è di € 6.000,00 su fondi iscritti al capitolo U.1.01.01.01.010 Assegni di Studio (Borse di Studio dell'Istituto) del Bilancio dell'INFN per l'esercizio finanziario 2026.

Tale importo è da intendersi al lordo d'imposta, e verrà corrisposto in una unica soluzione.

È condizione necessaria, per fruire della borsa di studio che i 4 studenti universitari stipulino, a proprie spese, una polizza assicurativa che copra le spese mediche, le spese di assistenza, le spese di infortunio e per malattia, per il periodo di durata della borsa di studio. La scelta della polizza assicurativa deve tenere conto delle condizioni poste dal Laboratorio estero ospitante e, in taluni casi, dovrà essere stipulata presso lo stesso Laboratorio estero ospitante.

REQUISITI DI AMMISSIONE

Il programma di scambio estivo è destinato a studenti iscritti al corso di laurea in Fisica, o in Matematica, o in Informatica, o in Ingegneria o in Scienze dei Materiali o in Astronomia-Astrofisica.

I candidati devono essere immatricolati in una Università italiana e **devono avere accumulato, entro la data di scadenza per la presentazione delle domande, almeno 90 Crediti Formativi Universitari** in materie utili per il conseguimento della **Laurea in Fisica**, o in **Matematica**, o in **Informatica**, o in **Ingegneria** o in **Scienze dei Materiali** o in **Astronomia-Astrofisica**.



PROGRAMMI DI RICERCA

I programmi di ricerca, con l'indicazione della sede del Laboratorio estero e del tutor statunitense, sono disponibili nell'allegato 1.

PRESENTAZIONE DELLE DOMANDE, TERMINI E MODALITA'

Ciascun candidato dovrà inviare la propria domanda di partecipazione, esclusivamente per via telematica, entro o non oltre **20** giorni dalla data di pubblicazione del bando di concorso.

Il termine ultimo di presentazione della domanda sarà il giorno **30 aprile 2026**, entro le ore 23:59:59 CEST tramite il sito web <https://reclutamento.dsi.infn.it/>.

È prevista l'esclusione dalla selezione delle domande inoltrate oltre il termine fissato.

Il modulo prevede, oltre alla compilazione dei campi relativi ai dati anagrafici:

1. curriculum vitae et studiorum che descriva l'esperienza di studi e di ricerca;
2. elenco degli esami sostenuti con indicazione dei voti e CFU;
3. fino a tre programmi di ricerca, in ordine di preferenza, con il nome di un tutor statunitense e della sede di svolgimento;
4. espressione della motivazione ed interesse per la partecipazione al programma di ricerca (breve descrizione);
5. nome e cognome ed indirizzo e-mail di un referente-tutor italiano (ricercatore INFN o un ricercatore/professore universitario con associazione scientifica presso una struttura INFN);
6. Struttura INFN del referente-tutor italiano che supporterà lo studente universitario per le pratiche amministrative.

Gli studenti che hanno già conseguito la laurea triennale dovranno anche indicare il voto di laurea.

Le domande incomplete dei dati e degli allegati (files) non verranno prese in considerazione.

Per informazioni si prega di inviare un'e-mail all'indirizzo di posta elettronica ac.dru.assegni.borse@lists.infn.it

In nessun caso i candidati dovranno contattare direttamente i tutor statunitensi.

COMMISSIONE ESAMINATRICE, PUNTEGGI E TITOLI

Le domande ricevute saranno valutate da un'apposita commissione esaminatrice, nominata con disposizione del Presidente dell'INFN, che disporrà complessivamente di 200 punti. La Commissione valuterà i candidati, con criteri stabiliti prima di aver preso visione dei titoli e della relativa documentazione e basati sul *curriculum vitae et studiorum*, nonché tenendo conto degli interessi e delle motivazioni fornite dai candidati.

La commissione, sulla base della documentazione ricevuta, predisporrà una graduatoria di merito dei candidati.

Sono inclusi nella graduatoria, secondo l'ordine del punteggio a ciascuno attribuito, i soli candidati che hanno riportato un punteggio complessivo non inferiore a 140 punti su 200.



L'assegnazione delle borse sarà effettuata, per quanto possibile, in modo da mantenere un equilibrio tra le borse assegnate su temi di ricerca di tipo teorico e quelle assegnate su temi di ricerca di tipo sperimentale.

La commissione si riserva, altresì, la facoltà di attribuire a ciascun candidato presente in graduatoria un progetto diverso da quelli selezionati tenendo comunque conto degli interessi manifestati.

Il risultato del concorso sarà pubblicato, in corrispondenza del bando di concorso, nella pagina web dell'INFN "Opportunità di lavoro – Dettaglio del concorso".

