



Università
degli Studi di
Messina

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
MATEMATICHE E INFORMATICHE,
SCIENZE FISICHE E SCIENZE DELLA TERRA

Lista Tematiche Tirocinio Interno

Referente: Prof. Giorgio Arcadi

Tematiche:

- [Utilizzo di software di interesse per la fisica teorica](#)

Descrizione: L'attività di tirocinio prevede l'apprendimento dell'uso di software deputati allo studio di problemi matematici complessi, come il calcolo numerico di integrali, la soluzione di numerica di equazioni e sistemi di equazioni differenziali, e la rappresentazione grafica di distribuzioni di dati.

Tali software comprendono sia software con vasta gamma di applicazione d'uso, come Wolfram Mathematica, sia pacchetti C++ o python con funzioni più specifiche.

L'attività si svolgerà nei locali del dipartimento MIFT e non richiede l'accesso a laboratori.

Disponibilità: 3 Studenti

Referente: Prof.ssa Elvira Barbera

Tematiche:

- [Modellizzazione matematica di fenomeni fisici](#)

Descrizione:

Durante il tirocinio lo studente introdurrà equazioni (algebriche e/o differenziali) per la descrizione di un particolare fenomeno fisico precedentemente concordato con il docente.

Nella seconda parte dovrà usare opportune metodologie matematiche analitiche o eventualmente numeriche per risolvere tali equazioni.

Infine lo studente dovrà interpretare i risultati ottenuti per verificare la coerenza delle soluzioni con il processo scelto.

Disponibilità: 2 Studenti

Referenti: Prof.ssa Caterina Branca

Tematiche:

- [Sintesi e caratterizzazione di materiali di interesse per la bioindustria:](#)

Descrizione: L'attività sarà dedicata alla progettazione, sintesi e caratterizzazione di materiali polimerici "bio-based" come bio-plastiche utilizzabili nell'industria alimentare e nel packaging, e drug delivery biocompatibili per il settore medico e farmaceutico. Saranno valutate le migliori condizioni chimico-fisiche (pH, temperatura) che ne influenzano la funzionalità in risposta a specifici requisiti applicativi. Le proprietà strutturali, dinamiche, termodinamiche e viscoelastiche dei materiali saranno valutate utilizzando le tecniche a disposizione nei laboratori del gruppo di ricerca (Raman, FT-IR, DLS, DWS, calorimetria a titolazione).

Disponibilità: 4 studenti

Dipartimento MIFT
Viale F. Stagno d'Alcontres 31
98166 Messina

Direzione: +39 090 676 5030
Segreteria: +39 090 676 5804
dipartimento.mift@unime.it
dipartimento.mift@pec.unime.it
www.mift.unime.it

P.IVA 00724160833
Cod. Fiscale 80004070837



Università
degli Studi di
Messina

Referenti: Prof.ssa Maria Teresa Caccamo, Prof. Salvatore Magazù

Tematiche:

- - [Indagini spettroscopiche di sistemi di interesse biofisico \(estremofili\)](#)
- - [Modelli climatici](#)
- - [Storia e didattica della Fisica](#)

Descrizione: Gli studenti, fino a un massimo di tre, avranno la possibilità di affrontare i temi sopra elencati; le attività di tirocinio, in dipendenza dell'argomento scelto, prevedono:

- l'impiego di tecniche spettroscopiche complementari,
- lo sviluppo e l'applicazione di modelli climatici,
- l'analisi di documenti storici e articoli sulla didattica delle Scienze.

Referenti: Prof. David Carfi

Tematiche:

- [Mathematical Foundations of Quantum Mechanics: beyond Hilbert and von Neumann](#)

Descrizione: *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics* (1955) was a revolutionary treatise strongly contributing to a deep change and evolution in theoretical physics. John von Neumann, one of the leading mathematicians of the twentieth century, pupil of David Hilbert, has shown - among other minor contributors, at that time - that great insights in Quantum Physics can be obtained by exploring the basic role of some mathematical structures in Quantum Mechanics. He begins by presenting the theory of Hermitian operators in Hilbert spaces. Using this theory, he attacked with mathematical rigor some of the general problems of quantum theory. Here we desire to go beyond the Hilbert space approach, which revealed often insufficient (and sometimes even misleading), following the great revolution determined in the 50ties of the last century by Laurent Schwartz's Distribution Theory, which - ironically - was triggered by Von Neumann himself when giving birth to the theory of topological vector spaces and its applications. We require the students to find new instances where the spaces of distributions can fit better, into the theoretical framework of quantum physics, than the Hilbert space approach.

