



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE



Bando n. 27626

Programma di scambio estivo INFN – NSF/LIGO per l'anno 2025

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, indicativamente nel periodo compreso tra il 20 giugno e il 31 agosto 2025, 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 2025.

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 8 aprile 2025 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 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 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](mailto: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 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://i1visa.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  
*Direzione Risorse Umane*



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 28 aprile 2023 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](mailto:presidenza@presid.infn.it)

Responsabile della Protezione dei Dati: email: [dpo@infn.it](mailto:dpo@infn.it)

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

Roma, 19 marzo 2025

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE  
II PRESIDENTE  
(Prof. Antonio Zoccoli)<sup>1</sup>

RC/ADV

---

<sup>1</sup> 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 Cryogenic measurement of birefringence in crystalline silicon**

**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 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 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, cryogenics, experimental control with LabView and experimental data analysis.

**Tutor:** Joshua Smith, Kevin Kimes

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

### **P2 Improving the performance of Advanced LIGO with Machine Learning**

**Abstract:** The LIGO and Virgo detectors have detected gravitational wave signals from over one hundred stellar-mass binary black hole and neutron star mergers. The fourth LIGO-Virgo-KAGRA observing run (O4) is scheduled to end in October 2025. 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 during O4 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 and Assistant Professor Shun Saito, four post-doctoral researchers, four graduate students, and several undergraduate students. A third faculty will join in August 2025. Missouri S&T is one of the nation's leading research universities with 99 degree programs in 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.

**Tutor:** Marco Cavaglia

**Location:** Missouri University of Science and Technology (USA)

### **P3 Cross-correlating gravitational-wave detections with the universe's large scale structure**

**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 robust algorithms to cross-correlate binary black hole merger gravitational-wave detections with galaxy surveys and signals from other astrophysical messengers as well as investigating deviations from the gravitational-wave foreground isotropy. 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 is 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 and Assistant Professor Shun Saito, three post-doctoral researchers, four graduate students, and several undergraduate students. Missouri S&T is one of the nation's leading research universities with 99 degree programs in 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.

**Tutors:** Marco Cavaglia

**Location:** Missouri University of Science and Technology (USA)

#### **P4 Cryogenic performance of magneto-optical materials for applications to next-generation GW detectors**

**Abstract:** Improved Faraday Isolators (FI) are needed in various areas of the interferometer in current and future gravitational-wave detectors, as they are directly limiting the amount of scatter from creating phase noise. For much improved sensitivity, these future detectors are expected to operate at much higher optical powers, and potentially at longer wavelength, among other considerations.

Longer operating wavelength poses severe complications on the magneto-optical (MO) materials of the FI, as their Verdet constant dramatically decreases with increasing the wavelength. This would require longer MO crystals to produce equivalent rotation of polarization in similar magnetic fields, meaning longer optical path for the laser to be absorbed, leading to an increase in thermal-related issues, such as thermal lensing, birefringence, or beam drift. One way to increase the Verdet constant and improve the effectiveness of the Faraday rotation, is by cooling the MO crystal. This project investigates Faraday rotation in several classes of MO materials under cryogenic temperatures, and at wavelengths in the range  $\sim 1-2$   $\mu\text{m}$  of interest for the future detectors. Other aspects that affect the performance of the MO material, such as beam distortion, scattering, transmission, will also be investigated.

**Tutor:** Rodica Martin

**Location:** Montclair State University

#### **P5 Exploring Dark Matter with Einstein Telescope and Cosmic Explorer**

**Abstract:** This 10-week research project will explore how gravitational-wave observations from next-generation detectors like the Einstein Telescope and Cosmic Explorer can provide insights into the presence of dark matter in neutron stars. When two neutron stars spiral toward merger, they exert tidal forces on each other, causing measurable deformations that depend on their internal structure, described by the equation of state (EoS). Traditionally, neutron stars are thought to be composed primarily of neutrons, with small fractions of protons and electrons, leading to a hadronic EoS. However, if dark matter, such as weakly interacting massive particles (WIMPs), exists within neutron stars, it would alter their EoS and consequently affect their tidal deformability. The student will investigate how a population of binary neutron star mergers, observed by future gravitational-wave detectors, could be used to infer the presence of dark matter by analyzing the relationship between tidal deformation and neutron star properties. Through this



project, the student will gain experience in gravitational-wave astrophysics, neutron star modeling, and data analysis techniques for interpreting next-generation observations.

**Tutor:** Bangalore Sathyaprakash

**Location:** Pennsylvania State University

(Project available from May 15 to August 20)

### **P6 Inferring Cosmological Parameters from Einstein Telescope and Cosmic Explorer**

**Abstract:** This 10-week research project will explore how next-generation gravitational-wave observatories, such as the Einstein Telescope and Cosmic Explorer, can be used to measure key cosmological parameters. Gravitational waves from coalescing binary neutron stars and neutron star-black hole mergers serve as standard sirens, providing a direct measurement of their luminosity distance. When these mergers are accompanied by electromagnetic counterparts, their redshifts can also be determined, allowing for precise measurements of the Hubble parameter, dark energy density, dark matter density, and the equation of state of dark energy. In this project, the student will analyze how various technological advancements in Cosmic Explorer—such as improvements in sensitivity and frequency coverage—impact the precision of these cosmological measurements. This research will contribute to the Cosmic Explorer Science Traceability Matrix study, led by Penn State, helping to retune the scientific goals and design of future detectors. The student will gain experience in gravitational-wave astrophysics, data analysis, and cosmology, contributing to the effort to use gravitational waves as a novel probe of the universe's expansion and composition.

**Tutor:** Bangalore Sathyaprakash

**Location:** Pennsylvania State University

(Project available from May 15 to August 20)