

## Proposte di stage/tesi

### Presso Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica



[www.inrim.it](http://www.inrim.it)

**Anno 2024/2025**

**per**

[Corso di Laurea in Fisica](#)

[Corso di Laurea in Scienza e Tecnologia dei Materiali](#)

[Corso di Laurea Magistrale in Fisica](#)

[Master's Degree in Materials Science](#)

# Informazioni

## Corso di Laurea in Fisica

Stage: <https://fisica.campusnet.unito.it/do/home.pl/View?doc=Stage/stage.html>

Tesi: <https://fisica.campusnet.unito.it/do/home.pl/View?doc=esami di laurea.html>

## Corso di Laurea in Scienza e Tecnologia dei Materiali

Stage: <https://stmateriale.campusnet.unito.it/do/home.pl/View?doc=Stage.html>

Tesi: <https://stmateriale.campusnet.unito.it/do/home.pl/View?doc=Laurea.html>

## Corso di Laurea Magistrale in Fisica

Tesi: <https://www.fisicamagistrale.unito.it/do/home.pl/View?doc=Tesi e Laurea.html>

## Master's degree in Materials Science

Thesis: <https://www.materials-science.unito.it/do/home.pl/View?doc=thesis and graduation.html>

## Note

Per favorire un miglior coordinamento degli stage/tesi, prima di prendere contatti con i referenti INRiM, gli studenti interessati agli argomenti di tesi/stage qui elencati sono invitati a contattare il Prof. Ettore Vittone ([ettore.vittone@unito.it](mailto:ettore.vittone@unito.it))

Una volta definiti gli obiettivi formativi ed identificati il relatore accademico e co-relatore INRiM, la documentazione dovrà essere inviata per conoscenza alla Dott.ssa Marina Sardi ([m.sardi@inrim.it](mailto:m.sardi@inrim.it)).

## NOTA BENE

Per la presenza occorre aver seguito i corsi di formazione per la sicurezza, presso UniTo o in alternativa presso l'INRiM



# Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (INRiM)

Strada delle Cacce, 91, 10135 Torino, ITALY

<https://www.inrim.it/>

<u>Ricerca</u>	<u>Settori Scientifici</u>
<a href="#">Ambiente e tecnologie pulite</a>	<a href="#">Acustica e ultrasuoni</a>
<a href="#">Conversione sostenibile di energia e suo stoccaggio</a>	<a href="#">Campi e sistemi elettromagnetici</a>
<a href="#">Qualità della vita e salute</a>	<a href="#">Chimica, fisica e nanotecnologie</a>
<a href="#">Trasformazione digitale e transizioni industriali</a>	<a href="#">Elettronica quantistica</a>
<a href="#">Tecnologie per la ricerca applicata allo spazio</a>	<a href="#">Fotometria e radiometria</a>
<a href="#">Ricerca scientifica di base</a>	<a href="#">Magnetismo, materiali e spintronica</a>
	<a href="#">Metrologia della lunghezza</a>
	<a href="#">Metrologia della massa e delle grandezze apparentate</a>
	<a href="#">Misure elettriche ed elettroniche</a>
	<a href="#">Optica quantistica</a>
	<a href="#">Scienza e tecnologia alla nanoscala</a>
	<a href="#">Scienze e tecnologie biomediche</a>
	<a href="#">Tempo e frequenza</a>
	<a href="#">Termodinamica applicata</a>
	<a href="#">Termodinamica fisica</a>



## Proposte di tirocinio /Tesi magistrale

1. CARATTERIZZAZIONE DI DIODI LASER PER APPLICAZIONE AD OROLOGIO ATOMICO AL RB .....	6
2. RIVELATORI SUPERCONDUTTIVI DI SINGOLI FOTONI/ELETTRONI .....	7
3. FRAZIONATORE AF4 ACCOPPIATO A SPETTROSCOPIA RAMAN PER L'ANALISI DI NANOPLASTICHE .....	8
4. SVILUPPO DI METODI RIPRODUCIBILI PER LA SPETTROSCOPIA RAMAN AMPLIFICATA DA PUNTA (TERS) .....	9
5. ACCOPPIAMENTO DI SPETTROSCOPIA RAMAN CLASSICA E AMPLIFICATA CON DIELETTROFORESI.....	10
6. STUDIO DI SUPERFICI FUNZIONALI .....	11
7. ANISOTROPY MANIPULATION VIA GATE VOLTAGE INDUCED AHARANOV-CASHER EFFECT IN FERROMAGNETIC THIN-FILMS. ....	12
8. DINAMICA DI MAGNETIZZAZIONE IN NANOSTRUTTURE MAGNETICHE. ....	13
9. MATERIALI MAGNETICI PER ENERGY HARVESTING DA GRADIENTI TERMICI.....	14
10. MATERIALI MAGNETICI CHIRALI PER LA SPINTRONICA.....	15
11. AC JOSEPHSON VOLTAGE STANDARD FOR SAMPLED POWER AND ENERGY MEASUREMENTS .....	16
12. METROLOGIA QUANTISTICA DI PROFILI D'ONDA AC E TEMPO-VARIANTI.....	17
13. STUDIO SPERIMENTALE DI STATI QUANTISTICI ENTANGLED A DUE FOTONI.....	18
14. STUDIO SPERIMENTALE DI TECNICHE DI SUPER-RISOLUZIONE QUANTISTICA APPLICATE ALL'IMAGING E ALLA MICROSCOPIA .....	19
15. DESIGN OF A CHARACTERIZATION SYSTEM USING SCATTERING PARAMETERS FOR MICROWAVE QUANTUM DEVICES..	20
16. PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF MAGNETIC NANOCOMPOSITES FOR BIOLOGICAL APPLICATIONS .....	21
17. MULTIRESPONSIVE POLYMERIC MAGNETIC MATERIALS FOR SENSING AND ACTUATING SYSTEMS .....	22
18. SVILUPPO DI UN SISTEMA DI RIVELAZIONE OMODINA PER LA RIVELAZIONE "QUANTUM NON-DEMOLITION" DI STATI ATOMICI COLLETTIVI .....	23
19. PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF HIGH DISSIPATIVE MATERIALS BASED ON LIQUID CRYSTALS .....	24
20. THEORETICAL AND COMPUTATIONAL STUDY OF QUANTUM ENTANGLED STATES IN A CAVITY-ENHANCED OPTICAL CLOCK .....	25
21. QUANTUM MONTE CARLO STUDY OF P-WAVE INTERACTING FERMI GASES .....	26
22. REALIZZAZIONE DI NANOMATERIALI COMPOSITI TRAMITE TECNICHE DI LITOGRAFIA SELF-ASSEMBLY E CARATTERIZZAZIONE.....	27
23. SVILUPPO ALGORITMO PER SIMULAZIONE E STUDIO DI GIUNZIONI JOSEPHSON PER LA REALIZZAZIONE DEL VOLT. ....	28
24. ELECTRICAL CHARACTERISATION OF NOVEL MATERIALS FOR QUANTUM METROLOGY .....	29
25. CRYOCOOLER-BASED EXPERIMENTAL SETUP FOR QUANTUM HALL EFFECT METROLOGY IN NOVEL MATERIALS .....	30
26. ANALISI E MODELLAZIONE DI SEGNALI GEOFISICI RILEVATI CON FIBRE OTTICHE TELECOM.....	31
27. INTERFEROMETRIA LASER COERENTE PER LA DISTRIBUZIONE QUANTISTICA DI CHIAVI CRITTOGRAFICHE .....	32
28. MISURE DI FREQUENZE LASER CON PETTINE OTTICO .....	33
29. FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF ORGANIC METASURFACES FOR PHOTONIC DEVICES. ....	34
30. OROLOGI OTTICI MINIATURIZZATI PER APPLICAZIONI SPAZIALI .....	35
31. ELECTRIC FIELD CONTROL OF MAGNETISATION PROCESS IN FEQA THIN FILMS DEPOSITED ON A PIEZOELECTRIC SUBSTRATE .....	36



32. REALIZZAZIONE DI UN NUOVO SOFTWARE PER LA TARATURA DI TERMOMETRI CAMPIONE AI PUNTI FISSI DELLA SCALA ITS-90 .....	37
33. THERMODYNAMICAL PROPERTIES OF SUBCOOLED WATER .....	38
34. DEVELOPMENT OF NOVEL SPINTRONIC MAGNETIC FIELD SENSORS .....	39
35. MEASURING CHIRAL MAGNETIC INTERACTIONS FOR NOVEL ICT APPROACHES.....	40
36. STUDIO SPERIMENTALE DEI DIVISORI DI FASCIO A MICROONDE PER APPLICAZIONI IN ELETTRODINAMICA QUANTISTICA A CIRCUITI .....	41
37. SENSORI INNOVATIVI PER MISSIONI SPAZIALI.....	42
38. SVILUPPO E METROLOGIA DI AMPLIFICATORI PER LA COMPUTAZIONE QUANTISTICA A STATO SOLIDO .....	43
39. PROGETTAZIONE DI CAMPIONI PRIMARI DI FORZA A SCALE NANO E MICRO .....	44
40. PROGETTAZIONE, SVILUPPO E CARATTERIZZAZIONE DI TOMOGRAFO OPEN-SOURCE A RISONANZA MAGNETICA A BASSO CAMPO .....	45
41. REALIZZAZIONE DI SUPERFICI PLASMONICHE BASATE SULL'AUTOASSEMBLAGGIO DI COPOLIMERI A BLOCCHI. ....	46
42. SVILUPPO DI UN OROLOGIO ATOMICO MINIATURIZZATO .....	47
43. CARATTERIZZAZIONE DI NANOSTRUTTURE REALIZZATE PER MEZZO DI NANOSFERE AUTOASSEMBLANTI. ....	48
44. ANALISI DEGLI ISOTOPi STABILI DI CO <sub>2</sub> MEDIANTE ANALIZZATORE INFRAROSSO A TRASFORMATTA DI FOURIER (FTIR) E CONFRONTO CON SPETTROSCOPIA CAVITY RING-DOWN (CRDS) PER LA DETERMINAZIONE DEL $\Delta^{13}\text{C-CO}_2$ IN MISCELE GASSOSE DI CO <sub>2</sub> IN ARIA O N <sub>2</sub> A COMPOSIZIONE NOTA.....	49
45. OTTIMIZZAZIONE DI UN SISTEMA DI MISURA PRIMARIO BASATO SULLA DILUIZIONE DINAMICA PER LA GENERAZIONE DI MISCELE DI GAS A COMPOSIZIONE NOTA NELL'INTERVALLO DI FRAZIONE MOLARE AMBIENTALE .....	50
46. DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA IN MATRICI REALI O MATERIALI MODELLO TRAMITE TITOLAZIONE KARL FISHER CON METODO COULOMETRICO.....	51
47. TEST MASS EMULATOR FOR THE LISA MISSION.....	52
48. MEMRISTIVE SELF-ORGANIZING DENDRITE NETWORKS FOR BRAIN-INSPIRED COMPUTING.....	53
49. 2D MATERIALS CHARACTERISATION: IMPLEMENTATION OF A PROGRAMMABLE MULTIPLEXER FOR AUTOMATED VAN DER PAUW MEASUREMENTS .....	54
50. IMPLEMENTATION OF A NEW CONTROL SOFTWARE FOR THE INRIM CROSS-CORRELATION ELECTRICAL NOISE SPECTROMETER .....	55