- [Decisions, Economics, Sustainability, and technological advances in electric mobility: disruptive innovations of Tesla, Inc.](#)

Descrizione: "Tesla, Inc. has emerged as a transformative force in the automotive industry, reshaping the landscape of electric mobility through innovative technology and disruptive business strategies. Tesla's relentless pursuit of technological advancement has resulted in groundbreaking developments in battery technology. Through its Gigafactories, Tesla has achieved economies of scale in battery production, enabling longer range, faster charging, and superior performance in electric vehicles compared to traditional combustion engines. Furthermore, Tesla's commitment to autonomous driving technology has positioned it as a frontrunner in the development of self-driving cars, with its Autopilot system and Full Self-Driving (FSD) capability pushing the boundaries of innovation in the automotive industry.

Tesla's disruptive approach to sales and manufacturing has challenged conventional norms in the automotive industry. By adopting a direct-to-consumer sales model and establishing company-owned stores, Tesla has bypassed traditional dealership networks, streamlining the car-buying process and maintaining greater control over pricing and customer experience. Additionally, Tesla's vertically integrated manufacturing strategy, which



Università
degli Studi di
Messina

includes ownership of production facilities, has enabled the company to optimize efficiency and quality control, driving innovation in vehicle design and manufacturing processes.

Tesla's success has sparked a paradigm shift in the automotive industry, prompting traditional automakers to accelerate their transition to electric mobility. Increased investments in electric vehicle technology and infrastructure, as well as ambitious electrification plans announced by major automakers, signify a broader industry-wide embrace of sustainable transportation solutions. The rise of Tesla has intensified competition and innovation in the automotive market, leading to lower costs and improved performance of electric vehicles across the industry. Furthermore, Tesla's success has inspired a wave of new entrants and startups in the electric vehicle space, driving further innovation and diversification in the market. Tesla's disruptive innovation has not only revolutionized the automotive industry but has also accelerated the transition towards sustainable transportation on a global scale. As Tesla continues to push the boundaries of innovation and expand its influence, its impact on the automotive industry and broader societal trends is expected to endure for years to come." This analysis, conducted by "Towards Automotive", highlights the transformative influence of Tesla's disruptive innovation on the automotive industry, underscoring its implications for the future of transportation and sustainability. We invite the students to analyze mathematically and from a point of view of Econo-physics, Decision theory and Game Theory the fundamental features of Tesla's business, economics and technological innovations.

Disponibilità: 2 Studenti

Referenti: Prof. Francesco Caridi, Prof.ssa Valentina Venuti

Tematiche:

- [I materiali di interesse storico-artistico e il loro impatto sulla salute e sull'ambiente](#)

Lo studente sarà coinvolto nella caratterizzazione spettroscopica multiscala di materiali da costruzione di diversa natura, quantificando anche il rischio radiologico associato al loro utilizzo.

- [Sistemi farmaceutici innovativi: natura ed efficacia](#)

Lo studente sarà coinvolto nella caratterizzazione spettroscopica multiscala di sistemi innovativi per formulazioni farmaceutiche alternative, valutandone anche l'efficacia.

Disponibilità: max 3 studenti

Referenti: Prof.ssa Valeria Conti Nibali, Prof. Dino Costa, Prof. Gianmarco Munaò

Tematiche:

- [Processi di autoaggregazione in fluidi complessi e materia soffice.](#)



Descrizione: Lo studente prenderà familiarità con modelli atti a rappresentare i "building blocks" di alcuni fluidi complessi (tipicamente sistemi colloidali) che sono in grado di originare, sotto opportune condizioni termodinamiche, strutture complesse, come clusters, strutture cilindriche e planari, e altre ancora. Lo studio si soffermerà in particolare sull'utilizzo di opportuni potenziali di interazione che siano in grado di generare tali strutture.

- [Tecniche di simulazione numerica per materiali polimerici.](#)

Descrizione: Questo topic prevede l'utilizzo di software avanzati di simulazione numerica per studiare la dinamica, la struttura e la termodinamica di melt polimerici, nonché la loro eventuale interazione con nanoparticelle inorganiche e substrati di varia natura chimica.

- [Biofisica computazionale](#)

Descrizione: Durante questa attività lo studente apprenderà i concetti di base della simulazione di dinamica molecolare per investigare la rilevanza biologica di proprietà strutturali, dinamiche e termodinamiche di sistemi biologici modello (membrane cellulari, proteine globulari ed intrinsecamente disordinate).

Disponibilità: 1/2 Studenti per tematica

Referenti: Prof. Carmelo Corsaro, Prof.ssa Enza Fazio

Tematiche:

- [Tematica 1](#)

Descrizione: Realizzazione di sistemi fotovoltaici a film sottile di ultima generazione: principi di funzionamento e tecniche di preparazione. L'attività sarà svolta con l'ausilio delle attrezzature dedicate alla sintesi e alla diagnostica presenti nei laboratori di Micro&Nanosistemi (MNS).