CONFERIMENTO DELLA BORSA, UTILIZZAZIONE DELLA GRADUATORIA

Ciascuna borsa di studio è conferita con disposizione del Presidente dell'INFN. Entro quindici giorni dalla data di ricevimento della lettera con la quale l'INFN dà comunicazione del conferimento della borsa, ciascun vincitore deve far pervenire la dichiarazione di accettazione della borsa alle condizioni indicate o l'eventuale rinuncia.

In caso di mancata comunicazione di accettazione entro i termini dovuti, il vincitore si considererà decaduto dal diritto di usufruire della borsa.

Nella comunicazione di accettazione l'assegnatario deve altresì dichiarare, sotto la propria responsabilità e a pena di decadenza dal diritto di usufruire della borsa, che, durante tutto il periodo di durata della borsa dell'INFN, non usufruirà di altre borse di studio, né di analoghi assegni o sovvenzioni, né riceverà stipendi o retribuzioni derivanti da rapporti d'impiego pubblico o privato.

La borsa che resti disponibile per rinuncia o decadenza del vincitore, può essere assegnata, entro il termine di dodici mesi dalla data di approvazione della graduatoria, con disposizione del Presidente dell'INFN ai successivi candidati risultati idonei secondo l'ordine della graduatoria stessa.

DECORRENZA DELLA BORSA, OBBLIGHI DEL BORSISTA

La data di decorrenza della borsa è stabilita insindacabilmente dall'INFN all'atto del conferimento.

Il borsista ha l'obbligo:

- di iniziare presso la sede indicata nella lettera di conferimento e alla data stabilita la propria attività;
- di continuare regolarmente ed ininterrottamente la propria attività per l'intero periodo di durata della borsa;
- di osservare tutte le norme interne del Laboratorio estero ospitante.

È condizione necessaria, per partecipare al programma di scambio, essere in possesso di passaporto valido per l'ingresso negli Stati Uniti d'America e fare richiesta del visto J-1, la spesa per il rilascio del visto è a carico degli studenti universitari (ulteriori informazioni tramite il link <https://j1visa.state.gov/programs/short-term-scholar>).

TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI

In conformità a quanto disposto dall'art. 13 del Regolamento UE 2016/679, i dati personali richiesti saranno raccolti e trattati, anche con l'uso di strumenti informatici, esclusivamente per la gestione delle attività concorsuali e nel rispetto della disciplina legislativa e regolamentare dettata per lo svolgimento di tali attività.



Il conferimento dei dati è necessario per valutare i requisiti di partecipazione ed il possesso dei titoli e la loro mancata indicazione può precludere tale valutazione.

I dati sono conservati per il periodo necessario all'espletamento della procedura selettiva e successivamente trattenuti ai soli fini di archiviazione.

L'INFN garantisce ad ogni interessato l'accesso ai dati personali che lo riguardano, nonché la rettifica la cancellazione e la limitazione degli stessi ed il diritto di opporsi al loro trattamento; garantisce altresì il diritto di proporre reclamo all'Autorità Garante del Trattamento dei dati personali circa il trattamento effettuato.

Per ogni altro aspetto non disciplinato dal presente bando, si fa rinvio al Disciplinare del 1° luglio 2025 per il conferimento delle Borse di Studio dell'INFN che costituisce parte integrante del presente bando ed è disponibile sul sito: <https://jobs.dsi.infn.it>

Titolare del Trattamento: Istituto Nazionale di Fisica Nucleare: email: presidenza@presid.infn.it

Responsabile della Protezione dei Dati: email: dpo@infn.it

Per informazioni si prega di inviare un'e-mail all'indirizzo di posta elettronica ac.dru.assegni.borse@lists.infn.it

Roma, 10 aprile 2026

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
IL PRESIDENTE
(Prof. Antonio Zoccoli)¹

RC/ADV

¹ Documento informatico firmato digitalmente ai sensi della legge 241/90 art. 15 c 2, del testo unico D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445, del D.Lgs. 7 marzo 2005, n. 82, e norme collegate, il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa

P1 - Marco Cavaglià

Title: Improving the performance of Advanced LIGO with Machine Learning

Tutor: Marco Cavaglià

Location: Missouri University of Science and Technology (USA)