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>1. Caratterizzazione di diodi laser per applicazione ad orologio atomico al Rb</b>
Referente	<a href="#">Salvatore Micalizio</a>
Descrizione	<p>Caratterizzazione del rumore di frequenza di diodi laser utilizzati per orologi atomici compatti basati su atomi di Rb. <a href="https://labafs.inrim.it/rb-cell-clock">https://labafs.inrim.it/rb-cell-clock</a></p> <p>Questo tipo di orologi sono candidati per la nuova generazione di sistemi satellitari (GPS, GALILEO).</p> <p>La caratterizzazione è basata sulla tecnica di cross-correlazione tra più sorgenti. L'attività proposta è di carattere sperimentale. Sono previste attività per la realizzazione del banco ottico per la generazione dei segnali di battimento, dei sistemi elettronici per l'acquisizione dei segnali e di analisi dei dati.</p>
Competenze richieste	Conoscenze di base di ottica ed elettronica.
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2023

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>2. Rivelatori superconduttivi di singoli fotoni/elettroni</b>
Referente	<a href="#">Mauro Rajteri</a>
Descrizione	<p>L'INRiM sviluppa rivelatori superconduttivi a transizione di fase (TES) che vengono caratterizzati in un criostato a smagnetizzazione adiabatica (ADR). I TES, grazie alle loro eccellenti prestazioni nella rivelazione di singoli fotoni, trovano applicazione nei campi di ricerca in cui è fondamentale estrarre il maggior numero possibile di informazioni dai fotoni rivelati, spaziando dalla metrologia del singolo fotone, alle tecnologie quantistiche e agli esperimenti di fisica fondamentale.</p> <p>Nell'ambito della proposta verranno affrontati alcuni aspetti di un esperimento criogenico per l'utilizzo dei TES, tra cui:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• il montaggio di un sistema di movimentazione criogenica per lo studio della risposta spaziale dei rivelatori;</li> <li>• realizzazione di un cannone elettronico ad effetto fotoelettrico per studio di rivelazione di elettroni con i TES</li> <li>• lo sviluppo di programmi in LABVIEW per la gestione delle misure e all'acquisizione dei dati sperimentali;</li> <li>• caratterizzazione elettro-termica ed ottica dei TES;</li> <li>• applicazione dei TES alla rivelazione di fotoni, elettroni, neutrini e dark matter</li> </ul>
Competenze richieste	predisposizione all'attività sperimentale
n. posizioni	3
Disponibile da	Maggio 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>3. Frazionatore AF4 accoppiato a spettroscopia Raman per l'analisi di nanoplastiche</b>
Referente	<a href="#">Andrea Mario Rossi</a>
Descrizione	L'attività prevede l'uso di spettroscopia Raman, per l'identificazione chimica rapida dei materiali, l'asymmetric flow field-flow fractionation (AF4), che separa in liquido particelle di dimensioni inferiore ai 10 $\mu\text{m}$ in base al loro raggio idrodinamico, e le optical tweezers, un fenomeno utilizzato per immobilizzare e accumulare particelle intorno al fuoco di un intenso fascio elettromagnetico. Con l'unione delle tre tecniche sarà possibile separare, identificare e quantificare micro- e nanoplastiche in base alle loro dimensioni e composizione chimica. Le micro- e nanoplastiche sono una minaccia verso l'ambiente e la salute umana sempre più studiata; le nanoplastiche in particolare sono frammenti di materiale plastico di dimensioni inferiori ai 100 nm. Questo inquinante è di difficile rilevabilità in matrici alimentari e campionamenti reali sul territorio, e il suo studio richiede lo sviluppo di metodi specifici per la quantificazione e caratterizzazione chimica e dimensionale.
Competenze richieste	
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2024



Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>4. Sviluppo di metodi riproducibili per la spettroscopia Raman amplificata da punta (TERS)</b>
Referente	<a href="#">Andrea Mario Rossi</a>
Descrizione	Verranno sviluppati metodi per la produzione controllata e la caratterizzazione di sonde nanometriche in oro e/o argento per la spettroscopia Raman amplificata da punta (TERS) su materiali di riferimento e inediti. Grazie all'aumento fortemente localizzato dei campi elettromagnetici di molti ordini di grandezza rispetto alla spettroscopia Raman convenzionale, questa recente tecnica di spettroscopia vibrazionale permette l'analisi chimica e topografica di superfici con risoluzione spaziale nanometrica ed un limite di rilevabilità anche della singola molecola; ciò è possibile grazie al fenomeno della risonanza plasmonica di superficie localizzata, sfruttata in parallelo alla microscopia a forza atomica (AFM) e veicolate da nanoantenne. Tali strutture dovranno essere altamente riproducibili ed ottimizzate, affinché la loro risonanza plasmonica coincida con le frequenze laser utilizzate nella spettroscopia Raman convenzionale, pur mantenendo la stabilità meccanica necessaria per l'AFM.
Competenze richieste	Fisica dello stato solido, ottica
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>5. Accoppiamento di spettroscopia Raman classica e amplificata con dielettroforesi</b>
Referente	<a href="#">Andrea Mario Rossi</a>
Descrizione	L'attività prevede lo studio e l'utilizzo di metodi basati sulla dielettroforesi (DEP) accoppiata alla spettroscopia Raman e a nanoparticelle plasmonicamente attive per la sua amplificazione (SERS). La spettroscopia Raman permette l'identificazione chimica non distruttiva di campioni in condizioni ambientali e in liquido, e la SERS ne aumenta fortemente la sensibilità, che può quindi arrivare anche alla singola molecola; il fenomeno della DEP permette invece la manipolazione in liquido di particelle dielettriche. Celle appositamente concepite per l'accoppiamento di queste tecniche verranno progettate, create e/o utilizzate (a seconda delle volontà e capacità del partecipante). Il tutto verrà applicato su campioni di riferimento per valutarne l'efficienza e determinare i parametri ottimali, in vista del successivo utilizzo su campioni biologici.
Competenze richieste	
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>6. Studio di superfici funzionali</b>
Referente	<a href="#">Luigi Ribotta</a>
Descrizione	<p>Le superfici descrivono l'interfaccia tra due stati della materia (tipicamente tra un solido e un fluido), e la loro analisi ci permette di comprendere come un oggetto si interfaccia con l'ambiente esterno. Le irregolarità presenti sulla superficie determinano la forma, ondulazione e la finitura superficiale, che viene descritta da parametri numerici quali la rugosità di un profilo o la texture di un'area superficiale. Siccome le proprietà meccaniche, chimico-fisiche e funzionali di un oggetto dipendono fortemente dalla superficie, la metrologia delle superfici è fondamentale per studiare quantitativamente la correlazione tra la morfologia e la funzionalità dei materiali, tramite lo sviluppo e implementazione di metodi di valutazione dei dati.</p> <p>Il tirocinio sarà effettuato nel laboratorio di Metrologia delle Superfici e Nanometrologia Dimensionale dell'INRiM e riguarderà la misura della topografia di superfici alla micro e nanoscala tramite l'uso di microscopi ottici di tipo confocale/interferometrico, profilometri a stilo e AFM (microscopio a forza atomica). I casi di studio spaziano da superfici provenienti da vari settori industriali (quali automotive, aerospazio, energia, moda, ambiente, salute) a nanostrutture, nanoparticelle e campioni biologici.</p>
Competenze richieste	
n. posizioni	2
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>7. Anisotropy manipulation via gate voltage induced Aharanov-Casher effect in ferromagnetic thin-films.</b>
Referenti	<a href="#">Gianfranco Durin</a>
Descrizione	<p>Electric field effects on magnetic thin films are attracting a lot of attention due to their promise to allow for low-energy magnetization manipulation. The main candidates for direct field effects are the magnetic Anisotropy and the Dzyalozinshkii-Moriya interaction coefficients [1]. Modelization efforts aim at inspecting the velocity of the magnetic domain wall expansion (DW) as it can be traced back to the dependence on some of the micromagnetic parameters and can at the same time be measured experimentally. After a bibliographic research to understand the theoretical background of the project, the candidate is going to translate the DW velocity model of [3] in a python code and extend it with the electric field dependence of the magnetic anisotropy derived in [2]. The model is going to be compared to experimental data found in the literature to gauge its validity.</p> <p>[1] J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials. 2001.</p> <p>[2] P. Ansalone, S. Perna, et al., IEEE Transactionson Magnetism, vol. 9464, no. c, 2021.</p> <p>[3] R. Lavrijsen, D. M. Hartmann, et al., Phys. Rev. B- Condens. Matter Mater. Phys., vol. 91, no. 10, 2015.</p>
Competenze richieste	Fisica II Meccanica Classica Fisica dello stato solido Programmazione in Python
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>8. Dinamica di magnetizzazione in nanostrutture magnetiche.</b>
Referenti	<a href="#">Gianfranco Durin</a>
Descrizione	<p>L'attività in oggetto consiste nello studiare la dinamica di magnetizzazione in strutture magnetiche a film sottile, in particolare in nano-wires, strutture larghe tipicamente di 5-20 micron.</p> <p>In questi film la dinamica di magnetizzazione è dovuta al movimento delle pareti di dominio ed particolarmente complessa, dovuta sia a difetti intrinseci del film, sia, soprattutto, all'effetto dei bordi della wire, che ancorano la parete e ne prevengono il moto.</p> <p>Di conseguenza, il moto della parete è stocastico ed è necessario studiarne la statistica per comprendere a fondo la dinamica. Inoltre è anche possibile preparare delle strutture specifiche in cui si cerca di diminuire l'effetto dei bordi in modo da massimizzare la velocità della parete.</p> <p>Questa attività richiede l'analisi di immagini sperimentali usando un codice Python già in fase di realizzazione ma che richiede ancora molto sviluppo prima di essere messo in condivisione con altri ricercatori</p>
Competenze richieste	Fisica II, Fisica dello stato solido, Programmazione in Python
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>9. Materiali magnetici per energy harvesting da gradienti termici</b>
Referenti	<a href="#">Elena Sonia Olivetti</a> , <a href="#">Alessandro Sola</a>
Descrizione	L'attività riguarda la preparazione e caratterizzazione di materiali a base di MnBi, un composto intermetallico oggetto di un rinnovato interesse di ricerca, motivato dalle molte potenzialità di impiego tecnologico. A temperatura ambiente è un ferromagnete con una grande anisotropia magnetica, utilizzabile per la produzione di magneti permanenti senza terre rare. Recentemente l'interesse scientifico è stato focalizzato anche sui suoi effetti termoelettrici trasversi (effetto Nernst), che lo rendono applicabile come materiale per l'energy harvesting da gradienti termici disponibili nell'ambiente. In questa tesi sperimentale si propone di studiare la preparazione di campioni di MnBi in forma massiva e di film sottile e di ottimizzarne la microstruttura in funzione delle proprietà magnetiche di interesse. L'obiettivo dello studio sarà l'indagine sperimentale delle proprietà termoelettriche trasverse dei materiali preparati e la modellizzazione dei risultati ottenuti.
Competenze richieste	Buona conoscenza della lingua inglese per la comprensione della letteratura scientifica di riferimento. Costituiscono un pre-requisito le conoscenze sui materiali metallici che sono normalmente fornite nei corsi di laurea in Scienza dei Materiali.
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>10. Materiali magnetici chirali per la spintronica</b>
Referenti	<a href="#">Elena Sonia Olivetti</a>
Descrizione	<p>I materiali magnetici con configurazioni di spin inusuali come vortici, stati elicoidali e skyrmioni sono oggetto di grande interesse sia nella ricerca fondamentale, sia per le applicazioni nella spintronica (memorie magnetiche e circuiti logici). Tuttavia, solo pochi materiali conservano queste proprietà a temperatura ambiente. Tra questi, i cristalli chirali con struttura tipo <math>\beta</math>-Mn del sistema Co-Zn-Mn hanno recentemente dimostrato di ospitare reticoli di skyrmioni anche a temperatura ambiente e con campi magnetici ridotti rispetto a quelli dei più conosciuti composti con struttura B20 (MnSi, FeGe). In questa tesi sperimentale si propone di studiare la preparazione di campioni policristallini di <math>\text{Co}_{10}\text{Zn}_{10}</math> e <math>\text{Co}_x\text{Zn}_y\text{Mn}_z</math> attraverso diverse tecniche (es. metallurgia delle polveri, rapida solidificazione) e di analizzarne la microstruttura e le proprietà magnetiche, in funzione di campo applicato e temperatura, per verificare la presenza di stati di magnetizzazione non uniforme.</p>
Competenze richieste	<p>Buona conoscenza della lingua inglese per la comprensione della letteratura scientifica di riferimento. Spiccata attitudine alle attività sperimentali. Costituiscono un pre-requisito le conoscenze sui materiali metallici che sono normalmente fornite nei corsi di laurea in Scienza dei Materiali.</p>
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>11. AC Josephson voltage standard for sampled power and energy measurements</b>
Referenti	<a href="#">Bruno Ottavio Trinchera</a>
Descrizione	<p>The proposed research activity aims to establish a novel AC programmable Josephson voltage standard (AC-PJVS) based on a multi-bit binary divided superconductor-normal metal-superconductor (SNS) Josephson array, designed for operating at cryogenic temperature to about 4.2 K under RF microwave radiation ranging from 70 GHz to 75 GHz.</p> <p>The proposed activity is part of the EMPIR project QuantumPower. The AC-PJVS will be prepared and adopted according to the specifications of the existing digital modular sampling power system, already developed at INRiM. The overall setup is entitled Quantum Power measurement System (QPS), also known as quantum sampling electrical power standard, and will form the basis for the establishment of a novel electrical power and power quality (PQ) national standard. This research will make significant advances in power measurement systems and implementation of the quantum systems traceable to the new quantum SI, where the fundamental electrical units are now defined by physical constants and realised by quantum standards.</p> <p>Since the research topic comprises different key aspects, the activity will be tailored according to the specific interests and competencies of the candidates.</p>
Competenze richieste	per Laurea Magistrale, <b>elettronica, stato solido, ottica, laser, linguaggi di programmazione c, c++, matlab, fisica dei superconduttori, fisica dei semiconduttori, conoscenze di base di dispositivi elettronici analogici e digitali, sistemi di controllo</b>
n. posizioni	2
Disponibile da	Giugno 2024



Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica
Titolo	<b>12. Metrologia quantistica di profili d'onda AC e tempo-varianti.</b>
Referenti	<a href="#">Bruno Ottavio Trinchera</a>
Descrizione	<p>La sintesi digitale diretta di profili d'onda sinusoidali e tempo varianti è di grande interesse per la metrologia primaria della grandezze elettriche in alternata. I dispositivi chiave sono i convertitori digitali-analogici (DAC) , i quali permettono la sintesi di profili d'onda con parametri elettrici noti (ampiezza, fase, frequenza e contenuto armonico) a partire dalla rappresentazione digitale del segnale stesso. L'attività di ricerca proposta mira a sviluppare un metodo estremamente competitivo per garantire la riferibilità di profili d'onda AC e tempo-varianti impiegando un campione quantistico di tensione e rilevatori quantistici (SQUID) o tradizionali.</p> <p>Attività sperimentali:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sintesi e caratterizzazione di profili d'onda sinusoidali e non-sinusoidali provenienti da moduli DDS e CORDIC implementati in un dispositivo FPGA.</li> <li>• Preparazione sistema criogenico per l'elettronica superconduttiva.</li> </ul> <p>Parte dell'attività di ricerca verrà incentrata sullo sviluppo di nuovi moduli digitali e algoritmi .</p>
Competenze richieste	
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024



Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>13. Studio sperimentale di stati quantistici entangled a due fotoni.</b>
Referenti	<a href="#">Marco Genovese</a>
Descrizione	Presso il Laboratorio di Ottica Quantistica dell'INRIM sono disponibili tesi di I e II livello di carattere sperimentale, volte all'utilizzo di stati quantistici entangled a due fotoni generati per conversione parametrica per lo studio dei fondamenti della meccanica quantistica, nonché delle loro applicazioni all'informazione quantistica.
Competenze richieste	
n. posizioni	4
Disponibile da	Giugno 2024



Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>14. Studio sperimentale di tecniche di super-risoluzione quantistica applicate all'imaging e alla microscopia</b>
Referenti	Ivano Ruo Berchera
Descrizione	Il candidato contribuirà allo sviluppo di studi sperimentali su tecniche di imaging e microscopia super-risolta quantistica, ovvero che sfruttino le proprietà di emissione di luce non-classiche per ottenere una risoluzione laterale che supera i limiti imposti dagli schemi convenzionali. I campioni potranno essere distribuzioni di difetti in diamante o in silicio oppure quantum dots. Il vantaggio quantistico verrà inoltre investigato in combinazione con tecniche classiche di super-risoluzione, quali per esempio l'uso di luce strutturata. L'attività sarà svolta presso il Laboratorio di Ottica Quantistica dell'INRIM
Competenze richieste	Conoscenze di ottica di base da corsi triennali e possibilmente (non strettamente necessario) conoscenze di meccanica quantistica di base
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>15. Design of a characterization system using Scattering parameters for microwave quantum devices</b>
Referenti	<a href="#">Luca Oberto</a>
Descrizione	<p>Quantum microwave devices play a central role in different fields, from fundamental physics to the deployment of quantum technologies. They find application, for instance, in quantum computation and communication, radio-astronomy, biomedical imaging, and radio detection and ranging.</p> <p>The proposed activity consists of the design and setup of a Scattering parameters measurement system for the characterization of quantum microwave devices [1, 2]. The system will be installed in a cryogenic environment capable of reaching temperatures of approximately 10 mK or lower. The work will take place in the context of multi-year research projects in collaboration with prestigious European institutes. The first foreseen applications, in perspective, are in the characterization of Josephson Traveling Wave Parametric Amplifiers (JTWPA) and Quantum Power Sensors (QPS). With this measurement system, at the end of the European SuperQuant project, we intend to give traceability to the SI for the measurement of Scattering Parameters and microwave power in a cryogenic environment.</p> <p>The candidate will join the INRIM <a href="#">Superconductive Quantum Electronics</a> research group and will collaborate in the commissioning of the cryogenic system, the realization of the measurement setup, in its characterization and data analysis, also through the writing of proper software.</p> <p>[1] L. Ranzani, L. Spietz, Z. Popovic, J. Aumentado: Two-port microwave calibration at millikelvin temperatures. Rev. Sci. Instr., 84, 034704 (2013); <a href="http://dx.doi.org/10.1063/1.4794910">http://dx.doi.org/10.1063/1.4794910</a></p> <p>[2] J.-H. Yeh, S. M. Anlage: In situ broadband cryogenic calibration for two-port superconducting microwave resonators. Rev. Sci. Instr., 84, 034706 (2013); <a href="https://doi.org/10.1063/1.4797461">https://doi.org/10.1063/1.4797461</a></p>
Competenze richieste	microonde, misure, elettronica analizzatori di reti vettoriali, programmazione in linguaggio Python
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>16. Preparation and characterization of magnetic nanocomposites for biological applications</b>
Referenti	<a href="#">Alessandra Manzin</a> , <a href="#">Daniele Martella</a> , <a href="#">Gabriele Barrera</a>
Descrizione	<p>Magnetic nanoparticles (MNPs) are employed for many biological applications thanks to their possible remote control by magnetic fields. Magnetic hyperthermia is a treatment for cancer based on the heat generation during application of alternated fields.</p> <p>Towards a metrological approach in this field, a great effort is needed to obtain a precise structure-properties relationship of the magnetic properties and to define standard methods and materials for the hyperthermia efficiency.</p> <p>Moving in this direction, the project can include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>preparation of MNPs by co-precipitation or thermal decomposition;</li> <li>characterization and modelling of magnetic and hyperthermia properties;</li> <li>functionalisation with coating to improve biocompatibility.</li> </ul> <p>The experimental work can be performed at the European Laboratory of Non-Linear Spectroscopy (Firenze) for the synthesis and at INRiM for the characterization part. Experiments will be supported by models based on computational tools developed at INRiM.</p>
Competenze richieste	competenze derivanti dal corso di chimica generale, nozioni base di magnetismo
n. posizioni	2
Disponibile da	Ottobre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>17. Multiresponsive polymeric magnetic materials for sensing and actuating systems</b>
Referenti	<a href="#">Gabriele Barrera</a>
Descrizione	<p>The research project aims to combine nanometer-sized magnetic materials (e.g. nanoparticles or thin film) with soft photo-responsive polymers to create multi-responsive materials applicable in various areas, mainly in sensing and actuating systems.</p> <p>The idea is to create a new class of composite materials that change their magnetic properties in response to light irradiation. The experimental activity will focus on materials made by sputtering deposition of a magnetic film (e.g. FeGa, or FeCo) on smart polymer substrate (i.e. Liquid Crystalline Elastomers). The actuation behavior of polymeric substrate when submitted to light induces deformation of the magnetostrictive thin film, affecting its magnetic properties in a controlled manner. The composition and thickness of the magnetic film will be chosen to maximize the magnetostriction effect. Ultra-sensitive magnetometers will be used to study the magnetic properties of the multi-responsive materials. The magnetic parameters will be related to their morphological and structural properties. In particular, the link between mechanical stress and induced magnetic change will be studied through anisotropic magnetoresistance measurements.</p> <p>The student will develop advanced skills in the fabrication and characterization of multi-responsive materials.</p>
Competenze richieste	The student should have a propensity for laboratory experimental work and data analysis.
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>18. Sviluppo di un sistema di rivelazione omodina per la rivelazione “quantum non-demolition” di stati atomici collettivi</b>
Referenti	<a href="#">Marco Giacinto Tarallo</a>
Descrizione	<p>Un orologio ottico allo stronzio è attualmente in sviluppo presso i laboratori dell’INRIM. Qui, un insieme di atomi ultrafreddi, raffreddati e intrappolati attraverso tecniche magneto-ottiche, vengono caricati in reticolo ottico all’interno di una cavità ottica ad alta cooperatività, presupposto per generare stati atomici collettivi non classici. I laureandi/tirocinanti avrà modo di sviluppare per questo sistema</p> <p>Sviluppo di un sistema di rivelazione omodina per la rivelazione “quantum non-demolition” di stati atomici collettivi</p> <p>Il candidato dovrà implementare un circuito ottico test per studiare il sistema di rivelazione ottica omodina (fotorivelatore + elettronica di estrazione del segnale), dimostrando che il sistema di rivelazione è limitato dal rumore shot dei fotoni nella banda di frequenza di interesse.</p>
Competenze richieste	Elementi di elettronica analogica e digitale di base; Meccanica quantistica; Ottica.
n. posizioni	2
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>19. Preparation and characterization of high dissipative materials based on liquid crystals</b>
Referenti	<a href="#">Daniele Martella</a>
Descrizione	<p>The ability to dissipate energy during a shock is a fundamental requirement for human safety in many situations. Development of materials with tailored damping opens to many applications from protective helmets to prosthesis.</p> <p>This project aims to study the dissipative properties of Liquid Crystalline Elastomers (LCEs), materials composed by liquid crystals bonded to a polymeric chain. LCE damping properties are similar to ones of spinal tissue of intervertebral disc, thus opening to their use for the treatments of degenerative disc diseases.</p> <p>The project will include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• preparation of bulk and porous LCEs by photopolymerizations;</li> <li>• characterization of viscoelastic properties by Dynamic Mechanical Analysis in a wide range of temperature and stress conditions;</li> </ul> <p>The experimental work will be performed at the European Laboratory of Non-Linear Spectroscopy (LENS, Firenze). Data analysis and literature research should be performed in remote.</p>
Competenze richieste	competenze derivanti dal corso di chimica generale
n. posizioni	2
Disponibile da	Settembre 2024





Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>20. Theoretical and computational study of quantum entangled states in a cavity-enhanced optical clock</b>
Referenti	<a href="#">Gianluca Bertaina</a>
Descrizione	<p>Cold atoms can be coherently manipulated by light, trapped by optical lasers, and their state measured by means of electromagnetic fields, with unrivaled accuracy and precision. Atomic transitions are the base of the current definition of the second in the SI, and of its practical realization, with Caesium fountains or optical lattice clocks. Development of even more precise atomic clocks requires reducing the intrinsic noise of quantum measurements, by employing entangled states.</p> <p>In this thesis, the candidate will learn and employ theoretical and computational approaches (in particular the QuTip Python libraries) to simulate the quantum dynamics of alkaline-earth atoms in an optical lattice embedded in an optical cavity, with the aim to investigate the best parameters to optimize the generation of non classical states (e.g. spin squeezing) and the reduction of the variance of population measurements.</p>
Competenze richieste	Conoscenza base di Python e della shell di Linux Conoscenza base dell'ottica quantistica Conoscenza delle basi della teoria della misura quantistica e della teoria dei sistemi aperti
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>21. Quantum Monte Carlo study of p-wave interacting Fermi gases</b>
Referenti	<a href="#">Gianluca Bertaina</a>
Descrizione	<p>Ultracold dilute gases are used for quantum simulation and in optical lattice clocks, given the unrivaled accuracy and precision of their manipulation with electromagnetic fields. Direct interaction between ultracold atoms can be characterized by a few scattering parameters in a partial wave expansion. In spite of the relative simplicity of the theoretical description, the solution of the full many-body Schroedinger equation is a daunting task, that can be efficiently tackled by quantum Monte Carlo simulations. Polarized ultracold fermions are particularly challenging and relevant, for their impact in the accuracy of atomic clocks and in the possible realization of a topological superfluid.</p> <p>In this thesis, the candidate will develop a quantum Monte Carlo code for the massively parallel computation of the equation of state and structural properties of a polarized ultracold Fermi gas interacting via p-wave collisions within an optical trap.</p>
Competenze richieste	<p><b>Conoscenza della Linux shell e di un linguaggio di programmazione di basso livello come Fortran, C o C++</b></p> <p><b>Conoscenza base della meccanica statistica di sistemi quantistici</b></p>
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali
Titolo	<b>22. Realizzazione di nanomateriali compositi tramite tecniche di litografia self-assembly e caratterizzazione.</b>
Referenti	<a href="#">Eleonora Cara</a>
Descrizione	<p>Fabbricazione di materiali nanostrutturati tramite litografia bottom-up con materiali autoassemblanti (nanosfere polimeriche, copolimeri a blocchi) in combinazione con tecniche litografiche top-down (litografia ottica laser-writing) e tramite tecniche di deposizione fisica da vapore (sputtering, e-beam evaporator) e tecniche di deposizione e infiltrazione alternative.</p> <p>Caratterizzazione morfologica tramite microscopia elettronica a scansione (SEM), microscopia a forza atomica (AFM) ed ellissometria spettroscopica. Eventuali caratterizzazioni delle proprietà ottiche e/o elettriche possono essere discusse in base alle competenze sviluppate dal candidato e dall'esito dei processi di nano-fabbricazione.</p> <p>Maggiori informazioni sul gruppo di ricerca possono essere reperite sul sito web <a href="http://amdgroup.inrim.it/">amdgroup.inrim.it/</a></p>
Competenze richieste	
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali
Titolo	<b>23. Sviluppo algoritmo per simulazione e studio di giunzioni Josephson per la realizzazione del volt.</b>
Referenti	<a href="#">Paolo Durandetto</a> , <a href="#">Andrea Sosso</a>
Descrizione	<p>L'ambito di ricerca è quello dei campioni quantistici di tensione elettrica basati sull'effetto Josephson. L'effetto Josephson è un fenomeno fisico che si osserva in particolari dispositivi superconduttori: le giunzioni Josephson. In virtù delle loro peculiari caratteristiche, circuiti elettronici avanzati che contano circa 100 000 giunzioni Josephson sono impiegati come campioni primari della tensione elettrica per la realizzazione del volt nel nuovo Sistema Internazionale (SI).</p> <p>L'obiettivo del tirocinio è simulare al computer un numero arbitrario di giunzioni Josephson utilizzando il modello teorico e studiarne il comportamento in varie condizioni operative. Il tirocinante svilupperà quindi algoritmi in <i>Python</i> per la risoluzione numerica dell'equazione differenziale caratteristica delle giunzioni Josephson e ne analizzerà i risultati. Infine, il tirocinante dovrà redigere un report del lavoro svolto e dei risultati ottenuti, presentati sia in forma testuale che grafica.</p>
Competenze richieste	
n. posizioni	1
Disponibile da	Ottobre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>24. Electrical characterisation of novel materials for quantum metrology</b>
Referenti	<a href="#">Alessandro Cultrera</a>
Descrizione	<p>"The activity will take place at INRIM, within the Quantum Electronics group, in the framework of European projects aimed at the development of novel materials (new graphene-like materials, memristive devices, neuromorphic nanowire networks) for quantum metrology and related applications. The work will be related to novel techniques like Electrical Resistance Tomography and Cross-Correlation Noise Spectroscopy. Topics will cover experimental activity or theory/numerical modeling, depending on the candidates' preference.</p> <p>Presso INRIM, settore Elettronica Quantistica, nell'ambito di progetti europei volti allo sviluppo di materiali innovativi (con proprietà analoghe al graphene, dispositivi memristivi, reti di nanofili con proprietà neuromorfiche) per la metrologia quantistica e applicazioni affini, sono disponibili attività di implementazione di tecniche di misura innovative quali la Tomografia a Resistenza Elettrica e la Spettroscopia di Rumore a Cross-Correlazione. Sarà possibile indirizzare l'attività di tesi su aspetti sperimentali o di teoria/calcolo numerico a seconda della predisposizione dei candidati."</p>
Competenze richieste	Fisica stato solido, programmazione, modellazione agli elementi finiti, elettronica
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>25. Cryocooler-based experimental setup for quantum Hall effect metrology in novel materials</b>
Referenti	<a href="#">Martina Marzano</a>
Descrizione	The proposed activity is about the design and implementation of an experiment to accurately measure the quantum Hall effect, in both dc and ac regimes, in established or novel material (e.g GaAs, graphene, Dirac-like, TIs...) in a cryocooler (dry cryostat) for metrological applications. We are working on a complex experimental setup based on a cryocooler able to reach very low temperatures and high magnetic fields (9 T). The aim is to obtain a cryocooler-based experimental setup able to perform electrical measurements on devices requiring different temperatures, above and below 1 K, and a magnetic flux density within 9 T, in the dc and ac regimes with an accuracy at the level of 1E-7 or below.
Competenze richieste	Electronics and devices, attitude to experimental activities
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>26. Analisi e modellazione di segnali geofisici rilevati con fibre ottiche telecom.</b>
Referenti	<a href="#">Cecilia Clivati</a>
Descrizione	<p>L'INRIM ha dimostrato un'innovativa tecnica per la rivelazione di terremoti basata su interferometria laser. La tecnica sfrutta la fibra ottica usata per le telecomunicazioni come il braccio di un interferometro di Michelson di scala chilometrica, la cui lunghezza ottica varia in conseguenza di disturbi sismici o acustici. Misurando per via interferometrica tali variazioni, è possibile trasformare la rete telecom in una griglia di sensori distribuita. La tecnica è particolarmente promettente in ambiente marino e oceanico, dove la rivelazione tradizionale è impossibile mentre la copertura in termini di fibre ottiche è sempre più pervasiva.</p> <p>Dal 2021 l'INRIM ha realizzato due osservatori, su fibre in centro-Italia e nel mar Ionio, e ha raccolto un archivio significativo di eventi. L'attività riguarda l'analisi di questi dati finalizzata allo studio di un modello di sensibilità della fibra come sensore, alla correlazione con dati da sensori tradizionali, e all'individuazione di metodi per la selezione automatica di eventi di segnatura nota (es. terremoti) o meno nota (es. frane sottomarine). L'analisi partirebbe da dati già raccolti e proseguirebbe eventualmente anche con lo sviluppo di algoritmi di apprendimento automatico e in tempo reale.</p>
Competenze richieste	nozioni di base dell'analisi statistica e spettrale dei segnali (la normale preparazione universitaria è sufficiente) e uso di linguaggi di programmazione per analisi di grosse quantità di dati (es. Python, Matlab, C...).
n. posizioni	1
Disponibile da	Ottobre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>27. Interferometria laser coerente per la distribuzione quantistica di chiavi crittografiche</b>
Referenti	<a href="#">Cecilia Clivati</a>
Descrizione	<p>L'utilizzo di tecnologie quantistiche per le telecomunicazioni sicure sta acquisendo sempre maggiore importanza scientifica e strategica. Una delle tecniche più promettenti è la distribuzione quantistica di chiavi crittografiche, basata sulla codifica di informazione binaria su singoli stati fotonici trasmessi in fibra ottica.</p> <p>L'INRIM sta studiando la possibilità di migliorare le prestazioni delle tecniche esistenti grazie all'utilizzo di sorgenti laser a riga stretta e a metodi interferometrici per la stabilizzazione del cammino ottico in fibre lunghe centinaia di km.</p> <p>L'attività riguarda la realizzazione di un apparato per la codifica dell'informazione mediante modulazione di fase e ampiezza di un fascio laser, la stabilizzazione di un percorso in fibra ottica e lo studio dei fenomeni di rumore in regime di singolo fotone e permette di acquisire esperienza nell'ambito dell'interferometria laser coerente, delle fibre ottiche, dell'elettronica a basso rumore e della fisica dei laser.</p>
Competenze richieste	Interesse per l'attività sperimentale e di laboratorio. La preparazione del corso di studi in Fisica è ampiamente sufficiente.
n. posizioni	1
Disponibile da	Ottobre 2024



Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>28. Misure di frequenze laser con pettine ottico</b>
Referenti	<a href="#">Cecilia Clivati</a>
Descrizione	<p>Il pettine ottico di frequenza, per la cui invenzione è stato attribuito il premio Nobel della Fisica 2005, ha rivoluzionato la tecnologia in ambiti quali la metrologia di frequenza, la spettroscopia di precisione e la fisica atomica. Questo strumento permette di misurare frequenze laser con accuratezze relative dell'ordine di <math>10^{-18}</math>, ed è quindi un componente fondamentale di qualunque laboratorio che operi in tali ambiti. L'INRIM possiede due pettini ottici, usati quotidianamente per il funzionamento degli orologi ottici ad atomi di Yb e Sr e il loro confronto internazionale tramite collegamenti in fibra ottica.</p> <p>L'attività proposta in questa tesi riguarda lo studio dei processi di rumore, sia di origine ottica che elettronica, che determinano i limiti fondamentali dei due strumenti.</p> <p>Il candidato imparerà a utilizzare il pettine ottico e allestire banchi ottici e interferometri complessi, ad assemblare e caratterizzare circuiti in radio-frequenza, approfondirà la conoscenza dei processi di rumore fondamentale e delle tecniche di analisi dei segnali ottici ed elettronici, e acquisirà familiarità con strumentazione elettronica sofisticata.</p>
Competenze richieste	interesse per l'attività di laboratorio, nozioni di base dell'analisi spettrale dei segnali (la normale preparazione universitaria è sufficiente).
n. posizioni	1
Disponibile da	Ottobre 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>29. Fabrication and characterization of organic metasurfaces for photonic devices.</b>
Referenti	<a href="#">Angelo Angelini</a>
Descrizione	<p>Per lo svolgimento dell'attività si prevede che lo studente in una prima fase acquisisca competenze di micro e nano fabbricazione, con particolare riferimento alle tecniche di litografia convenzionale (ottica, ebl) e di auto-assemblaggio di microstrutture (nanosphere lithography) e di etching mediante Reactive Ion Etching.</p> <p>Tali tecniche saranno funzionali alla fabbricazione di metasuperfici ottiche realizzate strutturando materiali organici quali PEDOT e altri polimeri funzionali per la realizzazione di dispositivi fotonici.</p> <p>La seconda fase prevede la caratterizzazione su banco della risposta ottica dei dispositivi fabbricati.</p> <p>A seconda del tempo a disposizione e della propensione dello studente, lo stesso potrà realizzare un setup ad hoc per la caratterizzazione dei dispositivi fabbricati.</p>
Competenze richieste	<p>Conoscenze di base di fisica della materia</p> <p>Conoscenze di base di ottica (rifrazione, riflessione, ottica geometrica)</p> <p>Conoscenza della lingua inglese</p> <p>Capacità di lavorare in team</p>
n. posizioni	1
Disponibile da	Ottobre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>30. Orologi ottici miniaturizzati per applicazioni spaziali</b>
Referenti	<a href="#">Cecilia Clivati</a>
Descrizione	<p>Orologi atomici basati sulla spettroscopia laser di transizioni fortemente proibite raggiungono accuratèzze di <math>1E-18</math> e permettono misure di precisione utili per la ricerca fondamentale e spaziale.</p> <p>La ricerca si sta orientando verso la loro miniaturizzazione e richiede l'integrazione su chip della sorgente atomica, dell'apparato spettroscopico e del dispositivo per la conversione coerente della radiazione alle microonde, il "pettine di frequenza".</p> <p>Questo progetto riguarda la realizzazione di un orologio ottico su chip in SiN nei laboratori INRIM. L'oscillatore è costituito da una sorgente laser stabilizzata su atomi di Rb e convertita a una microonda mediante effetti ottici fortemente nonlineari (effetto Kerr).</p> <p>L'attività sperimentale può concentrarsi su: manipolazione del fascio laser, stabilizzazione in frequenza con tecniche avanzate, caratterizzazione dei fenomeni ottici nonlineari, e permette di acquisire esperienza sia nella fisica dei laser che nell'elettronica a basso rumore.</p>
Competenze richieste	Interesse per l'attività sperimentale e di laboratorio. La preparazione del corso di studi in Fisica è ampiamente sufficiente.
n. posizioni	1
Disponibile da	Settembre 2024