- [Tematica 2](#)

Descrizione: Realizzazione e caratterizzazione di dispositivi a film sottili per la rivelazione di gas per applicazioni industriali e di domotica e per la diagnostica molecolare finalizzata al monitoraggio dell'efficienza terapeutica. L'attività sarà svolta con l'ausilio delle attrezzature dedicate alla sintesi e alla diagnostica presenti nei laboratori di Micro&Nanosistemi (MNS).

Disponibilità: 2 Studenti

Referenti: Prof.ssa Mariapompea Cutroneo, Prof. Lorenzo Torrisi

Tematiche:

- [Preparazione e caratterizzazione di nanoparticelle mediante ablazione laser in liquidi](#)

Descrizione: Lo studente sarà impegnato nel settaggio e controllo del laser per la preparazione di nanoparticelle. Successivamente queste saranno caratterizzate otticamente presso il laboratorio dell'Università di Messina e poi embedded in matrici polimeriche. Caratterizzazione morfologica, ottica e della superficie saranno eseguite mediante tecniche di vario tipo.

- [Studio dei livelli elettronici dell'atomo attraverso misure di fluorescenza da ionizzazione indotta da fotoni incidenti.](#)

Descrizione: Lo studente sarà impegnato nello studio: della rivelazione di raggi X caratteristici degli elementi di campioni di vario tipo; della resa di produzione di righe di emissione



Università
degli Studi di
Messina

caratteristiche degli elementi; della resa di fluorescenza usando rivelatori ad alta risoluzione energetica.

Disponibilità: 4 Studenti

Referenti: Prof.ssa Giovanna D'Angelo

Tematiche:

- **Materiali Innovativi Funzionali e Basse temperature:**

Descrizione: Questo tirocinio è rivolto agli studenti interessati a investigare i recenti progressi e le attuali sfide nel campo dei materiali innovativi per applicazioni nel campo energetico (celle solari, sistemi fotoelettrocatalitici, termoelettrici o supercondensatori), dell'optoelettronica e delle batterie. Il percorso formativo si concentrerà sullo studio di sistemi emergenti delle seguenti famiglie: perovskiti, materiali a bassa dimensionalità (es. grafene e dicalcogenuri dei metalli di transizione), superconduttori ad alta temperatura e leghe solide ad alta entropia.

Attività 1. Nel corso del tirocinio gli studenti acquisiranno esperienza pratica nella caratterizzazione dei materiali dal punto di vista vibrazionale, termico e microstrutturale mediante le strumentazioni e attrezzature dei laboratori di Spettroscopia Ottica e Ultraveloci e di Fisica delle Basse temperature.

Attività 2. Verranno effettuate misure di resistenza elettrica a temperature criogeniche ($10 < T < 100\text{K}$), utili alla caratterizzazione della transizione superconduttiva.

Disponibilità: 4 studenti

Referenti: Prof.ssa Giovanna D'Angelo, Prof.ssa Valeria Conti Nibali

Tematiche:

- **Biofisica Sperimentale:**

Descrizione: Questo tirocinio è rivolto agli studenti interessati a investigare le proprietà vibrazionali e termodinamiche di sistemi biologici modello (membrane cellulari, proteine) tramite spettroscopie vibrazionali (microscopia Raman, infrarosso) e tecniche calorimetriche (calorimetria scansione differenziale-DSC, calorimetria isoterma di titolazione-ITC). L'obiettivo è quello di far conoscere i concetti fondamentali e i metodi fisici che trovano applicazione nel campo della biologia e della medicina

Attività:

- 1) sintesi e caratterizzazione di membrane biomimetiche
- 2) identificazione delle vibrazioni molecolari di macromolecole biologiche
- 3) studio delle interazioni molecolari (siti di legame, energie di legame, cambiamenti conformazionali di biomolecole)

Disponibilità: 4 studenti

Referenti: Proff. Omar Di Stefano, Salvatore Savasta, Roberto Stassi

Tematiche:

- Soluzione numerica dell'equazione di Shroedinger 1D per potenziali generici (anche periodici).
- Dinamica di sistemi quantistici aperti mediante la tecnica della master equation di tipo Limblad.



Università
degli Studi di
Messina

- Caratterizzazione dell'entanglement di sistemi quantistici elementari mediante matrice densità ridotta.
- Introduzione all'utilizzo di computer quantistici mediante il software Qiskit.

Descrizione: L'attività di tirocinio consisterà nello sviluppo di un codice di simulazione, o nell'utilizzo di codici già sviluppati e soprattutto, nell'esplorazione dello spazio dei parametri e nell'analisi dei risultati numerici ottenuti.