Constraints: None

Abstract: The LIGO and Virgo detectors have detected gravitational wave signals from over two hundred stellar-mass binary black hole and neutron star mergers. The next LIGO-Virgo-KAGRA observing run (IR1) is scheduled to start in October 2026. With a detection rate of astrophysical gravitational-wave sources as high as several per week, it has become more and more critical to sustain a fast and accurate assessment of the detectors' data quality as well as develop new effective algorithms for the physical interpretation of gravitational-wave signals. The INFN exchange student will participate in the LIGO and Virgo detector characterization and data analysis efforts as a member of the Missouri University of Science and Technology LIGO group. The student will be involved in the detector characterization efforts of LIGO and Virgo in the period preceding IR1 and contribute to the development of new, machine learning-based algorithms aimed at reducing the instrumental and environmental noise of the LIGO interferometers and improving data quality. This project will provide an essential contribution to the LIGO and Virgo projects while offering the student the opportunity to participate in a unique scientific endeavor. The Missouri University of Science and Technology is home to the Institute of Multi-messenger Astrophysics and Cosmology (IMAC) and an institutional member of the LIGO Scientific Collaboration. IMAC researchers are involved in a variety of experimental and theoretical gravity, astrophysics, and cosmology projects. Current faculty members include Professor Marco Cavaglia (LIGO, gravitational waves), Associate Professor Shun Saito (observational cosmology), Assistant Professor Xiaojie Wang (multi-wavelength astrophysics, GRBs), four post-doctoral researchers, seven graduate students, and several undergraduate students. Missouri S&T is one of the nation's leading research universities with over 100 degree programs in more than 40 areas of study such as computer science, business, engineering, humanities, and liberal arts. It is located in Rolla, about 100 miles west of St. Louis, Missouri, in the middle of the scenic Ozarks region.

P2 - Marco Cavaglià

Title: Cross-correlating gravitational-wave detections with the universe's large scale structure

Tutors: Marco Cavaglià

Location: Missouri University of Science and Technology (USA)

Constraints: None

Abstract: The LIGO and Virgo detectors have detected gravitational wave signals from over one hundred stellar-mass binary black hole and neutron star mergers. This large number of detections enables scientists to begin examining potential links between gravitational-wave source populations and their environment and other extra-galactic astrophysics populations in a new way. The INFN exchange student will participate in the LVK data analysis efforts as a member of the Missouri University of Science and Technology LIGO group. The project will focus on building cross-correlating binary black hole merger gravitational-wave detections with galaxy surveys and signals from other astrophysical messengers as well as investigating



the properties of the gravitational-wave foreground power spectrum. Previous investigations have used the power spectrum and correlation function of gravitational wave detections from the third LVK observing operation (O3) to constrain source isotropy. The goal of this study is to expand existing investigations to include the fourth LVK observing run, other messengers, and other techniques. The Missouri University of Science and Technology is home to the Institute of Multi-messenger Astrophysics and Cosmology (IMAC) and an institutional member of the LIGO Scientific Collaboration. IMAC researchers are involved in a variety of experimental and theoretical gravity, astrophysics, and cosmology projects. Current faculty members include Professor Marco Cavaglia (LIGO, gravitational waves), Associate Professor Shun Saito (observational cosmology), Assistant Professor Xiaojie Wang (multi-wavelength astrophysics, GRBs), four post-doctoral researchers, seven graduate students, and several undergraduate students. Missouri S&T is one of the nation's leading research universities with over 100 degree programs in more than 40 areas of study such as computer science, business, engineering, humanities, and liberal arts. It is located in Rolla, about 100 miles west of St. Louis, Missouri, in the middle of the scenic Ozarks region.

P3 - David Radice

Title: Neural Operators for Black Hole Perturbation Theory

Tutor: David Radice

Location: The Pennsylvania State University

Constraints: None

Abstract: The Teukolsky equation governs the linear response of rotating black holes to scalar, electromagnetic, and gravitational perturbations. Its solutions underpin key areas of gravitational wave physics, including the inspiral of compact binaries in the extreme mass-ratio limit and the quasi-normal mode spectrum of perturbed black holes. Despite its importance, solving the Teukolsky equation across broad parameter spaces remains computationally demanding. This project aims to develop and validate a novel accelerated solver based on Fourier neural operators (FNOs). This is a class of machine learning models that learn to approximate solution operators of partial differential equations, effectively encoding the action of the underlying Green's function. Once trained, the FNO can be rapidly evaluated for new perturbation inputs, enabling fast and accurate parameter surveys at a fraction of the cost of conventional solvers. This project combines gravitational-wave astronomy, scientific machine learning, and black hole perturbation theory.