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>31. Electric field control of magnetisation process in FeGa thin films deposited on a piezoelectric substrate</b>
Referenti	<a href="#">Paola Maria Tiberto</a>
Descrizione	<p>Magnetoelectrics effects in bulk materials and thick films have been utilized in several applications as magnetic field sensors (automotive, robotics), energy harvesters, radio-frequency/microwave devices, radar telecommunications, or transducers, amongst others. With the advent of nanotechnology, new applications incorporating nanostructured magnetoelectrics (ME) materials (thin films, mesoporous alloys, nano-patterned structures) are emerging. These applications are rooted in the domain of information technologies (e.g., micro/nano-sensors, random access memories (ME-RAM), voltage-controlled magnetic logic devices, high-density magnetic data storage, magnonics). In this context, the need to strongly reduce the large energy consumption determined in data storage devices without limiting performance is enormous. As an example, data centers (i.e. Google, Facebook, Instagram) consume more than 270 TWh of energy with a growth is larger than 4.5%. These devices mainly operate using electric currents determining a power dissipation that can be ascribed to Joule heating losses. The possibility to exploit voltage use to control the operation of ME materials should allow the avoiding of heating effects, drastically increasing their energy efficiency. Conventional magnetoelectric materials belong to the class multiferroics, materials in which intrinsic ferroelectric and ferromagnetic (antiferromagnetic AFM) orders are mutually coupled. Heterogeneous multiferroics, made of FE/FM bilayers are widely exploited in magnetoelectronics devices.</p> <p>Objectives: Growth of multiferroic heterostructures (e.g., Fe<sub>100-x</sub>Ga<sub>x</sub> on Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)O<sub>3</sub>-PbTiO<sub>3</sub>) by sputtering; top-down and bottom-up nanolithography to obtain small disks and other sub-micrometric geometries of this material; assessment of the magnetization reversal mechanisms (vortex versus coherent rotation, i.e., ON-OFF remanent magnetization) using local MOKE measurements and MFM observations.</p> <p>Expected results: Growth and patterning of ME heterostructures ; control of nucleation/annihilation (and displacement) of the curled topological magnetization structures as a function of electrical voltage.</p>
Competenze richieste	<b>Interesse per attività di laboratorio</b>
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>32. Realizzazione di un nuovo software per la taratura di termometri campione ai punti fissi della scala ITS-90</b>
Referenti	<a href="#">Giuseppina Lopardo</a>
Descrizione	<p>La proposta si colloca nell'ambito delle attività del laboratorio di Termometria Primaria dell'INRiM in cui si provvede alla realizzazione, mantenimento e disseminazione dei campioni nazionali della Scala Internazionale di Temperatura del 1990 (ITS-90) nel range tra -189 °C fino a 962 °C. La scala si realizza tramite un numero limitato di transizioni di fase altamente riproducibili denominati punti fissi, l'utilizzo di termometri campione a resistenza di platino (SPRT) e l'applicazione di equazioni di interpolazione.</p> <p>L'attività proposta prevede la progettazione e realizzazione di un nuovo software in ambiente Labview per la gestione del sistema di misura di un termometro campione tarato per contatto rispetto ai punti fissi della scala. Il software gestirà e controllerà i ponti resistivi di alta precisione (20 ppb) per la misura dei termometri, determinerà l'autoriscaldamento del termometro a diverse correnti e ne calolerà il valore estrapolato a corrente zero. Infine, i risultati ottenuti verranno archiviati in un database.</p>
Competenze richieste	capacità di programmazione in Labview
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024



<b>Tipologia</b>	Tesi di laurea magistrale in Fisica
<b>Titolo</b>	<b>33. Thermodynamical properties of subcooled water</b>
<b>Referente</b>	<a href="#">Simona Lago</a>
<b>Descrizione</b>	Caratterizzazione di un apparato sperimentale per la misura della velocità del suono nell'acqua sottoraffreddata (temperature che variano fra -30 °C e +10 °C e per pressioni fino a 400 MPa). Al candidato verrà chiesto di contribuire nella misurazione della velocità del suono in acqua pura in stato metastabile. I risultati sperimentali saranno i primi ottenuti in tali condizioni termodinamiche.
<b>Competenze richieste</b>	Conoscenze di base di informatica, termodinamica, buona conoscenza della lingua inglese per la comprensione della letteratura scientifica di riferimento. Spiccata attitudine alle attività sperimentali.
<b>n. posizioni</b>	1
<b>Disponibile da</b>	Gennaio 2025

Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>34. Development of novel spintronic magnetic field sensors</b>
Referenti	<a href="#">Michaela Kuepferling</a>
Descrizione	<p>Magnetic field sensors are ubiquitous, as e.g. in smart mobility applications. The most popular magnetic field sensor, based on the Hall effect, is not always appropriate for harsh environments and has a limited sensitivity. The thesis is part of a project investigating a promising concept able to become a disruptive technology: sensors based on the spin Hall magnetoresistance. These spintronic sensors, based on spin-orbit interaction, have a simplified architecture (Hall crosses of heavy metal/ferromagnet bilayers) and can be easily measured by electrical means.</p> <p>The aim of the project is to develop a prototype sensor from the deposition of the layers, the lithographic fabrication to the testing in a real case, as for example the reading of magnetic encoders of the type used to test the wheel velocity in real time. The student will be involved in the sensor design, construction and testing, and according to her/his skills the activity will focus on experimental or theoretical work.</p>
Competenze richieste	Interest in solid state physics, programming (Python, C++, etc.) and electronics. The student will be involved in experimental laboratory activity, preparation of patterned magnetic multilayers in a clean room environment, electrical measurements for device characterisation. To this aim the student should take active part in a research team composed by researchers and PostDocs. At the end of the thesis the student should have acquired experimental skills as well as theoretical understanding.
n. posizioni	2
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi/Stage corso di laurea in Fisica Tesi/Stage corso di laurea in Scienza dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>35. Measuring chiral magnetic interactions for novel ICT approaches</b>
Referente	<a href="#">Michaela Kuepferling</a>
Descrizione	Chiral magnetic interactions are currently investigated by the scientific community for applications and novel approaches in data storage, logic and computing. These interactions stabilize topologically protected spin arrangements extremely promising for low energy novel memory or logic devices. One of the current obstacles for a wider industrial exploitation is the lack of clear guidelines for reliable measurements of the key parameters of these chiral interactions. The thesis/stage is embedded in a national research project (metrospin.inrim.it) with the aim to a) study in detail the measurement statistics, reproducibility, and its relation to defects in the employed thin film samples and materials and b) adopt a machine learning approach to find critical parameters for the evaluation of the key parameters from the measurement. The overall aim is to obtain insight on the physical origin of the data spread of key parameters found in the scientific literature.
Competenze richieste	Interest in solid state physics, electronics, programming (Python, C++, etc.) and machine learning. The student will be involved, according to his/her attitude, in experimental laboratory activity, electrical measurements for device characterization and machine learning and theoretical analysis of measurements. To this aim the student should take active part in a research team composed by researchers and PostDocs. At the end of the thesis the student should have acquired experimental skills as well as theoretical understanding.
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2024





Tipologia	Stage e/o Tesi di Laurea in Fisica
Titolo	<b>36. Studio sperimentale dei divisori di fascio a microonde per applicazioni in elettrodinamica quantistica a circuiti</b>
Referenti	<a href="#">Emanuele Enrico</a>
Descrizione	La tesi propone uno studio sperimentale sui divisori di fascio a microonde utilizzati nell'elettrodinamica quantistica a circuiti. L'obiettivo è caratterizzare e comprendere il comportamento di questi divisori in un ambiente criogenico. Saranno condotti test per valutare il funzionamento dei divisori e la loro capacità di dividere i segnali in modo equo. Si analizzeranno le correlazioni dei segnali che attraversano i divisori, inclusi segnali coerenti e termici. Verrà sviluppato un software di acquisizione dati per registrare e analizzare le correlazioni statistiche. L'obiettivo finale è contribuire all'avanzamento della ricerca nell'elettrodinamica quantistica a circuiti e facilitare futuri esperimenti sulla correlazione di segnali e sorgenti di fotoni singoli.
Competenze richieste	Elettronica e Tecniche di Analisi Numerica
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi/Stage corso di laurea in Fisica Tesi/Stage corso di laurea in Scienza dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>37. Sensori innovativi per missioni spaziali</b>
Referente	<a href="#">Marco Pisani</a>
Descrizione	Presso il gruppo metrologia per lo spazio dell'INRIM sono disponibili posizioni per tesi e stage nel campo del progetto, sviluppo e test di sensori per missioni spaziali. I sensori vanno dagli star tracker (per determinare l'assetto del satellite rispetto alla posizione delle stelle), ai sensori ottici/interferometrici (per determinare il movimento relativo di satelliti o di parti di un satellite), accelerometri (per determinare il comportamento non gravitazionale del satellite) e altro. Le attività si collocano nell'ambito di contratti con l'Agenzia Spaziale Europea, ESA e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) in collaborazione con l'industria, enti di ricerca e università.
Competenze richieste	L'attività è prevalentemente sperimentale e varia, perciò le competenze che possono essere utili sono: progettazione meccanica e/o elettronica, programmazione, modellizzazione FEM, analisi dati. In generale predisposizione per l'attività sperimentale.
n. posizioni	3
Disponibile da	Maggio 2024