Disponibilità: 4 Studenti

Referente: Prof. Giovanni Finocchio

Tematiche:

- Probabilistic computing with Ising machines
- Metamaterials for acoustic waves.
- Experimental activities in spintronics (to do at INL with thesis) – this is material deposition and nanofabrication (6 months) activity. (After the agreement will be signed)

Disponibilità: 6 Studenti

Referente: Prof. Giuseppe Mandaglio

Tematiche:

- Progettazione e realizzazione esperimenti di Fisica di base open-source

Descrizione: Realizzazione di esperimenti di Fisica di base: meccanica, elettromagnetismo, radioattività, ottica; con l'uso di microcontrollori, micro-computer e sensori, implementazione dei sistemi di acquisizione ed elaborazione dati in ambiente c++ e python.
L'attività si svolgerà nel laboratorio di Fisica Nucleare C.

Disponibilità: 4 Studenti

Referente: Prof. Salvatore Patanè

Tematiche:

- Approcci fisici allo studio delle problematiche di affidabilità di dispositivi elettronici di potenza basati su semiconduttori ad ampio gap

Descrizione: Studiare i meccanismi di fallimento dei dispositivi elettronici basati su SiC e GaN con metodi tipici della Fisica come la spettroscopia Raman, la microscopia AFM, l'analisi della distribuzione termica e della deformazione termomeccanica sulla superficie del dispositivo.
L'attività è svolta in stretta collaborazione con ST Microelectronics e fa parte dei task di un progetto europeo.

Disponibilità: 2 Studenti

Referente: Prof. Santi Prestipino Giarritta



Tematiche:

- [Meccanica statistica e calcolo numerico](#)

Descrizione: Il tirocinio riguarderà la dimostrazione dell'esistenza di un comportamento emergente in un sistema quantistico a molti corpi a $T=0$ (modello di Ising unidimensionale in campo trasverso). Sarà l'occasione per imparare un po' di meccanica statistica quantistica e qualche tecnica numerica.

Più in dettaglio:

- Si partirà con la teoria di campo medio
- Si effettuerà la diagonalizzazione esatta col power method e/o con Lanczos
- Si farà la simulazione Monte Carlo quantistica del modello a partire dal mapping su un sistema bidimensionale di spin classici

Disponibilità: 2 Studenti

Referente: Prof.ssa Rosalba Saija

Tematiche:

- [Modellizzazione delle proprietà ottiche di nanostrutture.](#)

Descrizione: Lo studente sarà impegnato nello studio e nella scrittura di codici in grado di determinare le sezioni d'urto di scattering, di estinzione e di assorbimento di dispersioni a bassa densità di nanoparticelle quando investite da una radiazione elettromagnetica.

- [Simulazione del moto Browniano in una trappola ottica](#)

Descrizione: Lo studente sarà impegnato nello studio e nella realizzazione di un programma di calcolo (basato preferibilmente su Matlab in grado di simulare il moto browniano di una particella sferica intrappolata otticamente).

Disponibilità: 2 Studenti

Referente: Prof. Alessandro Sergi

Tematiche:

- [Dinamica quantistica di sistemi spin-boson.](#)

Descrizione: L'attività di tirocinio consisterà nella scrittura di un breve codice per la simulazione di uno o più spin interagenti con un oscillatore armonico. I risultati delle simulazioni verranno analizzati e discussi.

- [Dinamica molecolare di un oscillatore a temperatura costante](#)

Descrizione: L'attività di tirocinio consisterà nella scrittura di un breve codice per la simulazione di un oscillatore armonico a temperatura costante. I risultati delle simulazioni verranno analizzati e discussi.

- [Simulazione numerica del trasporto di calore lungo una catena di oscillatori.](#)

Descrizione: L'attività di tirocinio consisterà nella scrittura di un breve codice per la simulazione di 3 oscillatori armonici accoppiati, con il primo e l'ultimo della catena mantenuti ad una diversa temperatura. I risultati delle simulazioni verranno analizzati e discussi.

- [Dinamica molecolare di uno spin classico a temperatura costante](#)



Università
degli Studi di
Messina

Descrizione: L'attività di tirocinio consisterà nella scrittura di un breve codice per la simulazione di uno spin classico a temperatura costante. I risultati delle simulazioni verranno analizzati e discussi.

Disponibilità: 4 Studenti

Referente: Prof. Antonio Trifirò

Tematiche:

- [Spettroscopia Gamma](#)

Descrizione: Gli studenti analizzeranno in dettaglio la strumentazione e la metodologia utilizzata per l'identificazione di emettitori gamma in campioni di varia natura, tramite rivelatori di fotoni al germanio iperpuro.

- [Catene elettroniche per la rivelazione di particelle elementari](#)

Descrizione: Gli studenti analizzeranno il funzionamento dei vari moduli utilizzati per la realizzazione di sistemi di acquisizione per particelle elementari, realizzando e testando catene di acquisizione con trigger avanzati.

Disponibilità: 4 Studenti