P4 - Joshua Smith

Title: Cryogenic measurement of birefringence in crystalline silicon

Tutor: Joshua Smith, Disha Kapasi

Location: The Nicholas and Lee Begovich Center for Gravitational-Wave Physics and Astronomy at California State University Fullerton

Constraints: Visit must start after August 2026

Abstract: Crystalline silicon cooled to cryogenic temperatures is a promising material for future gravitational-wave detector optics. Crystalline silicon has excellent mechanical loss, and therefore provides low thermal noise at cryogenic temperatures. It also has zero coefficient of thermal expansion at 123K and below 10K, which significantly reduces any thermal issues caused by laser absorption. Birefringence present in the substrate or the coatings of silicon optics can reduce the power build up in the cavities and introduce noise. This project will further develop an optical cavity-based measurement of the birefringence of silicon optics at 2 micron laser wavelength. The cavity will first be operated at room temperature to verify its operation. Then it will be implemented in a cryogenic testbed. This project will involve high vacuum, lasers, optical cavities, cryogenics, experimental control and data analysis.



P5 - Jon Richardson

Title: Laser-Based Nonuniform Absorption Mitigation

Tutor: Jon Richardson

Location: The Center for Experimental Cosmology & Instrumentation (CECI) at the University of California, Riverside

Constraints: None

Abstract: Improving the quantum-limited sensitivity of LIGO requires megawatt laser power in tandem with highly squeezed vacuum states. To achieve this, any nonuniformities such as point absorbers in the optical coatings must be sensed and actively corrected to high precision. This correction could be achieved with finely “pixelated” heating profiles projected onto the test masses as proposed by Day et al. (2013), which acts to directly reduce the coupling of the optical fields into higher-order modes. However, the intensity noise of intensity-stabilized laser sources, such as 10.6 μm CO₂ lasers, is still far too large for use on the test masses. These fluctuations would create displacement noise limiting the sensitivity of the detector. High-finesse optical cavities act as strong filters of not just the modal purity of the transmitted beam, but also its frequency and intensity fluctuations. This project will explore the requirements of such intensity-noise-filtering cavities for 3 μm and 10.6 μm laser sources. If time permits, a tabletop experiment will be designed to experimentally demonstrate the resulting concept. Experience with Python programming, optical modeling, and/or FINESSE is recommended.

P6 - Anamaria Effler

Title: Localizing the magnetic coupling sites at LIGO Livingston

Tutor: Anamaria Effler

Location: LIGO Livingston, Louisiana

Constraints: Preference later dates into the summer

Abstract: The LIGO Livingston Observatory located in Livingston, Louisiana is a state of the art gravitational wave (GW) detector. The instrument contains 3 stations, a central station and then two end stations, forming an L with 4km arms. As a very sensitive instrument, great care is taken to isolate it from terrestrial sources of noise which could pollute the gravitational wave data. One of these sources of noise comes from magnetic fields, which also travel at the speed of light and can be in principle confused with astrophysical signals. It's especially important to quantify magnetic coupling for the search for the stochastic background of gravitational waves in the universe, where we envision we might have to use subtraction methods to remove the magnetic component that is coherent between the GW detectors. The project will entail measuring the magnetic coupling at each station, using injection methods with various coils — creating known magnetic fields and measuring the response of the detector. Then, by doing multiple injections at different locations, we can triangulate in each station the exact location of each dominant component of the magnetic coupling. This is important information both for further reduction of the detector sensitivity to magnetic fields, but also for modeling how we would subtract coherent magnetic fields between the detectors.

P7 - Nancy Aggarwal

Title: Assembly and optical readout of a levitated sensor node for high-frequency gravitational-wave detection

Tutor: Nancy Aggarwal

Location: University of California, Davis

Constraints: None



Abstract: Levitated sensor detectors provide a pathway to gravitational-wave detection in the 10 kHz–300 kHz band and can be deployed in networks to search for correlated signals. Realizing this sensitivity requires integrated optical, electronic, and vacuum systems. This project focuses on the assembly and characterization of a 1-m prototype levitated sensor detector. The student will contribute to optical system assembly (including fiber components and photodetection), implementation of low-noise readout electronics, and integration within a vacuum environment. The student will perform calibration measurements and evaluate noise performance.

This project involves optics, electronics, vacuum systems, and data analysis.

P8 - Nancy Aggarwal

Title: Monolithic optical trap stage and deterministic loading for levitated gravitational-wave sensors

Tutor: Nancy Aggarwal

Location: University of California, Davis

Constraints: None

Abstract: Levitated sensors require stable optical trapping and reliable particle loading to enable precision measurements for high-frequency gravitational-wave detection. Mechanical stability and reproducibility of the trapping environment are critical for achieving low noise performance. This project focuses on the design and construction of a monolithic stage for fiber-based optical traps, along with the development of a deterministic loading mechanism for introducing sensors into the trap. The student will design, build, and test mechanical and optomechanical components, with emphasis on alignment stability and repeatability. Performance will be evaluated through trapping stability and loading efficiency. This project involves mechanical design, optics, and experimental prototyping.