Tipologia	Tesi/Stage corso di laurea in Fisica Tesi/Stage corso di laurea in Scienza dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>38. Sviluppo e Metrologia di Amplificatori per la Computazione Quantistica a Stato Solido</b>
Referente	<a href="#">Emanuele Enrico</a>
Descrizione	<p>Gli amplificatori parametrici ad onda viaggiante per la computazione quantistica basati sull'effetto Josephson sono progettati per migliorare significativamente la precisione e l'efficacia nella trasmissione del segnale proveniente dai qubit. Con precisioni che toccano i limiti della fisica quantistica, questi dispositivi sono fondamentali per l'avanzamento della tecnologia quantistica. La ricerca si concentra ora sulla loro implementazione in sistemi compatti e sulla loro integrazione in circuiti a stato solido. Il progetto coinvolgerà la realizzazione di un amplificatore su chip all'interno dei laboratori dell'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica. L'amplificatore è costituito da circuiti superconduttori che sfruttano l'effetto Josephson, ottimizzati per operare a bassissimi livelli di rumore. L'attività di ricerca può includere la progettazione di circuiti, l'ottimizzazione delle prestazioni di amplificazione, la caratterizzazione delle proprietà superconduttive e l'acquisizione di competenze sia in superconduttività che in metrologia quantistica avanzata.</p>
Competenze richieste	Elettronica, Programmazione, Tecniche di Analisi Numerica
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi/Stage corso di laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>39. Progettazione di campioni primari di forza a scale nano e micro</b>
Referente	<a href="#">Andrea Prato</a>
Descrizione	<p>Lo sviluppo di campioni di micro- e nano-forza sta diventando sempre più importante nei settori della produzione avanzata, dei sistemi micro-elettromeccanici (MEMS), della microfluidica, della nanotecnologia e dei dispositivi farmaceutici e medici. Le misure di alta precisione della tensione superficiale e delle proprietà meccaniche dei materiali sono fondamentali per migliorare i processi di produzione e valutarne la qualità, in particolare quando si utilizzano processi di rivestimento o di nano-deposizione. Tuttavia, lo sviluppo di tecniche di misura accurate e affidabili per forze a queste scale è ancora agli inizi. La presente proposta mira a colmare questa lacuna attraverso l'ideazione, le progettazione e lo sviluppo di campioni primari di micro e nano-forza che possano essere utilizzati per tarare e verificare l'accuratezza di trasduttori di forza a queste scale, a bassi livelli di incertezza. Gli obiettivi di questa proposta sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideazione e progettazione di campioni primari di micro e nano forza</li> <li>• Valutazione delle incertezze e i fattori di influenza correlati.</li> <li>• Sviluppo di modelli computazionali per simulare le interazioni di micro- e nano-forza e studiare i fattori che influenzano l'accuratezza delle misure.</li> </ul>
Competenze richieste	Sono apprezzate, ma non obbligatorie, le competenze in materia di misure meccaniche, valutazione dell'incertezza di misura, programmi del metodo degli elementi finiti (FEM), ambiente di sviluppo Matlab e LabVIEW.
n. posizioni	1
Disponibile da	Maggio 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>40. Progettazione, sviluppo e caratterizzazione di tomografo open-source a Risonanza Magnetica a basso campo</b>
Referente	<a href="#">Umberto Zanovello</a>
Descrizione	<p>Complice l'alto costo in termini di risorse economiche e di personale, l'accesso a tecnologie mediche quali risonanza magnetica (RM) risulta essere oggi una prerogativa dei paesi con un welfare più elevato.</p> <p>Nel contesto di un progetto europeo in corso, di cui INRiM è partner (<a href="https://www.a4im.ptb.de/home">https://www.a4im.ptb.de/home</a>), ricercatori di varie nazionalità stanno unendo le forze al fine di ridefinire l'attuale paradigma. Tramite la progettazione di uno scanner RM a basso campo, basso costo, trasportabile, completamente open-source e certificato per uso clinico, sarà possibile rivoluzionare l'accesso a tali risorse per i paesi in via di sviluppo. La strada è ancora lunga e prevede di affiancare alla fase di progettazione e realizzazione dello scanner, un accurato processo di caratterizzazione delle prestazioni dello stesso sia a livello di singolo <i>hardware</i>, sia a livello di dispositivo finito.</p> <p>L'attività proposta coprirà quindi diversi aspetti legati alla progettazione dello scanner, sia di natura progettuale/numerica, sia sperimentale.</p>
Competenze richieste	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conoscenza dei principi base dell'elettromagnetismo</li> <li>• Predisposizione all'attività sperimentale</li> <li>• Intraprendenza e spirito pratico</li> </ul> <p>In aggiunta potrebbero essere utili le seguenti competenze:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basi di programmazione (es. Python, Matlab)</li> <li>• Competenza in simulazioni numeriche tramite software commerciali (es. CST, Sim4Life)</li> <li>• Conoscenza dei principi base della Risonanza Magnetica (possibilità di seguire un corso di formazione predisposto da docenti INRiM)</li> </ul>
n. posizioni	1
Disponibile da	A partire da Luglio 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica o in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>41. Realizzazione di superfici plasmoniche basate sull'autoassemblaggio di copolimeri a blocchi.</b>
Referente	<a href="#">Federico Ferrarese Lupi</a> , <a href="#">Irdi Murataj</a>
Descrizione	I copolimeri a blocchi costituiscono una particolare classe di macromolecole in grado di auto-assemblarsi seguendo morfologie ben definite (i.e. lamelle, cilindri, sfere e giroidi) con dimensioni caratteristiche alla nanoscala. Nell'ambito di questa tesi, tali materiali verranno utilizzati per realizzare superfici plasmoniche attive, utili per aumentare le capacità della spettroscopia Raman. Il lavoro di tesi si svolgerà presso i laboratori di micro- e nano-fabbricazione del nostro gruppo di ricerca (i.e. QR Lab e Nanofacility Piemonte).
Competenze richieste	Buona conoscenza della lingua inglese per la comprensione della letteratura scientifica di riferimento. Spiccata attitudine alle attività sperimentali (da svolgersi in un laboratorio di micro- e nano-fabbricazione).
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

Tipologia	Tesi di Laurea in Fisica o Scienza e Tecnologia dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>42. Sviluppo di un orologio atomico miniaturizzato</b>
Referente	<a href="#">Michele Gozzelino</a>
Descrizione	<p>Gli orologi atomici basati su transizioni ottiche (laser) permettono misurare il tempo con livelli di stabilità mai raggiunti prima (con un'incertezza di "1 secondo ogni 32 miliardi di anni").</p> <p>Per portare questi dispositivi verso l'utilizzo in campo reale, è necessaria un'attività di ricerca e sviluppo per la loro integrazione e miniaturizzazione. All'INRIM è in corso un'attività di ricerca per la realizzazione di un orologio ottico miniaturizzato basato su atomi di rubidio contenuti in una microcella.</p> <p>L'attività di tesi prevede di lavorare allo sviluppo del sistema laser per l'interrogazione degli atomi di Rb, e alla caratterizzazione delle prestazioni e delle sensibilità ambientali dell'orologio microstrutturato.</p> <p>Atomic clocks based on optical transitions (laser) measure time with unprecedented levels of stability (with an uncertainty of "1 second every 32 billion years").</p> <p>To bring these devices towards every-day use, research and development activities are needed for their integration and miniaturization. At INRIM, a research activity is underway for the realization of a miniaturized optical clock based on rubidium atoms contained in a microcell.</p> <p>The thesis activity foresees the development of the laser system for interrogating the Rb atoms, and the characterization of the performance and environmental sensitivities of the miniaturized clock.</p>
Competenze richieste	Interesse per attività sperimentale e di laboratorio. Attitude to experimental work.
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024

### Proposte di tirocinio /Tesi magistrale

Tipologia	Tesi/Stage corso di laurea in Fisica o in Scienza dei Materiali Tesi di laurea magistrale in Fisica o in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>43. Caratterizzazione di nanostrutture realizzate per mezzo di nanosfere autoassemblanti.</b>
Referente	<a href="#">Federico Ferrarese Lupi</a> , <a href="#">Natascia De Leo</a>
Descrizione	Lo scopo di questo lavoro di tesi è quello di caratterizzare campioni di silicio nanostrutturati realizzati per mezzo di sfere auto-assemblanti irraggiati con impulsi laser UV al nanosecondo. In base ai risultati della caratterizzazione morfologica, verranno realizzati nuovi campioni ottimizzati, in collaborazione con l'istituto CNRS, LP3 di Marsiglia. Tali campioni hanno un grande interesse in ambito della realizzazione di Physically Unclonable Functions, sistemi che sfruttano le proprietà fisiche intrinseche di un materiale per generare una "firma" unica e non replicabile. La tesi si svolgerà presso i laboratori di micro- e nano-fabbricazione del nostro gruppo di ricerca (i.e. QR Lab e Nanofacility Piemonte).
Competenze richieste	Buona conoscenza della lingua inglese per la comprensione della letteratura scientifica di riferimento. Spiccata attitudine alle attività sperimentali (da svolgersi in un laboratorio di micro- e nano-fabbricazione).
n. posizioni	1
Disponibile da	Giugno 2024



Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>44. Analisi degli isotopi stabili di CO<sub>2</sub> mediante analizzatore infrarosso a trasformata di Fourier (FTIR) e confronto con spettroscopia Cavity Ring-Down (CRDS) per la determinazione del <math>\delta^{13}\text{C}</math>-CO<sub>2</sub> in miscele gassose di CO<sub>2</sub> in aria o N<sub>2</sub> a composizione nota.</b>
Referente	<a href="#">Francesca ROLLE</a>
Descrizione	Il lavoro di tesi avrà come obiettivo la messa a punto di metodiche analitiche basate su spettroscopia per l'analisi (e la successiva certificazione) di materiali di riferimento gassosi di CO <sub>2</sub> , sia dal punto di vista della loro composizione in frazione molare, sia per l'analisi degli isotopi stabili di CO <sub>2</sub> mediante spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier (FTIR) e spettroscopia Cavity Ring-Down (CRDS), per la determinazione del $\delta^{13}\text{C}$ -CO <sub>2</sub> . Parte dell'attività sarà focalizzata alla valutazione dell'incertezza di misura e allo studio di stabilità delle miscele gassose.
Competenze richieste	Chimica di base, chimica/fisica ambientale, fondamenti di spettroscopia, fondamenti di programmazione (opzionale)
n. posizioni	1
Disponibile da	01/06/2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>45. Ottimizzazione di un sistema di misura primario basato sulla diluizione dinamica per la generazione di miscele di gas a composizione nota nell'intervallo di frazione molare ambientale</b>
Referente	<a href="#">Francesca ROLLE</a>
Descrizione	Il lavoro di tesi avrà come obiettivo l'ottimizzazione a livello metrologico di un sistema di misura primario basato sulla diluizione dinamica per la generazione di miscele di gas a composizione nota nell'intervallo di frazione molare ambientale. Il sistema si baserà sull'uso di Mass Flow Controller e di una camera di miscelamento per la realizzazione di miscele gassose a composizione nota pronte all'uso. Il sistema potrà inoltre essere applicato alle analisi delle impurezze nei gas matrice utilizzando la spettroscopia FTIR.
Competenze richieste	Chimica di base, chimica/fisica ambientale, fondamenti di spettroscopia, fondamenti di programmazione (opzionale)
n. posizioni	1
Disponibile da	01/06/2024



Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>46. Determinazione del contenuto d'acqua in MATRICI REALI o materiali modello tramite titolazione Karl Fisher con metodo coulometrico</b>
Referente	<a href="#">Francesca ROLLE</a>
Descrizione	Il lavoro di tesi avrà come obiettivo la messa a punto di metodiche per la determinazione del contenuto d'acqua in materiali solidi (matrici reali o materiali modello), mediante la titolazione secondo il metodo Karl Fischer coulometrico. Parte dell'attività sarà focalizzata alla definizione della riferibilità metrologica e alla valutazione dell'incertezza di misura.
Competenze richieste	Chimica e chimico-fisica di base
n. posizioni	1
Disponibile da	Luglio 2024

Tipologia	Tesi di laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>47. Test Mass Emulator for the LISA mission</b>
Referente	<a href="#">Carlo Paolo Sasso</a>
Descrizione	<p>INRIM will develop an on ground emulator of the test mass for the ESA mission called LISA (Laser Interferometer Space Antenna). LISA is one of the large scale scientific ESA missions that will detect gravitational waves down to sub-mHz frequency, a band taht is not available to Earth gravitational waves antennas due to the background seismic noise. The aim of the mission is to place in orbit three satellites that trail the Earth at about 50 million km and will form an extremely wide laser interferometric system to detect gravitational waves by measuring the relative motion of free falling test masses hosted inside the spacecrafts.</p> <p>The test mass emulator will be a complex system of physical variable capacitors and will be used to test the functionalities of the electronics at the heart of the mission. Due to the accuracy requested the design and building of the emulator will be a challenging task involving state of the art mechanics, nanometric actuation systems, FEM simulation of the electrostatic system, fine electronics and control logic to be programmed. The student will have the opportunity to be inserted in a high level, international environment that will include the European Space Agency, for one of the most challenging and high budget European space mission.</p>
Competenze richieste	<p>The ideal candidate should have one or more than one of the following features:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Interest in producing complex scientific instrumentation at the state of the art and possibly an interest toward fine mechanics</li> <li>b) Propensity toward learning the use of FEM simulation tools</li> <li>c) Interest in building complex mathematical model using tolls as Wolfram Mathematica</li> </ul>
n. posizioni	1
Disponibile da	Luglio 2024

Tipologia	Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>48. Memristive self-organizing dendrite networks for brain-inspired computing</b>
Referente	<a href="#">Gianluca Milano</a>
Descrizione	<p>Artificial Intelligence needs a hardware revolution to sustain the ever-growing demand of computing power in our society, where the huge energy consumption and environmental impact of computation with current technologies is unsustainable. In the race toward future computing, bio-inspired technologies have been shown as promising hardware solutions for computing beyond the Turing model and the classical von Neumann architectures. Going beyond transistor-centred hardware solutions, the research community is exploring new device concepts and architectures that leverage physical phenomena for computing “in materia” with physical laws to emulate the effectiveness of information processing capabilities of our brain [1,2]. Tackling the main challenges of computing hardware technologies, the MEMBRAIN project [3] aims to develop a radically new concept of physically grounded computing nanoarchitecture based on self-organising memristive nanonetworks, able to efficiently process information and to store knowledge on the same physical substrate at the matter level through physical laws. The aim is to retarget the original goal of neuromorphic computing of creating general-purpose truly intelligent systems that endow dynamic learning and multitasking capability.</p> <p>In this context, master theses at the crossroads of physics, machine learning and neuroscience are available at the Istituto Italiano di Ricerca Metrologica (INRiM). Experimental activities related to the development and electrical characterization of novel self-organizing systems based on electrochemically grown memristive dendrites, as well as modeling activities related to the development of computing algorithms in these self-organizing complex systems are available.</p> <p>[1] Milano, Gianluca, et al. "In materia reservoir computing with a fully memristive architecture based on self-organizing nanowire networks." <i>Nature materials</i> 21.2 (2022): 195-202.</p> <p>[2] Milano, Gianluca, et al. "Tomography of memory engrams in self-organizing nanowire connectomes." <i>Nature Communications</i> 14.1 (2023): 5723.</p> <p>[3] ERC Starting Grant “Memristive self-organizing dendrite networks for brain-inspired computing” – MEMBRAIN – PI: Gianluca Milano</p>
Competenze richieste	Basic knowledge of Python, basics of machine learning, basics of electronics and nanotechnologies
n. posizioni	2
Disponibile da	Gennaio 2025

Tipologia (scegliere)	Tirocinio Laurea in Fisica Tesi di laurea magistrale in Fisica Tesi di laurea magistrale in Master's Degree in Material Science
Titolo	<b>49. 2D materials characterisation: Implementation of a programmable multiplexer for automated van der Pauw measurements</b>
Referente	<a href="#">Alessandro Cultrera</a>
Descrizione	<p>The electrical conductivity of solid-state matter is a fundamental physical property and can be precisely derived from the resistance measured via the four-point probe technique excluding contributions from parasitic contact resistances [1]. Among those techniques, the van der Pauw method allows for the characterisation of the conductivity of thin film samples of arbitrary shape. These measurements are of interest for materials for energy storage devices (e.g. supercaps) and experiments involving quantum phenomena (e.g. quantized resistance standards via the quantum hall effect). INRIM has recently acquired a new thermostated four-probe measurement system (Nextron microprobe) which allows for totally flexible contact placement. This activity includes the implementation of a programmable multiplexer for van der Pauw measurements, and may include follow-up measurements on graphene-based materials and interpretation of the results.</p> <p>[1] I Miccoli et al 2015 J. Phys.: Condens. Matter 27 223201. [2] Pauw, LJvd. "A method of measuring specific resistivity and Hall effect of discs of arbitrary shape." Philips Research Reports 13.1 (1958): 1-9.</p>
Competenze richieste	Curiosity, proactivity, reasonably aligned competences with the three/five years study plan in physics.
n. posizioni	1
Disponibile da	Gennaio 2025

Tipologia (scegliere)	Tesi di laurea magistrale in Fisica
Titolo	<b>50. Implementation of a new control software for the INRIM cross-correlation electrical noise spectrometer</b>
Referente	<a href="#">Alessandro Cultrera</a>
Descrizione	<p>Electrical noise (fluctuation of mobility and/or number of charge carriers) can be used to investigate the microscopic structure of materials in terms of their crystalline quality and related defects [1]. The discrimination between noise generated in the sample and noise generated by the measurement electronics is paramount. To this aim INRIM has developed a cross-correlation noise spectrometer [2]. The setup is now going to be updated with most recent available hardware and the control software will be reviewed and updated.</p> <p>This activity will be focused on the programming of National Instruments acquisition boards and may include some experimental activity like acquiring noise spectra on graphene-based materials and the interpretation of the results.</p> <p>[1] A. Cultrera et al., Appl. Phys. Lett. 112, 093504 (2018). [2] M. Marzano et al 2019 Meas. Sci. Technol. 30 035102.</p>
Competenze richieste	Programming skills, curiosity, proactivity, general competences reasonably aligned with the five years study plan in physics.
n. posizioni	1
Disponibile da	Gennaio 2025